Texte

Texte
19
08
ISSN
1862-4804

Evaluierung des Gefährdungsgrades der Gebiete Fildes Peninsula und Ardley Island und Entwicklung der Managementpläne zur Ausweisung als besonders geschützte oder verwaltete Gebiete

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 203 13 124
UBA-FB 001155

Texte
19
08
ISSN
1862-4804

Evaluierung des Gefährdungsgrades der Gebiete Fildes Peninsula und Ardley Island und Entwicklung der Managementpläne zur Ausweisung als besonders geschützte oder verwaltete Gebiete

von

Dr. Hans-Ulrich Peter
Dipl.-Biol. Christina Büßer
Dipl.-Geogr. Osama Mustafa
Dr. Simone Pfeiffer

AG Polar- & Ornitho-Ökologie Institut für Ökologie,
Friedrich-Schiller-Universität Jena

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
http://www.umweltbundesamt.de
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel.: 0340/2103-0
Telefax: 0340/2103 2285
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet I 3.5
Fritz Hertel

Dessau-Roßlau, Mai 2008

Berichtskennblatt

1. Berichtsnummer UBA	**2.**	**3.**

4. Titel des Berichtes

Evaluierung des Gefährdungsgrades der Gebiete Fildes Peninsula und Ardley Island und Entwicklung der Managementpläne zur Ausweisung als besonders geschützte oder verwaltete Gebiete

5. Autoren, Name, Vorname Dr. Hans-Ulrich Peter, Dipl.-Biol. Christina Büßer, Dipl.- Geogr. Osama Mustafa, Dr. Simone Pfeiffer	**8. Abschlussdatum** Juli 2007
	9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution Institut für Ökologie, Polar- & Ornitho-Ökologie Friedrich-Schiller-Universität Jena Dornburger Str. 159 D-07743 Jena	**10. UFOPLAN - Nr.** 203 13 124 **11. Seitenzahl** 353 + 131 S. in 8 Anhängen **12. Literaturangaben** 310 + 23 in Anhängen
7. Fördernde Institution Umweltbundesamt Fachgebiet I 2.4 Schutz der Antarktis Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau	**13. Tabellen** 37 + 11 in Anhängen **14. Abbildungen** 211 + 38 in Anhängen

15. Zusätzliche Angaben

16. Kurzfassung

Fildes Peninsula als logistisches Zentrum von King George Island (South Shetland Islands, Antarktis) weist einen Flughafen und eine hohe Dichte an Forschungsstationen und Feldhütten auf. Im Gebiet kommt es zu Überschneidungen verschiedener Interessen: Forschung, Schutz von Flora, Fauna, geologischer und historischer Werte, Stationsbetrieb, Transportlogistik und Tourismus.

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand in der Schaffung einer wissenschaftlichen Grundlage, um mittels biotischer und weiterer Daten die menschlichen Aktivitäten und Umweltproblemen in der Fildes Region zu quantifizieren. Dazu gehörten Flächenverbrauch, Infrastruktur, Bauaktivitäten, Müllverbreitung und Management (einschließlich organischer Abfälle und Ölverunreinigungen), Emission von Gasen und Lärm, zeitliche und räumliche Verteilung des Land-, Luft- und Seeverkehrs, Vorkommen von Fossilien, Flora und Fauna sowie eine Umfrage unter den Mitgliedern aller Stationen des Gebietes über deren Freizeitverhalten und Ansichten über Umweltbildung und Schutzmaßnahmen. Es schließt sich eine Risikoanalyse der Gefahren für die vorhandenen Schutzgüter in der Fildes Region an. Dabei stehen die verschiedenen Interessen des Natur- und Umweltschutzes, der Forschung, der Logistik und des Tourismus im Blickpunkt. Ausgehend von der aktuellen Situation werden Vorschläge zum Gebietsmanagement ausgeführt. Als beste Lösung zur Koordination wird die Ausweisung eines „Besonderen antarktischen Verwaltungsgebietes“ (ASMA) angesehen, für das der Entwurf eines Managementplans vorgelegt wird (als Basis für die Diskussion in der Internationalen Arbeitsgruppe im CEP). Als eine Alternative wird ein Maxwell Bay ASMA angesehen, für das aber noch Forschungsbedarf besteht.

17. Schlagwörter

Antarktis, Ardley Island, ASMA, AUG, Fildes Peninsula, Indikatoren, King George Island, Logistik, menschliche Aktivitäten, Management, Monitoring, Pinguine, Robben, Seevögel, Störung, Tourismus, Umweltschutzprotokoll, Verhalten, Verwaltungsplan, Wissenschaft

18.	**19.**	**20.**

II. Inhaltsverzeichnis

I.	Berichtskennblatt	ii
II.	Inhaltsverzeichnis	iii
III.	Abkürzungsverzeichnis	viii
IV.	Verwendete Ortsnamen	x
V.	Abbildungsverzeichnis	xvii
VI.	Tabellenverzeichnis	xxvi
1.	**Einleitung**	1
1.1.	Hintergrund des Vorhabens	1
1.2.	Ziele und Inhalt des Vorhabens	2
1.3.	Vorarbeiten im Gebiet	3
1.4.	Internationale und nationale Zusammenarbeit	4
2.	**Untersuchungsgebiet**	6
2.1.	Lage des Untersuchungsgebietes	6
2.2.	Relief	9
2.3.	Geologie	10
2.3.1.	Geologischer Überblick über King George Island und die Fildes Peninsula	10
2.3.2.	Fossilfundstellen auf der Fildes Peninsula	14
2.4.	Geomorphologie	14
2.4.1.	Gletscher	14
2.4.2.	Permafrost	16
2.4.3.	Frostwechseldynamik	17
2.4.3.1.	Kryoturbation	17
2.4.3.2.	Solifluktion	18
2.4.4.	Verwitterung	19
2.4.4.1.	Physikalische Verwitterung	19
2.4.4.2.	Chemische Verwitterung	21
2.4.4.3.	Biogene Verwitterung	21
2.4.5.	Küsten	21
2.4.6.	Talformen	23
2.5.	Klima	24
2.5.1.	Das Klima der Fildes Region	24
2.5.2.	Meteorologische Bedingungen während der Projektfeldarbeiten	25
2.6.	Gewässer	26
2.6.1.	Seen	26
2.6.2.	Fließgewässer	28
3.	**Material und Methoden**	29
3.1.	Umweltsituation terrestrisch	29
3.1.1.	Historie der Forschungsstationen	29
3.1.2.	Müllverbreitung und Müllmanagement	29
3.1.3.	Eintrag von organischer Substanz	30
3.1.4.	Treibstofftanklager	31
3.1.5.	Ölverunreinigungen	31
3.1.6.	Gasförmige Emissionen durch Dieselgeneratoren	32
3.1.7.	Gasförmige Emissionen durch Fahrzeuge	32
3.1.8.	Lärmemissionsquellen	32
3.1.9.	Flächenverbrauch durch die Stationen	32

3.1.10.	Nutzung von Feldhütten	32
3.1.11.	Wegenetz zwischen den Stationen, Flugplatz und Gebäuden (Hütten)	33
3.1.12.	Nutzung des Wegenetzes	33
3.1.13.	Fahrspuren außerhalb des offiziellen Wegenetzes	33
3.1.14.	Winternutzung	34
3.1.15.	Flugverkehr	34
3.1.16.	Schiffs- und Zodiak-Verkehr	37
3.1.17.	Bau der russischen Kirche	38
3.1.18.	Flughafenausbau	39
3.2.	Umweltsituation küstennah	39
3.2.1.	Abwasser-Eintrag in die Maxwell Bay	39
3.2.2.	Erfassung des Mülls am Ufer der Maxwell Bay und der Drake-Küste	40
3.2.3.	Gasförmige Emissionen durch Stationsboote und -zodiaks	40
3.3.	Geologie	40
3.3.1.	Paläontologie	40
3.3.2.	Seen	41
3.4.	Fauna und Flora	41
3.4.1.	Brut- und Gastvögel	41
3.4.2.	Robbenbestände	44
3.4.3.	Vegetationskartierung	46
3.5.	Touristische Aktivitäten	50
3.5.1.	Raumnutzungsverhalten von Besuchern	50
3.6.	Umfrage unter den Stationsmitgliedern	51
3.7.	Gefährdungsanalyse	52
3.8.	Kartographie	53
4.	**Ergebnisse und Diskussion**	54
4.1.	Historie der Forschungsstationen	54
4.1.1.	Forschungsstationen auf King George Island	54
4.1.2.	Stationen der Fildes Region	55
4.2.	Umweltsituation terrestrisch	58
4.2.1.	Historische Mülllagerplätze	58
4.2.2.	Müllverbreitung	62
4.2.3.	Aktuelles Müllmanagement	67
4.2.4.	Eintrag organischer Substanz	70
4.2.5.	Treibstofflager und Maßnahmen zur Verhinderung von Öl-verunreinigungen	76
4.2.6.	Ölverunreinigungen	80
4.2.6.1.	Ölverunreinigungen außerhalb der Stationen	80
4.2.6.2.	Ölverunreinigungen innerhalb der Stationen	82
4.2.7.	Gasförmige Emissionen durch Dieselgeneratoren	85
4.2.8.	Gasförmige Emissionen durch Landfahrzeuge	86
4.2.9.	Lärmemissionsquellen	86
4.2.10.	Flächenverbrauch durch Forschungsstationen	90
4.2.11.	Nutzung von Feldhütten	94
4.2.12.	Wegenetz	105
4.2.13.	Nutzung des Wegenetzes	108
4.2.14.	Fahrspuren	111

4.2.15.	Winternutzung	114
4.2.16.	Flugbewegungen in der Fildes Region	117
4.2.16.1.	Flugstatistik	117
4.2.16.2.	Vergleich der Erfassung mit Daten der Vorjahre und veröffentlichten Statistiken	121
4.2.16.3.	Touristische Flugaktivitäten	124
4.2.16.4.	Helikopterlandungen außerhalb der regulären Landeplätze oder des Flughafens	127
4.2.16.5.	Flugbewegungen über dem ASPA Ardley Island und über der Fildes Strait	127
4.2.17.	Schiffs- und Zodiak-Bewegungen in der Maxwell Bay	130
4.2.17.1.	Schiffe	130
4.2.17.2.	Landungs- und Beiboote	135
4.2.17.3.	Zodiaks	137
4.2.17.4.	Beispiel für einen Aktivitätsgipfel in der Maxwell Bay	139
4.2.18.	Bau der russischen Kirche	140
4.2.18.1.	Gebietsbeschreibung	140
4.2.18.2.	Chronologische Übersicht des Baugeschehens	141
4.2.18.3.	Umweltauswirkungen des Kirchenbaus	142
4.2.19.	Flughafenausbau	144
4.2.19.1.	Umweltauswirkungen des Flughafenausbaus	144
4.3.	Umweltsituation küstennah	153
4.3.1.	Abwassereintrag	153
4.3.1.1.	Abwassereintrag in die Maxwell Bay	153
4.3.1.2.	Abwasserbehandlung in den Stationen	154
4.3.2.	Vermüllung der Küsten	157
4.3.3.	Gasförmige Emissionen durch Stationsboote und -zodiaks	162
4.4.	Geologie	163
4.4.1.	Paläontologie	163
4.4.1.1.	Fossilienerfassung	163
4.4.1.2.	Fundgebiete	167
4.4.1.3.	Paläobotanische Interpretation und wissenschaftliche Bedeutung (in Anlehnung an Poole, 2005)	173
4.4.2.	Zur Bedeutung der Strandwälle auf Fildes Peninsula und Ardley Island	174
4.4.3.	Seen	177
4.5.	Fauna und Flora	181
4.5.1.	Pinguine (*Pygoscelis* spec.)	181
4.5.2.	Südlicher Riesensturmvogel *(Macronectes giganteus)*	188
4.5.3.	Kapsturmvogel *(Daption capense)*	192
4.5.4.	Sturmschwalben (*Oceanites oceanicus* und *Fregetta tropica*)	195
4.5.5.	Weißgesicht-Scheidenschnabel *(Chionis alba)*	197
4.5.6.	Skuas (*Catharacta* spec.)	200
4.5.7.	Dominikanermöwe *(Larus dominicanus)*	203
4.5.8.	Antarktisseeschwalbe *(Sterna vittata)*	205
4.5.9.	Potentielle Brutvögel, Gastvögel und Durchzügler	207
4.5.10.	Untersuchungen zu Verhalten und Physiologie von Seevögeln	216
4.5.11.	Robben	220
4.5.12.	Diptera (Insecta)	232

4.5.13.	Vegetation	234
4.5.13.1.	Vegetationskartierung der Flechten und Moose	234
4.5.13.2.	Vegetation von Dart Island und Two Summit Island	238
4.5.13.3.	Blütenpflanzen in der Fildes Region	242
4.5.14.	Vegetationsschäden	246
4.5.15.	Eingeschleppte Arten	250
4.5.16.	Auswirkungen wissenschaftlicher Arbeiten auf die Flora und Fauna	255
4.6.	Touristische Aktivitäten	259
4.6.1.	Touristische Aktivitäten auf King George Island	259
4.6.2.	Touristische Aktivitäten in der Fildes Region	260
4.6.2.1.	Spektrum touristischer Aktivitäten	260
4.6.2.2.	Marathon	262
4.6.2.3.	Raumnutzung durch Besucher	266
4.6.3.	Einfluss touristischer Aktivitäten	267
4.6.3.1.	Auswirkungen in der Fildes Region	268
4.6.4.	Besuchermanagement	271
4.7.	Umfrage unter den Stationsmitgliedern	272
5.	**Gefährdungsanalyse für die Fildes Region**	282
5.1.	Darstellung und Bewertung der Schutzgüter	282
5.2.	Gefährdungsanalyse	286
5.2.1.	Menschliche Störquellen und ihre Auswirkungen	287
5.2.1.1.	Stationsbetrieb	287
5.2.1.2.	Verkehr	288
5.2.1.3.	Einschleppung fremder Arten	289
5.2.1.4.	Wissenschaftliche Aktivitäten	290
5.2.1.5.	Besucher	292
5.2.1.6.	Kumulative Effekte	295
5.2.1.7.	Zusammenfassende Betrachtung der aktuellen und zukünftigen Gefahren	296
6.	**Management der Fildes Region**	302
6.1.	Bisheriges Management	302
6.1.1.	Stationsbetrieb	302
6.1.2.	Verkehrsmanagement	303
6.1.3.	Naturschutz	304
6.1.4.	Wissenschaftsmanagement	305
6.1.5.	Besuchermanagement	305
6.1.6.	Kumulative Effekte	306
6.2.	Managementvorschläge	306
6.2.1.	Stationsbetrieb	307
6.2.1.1.	Müllmanagement	308
6.2.1.2.	Verhinderung von Ölverunreinigungen	308
6.2.1.3.	Auf- und Abbau von Gebäuden	309
6.2.1.4.	Abwasserbehandlung	309
6.2.1.5.	Informationen zur lokalen Umwelt	309
6.2.2.	Verkehrsmanagement	310
6.2.2.1.	Landverkehr	310
6.2.2.2.	Flugverkehr	310
6.2.2.3.	Schiffsverkehr	310
6.2.3.	Naturschutz	311

6.2.3.1	Gebietsschutz	311
6.2.3.2.	Fauna	311
6.2.3.3.	Flora	312
6.2.3.4.	Einschleppung fremder Arten	312
6.2.3.5.	Fossilien	312
6.2.4.	Wissenschaftsmanagement	313
6.2.5.	Besuchermanagement	313
6.2.6.	Kumulative Effekte	316
6.2.7.	Etablierung einer Managementgruppe	316
6.2.8.	Zonierung	317
6.3.	Mögliche Module eines ASMA-Verwaltungsplanes “Fildes Region”	319
7.	**Offene Fragen und Forschungsbedarf**	321
8.	**Zusammenfassung**	324
9.	**Summary**	327
10.	**Literaturverzeichnis**	329
11.	**Projektbezogene Veröffentlichungen**	348
Anhang 1	Im Untersuchungsgebiet vorkommende Pflanzenarten	
Anhang 2	Fotodokumentation zur Klassifikation der Pflanzen-gemeinschaften für die Biotopkartierung	
Anhang 3	Liste der Vegetationsproben in Herbarien	
Anhang 4	Fildes Peninsula – Fragebogen für Stationsmitglieder	
Anhang 5	Management Plan	
Anhang 6	Alternative Management Approaches for the Fildes Peninsula Region	
Anhang 7 a & b	Final Report I. Poole, 2005: Anatomical and Morphological Assessment of Plant Macrofossils from King George Island, Antarctica	
Anhang 8 a bis e	Auf die Fildes Region bezogene, (u.a.) von Deutschland eingebrachte ATCM-Information & Working Paper (2004 bis 2007)	

III. Abkürzungsverzeichnis

AAD	Australian Antarctic Division
AARI	Arctic and Antarctic Research Institute (Russland)
ACAP	Agreement on the Conservation of Albatrosses and Petrels
AFIM	Antarctic Flight Information Manual
ASMA	Antarctic Specially Managed Area (Besonderes antarktisches Verwaltungsgebiet)
ASOC	Antarctic and Southern Ocean Coalition
ASPA	Antarctic Specially Protected Area (Besonderes antarktisches Schutzgebiet)
ASTI	Area of Special Tourist Interest
ATCM	Antarctic Treaty Consultative Meeting (Konsultativtreffen der Antarktis-Vertragsstaaten)
ATCP	Antarctic Treaty Consultative Party
ATS	Antarctic Treaty System
AWI	Alfred-Wegener–Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
AUG	Gesetz zur Ausführung des Umweltschutzprotokolls vom 4. Oktober 1991 zum Antarktis - Vertrag (Umweltschutzprotokoll - Ausführungsgesetz)
BAS	British Antarctic Survey, Cambridge, UK
BBS	Bird Biology Subcommittee of the Working Group of Biology in SCAR
Bonn Convention	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals
BP	Brutpaar
BP[1)]	Years before present / Jahre vor 1950
Capuerto	Capitanía de Puerto de Bahía Fildes de la Marina de Chile
CCAMLR	Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources
CEE	Comprehensive Environmental Evaluation
CEMP	CCAMLR Ecosystem Monitoring Programme
CEP	Committee for Environmental Protection
COMNAP	Council of Managers of National Antarctic Programs
CONAEIA	Comité Nacional para la Evaluación de Impacto Ambiental en la Antártica, Chile
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile
DGAC	Dirección General de Aeronáutica Civil
FACH	Fuerza Aérea de Chile

GIS	Geographisches Informationssystem
GPS	Geographic Positioning System
HSM	Historical Sites and Monuments
IAATO	International Association of Antarctica Tour Operators
IAU	Instituto Antártico Uruguayo
IBA	Important Bird Area
IEE	Initial Environmental Evaluation
INACH	Instituto Antártico Chileno
IPY	International Polar Year
IUCN	World Conservation Union
KGI	King George Island, South Shetland Islands, Antarktis
KGIS	SCAR King George Island GIS Project
LTER	Long Term Ecological Research (Site or Programme)
MARPOL	International Convention for the Prevention of Marine Pollution from Ships
NGO	Non-governmental Organisation
NSF	National Science Foundation, USA
RAE	Russian Antarctic Expedition
SCALOP	Standing Committee on Antarctic Logistics and Operations
SCAR	Scientific Committee on Antarctic Research
SCAR-GEB	SCAR Group of Experts on Birds
SPA	Specially Protected Area
SPRI	Scott Polar Research Institute, Cambridge, UK
SSI	South Shetland Islands (Südshetland-Inseln)
SSSI	Site of Special Scientific Interest
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
USP	Gesetz zum Umweltschutzprotokoll vom 4.Oktober 1991 zum Antarktis-Vertrag
WTO	World Tourism Organisation

IV. Verwendete Ortsnamen

Um Mehrdeutigkeiten bei der Verwendung von Ortsnamen zu vermeiden orientiert sich der vorliegende Bericht an den im SCAR Antarctic Composite Gazetteer SCARCGA (http://www3.pnra.it/SCAR_GAZE) notierten Ortsnamen. War ein Ort nicht im Gazetteer gelistet, wurde ein eigener Name vergeben. Die Beschreibungen der Orte wurden, falls vorhanden, ebenfalls dem SCARCGA entnommen *(kursiv*). Positionsangaben für die genannten Orte sind dem SCAR KGIS Projekt entnommen werden (www.kgis.scar.org/mapviewer).

Name	**Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)**	**SCARCGA Ref. Nr.**
Admiralty Bay	*Irregular bay, 5 mi wide at its entrance between Demay Point and Martins Head, indenting the S coast of King George Island for 10 mi in the South Shetland Islands. The name appears on a map of 1822 by Capt. George Powell, a British sealer, and is now established in international usage.*	86
Ardley Island	*Island on W side of Maxwell Bay, King George Island. Charted by Discovery Investigations in 1935; named Ardley Peninsula after Lieut. Richard Arthur Blyth Ardley, RNR (1906-42), of Discovery II (GBR chart 1935 & gaz. 1955). Shown to be an island by FIDASE air photography, 1956; renamed Ardley Island (GBR gaz. 1960).* *Island 1 mi long, lying in Maxwell Bay close off the SW end of King George Island, in the South Shetland Islands. Charted as a peninsula in 1935 by DI personnel of the Discovery II and named for Lt. R.A.B. Ardley, RNR, officer on the ship in 1929-31 and 1931-33. Air photos have since shown that the feature is an island.*	478
Ardley Isthmus = Ardley-Isthmus	Verbindung zwischen Fildes Peninsula und Ardley Island, die bei Ebbe begehbar ist	
Barton Peninsula	*Peninsula on NE side of Maxwell Bay, King George Island, South Shetland Islands. Photographed from the air by FIDASE in 1956-57 and named after Colin Munroe Barton (b.1934), FIDS geologist, 1959-61, who worked in the area (GBR gaz.1964).*	965
Biologenbach	Bach, der durch die Biologenbucht verläuft	1344
Biologenbucht	Bucht an der Westküste südlich der Gemel Peaks	1345
Biologensee	See in der Biologenbucht in Strandnähe	
Bransfield Strait	*Strait separating South Shetland Islands from Trinity Peninsula and the Joinville Island group. Discovered but thought to be a gulf in Jan. 1820 by Edward Bransfield, Master, RN (1785-1852), commanding HM hired brig Williams for her Antarctic voyage of 1819-20 to survey the South Shetland Islands; discoverer of Trinity Peninsula, the first part of continental*	1762

Name	Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)	SCARCGA Ref. Nr.
	Antarctica to be seen by man; subsequently charted by early sealers [1820]; Bransfields Strait (GBR map 1825); Bransfield Strait (GBR chart.1839; GBR gaz.1955).	
Co. Basaltos	Vulkanische Schlotfüllung am südöstlichen Rand der Davies Heights (101 m NN)	
Collins Glacier = Collins-Gletscher	Teil der Eiskappe von King George Island, welcher die Fildes-Peninsula im Norden begrenzt	
Coppermine Peninsula	*Rugged peninsula 1 mi long, located between Carlota Cove and Coppermine Cove at the W end of Robert Island, South Shetland Islands. The name was proposed by UK-APC in 1971. It derives from Coppermine Cove to the S, a name in use since the 1820s.*	2967
Dart Island	*The largest of several small islands lying in the W entrance to Fildes Strait in the South Shetland Islands. This island and the two islands to the E and S of it were first surveyed and named collectively 70 Islets by DI personnel on the Discovery II in 1934-35, because at least two of them were reported to be 70 ft high. The name was rejected by the UK-APC in 1961 and a new name substituted for the largest island in the group. Dart Island is named for the British sealing vessel Dart from London, which visited the South Shetland Islands in about 1823.*	3337
Davies Heights	*An elevated area, roughly elliptical in form and 1 mi long, rising to 150 m in north-central Fildes Peninsula, King George Island. The feature has steep sides and an undulating top which rise 60 m above the surrounding plain. Named by the UK-APC for Robert E.S. Davies, BAS geologist who worked in this area, 1975-76.*	3374
Deception Island	*Ring-shaped island 8 mi in diameter, with a narrow entrance into a central landlocked harbor (a drowned breached crater), lying nearly 10 mi S of Livingston Island, in the South Shetland Islands. The name dates back to at least 1821 and is now established in international usage.*	3457
Diomedea Island	*Small island lying in Ardley Cove, Fildes Peninsula, King George Island. The SovAE called the feature Ostrov Albatros or Albatross Island in 1968, but the English form duplicates a name in the Bay of Isles. To avoid confusion, the UK-APC recommended a new name in 1979; Diomedea is the generic name for several species of albatross.*	3659
Drake Passage	Meeresbereich zwischen Feuerland und der Antarktischen Halbinsel; grenzt an die Westküste von Fildes Peninsula	3862

Name	Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)	SCARCGA Ref. Nr.
Esther Nunatak	*Nunatak lying 2 mi SW of Brimstone Peak in the NE part of King George Island, South Shetland Islands. Charted and named by DI personnel on the Discovery II in 1937 probably from association with nearby Esther Harbor.*	4353
Exotic Point	*Point on the SW side of Fildes Peninsula, King George Island, forming the S entrance point to Geographers Cove. The approved name is a translation of the Russian "Mys Ekzoticheskiy" applied by SovAE geologists in 1968. The name presumably refers to the different nature of the rocks from those adjoining the point.*	4409
Fildes (Peninsula)	*Peninsula 4.5 mi long, forming the SW extremity of King George Island, in the South Shetland Islands. Named from association with nearby Fildes Strait by the UK-APC in 1960.*	4587
Fildes Peninsula Region **= Fildes Region**	Region, die Fildes Peninsula und die Inseln Ardley Island, Diomedia Island, Geologists Island, Two Summit Island und alle Inseln der Fildes Strait und vor der Westküste von Fildes Peninsula einschließt.	
Fildes Strait	*Strait which extends in a general E-W direction between King George Island and Nelson Island, in the South Shetland Islands. This strait has been known to sealers in the area since about 1822, but at that time it appeared on the charts as Field s Strait. Probably named for Robert Fildes, a British sealer of that period.*	4589
Flat Top Peninsula	*Small, flat-topped peninsula 1 mi N of the SW extremity of King George Island, South Shetland Islands. The peninsula was named on a chart based upon a survey by DI personnel of the Discovery II during 1935.*	4692
Fossil Hill	Höhenzug nordöstlich der Südpassage	17014
Gemel Peaks	*Two peaks 1.3 mi NE of Horatio Stump on Fildes Peninsula, King George Island, in the South Shetland Islands. Charted and named Twin Peak or Twin Peaks by DI personnel on the Discovery II in 1935. To avoid duplication, this name was rejected by the UK-APC in 1960 and a new name substituted. "Gemel" means twin.*	5212
Geographers Cove	*A cove between Flat Top Peninsula and Exotic Point on the SW side of Fildes Peninsula, King George Island. The approved name is a translation of the Russian "Bukhta Geografov" (geographers bay), applied in 1968 following SovAE surveys from nearby Bellingshausen Station.*	5238
Geologists Island	*An island, 0.25 mi long, lying S of Ardley Island in the entrance of Hydrographers Cove, Fildes Peninsula,*	5243

Name	Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)	SCARCGA Ref. Nr.
	King George Island. The approved name is a translation of the Russian Ostrov Geologov (geologists island), applied in 1968 following SovAE surveys from Bellingshausen Station.	
Greenwich Island	*Island 15 mi long and from 0.5 to 6 mi wide, lying between Robert and Livingston Islands, in the South Shetland Islands. The name dates back to at least 1821 and is now established in international usage.*	5662
Halfthree Point	*Point forming the SE end of Fildes Peninsula, King George Island, in the South Shetland Islands. Charted and named by DI personnel on the Discovery II in 1935.*	5890
Horatio Stump	*Flat-topped hill, 165 m, lying immediately E of Flat Top Peninsula at the SW end of King George Island, South Shetland Islands. Named by the UK-APC in 1960 for the sealing vessel Horatio (Capt. Weeks) from London, which visited the South Shetland Islands in 1820-21.*	6591
Hydrographers Cove = Hydrographen-bucht	*A cove between the SW side of Ardley Island and Fildes Peninsula, King George Island. The approved name is a translation of the Russian "Bukhta Gidrografov" (hydrographers bay), applied in 1968 following SovAE surveys from Bellingshausen Station.*	6825
Jardine Peak	*Peak, 285 m, standing 1 mi SW of Point Thomas on the W side of Admiralty Bay, King George Island, in the South Shetland Islands. Named by the UK-APC in 1960 for D. Jardine of FIDS, geologist at Admiralty Bay in 1949, who traveled extensively on King George Island.*	/073
King George Island	*Island 43 mi long and 16 mi wide at its broadest part, lying E of Nelson Island in the South Shetland Islands. Named about 1820 for the then reigning sovereign of England.*	7527
Kitezh Lake	*A lake 0.3 mi long near the center of Fildes Peninsula, King George Island. The largest of many lakes on the peninsula, it has been used as a reservoir by the SovAE Bellingshausen Station and the Chilean Rodolfo Marsh Station. The name is adapted from the Russian "Ozero Kitezh" used in a 1973 geographical report by L.S. Govorukha and I.M. Simonov. Named after Kitezh, an ancient Russian city of legendary fame.*	7587
Lago Uruguay	*Place from where the drinking water for the Artigas Station is taken.*	15226
Laguna Bayo	See 150 m westlich des Flugplatzhangars	
Laguna Hydrografos	See zwischen Laguna Las Estrellas und Long Lake	
Laguna Las Estrellas	See 300 m östlich der Gebäude von Villa Las Estrellas	
Laguna Tern	See 100 m südwestlich der chinesischen Tanks	

Name	Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)	SCARCGA Ref. Nr.
Livingston Island	*Island 38 mi long and from 2 to 20 mi wide, lying between Greenwich and Snow Islands in the South Shetland Islands. This island was known to sealers as early as 1820, and the name Livingston has been well established in international usage for over 100 years.*	8548
Long Lake	*Narrow lake, 0.1 mi long, near the head of Hydrographers Cove, Fildes Peninsula, King George Island. The name is a translation of the Russian "Ozero Dlinnoye" (long lake) in a report by L.S.Govorukha and I.M. Simonov, 1973, following SovAE surveys on the island. Acceptance of the translated form in this instance avoids a duplication of the name Dlinnoye Lake in Schirmacher Hills.*	8607
Maxwell Bay	*Bay 10 mi long, lying between King George Island and Nelson Island, in the South Shetland Islands. The main entrance to the bay is at the SE side and is wide open; Fildes Strait on the NW side is encumbered by rocks and is only navigable by boats. The name Maxwells Straits was given to this bay and to Fildes Strait by British sealing captain James Weddell in 1822-24, for Lt. Francis Maxwell who served with Weddell in 1813-14. The name was altered and limited to the feature here described by the UK-APC in 1960.*	9188
Meseta la Cruz	Höhenzug südöstlich der chilenischen Station	
Nebles Point	*Point forming the W side of the entrance to Collins Harbor in the SW part of King George Island, South Shetland Islands. On his chart of 1825, James Weddell, Master, RN, applied the name Nebles Harbour to Collins Harbor, or possibly to an anchorage close N of Ardley Island; the detail of this part of his map cannot be interpreted with certainty. Nebles Point was given by the UK-APC in 1960 in order to preserve Weddell s naming in the area. The point lies between the two possible positions of his name.*	10121
Neftebasa	Strandbereich mit Treibstofftanks in der Bucht Rocky Cove (SCARCGA 12273)	
Nelson Island **Insel Nelson**	*Island 12 mi long and 7 mi wide, lying SW of King George Island in the South Shetland Islands. The name dates back to at least 1821 and is now established in international usage.*	10143
Nordpassage	Passage zwischen Davies Heights und Collins Glacier	10358
Nordwestplattform	Tiefland nördlich und östlich der Davies Heights	10362
Petrel Lake	*A lake lying W of Hydrographers Cove on Fildes Peninsula, King George Island. The lake was included in SovAE surveys from Bellingshausen Station from 1968 and was called "Ozero Al'batros" by L.S. Govorukha and I.M. Simonov, 1973; later called*	11183

Name	Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)	SCARCGA Ref. Nr.
	"Ozero Burevestnik" (petrel lake) in a report by I.M. Simonov, 1975. The US-ACAN has approved the translated form of the latter name as recommended by the UK-APC in 1979.	
Point Hennequin	*Point forming the E side of the entrance to Martel and Mackellar Inlets, on the E side of Admiralty Bay, King George Island, in the South Shetland Islands. Named by the FrAE under Charcot, who surveyed Admiralty Bay in 1909.*	6260
Porebski Cove	*Cove north of West Foreland, Joannes Paulus II Coast. Named in honour of Dr Szczepan Porebski, geologist, member of the Polish Antarctic Expedition 1980/81 to King George Island.*	5387
Potter Peninsula	*Low ice-free peninsula between Potter Cove and Stranger Point in SW King George Island, South Shetland Islands. Named "Península Potter" in association with the cove by Chilean geologists Roberto Araya and Francisco Hervé, 1966, following field work at Potter Cove. The English form of the name has been approved.*	11525
Rio Madera	Tal, welches vom Südost-Rand der Davies Heigths nördlich von Co. Basaltos zur Maxwell Bay führt. Es wird vom Holzbach (SCARCGA 6546) durchflossen.	
Rip Point	*Point on Nelson Island forming the S side of the E entrance to Fildes Strait, in the South Shetland Islands. The name appears on a British Admiralty chart showing the results of a survey by DI personnel on the Discovery II in 1935.*	12167
Robert Island	*Island 11 mi long and 8 mi wide, lying between Nelson and Greenwich Islands in the South Shetland Islands. The name dates back to at least 1821 and is now established in international usage.*	12209
Schiffsbach	Bach, der an der Station Artigas südöstlich vorbei zur Maxwell Bay fließt.	12814
Skuabucht	Bucht an der Nordwest-Küste zwischen Punta Winkel und Punta Escobar	13455
South Shetland Islands	*A group of more than twenty islands and islets lying northward of Antarctic Peninsula and extending about 280 mi from Smith Island and Snow Island in the WSW to Elephant Island and Clarence Island in the ENE The islands were sighted by Capt. William Smith of the brig Williams in February 1819 while cruising close to the northern edge of the islands. The name "New South Britain" was used briefly, but was soon changed to South Shetland Islands. The name is now established international usage.*	13740
Stansbury Peninsula	*An ice-free peninsula on the N coast of Nelson Island between Edgell Bay and Fildes Strait, in the South*	13931

Name	Beschreibung (kursiv, wenn aus SCARCGA)	SCARCGA Ref. Nr.
	Shetland Islands. Named by the UK-APC following BAS geological work, 1975-76, after Michael J. Stansbury, FIDS meteorologist at Grytviken, 1958-59, and Base Leader at Admiralty Bay, 1959-60. A later Polish Antarctic Expedition called this feature "Wzgórze Helikoptera" or "Helicopter Hills" in reference to successful helicopter landings in the 1980-81 season.	
Südberge	Höhenzug südlich der Südpassage	14200
Südpassage	Passage von der Ost- zur Westküste im südlichen Teil von Fildes Peninsula	14203
Suffield Point	*The SW entrance point of Norma Cove, Fildes Peninsula, King George Island, in the South Shetland Islands.*	*14207*
Three Brothers Hill	*Conspicuous hill, 210 m, which is the remnant neck of an extinct volcano situated at the E side of Potter Cove, King George Island, in the South Shetland Islands. The name was used by Scottish geologist David Ferguson in a 1921 report based upon his investigations of King George Island in 1913-14, but may reflect an earlier naming by whalers. The name may be suggestive of the appearance of the feature which consists of two higher summits and one which is lower.*	14658
Trinkwassersee	See im westlichen Bereich der Station Bellingshausen. Er wird vom See Kitezh Lake gespeist.	
Two Summit Island	*Small island marked by two prominent summits, lying at the E entrance to Fildes Strait in the South Shetland Islands. It was named Two Hummock Island by DI personnel following their survey in 1935, but this name has been rejected because of probable confusion with Two Hummock Island in the N entrance to Gerlache Strait. Two Summit Island, equally descriptive of the feature, was recommended by the UK-APC in 1954.*	15138
Valle Grande	Tal, das sich an die Biologenbucht anschließt.	
Valle Klotz	Tal im Nordwesten von Fildes, das vom Collins-Gletscher zur Drake Passage entwässert.	
Weaver Peninsula	*Small peninsula between Collins Harbor and Marian Cove, Maxwell Bay, King George Island, terminating in North Spit. Named by the UK-APC in 1977 after Stephen D. Weaver, geologist, University of Birmingham, with the BAS party in this area in 1975.*	15803
Windbach	Bach durch die Südpassage	16129
Zentralpassage	Passage von der Ost- zur Westküste zwischen Südbergen und Davies Heights	16474

V. Abbildungsverzeichnis

2.1.-1	King George Island und die Fildes Peninsula	7
2.1.-2	Die Position und Ortsnamen von im Text benannten Objekten der Fildes Region	8
2.3.-1	Strukturgeologische Karte von King George Island und der südwestlich gelegenen Nachbarinsel Nelson Island (nach Birkenmajer, 1989)	10
2.3.-2	Geologische Karte der Fildes Peninsula (Smellie et al., 1984)	13
2.4.-1	Toteis in der Moräne des Collins-Gletschers (Foto: Mustafa)	15
2.4.-2	Tephrastreifen der Vulkanausbrüche von Deception Island sind auf den Gletschern der South Shetland Islands weit verbreitet, wie hier auf Nelson Island. (Foto: Büßer)	15
2.4.-3	Permafrost verhindert das Abfließen von Wasser, wodurch die Auftauschicht zum „Sumpf“ wird (Foto: Mustafa)	16
2.4.-4	Kryoturbation führt in der Ebene (a) zu ringförmigen und am Hang (b) zu linearen Frostmusterstukturen (Fotos: Mustafa)	17
2.4.-5	Solifluktionslobus am Südhang der Davies Heights (Foto: Mustafa)	18
2.4.-6	Durch Frostwechsel gesprengter Stein von ca. 60 cm Durchmesser (Foto: Mustafa)	20
2.4.-7	Die zentrale Westküste von Fildes Peninsula mit Kliffen und in die 40 m-Plattform geschnittenen Buchten. Die vielen aus dem Wasser ragenden Klippen zeigen die Ausdehnung der Abrasionsplattform an. (Foto: Mustafa)	22
2.4.-8	Dünenbildung an der windexponierten Westküste (Foto: Mustafa)	23
2.5.-1	Monatsmittel von Temperatur und Niederschlag an der Station Bellingshausen der Jahre von 1969 bis 2005, dargestellt von Januar (1) bis Dezember (12) (nach AARI, 2006)	24
2.6.-1	Ostseite des Kitezh Lake, a - zu Beginn und b - am Ende der Schneeschmelze (Fotos: Mustafa)	26
2.6.-2	Seen und Fließgewässer der Fildes Region entsprechend dem SCAR KGIS-Datensatz	27
2.6.-3	Periodischer Bach im ausgetrockneten Zustand (Foto: Wilbert)	28
3.4.-1	GPS-Kartierung von Eselspinguin-Nestgruppen auf Ardley Island (Foto: Büßer)	42
3.4.-2	Nummerierung der Buchten auf Fildes und Ardley als Grundlage für die Robbenzählungen	45
3.4.-3	Kartierung einer Seeelefanten-Gruppe mittels GPS (Foto: Büßer)	46
3.4.-4	Übersicht über die vegetationskartierten Gebiete der Fildes Region in den Feldsaisons 2004/05 und 2005/06. Die rote Umrandung zeigt die bearbeiteten Gebiete, die grünen Flächen das Vorkommen von Vegetation im bearbeiteten Gebiet.	49
4.1.-1	Lage der Stationen auf King George Island	55
4.1.-2	Chinesische Station Great Wall im Süden der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	55
4.1.-3	Chilenische Stationen Frei und Escudero im Vordergrund (unvollständig) und russische Station Bellingshausen im Hintergrund (Foto: Büßer)	56
4.1.-4	Uruguayische Station Artigas auf der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	56

4.1.-5	Übersicht über Stationen und Feldhütten der Fildes Region	57
4.1.-6	Zahl der in den Stationen auf Fildes arbeitenden Personen	58
4.2.-1	Kartierte Mülllagerplätze auf Fildes Peninsula und Ardley Island	59
4.2.-2	Flächenanteil der Mülllagerflächen nach Verursacherstation	60
4.2.-3	Müllablagerungen in Stationsnähe im März 2004 (Foto: Büßer)	61
4.2.-4	Müllverteilung in der Fildes Region	63
4.2.-5	Detailübersicht stark vermüllter Gebiete der zentralen Fildes Region	64
4.2.-6	Anzahl der Fundpunkte mit jeweils dort nachgewiesenen Materialien	65
4.2.-7	Entsorgungsart bzw. Herkunft des Mülls (n = 2.620) nach Materialart	66
4.2.-8	Typische Funde anthropogener Nahrungsreste, a - Haustierknochen mit deutlicher Schnittkante, b - Schafkiefer (Fotos: Büßer)	71
4.2.-9	Verbreitung anthropogener Nahrungsreste in der Fildes Region	72
4.2.-10	Anteilige Ursachen der Verbreitung anthropogener Nahrungsreste in der Fildes Region	73
4.2.-11	Häufigkeitsverteilung der Entfernung der Biomüllfunde zu der jeweils nächsten Station	74
4.2.-12	In Stationen fressende Braune Skuas, a - an Biomülltonnen der Station Great Wall (Foto: Büßer), b - Skuafütterung in der Station Bellingshausen (Foto: Station Bellingshausen)	76
4.2.-13	Großtanklager Neftebasa (Foto: Büßer)	77
4.2.-14	Während des Untersuchungszeitraums außerhalb der Stationen kartierte Ölverunreinigungen in der Fildes Region	81
4.2.-15	Beispiele für Ölverunreinigungen; a - verlorenes Fass am Kitezh Lake, b - Ölpfütze unter einem Schlauch (Fotos: Büßer)	82
4.2.-16	Maßnahmen nach Ölhavarie, a - Ölsperre in der Maxwell Bay, b - Entfernung des ölgetränkten Schnees durch Stationsmitglieder (Fotos: Station Bellingshausen)	84
4.2.-17	Jährlicher Treibstoffverbrauch für Energieerzeugung durch Dieselelektrostationen in den Stationen der Fildes Peninsula (Quelle: Stationspersonal)	85
4.2.-18	Temporäre und permanente Lärmquellen der Fildes Region, dargestellt nach deren Lage bzw. Verlauf sowie deren Betriebshäufigkeit. Die räumliche Ausdehnung der Lärmbereiche ist aus der Kartierung von Stationsgebieten und Verkehr in den Feldarbeitsperioden 2003/04 und 2004/05 abgeleitet (siehe Kap. 4.2.10. und 4.2.16.).	87
4.2.-19	Flächenverbrauch durch Bauwerke in der Fildes Region (vgl. Kap. 3.1.9.)	91
4.2.-20	Die am stärksten besiedelten Gebiete der Fildes Region, die Station Artigas (links oben), die Station Great Wall (rechts oben) und die Stationen Bellingshausen und Frei (unten)	92
4.2.-21	Flächenverbrauch durch Bauwerke in der Fildes Region nach Eigentümern	93
4.2.-22	Die typische Stelzenbauweise am Beispiel der Hauptgebäude der Station Bellingshausen (Foto: Büßer)	94
4.2.-23	Argentinisches Refugium „Ballve“, Schutzhütte rechts im Bild (Foto: Büßer)	95
4.2.-24	Chilenische Feldhütte „Refugio Ripamonti“ (Foto: Büßer)	96

4.2.-25	Im Vordergrund der chilenische Feldhüttenkomplex „Base Ripamonti“, im Hintergrund das „Refugio Ballve“ (Foto: Büßer)	97
4.2.-26	Brasilianische Feldhütte „Rambo“ im März 2004 (Foto: Büßer)	98
4.2.-27	Standort der brasilianischen Feldhütte „Rambo“ nach deren Demontage, im Vordergrund sichtbar Reste des Fundaments (Foto: Büßer)	99
4.2.-28	Am ehemaligen „Rambo-Standort“ angebrachtes Schild (Foto: Büßer)	100
4.2.-29	Russische Feldhütte „Priroda“ (Foto: Büßer)	101
4.2.-30	Monatliche Verteilung der Besuche der „Priroda“-Hütte zwischen 1998 und 2006	102
4.2.-31	Jahresentwicklung der „Priroda“-Besuche zwischen Oktober 1998 und Februar 2006	102
4.2.-32	Ungenutzte Hütten in der Nähe von „Neftebasa“ (Fotos: Büßer)	103
4.2.-33	Zerfallene Hütten, a - nördlich des Kitezh Lake, b - in der Biologenbucht (Fotos: Büßer)	104
4.2.-34	Stark beschädigte Container an der Ostküste der Fildes Peninsula, a - Container nahe des Ardley-Isthmus, b - Container südlich von Great Wall (Fotos: Büßer)	104
4.2.-35	Das Hauptwegenetz der Fildes Region	106
4.2.-36	Die markierten Strecken werden auch von Kettenfahrzeugen benutzt. (Foto: Büßer)	107
4.2.-37	Durch die Schneeschmelze entstehen in Senken schwer befahrbare schlammige Stellen, die teilweise umfahren werden müssen.	107
4.2.-38	Wichtige Abschnitte des Wegenetzes werden bei Bedarf vom Schnee beräumt. Hierbei ist die Markierung besonders wichtig. (Foto: Mustafa)	108
4.2.-39	Gründe für Fahrten zwischen den Stationen	109
4.2.-40	Anteil der Fahrten gegliedert nach Herkunft und Zweck mit Angabe der Fahrtenzahl pro Station	110
4.2.-41	Formen der permanenten und periodischen Landnutzung der Fildes Region	112
4.2.-42	Die stark zerfahrenen Hauptstrecken (Kategorie „Häufiger Verkehr“) sind mit Schneestangen (rechts im Bild) markiert. (Foto: Büßer)	113
4.2.-43	Vereinzelte Fahrspuren abseits der Hauptwege – Kategorie „Geringer Verkehr“ (Foto: Mustafa)	113
4.2.-44	Raumnutzung der Fildes Peninsula durch Schneemobile und Kettenfahrzeuge (persönl. Mitteilg. O. Sakharov); hellblaue Bereiche v. a. durch Schneemobile angefahren	116
4.2.-45	Flugaktivitäten von Helikoptern, Klein- und Großflugzeugen über Fildes Peninsula und Ardley Island im Südsommer 2003/04 (dünne Linien: geschätzte Flugrouten; dicke Linien: mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene Routen)	118
4.2.-46	Flugaktivitäten von Helikoptern, Klein- und Großflugzeugen über Fildes Peninsula und Ardley Island im Südsommer 2004/05 (dünne Linien: geschätzte Flugrouten; dicke Linien: mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene Routen)	118
4.2.-47	Flugaktivitäten von Helikoptern, Klein- und Großflugzeugen über Fildes Peninsula und Ardley Island im Südsommer 2005/06 (dünne	119

	Linien: geschätzte Flugrouten; dicke Linien: mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene Routen)	
4.2.-48	Anzahl der Tage mit Flugaktivität in der Fildes Region, dargestellt nach Luftfahrzeug (Beobachtungszeitraum: 10. Dez. – 26. Feb., schraffiert: Anteile stationsbasierter Helikopter (inkl. DAP) und Flugzeuge)	120
4.2.-49	Anzahl beobachteter Überflüge über die Fildes Region (10. Dez. – 26. Feb., schraffiert: Anteile stationseigener bzw. stationsbasierter Helikopter, inkl. DAP, und Flugzeuge)	121
4.2.-50	Anzahl der beobachteten Überflüge über Fildes Peninsula und Ardley Island zwischen 20. Dezember und 20. Januar (Daten 2000/01 – 2002/03: S. Pfeiffer)	122
4.2.-51	Flugbewegungen auf dem Flughafen Tte. Marsh zwischen 1997 und 2005 getrennt nach Nationalität der Betreiber (Quelle: DGAC)	123
4.2.-52	Anzahl chilenischer Passagiere auf Tte. Marsh zwischen 1999 und 2005 (Quelle: DGAC)	124
4.2.-53	Sightseeing-Überflug über Fildes Peninsula im Dezember 2001 (Foto: Peter)	126
4.2.-54	Anzahl der beobachteten Ardley-Überflüge, bei denen die Flughöhe gemäß der Resolution 2 (2004) XVII ATCM bzw. der horizontale Abstand von 460 m zu Ardley Island unterschritten wurde	128
4.2.-55	Verlauf der im Südsommer 2005/2006 beobachteten Ardley-Überflüge unter der Flughöhe (610 m) bzw. des horizontalen Abstandes von 460 m gemäß der Resolution 2 (2004) XXVII ATCM (innerhalb der „gelben Fläche“)	129
4.2.-56	Beispiele für tiefe Hercules-Überflüge, a - über Fildes Strait, Januar 2006, b – Ardley Island, Januar 2006, Flughöhe über Pinguin-Kolonie ca.70 – 90 m (Fotos: Büßer)	130
4.2.-57	Räumliche Nutzung der inneren Maxwell Bay durch ankernde oder driftende Schiffe unterschiedlichen Typs in den Sommern 2003/04, 2004/05 und 2005/06	131
4.2.-58	Anzahl der im Gebiet der Antarktischen Halbinsel verkehrenden Kreuzfahrtschiffe (Quelle: www.iaato.org)	133
4.2.-59	Anzahl der Schiffsankünfte in der Maxwell Bay nach Schiffstyp	134
4.2.-60	Landungsboote (a) der Station Bellingshausen und (b) des Versorgungsssschiffs „Oscar Viel“ (Fotos: Büßer)	135
4.2.-61	Transportmittel zwischen Stationen – Schlauchboot vom Typ Zodiak (Foto: Büßer)	137
4.2.-62	Nutzungsfrequenz der Zodiaks nach Herkunft. Die Kategorie Schiffe schließt alle nachfolgenden Kategorien ein.	139
4.2.-63	Häufung des Schiffsverkehrs in der Maxwell Bay am 15.01.2006 (Foto: Pfeiffer)	140
4.2.-64	Standort der 2003/04 errichteten russisch-orthodoxen Kirche	141
4.2.-65	2003/04 in der russischen Station Bellingshausen errichtete Holzkirche (Foto: Büßer)	143
4.2.-66	Gesamtübersicht über die von den Bauaktivitäten zur Flughafenerweiterung betroffenen Flächen. Die neu angelegte Parkfläche für Flugzeuge befindet sich auf der Südseite der Landebahn (hier als größte Aufschüttungsfläche dargestellt).	145
4.2.-67	Detailansicht der durch bauliche Aktivitäten im Zusammenhang mit	147

	dem Flughafenausbau betroffenen Flächen im Gebiet südlich der chilenischen Station Frei	
4.2.-68	Zum Steinbruch Nr. 3 angelegte Trasse, rechts im Bild ein teilweise zerstörtes Sturmschwalben-Bruthabitat (Foto: Peter)	148
4.2.-69	Steinbruch Nr. 3 mit flechtenbewachsenem Sturmschwalben-Brutgebiet (Foto: Peter)	149
4.2.-70	Ausgebeuteter Steinbruch Nr. 2 mit z. T. zerstörtem Sturmschwalben-Brutgebiet (Foto: Büßer)	151
4.2.-71	Durch Abgrabung zerstörte Vegetation südlich der Station Frei (Foto: Büßer)	152
4.2.-72	Bagger- und Geländewagen-Fahrspuren südwestlich der neu errichten Parkplattform, im Vordergrund zerstörtes Moosbett (Foto: Büßer)	152
4.3.-1	Übersicht über Abwassereinleitung der Stationen, permanente und temporäre Gewässer und Wasserläufe der Fildes Peninsula und Ardley Island	154
4.3.-2	Durch Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers erkennbare Abwasserfahne vor der Station Frei (Foto: Dezember 2004, Büßer)	156
4.3.-3	Bei Ebbe freiliegendes Endstück des Abwasserrohres von Great Wall (Foto: Dezember 2003, Büßer)	157
4.3.-4	Häufigkeit der verschiedenen Materialien an der Gesamtmenge der Strandgutfunde	158
4.3.-5	Junger Seeelefant mit Strandgut (Foto: Büßer)	159
4.3.-6	Seeelefant mit Verletzung im Halsbereich, verursacht durch eine Fischerei-Leine (Foto: Büßer)	160
4.4.-1	Fossilien-Fundstellen und Fundgebiete (Grenzen des ASPA No. 125 abweichend vom aktuellen Managementplan, da auf Datum WGS 84 bezogen.)	164
4.4.-2	Abdruck einer Vogelspur (Maßstab 10 cm, Foto: Grunewald)	165
4.4.-3	Inkohlte Pflanzenreste (Foto: Grunewald)	165
4.4.-4	Abdrücke von Pflanzenresten (Foto: Grunewald)	166
4.4.-5	Verkieseltes Holz (Foto: Grunewald)	166
4.4.-6	Östlicher Teil von Fossil Hill (Foto: Grunewald)	167
4.4.-7	Fundort A7-01 (Foto: Grunewald)	168
4.4.-8	Fundgebiet Rio Madera (Foto: Grunewald)	168
4.4.-9	Reiche Fundstelle unweit der Straße (Foto: Grunewald)	169
4.4.-10	Verkieselte Hölzer vor der Station Escudero (Foto: Grunewald)	170
4.4.-11	Strukturen in verkieseltem Holz (Foto: Grunewald)	170
4.4.-12	Blick vom Gletscherrand nach Südwest (Foto: Grunewald)	171
4.4.-13	Fundstelle am Gletscherrand (A7-27) (Foto: Grunewald)	172
4.4.-14	Strandwallkomplex an der Südwest-Küste von Ardley Island (Foto: Mustafa)	175
4.4.-15	Hydrogeologische Karte der östlichen Südpassage mit dem Strandwallkomplex am Talausgang (nach Flügel, 1990)	176
4.4.-16	Probenahmestelle für Baumaterial im Strandwallkomplex Östliche Südpassage (Foto: Büßer)	177
4.4.-17	See zu Beginn der Schneeschmelze (Foto: Mustafa)	178
4.4.-18	Nutzung von Seen zur Trinkwasserversorgung und deren potentielle Gefährdung	180

4.4.-19	Trinkwasserentnahme am Lago Uruguay (Foto: Mustafa)	181
4.5.-1	Zügel-, Esel- und Adéliepinguin sind Brutvögel im Untersuchungsgebiet (Fotos: Peter).	181
4.5.-2	Brutpaarzahlen von Esels-, Adélie- und Zügelpinguinen auf Ardley Island der letzten 35 Jahre.	182
4.5.-3	Veränderung der räumlichen Ausdehnung der Pinguinkolonien auf Ardley Island	184
4.5.-4	Kolonieverteilung der *Pygoscelis*-Arten auf Ardley Island 1985/86 und im Untersuchungszeitraum 2003/04 bis 2005/06 (GPS-Messungen). Der Datensatz von 1985/86 enthält als Grundlage die Geometriedaten der Kartierung 2003/04; auf der Basis von Luftbildern und "Hand"-Kartierungen wurden lediglich jene Nestgruppen braun markiert, in denen Adéliepinguine gebrütet haben.	185
4.5.-5	Lage der Pinguinkolonien auf Ardley Island (*Pygoscelis papua*, *P. adeliae* und *P. antarctica*) sowie an der Drake-Küste von Fildes Peninsula (ausschließlich *P. antarctica*, mit Pfeilen markiert)	187
4.5.-6	Südliche Riesensturmvögel (*Macronectes giganteus*) auf dem Nest (Foto: Peter)	188
4.5.-7	Brutpaarzahlen (besetzte Nester) des Südlichen Riesensturmvogels 1984/85 und 2003/04, 2004/05 und 2005/06	189
4.5.-8	Bruterfolg des Südlichen Riesensturmvogels in den Jahren 2003/04, 2004/05 und 2005/06, bezogen auf die im Februar im Nest festgestellten Jungvögel, im Vergleich zu Daten aus den 1980er Jahren. Die Zonen N, S, SE und E beziehen sich auf die Angaben in Tab. 4.5.-2.	191
4.5.-9	Durch niedrigen Hercules-Überflug ausgelöstes Auffliegen von Riesensturmvögeln im Bereich der Fildes Strait (Foto: Peter)	192
4.5.-10	Kapsturmvogel (*Daption capense*) auf dem Nest (Foto: Peter)	192
4.5.-11	Lage und Größe der Brutkolonien des Kapsturmvogels in den Jahren 2003/04, 2004/05 und 2005/06	194
4.5.-12	Verteilung der Brutgebiete von Buntfußsturmschwalbe (*Oceanites oceanicus*) und Schwarzbauchmeerläufer (*Fregetta tropica*) in der Fildes Region	195
4.5.-13	Weißgesicht-Scheidenschnabel *(Chionis alba)* (Foto: Peter)	197
4.5.-14	Bekannte Brutplätze und Sichtbeobachtungen von *Chionis alba* in den Sommern 2003/04 bis 2005/06	199
4.5.-15	Braune Skua (*Catharacta a. lonnbergi*, links) und Südpolarskua (*Catharacta maccormicki*, rechts) (Fotos:Peter)	200
4.5.-16	Skuabrutpaarzahlen in der Fildes Region in den Jahren 1980/81 bis 2005/06	201
4.5.-17	Verteilung der Skuanester in der Fildes Region in vier Untersuchungsjahren	202
4.5.-18	Dominikanermöwe *(Larus dominicanus*, Foto: Peter)	203
4.5.-19	Kolonien und Einzelnester der Dominikanermöwe in den Sommern 2003/04, 2004/05 und 2005/06	204
4.5.-20	Antarktisseeschwalbe *(Sterna vittata*, Foto: Peter)	205
4.5.-21	Brutplätze der Antarktisseeschwalbe in den Sommern 2000/01 – 2005/06	206
4.5.-22	Blauaugenscharbe (*Phalachrocorax atriceps*), ein seltener	207

	Brutvogel im Untersuchungsgebiet (Foto: Peter)	
4.5.-23	Immaturer Kaiserpinguin (*Aptenodytes forsteri*) als Gast im Untersuchungsgebiet (Foto: Peter)	208
4.5.-24	Mausernder Goldschopfpinguin (*Eudyptes chrysolophus*, Foto: Büßer)	209
4.5.-25	Silbersturmvogel *(Fulmarus glacialoides*, Foto: Station Bellingshausen)	209
4.5.-26	Weißbürzelstrandläufer (*Calidris fuscicollis*, Foto: Peter)	210
4.5.-27	Schneesturmvogel (*Pagodroma nivea*, Foto: Fröhlich)	211
4.5.-28	Kuhreiher (*Bubulcus ibis*, Foto: Büßer)	211
4.5.-29	Beobachtungen potenzieller Brutvögel und Gastvögel in der Saison 2003/04	213
4.5.-30	Beobachtungen potenzieller Brutvögel und Gastvögel in der Saison 2004/05	214
4.5.-31	Beobachtungen potenzieller Brutvögel und Gastvögel in der Saison 2005/06	215
4.5.-32	Übersicht über sämtliche Brutvögel (Kolonien und Einzelbrüter) in der Saison 2005/06	216
4.5.-33	Seeelefanten-Liegeplatz im Bereich der Drake-Küste (Foto: Peter)	222
4.5.-34	Seebären-Familie im Bereich der Drake-Küste, nahe der Schutzhütte „Priroda“ (Foto: Peter)	223
4.5.-35	Krabbenfresser sowie einzelne Seebären und Weddellrobben in der Hydrographenbucht (19.09.2005, Foto: Station Bellingshausen)	224
4.5.-36	Seeleopard als seltenste Robbe im Untersuchungsgebiet (Foto: Pfeiffer)	224
4.5.-37	Neugeborene Weddellrobbe mit Muttertier in der Hydrographenbucht (Foto: Fröhlich)	225
4.5.-38a-c	Anzahl der Seelefanten und Seebären an den Liegeplätzen (Zahlen pro Bucht)	226-228
4.5.-39 a, b	Lage der Liegeplätze von Seeelefanten mit jeweils mehr als 10 Individuen im Sommer 2005/06	229-230
4.5.-40	Lage der Robbenwurfplätze der Fildes Region zwischen 2002 und 2006 (buchtgenau, Größe der Kreise steigt mit der Anzahl der Neuge-borenen)	231
4.5.-41	Status der Besiedlung aller 105 Seen der Fildes Region mit der Chironomiden-Art *Parochlus steinenii*	233
4.5.-42	Pilze der Gattung *Omphalina* auf der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	234
4.5.-43	Vegetationskarte der Fildes Region, kartiert per GPS in den Feldsaisons 2004/05 und 2005/06. Die Einzelflächen sind durch jeweils eine Hauptgattung aus der in der Legende dargestellten Pflanzenassoziationen charakterisieret.	235
4.5.-44	Vegetationskarte von Ardley Island, kartiert per GPS in der Feldsaison 2004/05. Die Einzelflächen sind durch jeweils eine Hauptgattung aus der in der Legende dargestellten Pflanzenassoziationen charakterisieret.	236
4.5.-45	Vegetationskarte des zentralen Teils der Fildes Peninsula, kartiert per GPS in den Feldsaisons 2004/05 und 2005/06. Die Einzelflächen sind durch jeweils eine Hauptgattung aus der in der Legende dargestellten Pflanzenassoziationen charakterisieret.	237
4.5.-46	Vegetation auf den Frostmusterböden der Fildes Region (Foto:	238

	Büßer)	
4.5.-47	Ausschnitt des südwestlichen Teils von King George Island mit den benachbarten Dart Island und Two Summit Island in der Fildes Strait	239
4.5.-48	Westlicher Teil von Dart Island (Foto: Pfeiffer)	239
4.5.-49	Typische Pflanzenvorkommen auf Dart Island. *Sanionia uncinata* assoziert mit *Deschampsia antarctica, Syntrichia princeps* und *Polytrichastrum alpinum* (Foto: Pfeiffer)	240
4.5.-50	*Polytrichastrum alpinum, Sanionia uncinata* und *Prasiola crispa* in der Nestumgebung des Südlichen Riesensturmvogels (Foto: Pfeiffer)	240
4.5.-51	Auf Felsbereichen assoziierten Arten der Gattungen *Caloplaca, Xanthoria* und *Haematomma* sowie weiteren Krustenflechten (Foto: Pfeiffer)	241
4.5.-52	Westteil von Two Summit Island: Im Vordergrund Nestgruppen des Südlichen Riesensturmvogels mit größeren *Prasiola crispa*-Flächen. Moosteppiche findet man in geschützten, flacheren Bereichen. Geröllhänge sind dominiert von *Usnea*-Gesellschaften (Foto: Pfeiffer)	241
4.5.-53	Verteilung und Individuendichte von *Deschampsia antarctica* in der Fildes Region, kartiert 1984/85 durch Gebauer et al. (1987)	243
4.5.-54	Verteilung und Individuendichte von *Deschampsia antarctica* in der Fildes Region, kartiert 2000/01 durch Gerighausen et al. (2003)	244
4.5.-55	Verteilung und Individuendichte von *Deschampsia antarctica* in der Fildes Region, kartiert 2004/05 und 2005/06 im Rahmen der vorliegenden Arbeit.	245
4.5.-56	*Colobanthus quitensis* kommt vermutlich nur mit diesem Exemplar in der Fildes Region vor (Foto: Büßer).	246
4.5.-57	Frische Trittschäden im Moos, Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	247
4.5.-58	Vermutlich mehrere Jahre alte Fahrspuren von Kettenfahrzeugen im Moos, Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	248
4.5.-59	Frische Fahrspuren von Geländewagen und Kettenfahrzeug im Moos, Valle Klotz, Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	249
4.5.-60	Tritt- und Fahrspuren im Stationsgelände der russischen Station Bellingshausen (Foto: Sakharov)	249
4.5.-61	Schädigung der Vegetationsdecke durch Seebären während des Fellwechsels auf der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)	250
4.5.-62	Rattenkadaver, gefunden auf der Fildes Peninsula 2003/04, vermutlich eingeschleppt mit einer Holzlieferung aus Russland für Kirchenbau in der russischen Station (Foto: Büßer)	252
4.5.-63	Gebietsfremde Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Foto: Büßer)	253
4.5.-64	*Deschampsia* spec. im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Objektivdeckelgröße: 72 mm, Foto: Büßer)	253
4.5.-65	Weitere gebietsfremde Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Foto: Peter)	254
4.5.-66	Nicht bestimmte Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Objektivdeckelgröße: 72 mm, Foto: Pfeiffer)	254

4.5.-67	Entfernen einer gebietsfremden Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Foto: Pfeiffer)	255
4.5.-68	a - Wiegen eines Eselspinguinkükens auf Ardley Island durch deutsche und chilenische Wissenschaftler, b - Markierung eines Pinguins auf Ardley Island (chilenische Wissenschaftler)	257
4.5.-69	Vegetationskartierung durch Projektmitarbeiter	257
4.5.-70	Anzahl der Ardley Island-Besuchstage von Wissenschaftlern (ohne die chilenischen Wissenschaftler von INACH) in den Sommermonaten	258
4.6.-1	Touristen-Anlandestellen auf King George Island mit jährlichen Minima/Maxima-Zahlen der angelandeten Besucher innerhalb der letzten 10 Jahre (schiffsbasierter Tourismus, www.iaato.org, 1995/96 bis 2005/06)	260
4.6.-2	Präparieren der Laufstrecke am Vortag des Marathons auf der Fildes Peninsula. Rote Fähnchen markieren den Streckenverlauf (weiße Pfeile, Foto: Büßer).	263
4.6.-3	Darstellung der Marathonstrecke auf der Fildes Peninsula, Februar 2005	264
4.6.-4	Start des Marathons in der russischen Station Bellingshausen, Fildes Peninsula, Februar 2005 (Foto: Büßer)	265
4.6.-5	Marathonläufer auf der Straße zwischen chinesischer und chilenischer Station, Fildes Peninsula, Februar 2005 (Foto: Büßer)	265
4.6.-6	Raumnutzungsverhalten von Fußgängern in der Fildes Region dargestellt als *Besucherindex*	266
4.7.-1	Stationszugehörigkeit der an der Umfrage teilgenommenen Stationsmitglieder der Fildes Peninsula, nach Anteilen dargestellt (n = 216)	272
4.7.-2	Gründe des Antarktisaufenthaltes der Befragten (n = 211, teilweise Mehrfachantworten, 82 % der Befragten gab ein bis zwei Gründe an)	274
4.7.-3	Darstellung des Interesses an bzw. des bereits angelesenen Wissens zu verschiedenen Antarktis-spezifischen Themen (n = 214)	274
4.7.-4	Anteilige Darstellung des Freizeitaufenthaltes außerhalb der eigenen Station (n = 206)	275
4.7.-5	Zeitliche Verteilung von vier verschiedenen Möglichkeiten der Freizeitgestaltung der Stationsmitglieder außerhalb des eigenen Stationsgeländes (n = 216)	276
5.1.-1	Teile eines Schiffwracks am Strand südwestlich der Station Artigas (Foto: Büßer)	283
5.2.-1	Einfluss menschlicher Aktivitäten auf Brutvögel in der Fildes Region. Untersuchte (ausgefüllt) und vermutete (umrandet) Aspekte kategorisiert nach der Stärke des Auftretens (rot = „hoch“, gelb = „moderat“, grün = „gering“; erweitert nach Pfeiffer, 2005)	292
5.2.-2	Räumliche Verteilung der Seevögel und Robben in der Fildes Region dargestellt durch den Faunaindex	293
5.2.-3	Räumliche Darstellung potenzieller Konfliktgebiete durch die Überlagerung von Besucheraktivitäten (Besucherindex) und dem Vorkommen von Seevögeln und Robben (Faunaindex) in der Fildes Region (zur Berechnung siehe Kap. 3.5.)	294
5.2.-4	Prozentuale Aufteilung der Schiffstage nach Anwesenheit von	296

	einem Schiff oder mehreren Schiffen in der Maxwell Bay, letztere aufgegliedert in unterschiedliche Hauptnutzungen (vier Kategorien: 1 = Forschung, 2 = Logistik, 3 = Tourismus und 4 = Sicherheit); (N_{gesamt} = 157 Schiffstage; 35 Schiffstage von 79 Beobachtungstagen in 2003/04, 55 Tage in 2004/05 und 67 Tage in 2005/06)	
6.2.-1	Darstellung einer möglichen Besucherzone sowie der Anlandemöglichkeiten, der wichtigsten Zugänge, der Sehens-würdigkeiten und bekannter früherer Zeltplätze der Fildes Region	314
7.1.-1	Mögliche Grenzen eines Maxwell Bay ASMA	323

VI. Tabellenverzeichnis

1.3.-1	Aufenthalt der Arbeitsgruppenmitglieder in der Fildes Region vor Projektbeginn: A – Ardley Island, B – russische Station Bellingshausen, G – chinesische Station Great Wall	3
2.3.-1	Die Stratigraphie der Vulkanite der South Shetland Islands von der Oberen Kreide bis zum Unteren Tertiär (Smellie et al., 1984)	11
2.3.-2	Die Gesteine auf der Fildes Peninsula gehören stratigraphisch zur Fildes-Formation, welche wiederum in drei Einheiten unterteilt wird (Smellie et al., 1984).	12
2.5.-1	Monatsmittel (Januar, Februar, Dezember) ausgewählter klimatischer Parameter an der Station Bellingshausen (AARI, 2006) während der Geländearbeiten des Projekts verglichen mit den langfristigen Mittel- und Extremwerten von 1968/69 bis 2005/06. Blaue Werte sind höher als das langfristige Mittel, während rote Zahlen darunter liegen. Fettgedruckte Werte liegen außerhalb des RMS-Fehlers bzw. der Standardabweichung.	25
3.4.-1	Klassifikation der Vegetation in der Fildes Region nach verschiedenen Subformationen, Assoziationen und Soziationen in Anlehnung an Ochyra (1998) und Lindsay (1971)	47
3.7.-1	Wichtungsfaktoren zur Berechnung des Faunaindex. (Die Unterscheidung in sich fortpflanzende und haar- bzw. fellwechselnde Robbenarten basiert auf dem Status im Zeitraum Dezember bis März.)	53
4.1.-1	Stationen auf King George Island (Quelle: http://www.comnap.aq/facilities)	54
4.2.-1	Liste der gemessenen Lautstärken von anthropogenen Lärmquellen in Vogelkolonien der Fildes Region (Lautstärkemessgerät: Voltcraft 322, Daten von Pfeiffer (2005) an windarmen Tagen, Beaufort Skala < 2)	89
4.2.-2	Fahrtenzahl pro Streckenabschnitt	110
4.2.-3	Anteile der Landnutzungskategorien auf Fildes Peninsula und Ardley Island	114
4.2.-4	Übersicht über die zunehmenden Flugaktivitäten über der Fildes Peninsula im Zeitfenster 20. Dezember – 20. Januar der Jahre 2000/01 bis 2005/06	122
4.2.-5	Entwicklung des Flug-Tourismus des Unternehmens „Aerovías DAP“ zwischen Punta Arenas und KGI (Flugzeugtypen: Beechcraft King Air A 100, Dash-7), Vergleich von IAATO-Informationen mit eigenen Daten (in Klammern: nicht-touristische Flüge)	125
4.2.-6	Düsenjet-Überflüge der Antarktischen Halbinsel und Überflug-beobachtungen über der Fildes Region	126
4.2.-7	Anzahl der im Untersuchungszeitraum (10. Dez. – 26. Feb.) in der Maxwell Bay registrierten Schiffe, in Klammern die Gesamtzahl nach den verschiedenen Schiffstypen	132
4.2.-8	Anzahl der Fahrtage der Landungs- oder Beiboote nach Bootsbetreiber	136
4.2.-9	Anzahl der Fahrtage der Stationszodiaks nach Herkunftsstation	138
4.2.-10	Gesamtflächenverbrauch durch Baumaßnahmen zum Flughafenausbau, berechnet anhand der GPS-kartierten Flächen	146
4.2.-11	Vor der Materialabtragung geschätzte Sturmschwalben-Brutpaarzahl	151
4.3.-1	Wasserverbrauch und Stationspopulation	153
4.3.-2	Nutzung der stationseigenen Zodiaks und Boote in der Fildes Region	162
4.4.-1	Die zur Trinkwassergewinnung für die Stationen genutzte Seen	179
4.5.-1	Übersicht über den Bruterfolg der Pinguine auf Ardley Island	186
4.5.-2	Anzahl juveniler Riesensturmvögel im Nest im Februar 2004-06 in der Fildes Region (siehe auch Abb. 4.5.-7)	191

4.5.-3	Anzahl der nach geschätzter Brutpaarzahl unterschiedenen Brutgebiete von Buntfußsturmschwalbe (*O. oceanicus*) und Schwarzbauchmeer-läufer (*F. tropica*)	196
4.5.-4	Gesamtliste der in der Fildes Region bisher nachgewiesenen Vogelarten (vgl. auch Rauschert et al. 1987; Peter et al. 1988; Nadler & Mix 1989 Lange & Naumann 1989)	212
4.5.-5	Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf Herzschlag (Physiologie) und Verhalten von Riesensturmvögeln und Skuas (Braune Skuas und Südpolarskuas zusammengefasst) in der Fildes Region; (Klassifikation: 1 = geringe, 2 = mittlere, 3 = starke Effekte) verglichen mit natürlichen Stressoren (Interaktionen mit Räuber und Artgenossen). Es sind Reaktionen von Brutvögeln in Gebieten hoher und geringer menschlicher Aktivität dargestellt. Wenn nur eine Stichprobenzahl < 5 für Experimente vorlag, wurden die Ergebnisse in Klammern gesetzt. (aus Pfeiffer, 2005)	218
4.5.-6	Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf Fildes Peninsula und Ardley Island im Januar/Februar 2004	220
4.5.-7	Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf Fildes Peninsula und Ardley Island von Dezember 2004 bis März 2005	220
4.5.-8	Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf Fildes Peninsula und Ardley Island von Dezember 2005 bis März 2006	221
4.5.-9	Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf der Fildes Peninsula und Ardley Island von April bis Oktober 2006	221
4.6.-1	Auswirkungen touristischer Aktivitäten allgemein und speziell für die Fildes Region	270
4.7.-1	Demographische und andere Parameter der befragten Stationsmitglieder der Fildes Peninsula	273
4.7.-2	Ergebnisse der Befragung zu verschiedenen Managementaspekten; Trendbestimmung mit Chi-Quadrat Test der ermittelten Werte (Anzahl Befragter „stark“ und „eher ablehnend“ addiert sowie Anzahl Befragter „stark“ und „eher übereinstimmend“ addiert) gegenüber den erwarteten Werten ohne Trend (50 % ablehnend, 50 % übereinstimmend); signifikante Ergebnisse ($p < 0,05$) sind hervorgehoben.	277
5.1.-1	Einschätzung der Schutzwürdigkeit der Fildes Region anhand der vorhandenen Werte. Wertigkeit bzgl. der Bedeutung für die Antarktis: 1 = „gering“, 2 = „moderat“, 3 = „hoch“	284
5.1.-2	Matrix aus Schutzgütern und Werten der Fildes Region, bezogen auf antarktis-weite Qualitätskriterien. Wertigkeit: 1 = „gering“, 2 = „moderat“, 3 = „hoch“ (nach SCAR, 2001)	285
5.2.-1	Skalierung des Gefährdungspotenzials aktueller menschlicher Aktivitäten in der Fildes Region	298
5.2.	Einschätzung des Umweltrisikos in der Fildes Region unter Einbeziehung natürlicher und anthropogener Einflüsse sowie das zukünftig erwartete Risiko ohne Anwendung zusätzlicher Managementmaßnahmen. Die Erhöhungen des Umweltrisikos in der Zukunft sind rot dargestellt (vgl. Jezek & Tipton-Everett, 1995).	300-301

1. Einleitung

1.1. Hintergrund des Vorhabens

Der Antarktische Kontinent und das Südpolarmeer sind einzigartig in ihren biologischen, geologischen und hydrologischen Eigenschaften. Die Bedeutung für die Wissenschaft wurde durch den 1959 verabschiedeten Antarktisvertrag von den Unterzeichnerstaaten manifestiert. Grundlegend für den Erhalt der Ursprünglichkeit der Antarktis und die Arbeit in vom Menschen wenig beeinflussten Ökosystemen war die Unterschutzstellung der Fauna und Flora sowie spezieller für die Wissenschaft interessanter Gebiete und der aktive Umweltschutz in Gebieten mit menschlicher Nutzung (siehe Antarktisvertrag, USP, AUG, http://www.umweltbundesamt.de/antarktis/).

Die Antarktische Halbinsel und deren umgebende Inselgruppen weisen den größten terrestrischen Tier- und Pflanzenreichtum der Antarktis auf (z. B. Convey, 2001). Daher besteht bei vielen Vertragsstaaten ein hohes wissenschaftliches Interesse an diesem Gebiet. Gleichzeitig ist es die stärkste touristisch genutzte Region der Antarktis. Gründe für die intensiven menschlichen Aktivitäten (Wissenschaft, Logistik und Tourismus) liegen in (1) der Nähe zu Südamerika, d. h. gute Erreichbarkeit, (2) dem milden Klima im Vergleich zu anderen Gebieten der Antarktis, (3) der relativ hohen Biodiversität, (4) den geringen Mengen an Packeis in den Sommermonaten und (5) der sich daraus ergebenden Konzentration von Forschungsstationen.

King George Island, die größte Insel des South Shetland-Archipels weist die höchste Dichte an Forschungsstationen und Feldhütten auf, die sich besonders im Süden und Südwesten der Insel befinden. Fildes Peninsula beherbergt die chilenischen Stationen “Profesor Julio Escudero” und “Presidente Eduardo Frei Montalva”, die chinesische Station „Great Wall“, die russische Station „Bellingshausen“ und die uruguayische Station “Base Científica Antártica Artigas”sowie einen chilenischen Flughafen. Daher konzentrieren sich dort die logistischen Aktivitäten der ganzen Region. In den Sommermonaten arbeiten ca. 250 Stationsmitglieder auf der Fildes Halbinsel und den umliegenden Inseln (nachfolgend definiert als „Fildes Region“). Forschungsarbeiten finden nicht nur in den beiden Schutzgebieten ASPA No. 125 und ASPA No. 150 statt, sondern überwiegend in Stationsnähe, so dass sich wissenschaftliche Feldarbeiten, Stationsbetrieb und Transport von Personen und Cargo in Raum und Zeit regelmäßig überschneiden. Zusätzlich finden Besuche von Stationen und Naturräumen durch Stationsmitglieder, internationale Delegationen und Touristen sowie Großveranstaltungen wie Marathons statt.

Das Vorkommen geschützter Tierarten, besonderer Artengemeinschaften sowie geologischer und historischer Werte führen zu Interessenskonflikten zwischen

Forschung, Logistik, Tourismus und Natur- und Umweltschutz. Monitoring (meist beschränkt auf die Brutpaarzahlen ausgewählter Vogelarten) und bisheriges Management wurden der Komplexität menschlicher Aktivitäten in der Fildes Region bisher nur teilweise gerecht.

1.2. Ziele und Inhalt des Vorhabens

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand in der Schaffung einer wissenschaftlichen Grundlage der biotischen und abiotischen Parameter dieses Gebietes, aber auch in der Quantifizierung menschlicher Aktivitäten und Umweltproblemen in der Fildes Region. Eine Gefährdungsanalyse sollte die Ergebnisse bewerten und die Grundlage für notwendige Managementmaßnahmen liefern.

Kapitel 2 stellt das Untersuchungsgebiet vor. Danach werden die verwendeten Methoden im Detail beschrieben. Kapitel 3 beinhaltet die Darstellung aller im Projekt erhobenen Daten. Der Flächenverbrauch und die zeitliche Nutzung von Infrastruktur und Bauaktivitäten im Gebiet wurden dokumentiert. Es erfolgte eine Kartierung des Mülls, von organischen Abfällen und Ölverunreinigungen sowie eine Befragung über das aktuelle Müllmanagement der verschiedenen Stationen. Das Ausmaß der Emission von Gasen und Lärm in terrestrischen und marinen Bereichen wurde abgeschätzt. Zeitliche und räumliche Beobachtungen und Messungen von Land-, Luft- und Seeverkehr wurden erstmals detailliert für die Fildes Region beschrieben. Die Suche nach Fossilien ergab neue Erkenntnisse, die neben der Bedeutung von Strandwällen im Gebiet dargestellt wurden. Verbreitung und Häufigkeit der Tiere und Pflanzen des Gebietes werden im Detail in 4.5. dargestellt und mit früheren Studien im Hinblick auf Populationsentwicklungen verglichen. Einzelne Unterkapitel zeigen das Ausmaß menschlicher Aktivitäten auf die Tier- und Pflanzenwelt der Fildes Region. Eine Umfrage unter den Mitgliedern aller Stationen des Gebietes ergab neue Erkenntnisse zu deren Freizeitverhalten und zu deren Ansichten über Umweltbildung und Schutzmaßnahmen im Gebiet. Kapitel 5 diskutiert die in der Studie erhobenen Daten in einer Risikoanalyse bezüglich der Gefahren für die vorhandenen Werte in der Fildes Region. Dabei stehen die verschiedenen Interessen des Natur- und Umweltschutzes, der Wissenschaft, der Logistik und des Tourismus im Blickpunkt. Ausgehend vom aktuellen Management werden weitere Vorschläge zur Verminderung von Konflikten ausgeführt (Kapitel 6). Den Abschluss bildet ein Entwurf eines Managementplans für ein „Besonderes antarktisches Verwaltungsgebiet“ (ASMA), der als Rahmenwerk für zukünftige Diskussionen über ein Gebietsmanagement in der Fildes Region innerhalb des CEP fungieren könnte.

1.3. Vorarbeiten im Gebiet

Mitarbeiter der AG Polar- und Ornitho-Ökologie arbeiteten seit 1983 regelmäßig auf King George Island, Antarktis, nicht nur während Sommer-Kampagnen, sondern auch im Winter (Tab. 1.3.-1). Schwerpunkte dabei waren Untersuchungen zur Ökologie der Vögel, Robben und Vegetation des Gebietes auch bezüglich der anthropogenen Einflüsse durch den intensiven Stationsbetrieb, die Logistik und wissenschaftlichen Arbeiten.

In den 1980er Jahren konnten durch deutsche Wissenschaftler Basisdaten vor und zu Beginn der intensiven anthropogenen Beeinflussung des Gebietes erarbeitet werden, die eine wichtige Vergleichsbasis für den aktuellen Gefährdungsgrad darstellen (Bannasch & Odening, 1981; Bannasch et al., 1984; Lorenz, 1984; Peter et al., 1986; Gebauer et al., 1987; Rauschert et al., 1987; Kaiser et al., 1988; Mönke & Bick, 1988; Kaiser et al., 1990; Peter et al.,1988a; Peter et al., 1988b; Nadler & Mix, 1989; Peter et al., 1989; Peter et al., 1990; Lange & Naumann, 1990; Peter et al., 1991; Kaiser 1995). Nach Rückkehr der letzten Expeditionsteilnehmer 1990 wurde im Rahmen der Umstrukturierung der Akademie der Wissenschaften der DDR das biologische Langzeitforschungsprogramm der Forschungsstelle für Wirbeltierforschung (FWF) am Tierpark Berlin auf King George Island eingestellt. Im Untersuchungsgebiet wurden von deutscher Seite danach Studien, Praktika sowie Diplom- und Doktorarbeiten unter der Leitung von H.-U. Peter fortgeführt (Tab. 1.3.-1, Welcker & Peter, 1999; Welcker, 2000; Pfeiffer et al., 2001; Hahn et al., 2003, Pfeiffer 2005).

Tab. 1.3.-1: Aufenthalt der Arbeitsgruppenmitglieder in der Fildes Region vor Projektbeginn: A – Ardley Island, B – russische Station Bellingshausen, G – chinesische Station Great Wall

	1983/85	93/94	94/95	96/97	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03
C. Büßer							G, B	G	
O. Mustafa							B		
H.-U. Peter	B	A, B	A	B	B		B	B	
S. Pfeiffer							G	A, B, G	B
K. Reinhardt		A, B							
M. Ritz								G	
J. Welcker					B	B			B
H. Wemhoff				B					

Eine Studentenexkursion im Sommer 2000/01 eröffnete die Möglichkeit der breiten GIS-basierten Datenaufnahme der Fauna und Flora (Quellmalz 2001, Peter et al., 2001a; Peter et al., 2001b; Peter et al., 2002a, b; Wang & Peter, 2002a, b; Gerighausen et al., 2003).
Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens des UBA (FKZ 29819 159 UFO-Plan 1998) wurde zwischen 1999 und 2002 auf den South Shetland Islands gearbeitet (Pfeiffer & Peter, 2003). In diesem Projekt wurden nicht nur Grunddaten und Umweltindikatoren für die Entwicklung von Managementplänen erarbeitet, sondern auch Vorschläge für konkrete Managementpläne für touristisch genutzte Gebiete vorgelegt.
Für die Fildes Region gab es bereits vereinzelte Umweltstudien (z. B. Krzyszowska, 1993; Chupin, 1997; Li & Li, 1997; Zhao & Xu, 2000).
Umfassende ethologische, ökophysiologische und demographische Studien an allen drei dort vorkommenden Pinguinarten (z. B. Müller-Schwarze & Müller-Schwarze, 1975; Leyton & Valencia, 1983; Valencia & Sallaberry, 1983; Yanez et al., 1984; Sallaberry et al., 1987; Shuford & Spear, 1988; Ulbricht & Zippel, 1994; Wilson et al., 1998; Wilson et al., 1999; Soave et al., 2000) fanden auf Ardley Island statt. Wissenschaftliche Freilandarbeiten im Untersuchungsgebiet befassten sich aber auch mit anderen Tierarten, botanischen, meeresbiologischen und geologischen Themen (z. B. Krylov, 1968; Covacevich & Lamperein, 1970, 1972; Simonov, 1973; Guzmán & Redon, 1981; Covacevich & Rich, 1982; Kamenev, 1987; Andreev, 1988, 1989; Fensterseifer et al., 1988; Mäusbacher, 1991; Novoatti, 1993; Shen, 1994a; Hu, 1997; Chen & Ahti, 1999; Huang et al., 1999; Zhao & Li, 1999; Jiang et al., 2000; Smykla et al., 2005).
Topographische Grunddaten lagen bereits in der Datenbank des SCAR KGIS-Projektes vor und wurden zur multidisziplinären Anwendung angeboten (Vogt et al., 2004).

1.4. Internationale und nationale Zusammenarbeit

Bereits im Jahr 2004 wurde die Antarktis-Vertragsstaaten-Gemeinschaft von Deutschland über Ziele und Inhalt des vorliegenden Forschungsprojektes informiert. (ATCM, 2004e) und im Jahr 2005 über dessen Fortschritt in Kenntnis gesetzt (ATCM, 2005g); weitere Publikationen erfolgten in den Jahren 2006 und 2007 (vgl. ATCM 2006j, ATCM 2007c, d – siehe auch Anhang 8 a-e).
Aufgrund der hohen Dichte an Forschungsstationen auf der Fildes Peninsula ergaben sich über die Jahrzehnte intensive wissenschaftliche Kooperationen vor Ort. Besonders

auf Ardley Island führten Wissenschaftler verschiedener Nationen Studien in den Pinguinkolonien durch.

Wir kooperierten eng mit José Valencia auf der Basis eines Kooperationsabkommens mit dem INACH (DLR-Projekt CHL 01/016), in den Jahren 2005 und 2006 mit Maria José Rosello und Alejandro Simeone. Entsprechende Daten zur Verteilung der Kolonien, zur Koloniegröße und zum Bruterfolg wurden ausgetauscht.

Seit den 1980er Jahren bis heute gibt es eine enge Zusammenarbeit mit dem Russischen Arktis- und Antarktis-Forschungsinstitut und der Russischen Antarktis-Expedition, vorwiegend auf logistischer Ebene (Victor Pomelov, Maria Gavrilo). Besonderen Dank gilt in diesem Zusammenhang dem langjährigen Stationsleiter der russischen Station Bellingshausen, Oleg Sakharov, der uns in seiner Station aufnahm und ohne den vieles, einschließlich des Workshops Ende Januar/Anfang Februar 2006 in Bellingshausen, nicht möglich gewesen wäre.

Darüber hinaus verband uns auch die Zusammenarbeit mit russischen Wissenschaftlern verschiedener Institutionen (Igor Chupin, Museum Barnaul, und Mikhail Andreev, Russian Academy of Sciences, Komarov Institute, St. Petersburg).

Ron Lewis-Smith (British Antarctic Survey, Cambridge) half bei der Determination von Flechten und eingeschleppten Pflanzenarten. Ji Hee Kim (Korea Polar Research Institute) unterstützte uns aufgrund ihrer Erfahrungen in der Umgebung der Station King Sejong bei der Einarbeitung in die Kartierung der Vegetation.

Im Rahmen eines BMBF-DLR-Projektes bestand eine Kooperation mit dem Second Oceanographic Institute, Hangzhou, China (Zipan Wang in Zusammenarbeit mit X. Pang).

Bei der Determination von Moosen bestand enger Kontakt mit dem polnischen Kollegen aus Krakow (Ryszard Ochyra).

Innerhalb Deutschlands ist neben der ausgezeichneten Zusammenarbeit mit dem UBA (Fritz Hertel und Heike Herata sowie die ehemaligen UBA-Mitarbeiterinnen Michaela Mayer und Antje Neumann) die Zusammenarbeit innerhalb des Forschungsbegleitenden Ausschusses zu nennen, aus dem konstruktive Hinweise kamen. Insbesondere ist dabei Steffen Vogt, der Leiter des SCAR KGIS-Projekts, zu erwähnen, mit dem wir eng zusammenarbeiteten.

Außerdem unterstützten uns in gewohnter Weise das AWI Bremerhaven mit Polarkleidung und teilweise der Organisation der Transportlogistik.

Die Nachbestimmung von Pflanzenmaterial übernahm freundlicherweise Joachim Zündorf, Herbarium Haussknecht, Jena.

Nicht zuletzt danken wir unseren Kollegen Anne Fröhlich, Uwe Grunewald, Steffen Hahn, Tiemo Kahl, Markus Ritz und Elke Wolska-Böhm für die Unterstützung bei der Geländearbeit bzw. Bereitstellung von Daten.

2. Untersuchungsgebiet

2.1. Lage des Untersuchungsgebietes

Die Fildes Halbinsel (= Fildes Peninsula) sowie die ihr vorgelagerte Insel Ardley befinden sich im Südwesten von King George Island (Abb. 2.1.-1). Diese ist mit ca. 1.400 km² die größte Insel der South Shetland Islands. Die South Shetland Islands erstrecken sich in Südwest-Nordost-Richtung zwischen 61°00´ und 63°30´ S sowie 63°00´ und 54°00´ W. Sie verlaufen in ca. 120 km Entfernung parallel zur Küste der Antarktischen Halbinsel. Von dieser ist die Inselgruppe durch die bis 2.000 m tiefe Bransfield Strait getrennt (Mäusbacher, 1991).

Wie auch die anderen größeren Inseln der South Shetland Islands ist King George Island fast vollständig vergletschert. Das Eis bedeckt mehr als 92 % der Inselfläche. So liegt auch der mit 705 m NN höchste Punkt der Insel im Eis (Braun & Hock, 2004).

Mit etwa 29 km² ist die Fildes Peninsula das größte eisfreie Gebiet der Insel. Sie liegt auf einer geographischen Breite von 62°08´ bis 62°14´ S sowie einer Länge von 59°02´ bis 58°51´ W. Die Insel Ardley ist 1,2 km² groß und liegt vor der Südostküste der Fildes Peninsula. Bei Ebbe ist sie über einen ca. 400 m langen Isthmus trockenen Fußes von der Fildes Peninsula aus zu erreichen. Begrenzt wird die Fildes Peninsula im Nordosten durch den Collins Gletscher, im Norden und Westen durch die Drake Passage, im Südosten durch die Maxwell Bay als Ausläufer der Bransfield Strait und im Süden durch die nur 400 m breite Fildes Strait, an die sich Nelson Island anschließt (Abb. 2.1.-2).

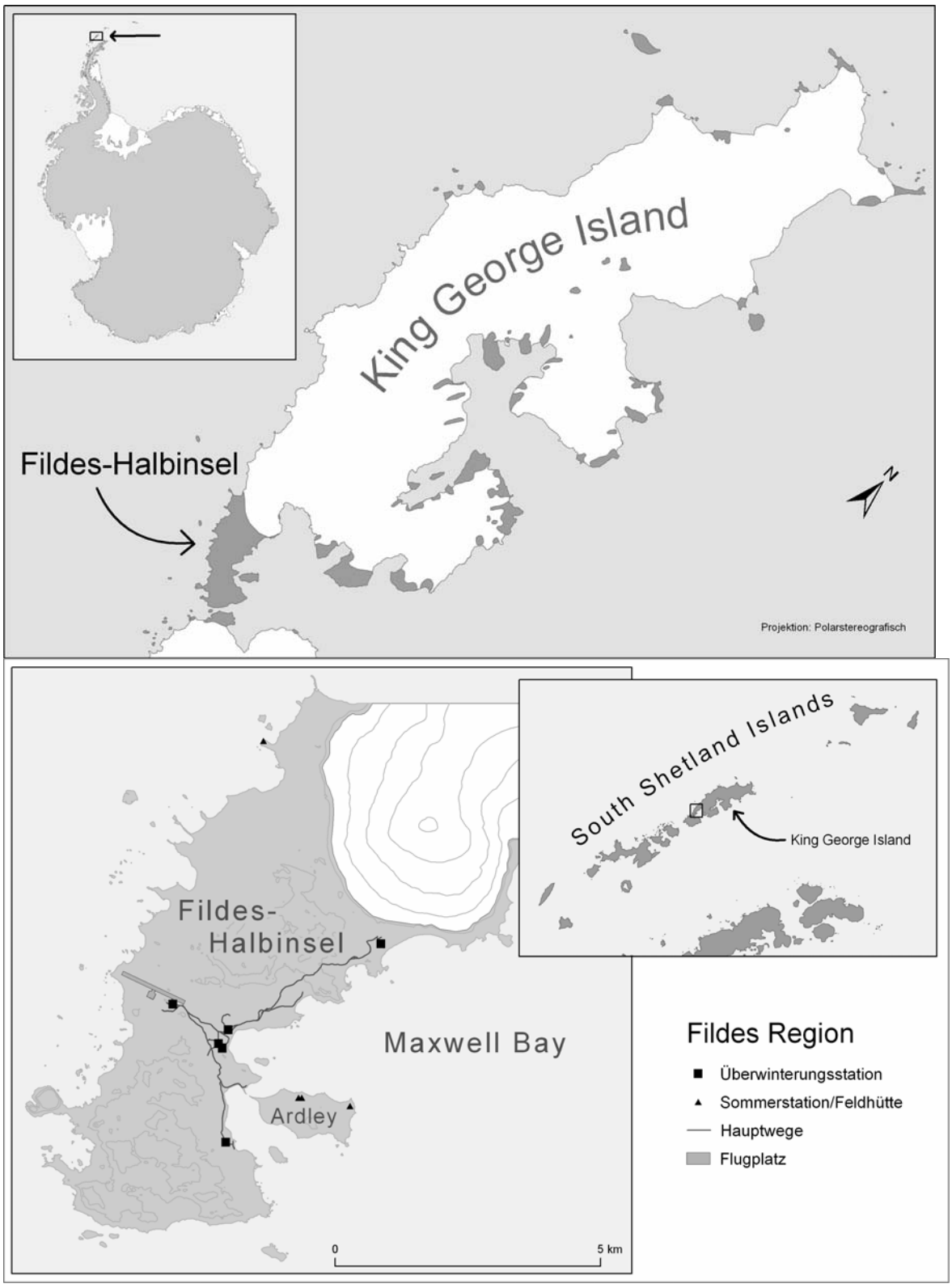


Abb. 2.1.-1: King George Island und die Fildes Region

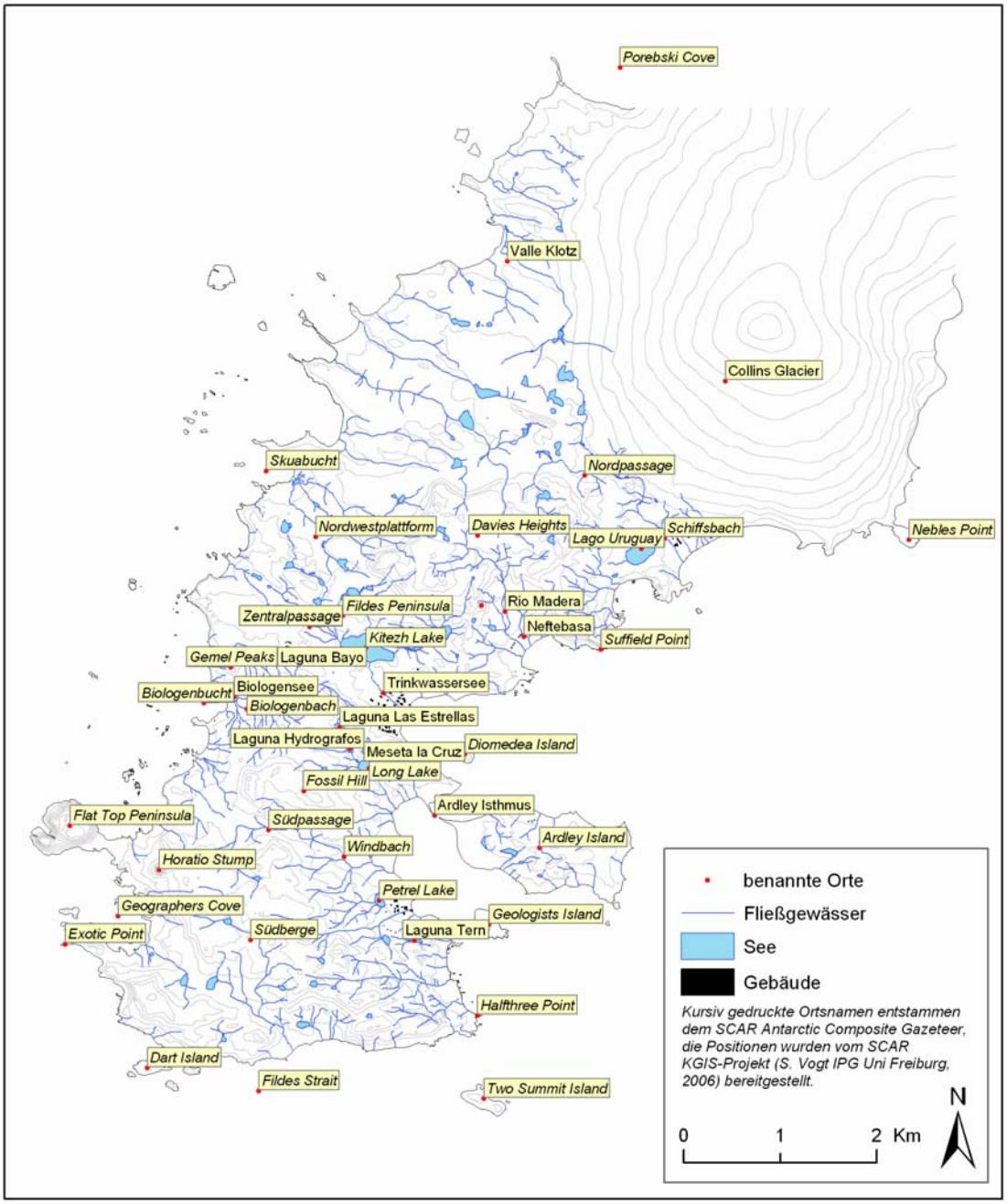


Abb. 2.1.-2: Die Position und Ortsnamen von im Text benannten Objekten der Fildes Region

2.2. Relief

Das küstennahe unterseeische Relief ist im Bereich der Fildes Peninsula sehr asymmetrisch gestaltet: Während sich an die an der Drake Passage gelegene Westküste eine ausgedehnte flache Brandungsplattform in nur wenigen Metern Wassertiefe anschließt, fällt der Untergrund der Maxwell Bay von der Ostküste her steil bis auf 300 m am Ausgang der Bucht ab (Mäusbacher, 1991)- vgl. auch V: Verwendete OrtsnamenDas Relief der Fildes Peninsula ist sehr vielgestaltig und wird in Anlehnung an Mäusbacher (1991) in folgende großräumige Einheiten gegliedert:

- Die *Südberge* erreichen Höhen zwischen 80 und 165 m. Der im Westen dieses Gebietes liegende Horatio Stump ist mit 165 m die höchste Erhebung der Halbinsel. Die Wasserscheide liegt relativ weit im Westen, so dass die meisten Täler zur Maxwell Bay oder zur Fildes Strait ausgerichtet sind.
- Die *Davies Heights* weisen ebenfalls Höhen zwischen 80 und knapp 160 m auf. Allerdings nehmen hier im Gegensatz zu den Südbergen die Höhen über 120 m eine deutlich größere Fläche ein. Nach allen Seiten ist eine sehr markante Stufe ausgebildet.
- Die *Zentralpassage* verbindet die West- und Ostküste auf einem Niveau von maximal 30 m zwischen den Südbergen und den Davies Heights. Hier liegt auch der größte See der Insel, der Kitezh Lake. Sein Einzugsgebiet endet nur ca. 50 m vor der Westküste, während der Ausläufer der Biologenbucht weitgehend parallel dazu fast bis zur Ostküste vorgreift.
- Die *Nordwestplattform* ist 30 bis 40 m hoch. Sie wird besonders im nördlichen Teil von mehreren nach Westen ausgerichteten Tälern zerschnitten. Zwischen diesen reicht sie in der Regel direkt bis ans Meer und bildet dort eine bis 40 m hohe Kliffküste.
- Die *Nordpassage* liegt zwischen dem Collins-Gletscher und den Davies Heights mit Höhen bis 40 m. Dort liegt auch der Lago Uruguay, der zweitgrößte See der Insel. Über dieses Gebiet erfolgt die Entwässerung des Südwestteils des Collins-Gletschers.
- Auf *Ardley Island* überwiegen Höhen von 20 bis 40 m. Nur im zentralen Teil der Insel werden im Bereich eines Rückens knapp über 60 m erreicht.

2.3. Geologie

2.3.1. Geologischer Überblick über King George Island und die Fildes Peninsula

King George Island und die benachbarte Nelson Island sind aus verschiedenen tektonischen Blöcken aufgebaut, durch welche drei große Nordost-Südwest streichende Longitudinal-Störungen sowie mehrere kleine Nord-Süd und Nordwest-Südost gerichteten Transversal-Störungen verlaufen (Abb. 2.3.-1). Eine der kleineren Nordwest-Südost streichenden Transversal-Störungszonen befindet sich in der Fildes Strait zwischen den zwei Inseln (Abb. 2.3.-2).

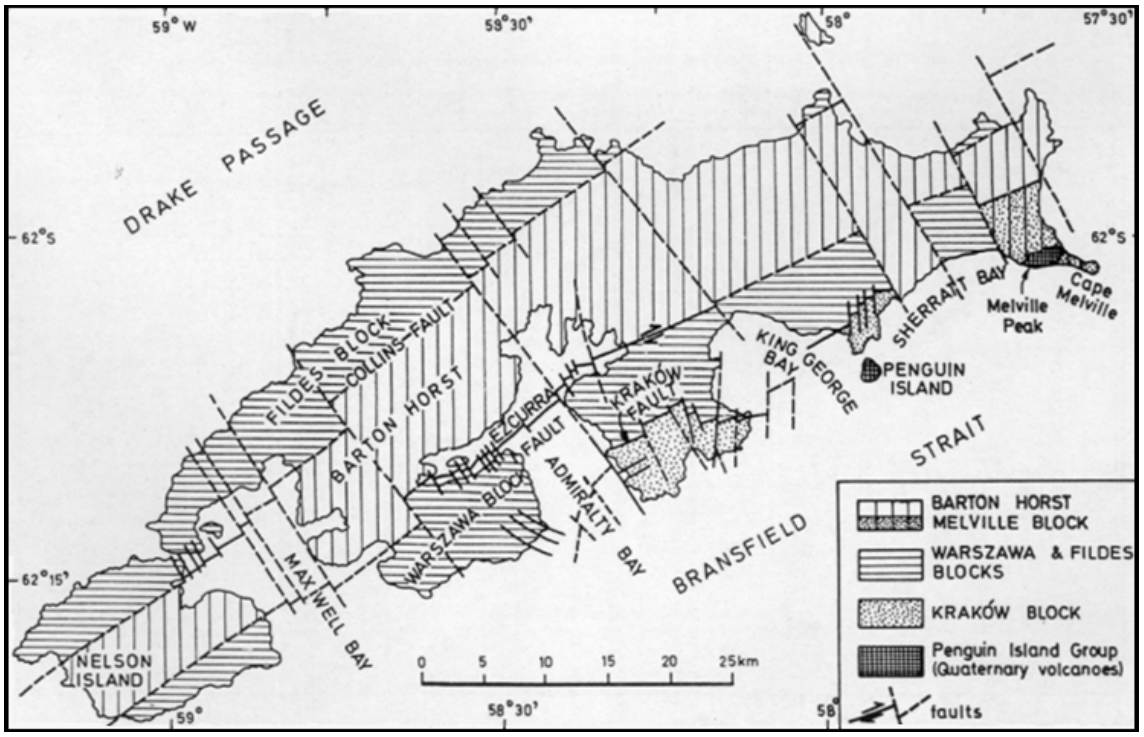


Abb. 2.3.-1: Strukturgeologische Karte von King George Island und der südwestlich gelegenen Nachbarinsel Nelson Island (nach Birkenmajer, 1989)

Der nördlich gelegene Fildes-Block ist gegenüber dem benachbarten Barton-Horst abgeschoben und durch die Collins-Störung, vermutlich eine Blattverschiebung, begrenzt. Der Barton-Horst wiederum grenzt südlich an die rechtslaterale Ezcurra-Störungszone und den ebenfalls abgeschobenen Warszawa-Block. Die anschließende und am meisten südlich gelegene Kraków-Störungszone stellt gleichfalls eine Abschiebungsstruktur dar und teilt den Warszawa-Block vom Kraków-Block (Birkenmajer, 1989).

Aufgrund der beträchtlichen Unterschiede im Charakter der Gesteine geht man von großräumigen Versetzungen aus. Alle drei größeren Blöcke (Fildes-Block, Barton-Horst und Warszawa-Block) lassen sich auf den südwestlich folgenden Inseln Nelson, Robert, Greenwich und Livingston Island weiterverfolgen (Birkenmajer, 1989).
Aufgrund der überwiegenden Eisbedeckung gibt es nur wenige Kenntnisse über die geologischen Zusammenhänge zwischen den einzelnen stratigraphischen Sequenzen auf King George Island. Die bisher zugänglichen Aufschlüsse auf King George Island und die aufgeschlossenen Gesteine auf den anderen der South Shetland Islands sind aus Gesteinen der späten Kreide bis frühen Tertiär aufgebaut (Smellie et al., 1984).

Tab. 2.3-1: Die Stratigraphie der Vulkanite der South Shetland Islands von der Oberen Kreide bis zum Unteren Tertiär (Smellie et al., 1984)

Formation	**Lokalität**	**Typuslokalität**	**Besondere lithologische Merkmale**	**Alter**
Hennequin-Formation	King George Island, v. a. östlich der Admiralty Bay	Point Hennequin, King George Island	feinkristalline und glasige Hypersthen-Augit-Andesite; seltener basaltische Andesite und Dazite	frühes Tertiär (Eozän-Oligozän)
Fildes-Formation	v. a. King George Island, westlich der Admiralty Bay; Stansbury Peninsula und andere Aufschlüsse im östlichen Teil von Nelson Island	Fildes-Halbinsel, King George Island	verwitterte Olivin-Basalte und basaltische Andesite; seltener Pyroxen-Andesite und Dazite	frühes Tertiär (Paläozän-Eozän)
Coppermine-Formation	nordöstlicher Teil von Livingston Island bis Robert Island; evtl. schließt es einige Aufschlüsse von alterierten Vulkaniten in den südlichen Gebieten von Robert und Greenwich Island mit ein	Coppermine Peninsula, Robert Island	gewöhnlich frische olivin-basaltische Laven; selten basaltische Andesite und Pyroxen-Andesite; zahlreiche Intrusionen	späte Kreide

Der größte Teil der einsehbaren Gesteinsschichten und Aufschlüsse auf King George Island befindet sich entlang der Buchten im südlichen Teil der Insel, insbesondere der Admiralty und der Maxwell Bay (Birkenmajer, 1989). Die Gesteine des Gebietes werden entsprechend Smellie et al. (1984) lithologisch in drei Einheiten unterteilt (Tab. 2.1.3.-1).

Wie Smellie et al. (1984) berichteten, ereignete sich die vulkanische Aktivität an mehreren Stellen auf King George Island während des frühen Tertiär mehr oder weniger gleichzeitig. Aufgrund dieser Aktivität ist die Stratigraphie auf King George Island vorwiegend durch verschiedene vulkanische und vulkaniklastische Ablagerungen gekennzeichnet (Tab. 2.1.3.-2). Von den ehemaligen vulkanisch aktiven Zentren sind heute noch einige Schlotfüllungen (Plugs) erhalten, welche über die gesamte Insel verteilt sind, wie beispielsweise Three Brothers Hill, Jardine Peak und Esther Nunatak. Die Plugs Flat Top und Gemel Peaks stellen ehemalige Ausbruchszentren im Bereich der Fildes Peninsula dar (Smellie et al., 1984).

Morphologisch ist der südliche Teil der Fildes Peninsula durch verschiedene Erhebungen gekennzeichnet. Einige dieser Erhebungen sind Schlotfüllungen und stellen Relikte des v. a. im Tertiär andauernden Vulkanismus dar. Dazu gehören auch die markantesten Erhebungen der Fildes Peninsula – Flat Top und Horatio Stump.

Tab. 2.3.-2: Die Gesteine auf der Fildes Peninsula gehören stratigraphisch zur Fildes-Formation, die wiederum in drei Einheiten unterteilt wird (Smellie et al., 1984).

Einheit	**Beschreibung**	**Verhältnisse im Gelände**
Obere Einheit	feinkristalline und mikro-porphyrische andesitische und dazitische Laven	oberster Teil der Sequenz ist nicht aufgeschlossen; liegt gleichmäßig auf der Mittleren Einheit
Mittlere Einheit	meist vulkaniklastische Gesteine (lokal fossile Pflanzenreste enthaltend) mit einigen basaltischen und basaltisch-andesitischen Laven	Basis der Sequenz ist nicht aufgeschlossen; gegenüber der Unteren Einheit abgeschoben
Untere Einheit	grob-porphyrische basaltische und basaltisch-andesitische Laven mit lateral zwischengeschalteten nichtresistenten vulkaniklastischen Gesteinen (einige mit fossilen Pflanzenresten)	weder die Basis noch der Top der Sequenz sind aufgeschlossen

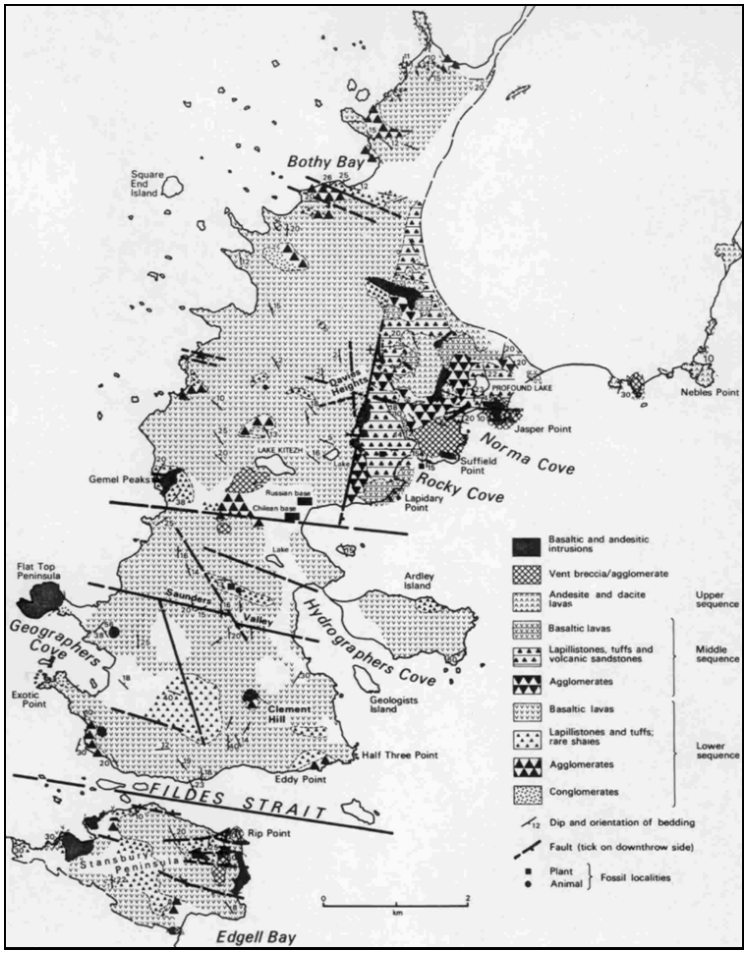


Abb. 2.3.-2: Geologische Karte der Fildes Peninsula (Smellie et al., 1984)

Wie auf der geologischen Karte (Abb. 2.3.-2) von Smellie et al. (1984) zu erkennen ist, wird die Fildes Peninsula im Süden vor allem von basaltischen Laven, sowie im Norden zusätzlich von kleineren andesitischen und dazitischen Laven bedeckt. Wie Smellie et al. (1984) berichten, schwankt das Alter der untersuchten Gesteinsproben zwischen 60 Mio (Paläozän) und 31 Mio Jahre (Eozän/Oligozän).

Zur Stratigraphie der Fildes Peninsula gibt es eine Reihe von Vorschlägen verschiedener Arbeitsgruppen (z. B. Smellie et al., 1984; Shen, 1994b; Hunt, 2001). Im Rahmen dieses Berichtes wird die Stratigraphie von Smellie et al. (1984) verwendet. Darin werden die Gesteine der Fildes Peninsula dreigeteilt. Demnach stammen sie aus dem frühen Tertiär und verjüngen sich allmählich von Südwest nach Nordost.

2.3.2. Fossilfundstellen auf der Fildes Peninsula

Im Jahr 1966 wurden zwei besonders fossilienreiche Gebiete auf der Fildes Peninsula unter Schutz gestellt, zunächst als SPA, dann als SSSI und inzwischen als ASPA. Begrenzt wird das ASPA No. 125 „Fildes Peninsula“ durch folgende Koordinaten (http://www.cep.aq/apa/aspa/sites/aspa125/summary.html):

Nördliches Territorium:
Nord: 62°10’50’’ S; Süd: 62°11’28’’ S; Ost: 58°55’27’’ W; West: 58°56’38’’ W
Südliches Territorium:
Nord: 62°12’30’’ S; Süd: 62°13’30’’ S; Ost: 58°57’11’’ W; West: 58°59’32’’ W

Begründet wird die Ausweisung der beiden geologischen Schutzgebiete mit Funden einzigartiger fossiler Fußspuren von Vögeln und dem Vorhandensein von Aufschlüssen repräsentativer Sequenzen tertiärer Stratigraphie. Bei den meisten Fossilien handelt es sich aber um Holz- und Pflanzenreste, die auf unterschiedliche Art und Weise in die damaligen Sedimente eingebettet wurden (vgl. auch Torrres, 2001). Nach Poole (2005) ist King George Island seit über hundert Jahren eines der wichtigsten paläobotanischen Fundgebiete der Antarktis, da die dortigen Pflanzenfossilien den vollständigsten terrestrischen Datensatz der Antarktis darstellen. Damit sind sie von hoher Bedeutung für das Verständnis von Dynamik und Zusammensetzung einer einzigartigen Paläoumwelt und -vegetation auf einer derart hohen südlichen Breite (Poole et al., 2001).

2.4. Geomorphologie

2.4.1. Gletscher

Fildes Peninsula wird im Norden von einem Ausläufer des Collins-Gletschers begrenzt. Mit 1.250 km² bedeckt er gegenwärtig etwa 92 % der Fläche von KGI (Braun & Hock, 2004). Im Zuge der Klimaveränderungen verliert auch dieser Gletscher an Masse und schmilzt mehr und mehr ab (Park, et al., 1998; Simoes et al., 1999; Braun & Goßmann, 2002).



Abb. 2.4.-1: Toteis in der Moräne des Collins-Gletschers (Foto: Mustafa)

Zu den deutlich sichtbaren Zeichen dieses Abschmelzprozesses gehört das ausschmelzende Toteis, das an vielen Stellen der den Gletscher umgebenden Moräne zutage tritt (Abb. 2.4.-1).
Als interessantes Detail sind an Abbrüchen des Collins-Gletschers oftmals schwarze Tephra-Streifen zu erkennen, die den Vulkanausbrüchen von Deception Island am Ende der 1960er Jahre entstammen (Abb. 2.4.-2).



Abb. 2.4.-2: Tephrastreifen der Vulkanausbrüche von Deception Island sind auf den Gletschern der South Shetland Islands weit verbreitet, wie hier auf Nelson Island. (Foto: Büßer)

Daneben existieren auf der Fildes Peninsula zahlreiche permanente Firnbänke. Diese befinden sich in besonders beschatteten Gebieten mit einer über das ganze Jahr hinweg andauernden Schneedecke .Sie zeigen jedoch keine Anzeichen von Fließstrukturen.

2.4.2. Permafrost

Die Existenz von Permafrost konnte während der Geländearbeiten relativ einfach nachgewiesen werden. Die Eindringtiefe der Stiefel entsprach der Mächtigkeit der sommerlichen Auftauschicht (Active Layer). Trotz der relativ hohen Jahresmitteltemperatur von -2 bis -3 °C ist nach Blümel (1999) auf der Fildes Peninsula kontinuierlicher Permafrost vorhanden. Als Ursache werden die ozeanischen, nass-kalten und sonnenarmen Sommer angeführt. Die Mächtigkeit der sommerlichen Auftauschicht beträgt je nach Geländeexposition und Vegetationsbedeckung 20 bis 120 cm. Die Blockierung des Untergrundes durch den Permafrost verhindert ein Abfließen von Schmelz- und Niederschlagswasser in Richtung Grundwasser. Die daraus entstehende hohe Wassersättigung der Auftauschicht war im gesamten Untersuchungsgebiet spürbar (Abb. 2.4.-3). Es ist jedoch zu beobachten, dass manche dieser „Sümpfe“ plötzlich innerhalb weniger Tage komplett austrocknen. Möglicherweise taute hier der Permafrost lokal so weit auf, so dass das gestaute Wasser abfließen kann.



Abb. 2.4.-3: Permafrost verhindert das Abfließen von Wasser, wodurch die Auftauschicht zum „Sumpf“ wird (Foto: Mustafa)

2.4.3. Frostwechseldynamik

2.4.3.1. Kryoturbation

Unter Kryoturbation ist die Materialverlagerung bzw. -sortierung infolge häufiger Frostwechsel zu verstehen (Blümel, 1999). Die dabei entstehenden Frostmusterformen sind in der Fildes Region allgegenwärtig. Ihre Ausprägung ist mannigfaltig und reicht von Steinringen mit über einem Meter Durchmesser bis hin zu Feinerdemusterungen von wenigen Zentimetern. Am Hang werden die Formen zunehmend linearer, es entstehen Stein- bzw. Feinerdestreifen (Abb. 2.4.-4a & b). Da der entscheidende Antrieb der Kryoturbation von der Volumenänderung des Wassers beim Gefrieren und Wiederauftauen ausgeht, ist die Drainage entscheidend für die Ausprägung der Frostmusterformen im Gelände. So konnten in gut durchnässten Talungen Steinringe mit großen Durchmessern und Korngrößen im Dezimeterbereich gefunden werden, während auf relativ trockenen Kuppen nur Feinerdemusterung von wenigen Zentimetern Ausmaß und kleinen Korngrößen verbreitet sind. Als weitere, die Ausprägung der Frostmuster möglicherweise beeinflussende Faktoren, führt Blümel (1999) das Korngrößenmischungsverhältnis, die Frostwechselhäufigkeit, die Tiefe des Auftaubereiches und die Temperaturamplituden an.



Abb. 2.4.-4a & b: Kryoturbation führt in der Ebene (a) zu ringförmigen und am Hang (b) zu linearen Frostmusterstukturen (Fotos: Mustafa)

Über den Zeitrahmen, der zur Entstehung von Frostmusterstrukturen notwendig ist, können nur grobe Vermutungen angestellt werden: Für große grobblockige Steinringe, wie sie auch im unmittelbaren Vorfeld der Collins-Eiskappe im Bereich der Nordpassage gefunden wurden, gibt (Mäusbacher 1991) eine maximale Bildungszeit von 5.500 Jahren an. Denn zu dieser Zeit wurde das Gebiet als das Letzte der Fildes

Region eisfrei. Ausgehend von diesem Maximalwert kann die reale Bildungszeit auch deutlich geringer sein. So können auf anthropogenen Aufschüttungen Feinerdemusterungen gefunden werden, was aufgrund der kurzen Besiedlungszeit des Gebietes auf eine Bildungszeit von maximal 30 – 40 Jahren hinweist. Auch war zu beobachten, dass Fahr- oder Fußspuren auf manchen „gestreiften" Hängen bereits nach einem Winter wieder verschwanden. Jeong (2006) fand bei C14-Datierungen auf Fildes, Barton und Weaver Peninsula eine positive Korrelation zwischen Steinringdurchmesser und -alter. Eine Probe in Gletschernähe ergab ein Alter von 1.880 BP[1], während zwei weiter südlich entnommene Proben Alter von 2.570 und 1.420 BP[1] aufwiesen. Diese Alter sollte wiederum als Minimalwerte betrachtet werden.

2.4.3.2. Solifluktion

Blümel (1999) beschreibt Solifluktion als „gravitative und/oder frostwechselbedingte Bewegung von Verwitterungsmassen oder Lockersubstraten auf Oberflächen mit mehr als 2° Neigung." Permafrost ist keine zwingende Voraussetzung für Solifluktion. Er unterscheidet dabei Frostwechsel-, Gebundene und Kammeissolifluktion.

In der Fildes Region ist aufgrund der klimatischen Situation (siehe Kap. 2.5.) vor allem die Frostwechselsolifluktion ein weit verbreitetes Phänomen. Dies zeigt sich bei der Bildung von Stein- und Feinerdestreifen an einem Großteil der geneigten Geländeabschnitte. Aber auch Solifluktionsloben (Abb. 2.4.-5) sind im Gebiet weit verbreitet.



Abb. 2.4.-5: Solifluktionslobus am Südhang der Davies Heights (Foto: Mustafa)

2.4.4. Verwitterung

2.4.4.1. Physikalische Verwitterung

Die größte Bedeutung für den Gesteinszersatz in der Antarktis haben die verschiedenen Formen physikalischer Verwitterung. Im Untersuchungsgebiet sind hiervon Frost- und Insolationsverwitterung am intensivsten. Ursachen dafür sind die hohe Feuchtigkeit, die häufigen Temperatur- und Frostwechsel sowie die hohe Albedo des vorwiegend dunklen Gesteins. Ferner tragen auch Hydratation und Salzsprengung zum Gesteinszersatz bei.

a) Frostsprengung

Dringt Wasser in Gesteinsklüfte ein und gefriert dort nach Abkühlung, übt es durch seine Volumenvergrößerung beim Erstarren Druck auf das Gestein aus. Dadurch wird die Kluft erweitert und beim nächsten Auftauvorgang kann noch mehr Wasser in die Kluft eindringen, welches diese beim nächsten Frost wieder erweitert. Nach mehreren Wiederholungen kommt es dann zum Auseinanderplatzen des Gesteins an der Kluft (Ahnert, 1996).

Die sehr häufigen Frostwechsel im Bereich der South Shetland Islands sowie die genügend hohe Feuchtigkeit (siehe Kap. 2.5.) führen zu einer höchst intensiven Frostverwitterung. So waren oft Reste von Gesteinsblöcken mit Durchmessern von bis zu einem Meter zu finden, die vollständig in zentimetergroße Bruchstücke zerteilt waren. Diese lagen noch so kompakt auf- und nebeneinander, dass ehemalige Form und Größe des Steins mühelos erkennbar waren. Der fehlende Transport dieser Bruchstücke weist darauf hin, dass die Sprengung dieses Steins in einem relativ kurzen Zeitraum stattgefunden haben muss (Abb. 2.4.-6).



Abb. 2.4.-6. Durch Frostwechsel gesprengter Stein von ca. 60 cm Durchmesser (Foto: Mustafa)

b) Insolation

Die meisten anstehenden Gesteine sind schlechte Wärmeleiter. Temperaturänderungen an der Gesteinsoberfläche setzen sich daher nur sehr langsam ins Gesteinsinnere fort. Bei starker Erwärmung bzw. Abkühlung an der Gesteinsoberfläche kann es daher zu erheblichen Spannungen im Gestein kommen. Diese Spannungen erzeugen Mikrorisse im Gestein, die nach und nach zur Zerrüttung des Gesteins führen. Auch stellen diese Mikrorisse verbesserte Ansatzpunkte für die Frostverwitterung dar. Die Intensität der Insolationsverwitterung hängt vor allem von der Frequenz der Temperaturwechsel und deren Amplitude ab. Die Frequenz der Temperaturwechsel ist aufgrund der relativen Polferne der South Shetland Islands vergleichsweise hoch gegenüber der kontinentalen Antarktis. Die Amplituden der Schwankungen sind unter den maritimen Verhältnissen jedoch deutlich geringer als auf dem antarktischen Kontinent. Da für die Insolationsverwitterung die Temperaturen an der Gesteinsoberfläche entscheidend sind, und nicht die Lufttemperaturen, können auf dem im Gebiet vorherrschenden dunklen Gestein bei Strahlungswetterlagen auch sehr hohe kurzfristige Temperaturunterschiede entstehen (Blümel, 1999).

2.4.4.2. Chemische Verwitterung

Gegenüber der Verwitterungsdynamik in der trocken-kalten kontinentalen Antarktis, weist die maritime Antarktis einen relativ hohen chemischen Verwitterungsgrad auf. Gründe für diesen Unterschied sind ein „ozeanisch-gemildertes Kaltklima mit positiven Sommertemperaturen und sommerlicher Feuchte durch Regen, Schneeregen und Nebel“ (Blümel, 1999) sowie die Petrographie der anstehenden Gesteine. Die geringe Auftautiefe des Permafrostes sorgt außerdem für eine hohe Wasserverfügbarkeit. Verbraunung durch Eisenfreisetzung und Verlehmung durch Tonmineralneubildung sind die entscheidenden chemischen Verwitterungsprozesse im Untersuchungsgebiet. Typisch für polare Gebiete ist die hohe Durchmischung der obersten Bodenschichten durch Kryoturbation. Kommt diese jedoch zur Ruhe, kann es nach der Besiedlung durch Vegetation lokal zur Akkumulation von Humus kommen (Barsch et al., 1985; Blümel, 1986, 1999).

2.4.4.3. Biogene Verwitterung

Im ozeanischen Klima der South Shetland Islands wird biogene Verwitterung vor allem durch Flechten verursacht. Sie ist besonders für den Zersatz von gegen andere Verwitterungsarten resistenten dichten, homogenen Gesteinen mit glatter Oberfläche von Bedeutung. Vermutlich durch Abscheidungen von Rhizoiden und Hyphen wird die Gesteinsoberfläche bevorzugt an Mikrorissen, Mineralgrenzen, -fissuren oder -inhomogenitäten hydrolytisch angewittert. Daraus kann sich allmählich eine einige Millimeter mächtige ‚lichenogene‘ Verwitterungsrinde aus Mineralbruchstücken, Restmineralen und pedogenem Eisen bilden. Der Umbau von Kristallgittern durch hydrolytische und oxidative Prozesse und damit deren Aufweitung ist vermutlich die Ursache für die ‚Flechtendesquamation‘, wobei sich Gesteinsplättchen von wenigen Millimetern Dicke durch Volumenzuwachs aufwölben und abplatzen. Die frisch entstandenen Bruchflächen werden erneut besiedelt oder bilden aufgrund höherer Rauhigkeit und neu entstandener Feinrissstrukturen günstige Ansatzpunkte für Frostverwitterung und Insolation (Blümel, 1986, 1999).

2.4.5. Küsten

Die Küste der Fildes-Halbinsel besteht aus einem Wechsel Geröll gefüllter Buchten und steilen Kliffküsten (Abb. 2.4.-7). Die Kliffe sind das direkte Zwischenglied zwischen der isostatisch gehobenen 40 m-Plattform (Barsch & Mäusbacher, 1986) und dem Meer. Die Buchten sind meist den in die 40-m-Plattform geschnittenen Tälern vorgelagert. In ihnen sind häufig mehrere Generationen von Strandwällen aufgebaut (siehe Kap. 4.4.2.). In besonders geschützten Abschnitten sind Formen einer Ausgleichsküste

angedeutet. Prominentestes Beispiel hierfür ist die Nehrung (Isthmus), die bei Ebbe die Insel Ardley mit Fildes verbindet.

Zur Drake Passage hin ist der eigentlichen Küste eine kilometerbreite aktive Abrasionsplattform mit steilen Klippen und Inseln vorgelagert (Abb. 2.4.-7). Deren Entstehung wird von Barsch et al. (1985) als „ein kryogener, mariner Bildungsprozess“ gesehen.



Abb. 2.4.-7: Die zentrale Westküste von Fildes Peninsula mit Kliffen und in die 40 m-Plattform geschnittenen Buchten. Die vielen aus dem Wasser ragenden Klippen zeigen die Ausdehnung der Abrasionsplattform an. (Foto: Mustafa)

An einigen Abschnitten der windexponierten Westküste von Fildes Peninsula kommt es im Strandbereich zur Bildung von Dünen (Abb. 2.4.-8).



Abb. 2.4.-8: Dünenbildung an der windexponierten Westküste (Foto: Mustafa)

2.4.6. Talformen

Die Talentwicklung auf der Fildes-Halbinsel folgt meist postglazialen Schmelzwasserrinnen der Collins-Eiskappe. Typisch für das Gebiet sind die breiten flachen Talsohlen mit oft diffusem Gerinne. Lediglich im Nordwesten sind einige junge Täler in die 40 m-Plattform eingeschnitten. Diese haben aber noch kein ausgeglichenes Längsprofil, da die Tiefenerosion aufgrund der postglazialen Hebung im Unterlauf beginnt und wegen der geringen fluvialen Aktivität (geringe Fließgeschwindigkeiten aufgrund gleichmäßiger langsamer Schneeschmelze) sehr langsam fortschreitet. Neben Sohlen- und Muldentälern treten auch Kasten-, Kerbsohlen- und vereinzelt Schluchttäler auf (Barsch et al., 1985).

2.5. Klima

2.5.1. Das Klima der Fildes Region

Die South Shetland Islands, und damit auch King George Island, liegen mitten im Einflussbereich der südhemisphärischen Polarfront. Auch die Lage der Inseln mitten im Ozean sorgt für ein maritimes Klima. Daher sind die Inseln geprägt von häufigen und schnellen Wetterwechseln mit für antarktische Verhältnisse milden Temperaturen und hohen Niederschlägen sowie starken Winden aus vorwiegend westlicher Richtung. In der Klimaklassifikation nach KÖPPEN handelt es sich um ein ET-Klima, d. h. einzelne Temperatur-Monatsmittel liegen zwischen 0°C und 10°C (Barsch et al., 1985).

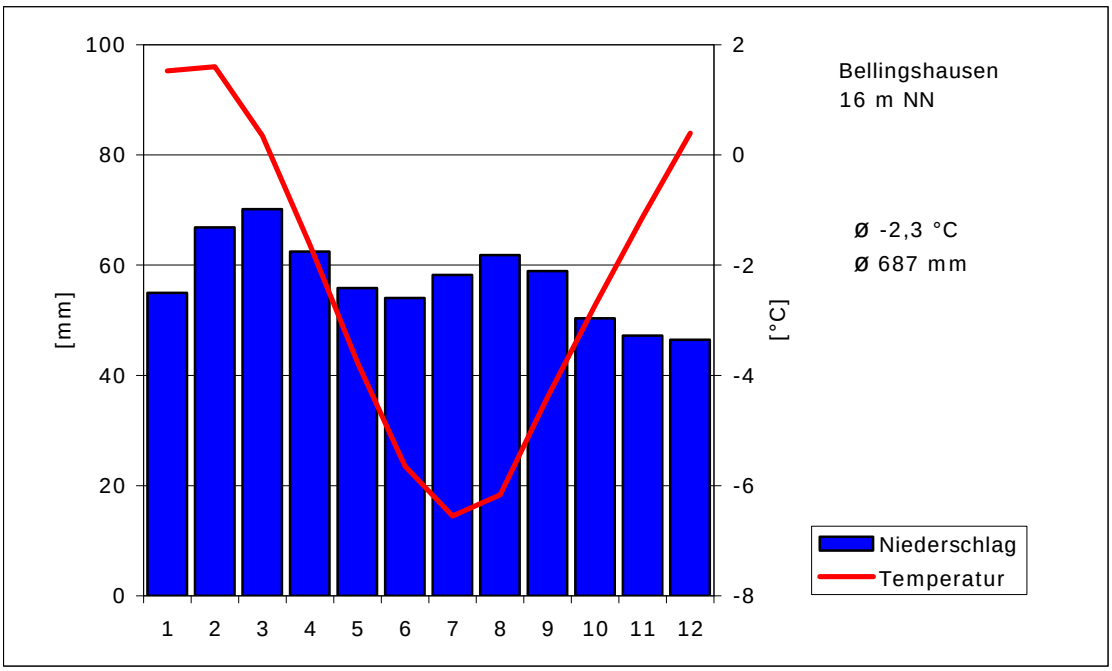


Abb. 2.5.-1: Monatsmittel von Temperatur und Niederschlag an der Station Bellingshausen der Jahre von 1969 bis 2005, dargestellt von Januar (1) bis Dezember (12) (nach AARI, 2006)

An der russischen Station Bellingshausen werden seit 1968 kontinuierlich meteorologische Messungen durchgeführt und Daten aufgezeichnet. Diese, für antarktische Verhältnisse lange Messreihe ermöglicht Angaben zu den lokalen Klimaverhältnissen und in begrenztem Umfang Aussagen über Klimatrends in der Maritimen Antarktis. Aus den vom AARI veröffentlichten Daten lässt sich für die Jahre 1969 bis 2005 ein Temperaturmittelwert von -2,3 °C und eine durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge von 687 mm ermitteln (AARI, 2006; Abb. 2.5.-1). Die

während des gesamten Jahres hohen Windgeschwindigkeiten erreichen von März bis Oktober die höchsten Werte. Das Jahresmittel liegt hier bei 7,34 m/s.
Die globalen Klimaveränderungen der letzten Jahre und Jahrzehnte schlagen sich an der Station Bellingshausen vor allem im Anstieg der Lufttemperatur während der Sommermonate (Dezember – Februar) nieder. So geben Turner et al. (2005) für den Zeitraum von 1969 bis 2000 einen Anstieg von 0,3 ± 0,2°C/10a an.

2.5.2. Meteorologische Bedingungen während der Projektfeldarbeiten

Das Wetter während der Projektfeldarbeiten unterschied sich phasenweise markant von den langfristigen Mittelwerten (Tab. 2.5.-1a – d). So waren die niedrigen Temperatur- und Niederschlagwerte vor allem im Dezember für die lang anhaltende Schneebedeckung während der Saison 2003/04 verantwortlich. Die Saison 2004/05 war hingegen von überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen geprägt.

Tab. 2.5.-1 a - d: Monatsmittel (Januar, Februar, Dezember) ausgewählter klimatischer Parameter an der Station Bellingshausen (AARI, 2006) während der Geländearbeiten des Projekts verglichen mit den langfristigen Mittel- und Extremwerten von 1968/69 bis 2005/06. Blaue Werte sind höher als das langfristige Mittel, während rote Zahlen darunter liegen. Fettgedruckte Werte liegen außerhalb des RMS-Fehlers bzw. der Standardabweichung.

Jahr	I	II	XII
2006	**2.7**	**2.4**	-
2005	1.3	1.9	0.0
2004	1.1	1.5	0.3
2003	-	-	**-1.3**
Mittel	1.6	1.6	0.4
Min	0.1	0.3	-1.3
Max	2.8	2.7	1.8
RMS	0.6	0.6	0.6

a: Lufttemperatur [°C]

Jahr	I	II	XII
2006	35.2	80.0	-
2005	55.5	79.8	**23.3**
2004	66.4	**38.0**	**67.4**
2003	-	-	**21.8**
Mittel	54.5	67.2	46.6
Min	13.5	22.7	16.1
Max	133.8	120.1	83.7
RMS	26.1	18.0	16.8

b: Niederschlag [mm]

Jahr	I	II	XII
2006	**5.3**	6.6	-
2005	**5.2**	**8.2**	6.4
2004	6.0	**5.9**	7.4
2003	-	-	6.3
Mittel	6.4	6.9	6.6
Min	5.2	5.2	4.2
Max	8.2	8.2	8.8
RMS	0.7	0.7	0.8

c: Bodennaher Wind [m/s]

Jahr	I	II	XII
2006	**8.3**	9.5	-
2005	9.6	8.9	**8.8**
2004	9.3	9.4	9.1
2003	-	-	9.2
Mittel	9.2	9.1	9.2
Min	7.5	7.5	8.5
Max	9.8	9.8	9.8
RMS	0.4	0.5	0.3

d: Bewölkung [1/10]

Starke Winde traten im Dezember und Februar auf, während der Januar bemerkenswert ruhig und bewölkt war. Während der Saison 2005/06 gab es im Dezember und Januar teilweise extrem wenig Bewölkung und geringe Niederschläge. Die Lufttemperaturen waren im Januar und Februar für die hiesigen Verhältnisse außergewöhnlich hoch, während die Windgeschwindigkeiten während der gesamten Saison, aber hauptsächlich im Januar, sehr gering waren.

2.6. Gewässer

2.6.1. Seen

Im eisfreien Bereich der Fildes Peninsula inklusive Ardley Island gibt es eine große Anzahl von Seen. Diese sind nur während der kurzen Sommermonate eisfrei und speisen sich vor allem durch Zuflüsse von Schmelzwasser der Schneebedeckung (Abb. 2.6.-1a & b). Einige Seen im nördlichsten Bereich von Fildes werden auch von Schmelzwassern des Collins-Gletschers gespeist. Auch Regen (siehe Kap. 2.5.) und Schmelzwasser aus der Auftauschicht des Permafrostbodens tragen zum Wasserhaushalt der Seen bei. Grundwasser spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle (Flügel, 1990). Die Seen im Gebiet unterliegen einer hohen zeitlichen Dynamik verschiedener Größenordnung. So wird der Wasserstand der erheblich durch Schmelzwässer gespeisten Seen von den Rhythmen der täglichen Witterung während der Sommermonate ebenso gesteuert, wie von der Schneemenge der Winter- und Herbstmonate oder dem langjährigen Abschmelzverhalten des Gletschers (Barsch et al., 1985).



Abb. 2.6.-1a & b: Ostseite des Kitezh Lake, a - zu Beginn und b - am Ende der Schneeschmelze (Fotos: Mustafa)

Besonders dynamisch ist die Situation der Seen im Gletschervorfeld aufgrund des Abschmelzen des Gletschers. Durch auftauendes Gletschereis in Moränenmaterial entstehen abflusslose Mulden in seinem Vorfeld oder Toteislöcher. Ebenso ist es möglich, dass Eisstauseen verschwinden. Die beschriebene Dynamik ist dafür verantwortlich, dass verschiedene Erfassungen der Seen zu geringfügig unterschiedlichen Ergebnissen führten. So enthält der Datensatz des SCAR KGIS-Projekts (Vogt et al., 2004) 109 Seen für Fildes und 4 für Ardley Island (Abb. 2.6.-2). Eigene Erhebungen im Rahmen der Kartierung der Brutgebiete vom *Parochlus steinenii* (siehe Kap. 4.5.12.) resultierten in einer Anzahl von 101 für Fildes und ebenfalls 4 für Ardley Island.

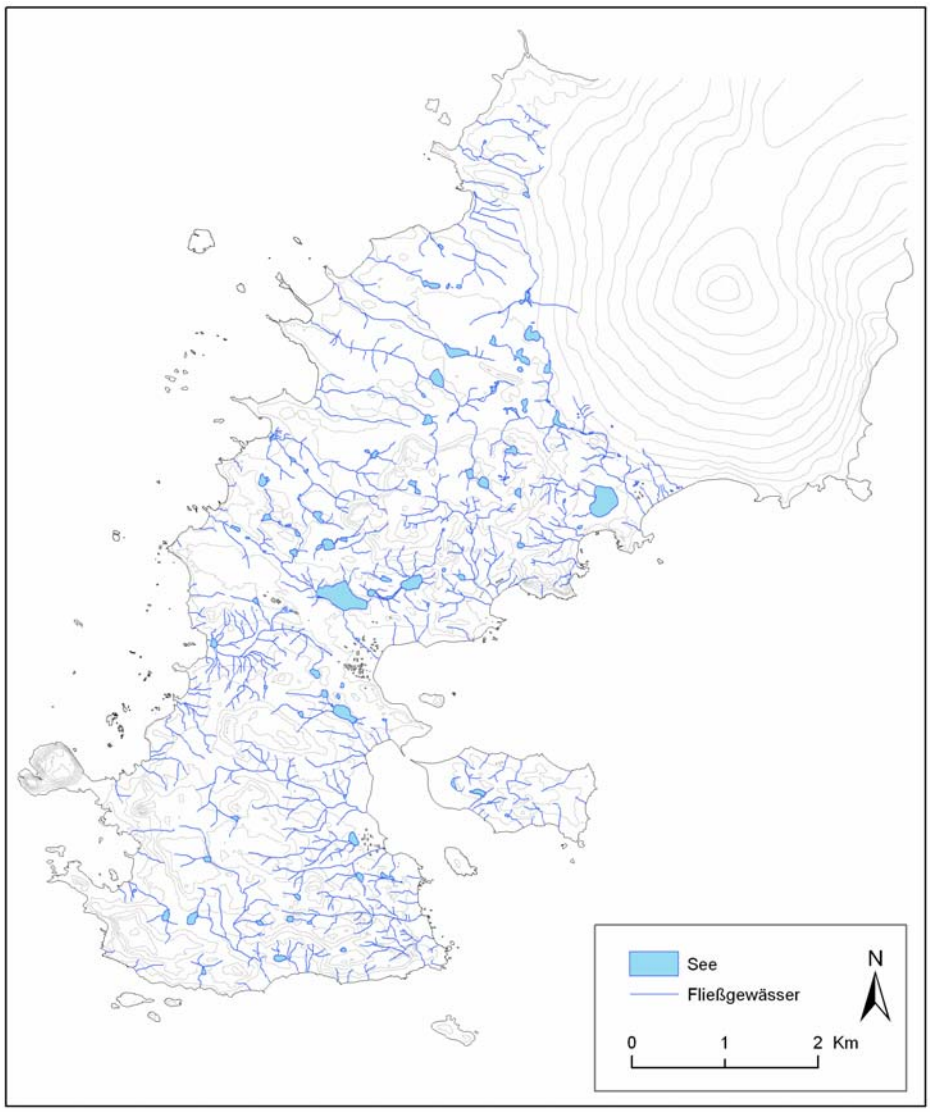


Abb. 2.6.-2: Seen und Fließgewässer der Fildes Region entsprechend dem SCAR KGIS-Datensatz

Der Wasserstand der Seen wird sowohl von der Dynamik der Wasserzufuhr als auch durch den Abfluss erheblich beeinflusst. Am stabilsten ist er daher, wenn sich Gletscher oder permanente Firnfelder in seinem Einzugsgebiet befinden sowie ein als Überlauf fungierender Abfluss vorhanden ist. Ein typisches Beispiel für eine solche Situation ist der Kitezh Lake in der Zentralpassage.

2.6.2. Fließgewässer

Die Fildes Region weist ein dichtes Netz an Fließgewässern auf. Meist handelt es sich dabei um kurze, oftmals periodische Bäche. Nur wenige erreichen eine Länge von mehr als einen Kilometer. Deren Wasserstand ist stark abhängig von der Witterung und wird am stärksten von der Schneeschmelze gesteuert. Laut Datensatz des SCAR KGIS-Projekts (Abb. 2.6.-2) beträgt die Gesamtlänge des Fließgewässernetzes 154,3 km. Typisch für Periglazialgebiete ist die große Zahl kurzer, oftmals nur wenige Meter langer Bäche, die nur während der Abschmelzphase eines begrenzten Schneefeldes aktiv sind (Abb. 2.6.-3). Ursache ist die bereits in Kapitel 2.6.1. geschilderte starke Steuerung durch die Schneeschmelze aufgrund nur geringer Speichermöglichkeiten des periglazialen Untergrundes. Lediglich Fließgewässer, deren Vorfluter ein See mit stabilem Wasserspiegel ist, haben einen etwas gleichmäßigeren Abfluss während der Sommermonate, der jedoch im Winter im gesamten Gebiet nahezu zum Erliegen kommt.



Abb. 2.6.-3: Periodischer Bach im ausgetrockneten Zustand (Foto: Wilbert)

3. Material und Methoden

3.1. Umweltsituation terrestrisch

Neben eigenen Erfassungen zur Umweltsituation im terrestrischen Bereich wurden Daten einbezogen, die uns die Stationen zur Verfügung gestellt haben. Wenn Daten im Gelände der Stationen erfasst wurden, dann erfolgte dies in Abstimmung mit dem/den Verantwortlichen der jeweiligen Station.

3.1.1. Historie der Forschungsstationen

Die Angaben zu Mitgliederzahlen der Stationen Frei und Escudero wurden z. T. verfügbaren COMNAP-Informationen entnommen. Alle übrigen Daten stammen aus persönlichen Befragungen der jeweiligen Stationsleiter.

3.1.2. Müllverbreitung und Müllmanagement

Das Vorhandensein großer Mengen anthropogenen Materials zeugt von der langen menschlichen Präsenz auf Fildes Peninsula. Da sich dieses nicht nur auf die Umgebung der Stationen und Feldhütten beschränkt, sondern weit verbreitet und auch in entlegenen Gebieten zu finden ist, wurde in den Feldsaisons 2003/04 und 2004/05 eine umfassende Müllkartierung durchgeführt. Ausgenommen von der Kartierung wurden nur die unmittelbaren Stationsgelände.

Systematisch erfasst wurden alle anthropogenen Objekte, von Einzelfunden von mindestens Handflächengröße bis zu großflächigen Müllablagerungen. Neben der Erfassung der Koordinaten mittels GPS (Garmin 72) und der Klassifizierung des gefundenen Materials (Metall, Holz, Kunststoff, Glas, Gefahrgut oder Biomüll) wurden die Objekte grob beschrieben. Als Gefahrgut wurden Objekte wie Batterien, volle und leere Behälter mit Öl, Farben und diversen Chemikalien, z. B. chlorhaltige Putzmittel, betrachtet, da diese die Umgebung verunreinigen und schädigen können. Weiterhin wurden die Entsorgungsart (Ablagerung, Verbrennung oder Vergraben) bzw. Herkunft (Strandgut, Verwehung oder Zerfall) und, sofern möglich, der jeweilige Verursacher bestimmt. Die Funde wurden nur dann als aktuell eingestuft, wenn ersichtlich war, dass sich das Material erst seit kurzem im Gelände befand. Wurden an einem Fundpunkt sowohl alte als auch neue Objekte gefunden, wurde der aktuelle Fund „höher“ bewertet und der jeweilige Fundpunkt somit als aktuell eingestuft. Mehrere nah beieinander befindliche Objekte wurden als ein Fund zusammengefasst. Besonders auffallende, aktuelle oder potentiell gefährliche oder die Umgebung bereits verunreinigende Funde wurden anhand von Fotos dokumentiert.

Erwies sich die Müllverbreitung z. B. durch große Mengen von dicht verstreutem Abfall lokal als zu umfassend, um punktuell eingemessen werden zu können, wurde die so genannte vermüllte Fläche mittels GPS (Novatel smart antenna™) als Polygon erfasst und entsprechend klassifiziert.
In der Vergangenheit wurden Stationsabfälle gewöhnlich auf Müllplätzen in der unmittelbaren Umgebung der jeweiligen Station entsprechend der seinerzeit üblichen Vorgehensweise entsorgt, d. h. deponiert, vergraben oder offen verbrannt. Im letzten Jahrzehnt wurden die Deponien überwiegend abgetragen, teilweise wurden Flächen mit Erdreich bedeckt und planiert. Deutliche Spuren an der Bodenoberfläche zeugen jedoch häufig von der historischen und z. T. aktuellen Nutzung der Flächen zur Entsorgung von Stationsabfällen durch Ablagerung, Verbrennen oder Vergraben. Im Rahmen der Müllkartierung wurde die vollständige Erfassung dieser Areale angestrebt. Alle erkennbaren Müllplätze wurden mittels GPS (Novatel smart antenna™) erfasst und klassifiziert. Dazu wurden Befragungen ortskundiger Personen, Sichtung vorhandenen Fotomaterials und Identifizierungen vor Ort durchgeführt.
Veränderungen der Bodenoberfläche wie natürlich auftretende Kryoturbation des Permafrostbodens oder vorsätzliche Erdbewegungen zur Abdeckung der entsprechenden Flächen können jedoch früher sichtbare Zeichen von Müllentsorgung derart verwischt haben, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit der als Müllplätze erfassten Flächen erhoben werden kann.
Alle Informationen zum aktuellen Müllmanagement der Stationen der Fildes Peninsula wurden sowohl durch Befragung sachkundiger Stationsmitglieder, Besichtigungen der Anlagen zur Müllsammlung und -behandlung als auch durch Beobachtungen des Alltagsgeschehens gewonnen.

3.1.3. Eintrag von organischer Substanz

Um den terrestrischen Eintrag von organischer Substanz im Gebiet der Fildes Peninsula zu erfassen, wurden in der Saison 2004/05 ergänzend zur bereits erfolgten Müllkartierung (siehe Kap. 3.1.2.) alle Brutterritorien von Skuas (*Catharacta antarctica lonnbergi, C. maccormicki*) und, sofern zugänglich, alle Nester und Fressplätze von Dominikanermöwen (*Larus dominicanus*) systematisch auf anthropogene Nahrungsreste hin kontrolliert. Die Kartierung erfolgte flächendeckend im Untersuchungsgebiet und umfasste sowohl aktuelle als auch ältere, unbesetzte Nester und Fressplätze. Alle so genannten Biomüllfunde wurden, sofern sie sich mindestens 20 m voneinander entfernt befanden, mit GPS eingemessen und nach Alter und Herkunft klassifiziert. Hierbei wurden nur eindeutig frische anthropogene

Nahrungsreste als aktuell eingestuft, da bei den Übrigen das Alter nicht ermittelt werden konnte.
Zur Vervollständigung der Kartierung wurden Daten früherer und aktueller Studien einbezogen, in denen für qualitative Untersuchungen der Zusammensetzung der Skua-Nahrung sämtliche unverdauliche Nahrungsreste an den Nestern abgesammelt wurden. Ebenso wurden Angaben über Skua-Küken, die beim Auswürgen von anthropogener Nahrung beobachtet wurden, berücksichtigt. Vergleichbare Daten der Jahre 2000/01 bis 2002/03 aus der Umgebung der chinesischen Station wurden durch den chinesischen Biologen Zipan Wang zur Verfügung gestellt. Zu diesen Funden lagen keine Angaben zum Alter der Proben vor.
Um aufzuzeigen, in welchem Radius die Verbreitung von organischen Stationsabfällen durch Skuas und Möwen erfolgt, wurde anhand der GPS-Koordinaten die Entfernung der einzelnen Fundpunkte zur jeweils nächsten Station rein rechnerisch ermittelt. Hierfür wurden alle Stationen bzw. Stationsteile mit eigener Lebensmittelversorgung bzw. Küche (Escudero, Marinestation Capuerto, Flughafenhotel) getrennt einbezogen, da dort jeweils Beschaffungsmöglichkeiten von Küchenabfällen für Skuas existieren.

3.1.4. Treibstofftanklager

Ergänzend zu verschiedenen veröffentlichten Inspektionsberichten der Antarktis-Vertragsstaaten (ATCM, 1999a, 2001a, 2005a) wurden Informationen über vorhandene Treibstofflager der Fildes Peninsula gesammelt. Angaben über den Treibstoffverbrauch der Stationen stammen aus Befragungen sachkundiger Stationsmitglieder.

3.1.5. Ölverunreinigungen

Für die Erfassung aktueller Kontamination der Fildes Peninsula und Insel Ardley durch Kohlenwasserstoffe wurde in allen drei Feldsaisons jede außerhalb der Stationsgelände sichtbare Ölverunreinigung der Boden- und Wasseroberfläche kartiert und mittels GPS eingemessen. Zudem wurden, sofern möglich, alle innerhalb der Stationen erkennbaren Kontaminationen registriert. Da die fragwürdige Praxis der schnellen Abdeckung kontaminierter Flächen mit Kies oder Sand jedoch noch immer regelmäßig angewandt wird, ist die reelle Kontaminationssituation im Untersuchungsgebiet mit der durchgeführten Kartierung keinesfalls vollständig darstellbar. Für eine umfassendere Untersuchung des Ausmaßes der Ölverschmutzung im Gebiet müssten Bodenproben analysiert werden, was den Rahmen der vorhandenen technischen und finanziellen Möglichkeiten überschritten hätte, so dass sich auf die Kartierung der sichtbaren Kontaminierung beschränkt wurde. Zwischen Verunreinigungen durch Diesel, Benzin oder Schmiermittel wurde dabei nicht unterschieden.

3.1.6. Gasförmige Emissionen durch Dieselgeneratoren

Da keine exakten Informationen über die Menge gasförmiger Emissionen ermittelt werden konnten, wurden die in den jeweiligen Stationen bei der Energieerzeugung verbrauchten Treibstoffmengen miteinander verglichen, was lediglich eine Gewichtung der in den Dieselgeneratoren der Stationen erzeugten Emissionsmengen erlaubte.

3.1.7. Gasförmige Emissionen durch Fahrzeuge

Informationen über den Treibstoffverbrauch und den Abgasausstoß der stationseigenen Fahrzeuge waren nicht für alle Stationen verfügbar. Daher kann keine Aussage über die exakte Menge der gasförmigen Emissionen der Kraftfahrzeuge getroffen werden. Anhand der Anzahl und Nutzungsfrequenz der stationseigenen Fahrzeuge konnte aber ein Vergleich der Emissionsmengen erfolgen.

3.1.8. Lärmemissionsquellen

Permanente und temporäre Lärmemissionsquellen wurden räumlich erfasst und nach ihrer Häufigkeit kategorisiert. Dieselgeneratoren wurden als permanente, Land-, Schiff- und Flugverkehr als temporäre Lärmquellen klassifiziert. Kettenfahrzeuge kommen meist solange zum Einsatz, bis der Schnee auf den Straßen geschmolzen war. Danach fahren bis zum Ende der Sommersaison LKWs und Geländefahrzeuge. Da Straßen, Wege und Flugrouten unterschiedlich häufig genutzt wurden, erfolgte eine Kategorisierung in „selten“ und „häufig“.

3.1.9. Flächenverbrauch durch die Stationen

Der Datensatz zu den Bauwerken der Fildes Region wurde aus verschiedenen Datenquellen erstellt. Als Basis diente der Datensatz des SCAR KGIS-Projekts (Vogt et al., 2004). Diese Daten wurden im Gelände z. T. überprüft. Bei der Nachführung der Veränderungen konnte z. T. auf Kartierungen der Stationen (CACSM, 2005) oder auf eigene Kartierarbeiten zurückgegriffen werden.
Die Ausdehnung der Stationsgelände wurde nach den Kriterien der Flächenausdehnung der Gebäude und der regelmäßigen Flächennutzung durch Aktivitäten des Stationsbetriebs kartiert. Eine eindeutige Grenzziehung ist hier jedoch in einigen Fällen schwierig, insbesondere wenn die Fläche aktuell nicht mehr genutzt wird.

3.1.10. Nutzung von Feldhütten

Um aktuelle Informationen über Zustand und Nutzung von Feldhütten auf der Fildes Peninsula und der Insel Ardley zu erhalten, wurden diese eingehend besichtigt. Ergänzend dazu wurden Stationspersonal und Wissenschaftler befragt sowie ein

vorhandenes Hüttenbuch, verschiedene Internet-Quellen, technische Berichte von Überwinterern und auf internationalen Meetings veröffentlichte Berichte gesichtet und ausgewertet.

3.1.11. Wegenetz zwischen den Stationen, Flugplatz und Gebäuden (Hütten)

Die das Wegenetz der Fildes Peninsula bildenden Hauptwege wurden aus dem Datensatz zur Verbreitung von Fahrspuren (siehe Kap. 3.1.13.) gewonnen. Über die dort enthaltenen Polygon-Daten der Kategorie „Häufiger Verkehr“ wurde ein Liniendatensatz digitalisiert. Lediglich im Gelände der Stationen, wo eine sinnvolle Kartierung von Fahrspuren aufgrund der intensiven vielfältigen Nutzung nicht möglich war, wurden die Hauptwege anhand der Daten des SCAR KGIS-Projekts (Vogt et al., 2004) digitalisiert.

3.1.12. Nutzung des Wegenetzes

Um die Nutzung des Wegenetzes, das die Stationen der Fildes Peninsula miteinander verbindet, exemplarisch für eine Saison darzustellen, wurden von Dezember 2003 bis März 2004 alle beobachteten Fahrzeugbewegungen zwischen den Stationen erfasst. Dabei wurde eine Hin- und Rückfahrt zusammen nur einfach gezählt. Sofern bekannt wurde auch der explizite Anlass der Fahrten registriert. Einzelne wenige Fahrten mit bekanntem, aber sehr selten registrierten Zweck wurden in der Rubrik „Diverse Fahrten“ zusammengefasst.

Fahrzeugverkehr zwischen den unmittelbar benachbarten bzw. ineinander übergehenden Stationen Bellingshausen, Escudero und Frei wurde nicht in die Betrachtung einbezogen, da hierbei keine Flächennutzung außerhalb der Stationsgelände stattfand.

Eine lückenlose Registrierung des gesamten Straßenverkehrs war unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht möglich. Deshalb handelt es sich bei der ermittelten Fahrtenzahl nur um eine Mindestangabe, die dennoch eine Einschätzung der Nutzung des Wegenetzes der Fildes Peninsula ermöglicht.

3.1.13. Fahrspuren außerhalb des etablierten Wegenetzes

Zur Einmessung der Fahrspuren wurden Einfrequenz-12-Kanal-(D)GPS-Empfänger der Marke Novatel smart antenna™ verwendet. Bei den Fahrspuren handelt es sich z. T. um komplizierte Geometrien z. B. mit Längen von mehreren Kilometern aber Breiten von wenigen Metern. Dadurch war es nötig, die Messgenauigkeit zu erhöhen, um keine negativen Flächen entstehen zu lassen. Deshalb wurde die Methode der Differentiellen GPS-Messung angewandt. Dafür wurden Korrekturdaten der deutschen Empfangsstation O’Higgins (63°19' S, 57°54' W) verwendet.

Bei den Messungen im Gelände wurden die Ränder der zerfahrenen Flächen umlaufen, während die am Rucksack montierten Geräte mit einer Rate von 1 Hz die Rohdaten als Messpunkte aufzeichneten. Dabei wurden die Fahrspuren in drei Kategorien eingeteilt:

- „Häufiger Verkehr“ (stark ausgefahrene Spur, nahezu tägliche Benutzung)
- „Gelegentlicher Verkehr“ (deutlich ausgefahrene Spur, wiederholte Benutzung)
- „Geringer Verkehr“ (vereinzelte Fahrspuren, kein regelmäßiger Verkehr)

Enthielt ein Areal Flächen anderer Kategorie, wurden diese als Inselflächen besonders markiert, um sie später aus der größeren Fläche herausschneiden zu können. In diesem Fall wurden vereinzelt auch Inselflächen mit der Kategorie „kein Verkehr“ vermessen.
Zur Vorbereitung des Postprocessings mussten die Rohdaten mit Hilfe des Programms CMC2RNX aus dem CMC-Format in das DGPS-taugliche Rinex-Format überführt werden. Das eigentliche Postprocessing der gemessenen Rohdaten mit den Korrekturdaten wurde mit der Software SoftSurv von Novatel durchgeführt. Die auf diese Weise erhaltenen Koordinaten für die einzelnen Messpunkte wurden in die Software ArcGIS importiert und dort erst zu Linien- und dann zu Polygondatensätze verarbeitet. Die Ausreißerkorrektur fand manuell statt. Überlappende Polygone wurden durch Geoprocessing-Funktionen (Clipping) beseitigt.
Aus der beschriebenen Kartierung der Fahrspuren lässt sich indirekt auf die Häufigkeit des Fahrzeugverkehrs schließen. Jedoch muss beachtet werden, dass die Ausprägung der Fahrspuren neben der Häufigkeit der Befahrung auch von der Regenerationsfähigkeit und der Widerstandsfähigkeit des Substrates abhängt. So verschwinden beispielsweise Fahrspuren an Hängen mit starker Kryoturbation um Größenordnungen schneller als in moosbedeckten Ebenen, während die Befahrung von z. B. grobblockigem Strandmaterial in diesem kaum Spuren hinterlässt.

3.1.14. Winternutzung

Da keine eigenen Daten zur Winternutzung gewonnen werden konnten, dienten Befragungen überwinternder Stationsmitglieder zur Erfassung winterlicher Aktivitäten auf der Fildes Peninsula. In Zusammenarbeit mit erfahrenen Überwinterern wurde eine Übersicht über die Raumnutzung durch Motorschlitten (z. B. vom Typ Ski-Doo) und Kettenfahrzeuge erstellt.

3.1.15. Flugverkehr

Aufgrund der geographischen Lage und der durch die Existenz des chilenischen Flugplatzes Tte. Marsh gebotenen Möglichkeiten spielt die Fildes Peninsula eine bedeutende Rolle als logistisches Zentrum der Antarktis. Neben den Start- und

Landemöglichkeiten sind Fildes-basierte Meteorologie- und Sicherheitsdienstleistungen für den Flugverkehr im Bereich der Antarktischen Halbinsel und der Westantarktis (z. B. Rothera, Patriot Hills) von großer Bedeutung. So erhalten nach Auskunft des Flugplatzpersonals alle das Gebiet in großer Höhe überfliegenden Luftfahrzeuge reguläre Funkunterstützung vom Kontrollturm von Tte. Marsh durch das Personal der chilenischen Luftfahrtbehörde DGAC. Sämtliche Landungen und Starts auf Fildes erfolgen auf Sicht, lediglich mit Funk- und Leuchtfeuerunterstützung, so dass jegliche Flugoperationen sehr stark wetterabhängig sind. Alle weiteren flugrelevanten Informationen sind dem AFIM zu entnehmen (COMNAP, 1991).
Da vom Kontrollturm keine Informationen über das Maß der Nutzung des Luftraumes bzw. der Flugrouten in der Fildes Region registriert werden, erfolgte während des Untersuchungszeitraums eine systematische Erfassung möglichst aller Überflüge über die Fildes Region, sofern diese in relevanter vertikaler oder horizontaler Distanz stattfanden. Besondere Beachtung fanden dabei Überflüge über Ardley Island aufgrund des Schutzstatus der Insel als ASPA No. 150.
Für jeden einzelnen Überflug wurde ein möglichst großes Spektrum von Informationen erfasst, wie Datum, Uhrzeit, Flugroute und -höhe, Fluggeräte -Typ, Identität, erfolgte Starts oder Landungen. Dabei wurden die Flugzeuge eingeteilt in größere (Düsenjets, Hercules C-130) und kleinere, bis auf eine Ausnahme stets zweimotorige Flugzeuge (z. B. Dash-7, Twin Otter). Eine Unterscheidung der verschiedenen Helikopter-Typen erfolgte nur zur besseren Identifikation, da es sich mit einer Ausnahme stets um zweimotorige Modelle handelte (BO-105, Bell 212, Lynx Mk3).
Bei geeignetem Beobachterstandort wurde die Flughöhe mittels Rangefinder-GPS-System gemessen oder aber geschätzt. Zusätzlich wurden die beobachteten Flugrouten anhand eines mitgeführten Kartenabschnitts skizziert und im Nachhinein digitalisiert. Ergänzend wurden Angaben von Wissenschaftlern zu Ardley Island betreffende Überflughöhen oder Annäherungsdistanzen hinzugezogen.
Vorhandene Überflugsdaten aus drei dem Untersuchungszeitraum vorangegangenen Saisons erlaubten einen Vergleich der Flugaktivitäten innerhalb des Zeitfensters zwischen 20. Dezember und 20. Januar über sechs aufeinander folgende Jahre hinweg.
Da nur selbst beobachtete Flugbewegungen erfasst wurden, handelt es sich bei den ermittelten Überflugszahlen um Mindestangaben. Aus Kenntnis sicher erfolgter Starts oder Landungen ermittelten wir eine Fehlerquote durch nicht beobachtete Überflüge von unter 10 %, wobei der höchste Anteil der hohen Mobilität der Helikopter geschuldet ist. So sind Flüge der Bordhelikopter der Schiffe „Xuelong“ und „Endurance“ in den Ergebnissen wahrscheinlich unterrepräsentiert, da diese vor allem

über dem Süden von Fildes Peninsula und der Südküste von Ardley Island stattfanden und somit für Beobachter weniger gut sichtbar waren.
Eine eindeutige Zuordnung der Flüge nach ihrer Funktion bzw. ihrem Zweck (Tourismus, Fracht- oder Personentransport) konnte nur bei eindeutig touristischen Flügen erfolgen, da i. d. R. bei einem Großteil der Flüge je nach Platzkapazität eine bestimmte Anzahl Passagiere zusammen mit Fracht transportiert werden. Im Gegensatz zum Schiffsverkehr in der Maxwell Bay (siehe Kap. 4.2.15.) konnten durch Befragung vor Ort nur sehr eingeschränkt Informationen über die Anzahl der Flugpassagiere in Kenntnis gebracht werden. Deshalb wurden für Aussagen über die Entwicklung des Flugverkehrs von der chilenischen Luftfahrtbehörde DGAC veröffentlichte Statistiken herangezogen.
Da die Erfassungszeiträume der drei Feldsaisons nicht identisch sind, beziehen sich nachfolgenden Ergebnisse jeweils auf den Zeitraum von 79 Tagen zwischen 10. Dezember und 26. Februar, in dem jeweils von allen drei Saisons entsprechende Beobachtungen vorliegen. Dies ermöglicht eine bessere Vergleichbarkeit des erfassten Flugverkehrs, da v. a. zu Beginn und gegen Ende des Antarktischen Sommers das Wetter dabei eine große Rolle spielt.
Neben der Skizzierung der beobachteten Flugrouten in mitgeführte Karten erfolgten hochpräzise Messungen mit Hilfe des Rangefinder-GPS-Systems (Mustafa et al., 2005). Dieses gemeinsam mit D. Bertges (Bertges Vermessungstechnik) entwickelte System ermöglicht es, von jedem beliebigen Standort aus absolute Koordinaten von schwer zugänglichen oder beweglichen Objekten zu ermitteln, wie z. B. Schiffe oder Flugzeuge. Dafür wurde ein Einfrequenz-12-Kanal-GPS-Empfänger (Novatel smart antenna™) mit einem Laserentfernungsmesser (Leica Vector™ Aero für 2003/04 und 2004/05 bzw. Vectronix Vector™ 21 für 2005/06) kombiniert, welcher auch einen digitalen Kompass und ein Inklinometer enthält. Diese Geräte ermöglichen Messungen in bis zu 4.000 m (bzw. 10.000 m) Entfernung bei einer Genauigkeit von ± 3m (bzw. 5 m). Die durch das GPS ermittelten absoluten Positionsdaten des Beobachters und die durch den Laserentfernungsmesser ermittelten relativen Positionsdaten des Beobachtungsobjekts wurden in einem geländetauglichen Taschencomputer (Panasonic Toughbook CF-P1) zusammengeführt. Dies geschah mit Hilfe einer im Rahmen dieser Arbeiten entwickelten Applikation für die Kartiersoftware ArcPad™ (ESRI) oder der Datenaufzeichungssoftware NmeaLog (Bertges Vermessungstechnik). Bei fehlendem GPS-Empfang kann die Messung trotzdem durchgeführt werden, wenn die Koordinaten der Beobachterposition bekannt sind.

Mit dem beschriebenen System sind Messungen in 4-Sekunden-Intervallen möglich. Die Reichweite der Messungen ist abhängig von den Sichtbedingungen. Bei Schnee, Regen und Nebel kann diese stark reduziert oder eine Messung ganz unmöglich sein.

3.1.16. Schiffs- und Zodiak-Verkehr

Angesichts der besonderen logistischen Bedeutung der Fildes Peninsula ist die Maxwell Bay sehr häufig Anlaufpunkt für Schiffe aller Art. Ziel der Registrierung des Schiffsverkehrs im für die Fildes Peninsula relevanten Bereich der Bucht war die exakte Erfassung aller Schiffsbewegungen. Das beobachtete Areal entspricht dem den Stationen King Sejong (Südkorea), Artigas (Uruguay), Bellingshausen (Russland), Frei (Chile) und Great Wall (China) vorgelagerten Bereich der Maxwell Bay. Routinemäßig werden von der chilenischen Marinestation Capuerto Daten über ankommende Schiffe gesammelt. Da diese sich jedoch hinsichtlich der Anzahl der beobachteten Schiffe von unseren eigenen Beobachtungen unterschieden (bis zu 40 % weniger Schiffe durch die Marinestation gezählt), erfolgte eine eigene, unabhängige Datenaufnahme. Neben Ankunfts- und Abfahrtszeiten wurden nach Möglichkeit alle Informationen über den jeweiligen Grund der Anwesenheit, Anzahl der Besatzungsmitgliedern und Touristen, etc. erfasst. Für eine Darstellung der räumlichen Nutzung der Maxwell Bay durch Schiffe wurden die Ankerplätze bzw. Aufenthaltsorte der Schiffe mit Hilfe des Rangefinder-GPS-Systems exakt lokalisiert.

Im Rahmen der durchgeführten Erfassung erfolgte eine Einordnung der Schiffstypen nach der primären Funktion des Schiffes in der Antarktis. Diese kann jedoch dem eigentlichen Grund des jeweiligen Ansteuerns der Maxwell Bay widersprechen, denn die Mehrzahl der die Maxwell Bay anlaufenden Schiffe vereint zeitgleich mehrere verschiedene Funktionen, z. B. Stationsversorgung, Personen- und Materialtransport, Forschungsaufgaben, Anlandung oder Evakuierung von Touristen. Beispielsweise dienen einige Kreuzfahrtschiffe unterstützend dem Wissenschaftlertransport oder der Stationsversorgung und werden z. T. sogar eigens für diese Zwecke von nationalen Antarktis-Programmen gechartert (z. B. ATCM, 2004a). Andererseits erfüllen Versorgungsschiffe oft auch Forschungsaufgaben und umgekehrt, während andere wiederum zur kommerziellen Unterstützung der nationalen Programme Touristen die Möglichkeit zur Mitreise anbieten. Für eine einheitliche Einordnung der Schiffe waren deshalb die Angaben des jeweiligen Schiffsbetreibers ausschlaggebend.

Zusätzlich wurden anhand verschiedener Quellen (z. B. COMNAP, IAATO, Schiffsbetreiber) Informationen über etwaige Eisklassen bzw. Eisverstärkungen der Schiffe gesammelt, da dies einen wichtigen Sicherheitsfaktor darstellt.

Da i. d. R. verlässliche Angaben nationaler Betreiber über die Zahl der in der Antarktis operierenden Schiffe fehlen, wurden beispielhaft der im Gebiet sehr häufige Schiffstyp der Kreuzfahrtschiffe ausgewählt, um einen möglichen Trend zur Anzahl der im Gebiet der Antarktischen Halbinsel verkehrenden Kreuzfahrtschiffe aufzuzeigen. Dazu wurden von der IAATO veröffentlichte Statistiken der Jahre 1996/97 bis 2006/07 herangezogen (http://www.iaato.org; ATCM 2007a). Nicht einbezogen wurden Yachten, da diese während dieses Zeitraums mit sehr unterschiedlicher Genauigkeit erfasst wurden. Ergänzt wurden diesen Daten durch selbst beobachtete, in der Statistik nicht geführte Schiffe.
Neben Schiffen agieren in der Maxwell Bay ebenfalls stations- und schiffseigene Landungsboote, die unregelmäßig und überwiegend für den Transport größerer Lasten, selten auch zum Personentransport, eingesetzt werden. Diese Fahrten wurden ebenfalls erfasst. Um einen weiteren speziellen Bootstyp handelte es sich bei zwei 2004/05 und 2005/06 zu wissenschaftlichen Zwecken eingesetzten Beibooten, den so genannten SMBs (survey motor boat), des britischen Forschungsschiffes „HMS Endurance“.
Schlauchboote vom Typ Zodiak oder vergleichbarer Bauart sind ein sehr häufig genutztes Mittel, um kurze Distanzen auf dem Seeweg zu überwinden. Auf diese Weise werden Personen und kleinere Frachtmengen zwischen Stationen und Schiffen transportiert oder Wissenschaftler zu ihren Einsatzorten in der Umgebung der Fildes Peninsula gebracht. Gelegentlich werden Zodiaks auch zu Ausflügen von Stationspersonal genutzt, so beispielsweise zum Angeln. Vereinfachend wird im Folgenden der Begriff „Zodiak“ gebraucht, der Boote ähnlichen Typs einschließt.
Die Nutzung dieser Schlauchboote innerhalb des relevanten Bereichs der Maxwell Bay wurde nach Möglichkeit registriert. Der Einsatz von Zodiaks und deren Betreiber konnte i. d. R. durch Beobachtung oder Befragung ermittelt werden.
Um trotz unterschiedlicher Erfassungszeiträume während der drei Feldsaisons einen Vergleich des sommerlichen Schiffs- und Zodiak-Verkehrs in der Maxwell Bay zu ermöglichen, beziehen sich alle dargestellten Ergebnisse auf den Zeitraum 10. Dezember bis 26. Februar, für den jeweils von allen drei Saisons entsprechende Beobachtungen vorliegen.

3.1.17. Bau der russischen Kirche

Die Errichtung einer Kirche auf dem Gelände der russischen Station Bellingshausen (ATCM, 2004b) wurde von Beginn an beobachtet und dokumentiert. Zusätzliche Informationen stammen aus der Befragung von Stationsmitgliedern. Auf eine gesonderte GPS-Kartierung der von den Baumaßnahmen beeinflussten Flächen wurde verzichtet, da es sich zum einen überwiegend um Stationsgelände bzw. unmittelbar

daran angrenzendes Gelände und zum anderen um eine stark durch Müllablagerung und Fahrspuren degradierte Fläche handelte, die bereits jeweils im Rahmen der Kartierungen der Mülllagerplätze und der Fahrspuren erfasst wurde (siehe Kap. 4.2.2. & 4.2.12.).

3.1.18. Flughafenausbau

Bereits vor Baubeginn des Flughafenausbaus zur Errichtung einer Flugzeug-Parkzone wurden alle im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durch die zuständige chilenische Behörde „Comisión Nacional del Medio Ambiente“ (CONAMA) veröffentlichten Informationen (http://www.e-seia.cl/portal/busquedas/antarticos.php) ausgewertet. Als Grundlage diente die für dieses Projekt angefertigte IEE der Antragsteller „Dirección Regional de Aeropuertos (DAP), XII Región de Magallanes y Antártica Chilena” und “Ministerio de Obras Públicas (MOP)”.

Nach Abschluss aller außerhalb des Flughafens ausgeführten Bautätigkeiten erfolgte die Kartierung aller von mechanischer Degradation betroffenen Flächen. Dafür wurden diese Bereiche mit Hilfe von Novatel smart antenna™ GPS unter Verwendung des Datenmodells „Polygon“ eingemessen (s. o.). Wenn das Gelände ein exaktes Ablaufen der Außengrenzen der Flächen mit GPS nicht erlaubte (z. B. exponierter Steilhang) wurde ausnahmsweise auf Sicht kartiert. Zusätzlich zur Flächengeometrie wurde vermerkt, ob es sich um eine Materialentnahme, eine Aufschüttung oder eine Umlagerung von Material handelt. Neben einer Abschätzung der Tiefe bzw. Höhe der Form zur alten Oberfläche wurden auch Auffälligkeiten wie Schrottablagerung oder Vegetationszerstörung erfasst. Aufgenommen wurden nur deutlich dem Baugeschehen zuordenbare größere Flächen. Nicht aufgenommen wurde dagegen die Vielzahl kleinerer Gruben und Aufschüttungen, die durch Sondierungsarbeiten in weiten Teilen des Gebietes entstanden.

3.2. Umweltsituation küstennah

3.2.1. Abwasser-Eintrag in die Maxwell Bay

Bei allen Stationen der Fildes Peninsula wird das durch den Stationsbetrieb anfallende Abwasser ins Meer eingeleitet. Unterschiede zwischen den Stationen existieren sowohl in der Abwassermenge als auch im augenscheinlichen Grad der Verunreinigung des eingeleiteten Abwassers, die die technischen Standards der Abwasserbehandlung der jeweiligen Station widerspiegeln. Der Abwassereintrag in die Maxwell Bay war im Rahmen des Projekts nicht quantifizierbar; zur Abschätzung der eingeleiteten Menge konnte jedoch die Menge des genutzten Trink- und Brauchwassers herangezogen

werden. Der tägliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch wurde anhand des von den Stationsleitern oder qualifiziertem Personal angegebenen Wasserverbrauchs sowie der Zahl der in den Stationen arbeitenden Personen berechnet (siehe Kap. 4.1.1.). Dabei wurde die saisonalen Veränderungen der Anzahl des Stationspersonals im Sommer (4 Monate) bzw. Winter (8 Monate) berücksichtigt.

3.2.2. Erfassung des Mülls am Ufer der Maxwell Bay und der Drake-Küste

Eine separate Erfassung des Mülls am Ufer der Maxwell Bay und der Drake-Küste erfolgte nicht, da alle erreichbaren Küsten bereits im Rahmen der Müllkartierung auf jegliches anthropogenes Material hin kontrolliert wurden (siehe Kap. 3.1.2. und 4.2.2.). Bei erkennbarer Aufschrift auf den gefundenen Objekten wurde das Herkunftsland bzw. die -region notiert. Eine exakte Quantifizierung der Menge des anthropogenen Materials im Küstenbereich war aus Kapazitätsgründen nicht möglich. Ergänzt wurde die Kartierung durch die Küstenbereiche betreffende Beobachtungen und Befragungen.

3.2.3. Gasförmige Emissionen durch Stationsboote und -zodiaks

Die Menge der durch Stationsboote und -zodiaks verursachten gasförmigen Emissionen bzw. Abgase konnte nicht ermittelt werden, da deren Treibstoffverbrauch nicht in allen Stationen quantifiziert wurde. Als Vergleichsgrundlage wurde deshalb die Nutzungsfrequenz der Stationszodiaks herangezogen. Ergänzend werden die Anzahl der vorhandenen Boote und Zodiaks sowie deren Motorleistung angegeben.

3.3. Geologie

3.3.1. Paläontologie

Die paläontologischen Untersuchungen des Projektes wurden während der Sommersaison 2003/04 auf Fildes Peninsula durchgeführt. Die gesamte Region wurde nach Fundorten von Fossilien abgesucht. Dabei lag der Schwerpunkt besonders auf bisher bekannten und gut bearbeiteten Gebieten, basierend auf früheren Arbeiten (Shen, 1994a, b; Hunt, 2001). Es wurden keine Proben direkt aus den Aufschlüssen entnommen. Bei allen gesammelten Proben handelt es sich um Lesesteine, die von ihrem Herkunftsort umgelagert worden sind. Die zurückgelegten Entfernungen zwischen Aufschluss und Fundort können sehr unterschiedlich sein und reichen von weniger als einem Meter bis zu Strecken, welche nicht mehr bestimmt werden können. Die Positionen der einzelnen Fundstellen, wurden mittels GPS (Garmin GPS 72) bestimmt.

3.3.2. Seen

Zur Beurteilung möglicher Gefährdungen der Seen wurden indirekte Daten verwendet; z. B. wurden Beobachtungen, wie ein deutlicher Ölfilm oder Müll auf bzw. im Gewässer als Indiz für dessen Belastung gewertet. Quantitative Aussagen zum Grad des Verunreinigungsrisikos oder der Kontaminierung waren nicht möglich.

Als geometrische Basisdaten wurden Datensätze des SCAR KGIS-Projekts (Vogt et al., 2004) verwendet. Bei einer eigenen Erhebung während der Saison 2004/05 wurde ein Punkt-Datensatz zur Ermittlung der Position der Seen erstellt. Anhand der Ufermorphologie und des Bewuchses wurde beurteilt, ob es sich um periodische, perennierende oder perennierende Gewässer mit stark schwankendem Wasserspiegel handelt (Hahn & Reinhardt, 2006). Die Differenz in Position und Anzahl zwischen beiden Datensätzen entspricht der Dynamik periglazialer Gebiete, da aufgrund von Schneeschmelz- und Auftauschichtdynamik stets mit einer großen Zahl periodischer und veränderlicher Seen zu rechnen ist.

Zur Feststellung der Wasserentnahmestellen wurden Mitglieder der jeweiligen Stationsbesatzungen befragt.

3.4. Fauna und Flora

3.4.1. Brut- und Gastvögel

In jeder der drei Feldsaisons erfolgte eine umfassende und systematische Kartierung aller Brutvögel der Fildes Region mit Hilfe von GPS (Garmin 72). Daneben wurden alle Sichtungen und Totfunde von Gastvögeln, Durchzüglern und potentiellen Brutvögeln erfasst und in Karten dargestellt.

Da Brutbeginn und Bebrütungsdauer bei den einzelnen Arten sehr unterschiedlich sind, erstreckten sich diese Kartierungen und Kontrollen z. T. über die gesamte Sommersaison. Dabei erfolgte die Erfassung entweder als Einzelnester (Skuas *Catharacta antarctica lonnbergi*, *Catharacta maccormicki*, *C. a. lonnbergi x C. maccormicki*: in Zusammenarbeit mit M. Ritz, A. Fröhlich (2003/04 – 2005/06), Z. Wang (2003/04) und I. Chupin (2004/05); Scheidenschnäbel *Chionis alba*), als Kolonien (Riesensturmvögel - *Macronectes giganteus*, Kapsturmvögel - *Daption capense*) oder als eine Kombination von Einzelnestern und Kolonien (Antarktis-Seeschwalbe - *Sterna vittata* und Domikanermöwe - *Larus dominicanus*: 2004/05 in Zusammenarbeit mit I. Chupin). Um die Kolonien der beiden letztgenannten nicht übermäßig zu stören, wurde auf eine detaillierte Suche der Nester verzichtet und die minimale Nestzahl aus der Zahl der anwesenden Altvögel, die attackierten oder Warnrufe ausstießen, abgeleitet. Aufgrund der artspezifisch sehr häufigen Nestverluste

und Brutplatzwechsel der Antarktisseeschwalben (vgl. Kaiser et al., 1988) erstreckte sich die Erfassung der Brutplätze über die gesamte Sommersaison.
Dadurch kann anhand der jeweils ermittelten Brutpaarzahlen nicht direkt auf den exakten Brutbestand in der Fildes Region geschlossen werden. Außerdem wurde für die beiden Skuaarten und -Mischpaare, den Südlichen Riesensturmvogel sowie für die Pinguine (*Pygoscelis* spec.) auf Ardley Island der Bruterfolg (Zahl der Flüggen / Zahl der Brutpaare) ermittelt.
Für die Pinguine auf Ardley Island liegen inzwischen Langzeitdaten über die Brutpaarzahl und den Bruterfolg vor (Peter et al., 2006). In den letzten drei Jahren wurde die Erfassung der Brutpaarzahl (Dezember) und der Jungenzahlen im Kindergartenalter (Ende Januar bzw. Februar) teilweise gemeinsam mit chilenischen Wissenschaftlern weitergeführt. Dazu wurde die Kolonie auf Ardley Island in abgrenzbare Gruppen unterteilt, die per GPS (Novatel smart antenna™, Abb. 3.4.-1) flächengenau kartiert wurden. Innerhalb dieser Gruppen wurde die Zahl der besetzen Nester (= Brutpaarzahl) bestimmt. Als Vergleich wurden auch bisher nicht ausgewertete Luftbilder und Handskizzen aus den 1980er Jahren hinzugezogen (Mustafa et al., 2005). Ergänzende Daten (Brutpaarzahl) liegen auch für die kleinen Pinguinkolonien auf der Drake-Seite der Fildes Peninsula vor.



Abb. 3.4.-1: GPS-Kartierung von Eselspinguin-Nestgruppen auf Ardley Island (Foto: Büßer)

Besondere Beachtung wurde dem Bestand der Sturmschwalben (Buntfußsturmschwalbe *Oceanites oceanicus* und Schwarzbauchmeerläufer *Fregetta tropica*) gewidmet, da diese auch durch die Erweiterung des Flugplatzes in Mitleidenschaft gezogen wurden. Zudem lagen für diese Arten bislang nur grobe Abschätzungen des Bestandes vor. Die spezielle Lebensweise der Buntfußsturmschwalbe und des Schwarzbauchmeerläufers erforderte eine aufwändigere Kartierung ihrer Brutgebiete. Die beiden sympatrisch in der Region vorkommenden Sturmschwalbenarten brüten in natürlichen Höhlen, bevorzugt unter Steinen in Geröllhalden oder kleineren Felsspalten (Roberts, 1940). Um dem hohen Prädationsdruck im Gebiet durch Skuas (Hahn & Quillfeldt, 1998) zu entgehen, suchen sie in der Brutsaison von Dezember bis März ihre Brutkolonien erst nach der Dämmerung auf, wo sie in bzw. an den Bruthöhlen, und nur dort, in charakteristischer Weise ihre Paarpartner rufen oder ihre okkupierte Bruthöhle akustisch verteidigen (Beck & Brown, 1972). Dabei ist die Rufaktivität zu Beginn der Brutperiode am höchsten (Hahn, 2000). Dagegen sind Sturmschwalben im Fluge i. d. R. still (Warham, 1990).

Aufgrund der heimlichen Lebensweise der Sturmschwalben und der damit verbundenen großen Schwierigkeiten beim Auffinden der Nester nutzt man die nächtlichen Rufe der Sturmschwalben als ein sicheres Brutmerkmal und zur Lokalisierung der Bruthöhlen. Um möglichst genaue Informationen über die Sturmschwalbenverbreitung auf der Fildes Peninsula und Ardley Island zu erhalten, wurde das gesamte Untersuchungsgebiet nachts systematisch und flächendeckend kartiert. Die Erfassung der Neststandorte erfolgte bei geeigneten Wetterbedingungen nach Einbruch der Dunkelheit. In ruhigen, windstillen Nächten konnten so die Sturmschwalbenrufe exakt lokalisiert sowie aufgrund ihrer artspezifischen Charakteristik (Bretagnolle, 1989; Bretagnolle & Robisson, 1991) leicht der jeweiligen Sturmschwalbenart zugeordnet werden.

Kartiert wurde in insgesamt 24 Nächten während der Monate Dezember, Januar und Februar des Untersuchungszeitraums jeweils zwischen 23:00 Uhr und 3:00 Uhr. Der Vorteil der nächtlichen Kartierung anhand der Rufaktivität besteht in der Vermeidung von direkten Störungen am Nest. Sturmschwalben gelten als vergleichsweise störungsempfindlich und können bei Störungen leicht mit Verlassen und Aufgabe der Brut reagieren (Warham, 1990).

Registrierungen am Tage, wie z. B. Rufen aus der Bruthöhle heraus oder gezieltes, mehrmaliges Anfliegen von Bruthöhlen, stellten aufgrund des hohen Prädationsdrucks durch Skuas eine Ausnahme dar und wurden deshalb nur ergänzend zu den Ergebnissen der nächtlichen Kartierung herangezogen. Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes, der starken Abhängigkeit der Kartierung vom Wetter und z. T.

von den Gezeiten sowie aus Sicherheitsgründen war eine Wiederholung der Begehungen nicht in allen Gebieten durchführbar. Da dadurch eine Erfassung des genauen Brutbestandes nicht möglich war, wurde zur Abschätzung folgende Klassifizierung gewählt:

< 10; 10 – 100; > 100 Brutpaare (BP)

Kleinere, gut abgrenzbare Gebiete mit Rufaktivität von Einzelbrütern wurden per GPS (Garmin 72) als Punkt eingemessen, während größere Brutkolonien in Karten eingezeichnet und später mit Hilfe des Programms ArcGIS in Form eines Polygons digitalisiert wurden.

Lediglich wenige nicht oder nur sehr schwer zugängliche Küstenabschnitte sowie die vorgelagerten Inseln Diomedea, Geologists, Dart und Two Summit konnten zu den nächtlichen Begehungen aus Sicherheitsgründen nicht aufgesucht werden. Diese Inseln stellen aufgrund der lokalen Habitatstrukturen erfahrungsgemäß sichere Sturmschwalbenbrutgebiete dar, was z. T. durch tagsüber erfolgte Beobachtungen bestätigt werden konnte. Die dortigen Brutpaarzahlen wurden anhand der lokalen Habitatstrukturen der Inseln und der Erfahrung aus der Kartierung auf der Fildes Peninsula abgeleitet und grob geschätzt.

3.4.2. Robbenbestände

In allen drei Feldsaisons wurden monatliche Robbenzählungen an der gesamten Küste der Fildes Peninsula und Ardley Islands durchgeführt. Wenn möglich, wurde die gesamte Küstenlinie an einem Tag kontrolliert (für Zähltermine siehe Kap. 4.5.11.). Grundlage für die Zählungen war die vorherige Einteilung der Küste in gut voneinander trennbare Buchten, die eine Nummerierung erfuhren, die in dieser Form bereits in den 1980er Jahren von DDR-Wissenschaftlern genutzt wurde (Abb. 3.4.-2).

In der Saison 2004/05 erfolgten die Robbenzählungen mit Unterstützung des russischen Biologen I. Chupin, der auch die Daten seiner März-Zählung von 2005 zur Verfügung stellte. Zusätzlich fanden im 14tägigen Abstand zwischen April und Oktober während des Winters 2006 Zählungen durch A. Fröhlich statt.

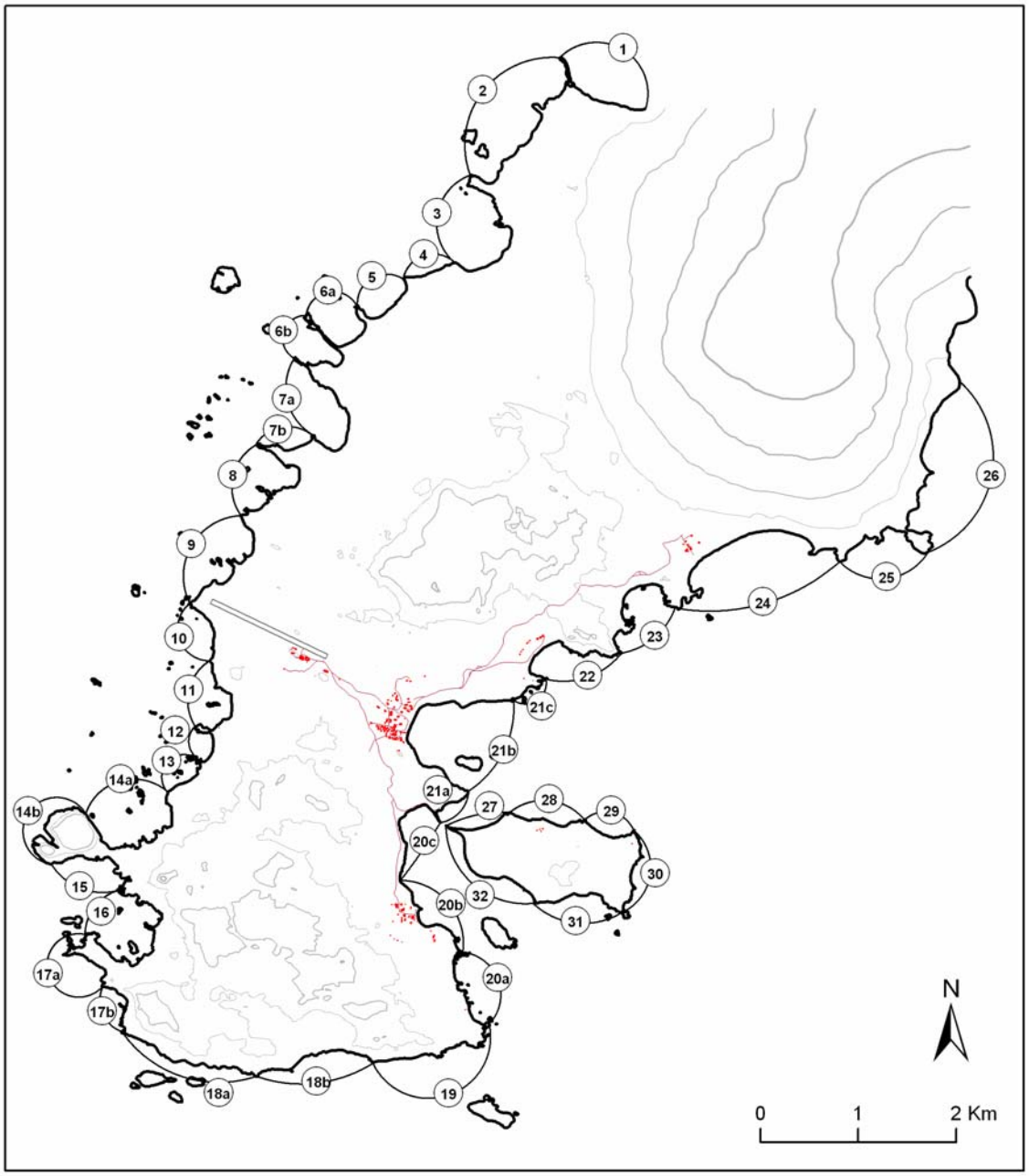


Abb. 3.4.-2: Nummerierung der Buchten auf Fildes und Ardley als Grundlage für die Robbenzählungen

Um störungssensible Bereiche an der Küste der Fildes Peninsula und Ardley Islands zu ermitteln, wurden in den Feldsaisons zusätzlich zur Zählung alle Ansammlungen von fellwechselnden oder ruhenden Seeelefanten (*Mirounga leonina*) mit mehr als 10 Individuen mittels GPS kartiert (Abb. 3.4.-3).

Besondere Beachtung wurde den Robbenwurfplätzen geschenkt. Nur die Seebären (*Arctocephalus gazella*) werfen ihre Jungen im Sommer (Dezember), während Weddellrobben (*Leptonychotes weddelli*) und Seeloparden (*Hydrurga leptonyx*) im September und Oktober und Südliche Seeelefanten im Oktober Junge werfen, d. h. außerhalb unseres Aufenthaltes im Gebiet. Neben einzelnen Beobachtungen von Seebären-Jungtieren während der sommerlichen Robbenzählungen beruhte die Erfassung der Robbenwurfplätze deshalb überwiegend auf Beobachtungen durch überwinterndes Stationspersonal oder Wissenschaftler (A. Petrov, O. Sakharov, A. Fröhlich). Bei Mehrfachbesuchen einer Bucht während der Fortpflanzungszeit wurde nur jeweils die höchste Anzahl an Jungen pro Art berücksichtigt und in der graphischen Darstellung als Summe aller drei Jahre dargestellt.



Abb. 3.4.-3: Kartierung einer Seeelefanten-Gruppe mittels GPS (Foto: Nordt)

3.4.3. Vegetationskartierung

Die Vegetationskartierung fand während der Saisons 2004/05 und 2005/06 statt. Begonnen wurde jeweils, nachdem der Schnee großflächig abgetaut war. Zu Beginn wurde das gesamte Untersuchungsgebiet begangen. Dies diente zur Auswahl einer geeigneten Klassifikation der Vegetation. Eine vorherige Literaturstudie ergab keine einheitliche Vorgehensweise bei vergleichbaren Studien aus der Antarktis. So wurden entweder Hauptarten oder Gattungen von Moosen und Flechten aufgenommen. Da eine umfassende Artbestimmung vor Ort ohne Einbeziehen von Experten nicht möglich war, erfolgte die Aufgliederung in Annäherung an das Hauptartensystem von Ochyra (1998) und Lindsay (1971) (Tab. 3.4.-1).

Tab. 3.4.-1: Klassifikation der Vegetation in der Fildes Region nach verschiedenen Subformationen, Assoziationen und Soziationen in Anlehnung an Ochyra (1998) und Lindsay (1971)

Subformationen		**Assoziationen**		**Soziationen**	
1	Blütenpflanzen	A	*Deschampsia antarctica*		
2	Krustenflechten	A	*Caloplaca - Xanthoria* spec.	A1	mit vielen Moosen
		B	*Placopsis contortuplicata*		
		C	*Turgidosculum complicatulum*		
		D	*Rhizocarpon geographicum*		
3	Strauchflechten und Moospolster	A	*Andreaea - Usnea* spec.	A1	*Usnea* spec.
				A2	*Usnea* spec. + *Himantormia* spec.
				A3	*Andreaea* spec.
				A4	*Andreaea* spec. + *Ochrolechia frigida*
				A5	*Himantoria* spec.
				A6	*Usnea* spec. + versch. andere Arten
		B	*Polytrichastrum alpinum*		
		C	*Andreaea, Psoroma* spec.		
		D	*Conostomum magellanicum*		
		E	*Turgidosculum complicatulum* + Krustenflechten		
4	Torfmoos	A	*Chorisodontium aciphyllum*	A1	*Chorisodontium aciphyllum*
			- Polytrichastrum alpinum	A2	beide
				A3	*Polytrichastrum alpinum*
				A4	*Chorisodontium aciphyllum* + *Sanionia* spec
5	Moosteppich	A	*Warnstorfia, Brachythecium*	A1	Geröll mit Krustenflechten (+ *Andreaea*)
	stehend	B	*Sanionia* spec.	B1	Geröll mit Krustenflechten (+ *Andreaea*)
			Sanionia spec.	B2	+ 3 c
		C	*Syntrichia princeps*		
6	Mooskissen	A	*Sanionia* spec.	A1	Geröll mit Krustenflechten (+ *Andreaea*)
	fließend	B	*Bryum* spec.	B1	Geröll mit Krustenflechten (+ *Andreaea*)
		C	*Syntrichia* spec.	C1	Geröll mit Krustenflechten (+ *Andreaea*)
		D	*Warnstorfia, Brachythecium*	D1	Geröll mit Krustenflechten (+ *Andreaea*)
7	Algen	A	*Prasiola crispa*		

Die Fotodokumentation zur Klassifikation der Vegetation befindet sich in Anhang 2. Schwierig gestaltete sich die Spezifikation der Hauptart bzw. -gattung, wenn Moose bzw. Flechten in Mischgesellschaften vorkamen bzw. eine genauere Bestimmung voraussetzten, die im Gelände nicht möglich ist. In diesen Fällen wurden vor Ort Proben entnommen (insgesamt 55 Mischproben), die später von Experten bestimmt wurden (siehe Anhang 3). Der russische Flechtenexperte Mikhail Andreev bestimmte einige Flechtenproben vor Ort.

Aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes bedurfte es einer relativ einfachen, schnellen, aber auch relativ genauen Kartierungsmethode. Als Größenbegrenzung wurden Einzelflächen mit einer Mindestgröße von 10 m^2 kartiert oder Flächen kleineren Ausmaßes, wenn sie miteinander verbunden waren (mehrere Einzelflächen mit weniger als 5 m Entfernung zueinander).

Die Erfassung der Vegetationseinzelflächen wurden mit GPS-12-Kanal/L1-Empfängern der Marke Novatel smart antenna™ durchgeführt, die zur Datenerfassung an Panasonic Handheld Toughbook CF-P1 angeschlossen waren. Die Verwendung der Datenerfassungssoftware ESRI ArcPad ermöglichte eine komfortable Umsetzung der Messdaten in das im Projekt verwendete ESRI-Datenformat. Allerdings wurden auch hier geringfügige Inkompatibilitäten zwischen den beiden Softwarepaketen des gleichen Herstellers festgestellt, die vor allem die Attribut-Übernahme betreffen. Zur adäquaten Abbildung der Vegetationseinheiten wurde das Datenmodell „Polygon“ verwendet. Folgende Attribute wurden vergeben: laufende Nummer, Hauptgattung, Subformation, Assoziation, Deckung, Probennummer, Fotonummer sowie ein Bemerkungsfeld, in welchem vor allem weitere Arten und Gattungen aber auch sonstige Besonderheiten aufgenommen wurden. Die eigentliche Vermessung wurde durch Umlaufen der Vegetationseinheiten durchgeführt. Nur in Ausnahmefällen wurde auf Sicht kartiert. Dies war der Fall, wenn durch das Umlaufen die Vegetation stark beschädigt worden wäre oder die Flächenbegrenzung aufgrund der Geländeposition (z. B. exponierter Steilhang) nicht erreichbar war.

Die Kartierungsarbeiten wurden erstmalig mit dieser Methode durchgeführt. Daher war nicht abschätzbar, wie viel Zeit die Bearbeitung des Gesamtuntersuchungsgebietes in Anspruch nehmen würde. Um die vollständigen Gradienten der Vegetationsbedeckung und Störungsstärke darzustellen, wurden zuerst Ardley Island und die häufig genutzten Gebiete kartiert (Abb. 3.4.-4):

- uruguayische Station Artigas und östlich bis Nebles Point
- Umland der russischen Station Bellingshausen bis zu den russischen Dieseltanks (etwa 1,5 km nordöstlich der Station)
- chilenischer Flughafen und Umgebung

- Westküste südlich des Flughafens bis Flat Top
- chilenische Stationen Frei und Escudero und südwärts bis zur chinesischen Station Great Wall
- chinesische Station Great Wall bis Half Three Point.

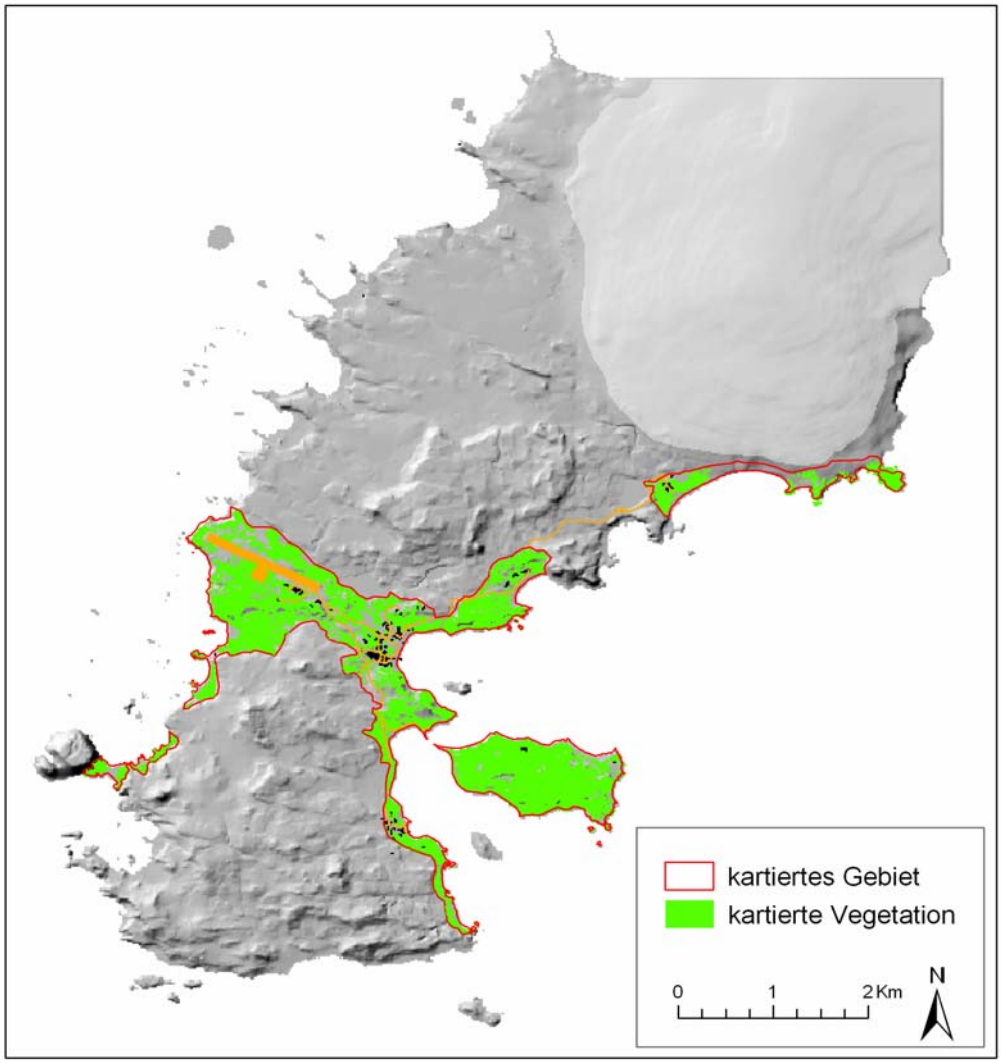


Abb. 3.4.-4: Übersicht über die vegetationskartierten Gebiete der Fildes Region in den Feldsaisons 2004/05 und 2005/06. Die rote Umrandung zeigt die bearbeiteten Gebiete, die grünen Flächen das Vorkommen von Vegetation im bearbeiteten Gebiet.

Da nicht alle Gebiete der Fildes Region intensiv kartiert werden konnten (Abb. 3.4.-4), wurden zusätzlich detaillierte botanische Gebietsbeschreibungen für Dart Island und Two Summit Island vorgenommen. Diese erfolgten durch kurze Besuche der Inseln im

Februar 2006 während der Riesensturmvogelzählung. Dabei wurden die wichtigsten Vegetationscharakteristika dokumentiert. Auf eine intensive Kartierung dieser Inseln musste verzichtet werden, da eine lang andauernde Störung der Seevögel vermieden werden sollte und zudem die zu der Zeit herrschenden Wetterbedingungen längere Aufenthalte ausschlossen. Dart Island und Two Summit Island liegen in der Fildes Strait südlich der Fildes Peninsula (62°14´S, 59°01´W und 62°14´S, 58°57´W; Abb. 4.5.-47).
Deschampsia antarctica wurde in Teilen des Untersuchungsgebiets extra kartiert. Für jede Kolonie, definiert als isoliertes Areal von *D. antarctica*, wurde die Gesamtdeckung bestimmt (Größenklassen: < 0,01 m^2; 0,1 m^2; 1 m^2; 10 m^2; > 100 m^2).
Eine Literaturstudie und Herbarienanfragen ergaben eine Gesamtartenliste derjenigen Blütenpflanzen, Flechten, Moose und Lebermoose, die bisher in der Fildes Region beschrieben wurden (siehe Anhang 1).

3.5. Touristische Aktivitäten

3.5.1. Raumnutzungsverhalten von Besuchern

Zur Bestimmung des Raumnutzungsverhaltens von Besuchern entwickelten wir einen *Besucherindex* (*bi*) anhand von uns erhobener Daten. Dafür wurde das Untersuchungsgebiet in ein gleichmäßiges Raster von 500 x 500 m unterteilt. Wir dokumentierten die Besucherzahl (*z*) und die Zahl der Besuchsereignisse (*e*) pro Rasterzelle über den gesamten Untersuchungszeitraum. Arbeiten zum Einfluss von Besuchergruppengröße und Häufigkeit von Besuchen auf die Reaktionsstärke von Tieren zeigen die Bedeutung beider Variablen (z. B. Burger et al., 1995, Carney & Sydeman, 1999; Birke 2002; Beale, 2005). Ziel bei der Entwicklung des Index war deshalb eine gleich starke Wichtung beider Variablen. Dies wurde durch die Einführung des Wichtungsfaktors *k* erreicht, welcher dem Quotienten der Mittelwerte beider Variablen entspricht (1). Somit wurde folgende Formel in ESRI ArcGIS pro Rasterzelle angewandt:

$$k = \frac{\bar{z}}{\bar{e}} \qquad (1)$$

$$bi = \frac{z}{k} + e \qquad (2)$$

bi = Besucherindex *e = Gesamtzahl der Besuchsereignisse*
z = Gesamtzahl der Besucher *k = Wichtungsfaktor*

Da sich menschliche Aktivitäten in den Stationsgebieten konzentrieren, war es schwierig, Besucheraktivitäten von Stationsaktivitäten klar zu trennen. Trotz Unvollständigkeit und geringfügiger Unterrepräsentation entfernter Gebiete entspricht die Verteilung der Besucher der tatsächlich beobachteten relativen Nutzung des Gebietes durch Fußgänger (ausgenommen Wissenschaftler).
Außerdem lagen uns weder vollständige zeitliche Daten zur Länge der Besuche in den jeweiligen Teilgebieten vor, noch verfügten wir über Informationen, was die Besucher genau getan haben.

3.6. Umfrage unter den Stationsmitgliedern

Während der drei Antarktis-Feldaufenthalte wurde unter den Stationsmitgliedern aller auf der Fildes Halbinsel vertretenen Nationen eine anonyme Befragung durchgeführt. Von Interesse waren dabei der persönliche Wissenstand zu antarktischen Umweltthemen, das Freizeitverhalten und Ansichten zu verschiedenen Richtlinien und Aktivitäten zum Schutz der Flora und Fauna. Es wurde ein Fragebogen entwickelt (siehe Anhang 4), der in chinesischer, deutscher, englischer, russischer und spanischer Sprache ausgehändigt wurde. Die Bögen wurden an die Stationsleiter übergeben und dann verteilt. Daher bestand keine direkte Möglichkeit für Rückfragen von Seiten der Stationsmitglieder. Es ist deshalb auch nicht überraschend, dass in 79 der 216 ausgefüllten Fragebögen mindestens eine der Fragen unvollständig oder nicht beantwortet wurde.
Der Vergleich zweier Variablen erfolgte mittels Kreuztabellen (Likelihood Ratio Chi-Quadrat für kategorielle Daten). Für eine Trendanalyse wurden in der Befragung persönlicher Ansichten die Kategorien durch Addition von „stark ablehnend“ und „eher ablehnend“ sowie „stark“ und „eher übereinstimmend“ zusammengeführt. Diese Werte wurden dann per Chi-Quadrat Test mit erwarteten Werten (kein Trend: 50 % ablehnend und 50 % übereinstimmend) verglichen.

3.7. Gefährdungsanalyse

Als Beispiel zur räumlichen Verteilung von potentiellen Konfliktgebieten wurde anhand des *Besucherindex* (siehe Kap. 3.5.) und eines *Faunaindex* das Potential von Konflikten zwischen „zu-Fuß“-Besuchern und der lokalen Fauna in der Region abgeschätzt.

Zur Zusammenführung aller Faunadaten entwickelten wir einen *Faunaindex*, der sämtliche während der drei Feldsaisons ermittelten Vogelbrut-, Robbenwurf- und Robbenruheplätze einbezog. Die entsprechenden Zahlen (Vogelbrutpaare, im Sommer neugeborene Robben, ruhende Robben) wurden für jede Art und Saison auf die in Kap. 2.2.6. erläuterten Rasterzellen aufgeteilt. Um der hohen intra-saisonalen Variabilität der Individuenzahlen an den Robbenliegeplätzen zu begegnen, wurden für jede Bucht die Maximalwerte der jeweiligen Saison verwendet. Die Rasterdatensätze der Arten wurden jeweils über die drei Saisons gemittelt und entsprechend ihres Schutz- und Brutstatus gewichtet (Tab. 2.2.8.-1). Der *Faunaindex* (*fi*) ergab sich aus der Addition der resultierenden Datensätze (3).

$$fi = \sum_{x=1}^{y} (p_x \cdot n_x) \qquad (3)$$

fi = Faunaindex

p = Wichtungsfaktor (0.5 – Ruheplatz, 1 – Brut- oder Wurfplatz, 2 – geschützter Brutvogel)

n = durchschnittliche Anzahl von Brut-, Wurf- bzw. Ruheplätzen per Saison

x = Art y = Artenzahl

Um eine räumliche Analyse der potenziellen Auswirkungen von Besucherverkehr auf die Fauna der Fildes Region vorzunehmen, entwickelten wir einen Index zum Konfliktpotenzial. Das *Konfliktpotenzial kp* (4) definiert sich aus der Multiplikation des *Faunaindex* (3) mit dem *Besucherindex* (2).

$$kp = fi \cdot bi \qquad (4)$$

kp = Konfliktpotenzial

Tab. 3.7.-1: Wichtungsfaktoren zur Berechnung des Faunaindex. (Die Unterscheidung in sich fortpflanzende und haar- bzw. fellwechselnde Robbenarten basiert auf dem Status im Zeitraum Dezember bis März).

Sich fortpflanzende Art Faktor 1	Haar- bzw. fellwechselnde Art , Faktor 0,5	Gefährdete Art (IUCN) am Brutplatz, Faktor 2
Adélie-Pinguin *Pygoscelis adeliae*	Weddellrobbe *Leptonychotes weddelli*	Südlicher Riesensturmvogel *Macronectes giganteus*
Zügelpinguin *P. antarctica*	Seeleopard *Hydrurga leptonyx*	
Eselspinguin *P. papua*	Krabbenfresser *Lobodon carcinophagus*	
Dominikanermöwe *Larus dominicanus*	Südlicher Seeelefant *Mirounga leonina*	
Braune Skua *Catharacta antarctica lonnbergi*		
Südpolarskua *C. maccormicki*		
Antarktisseeschwalbe *Sterna vittata*		
Buntfußsturmschwalbe *Oceanites oceanicus*		
Schwarzbauchmeerläufer *Fregetta tropica*		
Kapsturmvogel *Daption capensis*		
Weißgesicht-Scheidenschnabel *Chionis alba*		
Antarktischer Seebär *Arctocephalus gazella*		

3.8. Kartographie

Alle im Bericht aufgeführten thematischen Karten wurden, wenn nicht anders ausgewiesen, auf Grundlage der UTM-Projektion (Zone 21E) erstellt. Als topographische Grundlage (z. B. Höhen- und Küstenlinien) wurden Datensätze verwendet, die vom SCAR KGIS-Projekt (Vogt et al., 2004) oder von der Antarctic Digital Database (ADD) des SCAR (www.add.scar.org) zur Verfügung gestellt wurden. Als Software zur Verwaltung und Verarbeitung der räumlichen Daten sowie zur Kartenerstellung wurde das Produkt ArcGis der Firma ESRI verwendet.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Historie der Forschungsstationen

4.1.1. Forschungsstationen auf King George Island

King George Island gehört zu den South Shetland Islands, auf der nordwestlichen Seite der Antarktischen Halbinsel gelegen (ca. 1.200 km südlich von Südamerika). Wegen seines relativ großen eisfreien Anteils weist die Insel die größte Dichte an Stationen in der Antarktis auf (Tab. 4.1.-1; Abb. 4.1.-1). Der chilenische Flughafen im Südwesten der Insel ist das logistische Zentrum für Personen- und Materialtransporte. Neben lokalem Land- und Helikopterverkehr zwischen den Stationen erfolgt die Stationsversorgung per Schiff entlang der Südseite der Insel, wobei Admiralty und Maxwell Bay am häufigsten angelaufen werden.

Tab. 4.1.-1: Stationen auf King George Island (Quelle: http://www.comnap.aq/facilities)

Nation	**Stationsname**	**Wo gelegen?**	**geöffnet seit**	**Typ**
Argentinien	Jubany	Potter Peninsula 62°14.27'S, 058°39.87'W	1982	ganzjährig
Arg/Dtl/Nl	Dallmann	Potter Peninsula 62°14.27'S 058°39.87'W	1994	saisonal
Brasilien	Comandante Ferraz	Keller Peninsula 62°05.00'S 058°23.47'W	1984	ganzjährig
Chile	Escudero	Fildes Peninsula 62°12.07'S 058°57.75'W	1994	ganzjährig
Chile	Frei	Fildes Peninsula 62°12.00'S 058°57.85'W	1969	ganzjährig
China	Great Wall	Fildes Peninsula 62°12.98'S 058°57.73'W	1985	ganzjährig
Korea	King Sejong	Barton Peninsula 62°13.40'S 058°47.35'W	1988	ganzjährig
Peru	Machu Picchu	Crepín Point 62°05.49'S 058°28.27'W	1989	saisonal
Polen	Arctowski	Arctowski Cove 62°09.57'S 058°28.25'W	1977	ganzjährig
Russland	Bellingshausen	Fildes Peninsula 62°11.78'S 058°57.65'W	1968	ganzjährig
Uruguay	Artigas	Fildes Peninsula 62°11.07'S 058°54.15'W	1984	ganzjährig

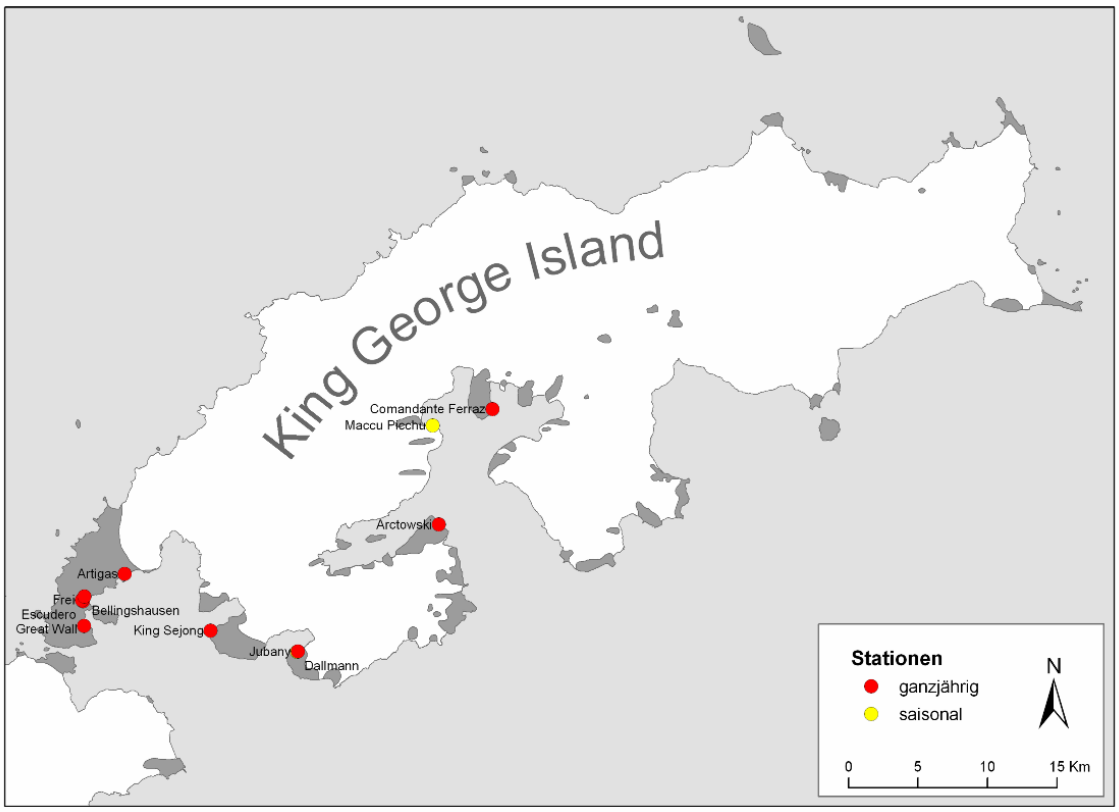


Abb. 4.1.-1: Lage der Stationen auf King George Island

4.1.2. Stationen der Fildes Region

Alle auf der Fildes Peninsula angesiedelten Stationen sind ganzjährig besetzt (Abb. 4.1. - 2 bis 4). Dementsprechend schwankt die Anzahl der Personen je nach Saison (siehe Abb. 4.1.- 5 bis 6). Die höchste Population weist die chilenische Station Presidente Eduardo Frei Montalva einschließlich Marine- und Flughafenpersonal auf, in der auch Familienangehörige des militärischen und zivilen Personals leben.



Abb. 4.1.-2: Chinesische Station Great Wall im Süden der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)



Abb. 4.1.-3: Chilenische Stationen Frei und Escudero im Vordergrund (unvollständig) und russische Station Bellingshausen im Hintergrund (Foto: Büßer)



Abb. 4.1.-4: Uruguayische Station Artigas auf der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)

Zur Förderung der Umsetzung von Richtlinien zum antarktischen Umweltschutz wurden in den vergangenen Jahrzehnten wiederholt Stationsinspektionen gemäß Art. 7 des Antarktis-Vertrages und Art. 14 des USP durch Vertreter verschiedener Antarktis-Vertragsstaaten durchgeführt (zwischen 1975 und 2006: sechs Inspektionen in Artigas, elf in Bellingshausen und jeweils sieben in Frei/Marsh und Great Wall; ATCM, 2002a, 2005a, 2007b).

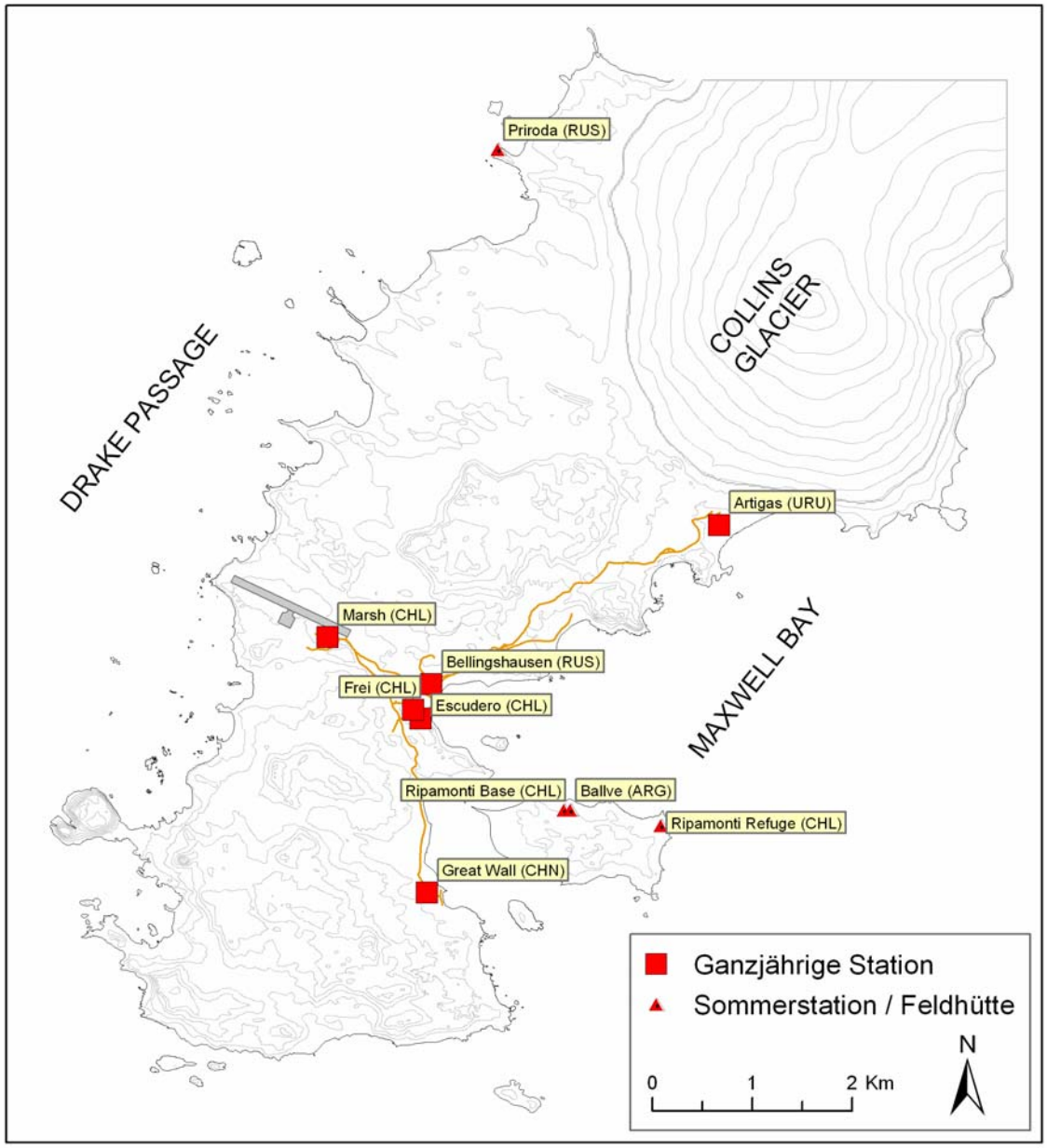


Abb. 4.1.-5: Übersicht über Stationen und Feldhütten der Fildes Region

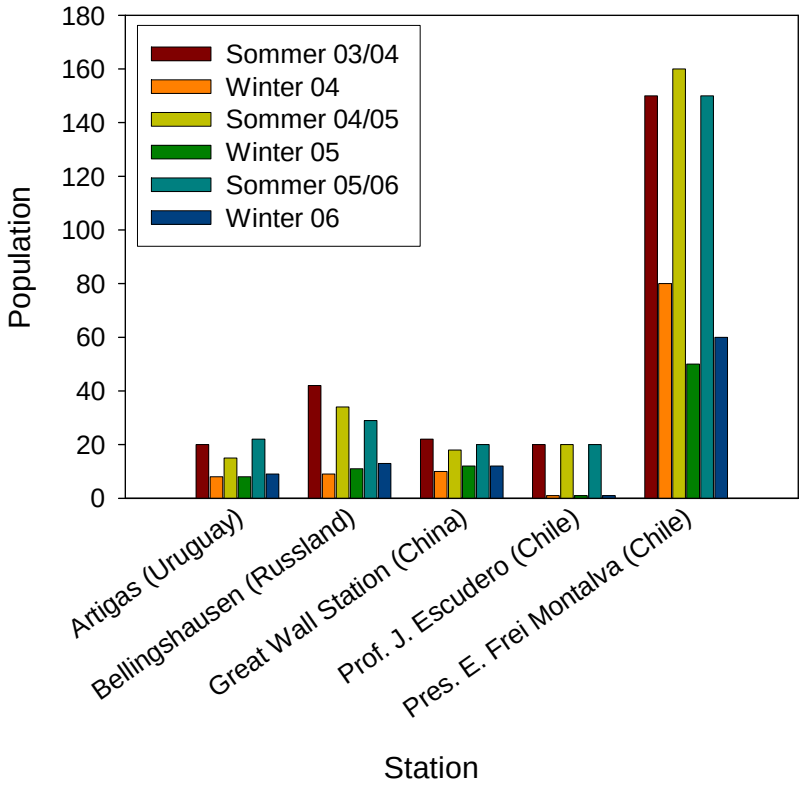


Abb. 4.1-6: Zahl der in den Stationen auf Fildes Peninsula arbeitenden Personen

4.2. Umweltsituation terrestrisch

4.2.1. Historische Mülllagerplätze

Im Rahmen der Müllkartierung wurden auf der Fildes Peninsula und Ardley Island 42 Areale verschiedener Größe mit einer Gesamtfläche von 40.525 m^2 nachgewiesen, in denen Müll entweder abgelagert (ca. 95 % der Fläche der Mülllagerplätze), vergraben (ca. 5 %) oder verbrannt (<1 %) wurde.

Neben jeweils zwei kleineren Mülllagerplätzen bei Artigas und am Ripamonti/Ballve-Hüttenkomplex auf Ardley Island (Lange & Naumann, 1989) sowie einzelnen Flächen am Tanklager Neftebasa konzentrieren sich alle übrigen Mülllagerplätze in der unmittelbaren Umgebung der Stationen Great Wall, Bellingshausen, Frei und dem Flughafen (Abb. 4.2.-1). Eine Ausnahme stellt eine Müllansammlung im äußersten Südwesten der Halbinsel dar. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um Stationsabfall, sondern um eine größere Menge Holz, zahlreiche Bojen und Reste von Fischereinetzen. Dieses Strandgut wurde von J. Pavliček, der die private tschechische Station „Overnational Ecobase Nelson“ auf der Nachbarinsel betreibt, aus der Umgebung zusammengetragen.

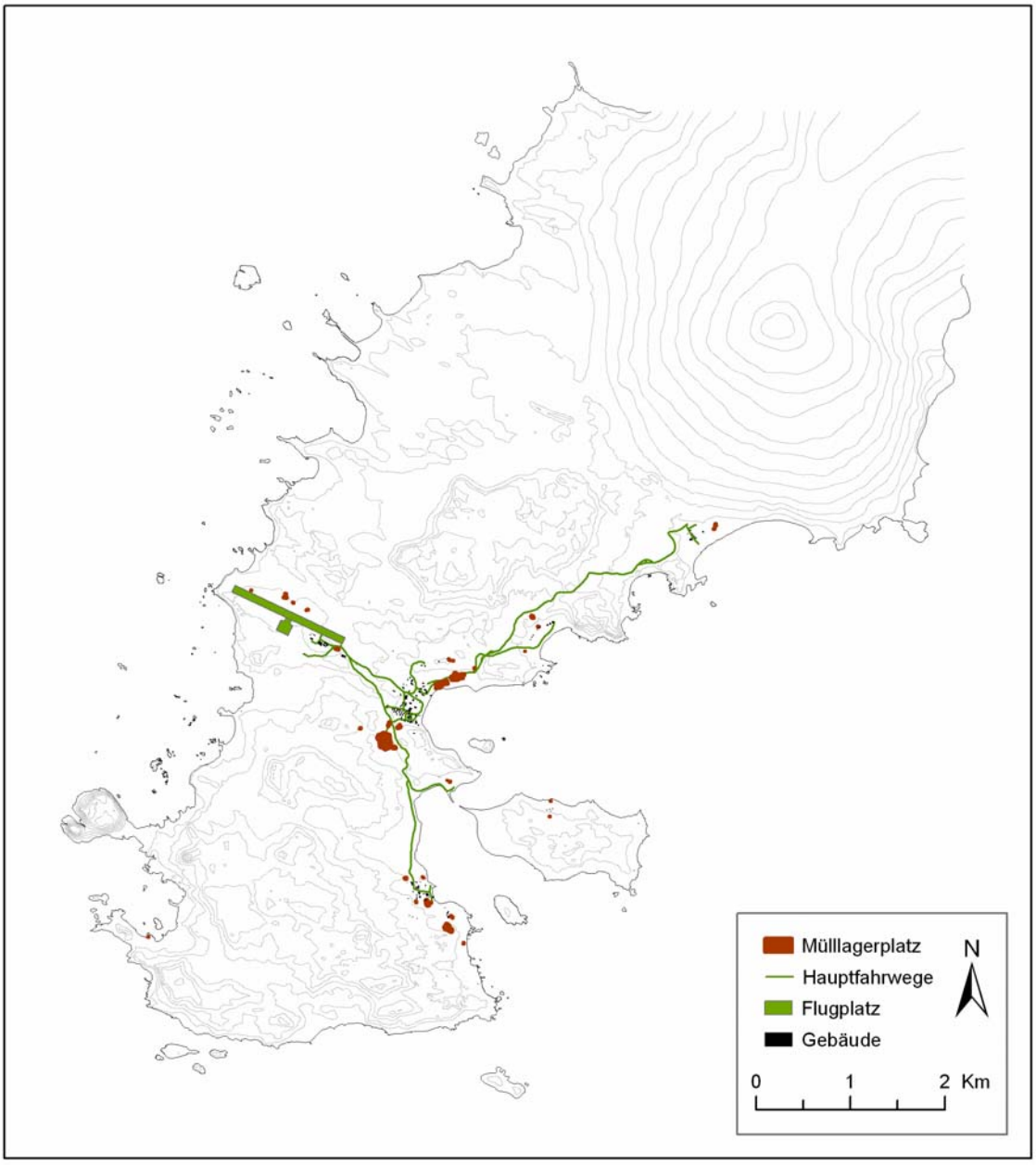


Abb. 4.2.-1: Kartierte Mülllagerplätze auf Fildes Peninsula und Ardley Island

Dem Alter und der Größe der Station entsprechend entstammt der größte Anteil an der gesamten Mülllagerplatz der chilenischen Station Frei (Abb. 4.2.-2). So sind südlich der Station im Bereich des Long Lake weiträumige Erdaufschüttungen und große Mengen Mülls sichtbar, wo Stationsabfall in der Vergangenheit teilweise in Seen verfüllt und abgedeckt wurde (Tin & Roura, 2004). Diese Flächen wurden in der Saison 2004/05 im Zuge des Flughafenausbaus durch Erdreichaushebungen teilweise geöffnet, sodass

große Mengen des vor Jahren abgedeckten Mülls wieder zutage traten (siehe Kap. 4.2.17.). Daneben wurde älteren Berichten zufolge chilenischer Stationsabfall in den 1980er Jahren vermutlich unter bzw. beiderseits der Landebahn vergraben (Lange & Naumann, 1989). Im Bereich des Flughafens und der Piste wurden mehrere historische und aktuelle Mülllagerplätze nachgewiesen.

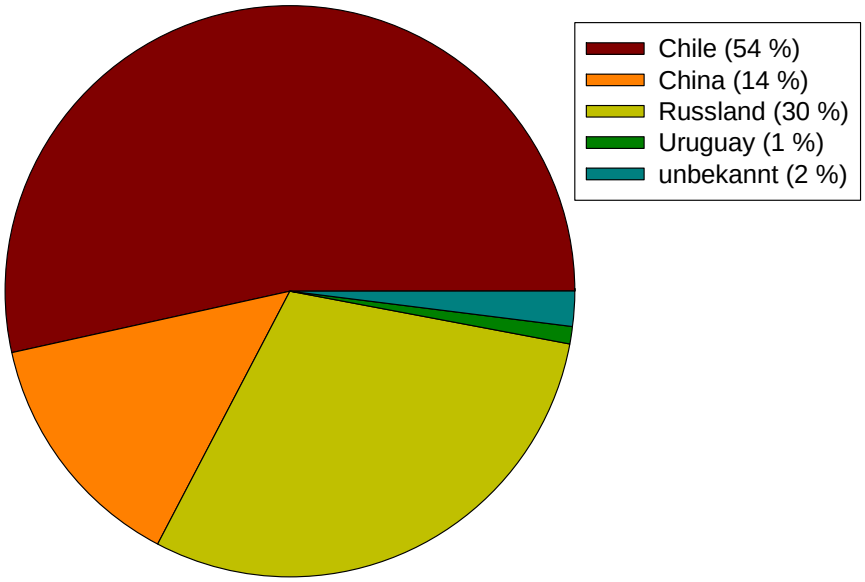


Abb. 4.2.-2: Flächenanteil der Mülllagerplätze nach Verursacherstation

Östlich und nördlich der russischen Station Bellingshausen sind zahlreiche Reste größerer Deponien sichtbar, die in den 1990er Jahren z. T. mit Erdreich abgedeckt wurden, nun aber aufgrund von Kryoturbation (siehe Kap. 2.4.3.1.) zunehmend freigelegt werden. Ebenso sind in der Umgebung der chinesischen Station Great Wall historische Mülllagerplätze erkennbar. Eine dieser Flächen mit einer großen Menge an offen umher liegendem Glas, Batterie-Resten und vollen Medizinfläschchen wurde während des Untersuchungszeitraums mit Erde abgedeckt (siehe Kap. 4.2.3.). Ferner wurde innerhalb des Stationsgeländes vom Stationsbau stammender Schrott wieder ausgegraben, während gleichzeitig an anderer Stelle Teile kürzlich abgetragener Gebäude vergraben wurden. Der uruguayischen Station Artigas wurden in unmittelbarer Stationsumgebung zwei kleine Mülllagerplätze mit sehr geringen oberflächlichen Spuren zugerechnet.
Bei der überwiegenden Zahl der Mülllagerplätze handelt es sich um historische, d. h. in der Vergangenheit, bis in die 1990er Jahre, zur Müllentsorgung genutzte Flächen.

Lediglich sechs kleinere Areale (ca. 3 % der Gesamtmülllagerplatzfläche) wurden als aktuelle Mülllagerplätze bezeichnet, die von den Stationen Frei und Great Wall zur Ablagerung von Stationsabfällen genutzt wurden. Trotz des mittlerweile geltenden Verbots, Stationsabfälle offen zu verbrennen (Abs. 2, Art. 3, Anhang III, USP), wurde zusätzlich im Januar 2006 eine neue offene Müllverbrennungsstelle inmitten eines dichten Moos-Teppichs vorgefunden (siehe Kap. 4.2.3.).
Ein Drittel der Mülllagerplätze, die einschließlich dreier aktueller Mülllagerplätze zusammen ca. 90 % der gesamten Mülllagerplatzfläche ausmachen, enthielten Reste von Gefahrgut wie Batterien, Lösemittel oder chlorhaltige Reinigungsmittel (z. B. ein aktueller Mülllagerplatz nördlich der Landepiste - siehe Abb. 4.2.-3). Abgelagert wurde dort neben Müll aller Art größere Mengen an Gefahrgut in Form von Farbdosen und -eimern, leeren Schwefelsäure- und Lösemittel-Behältern.
Trotz verschiedener erfolgreicher Bemühungen zur Verbesserung der Müllsituation auf der Fildes Peninsula, wie z. B. der Abtransport großer Schrottmengen durch eine Initiative der NGO „Mission Antarctica“ (ATCM, 2002c), zeugen noch heute zahlreiche Spuren von der historischen Umgangsweise mit Stationsabfällen.



Abb. 4.2.-3: Müllablagerungen in Stationsnähe im März 2004 (Foto: Büßer)

Aufgrund der bereits beschriebenen vielfach erfolgten Abdeckung alter Mülllagerplätze mit Erdreich und der teilweise früher üblichen Praxis, Müll im offenen Meer zu

versenken (Mönke & Bick, 1988) konnten im Rahmen der Müllkartierung sicher nicht alle Mülllagerflächen ermittelt werden. Nichtsdestotrotz belegen die dargestellten Ergebnisse eine partielle Vermüllung der Fildes Peninsula durch Stationsabfälle. Der Nachweis mehrerer aktueller Mülllagerplätze und einer offenen Müllverbrennungsstelle weist zudem deutlich darauf hin, dass eine unsachgemäße Entsorgung von Stationsabfällen oder zumindest eine Lagerung in Deponieform, inklusive gefährlicher oder giftiger Stoffe, trotz entgegenstehender gesetzlicher Regelungen gemäß USP Anlage 3 noch immer erfolgt (siehe Kap. 4.2.3.).

4.2.2. Müllverbreitung

Im Rahmen der flächendeckenden Müllkartierung auf der Fildes Peninsula und Ardley Island wurden außerhalb der Stationsgelände insgesamt 2.620 einzelne Fundpunkte erfasst (Abb. 4.2.-4).

Anhand der Kartierungsergebnisse wird die weit reichende Verbreitung von Müll auf der Fildes Peninsula und Ardley Island deutlich. Ersichtlich wird zudem, dass die Schwerpunkte der Müllverbreitung in der Umgebung der Stationen und im Bereich der Küste liegen. Ebenso wurde die Mehrzahl der als Gefahrgut eingestuften Objekte überwiegend in Stationsnähe oder an der Küste nachgewiesen (Abb. 4.2.-4).

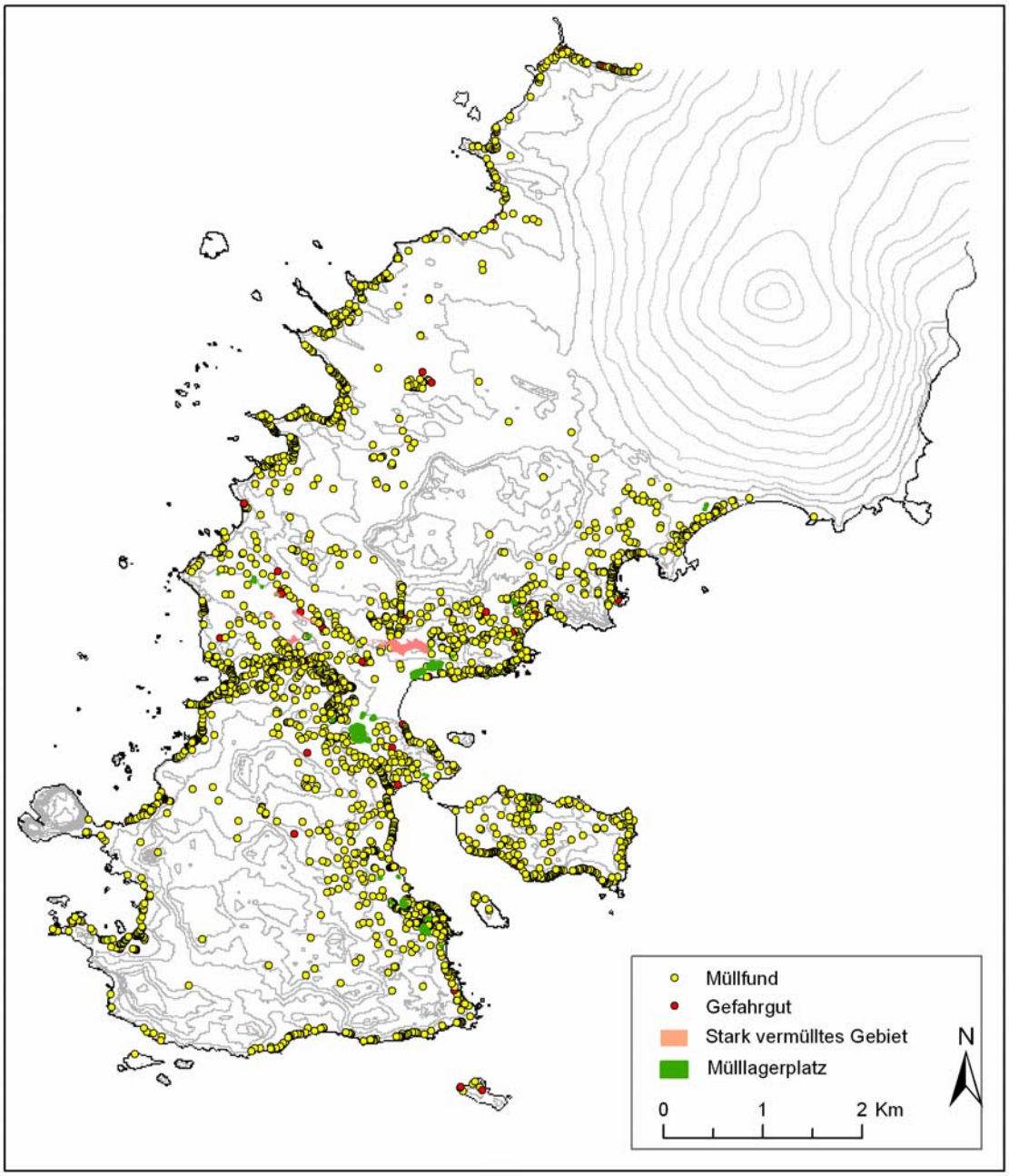


Abb. 4.2.-4: Müllverteilung in der Fildes Region

Neben der Mehrzahl der erfassten Mülllagerplätze (siehe Kap. 4.2.3.) befanden sich fünf weitere Areale mit außerordentlich hoher Mülldichte, so genannte stark vermüllte Bereiche, ausschließlich in unmittelbarer Stationsnähe (Abb. 4.2.-5).

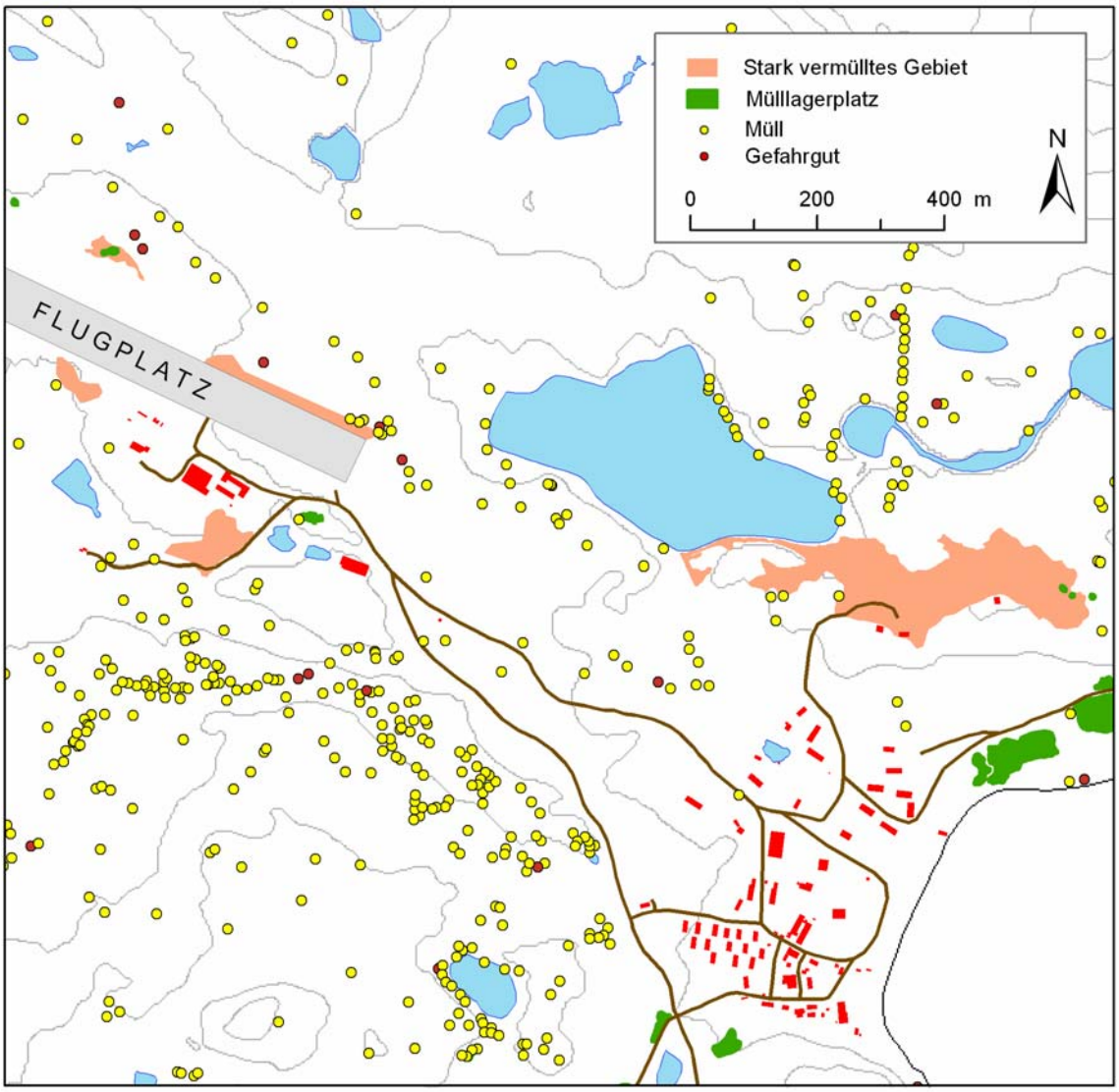


Abb. 4.2.-5: Detailübersicht stark vermüllter Gebiete der zentralen Fildes Region

Sehr oft waren an einem Fundpunkt mehrere Objekte unterschiedlicher Materialien zu finden. Dabei war Holz an 1.327 Fundpunkten (ca. 51 % der Gesamtfundpunkte) am häufigsten vertreten (Abb. 4.2.-6), gefolgt von Kunststoff (ca. 39 %), Metall (ca. 15 %) und Biomüll (ca. 12 %). Deutlich seltener gefunden wurden Glas (Flaschen, Flaschenscherben) und als Gefahrgut eingestufte Objekte wie z. B. Lösemittel- oder Ölkanister, Flaschen mit chorhaltigen Putzmitteln.

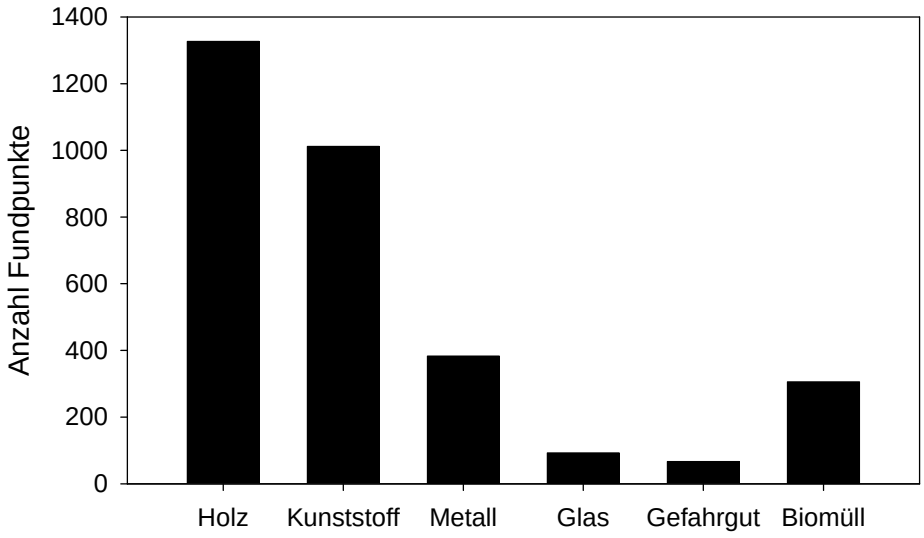


Abb. 4.2.-6: Anzahl der Fundpunkte mit jeweils dort nachgewiesenen Materialien

Als Hauptursache der Müllverbreitung mit ca. 38 % wurde das Anspülen von Strandgut ermittelt. Da dieses nicht auf einen direkten Einfluss menschlicher Aktivitäten im Untersuchungsgebiet zurückführen ist und sich nur auf die unmittelbaren Küstenbereiche der Fildes Peninsula und Ardley Island auswirkt, wird im Kap. 4.3.2. gesondert darauf eingegangen. Sogenannte Ablagerung, d. h. das aktive Verbringen von Objekten ins Gelände, stellte mit ca. 31 % einen weiteren Hauptfaktor für die Müllverbreitung im Gebiet dar. Aufgrund der vor Ort häufig herrschenden starken Winde ist die Verdriftung oder das Verwehen von Müll ebenfalls von größerer Bedeutung (16 %). Etwa 10 % der Müllfunde wurden durch Skuas oder Möwen im Gebiet verbreitet, wobei es sich beinahe ausschließlich um organisches anthropogenes Material handelte, welches aufgrund seiner Sonderstellung in Kap. 4.2.4. ausgewertet wird. Gelegentlich transportierten v. a. Skuas auch verschiedenste Gegenstände zu ihren Nestern, wie z. B. weiße Billardkugeln (Ähnlichkeit mit Pinguin-Eiern!), Tennisbälle, Draht, farbige Kunststoffpartikel etc. Eine weitere Quelle für den Eintrag anthropogenen Materials ins Gebiet entsteht beim Zerfall von Anlagen oder Gebäuden, wie z. B. ungenutzte wissenschaftlichen Installationen, Feldhütten oder Container (siehe Kap. 4.2.11.7). Nur ca. 3 % der Müllfundpunkte gehen auf diese Quelle zurück. Vergrabener oder verbrannter Müll spielte außerhalb der eigentlichen und überwiegend in Stationsnähe angelegten Mülllagerplätze eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 4.2.-7 veranschaulicht die jeweilige Entsorgungsart bzw. Herkunft des gefundenen Mülls. Abgelagert wurden vor allem Metall, Glas und Gefahrgut, während Holz und Plastik überwiegend in Form von Strandgut ins Gebiet gelangten.

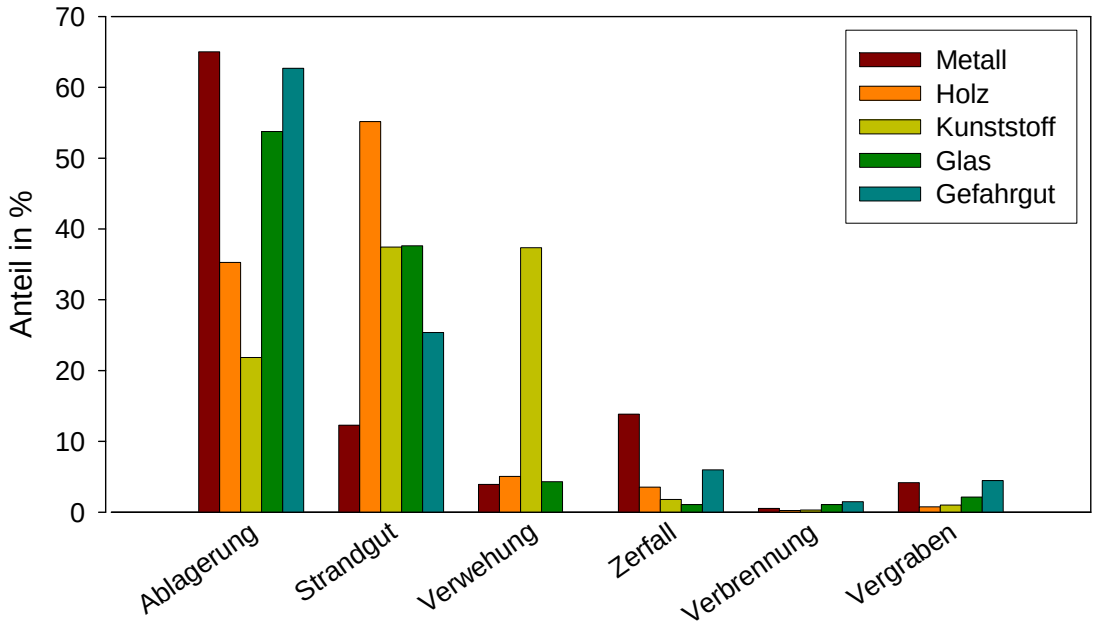


Abb. 4.2.-7: Entsorgungsart bzw. Herkunft des Mülls (n = 2.620) nach Materialart

Kunststoff wurde sehr häufig z. B. in Form von Plastikflaschen an die Küste angespült, während große Mengen Folie und Styropor offenbar vom Wind angeweht wurden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Anteil an Styropor und Plastik (allgemein als Kunststoff kategorisiert) möglicherweise unterrepräsentiert ist, da diese Materialien sich durch Windverdriftung sehr häufig an schwer zugänglichen und schwer einsehbaren, exponierten Hanglagen und stark zerklüftetem Gelände akkumulieren. Dort brüten auch bevorzugt Sturmschwalben.

Im Laufe der Kartierung fiel u. a. die beachtliche Menge an Alkoholflaschen auf, die z. T. erst kürzlich im Gelände weggeworfen worden waren, sodass anzunehmen ist, dass Ausflüge des Stationspersonals ebenfalls zur Müllverbreitung im Gebiet beitragen.

Durch Zerfall von Markierungen, Leitungen, Mess- oder Versuchsanlagen vor allem in der Umgebung von Great Wall, Frei und Bellingshausen gelangten und gelangen z. T. noch heute eine beträchtliche Menge Metall, Holz, Kunststoffe und z. T. auch Gefahrgut in die Umgebung. Dasselbe gilt auch für zwei zerfallende Hütten, in deren Nachbarschaft sich große Mengen an Müll befinden.

An insgesamt 67 Fundpunkten wurden Gefahrgutobjekte nachgewiesen, die die Umgebung durch enthaltenen oder anhaftenden Treibstoff, Schmiermittel, Batteriesäure etc. verunreinigen können. Die Mehrzahl des Gefahrguts wurde in Stationsnähe erfasst, doch selbst in abgelegeneren Gebieten wurden z. B. eine Lkw-Batterie und ein Kühlschrank gefunden. Eine potentielle Gefahr durch Ölverschmutzung stellen Öl- oder Treibstofffässer aus Metall oder Plastik im Gelände dar. Insgesamt wurden an 33 Fundpunkten Fässer nachgewiesen, die mit knapp 50 % den größten Anteil der Gefahrgut-Fundpunkte ausmachten.
Mit ca. 1% wurden nur sehr wenige Funde als eindeutig aktuell eingestuft. Obwohl eine genaue Datierung nicht möglich war, ist aufgrund des objektiven Zustandes der Mehrzahl der Funde anzunehmen, dass die weite Verbreitung von Müll im Gebiet der Fildes Peninsula und der Ardley Island v. a. das Ergebnis des in der Vergangenheit üblichen Müllmanagements ist.

4.2.3. Aktuelles Müllmanagement

Nach z. T. jahrzehntelangem ungesicherten Umgang mit Stationsabfällen aller Art wurden in den letzten Jahren zahlreiche Verbesserungen des Müllmanagements realisiert (Tin & Roura, 2004). So wird heute i. d. R. Müll nicht mehr im Freien verbrannt oder außerhalb der Gebäude gelagert. Ausnahmen stellten die in Kap. 4.2.1 genannten aktuellen Mülllagerplätze, die Deponierung von Abrissmaterial (s. u.) und eine offene Müllverbrennung in der Saison 2005/06 dar. Weiterhin wird in allen Stationen der Fildes Peninsula großer Wert auf die Trennung des anfallenden Mülls gelegt. In allen Gebäuden befinden sich separate und deutlich gekennzeichnete Sammelbehälter für Glas, Metall, Plastik, Papier/Pappe und sonstigen Abfall. Die Abfallbehandlung erfolgt in eigens dafür vorgesehenen Gebäuden durch speziell geschultes Personal, das auch für den Vorgang der Müllverbrennung verantwortlich ist. Mit Ausnahme der Station Escudero werden in allen Stationen brennbare, ungiftige Abfälle wie Papier, Pappe und organisches Material, nachdem diesem die Restfeuchtigkeit mittels einer Presse o. ä. entzogen wurde, verbrannt. Die Verbrennung des Abfalls erfolgt in regelmäßigen Abständen und je nach Bedarf in speziell dafür konzipierten Müllverbrennungsanlagen. Die Müllverbrennung wird i. d. R. mit Hilfe ausführlicher Verbrennungsprotokolle dokumentiert. Die Verbrennungsanlagen werden mit Diesel betrieben, die anfallende Asche entfernt und in den Herkunftsländern entsorgt. Menge, Art und Zusammensetzung der Gase und Partikel, die trotz integrierter Filter aus den Anlagen emittiert werden, sind nicht bekannt. Oft tritt dabei eine deutlich wahrnehmbare Geruchsentwicklung auf.

Glas und Metall werden ggf. zerkleinert, komprimiert und ebenso wie Asche, Altöl, Batterien oder schädliche Substanzen jährlich oder im Abstand von zwei Jahren in die Herkunftsländer rückgeführt. Insgesamt befindet sich das aktuelle Müllmanagement der Stationen der Fildes Region auf einem relativ hohen Niveau, Abweichungen in einzelnen Punkten entstehen durch Unterschiede in nationalen Standards, wie z. B. beim technischen Niveau der Müllverbrennungsanlage und des installierten Filtersystems. Mängel bestehen teilweise noch beim Umgang mit organischen Stationsabfällen (siehe Kap. 4.2.4.). Ferner werden noch große Menge Styropor als Verpackungsmaterial eingeführt, das dann nicht selten ins Freie gelangt und durch Wind auch in stationsferne Gebiete verweht wird (siehe Kap. 4.2.2.).
In der Vergangenheit wurde in allen Stationen angestrebt, das unmittelbare Stationsgelände von umherliegendem Unrat zu säubern. Dadurch hat sich das äußere Erscheinungsbild des Stationsgeländes im Vergleich zum bei zahlreichen Inspektionen durch Vertreter der Antarktisvertragsstaaten festgestellten Zustand z. T. wesentlich verbessert (Tin & Roura, 2004; ATCM, 2005a). Auch während des Untersuchungszeitraumes wurden in Great Wall und Frei mehrere Müllsammelaktionen durchgeführt.

Das aktuelle Müllmanagement wird, sofern es sich von der allgemeinen auf Fildes Peninsula üblichen Vorgehensweise (siehe Kap. 4.2.3.1.) unterscheidet oder Besonderheiten aufweist, nachfolgend für jede Station einzeln beschrieben.

a) Artigas

Innerhalb des Stationsgeländes von Artigas befand sich in unmittelbarer Nähe des Generatorenhauses ein aktueller, von einem kleinen aufgeschütteten Wall umgebener Lagerplatz, wo alte Rohre und Fundamente sowie größere Holzstücke gelagert wurden. Da es sich hierbei ausschließlich um schweres Material handelte, bestand keine Gefahr der Windverbreitung des Mülls außerhalb des Lagerplatzes.
Plastikmüll wird nicht verbrannt, sondern komprimiert und auf dem Seeweg nach Uruguay zurückgeführt. Zur Reduzierung von Verpackungsmüll wird nach Auskunft des Stationspersonals ein Großteil der Lebensmittel in wiederverwendbaren Plastikkisten angeliefert. Bei der Errichtung eines neuen Gebäudes in der Saison 2005/06 wurde streng darauf geachtet, dass kein Verpackungs- oder Baumaterial in die Umgebung gelangte. Ferner wurde im Februar 2006 der Trinkwasser-See Lago Uruguay von Schrott gereinigt, der u. a. durch einem Pumpenbrand im Vorjahr in den See gelangt war.

Einmal jährlich, gegen Ende März, führen uruguayische Stationsmitglieder ein Strandgut-Monitoring nach CCAMLR-Standard durch, bei dem an drei Strandabschnitten der Drake-Küste die Menge des angespülten Strandguts (ATCM, 2006e) geschätzt und die Küste nach verletzten oder ölkontaminierten Tieren kontrolliert wird.

b) Bellingshausen

Als Ergebnis des in der Vergangenheit praktizierten Müllmanagements findet sich innerhalb des Stationsgeländes eine beträchtliche Menge an verstreuten kleineren Müllpartikeln wie z. B. Scherben, Draht, etc., deren Entfernung einen unverhältnismäßig hohen Aufwand erfordern würde. In Stationsnähe befinden sich ferner zahlreiche Reste alter Messanlagen, Leitungen, Markierungen und Hütten, die durch fortschreitenden Zerfall einen zusätzlichen Eintrag anthropogenen Materials in die Umgebung verursachen (siehe Kap. 4.2.2. und 4.2.11.7.).

c) Escudero

Die Station Escudero wird unabhängig von der Station Frei betrieben und verfügt über ein eigenes Abfallsystem, das auf vollständigen Rücktransport des gesamten anfallenden Stationsabfalls beruht. Eine Müllverbrennung oder Überführung von Müll in die Station Frei erfolgt nicht. Jeglicher anfallender Müll wird nach Material (Glas, Plastik, Papier/Pappe, Aluminium, sonstiges Metall, Holz und Restmüll) getrennt, verpackt und gelagert. Ebenso wie Batterien, schwermetallhaltige Materialien und anfallendes Altöl oder Schmiermittel wird der so gesammelte Müll auf dem Seeweg nach Chile transportiert und dort der Entsorgung zugeführt. In der Saison 2005/06 erfolgte die partielle Demontage der Feldstation Ripamonti und der Abbau eines Feldcontainers (siehe Kap. 4.2.11.7.), wodurch der teilweise bereits festgestellte Mülleintrag in die Umgebung durch sich lösende Materialien gestoppt wurde.

d) Frei

Da die Station Frei mit Ausnahme der Treibstoffanlieferung vollständig über den Luftweg versorgt wird, wird auch der gesamte anfallende, nicht der Verbrennung zugeführte Stationsmüll per Flugzeug nach Chile zurücktransportiert. Der Müll des Marinestützpunkts Capuerto wird dem Abfallsystem der Station Frei zugeführt. In der Saison 2003/04 erfolgte der Neubau eines Gebäudes zur Müllverbrennung im nordöstlichen Stationsbereich. Hier wurde eine moderne Doppelkammerverbrennungsanlage installiert, um dem Bedarf der mit 80 bis 120 Bewohnern größten Station auf Fildes Peninsula gerecht zu werden.

e) Great Wall

2003/04 wurde das bei einem Gebäudeabriss anfallende Material bis zum Abtransport per Schiff in der folgenden Saison offen im Stationsgelände gelagert. Durch mangelhafte Fixierung von Isoliermaterial wurde eine beträchtliche Menge Styropor und Plastikfolie vom Wind sowohl in die nähere und als auch in die weitere Umgebung verteilt. Skuas verbreiteten zudem Schaumstoffisolierungen von Wasserleitungen. Andererseits fanden im Untersuchungszeitraum mehrere Müllsammelaktionen im Stationsgelände und der näheren Umgebung statt, die jedoch nicht entferntere Gebiete einschlossen, in denen nachweislich ebenfalls Material aus der Station eingetragen wurde.

Beim Umgang mit historischen Mülllagerplätzen wurden unterschiedliche Strategien des Müllmanagements registriert. Einerseits wurde 2003/04 im Stationsbereich ein Strandabschnitt aufgegraben, um dort befindlichen Schrott zu entfernen. Durch diese Maßnahme wurden auch mit Moos bewachsene Flächen geschädigt. Kurze Zeit später wurden andererseits Reste des im Jahre 2002 abgerissenen alten Generatorenhauses am ehemaligen Standort vergraben. Zusätzlich wurde im Februar 2004 südlich der Station nahe eines Sees ein historischer Mülllagerplatz, der auf der Bodenoberfläche große Mengen von Glas, Medizin- und Batterieresten aufwies, mit Material eines benachbarten Hangs bedeckt und planiert. Nach Auskunft des damaligen Stationsleiters diente dies dem Schutz von in der Nähe brütenden Skuas. Eine spätere Ausgrabung und Abtransport von Gefahrgut ist geplant.

4.2.4. Eintrag organischer Substanz

Durch systematische Kartierung anthropogener Nahrungsreste unter Einbeziehung von Daten aus früheren und parallel durchgeführten Untersuchungen an Skuas wurden insgesamt 306 Fundpunkte mit Resten anthropogener Nahrung erfasst. Bei den Funden handelte es sich überwiegend um Knochen mit deutlichen Schnittspuren (Abb. 4.2.-8a), wie z. B. Schafknochen (Abb. 4.2.-8b) und gelegentlich um pflanzliche Nahrungsreste wie Pfirsichkerne oder Maiskolben. Sehr häufig waren diese an Nestern oder in Nahrungsterritorien von Skuas zu finden, da diese unverdauliche Nahrung in Form so genannter Pellets auswürgen.



Abb. 4.2.-8a & b: Typische Funde anthropogener Nahrungsreste, a - Haustierknochen mit deutlicher Schnittkante, b - Schafkiefer (Fotos: Büßer)

Da unverdauliche Nahrungsreste wie Knochen und Pellets über Jahre hinweg nicht zerfallen, repräsentiert die Abb. 4.2.-9 einen gegenwärtigen Ausschnitt der räumlichen Verbreitung anthropogener Nahrungsreste, resultierend aus dem langjährigen Eintrag organischen Stationsabfalls. Deutlich erkennbar konzentriert sich die Mehrzahl der Funde in der Nähe der Stationen (Abb. 4.2.-9).

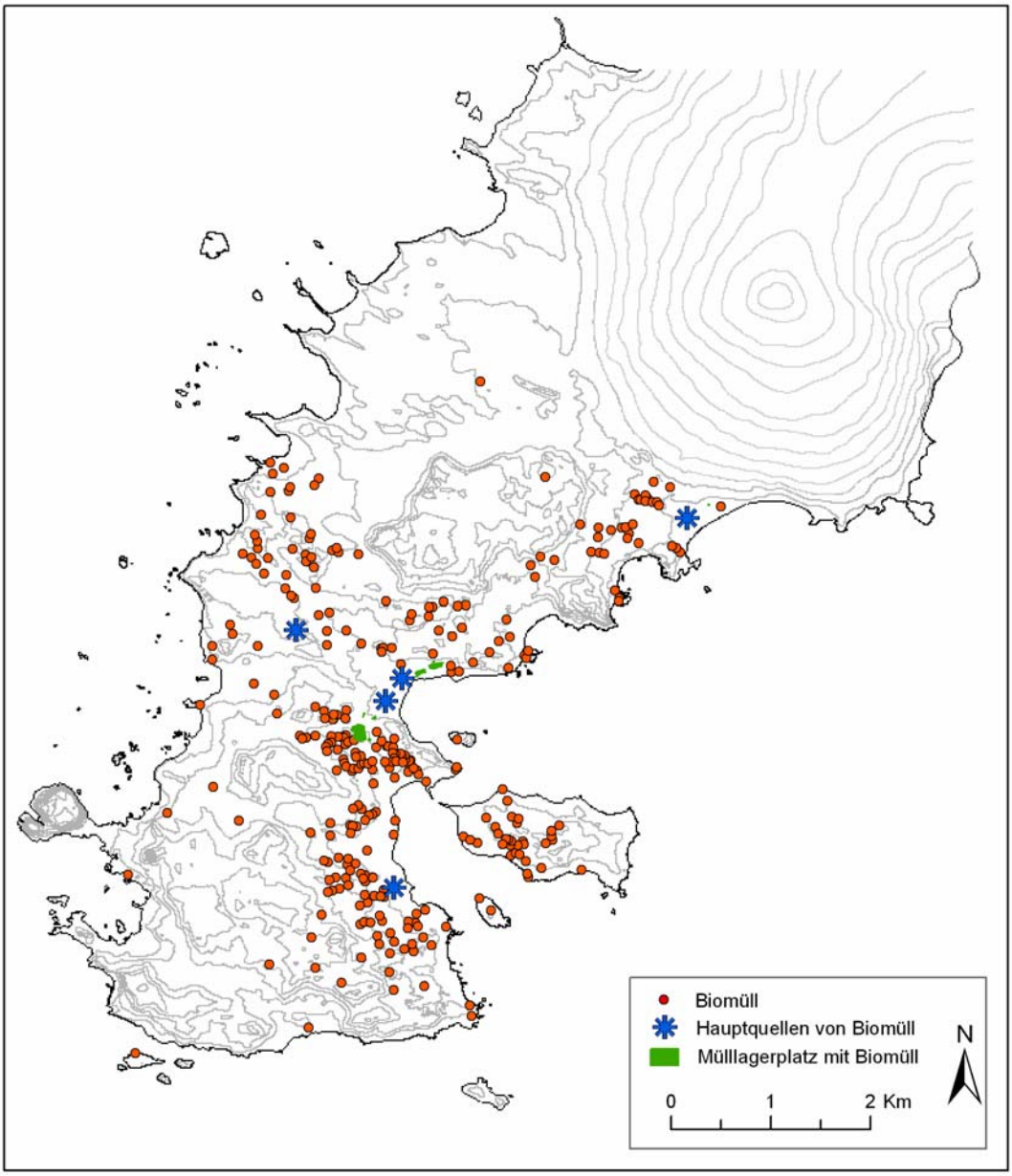


Abb. 4.2.-9: Verbreitung anthropogener Nahrungsreste in der Fildes Region

Als Hauptursache für die Verbreitung von anthropogener Nahrung auf der Fildes Peninsula wurde die Verschleppung durch in und an den Stationen fressende Skuas (ca. 77 %) und Dominikanermöwen (10 %) zu ihren Nist- oder Fressplätzen nachgewiesen (Abb. 4.2.-10). Eine untergeordnete Rolle mit ca. 6 % spielte der direkte Eintrag durch Menschen durch Ablagerung von organischen Stationsabfällen in Stationsnähe (siehe Kap. 4.2.1.) oder gar in stationsferne Gebiete (siehe Kap. 4.2.2.)

z. B. an Feldhütten bzw. Grill- oder Picknickplätze. Letztere befinden sich häufig an landschaftlich attraktiven Orten und werden z. T. regelmäßig von Stationspersonal genutzt. Bei ca. 6 % der Fundpunkte war nicht erkennbar, ob die Nahrungsreste von Menschen abgelagert oder von Skuas oder Möwen dorthin verschleppt wurden.

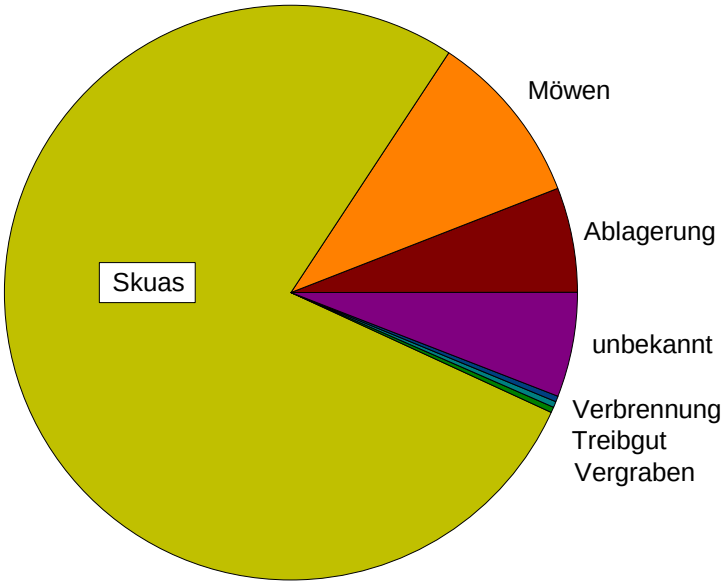


Abb. 4.2.-10: Anteilige Ursachen der Verbreitung anthropogener Nahrungsreste in der Fildes Region

Die Art der Datenerfassung (siehe Kap. 3.1.3.) ermöglicht zwar keine quantitativen Aussagen über Häufigkeit und nur bedingt über den exakten Zeitpunkt der Nutzung der Ressource Stationsabfall durch Skuas oder Möwen, dennoch wurden in ca. 3 % der Funde frische anthropogene Nahrungsreste nachgewiesen. Das belegt einen aktuellen Zugang von Vögeln zu anthropogener Nahrung oder deren Resten in Form von Stationsabfällen.

Nur in wenigen Fällen konnte anhand der Art des Fundes auf die Herkunft der anthropogenen Nahrung geschlossen werden. Möglich war dies nur bei zweifelsfrei bestimmbaren Resten stationsspezifischer Lebensmittel. Da das Ausmaß der Nutzung dieser Nahrungsquelle stark von seiner Erreichbarkeit bzw. von der Entfernung zu den Stationen abhängt (Wang & Norman, 1993), kann die Entfernungsbestimmung des Fundes zur jeweils nächsten Station einen wertvollen Hinweis auf dessen Herkunft liefern. Die in Abb. 4.2.-11 dargestellte Häufigkeitsverteilung der Entfernungen der Biomüllfunde zur jeweils nächsten Station zeigt deutlich, dass sich die Mehrzahl der Funde im Entfernungsbereich zwischen 100 m und ca. 2.000 m zur jeweils nächsten

Station befand (Abb. 4.2.-11). Die mittlere Entfernung der Biomüllfunde zur nächsten Station betrug 788 m (Minimaldistanz: 100 m, Maximaldistanz: 3.079 m). Dies ist einerseits auf die Funde anthropogener Nahrungsreste auf Mülllagerplätzen in Stationsnähe (siehe Kap. 4.2.1.) zurückzuführen, v. a. aber darauf, dass Skuas ihre Nahrung überwiegend in einem begrenzten Radius um das eigene Territorium suchen. Aus diesem Grund weist die Entfernung der Fundorte zu den Stationen auf die jeweilige Nahrungsquelle hin.

Im zentralen Bereich der Fildes Peninsula kann mittels Entfernungsbestimmung (Abb. 4.2.-11) nur bedingt auf die Herkunft der Biomüllfunde geschlossen werden, da sich hier auf engstem Raum mehrere potentielle Quellen (Bellingshausen, Frei, Escudero, Capuerto, Flughafen) für organische Stationsabfälle befinden. Nach Zusammenfassung dieser Quellen lassen sich ca. 52 % der Biomüllfunde diesem Einzugsgebiet zuordnen. Aufgrund der verhältnismäßig isolierten Lage der Stationen Artigas (12 %) und Great Wall (37 %) und der Tatsache, dass die Maximaldistanz bei ca. 3.000 m lag, wird hier der kausale Zusammenhang zwischen Fundort und Entfernung zur Station besonders deutlich. Trotz einer deutlichen Überschneidungszone mit den Stationen Frei und Bellingshausen im Bereich der Meseta la Cruz lässt sich eine auffallend große Anzahl anthropogener Nahrungsreste der Station Great Wall zuordnen (Abb. 4.2.-9).

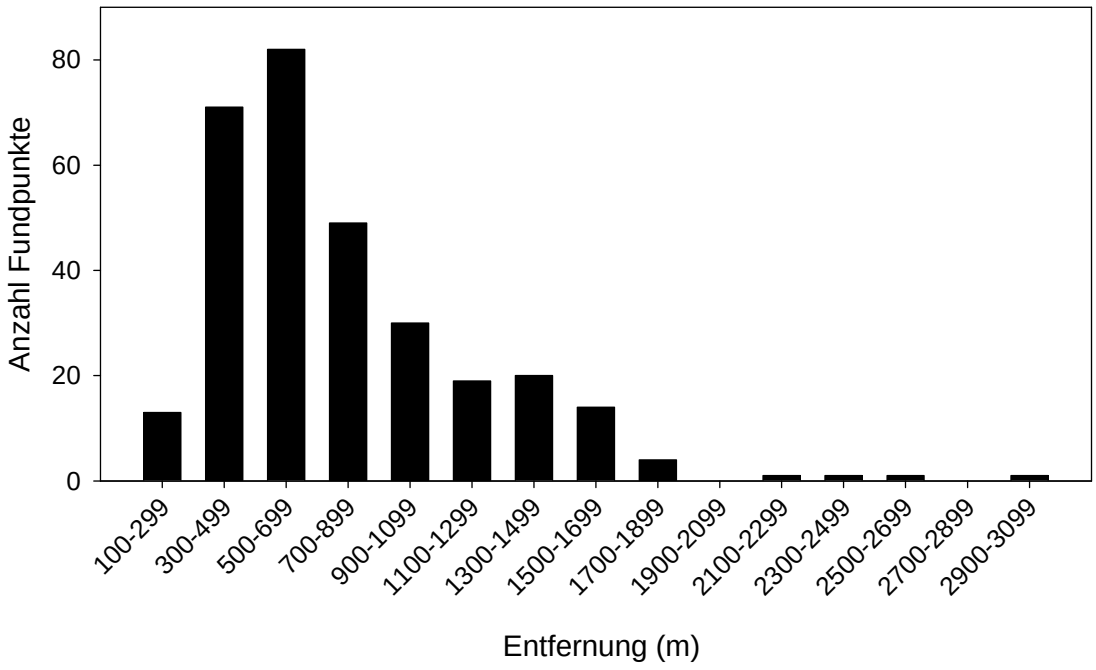


Abb. 4.2.-11: Häufigkeitsverteilung der Entfernung der Biomüllfunde zu der jeweils nächsten Station

In den vergangenen Jahren wurden in diesem Gebiet sowohl Untersuchungen zur Skuanahrung von unserer Seite als auch von chinesischen Kollegen durchgeführt, wobei mindestens einmal pro Saison alle Nahrungsreste an den Nestern vollständig abgesammelt wurden. Diese dabei dennoch immer wieder festgestellte Häufung von Biomüllfunden weist auf eine starke aktuelle Verbreitung anthropogener Nahrungsreste hin.

Die Ergebnisse der Biomüllkartierung und die Beobachtung futtersuchender Skuas in den Stationen belegen, dass im Gebiet der Fildes Peninsula und Ardley Island lebende Skuas und Möwen noch immer Reste menschlicher Nahrung als Nahrungsquelle nutzen. Die Möglichkeit dazu sowie das Ausmaß der Verbreitung organischer Stationsabfälle in die Umwelt sind stark abhängig vom aktuellen Müllmanagement der Stationen (siehe Kap. 4.2.3.) sowie vom Verhalten der Stationsmitglieder. Im Gegensatz zur Praxis der Vergangenheit werden heute in allen Stationen organische Abfälle in der Regel für Vögel unzugänglich, d. h. entweder in geschlossenen Räumen oder in verschlossenen Behältnissen im Freien verwahrt. Ausnahmen davon wurden mehrmals während des Untersuchungszeitraums in der chinesischen Station Great Wall beobachtet. Die Beobachtungen reichten von zeitweilig offenen Abfalltonnen mit Küchenabfällen (Abb. 4.2.-12a), über Funde von Lebensmitteln wie ungekochten Reis und Bohnen im Meer bis zu einem Zwischenfall bei der Entladung des Versorgungsschiffes im Dezember 2004. Durch einen abrupten Abbruch der Entladearbeiten konnten zahlreiche Skuas und Dominikanermöwen an große Mengen Stationslebensmittel aus den an der Pier zurückgelassenen und vom Regen durchnässten Kartons gelangen. Noch Tage später wurden an großen Fleischstücken fressende Skuas beobachtet und dokumentiert. Zudem wurde durch starken Wind sehr viel zweifelsfrei aus dieser Quelle stammende Pappe, Styropor und Schaumstoff bis in weit entfernte Gebiete verweht (siehe Kap. 4.2.2.).

Neben der Erreichbarkeit von Stationsabfällen spielt die aktive Fütterung von Vögeln eine bedeutende Rolle bei der Verbreitung organischen Materials (ATCM, 2001a, b). So gibt es in allen Station der Fildes Peninsula ein oder mehrere Paare markierter Brauner Skuas, die seit Jahren gewissermaßen als „Stationshaustiere“ betrachtet und regelmäßig gefüttert werden (Abb. 4.2.-12b). Dementsprechend häufig finden sich frische Reste von Stationslebensmitteln an deren Nestern. Ebenso spiegelt sich diese traditionelle Fütterung im Verhalten dieser Individuen wider, indem das Stationsgelände von diesen aktiv als Nahrungsterritorium gegenüber Artgenossen verteidigt wird.



Abb. 4.2.-12a & b: In Stationen fressende Braune Skuas, a - an Biomülltonnen der Station Great Wall (Foto: Büßer), b - Skuafütterung in der Station Bellingshausen (Foto: Station Bellingshausen)

Ebenso bis in die Gegenwart üblich ist die winterliche Fütterung von Scheidenschnäbeln (*Chionis alba*), die sich aus diesem Grund im Winter in großer Zahl an den Stationen aufhalten (persönl. Mitteilg. H.-U. Peter, A. Fröhlich).

4.2.5. Treibstofflager und Maßnahmen zur Verhinderung von Ölverunreinigungen

Aufgrund ihrer geographischen Lage, der Existenz des chilenischen Flughafens sowie mehrerer Stationen besitzt die Fildes Peninsula eine wichtige Funktion als logistischer Knotenpunkt für den gesamten Bereich der Antarktischen Halbinsel. Entsprechend große Treibstoffmengen werden vor Ort benötigt.

Umweltverschmutzung durch Öl stellt im Gebiet der Antarktis eines der größten Umweltrisiken dar (ATCM, 1999a). Potentielle Risiken bestehen v. a. beim Transfer des Treibstoffs vom Versorgungsschiff in die Vorratstanks, Transporten innerhalb der Station und zwischen den Stationen, Leckagen in Tanks oder Leitungen sowie in geringerem Ausmaß bei der Reinigung der Tanks. Dabei steigt die Gefahr einer Ölverschmutzung deutlich mit der Anzahl der Treibstofftransfers zwischen dem Versorgungsschiff, verschiedenen Tanks und dem finalen Bestimmungsort zur Energieerzeugung. Gemäß den Bestimmungen des USP (Art. 15) muss jede Station über einen Notfall- bzw. Einsatzplan verfügen, der im z. B. Falle einer Ölhavarie Umweltschäden verhindern soll. Die geplanten Maßnahmen und verfügbaren Mittel zur Vermeidung und Eindämmung von Ölhavarien reichen von erhöhten Umrandungen des Untergrunds der Tanks über schwimmende Ölsperren (von Artigas und Bellingshausen bekannt) bis zum Vorhandensein von Öl aufsaugenden Textilien (von Bellingshausen

bekannt) und Öl bindenden oder zersetzenden Chemikalien (von Great Wall und Artigas bekannt). Zusätzlich führen argentinische und chilenische Schiffe im Rahmen einer kombinierten Patrouille regelmäßige Übungen zur Eindämmung eines potentiellen Ölteppichs mit Hilfe von Ölsperren durch, die auch im Dezember 2005 bei einer Ölhavarie eingesetzt wurden (siehe Kap. 4.2.6.). In allen Stationen wurden während des Untersuchungszeitraums verschiedene Wartungsarbeiten an den Dieseltanks durchgeführt, indem Tanks mindestens entrostet und mit einem Korrosionsschutz-Anstrich versehen wurden.
Die Energiegewinnung in den Stationen erfolgt ausschließlich mit Hilfe von Dieselgeneratoren, was neben der Flugzeug- und Helikopternutzung den größten Treibstoffverbrauch verursacht. Je nach Umfang des Treibstoffverbrauchs besitzt jede Station ein oder mehrere Tanklager innerhalb oder am Rande des Stationsgeländes. Aufgrund des Permafrostbodens verlaufen alle Diesel-, wie auch Wasser- und Abwasserleitungen überwiegend oberirdisch.



Abb. 4.2.-13: Großtanklager Neftebasa (Foto: Büßer)

Eine Besonderheit stellt das 1970/71 und 1988/89 um drei neue Tanks erweiterte (Lange & Naumann, 1989; ATCM, 2005a) nordöstlich der Station Bellingshausen errichtete Großtanklager „Neftebasa“ dar, das der Treibstoffversorgung der sowjetischen Antarktis-Wal- und Fischfangflotte diente (Abb. 4.2.-13). Die Kapazität der durch feste Rohrleitungen miteinander verbundenen neun, ohne Ausnahme

einwandigen Großtanks liegt bei 3 x 150.000 und 6 x 250.000 Litern. Gegenwärtig werden noch zwei Tanks zur Treibstofflagerung für die Stationen Bellingshausen und Artigas genutzt. Die nähere Umgebung der Tanks weist eine erhebliche Ölkontamination auf (siehe Kap. 4.2.6.). Zudem wurde in der Vergangenheit in unmittelbarer Nähe der Tanks Müll vergraben (siehe Kap. 4.2.2.). In naher Zukunft ist der Abbau und die Entsorgung der Tanks mit Hilfe einer NGO vorgesehen („Inspire!"), deren Personal teilweise bereits bei der Aufräumaktion des Jahres 2002 in Bellingshausen beteiligt war (persönl. Mitteilg. G. Evans).
Der Treibstoffverbrauch der Stationen unterscheidet sich und ist abhängig von der Anzahl der mit Energie zu versorgenden Gebäude und Anlagen sowie vom Umfang des stationseigenen Fuhrparks. Im Folgenden werden Angaben zur Treibstoffnutzung und zu etwaigen logistischen Besonderheiten der Stationen gemacht.

a) Artigas

Der gesamte Dieselverbrauch der Station Artigas beläuft sich auf ca. 170.000 Liter pro Jahr. Jährlich erfolgt die Dieselanlieferung des benötigten Treibstoffs durch ein uruguayisches Versorgungsschiff. Der Treibstoff wird über einen schwimmenden Schlauch in einen von der Station Bellingshausen geleasten Großtank der Neftebasa gepumpt. Dieser Schlauch wird nach erfolgtem Treibstofftransfer mit Hilfe von Pressluft entleert und in der Nähe der Tanks oder am Strand deponiert. Anschließend wird der Diesel auf dem Landweg in die Station transportiert und die fünf Vorratstanks mit einer Kapazität von insgesamt 120.000 Litern aufgefüllt. Diese Tanks befinden sich direkt neben dem Generatorhaus auf einer abgedichteten Bodenwanne. Die Treibstofftransporte mit Hilfe eines Traktors oder Kettenfahrzeugs und einem Tankanhänger stellen in der Sommersaison einen erheblichen Anteil an der Straßennutzung zwischen Neftebasa und Artigas (siehe Kap. 4.2.13.). Je nach Bedarf erfolgen später im Jahr erneute Dieseltransporte zum Auffüllen der Stationstanks.

b) Bellingshausen

Die Dieselanlieferung für Bellingshausen erfolgt in derselben Weise wie für die Station Artigas, jedoch im Abstand von 2-3 Jahren und durch ein russisches Versorgungsschiff. Der Transport des Diesels in die Station erfolgt entweder durch einen Tankanhänger und ein Kettenfahrzeug oder einen Tank-LKW. Dabei kam es wiederholt zu Ölverunreinigungen im Bereich der Straße und zu einer starken Frequentierung dieses Streckenabschnitts (siehe Kap. 4.2.6. und 4.2.13.).
Die Vorratstanks der Station wurden kürzlich erneuert und stehen auf einem Betonfundament mit erhöhtem Rand. Der Dieselverbrauch zur Energieerzeugung

beträgt nach Angaben des Stationsleiters ca. 120.000 Liter pro Jahr zuzüglich 2.000 Liter für die Nutzung der stationseigenen Fahrzeuge und Boote.

c) Escudero

Da die Station Escudero nur rund zwei Monate im Jahr (Januar & Februar) betrieben wird, liegt der Treibstoffverbrauch mit ca. 12.000 Liter deutlich unter dem der übrigen Stationen der Fildes Peninsula. Zusätzlich werden ca. 200 Liter Diesel für Fahrzeuge sowie ca. 125 Liter für das Zodiak und den Betrieb der Pumpen benötigt. Die Anlieferung des Treibstoffs erfolgt in Plastikfässern mit einem Fassungsvermögen von je 200 Litern auf dem Seeweg, die sofort nach dem Anlanden vom Strandbereich in die Station transportiert und dort mit Hilfe einer elektrischen Pumpe in einen Vorratstank (Kapazität: 30.000 Liter) entleert werden. Daneben existieren noch zwei weitere, deutlich kleinere Tanks, die dem Generator nacheinander vorgeschaltet sind.

d) Frei

Die Station Frei wird jährlich auf dem Seeweg mit dem benötigten Treibstoff beliefert. Ungewöhnlich ist hierbei, dass der Dieseltransfer vom Schiff in die Station über eine auf dem Meeresboden verlaufende Leitung erfolgt, deren Endstück sich in unmittelbarer Nähe zu Diomedea Island befindet. In der Station gibt es an mehreren Orten Treibstofftanks auf Betonfundamenten, die durch unterirdische Leitungen miteinander verbunden sind. Dazu kommt ein Großtank auf halbem Wege zwischen der Station und dem Flughafen. Zusätzlich wird vom Versorgungsschiff mittels Helikopter eine große Menge Flugzeugbenzin in Fässern in die Station gebracht und dort bzw. auf dem Flughafengelände gelagert. Der gesamte Treibstoffbedarf der Station Frei beläuft sich auf ca. 1 Million Liter Diesel pro Jahr (ohne Treibstoff für den Flugverkehr). Zusätzlich werden 5.000 - 6.000 Liter Treibstoff durch Fahrzeugnutzung verbraucht. Der Treibstoffverbrauch der Capuerto-Zodiaks wurde mit weniger als 200 Liter pro Jahr angegeben.

e) Great Wall

Südlich der Station Great Wall befinden sich acht Dieseltanks mit einer Kapazität von jeweils 50.000 Litern. Weitere kleinere Tanks befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Generatorenhaus. Über Gummischläuche, die bei mehreren Begehungen teilweise noch Restinhalt aufwiesen (siehe Kap. 4.2.6.), und einen LKW mit montiertem Tank wird der Diesel von den Haupttanks in die Station transportiert, in die Vorratstanks gepumpt und später ins Innere des Generatorhauses geleitet. Der jährliche Treibstoffverbrauch der Station Great Wall wurde mit ca. 70.000 Litern Diesel beziffert.

4.2.6. Ölverunreinigungen

4.2.6.1. Ölverunreinigungen außerhalb der Stationen

Die Mehrzahl der Ölverunreinigungen außerhalb der Stationen wurde entlang des Straßennetzes erfasst, das die Stationen der Fildes Peninsula miteinander verbindet (Abb. 4.2.-14). Dabei handelte es sich um zahlreiche, zumeist kleinflächige Kontaminationen.

Auf der Straße zwischen den Stationen Frei und Great Wall wurden nur einige kleinere Ölflecken festgestellt. Als permanent belastet muss hingegen die gesamte Straße zwischen der russischen Station Bellingshausen und dem Tanklager Neftebasa gelten. Deutlich wurde dies anhand zahlreicher Schmelzwasserpfützen und -bäche, die regelmäßig einen starken Ölfilm an der Oberfläche aufwiesen. Hauptursache dieser Ölspuren waren Ölverluste an Fahrzeugen, hervorgerufen durch Lecks an den Zugmaschinen oder den Tankanhängern.

Ein weiterer Kontaminationsschwerpunkt lag im unmittelbaren Umfeld des Tanklagers Neftebasa. Hier wurden zahlreiche Ölspuren an Leitungen und Schläuchen registriert, die vom Treibstofftransfer vom Versorgungsschiff in die Großtanks stammen.

Außerhalb des Wegenetzes wurden nur sehr wenige oberflächliche Ölverunreinigungen festgestellt, die meist durch im Gelände „verlorene Fässer“ verursacht wurden (Abb. 4.2.-15a). Beispielhaft dafür war ein Fund eines Treibstofffasses in der Saison 2004/05 in einem an die Landepiste des Flughafens angrenzenden Bach, der in den nahe gelegenen Kitezh Lake mündet, der die Trinkwasserquelle für die Stationen Bellingshausen und Frei darstellt. Da aus dem Fass geringe Mengen Öl austraten, wurde der zuständige Stationskommandant umgehend verständigt. Ferner wurde nordöstlich der Station Bellingshausen ein augenscheinlich vor vielen Jahren vergrabenes Fahrzeug gefunden, aus dem geringe Mengen Öl austraten.

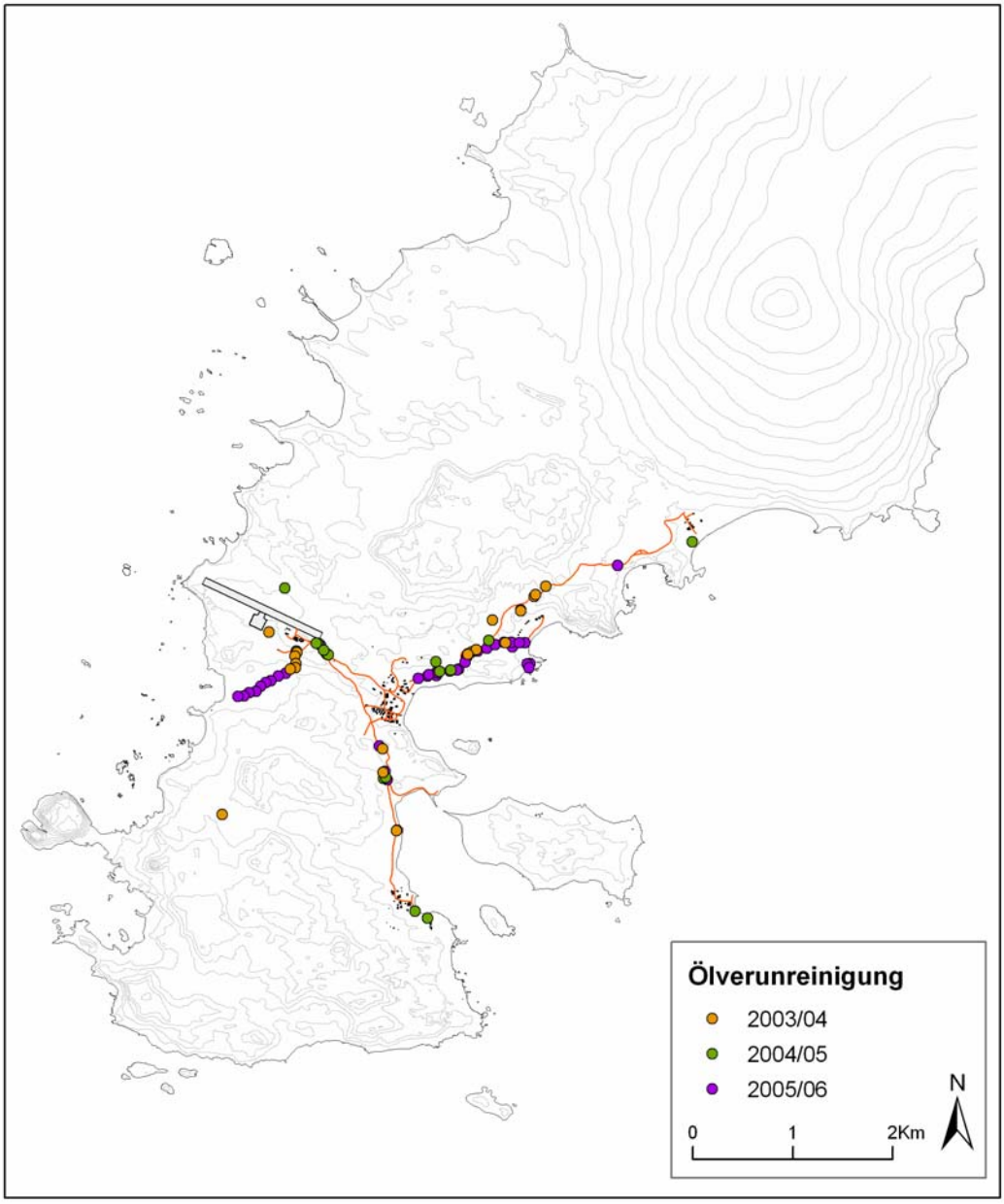


Abb. 4.2.-14: Während des Untersuchungszeitraums außerhalb der Stationen kartierte Ölverunreinigungen in der Fildes Region

Großflächigere Verunreinigungen wurden v. a. durch Probleme mit Leitungen oder Schläuchen verursacht (Abb. 4.2.-15b), die z. B. nach dem Treibstofftransfer noch längere Zeit am Strand in stark geknicktem und beschädigtem Zustand gelagert wurden, sodass Öl in die Umgebung austreten konnte.



Abb. 4.2.-15a & b: Beispiele für Ölverunreinigungen; a - verlorenes Fass am Kitezh Lake, b - Ölpfütze unter einem Schlauch (Fotos: Büßer)

Im Zusammenhang mit dem Ausbau des chilenischen Flughafens in der Saison 2004/05 wurden mehrere Ölverunreinigungen registriert (siehe Kap. 4.2.19.). So wiesen u. a. Schmelzwasserpfützen an einer Materialentnahmestelle und an einem Parkplatz von Baufahrzeugen einen deutlichen Ölfilm auf.
Eine Besonderheit stellte der permanente Eintrag einer beträchtlichen Menge von Öl in die Biologenbucht dar. Dieser war über den gesamten Untersuchungszeitraum an einem stetigen Ölteppich auf einem in Nord-Süd-Richtung hangabwärts fließenden Bach feststellbar (Abb. 4.2.-14), der seinen Ursprung unmittelbar hinter den Gebäuden des chilenischen Flughafens hat. Dieser Bach transportierte ebenfalls Abwasser des Flughafenhotels, erkennbar an Geruch und Farbe des Wassers. Die exakte Quelle des Öleintrags konnte jedoch nicht lokalisiert werden. Möglicherweise liegt die Ursache hierfür in einem aktuellen Leck der Öltanks oder -leitungen des Flughafens oder aber in einer kontinuierlichen Auswaschung von bereits stark kontaminiertem Boden. Für Letzteres sprechen zahlreiche veröffentlichte Berichte, in denen regelmäßig seit 1987/88 ein starker Öleintrag ins Erdreich im Bereich des Flughafens dokumentiert wurde (Lange & Naumann, 1989; Krzyszowska, 1993; Tin & Roura, 2004). Als Ergebnis dieser kontinuierlichen Ölverschmutzung weist der weiter südlich gelegene Biologenbach regelmäßig einen Ölfilm auf. Zudem wirken sowohl das Erdreich in der Umgebung des Bachlaufs und der Mündung ins Meer stark ölgetränkt.

4.2.6.2. Ölverunreinigungen innerhalb der Stationen

Aufgrund der noch immer üblichen Praxis der schnellen Abdeckung von ölverunreinigten Flächen mit Kies oder Sand und fehlender chemischer Analysen von

Bodenproben kann keine exakte Aussage über die reelle Kontamination des Bodens innerhalb der Stationsgebiete getroffen werden. Aufgrund der verhältnismäßig langen menschlichen Präsenz im Gebiet und dem jahrzehntelangen mangelhaften Umgang mit Treibstofftransfer und -lagerung müssen die Stationsgelände und die Bereiche der Vorratstank als chronisch belastet betrachtet werden (Tin & Roura, 2004).
Übereinstimmend damit wurden mit Ausnahme der uruguayischen Station Artigas in allen Stationen der Fildes Peninsula Anzeichen von Ölverunreinigungen gefunden. Im Gebiet der chilenischen Stationen Frei, inklusive des Marinestützpunkts Capuerto, deren Treibstoffversorgung vollständig über die Station Frei erfolgt, wurden häufig kleinere Ölflecken oder ölbedeckte Pfützen registriert, hier v. a. im Bereich der der Maxwell Bay am nächsten gelegenen Dieseltanks und vor den Gemeinschaftsgebäuden. Mit Ausnahme der bereits oben genannten Kontaminierungen am Flughafen wurden während des Untersuchungszeitraums keine erheblichen aktuellen Ölverunreinigungen auf chilenischem Stationsgelände festgestellt.
Dagegen wurden mehrere aktuelle und z. T. großflächige Ölverunreinigungen innerhalb der Stationen Great Wall und Bellingshausen in Kenntnis gebracht bzw. dokumentiert. So wurde von einem in Great Wall im Dezember 2002 während des Dieseltransfers zwischen Schiff und den in Strandnähe befindlichen Vorratstanks geplatzten Schlauchs berichtet (persönl. Mitteilg. Z. Wang). Dadurch kam es zu einer großflächigen Verunreinigung des Strandbereiches südlich der Station. Ferner kam es 2003 durch Unachtsamkeit zu einer Havarie beim Dieseltransfer zum Generatorenhaus, bei der eine große Menge Diesel ins Erdreich floss (persönl. Mitteilg. Z. Wang). Auf beiden Flächen wurden zwei dafür vorgesehene Substanzen aufgetragen, die das Öl nach dem Prinzip der Molekülspaltung unschädlich machen sollten (siehe Kap. 4.2.5.). Trotz dieser Maßnahmen waren v. a. die Verunreinigungen am Generatorenhaus im Dezember 2003 noch gut erkennbar, und das auftretende Schmelzwasser wies einen deutlichen Ölfilm auf. Daraufhin wurde dieser Bereich in der Saison 2003/04 großflächig mit Sand und Kies bedeckt.
In der Station Bellingshausen wurde während des gesamten Untersuchungszeitraums ein regelmäßig auftretender Ölfilm auf dem die Station durchquerenden Bachlauf festgestellt. Die Ursache hierfür lag in einer in der Vergangenheit aufgetretenen Ölhavarie im Bereich der Dieseltanks in der Nähe des Generatorenhauses (persönl. Mitteilg. O. Sakharov). Durch das in diesem Bereich stark ölgetränkte Erdreich wurde bei Regen oder Schneeschmelze das Öl in den Bach ausgewaschen und ins Meer weiter transportiert. Ein aktueller Vorfall ereignete sich in den Wintermonaten 2005, als ein Leck an einer unter Schnee verborgenen Leitung am Generatorenhaus unbemerkt blieb und über einen unbestimmten Zeitraum hinweg die geschätzte Menge von ca.

1.000 Litern Diesel auslief (persönl. Mitteilg. O. Sakharov). Bemerkt wurde dies erst mit der einsetzenden Schneeschmelze Anfang Dezember 2005. Angehörige der benachbarten chilenischen Marinestation informierten daraufhin das in der Nähe befindliche argentinische Patrouilleschiff „Suboficial Castillo“. Dessen Mannschaft begann sofort nach dem Eintreffen in der Maxwell Bay am 3.12.2005 mit der Errichtung einer schwimmenden Ölbarriere (Abb. 4.2.-16a). Dieses Szenario wird seit 1998 im Rahmen der kombinierten chilenisch-argentinischen Antarktis-Marinepatrouille (Patrulla Antártica Naval Combinada – PANC) im Gebiet regelmäßig geprobt und soll die Ausbreitung eines auf der Meeresoberfläche befindlichen Ölteppichs verhindern. Unbekannt ist, inwieweit der Ölteppich von der Wasseroberfläche geborgen werden konnte. Nach Ankunft von Mitarbeitern der Universität Jena vor Ort am 10.12.2005 hatte das Schiff die Bucht nach beendeter Arbeit wieder verlassen. Zu diesem Zeitpunkt war ein Ölfilm auf der Meeresoberfläche in der unmittelbaren Umgebung der Bachmündung noch deutlich erkennbar, da der Bach aufgrund der Schneeschmelze noch immer Diesel ins Meer transportierte. Eine von Mitgliedern der russischen Station Bellingshausen durchgeführte Maßnahme zur Eindämmung der Havarie bestand in der Abtragung des noch vorhandenen ölgetränkten Schnees im Laufe des Dezembers 2005 (Abb. 4.2.-16b). Dieser Schnee wurde in Tanks gefüllt, wo sich der Diesel vom Schmelzwasser trennte (persönl. Mitteilg. O. Sakharov). Daraufhin wurde der Treibstoff in Fässer gefüllt, während das so gereinigte Wasser in den Bach eingeleitet wurde. Zusätzlich wurde am 29.12.2005 versucht, den Diesel auf der Bodenoberfläche abzubrennen, wobei es zu einer äußerst starken Rauchentwicklung kam.



Abb. 4.2.-16 a & b: Maßnahmen nach Ölhavarie, a - Ölsperre in der Maxwell Bay, b - Entfernung des ölgetränkten Schnees durch Stationsmitglieder (Fotos: Station Bellingshausen)

Trotz methodischer Einschränkungen aufgrund fehlender Bodenanalysen belegen die dargestellten Ergebnisse hinreichend die noch immer andauernde Ölverunreinigung, die insbesondere durch mangelnde Wartung der stationseigenen Fahrzeuge und vor allem durch mangelnde Fürsorge beim Umgang mit Treibstoff verursacht wurde.

4.2.7. Gasförmige Emissionen durch Dieselgeneratoren

Die in den Stationen zur Energieerzeugung genutzten Dieselgeneratoren verursachen im Gebiet der Fildes Peninsula eine beträchtliche Menge gasförmiger Emissionen, die jedoch trotz Befragung von Stationspersonal nicht quantifiziert werden konnten. Zum Vergleich der Menge der zu erwartenden Emissionen wurde daher der jeweilige Treibstoffverbrauch der Stationen gegenübergestellt (siehe Kap. 4.2.5.). Hierbei wird deutlich, dass die Station Frei aufgrund ihrer Größe und des dementsprechend hohen Treibstoffverbrauch den anteilsmäßig größte Verursacher von Abgasen auf der Fildes Peninsula darstellt (Abb. 4.2.-17), gefolgt von den Stationen Artigas und Bellingshausen. Ob der verhältnismäßig geringe Treibstoffverbrauch der Station Great Wall möglicherweise auf die Spezifikation der dort eingesetzten, modernen Dieselgeneratoren zurückzuführen ist, bleibt zu vermuten. Da die Station Escudero nur zwei Monate pro Jahr betrieben wird, liegt der Dieselverbrauch zur Energiegewinnung und damit auch die Menge dabei erzeugter Abgase deutlich niedriger als in den übrigen Stationen.

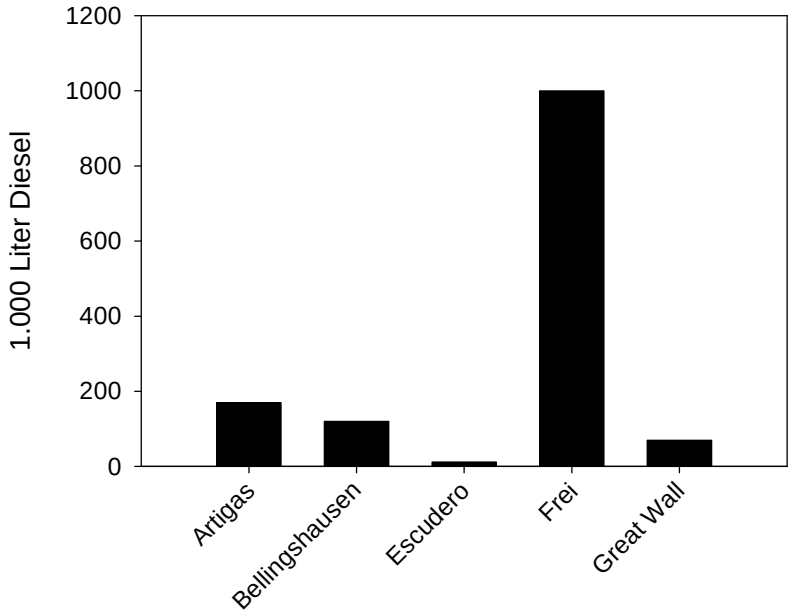


Abb. 4.2.-17: Jährlicher Treibstoffverbrauch für Energieerzeugung durch Dieselelektrostationen in den Stationen der Fildes Peninsula (Quelle: Stationspersonal)

Für einen genaueren Vergleich sollten die technischen Spezifikationen der Generatoren herangezogen werden, da verschiedene Faktoren, wie z. B. Bauart, Leistung, Betriebsstunden, Wartung, Filtersysteme etc. eine entscheidende Rolle für die Art und die Menge gasförmigen Emissionen spielen.

4.2.8. Gasförmige Emissionen durch Landfahrzeuge

Aufgrund des beträchtlichen Umfangs des stationseigenen Fuhrparks und der zahlreichen täglichen Fahrten zwischen der Station und dem Flughafen ist anzunehmen, dass die Station Frei anteilsmäßig der größte Verursacher von Fahrzeugabgasen ist. Zu beachten ist hierbei, dass in der in Kap. 4.2.13. beschriebenen Nutzung des Wegenetzes die Strecke zwischen der Station Frei und dem Flughafen aus methodischen Gründen nicht erfasst wurde, diese aber mehrmals täglich von chilenischen Fahrzeugen befahren wurde.

Zusätzliche Emissionen wurden in der Saison 2004/05 durch den für den Zeitraum der Flughafen-Bautätigkeiten importierten Flotte schwerer Baufahrzeuge (siehe Kap. 4.2.19.) verursacht. Die Stationen Bellingshausen und Great Wall verfügen über einen im Vergleich der Stationen der Fildes Peninsula mittelgroßen Fuhrpark mit z. T. schwerer Technik, der relativ häufig genutzt wird. Die geringste Fahrzeugnutzung wurde in der Station Artigas beobachtet.

4.2.9. Lärmemissionsquellen

Im Untersuchungsgebiet traten unterschiedliche, sich in Raum und Zeit verändernde Lärmquellen in Erscheinung (Abb. 4.2.-18), die aufgrund ihrer Lautstärke teilweise störend oder schädlich für Mensch und Tier sein können. Lärm ist definiert als hörbarer Schall in Form von Maschinengeräusch, Ton, störender Sprachschall u. a., der die Gesundheit beeinträchtigen kann (http://www.baua.de/). Beim Menschen äußern sich Lärmauswirkungen in Gehörschäden und der negativen Beeinflussung physiologischer und psychischer Regulationsmechanismen. Dies kann zu erhöhtem Stress-Hormonspiegel und zur Verengung der peripheren Blutgefäße führen und auf Dauer das Risiko für Erkrankungen des Herz-Kreislauf- und des Verdauungssystems erhöhen (http://www.baua.de/).

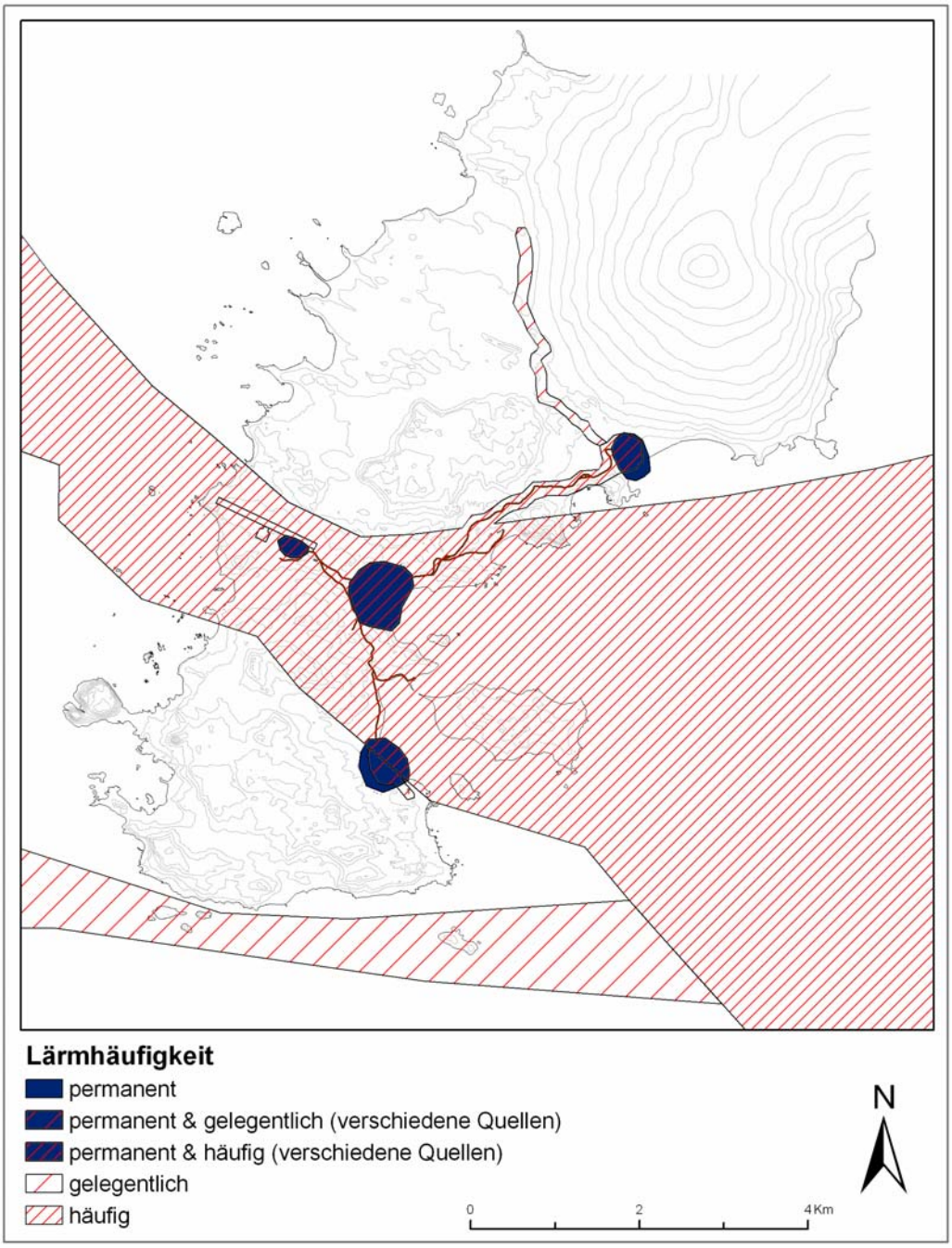


Abb. 4.2.-18: Temporäre und permanente Lärmquellen der Fildes Region, dargestellt nach deren Lage bzw. Verlauf sowie de4en Betriebshäufigkeit. Die räumliche Ausdehnung der Lärmbereiche ist aus der Kartierung von Stationsgebieten und Verkehr in den Feldarbeitsperioden 2003/04 und 2004/05 abgeleitet (siehe Kap. 4.2.10. und 4.2.16.).

Alle Stationen der Fildes Region verfügen über ein eigenes Dieselgeneratorenhaus, das aufgrund der ständigen Energieerzeugung eine permanente Lärmquelle darstellt. In den Generator-Räumen werden Lautstärken um 100 dB(A) erreicht (gemessen in der russischen Station, Januar 2006). Diese Lautstärken sind für den Menschen ungeschützt gesundheitsschädigend (Expositionsgrenzwert für 8 Stunden = 87 dB(A), EG-Lärmrichtlinie 2003/10/EG).
Im Außenbereich der Dieselgeneratorenhäuser wurden nur noch Werte < 70 dB(A) angezeigt. Skuas und Sturmschwalben, die stationsnahsten Brutvögel, brüteten alle Jahre über 50 m von den Generatorhäusern entfernt. Daher wird vermutet, dass die Tiere den Lärm tolerieren und keine körperlichen Schäden davontragen.
Pfeiffer (2005) führte 2002 und 2003 verschiedene Messungen der Lautstärke von gelegentlich bis häufig auftretenden, anthropogenen Lärmquellen an Neststandorten von Riesensturmvögeln und Raubmöwen im Untersuchungsgebiet durch (Tab. 4.2.-1). Anthropogene Lärmquellen waren bis zu 40 dB(A) lauter als die Nebengeräusche, die kurz vor und nach der Lärmquellenmessung aufgezeichnet wurden (30-100 dB(A)), so dass Störungen der Tiere nicht auszuschließen sind (Richardson et al., 1995).
Flugverkehr verursachte den stärksten und, verglichen mit anderen antarktischen Gebieten, relativ häufig auftretenden Lärm (siehe Kap. 4.2.16.). Helikopter sind meist lauter als Flugzeuge; Hercules-Flugzeuge lauter als kleine Maschinen wie Twin Otter oder King Air (Tab. 4.2.-1). Start und Steigflug sind häufig lauter als das Fliegen auf gleicher Höhe, Sinkflüge oder Landung (Richardson et al., 1995).
In der Fildes Region gibt es feste, durch den Flughafen bedingte Flugrouten, an die sich die Tiere gewöhnen können. Gleichzeitig wurden aber wiederholt Flüge abseits dieser Routen beobachtet, die für die Tiere überraschender sind (Abb. 4.2.-18, Kap. 4.2.16.).
Verhaltensuntersuchungen an Riesensturmvögel und Skuas im Untersuchungsgebiet zeigten verglichen mit natürlichen potentiellen Stressoren (Interaktionen mit Räubern und Artgenossen) einen geringeren Anteil an Vögeln, die bei regulärem Flugverkehr nervös reagierten (Pfeiffer, 2005). Die Aufzeichnungen des Herzschlags von Riesensturmvögeln, die auf der Nordseite von Ardley Island (< 600 m Abstand zur Hauptflugroute, A_{hoch}, Tab. 4.2.-1) brüteten, ergaben nur geringe Erhöhungen bei Flugverkehr mit gleich bleibender Flughöhe. Im Unterschied dazu erhöhten lautstarke Start- und Landungsmanöver sowie Flüge außerhalb der Hauptflugrouten den Herzschlag dieser Tiere deutlich (Pfeiffer, 2005).

Tab. 4.2.-1: Liste der gemessenen Lautstärken von anthropogenen Lärmquellen in Vogelkolonien der Fildes Region (Lautstärkemessgerät: Voltcraft 322, Daten von Pfeiffer (2005) an windarmen Tagen, Beaufort Skala < 2)

Objekt	**Distanz des Messstandortes zur Lärmquelle (in m)**	**n**	**Lautstärke in dB(A) Mittelwert ± S.D.**	**max**	**min**
Hercules C-130	500 - 1000	32	73,2 ± 7,14	98,4	60,1
Helikopter	500 - 1000	41	76,9 ± 8,91	90,2	57,0
Kleinflugzeuge	500 - 1000	5	58,9 ± 6,15	62,7	48,1
Kettenfahrzeuge	50	1		77,4	
Zodiak	50 - 100	2	81,4 ± 9,90	88,4	74,4
Sprechende Personen	10 - 30	3	61,4 ± 4,41	66,0	57,2
Vogelrufe als Referenz	1 - 50	10	65,4 ± 14,56	102,0	50,0

Flugverkehr begann in der Fildes Region mit dem Bau des Flughafens im Jahre 1980. Auch für den Bau der chinesischen Station 1985 wurden Helikopter für den Materialtransport eingesetzt. Peter et al. (1991) wiesen als direkte Konsequenz der Flugaktivitäten Verhaltensänderungen und Brutverluste bei Riesensturmvögeln nach. Heutzutage liegen alle Gebiete mit geringer menschlicher Aktivität in größerer Entfernung zum Hauptfluggebiet, manchmal jedoch überfliegen Flugzeuge die Fildes Strait in weniger als 300 m Höhe. Besonders Helikopter- und Hercules-C-130-Piloten trainieren ihre Fähigkeiten mehrmals pro Saison durch Tiefflüge über Land oder entlang der Küsten. Störungen der Riesensturmvögel oder gar Brutverluste sind daher auf Dart und Two Summit Island nicht auszuschließen.

Der reguläre Straßenverkehr (Personen- und Materialtransport, Kap. 4.2.13.) weist unterschiedlich starke Lärmquellen je nach Fahrzeugtyp auf. Die wenigen Vögel (insbesondere Skuas und Seeschwalben), die in einer Entfernung <50 m von befahrenen Wegen brüten, tolerieren vermutlich den gelegentlich bis häufig auftretenden Verkehr, da alternative Bruthabitate zur Verfügung stehen.

Alle Schiffe und Boote in der Maxwell Bay produzieren Lärm über und unter Wasser (Letzeres im Detail in Richardson et al., 1995). Lärmquellen sind dabei z. B. Propellerrotationen, Motoren, Pumpen, Generatoren und Kompressoren.

Studien zu Verhaltensreaktionen von Fischen und Meeressäugern gegenüber Lärm (z. B. Myrberg, 1990; Richardson et. al., 1995) zeigten einerseits das Einstellen der Nahrungsaufnahme, von Ruhepausen und sozialen Interaktionen und andererseits

häufiges Aufmerken sowie Fluchtverhalten. Robben bewegen sich beispielsweise von ihren Liegeplätzen an Land ins Wasser, um Schutz zu suchen. Robben und Wale im Meer tauchen oder schwimmen von der Störungsquelle weg. Viele, wenn nicht alle Meeressäuger können aber konstante, menschliche Lärmquellen bis zu einem gewissen Grad tolerieren. Auch Gewöhnungseffekte und in wenigen Fällen Sensibilisierungen konnten in Studien beobachtet werden (Richardson et. al., 1995).

4.2.10. Flächenverbrauch durch Forschungsstationen

Am Ende der Saison 2005/06 existierten in der Fildes Region 159 Bauwerke (Abb. 4.2.-19). Dazu zählen Gebäude, Tankanlagen sowie fest installierte Container und eingehäuste Großgeräte. Nicht eingerechnet sind freistehende Antennenanlagen, Masten, Rohrleitungen und andere Installationen ohne nennenswerten Flächenverbrauch.
Mit einer Anzahl von 75 unterstehen fast die Hälfte dieser Bauwerke chilenischer Verantwortung, so die Stationen Frei und Escudero sowie der Flugplatz, der Feldhüttenkomplex „Ripamonti“ und das Forschungslabor LARC (Abb. 4.2.-20). Die russische Station Bellingshausen umfasst 39 Gebäude einschließlich des Großtankkomplexes Neftebasa und dreier Feldhütten, wovon jedoch nur noch die im äußersten Norden gelegene Hütte „Priroda“ genutzt wird (siehe Kap 4.2.11.).
Die chinesische Station Great Wall besteht aus 32 Gebäuden, einschließlich einiger Laborgebäude in der näheren Umgebung sowie eines ungenutzten Containers am Strand ca. 1 km südlich der eigentlichen Station (siehe Kap. 4.2.11). Elf Gebäude gehören zur uruguayischen Station Artigas. Argentinien ist mit zwei Hütten des Refugiums „Ballve“ auf Ardley Island vertreten (siehe Kap. 4.2.11.).

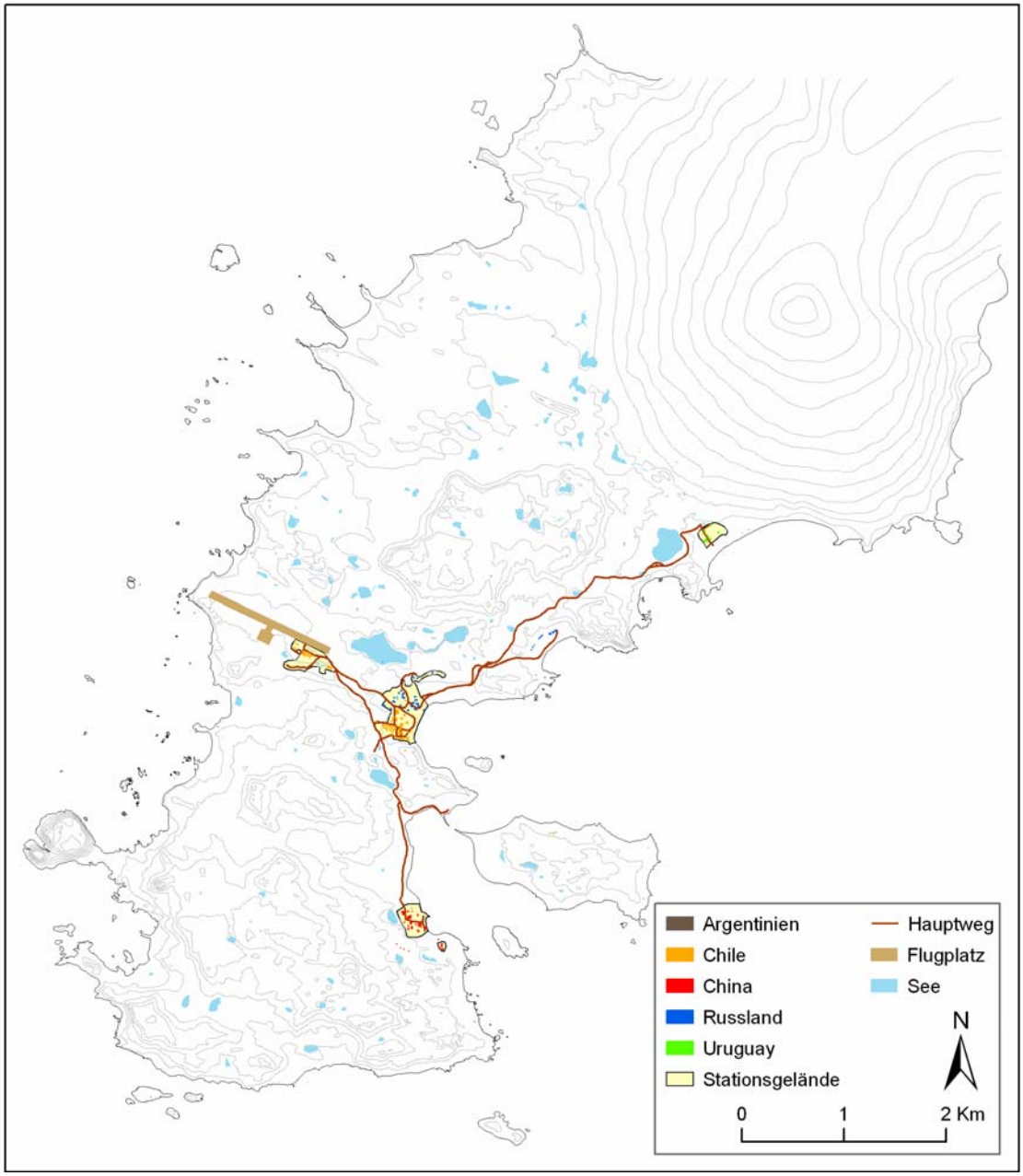


Abb. 4.2.-19: Flächenverbrauch durch Bauwerke in der Fildes Region (vgl. Kap. 3.1.9.)

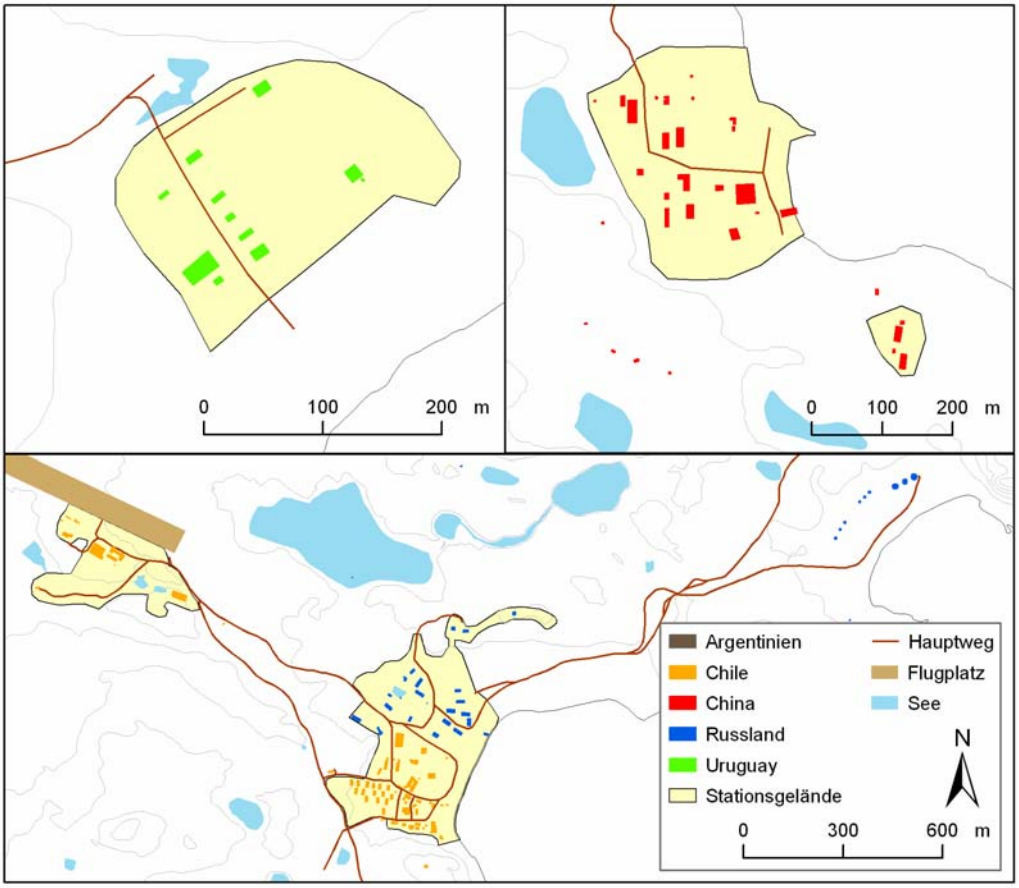


Abb. 4.2.-20: Die am stärksten besiedelten Gebiete der Fildes Region, die Station Artigas (links oben), die Station Great Wall (rechts oben) und die Stationen Bellingshausen und Frei (unten)

Die Fläche der Bauwerke in der Fildes Region kann sehr unterschiedliche Ausmaße haben, von 2 – 3 m² eines Geräteschuppens bis zu über 1.000 m² des Flugplatzhangars. Deshalb wurden in Abb. 4.2.-21 die Flächenanteile der jeweils zuständigen Nationen dargestellt. Auch hier ist der größte Anteil Chile zuzuordnen, der mit 10.180 m² mehr als die Hälfte der gesamten 19.350 m² verbauter Fläche ausmacht.

Die als Stationsgelände genutzte Gesamtfläche beträgt insgesamt 403.900 m², was 1,34 % der terrestrischen Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes entspricht. Davon entfällt mit 202.200 m² etwa die Hälfte auf das zentrale Gebiet mit den Stationen Bellingshausen, Frei und Escudero, auf die Flugplatzeinrichtungen weitere 85.000 m². Die chinesische Station Great Wall nutzt 77.200 m², einschließlich eines südlich an die Station angrenzenden Areals mit den stationseigenen Treibstofftanks. Die Station Artigas bedeckt 39.500 m².

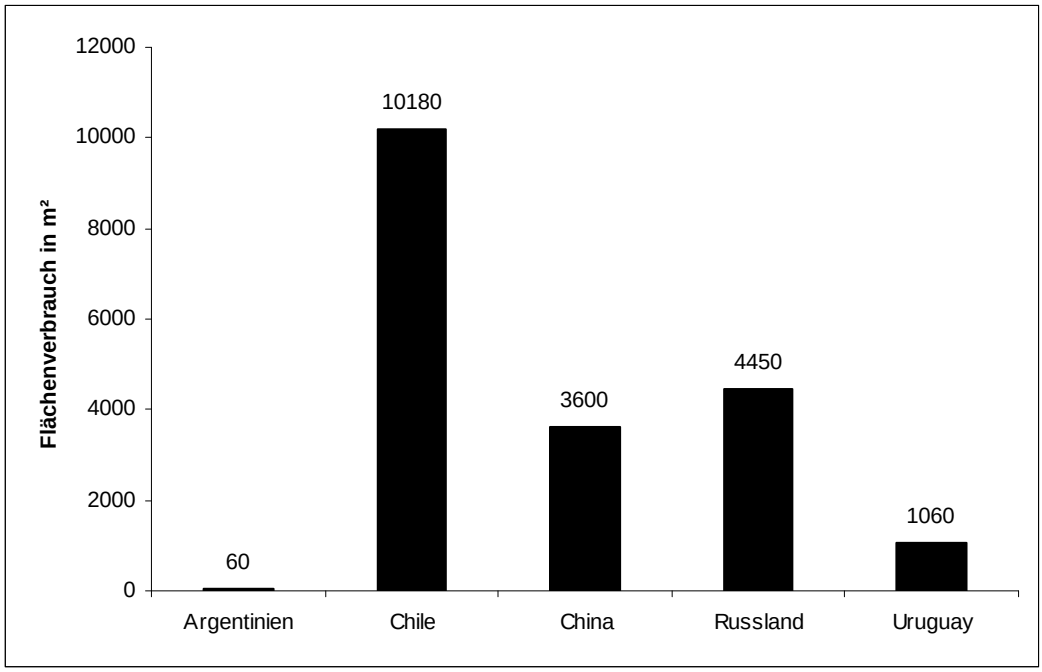


Abb. 4.2.-21: Flächenverbrauch durch Bauwerke in der Fildes Region nach Eigentümern

Die Bauweise im Untersuchungsgebiet ist i. d. R. den periglazialen Bedingungen angepasst (Andersland & Ladanyi, 2003). Dazu gehört wie in anderen terrestrischen antarktischen und arktischen Gebieten vor allem die Stelzenbauweise (Abb. 4.2.-22). Hierfür werden die Gebäude anstatt auf gewöhnliche Fundamente auf Stelzen aus Metall und/oder Beton gestellt, um einen Kontakt des Baukörpers mit dem Boden zu vermeiden. Dies dient vor allem dazu, eine Erwärmung des Untergrundes durch beheizte Gebäude zu verhindern und damit ein Auftauen des gefrorenen Untergrundes bzw. ein Einsinken in die sommerliche Auftauschicht zu vermeiden. Außerdem verringert die Stelzenbauweise das Auftürmen von Schneetrieb am Bauwerk. Die meisten Gebäude im Untersuchungsgebiet sind auf Stelzen gebaut, wenn auch die Stelzen z. T. verkleidet und somit nicht sichtbar sind. Das führt dazu, dass das Problem der Bodenversiegelung stark reduziert wird. Das Beispiel der brasilianischen Feldhütte „Rambo“ zeigt, dass eine solche Bauweise nach dem Entfernen des Gebäudes nur geringe Spuren am Boden hinterlässt. Ähnliches gilt für einige Lagergebäude bzw. Hangars, die zwar nicht auf Stelzen gebaut sind, deren Boden jedoch nicht oder nur wenig versiegelt ist.

Während des Untersuchungszeitraums von 2003/04 – 2005/06 wurden nur wenige Gebäude neu errichtet. Die bedeutendsten davon sind das 2-stöckige Wohn- und

Forschungsgebäude in der uruguayischen Station Artigas sowie zwei neue Gebäude für Abwasserbehandlung und Müllverbrennung in der chilenischen Station Frei.



Abb. 4.2.-22: Die typische Stelzenbauweise am Beispiel der Hauptgebäude der Station Bellingshausen (Foto: Büßer)

4.2.11. Nutzung von Feldhütten

Derzeit werden auf dem Gebiet der Fildes Peninsula und Ardley Island vier Feldhütten mit einer Übernachtungskapazität für je 2 – 4 Personen aktiv unterhalten und in sehr unterschiedlichem Maße genutzt. Diese Refugien dienen primär der Unterbringung von Wissenschaftlern, werden z. T. jedoch auch von Besuchern aus den umliegenden Stationen aufgesucht. Die aktuelle Nutzungsfrequenz der Hütten ist daher auch sehr verschieden.

Neben den genutzten Refugien existieren mehrere ungenutzte Hütten und Container, von denen in jüngster Vergangenheit zwei aufgrund fortgeschrittenen Verfalls demontiert und abtransportiert wurden (siehe Abb. 4.2.-24.).

Mit Ausnahme des Hüttenkomplexes „Base Ripamonti“ und des Refugios „Ripamonti“ auf Ardley Island besitzt keine der Feldhütten eine eigene Energie- und Wasserversorgung oder eine Feldtoilette, anfallendes Abwasser wird daher in die Umgebung entsorgt. Im Gegensatz zu der in der Vergangenheit üblichen Praxis, Abfälle im offenen Meer zu versenken (Mönke & Bick, 1988), wird heute der in den Refugien anfallende Müll gesammelt und in die Stationen zurückgeführt.

Je nach Entfernung zu den Stationen und der Beschaffenheit der Küste sind die Feldhütten und Container entweder zu Fuß, mit Fahrzeugen oder per Zodiak erreichbar. Helikopter-Flüge zu den Feldhütten oder Landungen in der Nähe wurden im Untersuchungszeitraum nicht beobachtet.

a) „Ballve“ (Argentinien)

Das argentinische Refugium „Refugio Naval Teniente Ballve“ auf Ardley Island ist die älteste Hütte in der Fildes Region und befindet sich in direkter Nachbarschaft zur „Base Ripamonti“. „Ballve“ wurde bereits 1953/54 zeitgleich mit der argentinischen Station „Teniente Jubany“ auf der Potter Peninsula errichtet und besteht aus einer hölzernen gut ausgestatteten Wohnhütte und einer Schutzhütte (Abb. 4.2.-23), die sich beide in einem guten Zustand befinden. Direkt neben der Schutzhütte lagerten im Untersuchungszeitraum acht große Gasflaschen. Seit mehreren Jahren wurde die Feldhütte nicht mehr von Wissenschaftlern, sondern lediglich von einzelnen Besuchern der benachbarten Stationen, z. B. von Hobby-Funkern, genutzt. Dennoch wurde „Ballve“ Ende Januar 2006 nach erfolgter Instandsetzung des Ardley-Leuchtturms durch argentinische Marine-Angehörige ebenfalls ausgiebig gewartet und erhielt einen neuen Farbanstrich.

Da die Schutzhütte stets offen ist und über eine gute Notfallausstattung verfügt, kam ihr in jüngerer Vergangenheit bei einem Unfall eine besondere Bedeutung zu, als verunglückte Zodiak-Insassen hier Schutz suchen konnten (persönl. Mitteilg. A. Contreras, O. Sakharov).



Abb. 4.2.-23: Argentinisches Refugium „Ballve“, Schutzhütte rechts im Bild (Foto: Büßer)

b) „Refugio Julio Ripamonti“ (Chile)

In der Saison 1980/81 wurde von in Bellingshausen lebenden DDR-Wissenschaftlern und sowjetischen Stationsmitgliedern an der Nordost-Spitze von Ardley Island inmitten der Pinguinkolonie eine Hütte errichtet (Abb. 4.2.-24), die alljährlich als

Ausgangspunkt z. B. für Pinguinstudien diente. Ab 1990 unterstand diese Hütte dem Alfred-Wegener-Institut und wurde 1997 offiziell an Chile (INACH) übergeben (http://www.inach.cl/antartica/territorio/bases_chi/ripamonti.htm) und gehört seitdem trotz der räumlichen Trennung zum 1 km westlich gelegenen Feldhüttenkomplex „Base Ripamonti“ (s. u.).



Abb. 4.2.-24: Chilenische Feldhütte „Refugio Ripamonti“ (Foto: Büßer)

Erreichbar ist die Ripamonti-Hütte nur zu Fuß über den Ardley-Isthmus oder per Zodiak. Sie wurde in den vergangenen Jahren meist von Wissenschaftlern gelegentlich tagsüber und zu einzelnen Übernachtungen genutzt. Das Refugium verfügt über ein gasbetriebenes Heizgerät und eine Feldtoilette außerhalb der Hütte. Gegen Ende der Saison 2004/05 wurden die seit einiger Zeit neben der Hütte lagernde größere Menge an Metall- und Holzteilen, zahlreiche korrodierte Gasflaschen sowie leere Farb- und Ölbehälter vollständig entfernt. Im Februar 2006 wurde an der Nordost-Seite der Hütte eine Fotovoltaik-Anlage, bestehend aus 4 Paneelen mit einer Kapazität von 320 W, installiert, wodurch künftig durch eine permanente Energieversorgung die Bedingungen für im Sommer dort arbeitende Wissenschaftler verbessert werden soll (Quelle: http://www.inach.cl/noticias/energia.htm).

c) „Base Julio Ripamonti“ (Chile)

Die 1982/83 von der chilenischen Luftwaffe (FACH) zuerst als Hütte errichtete Feldstation wurde 1987 durch die Aufstellung von drei Wohn- und Arbeitscontainern vergrößert. Im Jahre 1986 wurde die Feldstation auf Ardley Island dem chilenischen

Antarktis-Institut (INACH) übertragen und erhielt im Jahre 2000 ihren heutigen Namen. Sie bestand bis zur teilweisen Demontage in 2005/06 aus einem Metallcontainer-Komplex aus je einem Wohn-, Sanitär-, Labor- und einem kombinierten Labor/Werkstatt-Modul (Abb. 4.2.-25, Quelle: http://www.inach.cl/antartica/territorio/bases_chi/ripamonti.htm).



Abb. 4.2.-25: Im Vordergrund der chilenische Feldhüttenkomplex „Base Ripamonti“, im Hintergrund das „Refugio Ballve“ (Foto: Büßer)

Bis zur Saison 2004/05 wurde die Feldstation während des Sommers über einen Zeitraum von mehreren Wochen von Wissenschaftlern bewohnt, die von hier aus vor allem Pinguinstudien durchführten. Zum Heizen der Wohn- und Arbeitsräume diente ein gasbetriebenes Heizgerät. Die Wasserversorgung wurde i. d. R. mit Hilfe einer Pumpe aus einem höher gelegenen See südlich des Hüttenkomplexes gewährleistet. In den letzten Jahren musste jedoch aufgrund technischer Probleme das Trink- und Brauchwasser wie auch sämtliche Lebensmittel und Bedarfsgüter aus der Station Escudero herangeschafft werden. Anfallender Abfall wurde nach Escudero rückgeführt. Gut sichtbare Zeichen eines alten Mülllagerplatzes am der Feldstation vorgelagerten Strand weisen auf eine zumindest zeitweise Lagerung von Müll hin.
Seit mehreren Jahren erfolgen jegliche Transporte für „Ripamonti“ überwiegend per Zodiak, obwohl ein ausgefahrener, selten benutzter Weg die „Ripamonti“-Feldstation über den Ardley-Isthmus mit der Fildes Peninsula verbindet.

Aufgrund fortschreitender Baufälligkeit der Gebäude durch starke Vernässung der Innenräume erfolgte im Januar/Februar 2006 die teilweise Demontage des Container-Komplexes. Lediglich das Wohnmodul wurde instand gesetzt und eine Toilette angegliedert (RAPAL, 2006). Das gesamte angefallene Material wurde per Zodiak in die Station Escudero und anschließend mit dem Schiff nach Punta Arenas, Chile, transportiert.

d) „Padre Balduino Rambo“ (Brasilien)
Das brasilianische Refugium „Padre Balduíno Rambo“ (Abb. 4.2.-26) wurde in der Saison 1985/86 im Strandbereich der Drake-Küste der Fildes Peninsula errichtet und leistete während mehrerer Saisons im Gebiet tätigen Mitgliedern der brasilianischen Antarktis-Expeditionen gute Dienste (ATCM, 2005b). Da Abnutzung und eindringende Feuchtigkeit die Brauchbarkeit der Feldhütte jedoch bereits nach drei Jahren stark beeinträchtigten, wurde sie seit 1990 nicht mehr genutzt. Bei einer Besichtigung im Januar 2004 war die Feldhütte in einem sehr schlechten Zustand. Aussagen verschiedener Stationsmitglieder zufolge war sie in den Wintermonaten gelegentlich Ziel kurzer Besuche von Stationsmitgliedern per Motorschlitten.
Aufgrund technischer Berichte vergangener Antarktis-Operationen beschloss die brasilianische Regierung 2004 den Abbau der Feldhütte in der Sommersaison 2004/05 (ATCM, 2005b). Auf der Basis einer brasilianischen Begehung am 19.11.2004 wurden die Bedingungen für eine Demontage der Hütte als geeignet erachtet, und am 1.12.2004 begannen vorbereitende Arbeiten, beginnend mit der Entfernung der Innenausstattung. Die Zerlegung der Hütte und der Abtransport des Materials fanden am 7.12.2004 statt. Eine Woche später wurde während einer Besichtigung das Gelände abschließend kontrolliert.



Abb. 4.2.-26: Brasilianische Feldhütte „Rambo“ im März 2004 (Foto: Büßer)

Der Abbau erfolgte mit mehr als 10 Helikopterflügen über die Fildes Peninsula hinweg zum in der Maxwell Bay ankernden Versorgungsschiff „Ary Rongel“ (persönl. Mitteilg. M. Ritz, M. Kopp). Der Helikopter landete meist auf einem Kieswall oder nahm die Lasten direkt, ohne zu landen, mittels eines Frachtnetzes auf. Die Flughöhe wurde auf mehr als 200 m, jedoch deutlich weniger als 500 m geschätzt. Eine Beunruhigung von in der Nähe brütenden Skuas wurde nicht beobachtet.
Am ehemaligen Standort der Hütte befanden sich danach noch Fundamentreste, bestehend aus Stahlträgern und Beton, im Boden, die aufgrund des gefrorenen Untergrunds nicht ohne eine umfangreiche Grabung gehoben werden konnten und deshalb im Gelände verblieben (Abb. 4.2.-27; ATCM, 2005b). Später wurde am ehemaligen Standort der Feldhütte ein Erinnerungsschild angebracht (Abb. 4.2.-28).



Abb. 4.2.-27: Standort der brasilianischen Feldhütte „Rambo“ nach deren Demontage, im Vordergrund sichtbar Reste des Fundaments (Foto: Büßer)

Grundsätzlich waren keine relevanten negativen Auswirkungen des Abbaus des Refugiums auf die Umgebung zu erkennen. Begünstigt wurde dies sicherlich durch den überwiegend steinigen Untergrund dieses Strandabschnitts und vor allem durch den geschickt gewählten Zeitpunkt dieser Operation, wodurch die vorhandene Vegetation durch die noch relativ dichte Schneedecke geschützt wurde.



Abb. 4.2.-28: Am ehemaligen „Rambo-Standort“ angebrachtes Schild (Foto: Büßer)

e) „Priroda“ (Russland)

Die jüngste und am weitesten von den Stationen entfernte Feldhütte ist die russische Feldhütte „Priroda“ (Abb. 4.2.-29). Sie wurde 1986/87 im äußersten Nordwesten der Fildes Peninsula unmittelbar an der Drake-Küste am Fuße eines steilen Kliffs errichtet. Die Versorgung der Hütte erfolgte während des Untersuchungszeitraums meist zu Fuß durch einzelne, die Hütte häufiger aufsuchende Wissenschaftler (u. a. von der Universität Jena). Seit Januar 2005 verfügt die Hütte über einen kleinen Holzofen, der überwiegend mit Treibholz befeuert wird.

Aufgrund der hohen Attraktivität des „Priroda“-Standorts ist die Hütte ein häufiges Ziel von Ausflügen von Stationsmitgliedern. Besuche erfolgten zu Fuß, mit Kettenfahrzeug, LKW oder Geländefahrzeug, im Winter auch mit Motorschlitten. Wegen der relativ großen Entfernung zu den Stationen bevorzugt die Mehrzahl der Besucher die Anfahrt mit Fahrzeugen, wovon die z. T. sehr tiefen Fahrspuren in der Umgebung zeugen (siehe Kap. 4.2.14.). Auffallend war, dass innerhalb des Untersuchungszeitraumes die Besuchsfrequenz durch motorisierte Besucher trotz wiederholter Aufklärung der Stationsmitglieder über die Folgen für die empfindliche Vegetation zunahm.



Abb. 4.2.-29: Russische Feldhütte „Priroda“ (Foto: Büßer)

Potentiell problematisch sind „Priroda“-Besuche ebenfalls durch die hohe Zahl brütender Riesensturmvögel in der Umgebung, die sehr empfindlich auf anthropogene Störung reagieren können (siehe Kap. 4.5.2.).
Anhand der Zahl der Einträge des Hüttenbuchs lässt sich die Nutzung der Hütte abschätzen. Seit Beginn der Aufzeichnungen am 23.10.1998 bis zur letzten Kontrolle des Hüttenbuchs am 20.02.2006 wurden 103 Einträge von Besuchern registriert. Davon fielen 82 % auf die Sommermonate Dezember bis März (Abb. 4.2.-30).
Anhand von im Hüttenbuch gemachten Angaben kann auf ein Minimum von 226 Besuchern und neun Übernachtungen in diesem Zeitraum geschlossen werden. Mit 44 sicheren Übernachtungen erwiesen sich dagegen die Wissenschaftler als Hauptnutzer der Feldhütte. Touristen besuchten „Priroda“ mindestens seit 2003/04 im Rahmen eines vom chilenischen Unternehmen „Aerovías DAP“ angebotenen Mehrtagesprogramms. Dieses fand speziell für die Universität von Pennsylvania jeweils einmal pro Saison statt und beinhaltete geführte Wanderungen und Camping in verschiedenen Gebieten der Fildes Peninsula, so auch in der unmittelbaren Umgebung der „Priroda“-Hütte. Mit jeweils ca. 30 Personen handelte es sich hierbei um die größte Personengruppe je Besuch. Über Besuche von eingeflogenen oder Schiffstouristen ist nichts bekannt.

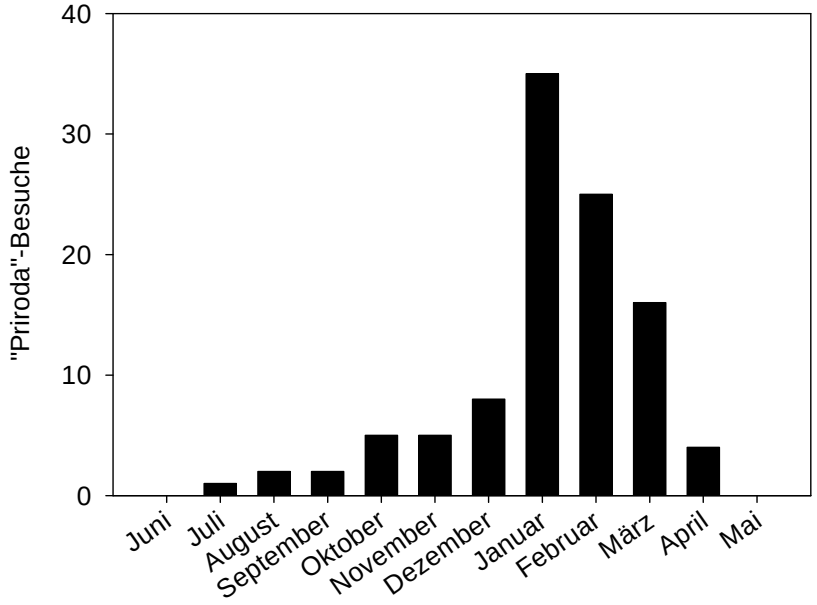


Abb. 4.2.-30: Monatliche Verteilung der Besuche der „Priroda“-Hütte zwischen 1998 und 2006

Insgesamt wurde trotz Schwankungen in der Besuchsfrequenz weder eine Zu- noch eine Abnahme der „Priroda“-Besuche verzeichnet (Abb. 4.2.-31). Inwiefern dies nur durch das stark individuell geprägte Verhalten hinsichtlich der Eintragung ins Hüttenbuch verursacht wurde oder die reelle Entwicklung widerspiegelt, bleibt offen.

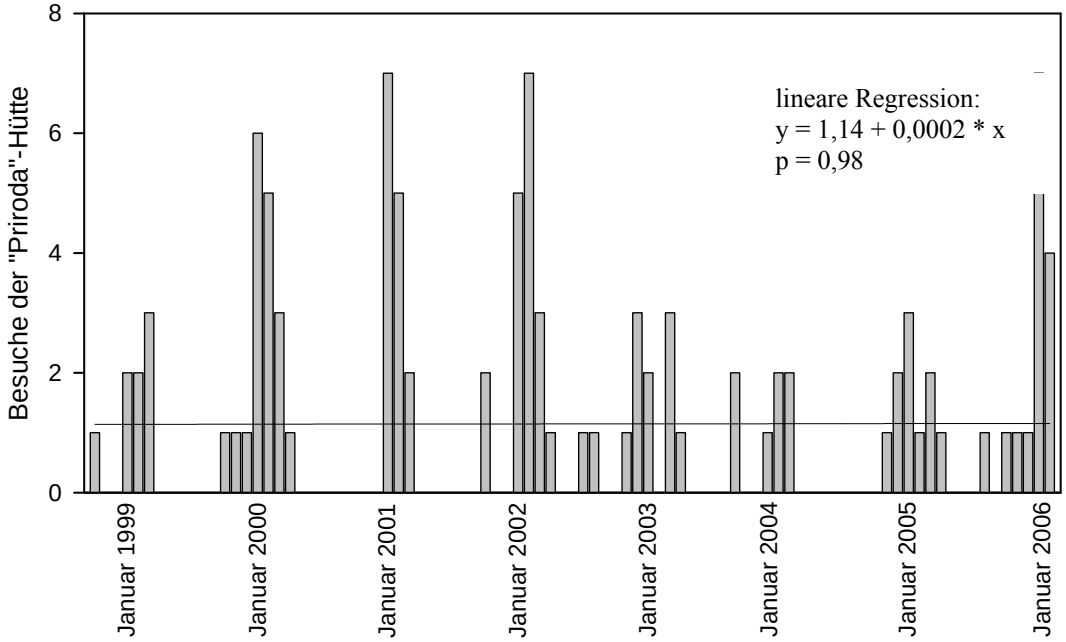


Abb. 4.2.-31: Jahresentwicklung der „Priroda“-Besuche zwischen Oktober 1998 und Februar 2006

f) Ungenutzte Feldhütten und Container

Neben den in Betrieb befindlichen Feldhütten befinden sich auf der Fildes Peninsula mehrere ungenutzte oder zerfallene Hütten russischer Herkunft. Zwei noch intakte Hütten befinden sich in Strandnähe beim so genannten Großtankkomplex „Neftebasa“ nördlich von Bellingshausen (Abb. 4.2.-32a & b). Ihre ursprüngliche Funktion als Schutzhütten für in der Nähe tätige Stationsmitarbeiter wird nicht mehr erfüllt, da unserer Kenntnis nach alle Arbeiten in diesem Gebiet zeitlich sehr begrenzt und die benachbarten Stationen sehr schnell erreichbar sind. In der Umgebung der beiden Neftebasa-Hütten fanden sich zahlreiche Spuren von Kontamination durch Öl und Farbe.



Abb. 4.2.-32a & b: Ungenutzte Hütten in der Nähe von „Neftebasa“ (Fotos: Büßer)

Ca. 1 km nördlich der russischen Station Bellingshausen befindet sich eine weitere ungenutzte und bereits im Verfall begriffene Hütte, in deren Umgebung bereits zahlreiche Teile der Außenverkleidung aus Holz verstreut sind (Abb. 4.2.-33a). Ihre frühere Funktion ist unbekannt

In den 1970er Jahren wurde ca. 1 km südlich der Landepiste im Strandbereich der südlichen Biologenbucht durch russische Wissenschaftler eine Feldhütte zur Robbenbeobachtung errichtet (Abb. 4.2.-33b). Bereits Anfang der 1980er Jahre befand sich die Hütte in einem sehr schlechten Zustand und wurde seitdem nicht mehr instand gesetzt. In der Hütte und der näheren Umgebung befinden sich noch immer beträchtliche Mengen Schaumstoff und Holz. Letzteres stellt aufgrund zahlreicher herausspießender Nägel eine Gefahr für Robben dar, die sehr häufig diesen Strandabschnitt und auch den Bereich der Hütte selbst aufsuchen (Abb. 4.2.-33b).

Ein seit mehreren Jahren in der Nähe des Ardley-Isthmus als Ionosphärenstation aufgestellter Container des Chilenischen Antarktis-Instituts (INACH) war seit langem nicht mehr zu wissenschaftlichen Zwecken genutzt worden und durch Witterungseinflüsse bereits so stark beschädigt, dass größere Teile der Außenverkleidung aus Blech zum Teil über größere Distanzen verweht wurden (Abb. 4.2.-34a).



Abb. 4.2.-33a & b: Zerfallene Hütten, a - nördlich des Kitezh Lake, b - in der Biologenbucht (Fotos: Büßer)

Im Februar 2006 wurde dieser Container von INACH-Mitarbeitern vollständig abgebaut und zur Entsorgung nach Chile rücktransportiert (RAPAL, 2006).
Über die frühere Funktion eines chinesischen Containers am Strand südlich der Station Great Wall (Abb. 4.2.-34b) ist nichts bekannt. Seit längerer Zeit steht er offen, und im Inneren und in der unmittelbaren Umgebung befinden sich verbranntes Holz und Müll.



Abb. 4.2.-34a & b: Stark beschädigte Container an der Ostküste der Fildes Peninsula, a - Container nahe des Ardley-Isthmus, b - Container südlich von Great Wall (Fotos: Büßer)

In einem Expeditionsbericht deutscher Wissenschaftler (Erfurt & Grimm, 1990) wird eine ungenutzte Beobachtungshütte bei Nebles Point beschrieben, die aufgrund dort gefundener Ausrüstungsgegenstände eindeutig DDR-Ursprung zugeschrieben wurde. In den vergangen Jahren konnten keinerlei Reste dieser Hütte gefunden werden, unklar ist jedoch, wann und von wem sie abgebaut wurde.

4.2.12. Wegenetz

Die Stationen der Fildes Peninsula sind miteinander durch ein ca. 13,4 km langes Wegenetz verbunden (Abb. 4.2.-35 & Abb. 4.2.-36). Zentrum dieses Netzes ist der Stationskomplex Bellingshausen/Frei/Escudero. Der mit knapp 4 km längste Abschnitt des Netzes führt vom Zentrum nach Nordosten zur Station Artigas. Im südlichen Teil dieses Abschnitts gibt es einen Abzweig, der nach ca. 900 m zum Großtankkomplex Neftebasa führt. Nach Süden ist das Zentrum mit der Station Great Wall über eine etwa 2 km lange Strecke verbunden, von der ein ungefähr 700 m langer Abschnitt in östlicher Richtung zum Ardley Isthmus führt. Zum Flugplatz gelangt man vom Zentrum aus über zwei je ca. 1 km lange Strecken.

Auf Fildes gibt es keine befestigten Fahrwege, sondern nur Schotterwege, deren Untergrund teilweise mit Kies und anderem Material ausgebessert wurde. An einigen Stellen wurden jedoch Lockermaterial und kleinere Felsabschnitte ausgeräumt, um genügend befahrbare Fläche zu schaffen. Es handelt sich i. d. R. um Größenordnungen von einigen Metern Länge. Die Breite der Wege schwankt meist zwischen 5 – 10 m. Die Wege sind in den Abschnitten zwischen dem Zentrum (Bellingshausen/Frei/Escudero) und der Station Artigas durch Bambusstäbe und im Bereich zwischen dem Zentrum und der Station Great Wall durch Metallstäbe markiert. Dadurch wird die Wegfindung besonders im Winter und zu Beginn des sommerlichen Fahrzeugverkehrs nach der Schneeschmelze im Frühjahr erheblich erleichtert (Abb. 4.2.-36 & 38). Die Markierungen sorgen somit dafür, dass die Streckenführung auch über Jahre hinweg konstant bleibt. Lediglich besonders schlammige Abschnitte werden in der Zeit der intensivsten Schneeschmelze umfahren (Abb. 4.2.-37), sodass diese Stellen deutlich breiter als die üblichen Abschnitte sind. In einigen Fällen sind zu diesem Zweck Alternativstrecken markiert, die auch im Datensatz der Hauptwege enthalten sind. Die Markierungen dienen auch der Lenkung des winterlichen Fahrzeugverkehrs, da die Wege z. T. stark verwehen. An einigen Schlüsselstellen wird nach Bedarf Schneeräumgerät eingesetzt, um die Befahrbarkeit zu ermöglichen. Dies ist besonders für die Verbindung des Zentrums mit dem Flugplatz der Fall, die ganzjährig offen gehalten wird, aber auch für den bergigen Abschnitt im nördlichen Teil der Strecke vom Zentrum zur Station Great Wall (Abb. 4.2.-38).

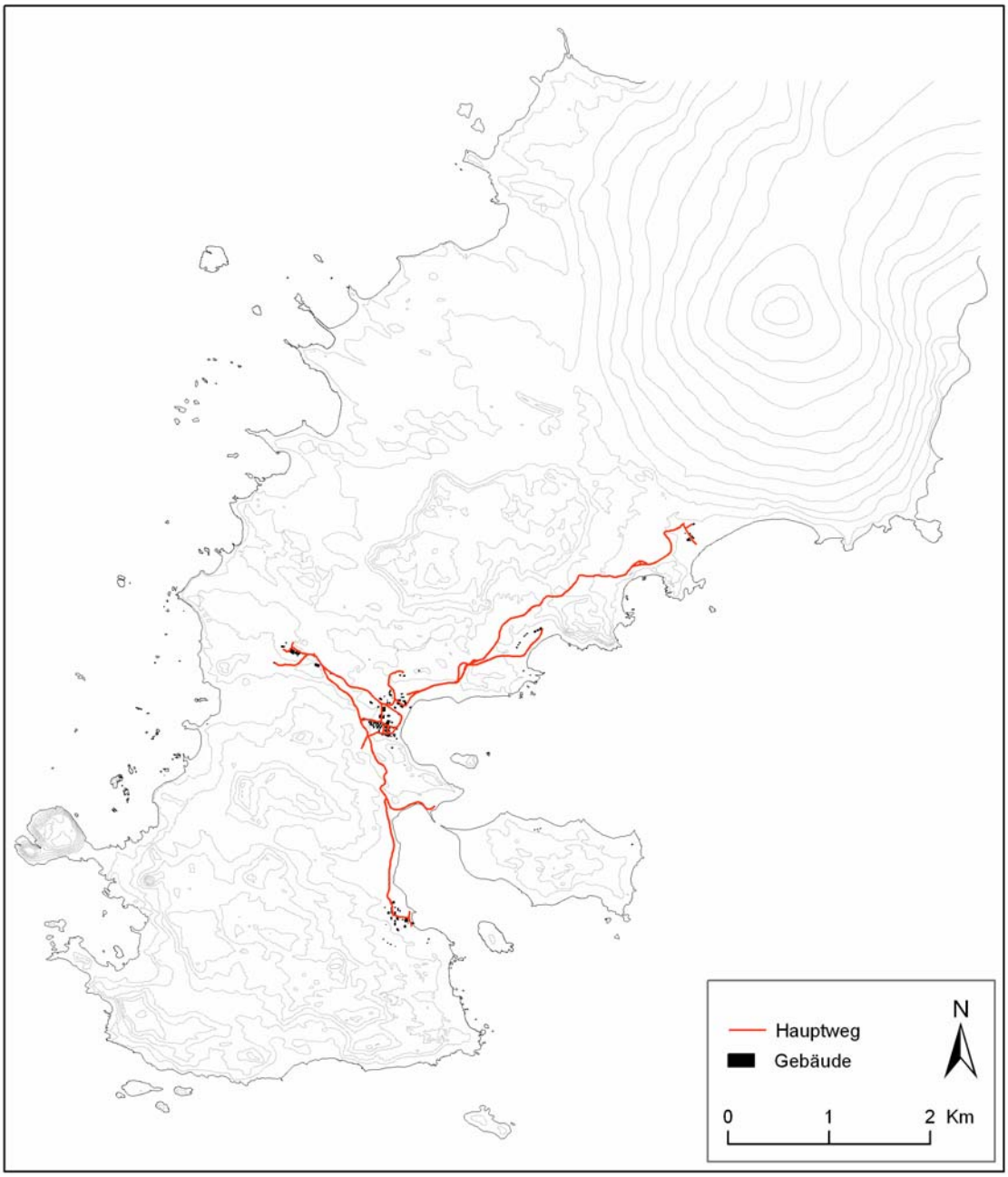


Abb. 4.2.-35: Das Hauptwegenetz der Fildes Region



Abb. 4.2.-36: Die markierten Strecken werden auch von Kettenfahrzeugen benutzt. (Foto: Büßer)

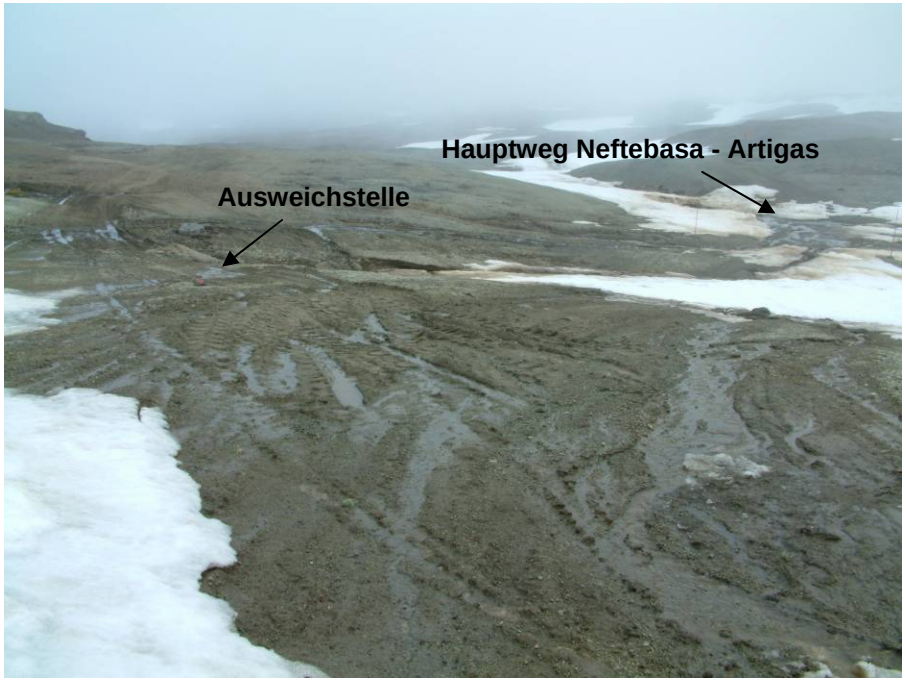


Abb. 4.2.-37: Durch die Schneeschmelze entstehen in Senken schwer befahrbare schlammige Stellen, die teilweise umfahren werden müssen. (Foto: Büßer)



Abb. 4.2.-38: Wichtige Abschnitte des Wegenetzes werden bei Bedarf vom Schnee beräumt. Hierbei ist die Markierung besonders wichtig. (Foto: Mustafa)

Bei den Bauarbeiten zur Flugplatzerweiterung in der Saison 2004/05 (siehe Kap. 4.2.19.) wurden einige Abschnitte des Wegenetzes verbreitert, um Platz für zwei sich entgegenkommende LKWs zu schaffen. Dies betraf vor allem die südliche Strecke Zentrum und Flugplatz, in der über einige hundert Meter vorwiegend Lockermaterial ausgeräumt und der Untergrund wiederholt befestigt wurde. Auch auf der nördlichen Strecke zum Flugplatz gab es Verbreiterungsarbeiten. So wurden im Bereich des chilenischen Treibstofftanks Felspartien mit bis zu einem Meter Mächtigkeit abgetragen, wovon z. T. auch Flechtenbewachsene Bereiche betroffen waren.

4.2.13. Nutzung des Wegenetzes

Jede Station verfügt über einen eigenen, unterschiedlich großen Fuhrpark bestehend aus den verschiedensten Fahrzeugtypen. So werden z. B. Schneemobile, Allrad-Geländefahrzeuge, Kettenfahrzeuge, LKWs, Traktoren, Kettenraupen und Kräne in- und außerhalb der Stationen für verschiedenste Aufgaben eingesetzt. Vor allem während des Antarktischen Sommers resultieren logistische, wissenschaftliche und touristische Aktivitäten in einer starken Frequentierung des vorhandenen Wegenetzes durch Kraftfahrzeuge.

Exemplarisch für eine Saison wurde im Beobachtungszeitraum vom 11.12.2003 bis zum 24.03.2004 insgesamt 179 Fahrten, d. h. eine gerechnete Fahrt für eine Hin- und Rückfahrt, auf dem Straßennetz zwischen den Stationen erfasst. Die reelle Zahl dürfte

dieses Ergebnis deutlich übersteigen, da zwischen der chilenischen Station Frei und dem Flughafen häufig ein vergleichsweise hohes Verkehrsaufkommen herrschte, sodass vor allem Fahrzeuge der Station Frei in diesem Ergebnis deutlich unterrepräsentiert sind. Bei etwa 70 % der gezählten Fahrten konnte der primäre Grund, wie beispielsweise Personen- oder Cargo-Transport, ermittelt werden. Da für reine touristische Aktivität nur eine einzige Fahrt registriert worden ist, wurde diese wie auch alle übrigen Fahrten mit sehr geringer Häufigkeit der Kategorie „Diverses“ zugeordnet. In Abb. 4.2.-39 sind die wichtigsten Gründe für Fahrten entlang des vorhandenen Straßennetzes dargestellt.

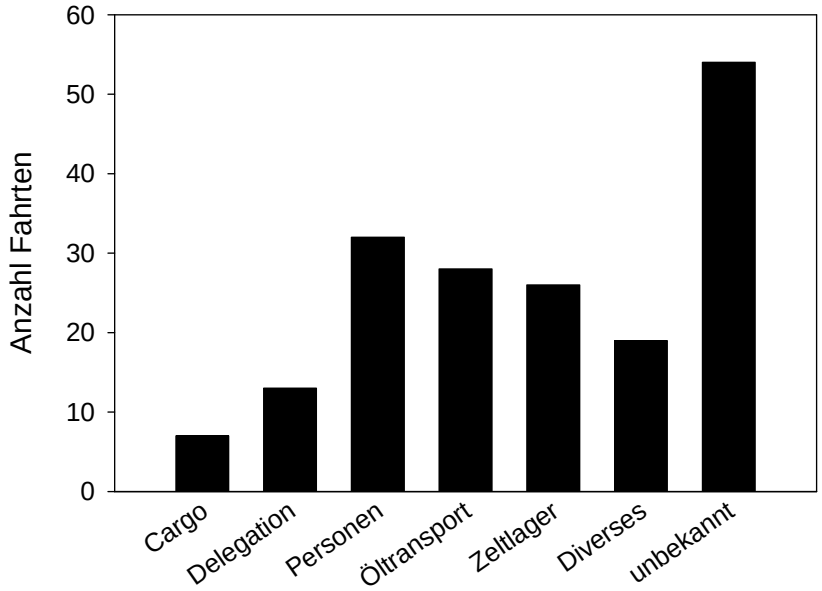


Abb. 4.2.-39: Gründe für Fahrten zwischen den Stationen

Personentransporte und Treibstofftransporte bildeten den größten Anteil an der Gesamtzahl der Fahrten mit bekanntem Zweck, Fahrten für das von „Coca Cola“ und „Inspire!“ im Februar 2004 durchgeführte Projekt eines mehrtägigen Zeltlagers in der Nähe des Großtankkomplexes Neftebasa mit mehr als 40 Teilnehmern spiegelte einen besonderen Aspekt wider und wurden daher separat gewertet. Diese Fahrten stellten eine Mischkategorie aus Tourismus, Transport von Stationspersonal und Cargo dar und verursachten für die Station Bellingshausen nach dem Treibstofftransport die höchste Zahl an Fahrten. Innerhalb kurzer Zeit wurden für dieses Projekt große Mengen an Materialien zur Neftebasa befördert, sowie Arbeitskräfte zum Auf- und Abbau des Zeltlagers mehrmals täglich hin- und zurücktransportiert.

In Abbildung 4.2.-40 wurden die Gründe für die Fahrten auf die verschiedenen Stationen aufgegliedert.

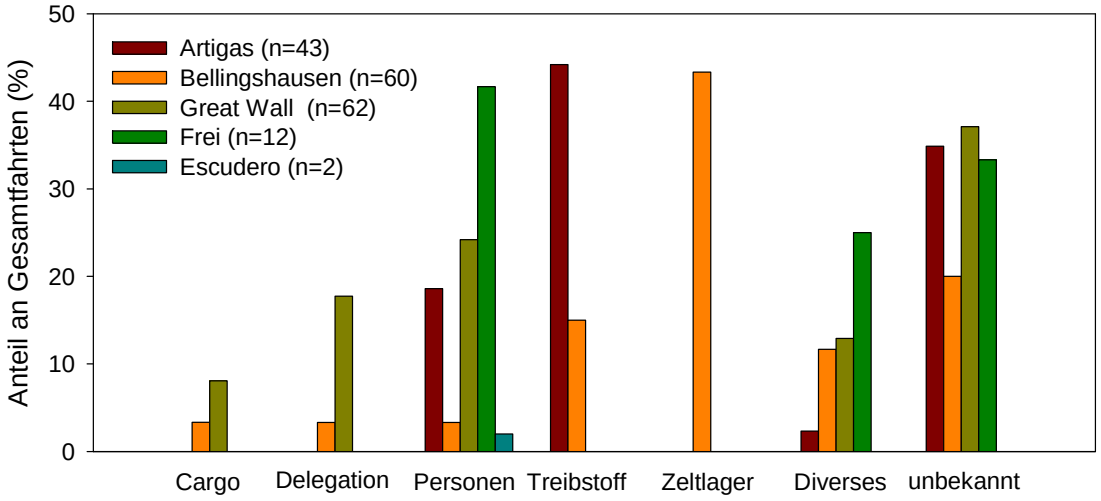


Abb. 4.2.-40: Anteil der Fahrten gegliedert nach Herkunft und Zweck mit Angabe der Fahrtenzahl pro Station

Um eine möglicherweise sehr unterschiedliche Frequentierung einzelner Streckenabschnitte aufzuzeigen, wurde das Straßennetz in fünf Teilstrecken unterteilt (Abb. 4.2.-35, Tab. 4.2.-2). Auffallend ist hierbei die sehr gleichmäßige Nutzung der Streckenabschnitte 2, 3 und 4, die die Stationen verbinden (Tab. 4.2.-2). Streckenabschnitt 1 wird etwas weniger häufig befahren. Nur einige wenige Fahrten an den Ardley-Isthmus wurden registriert, bei denen Kies als Baumaterial oder angespültes Eis geholt wurde. Im Gegensatz zu den Folgejahren fanden während der Saison 2003/04 keine Fahrten mit Fahrzeugen auf Ardley Island statt.

Tab. 4.2.-2: Fahrtenzahl pro Streckenabschnitt

Nr.	Streckenabschnitt	Fahrtenzahl
1	Artigas – Neftebasa	60
2	Neftebasa – Bellingshausen/Frei	80
3	Bellingshausen/Frei – Abzweig nach Ardley Island	79
4	Abzweig nach Ardley Island – Great Wall	82
5	Abzweig nach Ardley Island – Übergang Ardley	8

Mit einem Drittel der auf dem Streckenabschnitt 1 (Artigas – Neftebasa) stattfindenden Fahrten stellte der Treibstofftransport vom Tanklager Neftebasa nach Artigas einen großen Anteil an der Nutzung dieser Straße dar. Von Bellingshausen ausgehende Transporte von Treibstoff sowie von Zeltlagermaterial und Arbeitskräften bildeten mit 44 % den deutlichen Nutzungsschwerpunkt des Streckenabschnitts 2 (Neftebasa – Bellingshausen/Frei).
In der hier exemplarisch dargestellten Saison 2003/04 wurde das vorhandene Straßennetz i. d. R. eingehalten, d. h. es wurden kaum neue Fahrspuren außerhalb des etablierten Wegenetzes registriert (siehe Kap. 4.2.14.).
In der Saison 2004/05 wurden im Rahmen des Flughafenausbaus große Bereiche des Wegenetzes verbreitert und befestigt (siehe Kap. 4.2.19.). Dies verursachte sowohl eine deutlich höhere Frequentierung des Straßennetzes auf Fildes und besonders auch die Schaffung zahlreicher neuer Fahrspuren außerhalb der etablierten Wege. Weiterhin stieg der Anteil an touristisch bedingten Fahrten.
Aufgrund der zunehmenden Tourismus-Aktivitäten und der stetig wachsenden Fahrzeugzahl in den Stationen ist künftig mit einer Zunahme des Fahrzeugverkehrs zwischen den Stationen zu rechnen. Wird das insbesondere zwischen den Stationen vorhandene Wegenetz exakt eingehalten und ggf. bestimmte Streckenabschnitte z. B. durch Drainierung besser als bisher gepflegt, sind auf der Fildes Peninsula durch den Fahrzeugverkehr wahrscheinlich keine zusätzlichen Auswirkungen auf Vegetation oder brütende Vögel zu erwarten.

4.2.14. Fahrspuren

Der Landverkehr im Untersuchungsgebiet führt überwiegend entlang der markierten Hauptstrecken zwischen den Stationen. Jedoch sind auch außerhalb dieser Flächen viele Fahrspuren zu finden. Generell problematisch sind zerfahrene Flächen in antarktischen Gebieten aufgrund der langen Regenerationszeit der Vegetation nach ihrer Schädigung (Campbell et al., 1998, Abb. 4.5.-58).
Bei der Kartierung der Fahrspuren auf Fildes Peninsula und Ardley Island während der Saison 2003/04 zeigte sich, dass Fahrten außerhalb der markierten Hauptstrecken keine Einzelfälle sind, sondern weite Gebiete betreffen. Wenn auch die meisten dieser Fahrspuren sich in einem Korridor von ca. 250 m um die Hauptstrecken befinden, so gibt es doch eine Reihe von erheblichen Abweichungen davon. Hier sind vor allem die Spuren zu nennen, die aus Richtung der Station Artigas durch die Nordpassage bis zur russischen Feldhütte „Priroda“ führen (siehe Abb. 4.2.-41).
Auch auf Ardley Island gibt es eine Reihe von Spuren, die sich vor allem um einen Fahrweg zu den Feldhütten „Ripamonti“ und „Ballve“ im Nordwesten der Insel

gruppieren. Dieser Fahrweg wird heute kaum noch benutzt, da die Logistik für diese Hütten i. d. R. mit Zodiaks abgewickelt wird (siehe Kap. 4.2.11.). Eine größere Anzahl von Fahrspuren ist auch in der Biologenbucht zu finden (siehe Abb. 4.2.-41). Die Motivation für diesen Verkehr ist vermutlich eher in Freizeitaktivitäten zu suchen.

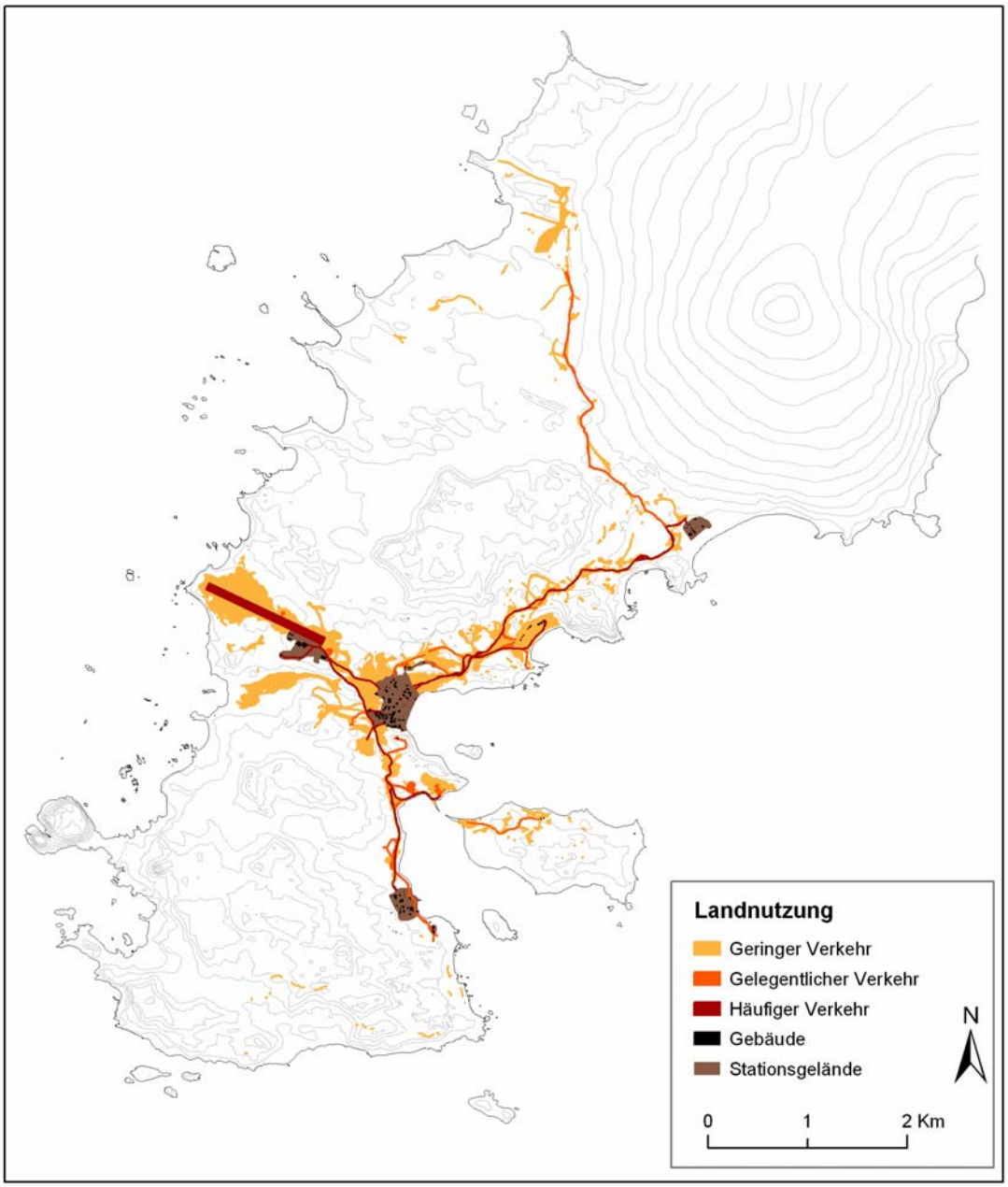


Abb. 4.2.-41: Formen der permanenten und periodischen Landnutzung der Fildes Region

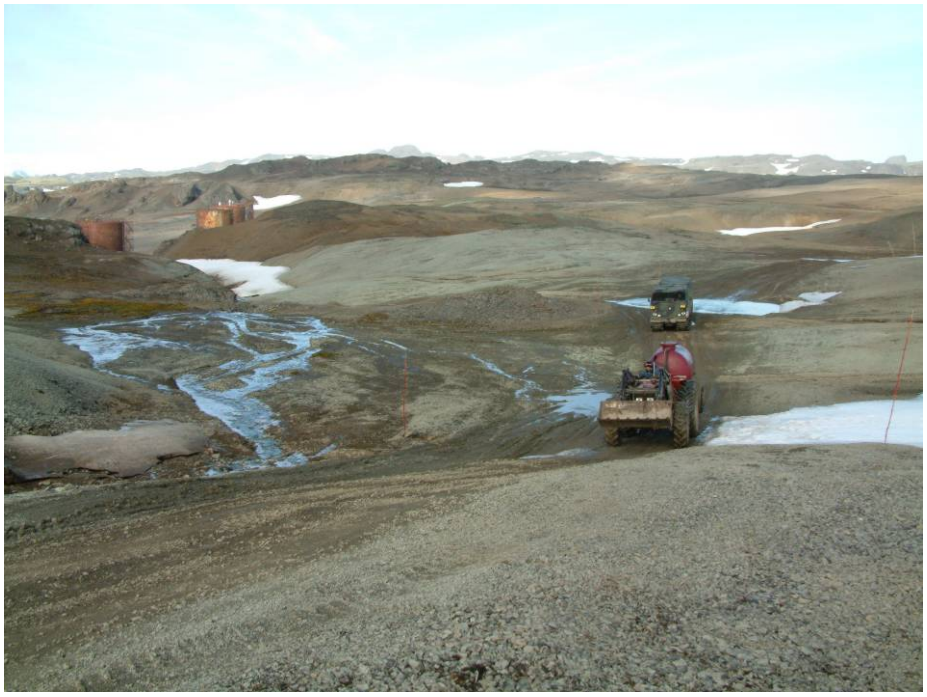


Abb. 4.2.-42: Die stark zerfahrenen Hauptstrecken (Kategorie „Häufiger Verkehr“) sind mit Schneestangen (rechts im Bild) markiert. (Foto: Büßer)



Abb. 4.2.-43: Vereinzelte Fahrspuren abseits der Hauptwege – Kategorie „Geringer Verkehr“ (Foto: Mustafa)

Tab. 4.2.-3: Anteile der Landnutzungskategorien auf Fildes Peninsula und Ardley Island

	Fläche (m²)	**Anteil (%)**
Geringer Verkehr	1.169.875	3,89
Gelegentlicher Verkehr	71.728	0,24
Häufiger Verkehr (ohne Landebahn)	70.363	0,23
Landebahn	97.552	0,33
Stationsgelände	403.856	1,34
Gesamte befahrene Fläche	**1.813.374**	**6,03**
Gesamtfläche Fildes Peninsula + Ardley Island	**30.092.384**	**100**

Die gesamte von terrestrischem Verkehr (einschließlich der Stationsgelände) genutzte Fläche auf Fildes Peninsula und Ardley Island entspricht einem Anteil von 6,03 % an der Gesamtfläche. Die in Tab. 4.2.-3 dargestellten Flächenanteile der verschiedenen Nutzungskategorien zeigen, dass auf dem bei weitem größten Teil (3,89 %) der betroffenen Flächen nur geringer Verkehr stattfindet. Da die Zerstörung der Vegetation jedoch oftmals bereits bei einmaliger Befahrung eintritt, wäre eine erhebliche Verringerung der Belastung durch eine Konzentration des Verkehrs auf die ohnehin durch häufige Fahrbewegungen geprägten Hauptstrecken zu erreichen.

4.2.15. Winternutzung

Aus Berichten von überwinternden Stationsmitgliedern ist bekannt, dass Außenaktivitäten während der Wintermonate aufgrund der herrschenden Witterungsbedingungen i. d. R. stark eingeschränkt werden. Gelegentlich finden gegenseitige Stationsbesuche und Ausflüge statt, die überwiegend motorisiert erfolgen. Jede Station der Fildes Peninsula verfügt über ein Spektrum aus Wintertransportmitteln, bestehend aus mindestens einem Schneemobil (z. B. vom Typ Skidoo) und einem oder mehreren Kettenfahrzeugen. Diese werden entweder ganzjährig eingesetzt (Artigas) oder aber in der Sommersaison bei geeigneten Bedingungen von Geländefahrzeugen abgelöst (Bellingshausen, Frei, Great Wall).

In Zusammenarbeit mit überwinternden Stationsmitgliedern konnte eine Übersicht der typischen winterlichen Raumnutzung durch Fahrzeuge skizziert werden (Abb. 4.2.-44, nach Informationen von O. Sakharov). Daraus wird ersichtlich, dass das Plateau westlich der Davies Heights, die Gegend der „Priroda“-Feldhütte sowie drei gut zugängliche, südlich der Landebahn gelegene Täler gelegentlich von Schneemobilen angesteuert werden. Nicht besucht werden aufgrund der geographischen Gegebenheiten offenbar die Hochplateaus und bergigeren Gegenden der Fildes Peninsula. Daneben ist

der Collins-Gletscher nördlich der Station Artigas ebenfalls ein beliebtes Ziel winterlicher Ausflüge. Ardley Island wird nach Auskunft von Stationsmitgliedern nicht von Winterfahrzeugen angesteuert. Das die Stationen verbindende Wegenetz (siehe Kap. 4.2.12.), dessen Verlauf durch hohe Stangen markiert ist, wird deutlich stärker von Kettenfahrzeugen und Schneemobilen frequentiert. Außerhalb dieses Wegenetzes sollten bei ausreichend hoher Schneedecke keine Schäden an der Vegetation zu erwarten sein. Ausnahmen hiervon könnten an exponierten Stellen und bei starker Schneedrift auftreten. Potentiell gefährdet durch Störung durch Motorengeräusche und sich annähernde Besucher sind jedoch Robben an ihren Wurf- und Ruheplätzen an der Küste (siehe Kap. 4.5.11.) sowie gegen Ende des Winters zurückkehrende Brutvögel.

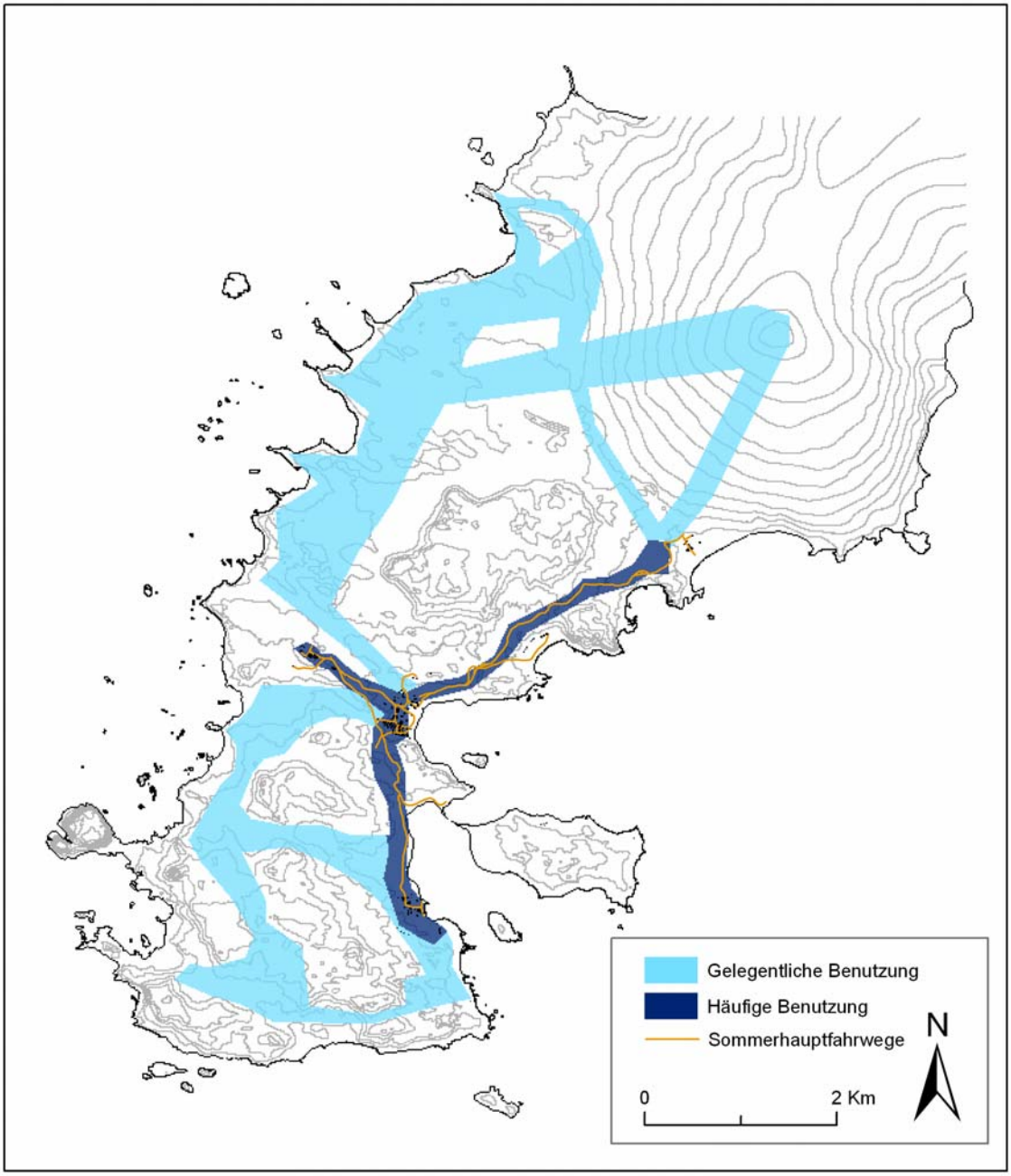


Abb. 4.2.-44: Raumnutzung der Fildes Peninsula durch Schneemobile und Kettenfahrzeuge (persönl. Mitteilg. O. Sakharov); hellblaue Bereiche v. a. durch Schneemobile angefahren

Einen weiteren Winter-Aspekt auf der Fildes Peninsula stellen Wintersportaktivitäten dar. Bereits Erfurt & Grimm (1990) berichten von einer Errichtung eines Ski-Lifts am südlichen Rand der Davies Heights im Oktober 1989. Wie lange dieser genutzt wurde, ist nicht bekannt, es sind allenfalls nur noch Reste der Anlage erkennbar. Es existiert ein

Ski-Lift unmittelbar südlich der Station Frei, der von Stationsmitgliedern für Wintersportzwecke (Ski, Snowboard) genutzt wird.
Neben den generell reduzierten Stationsaktivitäten wird der Schiffs- und Zodiak-Verkehr in der Maxwell Bay außerhalb der Sommersaison durch starke Vereisung im Uferbereich sowie später durch eine durchgehende, die gesamte Bucht bedeckende Eisdecke verhindert.
Daneben finden zwischen April und Oktober deutlich weniger Flüge von und zur Fildes Peninsula statt. Dies betrifft sowohl Versorgungs- als auch Tourismusflüge, da das chilenische Unternehmen „Aerovías DAP“ touristische Angebote nur zwischen November bis März anbietet. Seit einigen Jahren bietet das uruguayische Antarktis-Institut (IAU) Touristen die Möglichkeit, mit Hilfe der mehrmals im Jahr durchgeführten Versorgungsflüge (pro Flug ca. 20 – 30 Touristen) für einige Tage und unter ortskundiger Führung die Station Artigas zu besuchen. Diese Form des Stationstourismus findet auch in den Wintermonaten statt.

4.2.16. Flugbewegungen in der Fildes Region

4.2.16.1. Flugstatistik

Regelmäßig finden Flugbewegungen im Gebiet der Fildes Peninsula statt. Diese nahezu täglichen Flugaktivitäten reichen von einzelnen Starts oder Landungen von großen und kleinen Flugzeugen bis zu mehr als 50 Helikopter-Flügen zwischen Schiff und Station während der Entlade-Operationen. Abb. 4.2.-45 bis- 47 geben dabei einen Überblick über die mit dem Rangefinder-GPS-System gemessenen bzw. über geschätzte Flugrouten für den mittleren Teil von Fildes Peninsula einschließlich Ardley Island, in dem der überwiegende Teil der Flugoperationen stattfindet.
Die Flugpläne werden erheblich von den herrschenden Wetterbedingungen beeinflusst, da die Landung auf der Fildes Peninsula nur bei guter Sicht möglich ist. So wurde mehrmals beobachtet, dass insbesondere große, aus Chile kommende Transportflugzeuge vom Typ Hercules C-130 bis zu einer Stunde lang über der Fildes Peninsula und Ardley Island kreisten, um auf eine Landemöglichkeit, d. h. ein Wolkenfenster, zu warten und gegebenenfalls nach Punta Arenas zurückzukehren. Im Gegensatz dazu besitzen kleinere, bis auf eine Ausnahme stets zweimotorige Flugzeuge, wie z. B. Twin Otter, Beechcraft King Air oder Dash-7, aufgrund ihrer begrenzten Treibstoffspeicher nach Überschreiten des sogenannten „point of no return“ keine Möglichkeit zur Rückkehr zum Startflughafen.

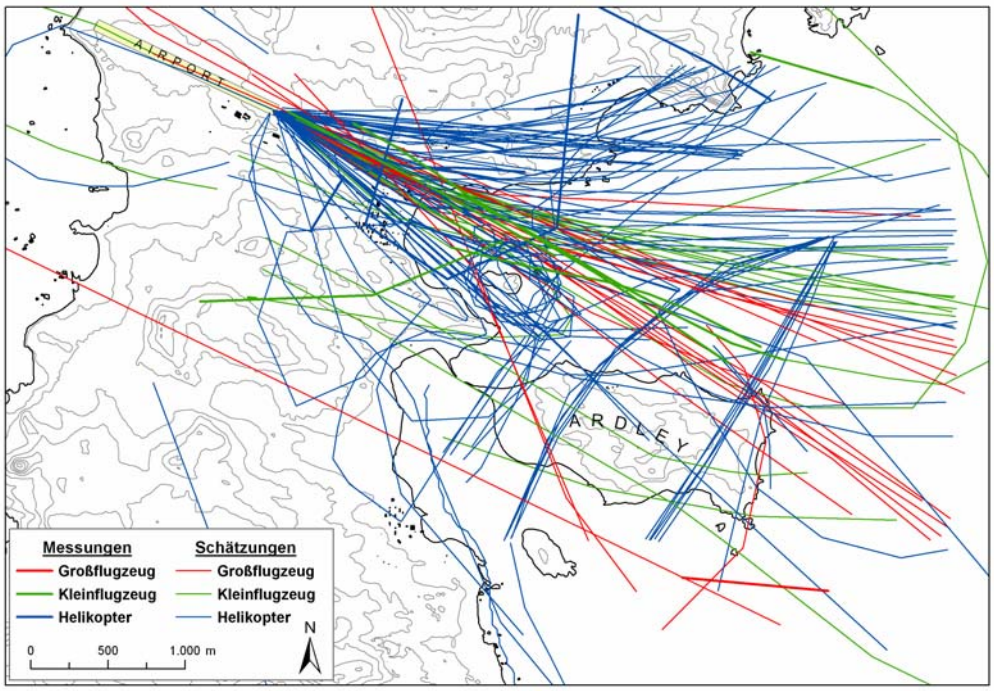


Abb. 4.2.-45: Flugaktivitäten von Helikoptern, Klein- und Großflugzeugen über Fildes Peninsula und Ardley Island im Südsommer 2003/04 (dünne Linien: geschätzte Flugrouten; dicke Linien: mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene Routen)

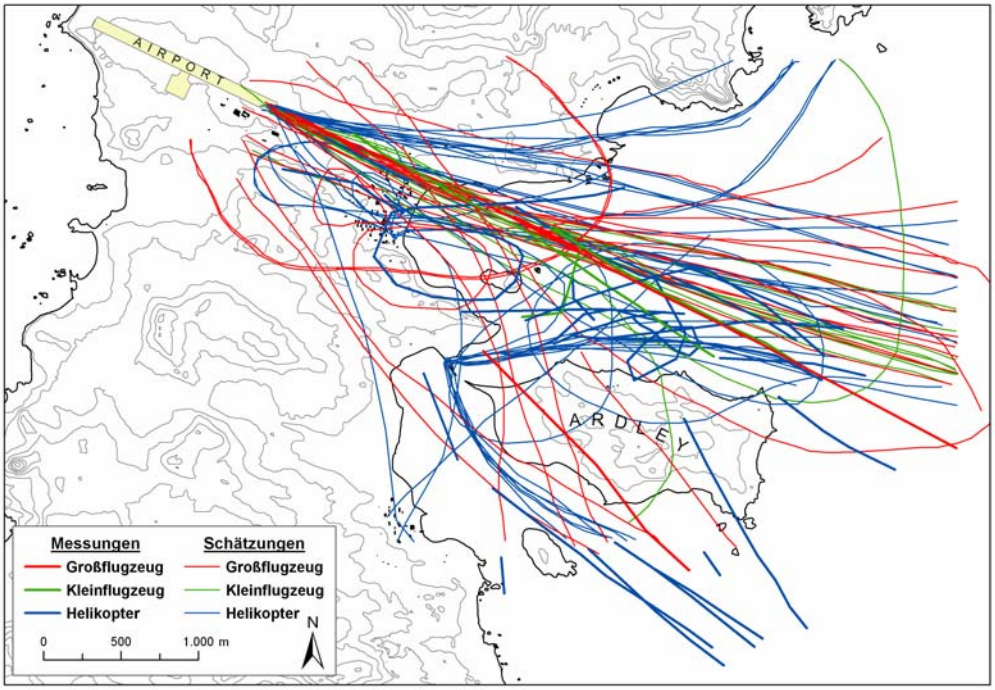


Abb. 4.2.-46: Flugaktivitäten von Helikoptern, Klein- und Großflugzeugen über Fildes Peninsula und Ardley Island im Südsommer 2004/05 (dünne Linien: geschätzte Flugrouten; dicke Linien: mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene Routen)

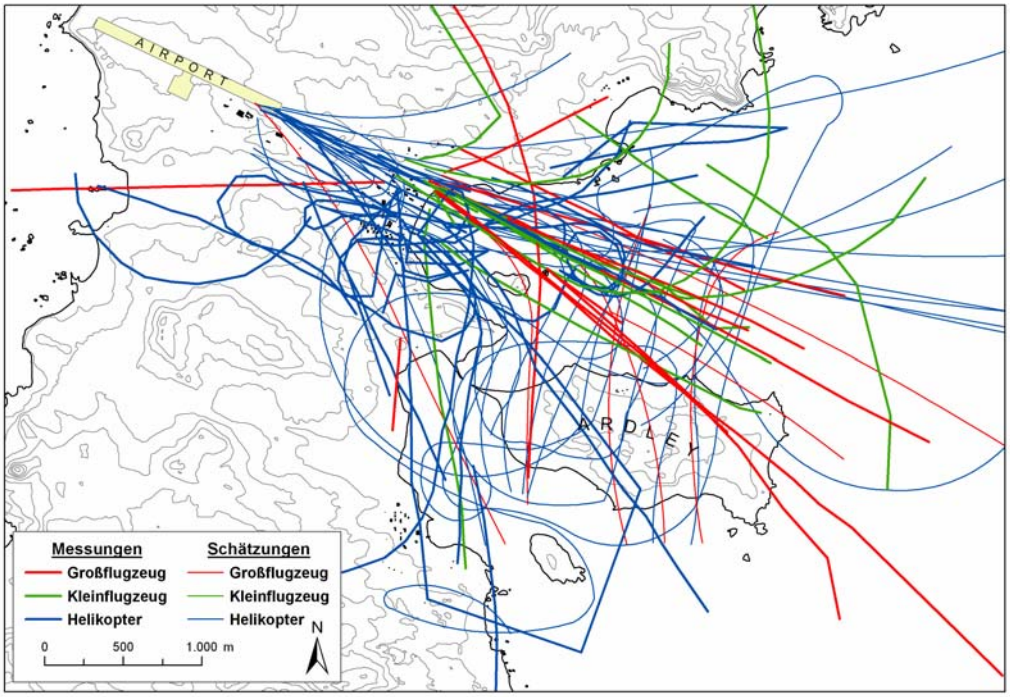


Abb. 4.2.-47: Flugaktivitäten von Helikoptern, Klein- und Großflugzeugen über Fildes Peninsula und Ardley Island im Südsommer 2005/06 (dünne Linien: geschätzte Flugrouten; dicke Linien: mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene Routen)

Während des Untersuchungszeitraums (10. Dezember – 26. Februar der drei Saisons 2003/04 – 2005/06, insgesamt 79 Beobachtungstage) wurden in der Fildes Region an zwischen 61 % und 76 % der Beobachtungstage Überflüge von Flugzeugen und Helikoptern registriert. Nach einem Anstieg der Tage mit Flugaktivität (Flugtage) der einzelnen Luftfahrzeuge in der Saison 2004/05 wurde in der folgenden Saison insgesamt eine leichte Abnahme verzeichnet (Abb. 4.2.-48). Dabei überflogen sowohl Helikopter und Maschinen vom Typ Hercules C-130 als auch Passagierjets etwas seltener die Fildes Region, während der Anteil an Flugtagen kleinerer Flugzeuge in allen drei Saisons leicht anstieg. Passagierjets überflogen das Untersuchungsgebiet in den Saisons 2003/04 und 2004/05 an vier Tagen, in der folgenden Saison jedoch nur an einem Tag (Abb. 4.2.-48).

Die Station Frei verfügt sowohl über ein Flugzeug vom Typ Twin Otter als auch über einen Helikopter. Beide wurden während des Beobachtungszeitraums regelmäßig eingesetzt. Daneben agierten weiterhin ein Helikopter des Tourismus-Unternehmens „Aerovías DAP“, der während des Untersuchungszeitraums in der Station Frei stationiert war, sowie ein weiterer der peruanischen Station Machu Picchu in der

Admiralty Bay, KGI, der jedoch während der Saisons 2004/05 und 2005/06 nicht eingesetzt wurde. Dementsprechend häufig wurden Flugaktivitäten stationseigener Helikopter (Frei, Machu Picchu), seltener durch den stationsbasierten DAP-Helikopter registriert (Abb. 4.2.-48). Zwischen 1992/93 und 2001/02 verfügte die Station Artigas ebenfalls über einen Helikopter, der aufgrund der häufigen Tiefflüge als eine mögliche Ursache für den Rückgang der Riesensturmvogel-Kolonie auf Nebles Point in Frage kommt (siehe Kap. 4.5.2.).

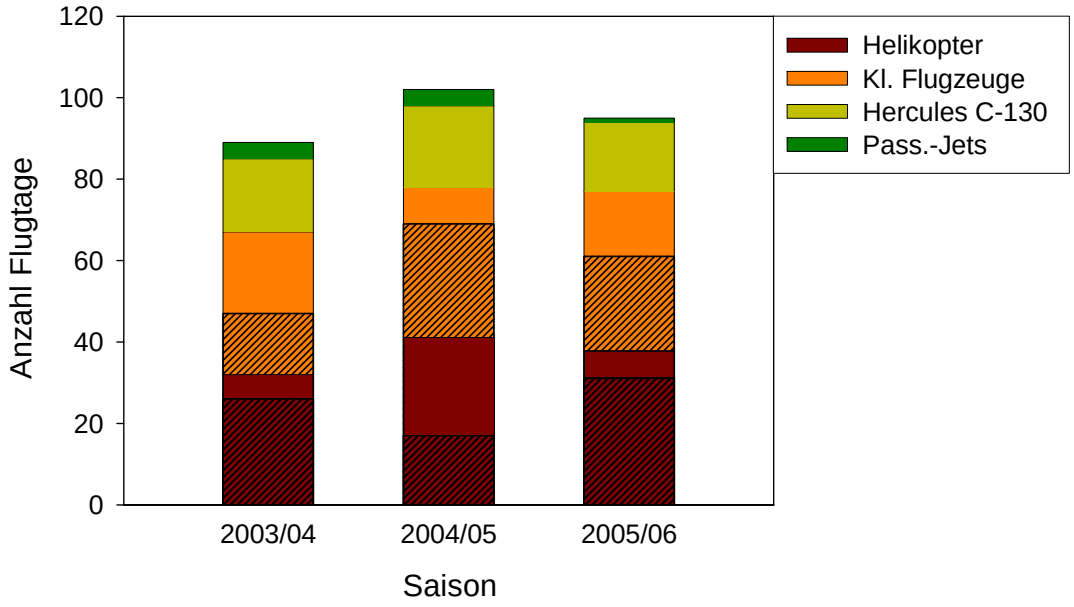


Abb. 4.2.-48: Anzahl der Tage mit Flugaktivität in der Fildes Region, dargestellt nach Luftfahrzeug (Beobachtungszeitraum: 10. Dez. – 26. Feb., schraffiert: Anteile stationsbasierter Helikopter (inkl. DAP) und Flugzeuge)

Im Gegensatz zu der insgesamt relativ konstanten Anzahl der Flugtage stieg die Gesamtzahl der im Beobachtungszeitraum (10. Dezember – 26. Februar) beobachteten Helikopter- und Flugzeug-Überflüge von 515 in der Saison 2003/04 um ca. 47 % auf 759 Überflüge in der Saison 2005/06 an (Abb. 4.2.-49). Am deutlichsten stieg dabei die Helikopter-Aktivität, die innerhalb von zwei Jahren um zwei Drittel zunahm. Überflüge von kleineren Flugzeugen nahmen stetig zu, während die Zahl der Hercules-C-130-Überflüge nach einer Zunahme 2004/05 in der Saison 2005/06 wieder das Niveau der Saison 2003/04 erreichte. Überflüge von Passagierjets wurden verhältnismäßig selten beobachtet (Abb. 4.2.-49.).

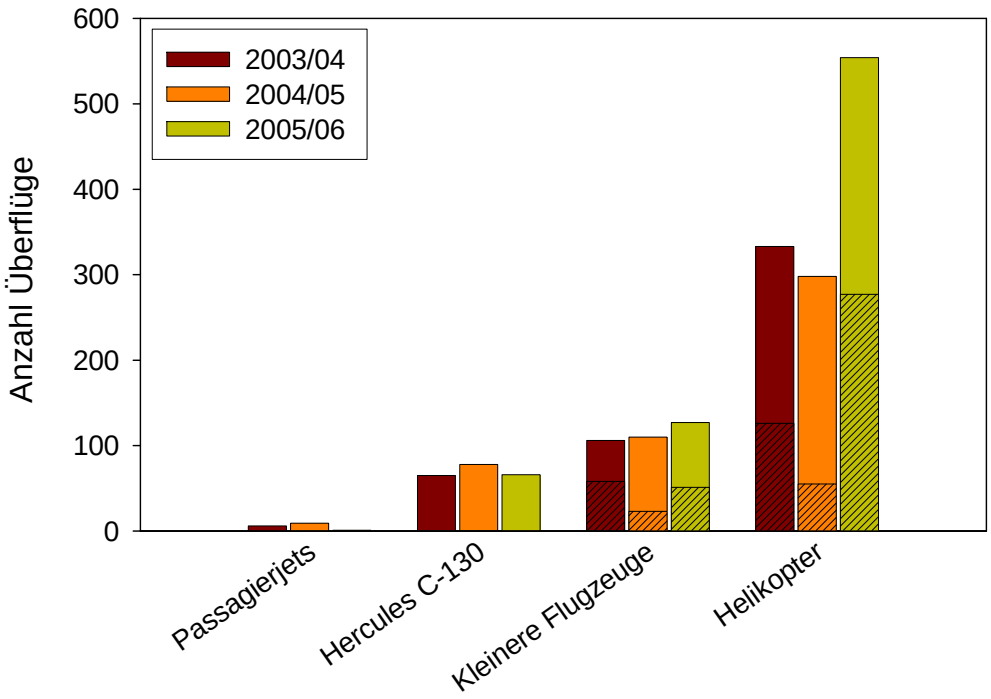


Abb. 4.2.-49: Anzahl beobachteter Überflüge über die Fildes Region (10. Dez. – 26. Feb., schraffiert: Anteile stationseigener bzw. stationsbasierter Helikopter, inkl. DAP, und Flugzeuge)

Aus Abbildung 4.2.-49 wird deutlich, dass Überflüge von stationseigenen Flugzeugen mit einem Anteil von 20 – 55 % an der Gesamtzahl aller Überflüge der Kategorie ‚Kleinere Flugzeuge' eine bedeutende Rolle spielen. Ein ähnlich hoher Überfluganteil geht in der Kategorie ‚Helikopter' (31 – 50 % der Helikopterüberflüge) auf stationseigene Maschinen zurück, die sehr häufig für Transporte verschiedenster Art eingesetzt wurden. Überflüge durch den DAP-Helikopter, der während des Untersuchungszeitraums in der Station Frei stationiert war, erfolgten deutlich seltener und stellten 5 – 7 % der Gesamtzahl der Helikopterüberflüge dar (Abb. 4.2.-49).

4.2.16.2. Vergleich der Ergebnisse mit Daten der Vorjahre und veröffentlichten Statistiken

Zur Verfügung stehende Daten der Flugaktivitäten der Saisons 2000/01 bis 2005/06 aus dem Zeitfenster zwischen 20. Dezember und 20. Januar, in dem ein Großteil der Logistik- und Tourismus-Aktivitäten stattfindet, zeigen im längerfristigen Vergleich ebenfalls sowohl eine Zunahme des Anteils an Flugtagen als auch der Überflüge über die Fildes Region (Tab. 4.2.-4). Dies geht vor allem auf eine stark steigende Aktivität

von Helikoptern und kleineren Flugzeugen zurück, während die Zahl der Hercules-Überflüge insgesamt nur leicht anstieg (Abb. 4.2.-50).

Tab. 4.2.-4: Übersicht über die zunehmenden Flugaktivitäten über der Fildes Peninsula im Zeitfenster 20. Dezember – 20. Januar der Jahre 2000/01 bis 2005/06

Saison	**2000/01**	**2001/02**	**2002/03**	**2003/04**	**2004/05**	**2005/06**
Flugtage (%)	66	63	72	60	78	78
Summe Überflüge	75	111	192	248	195	347

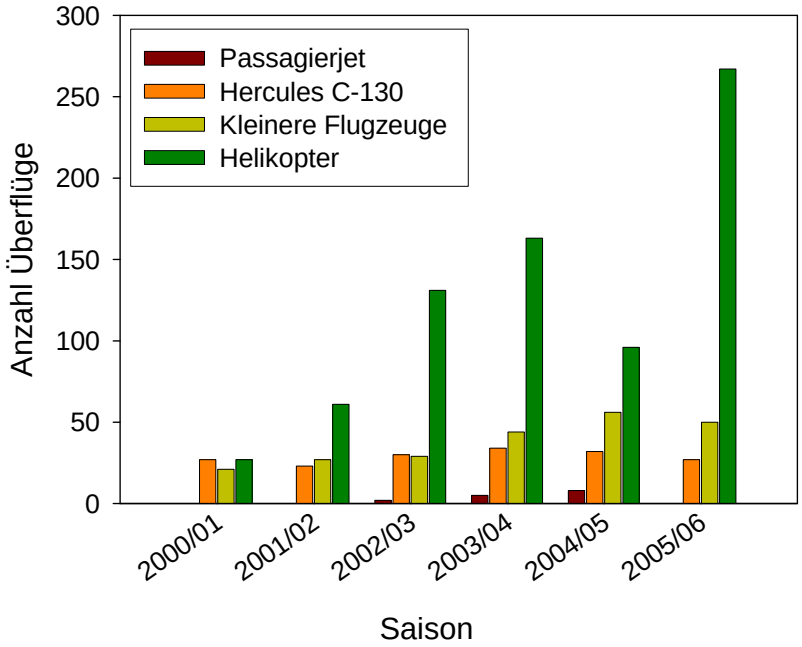


Abb. 4.2.-50: Anzahl der beobachteten Überflüge über Fildes Peninsula und Ardley Island zwischen 20. Dezember und 20. Januar (Daten 2000/01 – 2002/03: S. Pfeiffer)

Ein Langzeitvergleich der durch die chilenische Luftfahrtbehörde DGAC veröffentlichten Daten (http://www.dgac.cl/portal/page?_pageid=238,82589&_dad=portal&_schema=PORTAL) zeigt einen seit 2002 klar abfallenden Trend der jährlich auf dem Flughafen Tte. Marsh stattfindenden Flugbewegungen (Abb. 4.2.-51). Diese Tendenz stimmt nicht mit eigenen Erhebungen, zumindest mit denen des sommerlichen Flugverkehrs, überein. Der Beobachtungszeitraum schloss zwar nur den Zeitraum

zwischen 10. Dezember und 26. Februar ein, umfasste aber damit sehr gut die Zeitspanne der höchsten Flugaktivität in der Fildes Region, da außerhalb des Sommers deutlich weniger Flüge stattfinden.

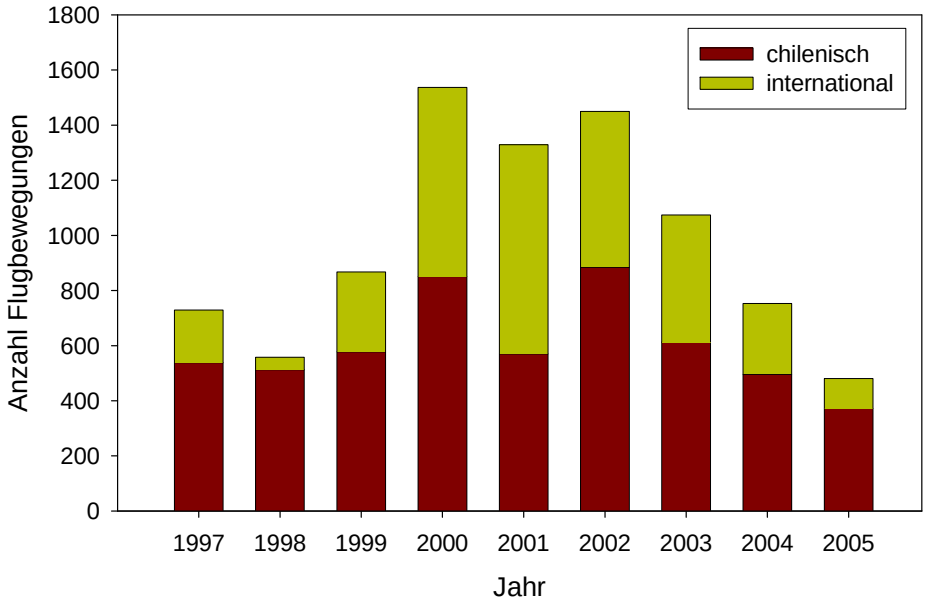


Abb. 4.2.-51: Flugbewegungen auf dem Flughafen Tte. Marsh zwischen 1997 und 2005 getrennt nach Nationalität der Betreiber (Quelle: DGAC)

Abbildung 4.2.-52 zeigt auffällige jährliche Unterschiede in der Zahl der Passagiere. Die Daten des Jahres 2003 unterscheiden sich von den in der Station Frei erhaltenen Informationen. Somit bestand eine Diskrepanz zwischen den vor Ort ermittelten Zahlen und den im Internet veröffentlichten Daten, die durch uns nicht erklärt werden kann.

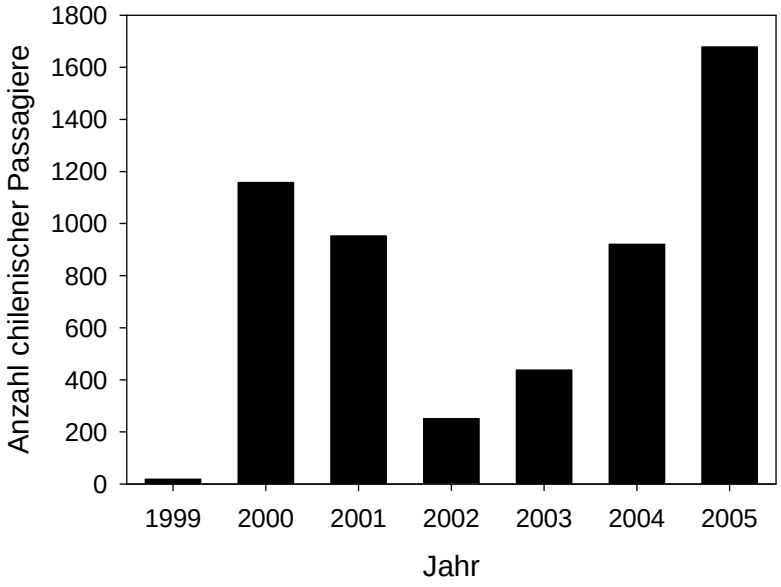


Abb. 4.2.-52: Anzahl chilenischer Passagiere auf Tte. Marsh zwischen 1999 und 2005 (Quelle: DGAC)

4.2.16.3. Touristische Flugaktivitäten

Ein erheblicher Anteil der Überflüge in der Fildes Region durch kleinere Flugzeuge sind Tourismus-Aktivitäten des chilenischen Unternehmens „Aerovías DAP“ zuzuordnen. Nach IAATO-Informationen stieg die Zahl der Touristen, die entweder im Rahmen der angebotenen Ein- oder Zwei-Tagesprogramme oder aber am Austausch von Passagieren von Yachten oder Schiffen auf dem Luftweg befördert wurden (siehe Kap. 4.2.17.1.), um mehr als das Sechsfache (Tab. 4.2.-5). Der Vergleich mit den veröffentlichten Daten mit Ergebnissen der eigenen Erfassung der DAP-Flüge zwischen Punta Arenas und King George Island zeigt trotz des Versuchs, nicht-touristische Flüge wie Evakuierungen oder Logistik-Dienstleistungen zu identifizieren, einen Widerspruch zu den durch „Aerovías DAP“ an IAATO übermittelte Zahlen. Über die Ursache der Unterschiede ist nichts bekannt. Dennoch wird ein ansteigender Trend deutlich, d. h. nicht nur die Zahl der eingeflogenen Passagiere, sondern auch die Zahl touristisch motivierter Landungen auf KGI nahm zu.

Wie bereits erwähnt, spielten Flüge des DAP-Helikopters in der Gesamtheit der Flugaktivitäten stationseigener Helikopter eine untergeordnete Rolle. Diese Flüge erfolgten nur z. T. aus touristischen, aber in der Mehrzahl auch aus logistischen Zwecken (z. B. Wissenschaftlertransport).

Tab. 4.2.-5: Entwicklung des Flug-Tourismus des Unternehmens „Aerovías DAP“ zwischen Punta Arenas und KGI (Flugzeugtypen: Beechcraft King Air A 100, Dash-7), Vergleich von IAATO-Informationen mit eigenen Daten (in Klammern: nicht-touristische Flüge)

Saison	Passagierzahl *	Anzahl DAP-Flüge*	Anzahl DAP-Flüge nach eigener Erfassung
2002/03	126	k. A.	-
2003/04	398	19	23 (3) [1)]
2004/05	657	29	35 (3) [2)]
2005/06	862	20	33 (2) [3)]
2006/07	704	40	-

1) 10.12.2003 – 24.3.2004
2) 4.12.2004 – 4.3.2005
3) 10.12.2005 – 26.2.2006
* ATCM, 2004a, 2005c, 2006b, 2007a

Zusätzlich zu den Tourismus-motivierten DAP-Flügen wurde in der uruguayischen Station Artigas in den vergangenen Jahren eine neue Form des Stationstourismus etabliert, bei dem mehrmals im Jahr, einschließlich der Wintermonate, bis zu 30 Touristen mit den Versorgungsflügen per Hercules an- und abreisen und mehrere Tage in der Station verbringen.

Eine weitere Form des Flugtourismus stellen Flüge im Rahmen von privatem Abenteuertourismus dar, wie z. B. die Zwischenlandung eines privaten Helikopters auf dem Weg zum Südpol im Januar 2005 oder die Ankunft eines einmotorigen Flugzeugs im Februar 2006.

Seit mehreren Jahren werden von verschiedenen Fluggesellschaften touristische Überflüge über die Antarktis angeboten (Abb. 4.2.-53). Im Bereich der Antarktischen Halbinsel bietet die chilenische Fluggesellschaft „LAN Airlines“ (IAATO-Mitglied seit 2003/04) Sightseeing-Überflüge an Bord einer Boeing 737-200 mit einer Kapazität von 60 Passagieren an. Je nach Wetter- und Sichtbedingungen erfolgen diese im Bereich der Inseln King George, Nelson, Robert, Greenwich, Livingston und Deception (alle South Shetland Islands) oder aber kombiniert über King George Island und Teilen der Antarktischen Halbinsel, einschließlich Überflug über die Weddell Sea (z. B. ATCM, 2005c).



Abb. 4.2.-53: Sightseeing-Überflug über Fildes Peninsula im Dezember 2001 (Foto: Peter)

Nach IAATO-Angaben wurde in den drei Beobachtungssaisons ein Rückgang der touristischen Überflüge und der so beförderten Passagiere um ein Drittel verzeichnet (Tab. 4.2.-6). Diese Entwicklung setzte sich in der Saison 2006/07 fort. In Übereinstimmung mit diesem Trend wurde von uns in der Saison 2005/06 nur ein Überflug erfasst. Demgegenüber stehen zahlreiche Jet-Überflüge über die Fildes Region in der Saison 2004/05, von denen an allen vier registrierten Jet-Flugtagen insgesamt sechs extreme Tiefflüge in einer Höhe von ca. 150 – 300 m (Rangefinder-GPS-Messung) über das Zentrum der Fildes Peninsula mit den Stationen Frei und Bellingshausen beobachtet wurden.

Tab. 4.2.-6: Düsenjet-Überflüge der Antarktischen Halbinsel und Überflugbeobachtungen über der Fildes Region

Saison	**Anzahl Flüge zur Antarktischen Halbinsel (Passagierzahl)**	**Tage mit Jet-Sichtung in der Fildes Region**	**Überflüge über Fildes Region**
2003/04	13 (679) [1)]	4	6
2004/05	9 (462) [2)]	4	9
2005/06	9 (450) [3)]	1	1
2006/07	8 (360) [4)]	k.A.	k.A.

1) ATCM, 2004a
2) ATCM, 2005c
3) ATCM, 2006b
4) ATCM, 2007a

4.2.16.4. Helikopterlandungen außerhalb der regulären Landeplätze oder des Flughafens

Mit Ausnahme von Bellingshausen und Escudero verfügen alle Stationen über einen befestigten und markierten Helikopterlandeplatz innerhalb des Stationsgeländes. Neben den Helikopterlandungen im Rahmen der Demontage der „Rambo"-Feldhütte, die als logistische Notwendigkeit zu betrachten sind und kaum Spuren hinterließ (siehe Kap. 4.2.11.5.), wurden jedoch mehrere Helikopter-Landungen außerhalb der regulären Landeplätze in den Stationen oder des Flughafens beobachtet. So landete in der Saison 2003/04 ein Helikopter eines Versorgungsschiffs zweimal auf der Meseta de la Cruz, einer dicht von Skuas besiedelten Anhöhe südlich der Station Frei. Eine weitere auffällige Beobachtung war die ein- oder zweimalige kurze Landung eines Stationshelikopters auf dem Gipfel von „Flat Top" an der Drake-Küste. Derselbe Helikopter landete in der Saison 2004/05 vermutlich zum Sightseeing in der Nähe von Nebles Point (persönl. Mitteilg. I. Chupin), einem Brutgebiet mehrerer Vogelarten, inklusive des gemäß IUCN als gefährdet geltenden Südlichen Riesensturmvogels (siehe Kap. 4.5.2.).

Einen Sonderfall stellte eine Landung eines Helikopter der oben genannten privaten Südpol-Expedition am 6.1.2005 dar, der in der Nähe der „Priroda"-Hütte bei einer am Gletscher befindlichen Touristengruppe niederging, um sich nach dem Weg zur nahe gelegenen argentinischen Station „Jubany" zu erkundigen.

4.2.16.5. Flugbewegungen über dem ASPA Ardley Island und über der Fildes Strait

Gemäß dem alten Managementplan von Ardley Island (ASPA No. 150) sollten Helikopter eine Flughöhe von 300 m zum Grund nicht unterschreiten. In der aktuellen Überarbeitung des Managementplans durch die CEP - ICG wird ein vertikaler Abstand von 450 bis 1000 m in Abhängigkeit vom Typ des Luftfahrzeugs vorgeschlagen (ATCM, 2005e, 2006f). Seit kurzem werden von der Antarktisvertragsstaaten-Gemeinschaft Mindestdistanzen von 610 m (vertikal) und 460 m (horizontal) zu Brutvogelkolonien und Robbenansammlungen empfohlen (nach Resolution 2 (2004), XXVII ATCM).

Ardley Island betreffend wurden zahlreiche Tiefflüge unter 610 m registriert (Abb. 24.2.-54 bzw. -55). So wurde in der Saison 2003/04 beispielsweise ein Helikopter eines Versorgungsschiffs zweimal sowohl die Riesensturmvogel- als auch die Pinguin-Kolonie auf Ardley Island überfliegend beobachtet. Messungen mit dem Rangefinder-GPS-System ergaben beide Male eine Flughöhe von nur knapp 38 m.

Auch kleinere und große Flugzeuge überflogen Ardley Island in jeder Beobachtungssaison, wobei diese jedoch im Gegensatz zu den Helikoptern aufgrund

ihrer jeweiligen Flugeigenschaften Beschränkungen hinsichtlich Richtungs- und Flughöhenänderungen unterliegen (vgl. AFIM).
Die Mindestabstände und Mindestflughöhen (nach Resolution 2 (2004), XXVII ATCM) sollen vor allem brütende Vögel vor Störungen und damit auf vor schädlichen Wirkungen (geringer Bruterfolg etc.) bewahren. Die Daten zeigen, dass die festgelegten Abstandwerte regelmäßig und deutlich unterschritten werden, so dass negative Auswirkungen vermutlich nicht ausbleiben. Abb. 4.2.-55 zeigt den mittels Rangefinder-GPS eingemessenen Verlauf von Flugbewegungen verschiedener Luftfahrzeuge in der Saison 2005/06. Die gelbe Zone stellt den Bereich dar, der gemäß der Resolution 2 (2004) XXVII ATCM frei von Flugbewegungen innerhalb eines vertikalen Abstandes von 460 m sein sollte. Die fett gezeichneten Flugbewegungen erfolgten zudem innerhalb des vertikalen Abstandes von 610 m. Aus Abb. 4.2.-55 wird ersichtlich, dass innerhalb des hier betrachteten Zeitraums nahezu alle gemessenen Ardley-Überflüge innerhalb der horizontalen 460 m-Zone und gleichzeitig auch unterhalb einer Flughöhe von 610 m stattfanden.

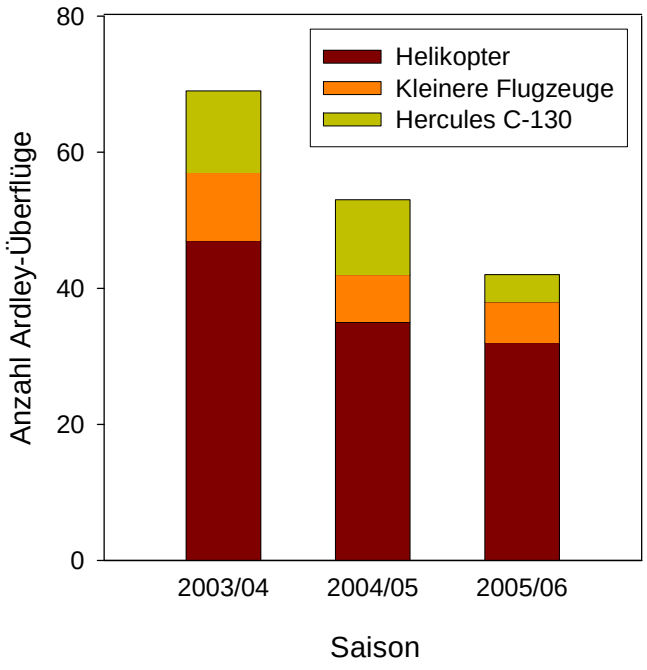


Abb. 4.2.-54: Anzahl der beobachteten Ardley-Überflüge, bei denen die Flughöhe gemäß der Resolution 2 (2004) XVII ATCM bzw. des horizontalen Abstandes von 460 m zu Ardley Island unterschritten wurde

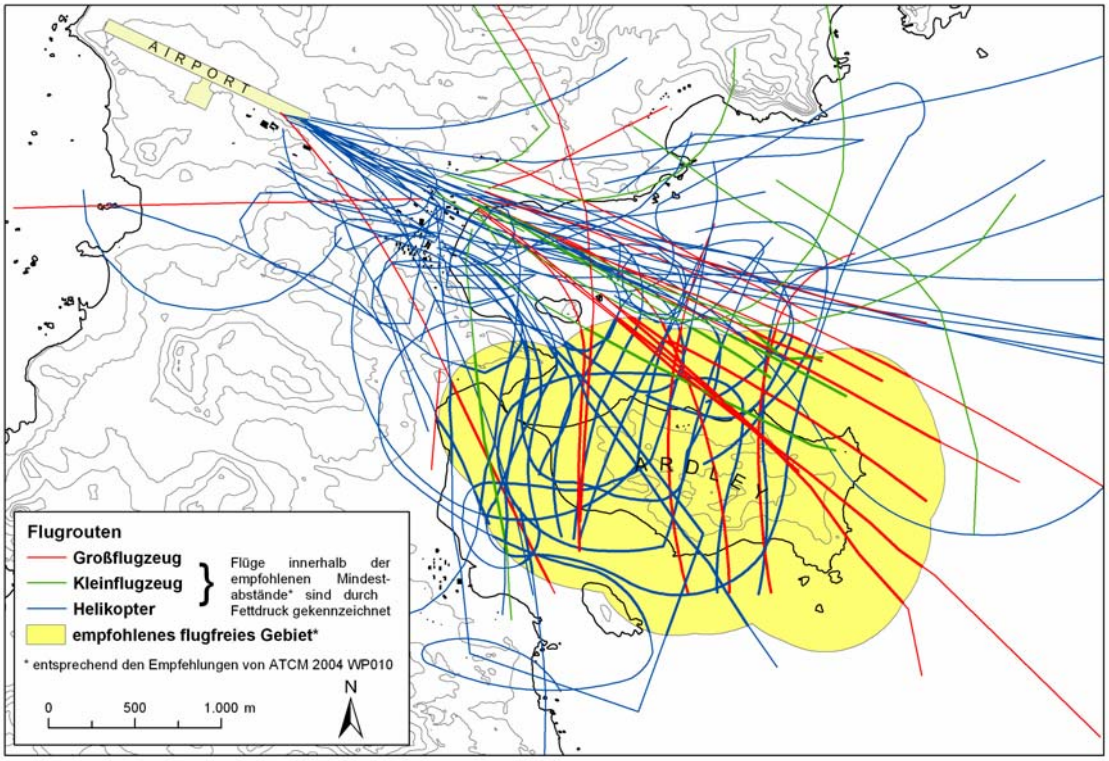


Abb. 4.2.-55: Verlauf der im Südsommer 2005/2006 beobachteten Ardley-Überflüge unter der Flughöhe (610 m) bzw. des horizontalen Abstandes von 460 m gemäß der Resolution 2 (2004) XXVII ATCM (innerhalb der „gelben Fläche“)

Da Flugzeuglandungen auf Fildes i. d. R entgegen der Windrichtung erfolgen, sind ankommende Flugzeuge oftmals gezwungen, Fildes zunächst zu überfliegen, um die Landebahn aus der anderen Richtung (von Südwest) anzusteuern. Im AFIM wird bei Überflügen in West-Ost-Richtung ein Abdrehen nach Süden vorgeschlagen. Dabei nähern sich die Flugzeuge gelegentlich stark an Ardley Island an oder überfliegen die Insel direkt in geringer Höhe (Abb. 4.2-55).

Aus demselben Grund wird auch die Fildes Strait oftmals von Flugzeugen, insbesondere vom Typ Hercules, in geringer Höhe überflogen (Abb. 4.2.-56 a), was aufgrund der dort zahlreichen Riesensturmvogelkolonien (siehe Kap. 4.5.2.) als problematisch anzusehen ist. Beobachtet wurden solche Hercules-C-130-Tiefflüge vor allem bei wiederholten Landeanflügen oder Trainingsflügen. Die mit 89 m geringste, mittels Rangefinder-GPS-System eingemessene, Überflughöhe wurde in der Saison 2003/04 unmittelbar über den Inseln der Fildes Strait registriert.

Vereinzelt wurden aber auch Tiefflüge ohne erkennbaren Grund beobachtet, wie beispielsweise der einer Hercules in der Saison 2005/06, die nach dem Start in einer

Höhe von nur 70 – 90 m (Rangefinder-GPS-Messung) die Nordost-Spitze Ardleys und damit die dort befindliche Pinguin-Kolonie überflog (Abb. 4.2.-56b), um kurz darauf nach Norden abzudrehen.



Abb. 4.2.-56a & b: Beispiele für tiefe Hercules-Überflüge, a - über Fildes Strait, Januar 2006, b – Ardley Island, Januar 2006, Flughöhe über Pinguin-Kolonie ca. 70 – 90 m (Fotos: Büßer)

Auffällig ist, dass innerhalb der drei Beobachtungssaisons die Zahl der Ardley- und Fildes Strait-Überflüge insgesamt deutlich abnahm (Abb. 4.2.-54). Möglicherweise steht dies im Zusammenhang mit der zunehmenden Kenntnis über die Arbeit des vorliegenden Projekts und über die Anwesenheit von Wissenschaftlern, die alle Flugbewegungen registrierten. Möglicherweise wurde dadurch das Bewusstsein der einzelnen Piloten für die Einhaltung von Mindestflughöhen bereits erhöht.

4.2.17. Schiffs- und Zodiak-Bewegungen in der Maxwell Bay

Die gezielte Erfassung des Schiffsverkehrs in der Maxwell Bay liefert ein umfassendes Bild der Frequentierung und räumlichen Nutzung dieses Gebietes durch Schiffe und Boote.

4.2.17.1. Schiffe

Die ermittelten Aufenthaltsorte der ankernden oder driftenden Schiffe zeigen deutlich, dass in den drei Sommern der Schwerpunkt der räumlichen Nutzung im westlichen Bereich der Maxwell Bay, nördlich von Ardley Island, lag (Abb. 4.2.-57). Das heißt, der den Stationen Frei und Bellingshausen direkt vorgelagerte Bereich der Bucht wies die höchste Anlauffrequenz auf. Dagegen wurden die Stationen Artigas und Great Wall kaum und dann vor allem zu Versorgungszwecken angelaufen. Lediglich ein

Kreuzfahrtschiff besuchte im Februar 2005 den südlicheren Bereich der Maxwell Bay, um vor der chinesischen Station Great Wall eine Touristenanlandung durchzuführen.

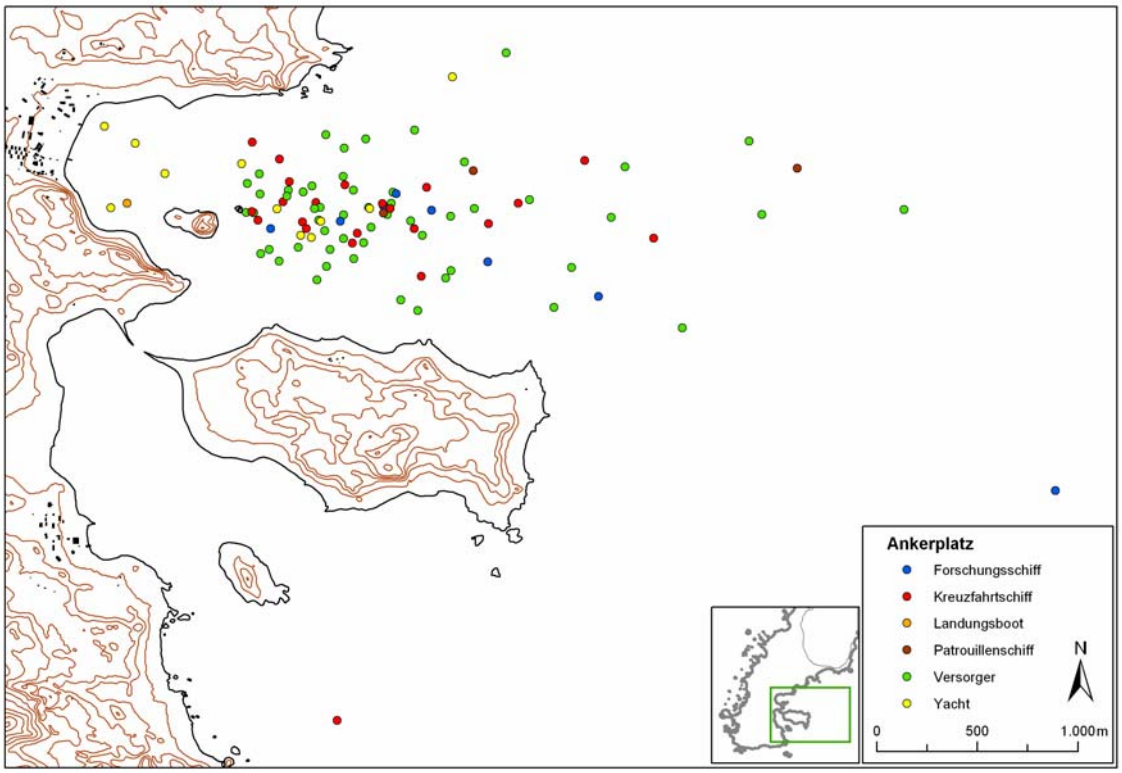


Abb. 4.2.-57: Räumliche Nutzung der inneren Maxwell Bay durch ankernde oder driftende Schiffe unterschiedlichen Typs in den Sommern 2003/04, 2004/05 und 2005/06

Während des Untersuchungszeitraums (10. Dez. – 26. Feb. aller drei Saisons) wurden insgesamt 41 verschiedene Schiffe und Yachten erfasst. Mehr als die Hälfte dieser Schiffe wurde speziell für Fahrten in Polarregionen konzipiert oder waren mindestens an Rumpf und/oder Schraube eisverstärkt, was in dieser Region einen wichtigen Sicherheitsfaktor darstellt. So weisen ca. 59 % dieser Schiffe eine bestimmte Eisklasse (meist angegeben nach finnisch-schwedischer Kategorisierung, Quelle: http://sea.helcom.fi/) bzw. Eisverstärkung auf.
Nur jeweils zwei Patrouillen- und zwei Forschungsschiffe wiesen offenbar keinerlei spezielle Anpassungen für Polargewässer auf. Über fünf weitere Schiffe, darunter zwei Kreuzfahrtschiffe, sowie acht Yachten waren keine entsprechenden Informationen verfügbar. Alle übrigen 15 Kreuzfahrtschiffe wiesen durchweg eine hohe Eisklasse (z. B. 1A, 1A1 Super) bis hin zu Eisbrecherqualitäten auf. Dies ist oftmals bedingt

durch die Herkunft der Schiffe, von denen zahlreiche ursprünglich für den Einsatz als Forschungsschiffe in Polargewässern konzipiert und im Einsatz waren.
Die Tourismusunternehmen, die all diese Schiffe betreiben, besitzen die IAATO-Vollmitgliedschaft, darunter ist auch ein Yacht-Betreiber (Quelle: http://www.iaato.org/company_descriptions.html). Mit einer Ausnahme gehören alle in der Maxwell Bay beobachteten Kreuzfahrtschiffe gemäß IAATO-Kategorisierung der Klasse der Schiffe mit weniger als 200 Passagieren an. Lediglich einmal wurde die Station Bellingshausen von einem Schiff der Kategorie mit zwischen 200 und 500 Passagieren angesteuert, welche jedoch nicht an die Fildes Peninsula angelandet wurden. Insgesamt wurde die Maxwell Bay jedoch nur von Schiffen kleinerer und mittlerer Größe angelaufen. Das größte vor Ort beobachtete Schiff war das chinesische Forschungsschiff „Xuelong" mit einer Länge von 167 m.
Innerhalb des Untersuchungszeitraums wurde eine deutliche Zunahme der die Maxwell Bay anlaufenden Schiffe verzeichnet (Tab. 4.2.-7). Hierbei dominierten die verschiedenen Kreuzfahrtschiffe, die aus verschiedensten Gründen (Touristenanlandung oder -evakuierung, Wissenschaftlertransport, Stationsversorgung) die Bucht ansteuerten.

Tab. 4.2.-7: Anzahl der im Untersuchungszeitraum (10. Dez. – 26. Feb.) in der Maxwell Bay registrierten Schiffe, in Klammern die Gesamtzahl nach den verschiedenen Schiffstypen

Schiffstyp	**2003/04**	**2004/05**	**2005/06**
Yacht (8)	3	2	3
Kreuzfahrtschiff (17)	8	10	12
Forschungsschiff (9)	2	4	6
Versorgungsschiff (5)	4	3	5
Patrouillenschiff (2)	0	1	2
Summe (41)	**17**	**20**	**28**

Die beobachtete Zunahme der die Maxwell Bay anlaufenden Schiffe stimmt mit dem in der Antarktis generell zu verzeichnenden Trend bezüglich des Schiffsverkehrs überein. So nahm beispielsweise die Zahl der Kreuzfahrtschiffe stetig zu (Abb. 4.2.-58).

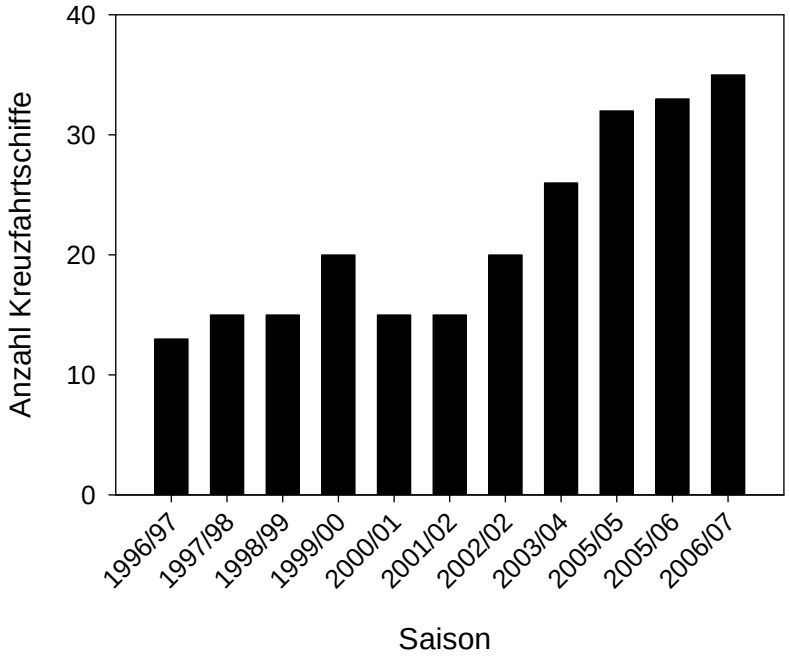


Abb. 4.2.-58: Anzahl der im Gebiet der Antarktischen Halbinsel verkehrenden Kreuzfahrtschiffe (Quelle: www.iaato.org; ATCM 2007a)

Mit der Zahl der in der Fildes Region operierenden Schiffe nahm auch die Zahl der Schiffsankünfte bzw. die Anlauffrequenz innerhalb des Untersuchungszeitraumes deutlich zu (Abb. 4.2.-59). Verhältnismäßig wenige Versorgungsschiffe bildeten den größten Teil der Schiffsankünfte, gefolgt von Kreuzfahrtschiffen und Forschungsschiffen.

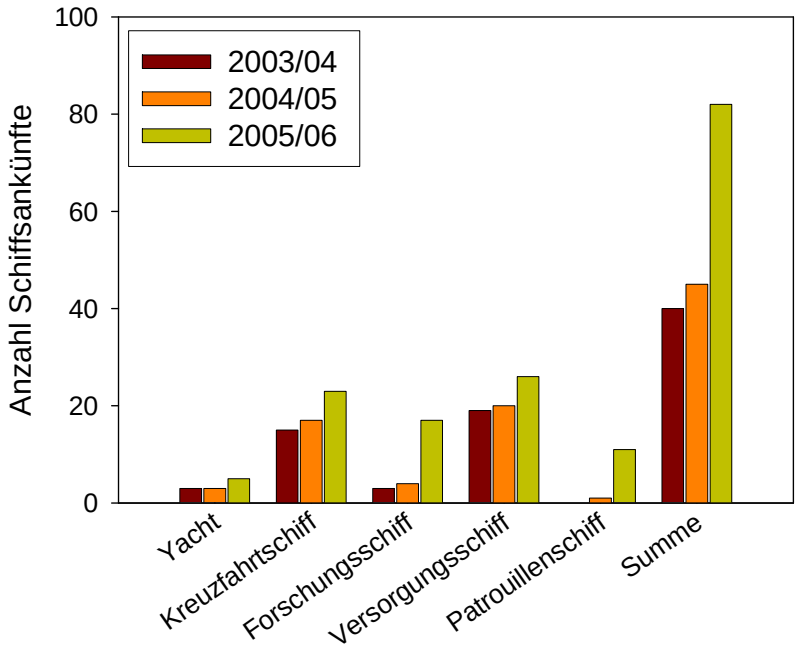


Abb. 4.2.-59: Anzahl der Schiffsankünfte in der Maxwell Bay nach Schiffstyp

Weiterhin nahm der Anteil an Schiffstagen, d. h. Tage mit mindestens einem in der Bucht befindlichen Schiff, stark zu und stieg von 44 % der 79 Beobachtungstage des Untersuchungszeitraums (10. Dezember – 26. Februar) in der Saison 2003/04 auf über 70 % in 2004/05 und auf 85 % in der Saison 2005/06. Die Aufenthaltsdauer der Schiffe schwankte dabei zwischen kurzen Stopps von weniger als einer Stunde für Personen- oder Frachttransporte und Aufenthalten von mehreren Tagen bei umfangreichen Entladearbeiten (Forschungsschiff „Xuelong“: 10 Tage) sowie dem Passagier-Transfer via Luftweg (Yacht „Giant 1“: 11 Tage). Die Mehrzahl der Schiffe (ca. 67 %), hierbei vor allem die Kreuzfahrtschiffe, verließ die Bucht jedoch noch am Ankunftstag. Die mittlere Anwesenheitsdauer stieg während des Untersuchungszeitraums von 1,2 Tagen in der Saison 2003/04 auf über 1,7 in 2004/05 und auf 1,8 Tage in 2005/06 an.
Die nachgewiesene starke Frequentierung der Maxwell Bay durch Schiffe steht deutlich im Zusammenhang mit der schnellen Erreichbarkeit Südamerikas auf dem Luftweg. Aufgrund dessen wird für Logistikoperationen zur Versorgung von Schiffen und Stationen im Bereich der Antarktischen Halbinsel oder auch bei Notfällen häufig die Fildes Peninsula angesteuert. So ereigneten sich in jeder Saison des Untersuchungszeitraums bis zu fünf Evakuierungen von Personen von Kreuzfahrtschiffen bzw. Yachten über den Flughafen Tte. Marsh auf Basis des

internationalen Abkommens EMER zwischen der IAATO und der chilenischen Fluggesellschaft „Aerovías DAP“ (z. B. ATCM, 2004a & d, 2005c, 2006a).
Neben der Anreise von Wissenschaftlern und Delegationen, die per Schiff weiterreisen, stellt der reguläre Austausch von Passagieren von Yachten oder Schiffen auf dem Luftweg einen neuen Aspekt für den Flug- und Schiffsverkehr in der Region dar. Diese Form des Passagieraustauschs unter Beteiligung der Kreuzfahrtschiffe „Grigoriy Mikheev“, „Aleksey Maryshev“ und „DAP Mares“ sowie der Fluggesellschaft „Aerovías DAP“ fand 2003/04 erstmals statt und wurde ab 2004/05 verstärkt durchgeführt (ATCM, 2004a, 2005c, 2006a, 2007a). Die Zahl der auf diese Weise beförderten Passagiere stieg dabei von 37 in der Saison 2003/04 (1 Flug bzw. Passagiertausch) über 130 (4 Flüge) 2004/05 auf 174 (6 Flüge) in der Saison 2005/06. Dieser Trend scheint sich auch künftig fortzusetzen (2006/07: 211 Passagiere, 7 Flüge).

4.2.17.2. Landungs- und Beiboote

Regelmäßig werden in der Maxwell Bay stations- (Bellingshausen: Abb. 4.2.-60a, King Sejong) oder schiffseigene („Oscar Viel“: Abb. 4.2.-60b, „Xuelong“, „Artigas“, „James Clark Ross“, „Endurance“) Landungs- oder Beiboote eingesetzt, um größere Lasten zu transportieren (Tab. 4.2.-8). In Einzelfällen wurden diese Boote auch zum Personentransport, z. B. für Sightseeing-Ausflüge mit Delegationen, genutzt.



Abb. 4.2.-60a & b: Landungsboote (a) der Station Bellingshausen und (b) des Versorgungsschiffs „Oscar Viel“ (Fotos: Büßer)

Zu wissenschaftlichen Zwecken wurden in den Saisons 2004/05 und 2005/06 neben einem Zodiak Beiboote des britischen Forschungsschiffes „HMS Endurance“ zur bathymetrischen Vermessung der Maxwell Bay mittels Multi Beam Echo Sounder eingesetzt. Hierfür wurde für einen Zeitraum von 11 (2004/05) bzw. 7 (2005/06) Tagen

mit Helikopterunterstützung am Ardley-Isthmus ein Feldcamp eingerichtet, von dem aus ein bzw. zwei Beiboote innerhalb der gesamten Maxwell Bay operierten und bei den Vermessungen teilweise vom Mutterschiff unterstützt wurden.

Tab. 4.2.-8: Anzahl der Fahrtage der Landungs- oder Beiboote nach Bootsbetreiber

Bootsbetreiber	**2003/04**	**2004/05**	**2005/06**
Stationseigene Boote			
Bellingshausen	14	2	0
King Sejong *	-	0	1
Schiffseigene Boote			
„Artigas“	0	0	1
„Endurance“			
2004/05: 1 Beiboot	0	4	6
2005/06: 2 Beiboote			
„James Clark Ross“	0	1	0
„Oscar Viel“	3	4	2
„Xuelong“ **	0	? **	0
Summe Fahrtage	**17**	**>11**	**10**

* Die Station verfügt erst seit der Saison 2004/05 über ein Landungsboot.
** Aufgrund mangelnder Einsehbarkeit dieses Bereichs der Maxwell Bay war die Einsatzfrequenz des Landungsbootes des chinesischen Eisbrechers „Xuelong“ während der Stationsversorgung von Great Wall nicht erfassbar; geschätzte Fahrtage: max. 10

Da der Einsatz von Landungs- und Beibooten stark vom logistischen Bedarf (z. B. Frachttransporte für bestimmte saisonale Bauprojekte der Stationen) sowie den aktuell herrschenden Wetterbedingungen abhängt, lassen sich aus den ermittelten Nutzungshäufigkeiten dieser Boote nur bedingt Rückschlüsse auf mögliche Trends ziehen.

4.2.17.3. Zodiaks

Zodiaks erwiesen sich im gesamten Untersuchungszeitraum als ein sehr häufig genutztes, lokales Fortbewegungs- und Transportmittel (Abb. 4.2.-61).



Abb. 4.2.-61: Transportmittel zwischen Stationen – Schlauchboot vom Typ Zodiak (Foto: Büßer)

Die Nutzung stations- und schiffseigener Zodiaks unterschied sich, da Schiffszodiaks i. d. R. viele Male am Tag zwischen Schiff und Station pendelten, während Stationszodiaks gezielt einige wenige Fahrten pro Tag durchführten. Bei beiden war jedoch eine zunehmende Nutzung hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit nachweisbar. Innerhalb des Untersuchungszeitraums stieg die Nutzungsfrequenz von Zodiaks, d. h. die Anzahl an Zodiak-Fahrtagen stark von ca. 61 % auf ca. 92 % der 79 Beobachtungstage des Untersuchungszeitraums (10. Dezember – 26. Februar) an, d. h. in der Saison 2005/06 war beinahe jeden Tag mindestens ein Zodiak im Einsatz. Zu beachten ist hierbei, dass der Zodiak-Verkehr stark wetterabhängig ist, und das sehr ruhige Wetter in der Saison 2005/06, v. a. im Januar, ungewöhnlich oft eine Zodiak-Nutzung erlaubte.

Alle Stationen der Fildes Peninsula sowie mehrere benachbarte Stationen auf King George Island setzten Zodiaks für Personen- oder Frachttransporte im Bereich der Maxwell Bay ein, aber die Nutzungsfrequenz ist unterschiedlich (Tab. 4.2.-9). Die Stationen Bellingshausen und Escudero unterstützten zahlreiche wissenschaftliche Projekte (inklusive der vorliegenden Studie). So wurde z. B. Ardley Island während des

Sommers sehr häufig von dort tätigen Wissenschaftlern mit dem Zodiak angelaufen, da diese Insel nur über einen gezeitenabhängigen Übergang zu erreichen ist und zudem Schutzstatus besitzt (ASPA No. 150), sodass die dortigen Feldhütten (siehe Kap. 4.2.11.) i. d. R. nicht mit Geländefahrzeugen angefahren werden. Ferner erfolgte in der Saison 2005/06 der Transport des für die Demontage des Feldhüttenkomplexes „Ripamonti" benötigten Personals und Werkzeugs sowie allen dabei anfallenden Materials zwischen Ardley Island und der Station Escudero per Zodiak (siehe Kap. 4.2.11.4.). Da das Stationspersonal der koreanischen Station King Sejong vollständig über den Flughafen der Fildes Peninsula an- und abreist und die Station regelmäßig verschiedene Lieferungen per Luftweg bezieht, wurden zahlreiche Zodiak-Fahrten zwischen den Stationen King Sejong und Bellingshausen durchgeführt. Ein vom spanischen Forschungsschiff „Hesperides" stammendes Zodiak befand sich in der Saison 2005/06 für einen längeren Zeitraum hinweg in der Station Escudero und wurde häufig zur Unterstützung von wissenschaftlichen Tauchgängen eingesetzt.

Tab. 4.2.-9: Anzahl der Fahrtage der Stationszodiaks nach Herkunftsstation

Zodiak-Herkunft	**2003/04**	**2004/05**	**2005/06**
Artigas	0	1	2
Arctowksy (Admiralty Bay, KGI)	0	1	0
Bellingshausen	8	26	35
Capuerto/Frei	4	7	11
Escudero	22	24	34
Great Wall	8	7	3
„Hesperides" *	0	0	15
Jubany (Potter Cove, KGI)	2	2	6
King Sejong (Marian Cove, KGI)	8	20	21
Summe Fahrtage Stationszodiaks	**36**	**50**	**61**

* als stationszugehörig gewertet, da mehrere Wochen aus wissenschaftlichen Gründen in der Station Escudero stationiert

Mit der Zunahme des Schiffsverkehrs während des Untersuchungszeitraums (s. o.) wurden auch Schiffszodiaks häufiger eingesetzt. Deren Nutzungsfrequenz blieb jedoch stets unter der Anzahl von Fahrtagen stationseigener Zodiaks (Abb. 4.2.-62).
Wurden Zodiaks von Schiffen und Yachten eingesetzt, waren diese oftmals im Dauereinsatz, insbesondere bei Entlade-Arbeiten von Versorgungsschiffen oder bei Anlandungen von Kreuzfahrtpassagieren. Touristische Zodiak-Rundfahrten ohne

Passagieranlandung wurden nur in einem Fall beobachtet, üblicherweise werden die Passagiere sonst stets auf direktem Weg in die Stationen gebracht. Der deutliche Anstieg der Nutzung der Yacht-Zodiaks 2005/06 geht auf die Yacht „Giant 1“ zurück, die zweimal über einen längeren Zeitraum hinweg in der Maxwell Bay ankerte und auf per Flugzeug anreisende Passagiere wartete. Ferner wurden in der Saison 2005/06 im Gegensatz zu den Vorjahren Zodiaks von argentinischen und chilenischen Patrouilleschiffen für häufige Stationsbesuche der Besatzungen eingesetzt.

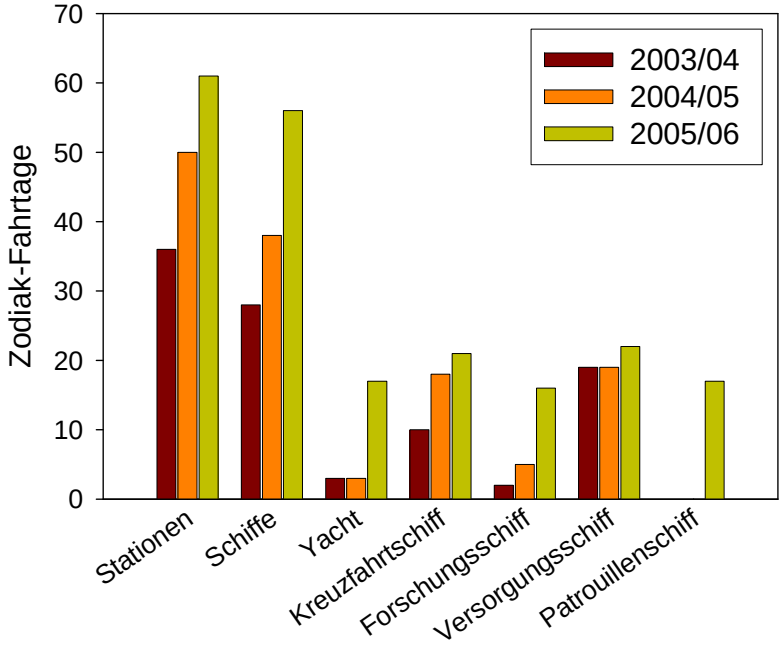


Abb. 4.2.-62: Nutzungsfrequenz der Zodiaks nach Herkunft. Die Kategorie Schiffe schließt alle nachfolgenden Kategorien ein.

4.2.17.4. Beispiel für einen Aktivitätsgipfel in der Maxwell Bay

Ein außerordentliches Beispiel für eine Akkumulation von verschiedenen Aktivitäten wurde in der Saison 2005/06 registriert, als sich am 15.01.2006, begünstigt durch optimale Wetterbedingungen, insgesamt sechs Schiffe in der Maxwell Bay aufhielten (Abb. 4.2.-63). Dabei handelte es sich um eine größere Yacht sowie drei Versorgungs- und zwei Forschungsschiffe. Dadurch pendelten während des gesamten Tages Zodiaks und Landungsboote zwischen diesen Schiffen und den Stationen Bellingshausen und Frei, um große Frachtmengen zu entladen sowie zahlreiche Personen anzulanden bzw. an Bord zu nehmen. So waren ab dem frühen Vormittag in 5-Minuten-Abständen immer mindestens ein, meist jedoch zwei (maximal vier) Zodiaks gleichzeitig unterwegs. An

diesem Tag wurde die Anzahl der Fahrten bis zur Einstellung der Fracht- und Personentransporte auf über 300 geschätzt.



Abb. 4.2.-63: Häufung des Schiffsverkehrs in der Maxwell Bay am 15.01.2006 (Foto: Pfeiffer)

Gleichzeitig wurde eine sehr hohe Flugaktivität registriert. Neben drei agierenden Helikoptern wurden an diesem Tag Flüge von drei kleineren Flugzeugen und einer Hercules C-130 beobachtet (siehe Kap. 4.2.16.). Diese Häufung von Flügen und Schiffsoperationen ging mit einer Vielzahl verschiedener Aktivitäten wie Entlade- und Transport-Arbeiten, z. T. mit schwerer Fahrzeugtechnik sowie zu zahlreichen Besuchen von Stationen und deren Umgebung durch Schiffscrews und Touristen einher.

4.2.18. Bau der russischen Kirche

4.2.18.1. Gebietsbeschreibung

In der Saison 2001/02 wurde ein Hügel am nördlichen Rand der russischen Station Bellinghausen von der beauftragten Architektengruppe als künftiger Standort für eine hölzerne russisch-orthodoxe Kirche ausgewählt (Abb. 4.2.-64, ATCM, 2004b). Es handelte sich hierbei um eine felsige, teilweise mit Flechten der Gattung *Usnea* bewachsene Fläche neben einem bereits vorhandenen älteren Gebäude. An der Südostseite dieses Hügels brüten einzelne Brutpaare der beiden im Gebiet vorkommenden Sturmschwalbenarten Buntfußsturmschwalbe (*Oceanites oceanicus*) und Schwarzbauchmeerläufer (*Fregetta tropica*) und in der näheren Umgebung zwei Paare der Braunen Skua (*Catharacta antarctica lonnbergi*).

Die Umgebung des Kirchenstandorts stellte bereits vor Baubeginn ein stark anthropogen beeinflusstes Gebiet dar, da hier in der Vergangenheit großflächig Stationsmüll aller Art abgelagert, verbrannt und teilweise auch vergraben wurde (siehe Kap. 4.2.1.). Weiterhin wies das Gelände bereits im Vorfeld unzählige Fahrspuren, verursacht durch schwere Fahrzeugtechnik, auf (siehe Kap. 4.2.14.).

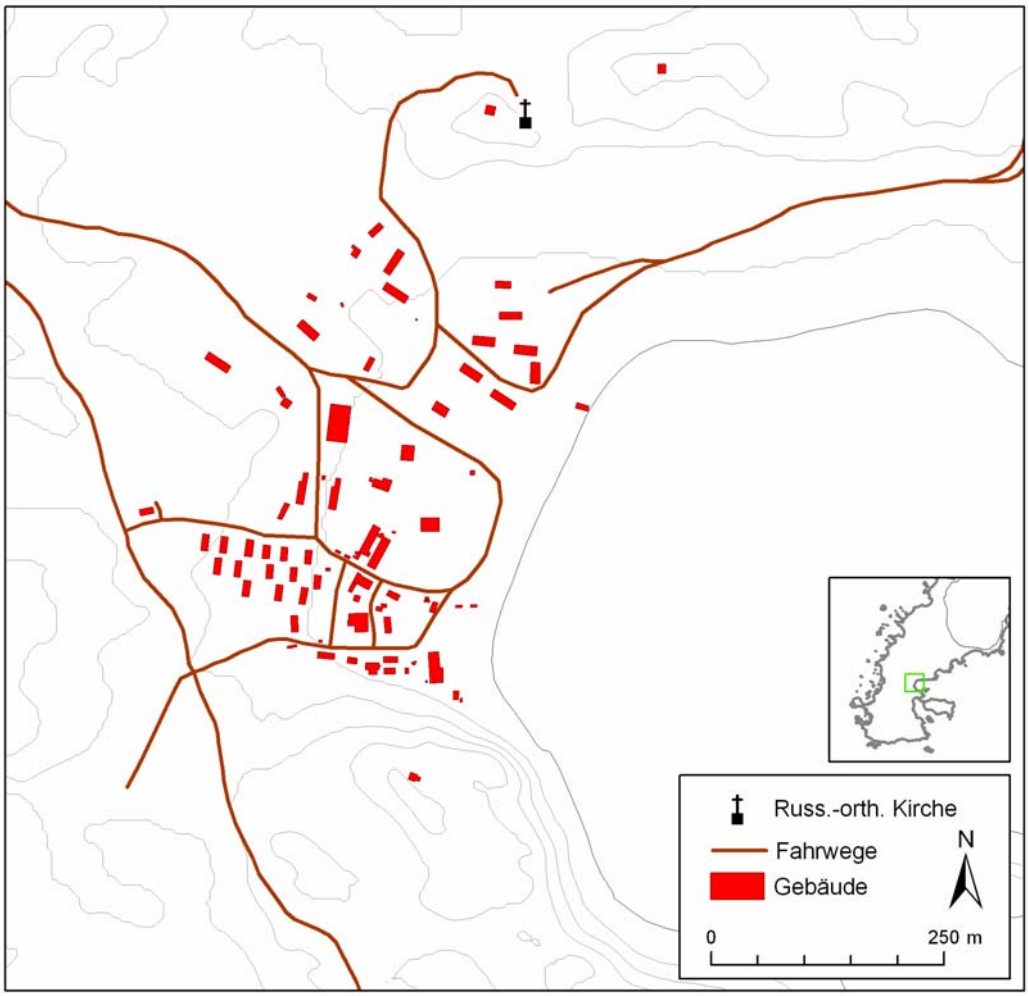


Abb. 4.2.-64: Standort der 2003/04 errichteten russisch-orthodoxen Kirche

4.2.18.2. Chronologische Übersicht des Baugeschehens

Nach Erstellung einer IEE und erfolgter Genehmigung durch die zuständige Russian Antarctic Expedition (ATCM, 2004b) wurde Anfang Dezember 2003 das direkt aus Russland importierte Baumaterial für die Kirche an Bord des gecharterten Kreuzfahrtschiffes „Akademik Sergey Vavilov“ angeliefert. Nach der Entladung wurde

das Material entlang einer bereits vorhandenen Trasse zum Kirchenstandort transportiert und in der Nähe zwischengelagert. Die Trasse war zwar seit langem vorhanden, musste jedoch aufgrund des sehr schlammigen Untergrunds und der häufigen Befahrung während der Bauarbeiten mehrere Male mit einer dicken Schicht Kies vom ca. 300 m entfernten Strand befestigt werden.
Der Baubeginn erfolgte unmittelbar nach Ankunft von zehn russischen Handwerkern und Ingenieuren am 17.12.2003, die über Punta Arenas, Chile, eingeflogen wurden. Alle Holzbauteile waren bereits vorgefertigt und wurden vor Ort zusammengefügt. Es handelte sich dabei um aus Russland importiertes, entrindetes Holz sibirischer Kiefern und Lärchen (ATCM, 2004b). Zur Abdichtung der Fugen wurde, wie in Russland üblich, sibirisches Moos der Art *Hylocomium splendens* (det.: Herbarium Haussknecht Jena) verwendet. Eine chemische Behandlung des Baumaterials erfolgte zu keinem Zeitpunkt. Abgeschlossen wurden die Bautätigkeiten am 14.02.2004. Am Tag darauf wurde die Kirche in Anwesenheit einer eigens angereisten 25köpfigen russischen Delegation, bestehend aus ranghohen Kirchenvertretern, Sponsoren, einem Kamerateam und zusätzlichen Gästen benachbarter Stationen eingeweiht.
Während und nach Beendigung der Bauarbeiten wurden Unebenheiten in unmittelbarer Umgebung der Kirche mit Kies ausgeglichen und befestigt. Nachfolgend wurde durch Kiesaufbringung ein Fußweg angelegt, der jedoch erst auf halbem Wege zur Kirche beginnt und somit den Besucherverkehr nicht vollständig lenkt. Seit März 2004 wird das Gebäude nachts von Scheinwerfern angestrahlt.
Aufgrund des auf King George Island vorherrschenden maritimen Klimas mit stets hohen Windgeschwindigkeiten bei gleichzeitiger hoher Luftfeuchte drang bereits in den ersten zwei Jahren des Bestehens der Kirche in einem beträchtlichen Ausmaß Feuchtigkeit in das Innere des Gebäudes ein. Deshalb reiste in der Saison 2005/06 eine fünfköpfige, bereits am Bau beteiligte Handwerkergruppe für Ausbesserungsarbeiten an. Dabei wurde die Kirche für einen Zeitraum von mehreren Wochen zur Trocknung vollständig eingerüstet und in Folie gehüllt. Zur Abdichtung der Fugen wurde ein für Blockhäuser empfohlenes Dichtungsmittel verwendet.

4.2.18.3. Umweltauswirkungen des Kirchenbaus

Die direkten Umweltauswirkungen der Bautätigkeiten zur Errichtung der Kirche zwischen Dezember 2002 und Februar 2004 beschränkten sich im Wesentlichen auf Fahrspuren durch den Transport des Materials in einem bereits im Vorfeld stark degradierten Gebiet und Trittschäden im Nahbereich der Baustelle. Vereinzelt wurde Verpackungsmaterial wie z. B. Plastikfolie verweht. Weiterhin entstanden zwischen der Station und der Kirche bzw. dem Wohngebäude des Stationspriesters mehrere Fußwege

bzw. vorhandene Pfade wurden intensiver genutzt. Dieses vor allem im unteren Bereich breit gefächerte Netz aus Fußwegen führt durch eine stellenweise dicht mit Moos bewachsene Fläche und durch ein Brutterritorium einer Braunen Skua. Hierbei handelt es sich um ein Brutpaar, das bereits seit langem in unmittelbarer Stationsnähe brütet und von Stationsmitgliedern gefüttert wird (siehe Kap. 4.2.4.), sodass sich beide Paarpartner stark an menschliche Präsenz gewöhnt und nur bei sehr großer Annäherung ans Nest beunruhigt zeigen. Um dieses zu vermeiden und auf dem Weg zur Kirche das Nest passierende Fußgänger umzuleiten, wurde der engere Nestbereich von Wissenschaftlern der Universität Jena durch ringförmig aufgestellte Stöcke markiert und das Stationspersonal darüber informiert.
Schwerwiegender jedoch als die direkten Auswirkungen des Kirchenbaus könnte sich eine potentielle Ansiedlung und Etablierung des eingeschleppten Mooses auf das Ökosystem auswirken. Trotz bislang fehlender Anzeichen hierfür sollte diese potentielle Gefahr zukünftig im Auge behalten werden.
Zur besseren Lenkung des Fußgängerverkehrs zwischen Station und Kirche und damit zur Begrenzung der Trittbelastung sollte zukünftig ein Fußweg deutlich gekennzeichnet werden.



Abb. 4.2.-65: 2003/04 in der russischen Station Bellingshausen errichtete Holzkirche (Foto: Büßer)

Die russische Kirche erwies sich als attraktives Ziel sowohl für per Flugzeug oder Schiff angereiste Besucher als auch für Besucher benachbarter Stationen (Abb. 4.2.-65). Bislang konnte jedoch keine stärkere Frequentierung der Fildes Peninsula durch Kreuzfahrtschiffe aus rein touristischen Gründen festgestellt werden (siehe Kap. 4.2.17.1.). Anzunehmen ist vielmehr, dass die Kirche gern als zusätzliche Sehenswürdigkeit bei einem ohnehin durchgeführten Besuch genutzt wird.

4.2.19. Flughafenausbau

Im Jahre 1980 wurde auf der Fildes Peninsula eine feste Landebahn („Aerodromo Tte. Marsh“) für inter- und intrakontinentale Flüge errichtet, um Cargo, Stationspersonal und Besucher von und zu den Stationen der Region der South Shetland Islands und der Antarktischen Halbinsel zu transportieren. Die Piste mit einer Länge von 1.292 m und einer Breite von 45 m wird von großen Transportflugzeugen vom Typ Hercules C-130 und von verschiedenen kleineren Flugzeugen verschiedenen Typs, wie z. B. DC-3, Twin Otter, Dash-7, Beechcraft King Air A-100, angeflogen. Aufgrund der vor allem visuellen und lediglich funkunterstützten Navigation bei Start und Landung ist die Benutzung des Flugplatzes äußerst witterungsabhängig. Durch das auf King George Island vorherrschende maritime Klima ist der Anteil an Tagen mit geeignetem Wetter, d. h. mit ausreichend guter Sicht zur Landung, im Sommer auf eine Größenordnung von etwa 75 % eingeschränkt. Zusätzlich wurde die Landungshäufigkeit bislang vom Fehlen einer Parkzone für bereits eingetroffene große Maschinen limitiert, die sich bis zum erneuten Start auf der Landepiste befanden. Deshalb wurde in der Saison 2004/05 eine solche Parkzone, ausreichend für zwei große Flugzeuge, errichtet.
Das Projekt des Flughafenausbaus ‘Normalización Área de Estacionamiento de Aeronaves y Pista de Aterrizaje “Aeródromo Teniente Marsh”, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena’ wurde unter
(http://www.e-seia.cl/portal/busquedas/antarticos.php) im Detail beschrieben.

4.2.19.1. Umweltauswirkungen des Flughafenausbaus

Die Bautätigkeiten begannen nach Auskunft verschiedener vor Ort anwesender Personen etwa am 01.12.2004. Die Materialentnahme für die Aufschüttung der Parkzone beschränkte sich nur für kurze Zeit auf die beiden in der IEE benannten Gebiete. Aufgrund unzureichender Informationen über das Vorkommen von lokaler Flora und Fauna in der IEE besaß die Bauleitung vor Ort keinerlei Kenntnisse über in dieser Hinsicht sensible Gebiete. Im Dezember und Januar erfolgte eine weitere Suche geeigneter Materialentnahmestellen, sichtbar an zahlreichen neuen Baggerfahrspuren und Probegrabungen im Gebiet südlich der chilenischen Station. Auf die geplante

Sprengung und Zerkleinerung des Gesteins zur Materialgewinnung im Bereich des Steinbruchs Nr. 1 (Abb. 4.2.-66) wurde während der gesamten Bautätigkeit verzichtet. Nach Auskunft des Bauleiters erwiesen sich beide Steinbrüche mit einer Ausbeute von insgesamt 5.000 m^3 in Relation zum Gesamtbedarf von 50-70.000 m^3 als keinesfalls ausreichend, da hier aufgrund des unmittelbar anstehenden Gesteins nur sehr geringe Mengen Material ohne den Einsatz von Sprengstoffen abgetragen werden konnten. Deshalb wurde die Materialentnahme sofort nach Baubeginn auf Gebiete außerhalb der beiden geplanten und in der IEE dargestellten Steinbrüche ausgedehnt.

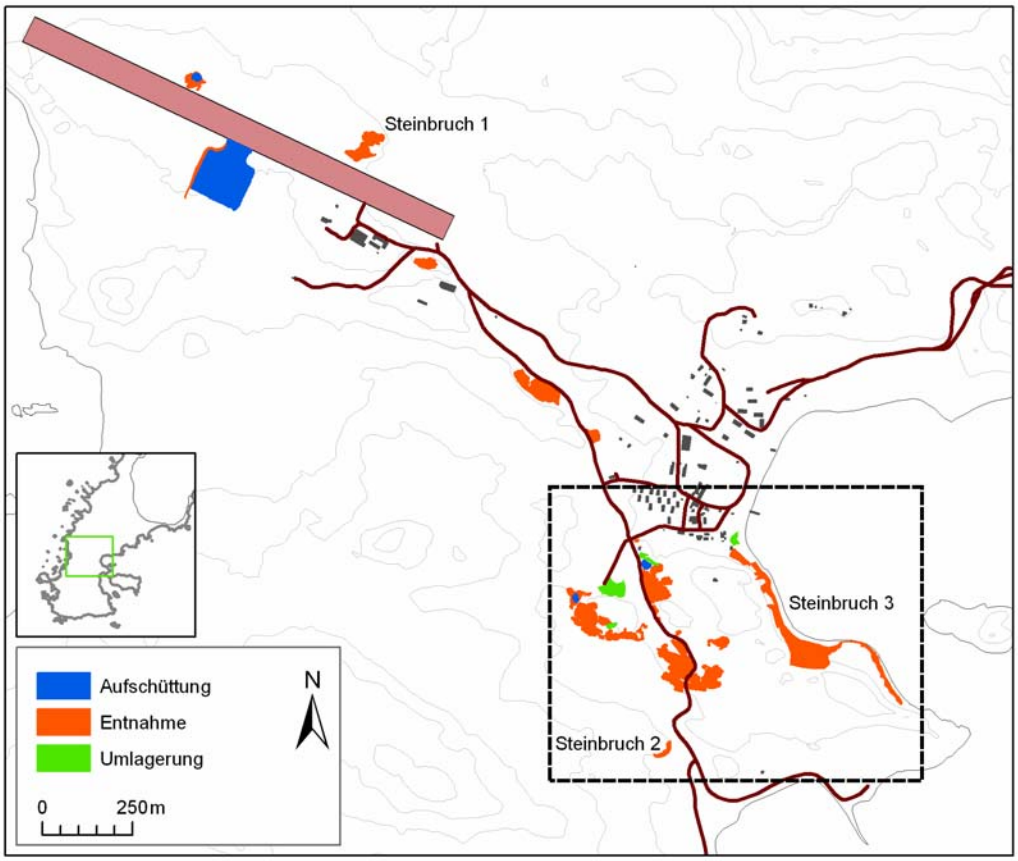


Abb. 4.2.-66: Gesamtübersicht über die von den Bauaktivitäten zur Flughafenerweiterung betroffenen Flächen. Die neu angelegte Parkfläche für Flugzeuge befindet sich auf der Südseite der Landebahn (hier als größte Aufschüttungsfläche dargestellt).

Der durch Kartierung ermittelte Umfang der durch Materialgewinnung und -umlagerung betroffenen Fläche ist in Tabelle 4.2.-10 dargestellt und entspricht der in der Abb. 4.2.-66 vorgenommenen Flächeneinteilung. Insgesamt wurde zwischen

Dezember 2004 und Februar 2005 eine Gesamtfläche von 8,36 ha von den Baumaßnahmen zum Flughafenausbau beeinflusst.

Tab. 4.2.-10: Gesamtflächenverbrauch durch Baumaßnahmen zum Flughafenausbau, berechnet anhand der GPS-kartierten Flächen

Art der Bauaktivität/Gebiet		**bearbeitete Fläche in m^2**	**Bemerkungen**
Aufschüttungen		22.748	
davon	Parkfläche	21.526	
Umlagerung		3.604	
Entnahme		57.279	
davon	Steinbruch 1	3.799	
	Steinbruch 2	704	
	Steinbruch 3	15.709	aufgrund der Höhe bzw. Steilheit des Steinbruchs Wert relativ niedrig

Der Schwerpunkt der Materialgewinnung lag deutlich im Gebiet südlich, südöstlich und südwestlich der chilenischen Station Frei (Abb. 4.2.-66 & 67). Dabei wurden z. T. bereits ab Anfang Dezember beiderseits der Straße Frei – Great Wall große Mengen Erdreich und Lockergestein abgetragen. Das Gebiet westlich der Straße ist eine seit langem stark gestörte Fläche ohne Vegetation und war früher Ort für Müllablagerung (siehe Kap. 4.2.1.).
Hier traten bei der Materialentnahme große Mengen Schrott und Müll zutage, die aufgrund fehlender Zuständigkeit der Bauleitung nicht entfernt wurden.
Im Gebiet östlich der Straße befanden sich zahlreiche Brutterritorien Brauner Skuas und Südpolarskuas, in deren direkter Nachbarschaft mit schwerer Technik intensiv Material abgetragen wurde. Bereiche mit dichterer Vegetation wurden zur Materialentnahme teilweise ausgespart. Jedoch wurde auch hier Vegetation durch Probegrabungen und Befahren mit Baufahrzeugen geschädigt.

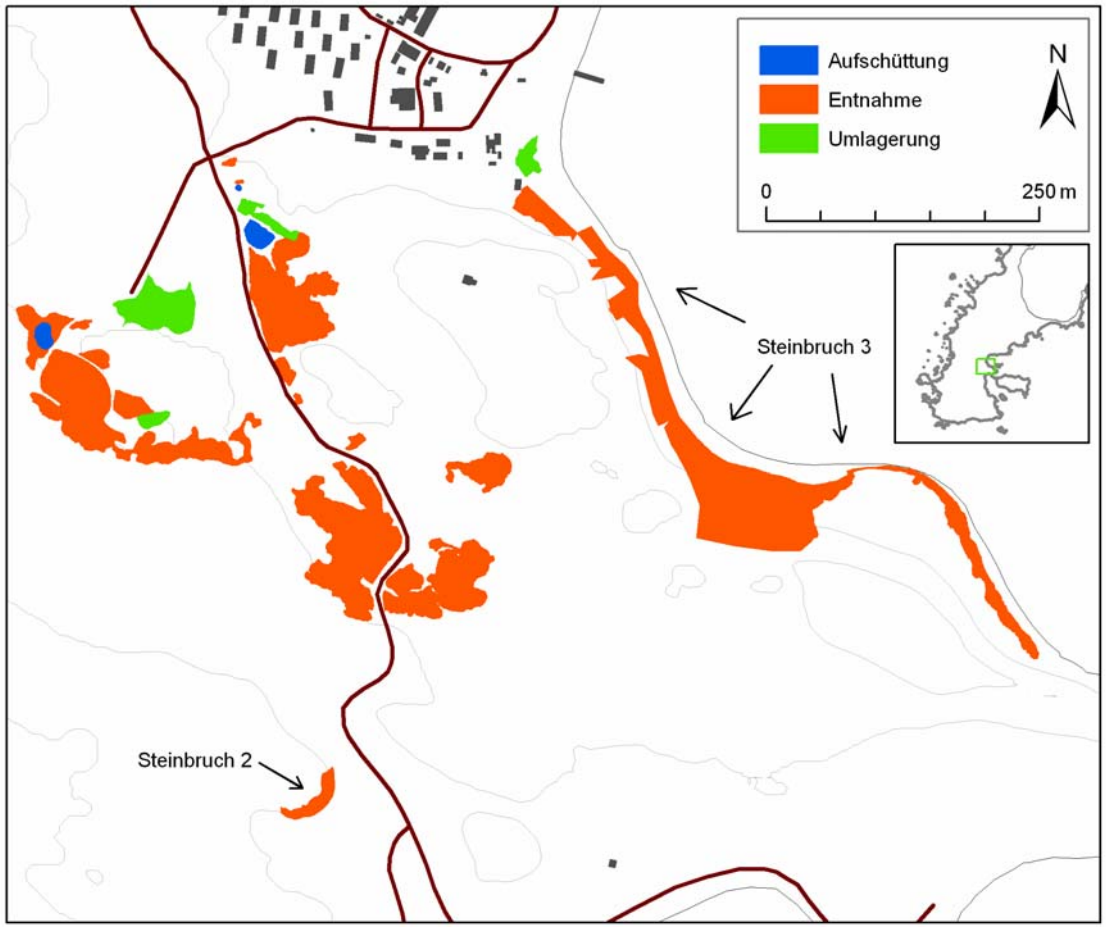


Abb. 4.2.-67: Detailansicht der durch bauliche Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Flughafenausbau betroffenen Flächen im Gebiet südlich der chilenischen Station Frei

Die Erweiterung des chilenischen Flughafens um eine Parkzone für große Maschinen vom Typ Hercules C-130 im Dezember 2004 und Januar 2005 führten zu umfassenden Bauaktivitäten in der Umgebung der chilenischen Station Frei. Bereits am 05.12.2004, d. h. kurz nach Baubeginn, fanden vorbereitende Arbeiten am südlichen Strandbereich der Maxwell Bay statt. Hierbei wurden einige von Sturmschwalben (Buntfußsturmschwalbe, Schwarzbauchmeerläufer (Abb. 4.2.-67) besiedelte Felsbereiche in Ufernähe mit schwerer Technik (Bagger mit Presslufthammeraufsatz) zerstört und abgetragen, um einen Weg für die Baufahrzeuge zum östlichen Strandabschnitt zu schaffen. Ab dem 11.01.2005 erfolgte an diesem Küstenabschnitt der Abbau von Baumaterial in großem Umfang. Die dort vorhandene, vergleichsweise dichte Vegetation aus Moosen und Flechten wurde bei der Errichtung der Trasse, bei der folgenden Befahrung durch Baufahrzeuge und der Materialentnahme stark

geschädigt (Abb. 4.2.-68). Eine weitgehende Zerstörung eines angrenzenden dicht mit Flechten bewachsenen Sturmschwalben-Brutgebietes konnte durch ein konstruktives Vor-Ort-Gespräch mit dem Bauleiter am 20.01.2006 verhindert werden (Abb. 4.2.-69).



Abb. 4.2.-68: Zum Steinbruch Nr. 3 angelegte Trasse, rechts im Bild ein teilweise zerstörtes Sturmschwalben-Bruthabitat (Foto: Peter)

Im Januar 2005 wurden in der Nähe der chinesischen Station Great Wall mehrere Probegrabungen zur Überprüfung der Korngröße des Lockergesteins durchgeführt. Diese erfolgten ca. 300 m westlich zum in der Karte dargestellten Standort an einem mit Flechten bewachsenen Strandwall (siehe Kap. 4.4.2.). Bei einem erneuten Treffen mit dem Bauleiter wurde auf die Lage dieser geplanten Grube im südlichen Teilgebiet des Schutzgebiets ASPA No. 125 verwiesen. Daraufhin erfolgte eine gemeinsame Besichtigung potentieller Alternativstandorte zur Materialgewinnung, die nach Auskunft des Bauleiters aus verschiedenen Gründen jedoch nicht genutzt werden konnten. Infolgedessen wurde die Materialentnahme im südlichen Küstenbereich der Maxwell Bay u. a. durch Gesteinszerkleinerung intensiviert, wobei diejenigen Gebiete mit dichter Vegetation und/oder Sturmschwalben-Brutkolonien konsequent ausgespart wurden (Abb. 4.2.-69).



Abb. 4.2.-69: Steinbruch Nr. 3 mit Flechtenbewachsenem Sturmschwalben-Brutgebiet (Foto: Peter)

Die vorhandenen Straßen zwischen den Materialentnahmestellen und dem Flughafen wurden wegen der hohen Nutzungsfrequenz durch schwere Baufahrzeuge und den feuchten Witterungsbedingungen von Baubeginn an stark in Mitleidenschaft gezogen. Deshalb wurden diese Straßenabschnitte stark verbreitert und wiederholt befestigt (siehe Kap. 4.2.12.).
Die Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Flughafenausbau hatten an verschiedenen Stellen Verunreinigungen der Bodenoberfläche durch Öl zur Folge (siehe Kap. 4.2.6.1.). Bereits bei der ersten Begehung des bis dato bereits ausgebeuteten und verlassenen Steinbruchs Nr. 2 am 05.12.2004 wurde eine Ölverschmutzung des Geländes in Form eines Ölfilms auf Schmelzwasserpfützen und -abflüssen festgestellt.
Negative Auswirkungen des Flughafenausbaus auf den Bruterfolg dort nistender Skuas konnten nicht ermittelt werden, da ein Zusammenhang zwischen den Bauaktivitäten und aufgetretenen Kükenverlusten nicht nachzuweisen war. Diese tolerierten scheinbar das Ausbaggern und den häufigen LKW-Verkehr in unmittelbarer Nachbarschaft zu ihren Territorien.
Im Gegensatz dazu wurden die beiden vorkommenden Sturmschwalbenarten an mehreren Stellen deutlich negativ beeinflusst (Abb. 4.2.-68 bis 70). Von der Habitatzerstörung waren drei damals von Sturmschwalben besiedelte Bereiche unmittelbar betroffen, in denen grobes Felsgeröll, das diesen Höhlenbrütern als geeignetes Bruthabitat dient, abgetragen wurde. Das betraf neben den beiden in der

entsprechenden IEE beschriebenen Steinbrüchen Nr. 1 & 2 auch den südlichen Strandbereich der Maxwell Bay in der Nähe der chilenischen Marine-Station Capuerto (siehe Abb. 4.2.-66), auf den die Materialentnahme schließlich ausgeweitet wurde.
Die direkte Zerstörung von Brutgebieten erfolgte vor, während und z. T. auch noch nach der Eiablageperiode, die zwischen den Jahren stark variiert und sich über mehr als einen Monat ausdehnen kann (Quillfeldt, 2001; Büßer et al., 2004). Die möglichen, jedoch schwer überprüfbaren Folgen für die betroffenen Brutpaare reichen von vollständigem Ausfall der Brutsaison durch Verhinderung der Eiablage und Zerstörung des Geleges bis zur Verzögerung der Eiablage im günstigsten Fall.
Alle Seevögel der Ordnung Procellariiformes (Röhrennasen), so auch die Familie der Sturmschwalben (Hydrobatidae) legen pro Brutperiode ein einziges im Verhältnis zum Körper sehr großes Ei, dessen Gewicht bei *Oceanites oceanicus* ca. 28 % (Beck & Brown, 1972; Warham, 1990) und bei *Fregetta tropica* ca. 27 % (Hahn, 1998) der Körpermasse des Altvogels beträgt. Aus diesem Grund wird bei einem Brutverlust nur in Ausnahmefällen und vermutlich nur bei guter Nahrungssituation in die Produktion eines weiteren Eis investiert (Beck & Brown, 1972; Warham, 1990; Beck & Brown, 1972). Dies bedeutet für die Altvögel jedoch eine beträchtliche zusätzliche Investition, wobei das nachgelegte Ei signifikant leichter und das daraus schlüpfende Küken kleiner ist. Ob diese „Nachgelege"-Küken tatsächlich eine Überlebenschance haben, ist nicht belegt (Warham, 1990). Spät geschlüpfte Küken wachsen gegenüber früh geschlüpften Küken stets langsamer (Quillfeldt & Peter, 2000) und erreichen während des Wachstums bis zur Flügge ein geringeres Maximalgewicht. Folglich fliegen diese Küken weniger weit entwickelt und mit weniger Fettreserven aus, was eine verminderte Überlebenswahrscheinlichkeit zur Folge hat (Warham, 1990; Quillfeldt & Peter, 2000).
Da Sturmschwalben, wie alle Procellariiformes, ausgesprochen philopatrisch, d. h. brutortstreu sind (Beck & Brown, 1972; Warham, 1990; Quillfeldt, 2001), bedeutet die Zerstörung von Bruthöhlen für die stets monogamen Brutpaare (Quillfeldt et al., 2001) die Suche und Konkurrenz um geeignete und noch nicht besetzte Bruthöhlen und gegebenenfalls um neue Paarpartner. Die Fildes Region weist jedoch aufgrund der Geländebeschaffenheit verhältnismäßig wenige Gebiete mit geeigneten Bruthabitaten auf (siehe Abb. 4.5.-12).
Insbesondere am Steinbruch Nr. 2 war bei einer nächtlichen Begehung eine deutlich verringerte Rufaktivität im Vergleich zum vergleichbaren Zeitpunkt des Vorjahres festzustellen (Abb. 4.2.-70). Eine exakte Angabe der betroffenen Brutpaarzahl ist aufgrund der Monitoring-Methode (siehe Kap. 3.4.1.) nicht möglich, da die Abschätzung des Brutbestandes auf der Kartierung der Bruthabitate mit nachweisbarer Rufaktivität basierte, was keine exakte Quantifizierung der Brutpaarzahl erlaubt.

Schätzungen zufolgen jedoch waren etwa 50-100 Sturmschwalben-Brutpaare durch das Baugeschehen in Mitleidenschaft gezogen worden (Tab. 4.5.-11).
Des Weiteren wurden an mehreren Stellen durch Abtragung von Material (Abb. 4.2.-69 bis 72) und durch Befahrung mit Baufahrzeugen außerhalb der vorhandenen Wege lokale Schäden an der Vegetation verursacht (Abb. 4.2.-72).



Abb. 4.2.-70: Ausgebeuteter Steinbruch Nr. 2 mit z. T. zerstörtem Sturmschwalben-Brutgebiet (Foto: Büßer)

Tab. 4.2.-11: Vor der Materialabtragung geschätzte Sturmschwalben-Brutpaarzahlen

Brutgebiet	***Oceanites***	***Fregetta***
Steinbruch 1 (kartiert)	50 - 100	<10
Steinbruch 2	<10	<10
(nach Geländevorgaben geschätzt)		
Küstenbereich (Capuerto, kartiert)	50 - 100	50 - 100



Abb. 4.2.-71: Durch Abgrabung zerstörte Vegetation südlich der Station Frei (Foto: Büßer)



Abb. 4.2.-72: Bagger- und Geländewagen-Fahrspuren südwestlich der neu errichten Parkplattform, im Vordergrund zerstörtes Moosbett (Foto: Büßer)

4.3. Umweltsituation küstennah

4.3.1. Abwassereintrag

4.3.1.1. Abwassereintrag in die Maxwell Bay

Alle Stationen der Fildes Peninsula beziehen ganzjährig ihr Trink- und Brauchwasser aus Schmelzwasserseen in Stationsnähe. Je nach Bedarf wird in regelmäßigen Abständen das Wasser über Pumpensysteme und isolierte Rohrleitungen in die Stationen geleitet, dort in mehreren Vorratstanks gespeichert und meist vor der Nutzung chloriert oder hitzebehandelt.

Das durch den Stationsbetrieb anfallende Abwasser wird, mit Ausnahme der Station Bellingshausen, nach erfolgter Behandlung bzw. Aufreinigung auf dem kürzesten Wege über Rohrleitungen in die Maxwell Bay eingeleitet (Abb. 4.3.-1). Die exakte Menge des täglich anfallenden Abwassers konnte nur für die chilenischen Stationen ermittelt werden. In der Station Escudero liegt diese nach Auskunft des Stationspersonals bei etwa 6.000 Litern. Für die Station Frei inklusive des Marinestützpunkts Capuerto wurde die Abwassermenge mit ca. 60.000 Liter beziffert, davon entfallen ca. 4 % dieser Menge auf den Flughafenkomplex Tte. Marsh mit dem angeschlossenen Hotel (Hostería) (Quelle: http://www.e-seia.cl/portal/antarticos/archivos/ant_61.doc).

Die Abwassermengen der Stationen sind von der Anzahl der dort lebenden und arbeitenden Personen abhängig. Anhand des angegeben Wasserverbrauchs lässt sich die Abwassermenge der jeweiligen Stationen abschätzen und vergleichen (Tab. 4.3.-1).

Tab. 4.3.-1: Wasserverbrauch und Stationspopulation

Station	**Wasserverbrauch in Liter / Person x Tag (Sommer + Winter)**	**Anzahl Stationsmitglieder Sommer / Winter**
Artigas	150	19 / 8
Bellingshausen	85	35 / 11
Escudero	200 [1)]	20 / 1
Frei (inkl. Capuerto)	130	153 / 95
Great Wall	300	20 / 11
Summe		247 / 126

1) Station nur während zweier Sommermonate geöffnet

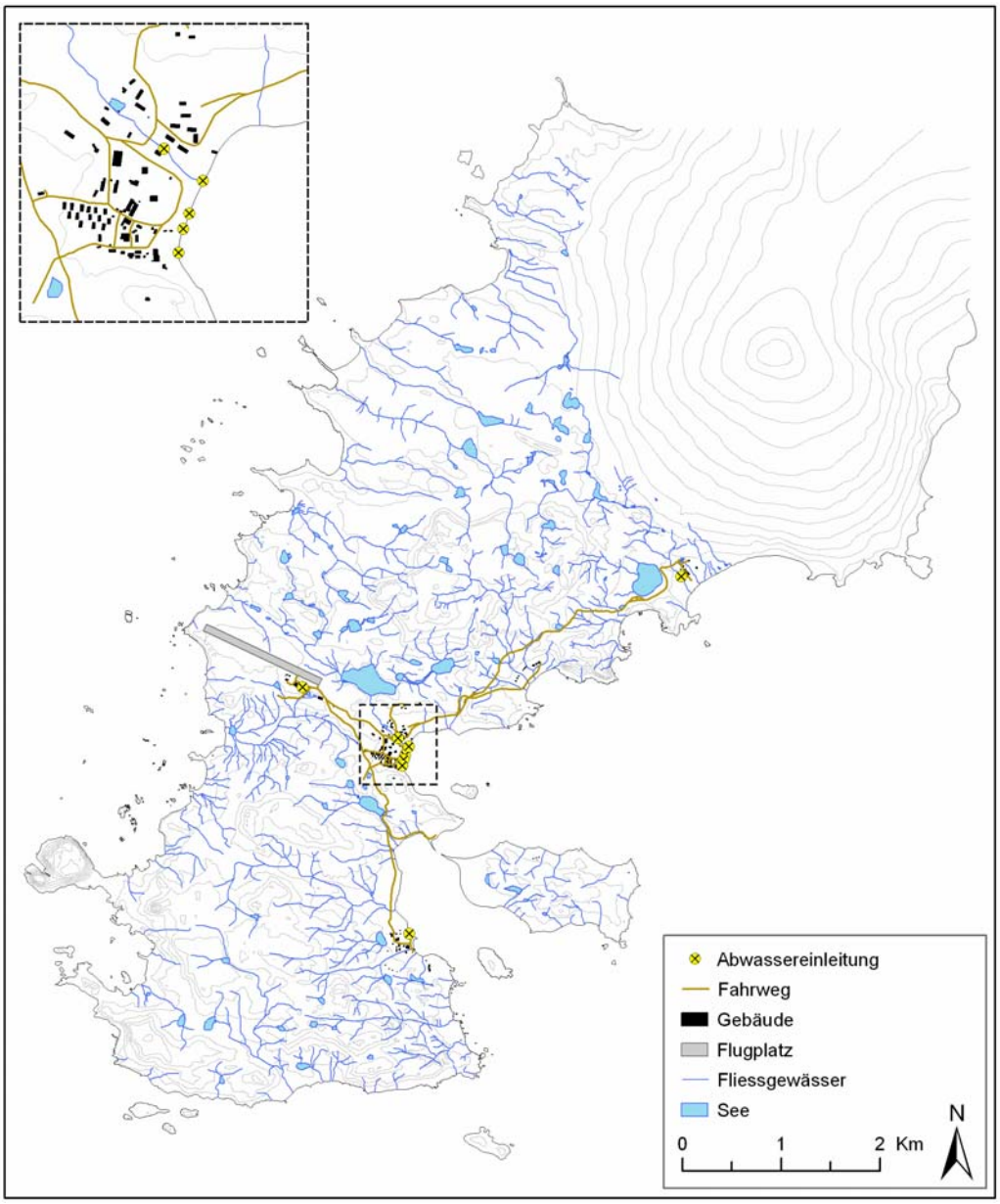


Abb. 4.3.-1: Übersicht über Abwassereinleitung der Stationen, permanente und temporäre Gewässer und Wasserläufe der Fildes Peninsula und Ardley Island

4.3.1.2. Abwasserbehandlung in den Stationen

a) Artigas

In der Station Artigas verfügt jedes der sechs Wohngebäude über einen Frischwassertank und eine Klärgrube, die nach dem Sedimentationsprinzip arbeitet. Zusätzlich wird das dort gesammelte Abwasser einmal pro Monat chemisch behandelt. Nach dem Absetzen der festen Bestandteile wird der gereinigte und nach Angaben des

Stationspersonals geruchlose Überstand in den benachbarten Schiffsbach eingeleitet, der nach kurzer Strecke ins Meer mündet. Im Abstand von zwei Jahren wird der angesammelte Klärschlamm auf dem Seeweg nach Uruguay transportiert.
Eine Besonderheit sind die überall in der Station angebrachten Hinweisschilder mit der Aufforderung zum Wassersparen.

b) Bellingshausen

Die Station Bellingshausen ist die einzige Station, in der das Trinkwasser keiner Vorbehandlung (Chlorierung oder Hitzebehandlung) unterzogen wird. Alle Wohngebäude besitzen neben einem Frischwasser- auch einen Abwassertank, der regelmäßig abgepumpt und direkt in den benachbarten Fluss entleert wird. Eine Abwasserbehandlung erfolgt nicht. Die bei der Komprimierung und Trocknung der Küchenabfälle anfallende Flüssigkeit wird ebenfalls direkt in den Fluss eingeleitet.

c) Escudero

Die chilenische Wissenschaftsstation Escudero verfügt über ein von der Station Frei unabhängiges Wasser- und Abwassersystem. Das Stationsabwasser wird in einer beheizten Kompaktanlage auf der Basis von Aktivschlamm geklärt. Das Verfahren beruht auf drei, jeweils räumlich voneinander getrennten Schritten: 1) Primärsedimentation, 2) belüfteter Biofilter basierend auf Bakterienaktivität, 3) finale Klärung durch Sekundärsedimentation. Die Einleitung des Abwassers in die Maxwell Bay erfolgt unterhalb des Meeresspiegels.

d) Frei

Das Abwasser der Station Frei wurde bislang nach dem Abscheide-Prinzip, abgesehen vom Zusatz einer nicht weiter spezifizierten Fett abbauenden Substanz ohne eine weitere Behandlung, geklärt. Die bei der Abwasserbehandlung anfallenden Feststoffe werden auf dem Luftweg nach Chile transportiert und dort entsprechend entsorgt. Das geklärte Wasser wird unterhalb des Meeresspiegels in die Maxwell Bay eingeleitet. Bedingt durch die hohe Anzahl der Bewohner der Station und des daraus resultierenden hohen Abwassereintrags konnte an der Einleitungsstelle häufig eine deutliche Abwasserspur registriert werden, hervorgerufen durch die dortige Herabsetzung der Oberflächenspannung des Meerwassers (Abb. 4.3.-2).
In der Saison 2005/06 wurde im Stationsbereich ein neues Gebäude errichtet, in dem im März 2006 eine moderne biologische Kläranlage in Betrieb genommen wurde (Quelle: http://www.e-seia.cl/portal/antarticos/archivos/ant_61.doc). Diese Anlage arbeitet nach

dem so genannten Tohá-System, das zwei Stufen der Reinigung beinhaltet. Im ersten Schritt gelangt das Abwasser in einen beheizten, aeroben Biofilter, bestehend aus einer Humus-Schicht, Mikroorganismen und Regenwürmern dafür geeigneter Spezies, die das organische Material zersetzen. Anschließend wird das gereinigte Wasser durch UV-Strahlung dekontaminiert, um noch enthaltene Bakterien zu vernichten, und letztendlich ins Meer eingeleitet. Sämtliche beim Betrieb der neuen Anlage entstehenden Feststoffe werden nach Chile transportiert, wobei der Beschreibung des Systems zufolge kein Klärschlamm im herkömmlichen Sinn mehr anfällt.



Abb. 4.3.-2: Durch Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers erkennbare Abwasserfahne vor der Station Frei (Foto: Dezember 2004, Büßer)

Der seit 2005/06 ganzjährig besetzte chilenische Marinestützpunkt Capuerto ist vollständig an das Wasser- und Abwassersystem von Frei angebunden. Dagegen bezieht der chilenische Flughafenkomplex Tte. Marsh inklusive des Hotels (Hostería), der im Übrigen vollständig der Infrastruktur der Station Frei angegliedert ist, das benötigte Trink- und Brauchwasser aus einem benachbarten, kleinen See. Obwohl das anfallende Abwasser generell in das System der Station Frei eingespeist wird, wurde regelmäßig an der Rückseite des Hotelgebäudes ein Abwassereintrag in einen Bach der Umgebung registriert, der zudem regelmäßig verölt war (siehe Kap. 4.2.6.1.).

e) Great Wall

In der Station Great Wall wird das anfallende Abwasser in einer chemischen Kläranlage geklärt und zusätzlich mit Natriumhypochlorit (NaOCl) behandelt. Der Klärschlamm wird in der Müllverbrennungsanlage verbrannt. Die Einleitung des Abwassers erfolgt

unterhalb der Kläranlage im der Station vorgelagerten Strandbereich. Das Endstück des Abwasserrohres liegt bei Ebbe frei (Abb. 4.3.-3). Das eingeleitete Wasser hatte während des Untersuchungszeitraums meist eine grautrübe Färbung und roch deutlich nach Spülmittel.



Abb. 4.3.-3: Bei Ebbe freiliegendes Endstück des Abwasserrohres von Great Wall (Foto: Dezember 2003, Büßer)

4.3.2. Vermüllung der Küsten

Anhand der Ergebnisse der systematischen Müllkartierung wird die hohe Müllbelastung der Küsten der Fildes Peninsula und Ardley Island ersichtlich. So wiesen beinahe sämtliche Strandbereiche eine sehr hohe Mülldichte auf, viele Strandabschnitte waren mit verschiedenstem Treibgut regelrecht übersät. Strandgut stellte mit 991 Fundpunkten (ca. 37 % der Gesamtzahl der Müllfundpunkte) die erkennbare Hauptursache für den Eintrag anthropogenen Materials im Untersuchungsgebiet dar (siehe Kap. 4.2.2.). Holz wurde an über 74 % der erfassten Fundpunkte und damit am häufigsten nachgewiesen (Abb. 4.3.-4). Das Vorkommen an natürlichem Treibholz war dabei mit nur vier gestrandeten Bäumen vernachlässigbar gering. Aufgrund verschiedener Merkmale einiger Funde hölzernen Strandguts wird vermutet, dass es sich dabei um historische Reste von Schiffen handeln könnte. Andererseits wurden zahlreiche, heutzutage verwendete Kisten, Paletten und große Mengen an Nutzholz gefunden. Objekte aus Kunststoff, Metall oder Glas sowie Gefahrgut-Objekte (z. B. Ölkanister, Treibstofffässer) waren ebenfalls sehr häufig vertreten und bildeten zusammengenommen einen großen Anteil an der Gesamtmenge des Strandguts (siehe Abb. 4.3.-4).

Auffallend groß war die Zahl der gefundenen Bojen (23 Funde aus Plastik, Styropor oder Metall), verschiedenen Schwimmkörper, Fischerei-Netze und -leinen, Plastikkanister (Volumen bis zu 25 l, teilweise gefüllt, z. B. mit Holzleim, Lösemittel, etc.), Verpackungsmaterialien und Gummihandschuhe. Wahrscheinlich handelte es sich bei letzteren Funden überwiegend um durch Fischerei-Schiffe verursachtes Treibgut. Diese Ergebnisse stimmen mit den erhobenen Daten der jährlichen Strandguterfassung überein, die seit dem Jahr 2000 nach CCAMLR-Standard durch das uruguayische Stationspersonal durchgeführt wird (ATCM, 2006e; siehe Kap. 4.2.3.).

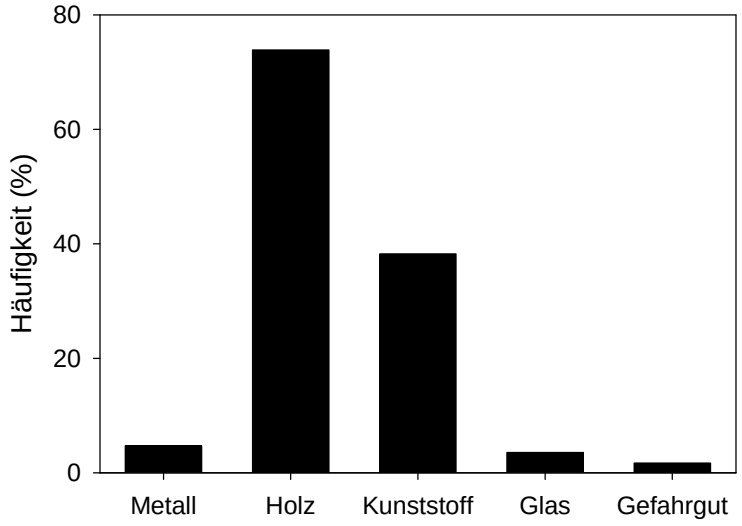


Abb. 4.3.-4: Häufigkeit der verschiedenen Materialien an der Gesamtmenge der Strandgutfunde

Während des Untersuchungszeitraums konnte kein direkter Zusammenhang zwischen Schiffsverkehr in der Maxwell Bay und angespültem Müll bzw. Strandgut in Form einer zeitlichen Übereinstimmung von Schiffsankünften und aktuellen Strandgutfunden festgestellt werden. Berichtet wurde jedoch von einer entsprechenden Beobachtung, die auf einen solchen kausalen Zusammenhang hinweist. So wurde am 2. oder 3. Februar 2002 an der Ostküste von Fildes und der Maxwell Bay eine große Menge Isolierschaum-ähnlicher Kunststoffpartikel sehr ähnlicher Form und Größe angespült, dessen Herkunft unbekannt ist (persönl. Mitteilg. J. Pavliček, „Overnational Ecobase Nelson“). Im darauf folgenden Jahr wurden diese Kunststoffpartikel erstmals auch an der Drake-Küste angespült und konnten inzwischen an beinahe allen Strandabschnitten nachgewiesen werden.



Abb. 4.3.-5: Junger Seeelefant mit Strandgut (Foto: Büßer)

Im Januar 2006 wurde an der Drake-Küste ein junger Seeelefant (*Mirounga leonina*) mit einer tiefen Verletzung im Halsbereich, verursacht durch eine enge Kunststoffschlinge, gefunden (Abb. 4.3.-6). Vermutlich handelte es sich dabei um eine Fischerei-Leine, wie sie z. B. bei der Langleinen-Fischerei Verwendung finden. Die Schlinge wurde umgehend entfernt, und die Robbe wurde in den darauf folgenden Tagen nicht mehr gesehen. Ferner wurde im Dezember 2004 an einem Skuanest ein Langleinenhaken gefunden. Beide Funde sind typische Beispiele für den indirekten Einfluss des Fischfangs im Südpolarmeer und Südatlantik auf Meeressäuger und Seevögel.



Abb. 4.3.-6: Seeelefant mit Verletzung im Halsbereich, verursacht durch eine Fischerei-Leine (Foto: Büßer)

Aufgrund des verhältnismäßig geringen Schiffsverkehrs in der Antarktis und der verhältnismäßig effektiven ozeanographischen Barriere des Antarktischen Zirkumpolarstroms ist die Menge an Strandgut anthropogenen Ursprungs im Bereich der Antarktis und Subantarktis im globalen Vergleich eher gering, steigt jedoch stetig an (Walker et al., 1997; Edyvane et al., 2004).

Deshalb wurde im Rahmen von CCAMLR für das Monitoring von anthropogenem Strandgut eine standardisierte Methode entwickelt. Diese findet derzeit im regelmäßig von verschiedenen nationalen Antarktisprogrammen durchgeführten Monitoring Anwendung (z. B. Uruguay, Chile, Großbritannien, u. a.). Für das Gebiet der Antarktischen Halbinsel und insbesondere die South Shetland Islands existieren bislang nur wenige Untersuchungen über die Quantität von Strandgut (Torres, 2000; Convey et al., 2002; ATCM, 2006e). Obwohl aus methodischen Gründen innerhalb der vorliegenden Studie kein quantitativer Vergleich der Strandgut-Funde mit anderen Küstengebieten möglich ist, zeigt das Ergebnis deutlich die dichte Strandgut-Verbreitung an der Küste der Fildes Peninsula und Ardley Island.

Da treibendes oder angespültes Holz i. d. R. unschädlich ist, wird es im Allgemeinen bei Strandgut-Studien vernachlässigt. Demgegenüber birgt die weltweite marine Verdriftung von Plastikmüll eine hohe Verletzungsgefahr für Meeressäuger (Abb. 4.3.-6). Der hohe Anteil an aus der Fischerei stammenden Treibgut wurde vielfach nachgewiesen (Jones, 1995; Torres, 2000; Convey et al., 2002; Otley &

Ingham, 2003). Berichte über in Kunststoffschlingen verfangene Robben, driftende oder angespülte Verpackungsmaterialien, Netze und Fangleinen wurden vielfach veröffentlicht (z. B. in wissenschaftlichen Reports von CCAMLR; Croxall et al., 1990; Arnould & Croxall, 1995; Hucke-Gaete et al., 1997; Derraik, 2002; Hofmeyr et al., 2006). Ein zusätzliches Risiko existiert für Seevögel, wenn sie z. B. Plastikpartikel zum Nestbau nutzen (z. B. Torres & D., 2000) oder diese selektiv von der Wasseroberfläche aufnehmen und verschlucken (z. B. Rothstein 1973; Pettit et al., 1981; van Franeker & Bell, 1988; Slip et al., 1990; Huin & Croxall, 1996; Copello & Quintana, 2003; Auman et al., 2004). Ferner können potentiell invasive Arten „an Bord" driftender Objekte weit entfernte Gebiete erreichen (Barnes, 2002; für Review siehe Derraik, 2002). Ein entsprechendes Beispiel einer erfolgreichen Besiedlung von Treibgut und Verdriftung durch mehrere Arten wurde bereits für den Bereich der Antarktischen Halbinsel (Adelaide Island, 68° S) nachgewiesen (Barnes & Fraser, 2003). Hierbei wurde die Besiedlung eines Plastikbandes durch mindestens 10 verschiedene Arten der Gruppen Porifera, Annelida, Cnidaria und Mollusca belegt. Anhand der Größe einiger Individuen kann von einer Besiedlungsdauer von über einem Jahr ausgegangen werden. Nachweise über eine längere erfolgreiche Besiedlung von Driftmaterial durch exotische Arten konnten jedoch bislang nicht erbracht werden.

Die zunehmende Umsetzung verschiedener Abkommen zum Schutz der Meeresumwelt (z. B. USP, MARPOL) führte bereits zu teilweise spürbaren Verbesserungen. Studien zeigten, dass beispielsweise der Anteil an Packbändern aus Kunststoff, die vor Verklappung ins Meer zerschnitten worden waren, um die Verletzungsgefahr für Meeressäuger zu reduzieren, deutlich angestiegen ist (Arnould & Croxall, 1995; Walker et al., 1997). Dies kann die Verletzungs- oder Erstickungsgefahr für Robben deutlich verringern.

Im Gebiet der Fildes Peninsula und Ardley Island ist eine flächendeckende Entfernung des Strandguts aufgrund der oft sehr schlechten Zugänglichkeit der meisten Küstenabschnitte nicht zu empfehlen. Ein Abtransport mit Hilfe von Fahrzeugen würde vermutlich größere Schäden verursachen als ein Verbleib des Mülls am Strand. Eine Bergung von Müll per Boot stellt nur im Bereich der Ostküste von Fildes eine Möglichkeit dar, da das Befahren der Fildes Strait und v. a. der Westküste aufgrund der äußerst schwierigen Strömungen und Anlandebedingungen ein hohes Sicherheitsrisiko darstellt. Eine mögliche Verminderung des speziellen Risikos für Robben, sich durch das Verfangen in Kunststoffschnüren oder Netzen einer zusätzlichen Gefahr auszusetzen, könnte durch die Sensibilisierung der Stationsmitglieder für diese Gefahr erreicht werden. Während ihrer ohnehin stattfindenden Ausflüge an die Küsten könnten potentiell gefährliche Objekte gesammelt und unschädlich gemacht werden.

4.3.3. Gasförmige Emissionen durch Stationsboote und -zodiaks

Die durch Stationsboote und -Zodiaks verursachten gasförmigen Emissionen liegen aufgrund des im Vergleich zu den Stationsfahrzeugen weitaus geringeren Treibstoffverbrauchs sicherlich deutlich unter der Abgasmenge, die bei der Energieerzeugung und Fahrzeugnutzung verursacht wird.

Aufgrund der ermittelten Nutzungsfrequenz stellen die Boote der Station Bellingshausen den anteilsmäßig größten Verursacher von Abgasen dar (siehe Kap. 4.2.17.2. & 4.2.17.3.), gefolgt von der Station Escudero. Geringere Emissionen sind von den Stationen Artigas, Great Wall und Frei/Capuerto zu erwarten, die nur selten Zodiaks einsetzten (Tab. 4.3.-2). Zusätzliche Emittenten sind die zahlreichen, die Maxwell Bay ansteuernden Schiffe sowie deren Zodiaks und Beiboote.

Tab. 4.3.-2: Nutzung der stationseigenen Zodiaks und Boote in der Fildes Region

Station	**Anzahl Boote & Zodiaks (Motorleistung in PS)**	**Bemerkung**
Artigas	2 Zodiaks (20 + 40 PS)	
Bellingshausen	2 Zodiaks (25 PS), 1 Landungsboot (?)	
Escudero	1 Zodiak (40 PS)	125 Liter in 2 Monaten (inkl. Pumpenbetrieb)
Frei/Capuerto	2 Zodiaks (2 x 55 PS)	<200 Liter in 4 Monaten (inkl. Geländefahrzeug)
Great Wall	2 Zodiaks	

4.4. Geologie

4.4.1. Paläontologie

4.4.1.1. Fossilienerfassung

In der Saison 2003/04 wurden 41 Fossilienfundstellen aufgenommen (Abb. 4.4.-1). Die Ergiebigkeit einer Fundstelle wird durch die Größe des Kreissymbols dargestellt, die Farbe des Symbols zeigt die Bewertung des Aufschlussverhältnisses der jeweiligen Lokalität an. Entsprechend den eigenen Funden und denen anderer Arbeitsgruppen wurden sechs großräumige Fundgebiete unterschieden. Davon wurden während der eigenen Arbeiten in vier Gebieten Fossilien gefunden und 199 Proben gesammelt.

Aus der Literatur bekannte Fundstellen, an denen kein Wiederfund gelang, wurden ebenfalls dargestellt. Die Lage der aus dem Managementplan für das ASPA No. 125 übernommenen Begrenzungen wird der Lage des Fundgebietes offensichtlich nicht gerecht. Die Ursache hierfür liegt vermutlich in der fehlenden Angabe des geodätischen Datums. Wie in allen anderen Abbildungen auch, wurde daher in Abb. 4.4.-1 das Datum WGS 84 verwendet, das jedoch zum Zeitpunkt der Ausweisung noch gar nicht existierte. Eine Neudefinition der Grenzen ist für das ASPA No. 125 daher dringend erforderlich.

Die Proben mit pflanzlichem Material überwiegen bei weitem und wurden zur paläobotanischen Bearbeitung Frau I. Poole vom National Herbarium of the Netherlands Utrecht University übergeben. Ihre detaillierten Ergebnisse sind als Anhang 7a & b beigefügt (Poole, 2005). Zwei der Proben enthalten Vogelspuren (Abb. 4.4.-2).

Die Einbettung der Fossilien erfolgte auf unterschiedliche Weise. So sind Spurenfossilien wie die bereits erwähnten Vogelspuren erhaltene Abdrücke im Feinsediment. Die fossile Erhaltung von Pflanzen und Hölzern beruht dagegen auf widerstandsfähigen, ursprünglich aus Zellulose aufgebauten Stützelementen. Durch Entzug von Sauerstoff und Wasserstoff aufgrund der Abdeckung mit Sediment kommt es zur Umwandlung in Kohle (Beurlen & Lichter, 1986). Derartige inkohlte Holzreste wurden an einigen wenigen Lokalitäten auf der Fildes Peninsula gefunden (Abb. 4.4.-3).

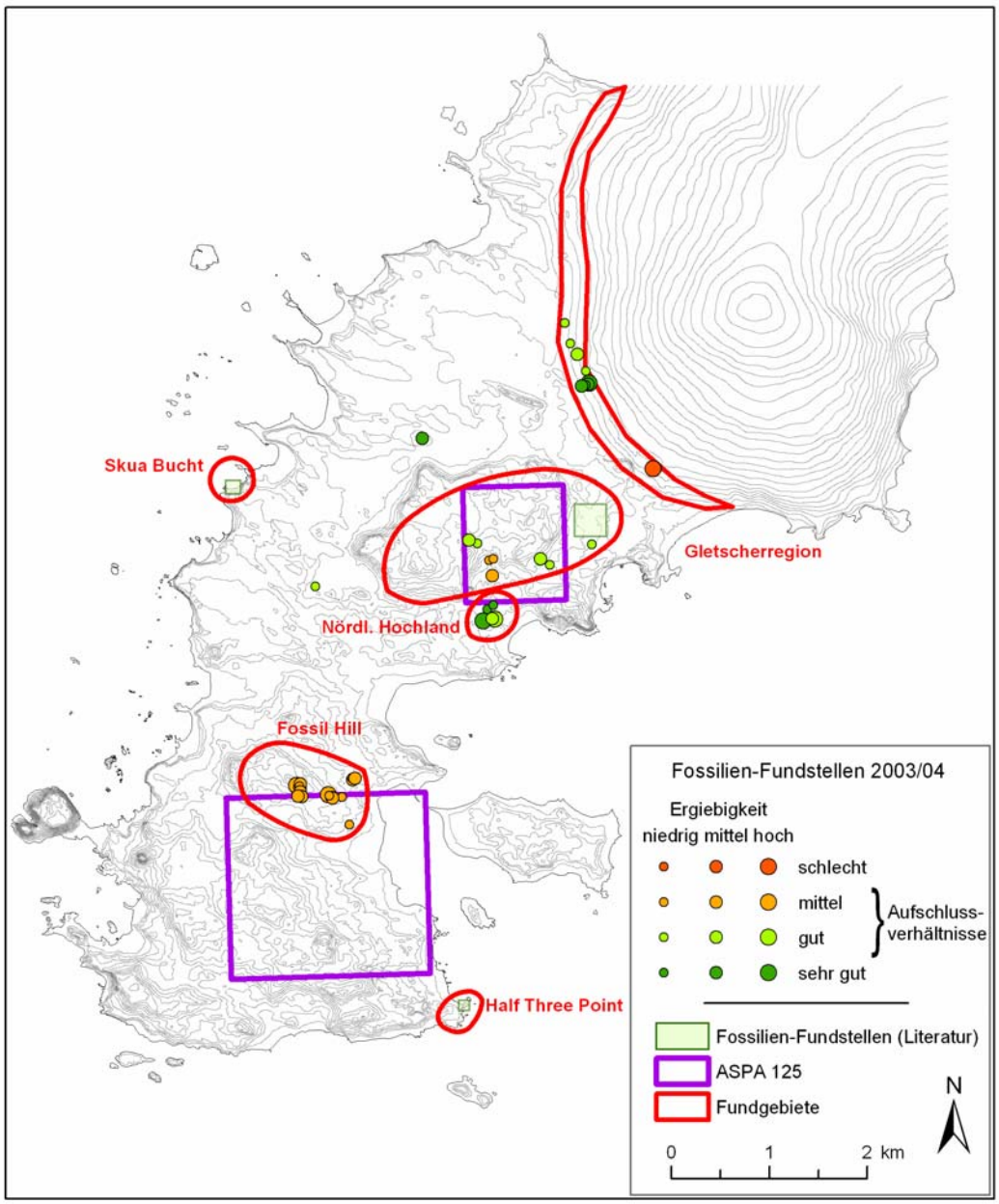


Abb. 4.4.-1: Fossilien-Fundstellen und Fundgebiete (Grenzen des ASPA No. 125 abweichend vom aktuellen Managementplan, da auf Datum WGS 84 bezogen.)

Eine Einbettung von Pflanzen und Pflanzenresten in einer feinkörnigen Ablagerung schützt vor allzu schneller Zersetzung. Dadurch entstehen Abdrücke von Blättern und Zweigen, an denen oft noch viele Einzelheiten zu erkennen sind **(**Abb. 4.4.-4; Beurlen & Lichter, 1986). Des Weiteren kommen im Untersuchungsgebiet verkieselte Hölzer und Baumstämme vor (Abb. 4.4.-5). Im Fall der Verkieselung (Silifizierung) füllen

kieselsäurehaltige (SiO_2) hydrothermale Lösungen die Porenräume aus. Dabei wird jedes Molekül der Zellulose durch Kieselsäure ersetzt und die Holzreste verkieseln.



Abb. 4.4.-2: Abdruck einer Vogelspur (Maßstab 10 cm, Foto: Grunewald)



Abb. 4.4.-3: Inkohlte Pflanzenreste (Foto: Grunewald)

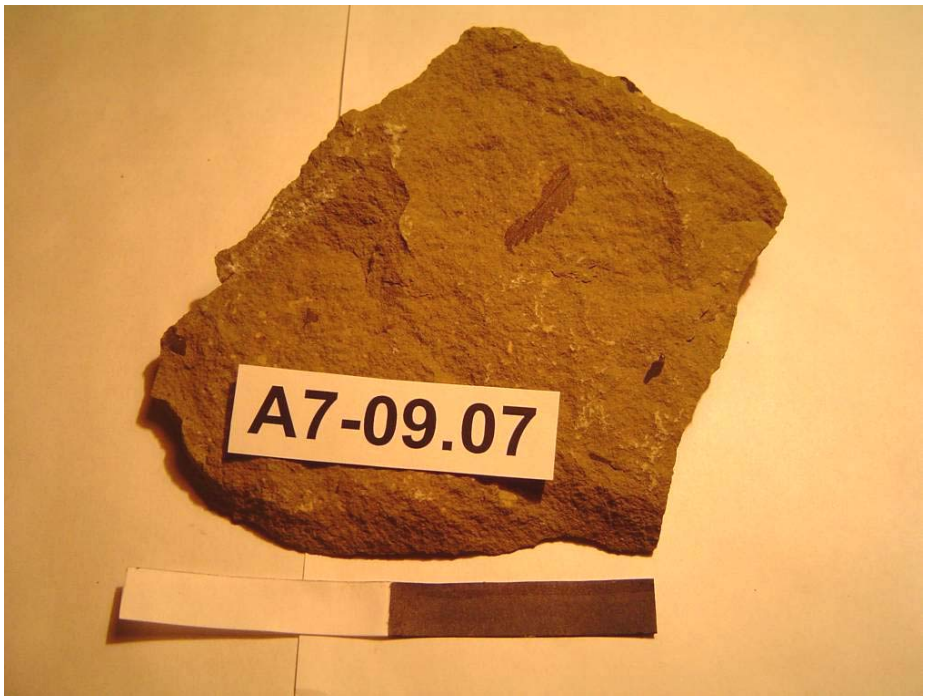


Abb. 4.4.-4: Abdrücke von Pflanzenresten (Foto: Grunewald)



Abb. 4.4.-5: Verkieseltes Holz (Foto: Grunewald)

4.4.1.2. Fundgebiete

a) Fossil Hill

Das Gebiet Fossil Hill (Abb. 4.4.-1) ist das wahrscheinlich bekannteste und an Pflanzenresten artenreichste Fossilienfundgebiet der Fildes Peninsula. Die Region von Fossil Hill stellt ein kleines Hochland dar, befindet sich im südlichen Teil der Fildes Peninsula und erreicht eine Höhe von 130 m ü. NN. Abb. 4.4.-6 zeigt den östlichen Teil des Gebietes. Insgesamt wurden an 16 Lokalitäten im Gebiet von Fossil Hill verschiedene Arten von Fossilien gefunden. Abb. 4.4.-7 zeigt mit der Lokalität A7-01 einen der Hauptfundorte.

Fossil Hill ist aus verschiedenartigen Schichten von Tuffablagerungen aufgebaut (Hunt, 2001). Wie im Gebiet der Davies Heights handelt es sich auch hier primär um die Reste der ehemaligen tertiären Flora. Dabei sind dies vor allem Abdrücke verkieselter Holz- und Pflanzenreste, die in den Schichten der vulkaniklastischen Ablagerungen eingebettet sind. Lokal wurden auch inkohlte Pflanzenreste gefunden.

Die wichtigsten Funde stellen aber die sehr gut erhaltenen Abdrücke von Vogelspuren dar (Abb. 4.4.-2). Derartige Abdrücke sind für dieses Gebiet bereits bekannt (Covacevich & Lamperein, 1970, 1972; Covacevich & Rich, 1982; Jianjun & Shuonan, 1994). Allerdings sind sie selten und wurden bisher nur in diesem Gebiet gefunden.

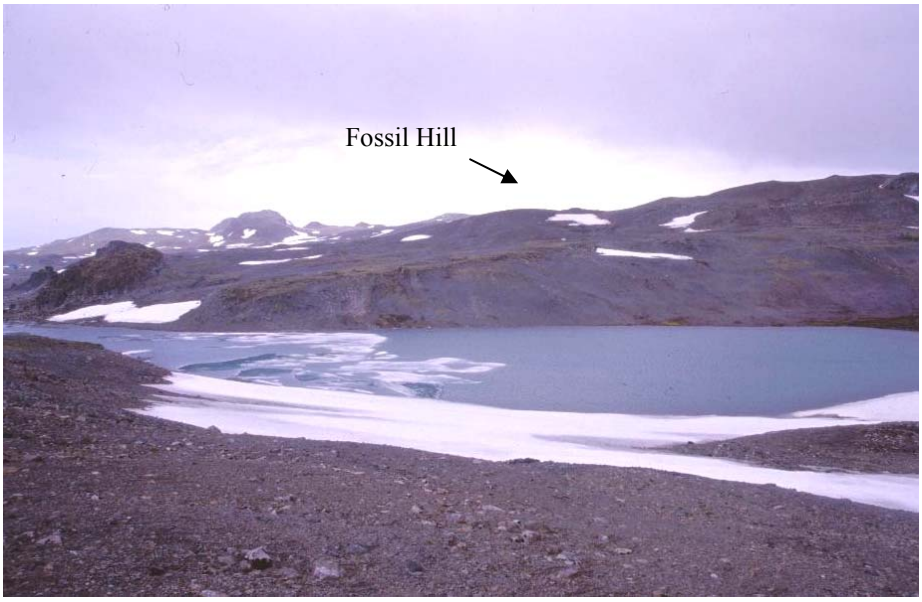


Abb. 4.4.-6: Östlicher Teil von Fossil Hill (Foto: Grunewald)

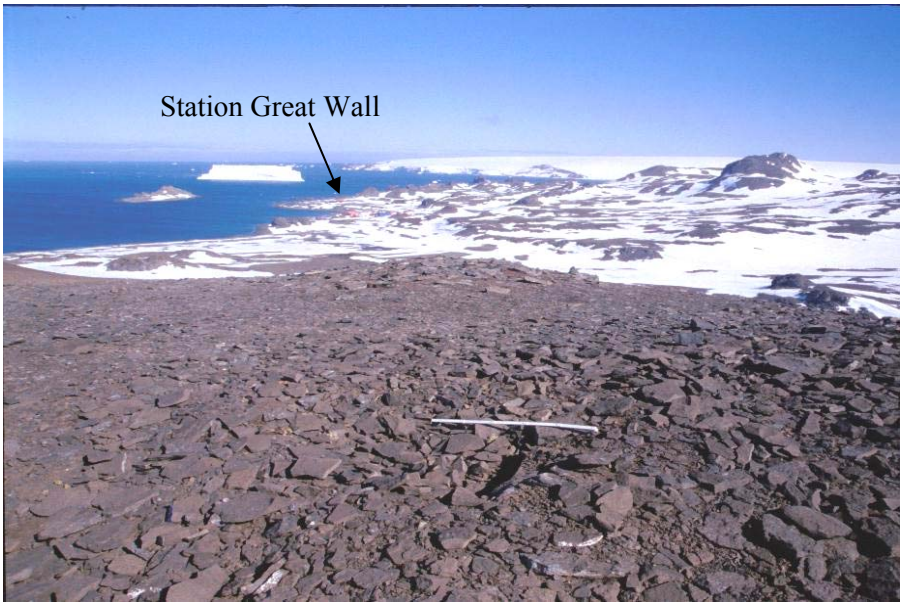


Abb. 4.4.-7: Fundort A7-01 (Foto: Grunewald)

b) Holzbachtal (Valley Rio Madera in Poole, 2005)

Das südöstliche Ende der Davies Heights wird durch die freigelegt Schlotfüllung eines ehemaligen Vulkanzentrums, Co. Basaltos (101 m ü. NN), begrenzt. Etwa 400 m östlich von Co. Basaltos bzw. etwa 200 m westlich des Treibstofflagers der russischen Station, an der Straße zwischen den Stationen Bellingshausen (Russland) und Artigas (Uruguay) liegt das Tal des Holzbachs (Abb. 4.4.-8 & 9).



Abb. 4.4.-8: Fundgebiet Holzbach (Foto: Grunewald)



Abb. 4.4.-9: Reiche Fundstelle unweit der Straße (Foto: Grunewald)

In diesem Tal sowie in dessen nordöstlicher Verlängerung wurden fossile Holz- und Pflanzenreste gefunden, die in Gesteinen mit einer feinkörnigen Matrix eingebettet sind. Die regellos eingebettete fossile Flora ist sowohl auf der Ober- als auch der Unterseite der Gesteinsfragmente zu finden. Daher ist davon auszugehen, dass die Fundstellen durch fluviatile Ablagerungen feinkörniger Sedimente entstanden sind. Da es sich nur um Einzelteile fossiler Pflanzen handelt (Zweige, wenige Blätter), ist von einer hohen Bewegungsenergie der feinkörnigen Sedimentströme auszugehen.

c) Gletscherregion (Glacier bzw. Glacier Rim bei Poole, 2005)

Die gesamte Region vor dem Collins-Gletscher, nachfolgend Gletscher-Region genannt, (Abb. 4.4.-1) stellt eine potentielle Fundstelle für verkieselte Hölzer dar. Die Fundstücke wurden und werden infolge des Abschmelzen des Gletschers freigelegt und sind dann im Moränenmaterial zu finden. Das größte Stück, das bei der aktuellen Geländearbeit gefunden wurde, ist ca. 30 cm lang. Andere Arbeitsgruppen berichten aber auch von Fundstücken bis 40 cm Länge (Poole et al., 2001). In der chilenischen Station Escudero sind Fundstücke aus diesem Gebiet mit einer Länge von über 50 cm ausgestellt (Abb. 4.4.-10).



Abb. 4.4.-10: Verkieselte Hölzer vor der Station Escudero (Foto: Grunewald)

Trotz des Prozesses der Verkieselung sind auf einigen Stücken der gefundenen Fossilien anatomische Strukturen (z. B. Maserung) der früheren Hölzer noch gut zu erkennen (Abb. 4.4.-11).



Abb. 4.4.-11: Strukturen in verkieseltem Holz (Foto: Grunewald)

In der Gletscherregion wurden aber auch an drei Lokalitäten Abdrücke von fossilen Pflanzen (Zweige, seltener Blätter) gefunden. Zwei dieser Stellen (A7-16, A7-17) befinden sich im unmittelbaren Gletscherbereich.
Dort wurden inmitten von Sedimentschutt einer Moränenablagerung (Abb. 4.4.-12) zahlreiche Pflanzenreste gefunden, die in feinkörnige Sedimente eingebettet sind. Einige der Pflanzenreste zeigen auch Merkmale von Inkohlung. Bei der dritten Lokalität (A7-27) handelt es sich um einen Aufschluss am Gletscherrand (Abb. 4.4.-13). Auch dort wurden zahlreiche, in feinkörnigen Sedimenten eingebettete Pflanzenreste gefunden.

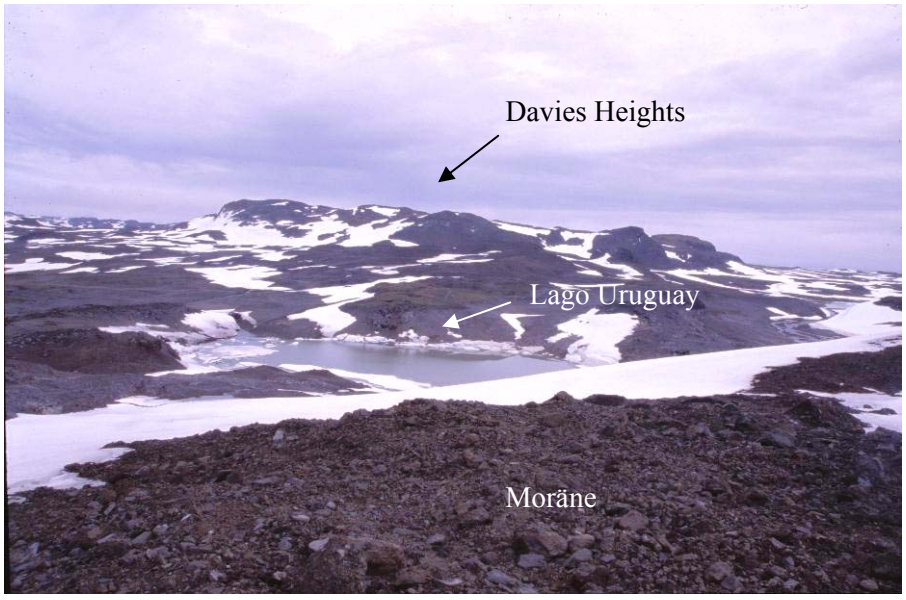


Abb. 4.4.-12: Blick vom Gletscherrand nach Südwest (Foto: Grunewald)

d) Davies Heights (Northern Plateau bei Poole, 2005)

Zahlreiche Fossilfundstellen gibt es auch im östlichen Teil der Davies Heights (Abb. 4.4.-1 & 12). In diesem Gebiet wurden an insgesamt neun Stellen pflanzliche Fossilien nachgewiesen. Dabei handelt es sich vorwiegend um Abdrücke von Hölzern und Blättern sowie verschiedene Stücken von verkieseltem Holz. Nur wenige der Funde erreichten eine Länge größer als 10 cm. Die Farbe der Fundstücke reicht von hell-beige, grau bis dunkelgrau.
Eine weitere Fossilienfundstelle liegt zwischen dem Nordostrand der Davies Heights und dem Lago Uruguay (Abb. 4.4.-12). Die Fossilien liegen dort in blass-weißen bis braunfarbenen Tuffsedimenten. Es handelt sich dabei um schlecht erhaltene Blätter von

Angiospermen, Farnen und Koniferen (Hunt, 2001). Während der Geländearbeit des vorliegenden Projektes konnten an dieser Stelle jedoch keine Fossilien nachgewiesen werden.



Abb. 4.4.-13: Fundstelle am Gletscherrand (A7-27) (Foto: Grunewald)

e) Halfthree Point

Das Fundgebiet Halfthree Point liegt an der Südostküste der Fildes Peninsula. Dieses Gebiet wurde bisher nur von chinesischen Paläobotanikern untersucht. Es stellt die erste Lokalität auf der Fildes Peninsula dar, an der Fossilien aus der Kreide-Epoche gefunden wurden (Shen, 1994b; Dutra & Batten, 2000). Die Schichten, in denen sich die fossilen Pflanzenreste befinden, umfassen ein Profil von etwa vier Metern, das aus dunkelgrauen Tuffen unterschiedlicher Korngröße aufgebaut ist. Zwischen den fein laminierten Schichten befinden sich Einschaltungen von Kohleflözen (Dutra & Batten, 2000).
Während der vorliegenden Untersuchung wurde dieses Gebiet zwar begangen, aber nicht näher nach Fossilien untersucht, um das Brutgeschehen der dortigen Vogelkolonien nicht zu stören. Auflistungen der hier bisher gefundenen Arten von Mega- und Mikrofossilien sind bei Shen (1994a) und Dutra & Batten (2000) zu finden.

f) Skuabucht

Das Gebiet Skuabucht befindet sich an der Westküste der Fildes Peninsula. Nach Dutra & Batten (2000) stellen die Aufschlüsse aus der Skuabucht die beste Lokalität für Gesteinsabfolgen aus der Oberen Kreide der Fildes Peninsula dar. Diese Fundstelle

wurde während verschiedener Expeditionen im Rahmen des brasilianischen Antarktisprogramms PROANTAR entdeckt (Fensterseifer et al., 1988). Die Basis der Tuffschichten, in denen die fossilen Pflanzenreste liegen, ist etwa 20 m über dem Meeresspiegel aufgeschlossen. Reste von Farnen sind fast die einzigen dort auftretenden Megafossilien. Sie zeigen eine spezielle Art der Fossilerhaltung, da die Farnblätter vollständig durch amorphen, grünen Chlorit ersetzt wurden. Dadurch wurde die äußere Morphologie der Blätter bis ins feinste Detail reproduziert (Dutra & Batten, 2000). Während der Feldarbeiten der vorliegenden Untersuchung wurde diese Lokalität nicht gefunden. Die dort auftretenden Arten fossiler Pflanzenreste und deren Merkmale sind von Dutra & Batten (2000) beschrieben worden.

4.4.1.3. Paläobotanische Interpretation und wissenschaftliche Bedeutung (in Anlehnung an Poole, 2005- siehe Anhang 7a & b)

Als ergiebigstes Fundgebiet erwies sich Fossil Hill. Fast 90 Fundstücke aus 16 Lokalitäten wurden hier gesammelt. Dies überrascht nicht, gilt Fossil Hill doch als eines der fossilreichsten Gebiete von King George Island. Das Material besteht aus Brutkörpern, Blättern, Blatttrieben, verkohlten Stengeln und verkieseltem Holz. Als taxonomische Gruppen sind Coniferae, Dicotyledonous, Angiospermae und Pteridopsida sowie möglicherweise Equisetum und Bryophyta vertreten. Diese Taxa sind bereits von anderen Bearbeitern gefunden worden, jedoch stellt diese Untersuchung einen weiteren Nachweis für den Fossilreichtum des Gebietes dar. Das Potential an gut erhaltenem Pflanzenmaterial ist an dieser Stelle sehr hoch. Daher ist dieses *Gebiet von hohem wissenschaftlichem Interesse.*

Das Holzbachtal (Valle Río Madera) dagegen war bisher nicht als Fossilienfundort bekannt. Aus ihm entstammt das besterhaltenste Blattmaterial aus dem Verwandtschaftskreis der Familien Anacardiaceae, Proteaceae und Sapindaceae. Weiteres Material von Koniferen und Farnblättern sowie einige Brutkörper (engl.: propagules) wurde ebenfalls gefunden, jedoch kein Holz. Die Funde in diesem Gebietes während der Feldsaison 2003/04 zeigen, wie wichtig es ist, auch in Gebieten zu suchen, in denen vorher noch keine Fossilien nachgewiesen wurden. In diesem Gebiet gibt es ein relativ hohes Potential an gut erhaltenem Pflanzenmaterial, daher sollte ihm ein *(moderater bis) hoher wissenschaftlicher Wert* zuerkannt werden.

In der Gletscherregion wurde zwar kein Blattmaterial, dafür aber Holz von Podocarpaceaea und Baumrinde unbekannter Taxa nachgewiesen. Dies ist ein wichtiges Fundgebiet für fossiles Holz, mit sehr hohem Potential an gut erhaltenem Material. Das Gebiet ist daher ebenfalls von *hohem wissenschaftlichem Interesse*.

Die Davies Heights besitzen ein verhältnismäßig hohes Potential, Material von Angiospermen- und Koniferenholz von guter Qualität zwischen ansonsten schlecht erhaltenem Material zu finden. An einem Fundstück konnte die Familie der Eucryphiaceae nachgewiesen werden. Blattmaterial war nur in begrenztem Umfang vorhanden und dann ausschließlich als Blatttriebe von Koniferen und möglicherweise von Bryophyten. Dieses Gebiet ist als von *moderatem (bis hohem) wissenschaftlichem Interesse* einzuschätzen.
Die Funde von neuem Material sowohl aus vorher relativ unerforschten als auch aus bereits gut untersuchten Gebieten bestätigen den paläobotanischen Reichtum von Fildes Peninsula und seinen Wert für das Verständnis der Biodiversität und Dynamik vergangener Ökosysteme der Antarktis. Hunt (2001) folgerte, dass es auf King George Island ein bedeutendes Potential für weitere paläobotanische Forschung gibt, sowohl an bekannten Lokalitäten, wo besonders im Hinblick auf das randseitige Schmelzen des Gletschers neues fossilhaltiges Material zu erwarten ist, als auch an bisher nicht erforschten Stellen. Zusammen mit dringend notwendigen geochronologischen und stratigraphischen Studien zur Feststellung der genauen Alter und der Relationen verschiedener tertiärer Paläofloren, wird jede gründliche und gezielte Untersuchung der Makro- (und Mikro-) fossilien King George Islands unser Verständnis für eine Umwelt ohne heutige Entsprechung erheblich vergrößern.

4.4.2. Zur Bedeutung der Strandwälle auf Fildes Peninsula und Ardley Island

Aufgrund der Bedrohung der Strandwälle als potentielle Materialquelle für künftige Baumaßnahmen soll an dieser Stelle auf ihre wissenschaftliche Bedeutung als Begründung für ihre Erhaltung hingewiesen werden.
Wie in anderen Teilen der Erde sind die fossilen Strandwälle der Antarktis von großer Bedeutung für die Erforschung des regionalen und globalen Palaeoklimas (Berkman et al., 1998). Gerade als Zeugen des komplizierten Wechselspiels zwischen isostatischen Ausgleichsbewegungen und eustatischen Meeresspiegelschwankungen sind Strandwälle wichtige Spuren zur Rekonstruktion der quartären Ver- und Enteisungsgeschichte im Bereich der Antarktischen Halbinsel und ihres Umfeldes, die nach wie vor nicht zufrieden stellend geklärt ist (Blümel, 1999). In der Region South Shetland Islands kommt aufgrund rezenter tektonischer Vorgänge ein weiterer interessanter, die Landhebung beeinflussender Faktor hinzu.
Strandwälle sind auf Fildes Peninsula und Ardley Island, besonders in den Buchten, in oftmals gut parallelisierbaren Serien zu finden, die sich dem Alter nach z. T. mehrere hundert Meter ins Landesinnere staffeln (Abb. 4.4.-14). Bisher sind diese Strandwallserien jedoch nur stichprobenartig bearbeitet worden (Barsch et al., 1985;

Mäusbacher, 1991). Dabei zeigte sich bereits ihr wissenschaftliches Potential, u. a. aufgrund der deutlichen morphologischen Ausprägung und dem Vorhandensein von datierbarem Material.
Ein besonders gut entwickelter Strandwallkomplex befindet sich auf Fildes Peninsula in der Talerweiterung des östlichen Ausgangs der Südpassage (Abb. 4.4.-15). Barsch et al. (1985) identifizierten 10 Strandwälle, deren hypsometrische Zuordnung sämtliche für die Maxwell Bay benannten Strandwallserien (Riegel-, Mittel- und Strand-Serie sowie rezente und subrezente Sturmflutwälle) abdeckt.



Abb. 4.4.-14: Strandwallkomplex an der Südwest-Küste von Ardley Island (Foto: Mustafa)

Wegen seiner guten Ausprägung besonders markant ist der oberste und damit älteste Wall. Er verriegelt das Tal in seiner gesamten Breite, so dass lediglich ein wenige Meter breiter Durchlass die Entwässerung des Tales durch den Windbach ermöglicht. Diese günstige Konstellation wurde wiederholt für hydrologische Untersuchungen genutzt (Flügel, 1985, 1990). Von hier stammt auch die bisher einzige absolute Datierung des Strandwallkomplexes. Mit der C^{14}-Methode wurde ein Alter von 6.600 ± 70 Jahre BP[1)] ermittelt. Diese ersten Ergebnisse lassen erwarten, dass künftige systematische und detaillierte Untersuchungen des Strandwallkomplexes in der östlichen Südpassage interessante Ergebnisse zur Geschichte quartärer Landhebungen und Meeresspiegelschwankungen erbringen. Außerdem erscheinen aufgrund der guten zeitlichen Differenzierbarkeit der einzelnen Terrassen Untersuchungen zur Palaeobiologie und -ökologie (Emslie & McDaniel, 2002) möglich.

Die Bedrohung der Strandwälle als wissenschaftliches Untersuchungsobjekt liegt vor allem in der Eignung ihres Materials als Baumaterial. Während der Baumaßnahmen zum Flughafenausbau wurden im Januar 2005 bereits Materialproben aus dem erwähnten Strandwallkomplex entnommen (Abb. 4.4.-16). Nach dem in Kapitel 4.2.19. erwähnten Gespräch vom 20.1.2005 wurde jedoch von einer weiteren Materialentnahme Abstand genommen.

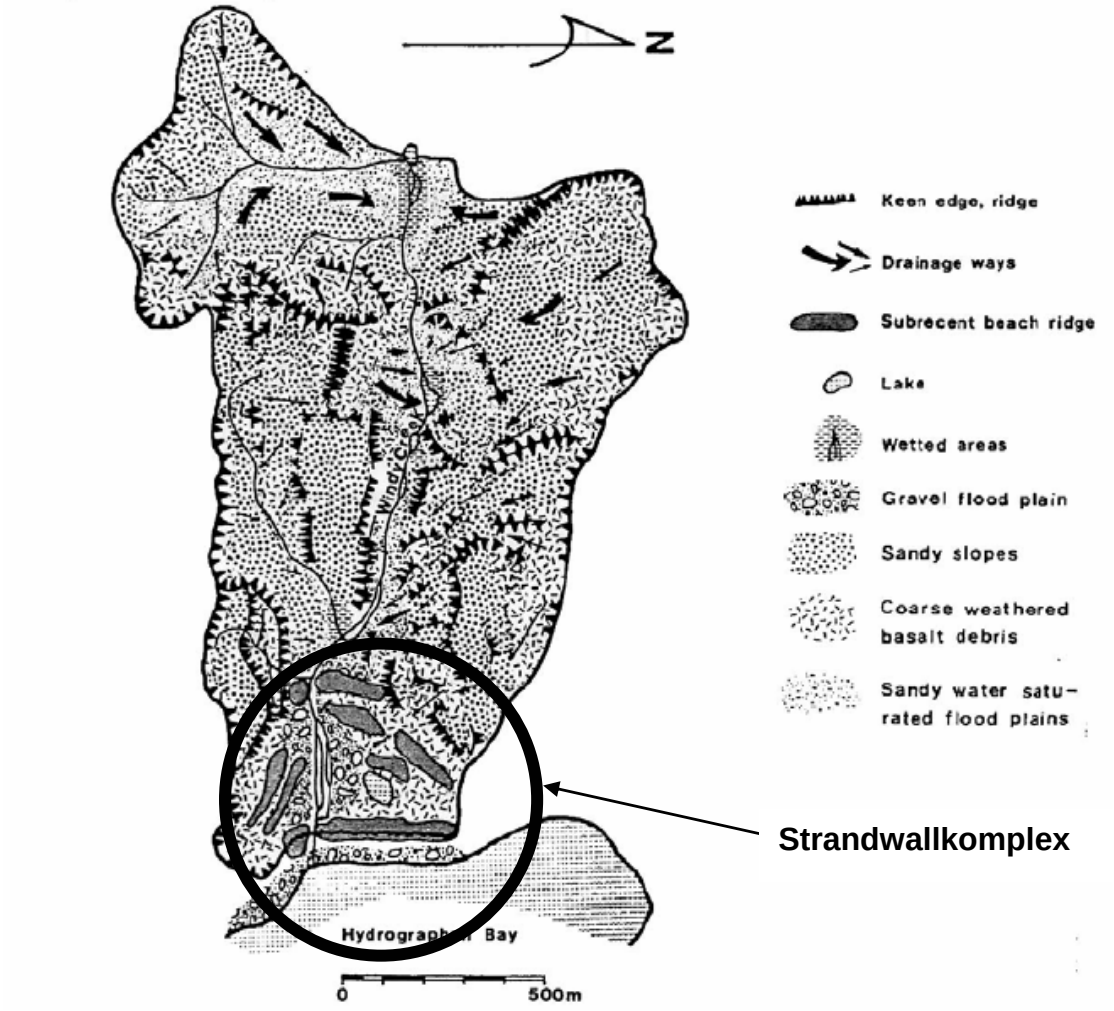


Abb. 4.4.-15: Hydrogeologische Karte der östlichen Südpassage mit dem Strandwallkomplex am Talausgang (nach Flügel, 1990)



Abb. 4.4.-16: Probenahmestelle für Baumaterial im Strandwallkomplex Östliche Südpassage (Foto: Büßer)

4.4.3. Seen

Wie in Kapitel 2.6.1. beschrieben, unterliegt die genaue Zahl an Seen im Untersuchungsgebiet geringfügigen Schwankungen. Während der beim KGIS erhältliche Datensatz 113 Seen enthält, ergab unsere eigene Erfassung 105 Seen. Davon waren 41 perennierend mit konstantem Wasserspiegel, 32 perennierend bei schwankendem Wasserspiegel, und 32 Seen waren temporär.

Der Wert der Süßwasserseen im Gebiet als Schutzgut resultiert vor allem aus folgenden Funktionen:

- Trinkwasserressource für wissenschaftliche Stationen
- Lebensraum für limnische Arten (z. B. *Branchynecta gainii*)
- Eiablagegebiet und Lebensraum für Larven terrestrischer Arten (z. B. *Parochlus steinenii*)
- Wissenschaftliche Bedeutung als Sedimentarchiv (Mäusbacher, 1991)



Abb. 4.4.-17: See zu Beginn der Schneeschmelze (Foto: Mustafa)

Da im Rahmen des vorliegenden Projektes keine hydrochemischen Untersuchungen durchgeführt wurden, kann eine potentielle Belastung der Seen nur anhand von äußeren Merkmalen abgeschätzt werden. Deutlichster Hinweis für die Verschmutzung von Seen ist die Ablagerung von Müll. Besonders betroffen sind hier Long Lake, Laguna Hydrografos sowie zwei dazwischen gelegene, kleinere, unbenannte Seen durch die unmittelbare Nachbarschaft zu einem ehemaligen Müllplatz (siehe Kap. 4.2.1.). An dieser Stelle sei auch auf den Bericht von Tin & Roura (2004) verwiesen, der auf einen mit Müll verfüllten See hinweist. Aber auch nicht direkt von Müllablagerungen betroffene Seen können durch Müll belastet sein, indem sich windverdriftetes Material in ihnen sammelt. Besonders gefährdet sind hierbei Seen in Stationsnähe mit großer Oberfläche. Aufgrund der vielen Müllfunde an ihren Ufern sind hier vor allem Kitezh Lake, Laguna Las Estrellas und der Biologensee zu erwähnen.
Eine weitere starke Gefährdung der Seen geht von Ölverschmutzungen aus. So ist der Biologensee durch die in Kapitel 4.2.6.1. beschriebene Öleinleitung in die Biologenbucht kontaminiert. Spuren von Wasserverschmutzung durch Öl wurden auch in Laguna Bayo 150 m westlich des Flugplatzhangars, dem 70 m südöstlich der Flugplatzgebäude gelegenen See sowie Laguna Tern unweit der chinesischen Tanks gefunden. Mindestens geringfügige Treibstoffmengen sind aus dem in Kap. 4.2.6.1. beschriebenen Fass in den Kitezh Lake gelangt. Wie groß die Gefahr der massiven

Ölkontamination von Seen ist, zeigt der Vorfall eines unbemerkten Lecks in Ölleitungen der Station Bellingshausen vom Winter 2005 (siehe Kap. 4.2.6.2.). Die geschätzten ca. 1.000 Liter Diesel kontaminierten den Boden sogar in nur ca. 20 m Entfernung zum Trinkwassersee der Stationen Bellingshausen und Frei. Das Risiko einer Verunreinigung des Sees bestand aufgrund der großen Nähe und des geringen Niveau-Unterschieds der Kontaminierungszone zum See.
Die Verschmutzung von Seen durch Abwässer wurde nur in einem Fall festgestellt. In denselben Bach, über den die Ölverschmutzung der Biologenbucht und damit des Biologensees stattfindet, wurden Abwässer des Flughafenhotels registriert (siehe Kapitel 4.3.1.2.).
Die in Tabelle 4.4.-1 aufgeführten Seen werden aktuell zur Süßwasserentnahme für den Stationsbetrieb genutzt (z.B. Abbildungen 4.4.-18 & 19). Über die Auswirkungen der Wasserentnahme ist ebenso wenig bekannt wie über die der von der Station Great Wall praktizierten Heißwasser-Einleitung zur Schmelze des winterlichen Seeeises.

Tab. 4.4.-1. Die zur Trinkwassergewinnung für die Stationen genutzten Seen

Station	Trinkwasserquelle
Artigas	Lago Uruguay
Bellingshausen	Trinkwassersee (vom Kitezh Lake gespeist)
Escudero	Laguna Las Estrellas
Frei	Trinkwassersee (vom Kitezh Lake gespeist)
Frei (Flugplatz)	Unbenannter See 70 m südöstlich der Flugplatzgebäude
Great Wall	Petrel Lake

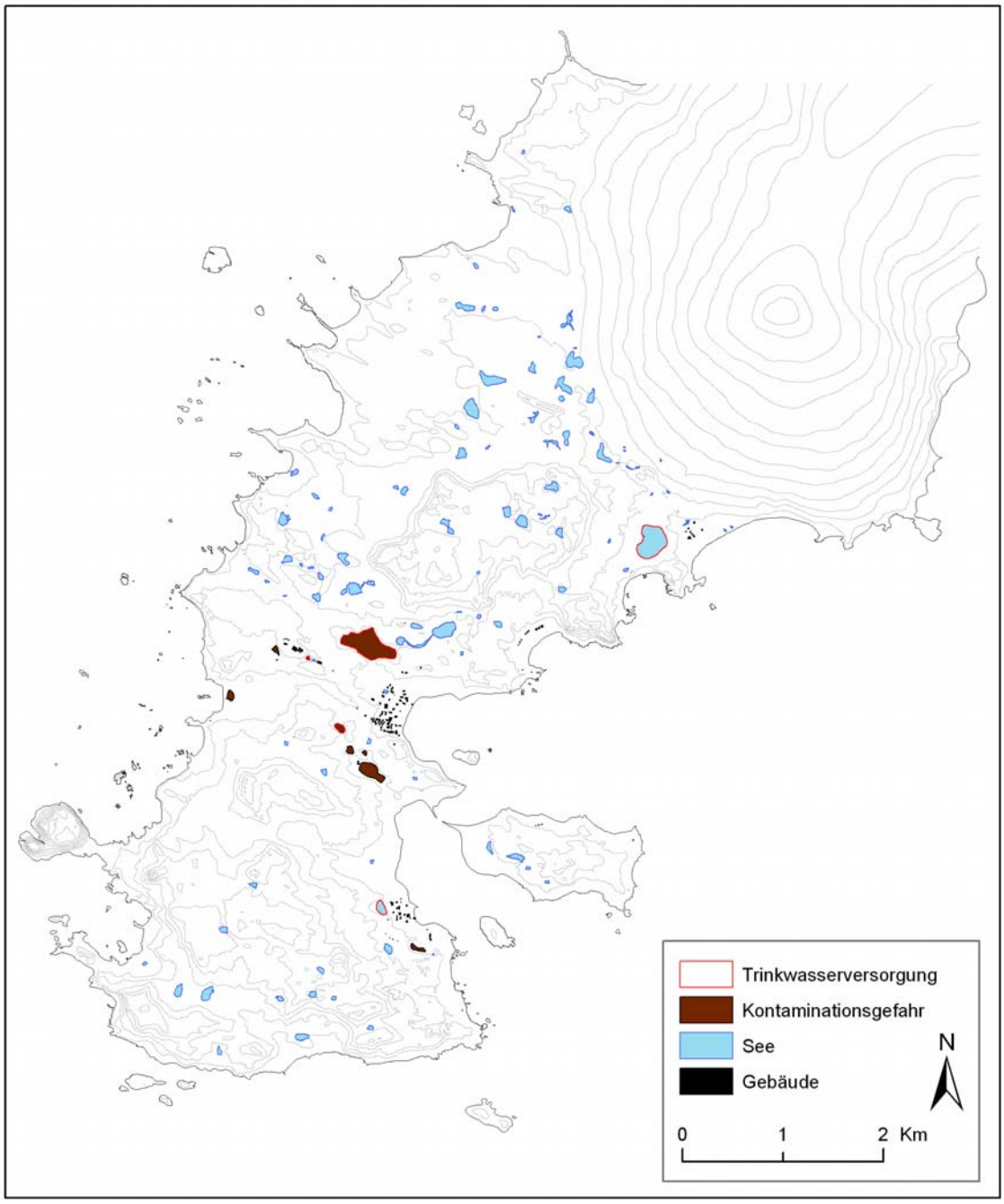


Abb. 4.4.-18: Nutzung von Seen zur Trinkwasserversorgung und deren potentielle Gefährdung



Abb. 4.4.-19: Trinkwasserentnahme am Lago Uruguay (Foto: Mustafa)

4.5. Fauna und Flora

4.5.1. Pinguine (*Pygoscelis* spec.)

Im Untersuchungsgebiet kommen drei Pinguinarten brütend vor: Zügel- *(Pygoscelis antarctica),* Adéliepinguin *(P. adeliae*) und Eselspinguin *(P. papua*). Als Gastvogelarten wurden außerdem Goldschopfpinguine (*Eudyptes chrysolophus*), Königspinguine *(Aptenodytes patagonicus)* und Kaiserpinguine *(Aptenodytes forsteri)* nachgewiesen (siehe Kap. 4.5.9.).



Abb. 4.5.-1: Zügel-, Esel- und Adéliepinguin sind Brutvögel im Untersuchungsgebiet (Fotos: Peter)

Der Schwerpunkt der Brutverbreitung der Pinguine liegt im Untersuchungsgebiet auf Ardley Island. Im Untersuchungszeitraum wurden, teilweise gemeinsam mit chilenischen und russischen Kollegen, die Brutpaarzahlen (Abb. 4.5.-2) und der Bruterfolg (Tab. 4.5.-1) ermittelt. Da auch aus den Vorjahren entsprechende Daten vorliegen, können langfristige Trends diskutiert werden.

Der Zügelpinguin hatte mit über 200 Brutpaaren (BP) Ende der 1970er Jahre seine höchste Abundanz auf Ardley Island erreicht. Ihre Zahl verringerte sich nach dem Bau des benachbarten Flugplatzes, mit dem Anstieg der Besucherzahlen und der Zunahme wissenschaftlicher Aktivitäten, die nicht nur Störungen verursachten, sondern auch die jährliche Entnahme von mehreren Altvögeln aus der Kolonie beinhalteten (Peter et al., 1988a; Peter et al., 1989). Überlagert werden diese direkten anthropogenen Ursachen durch die Auswirkungen der überregionalen Erwärmung, die vermutlich auch für den Bestandsrückgang in benachbarten Brutkolonien verantwortlich ist. Mit 9 BP wurde 2005/06 die niedrigste Zahl seit Beginn der Erfassung erreicht.

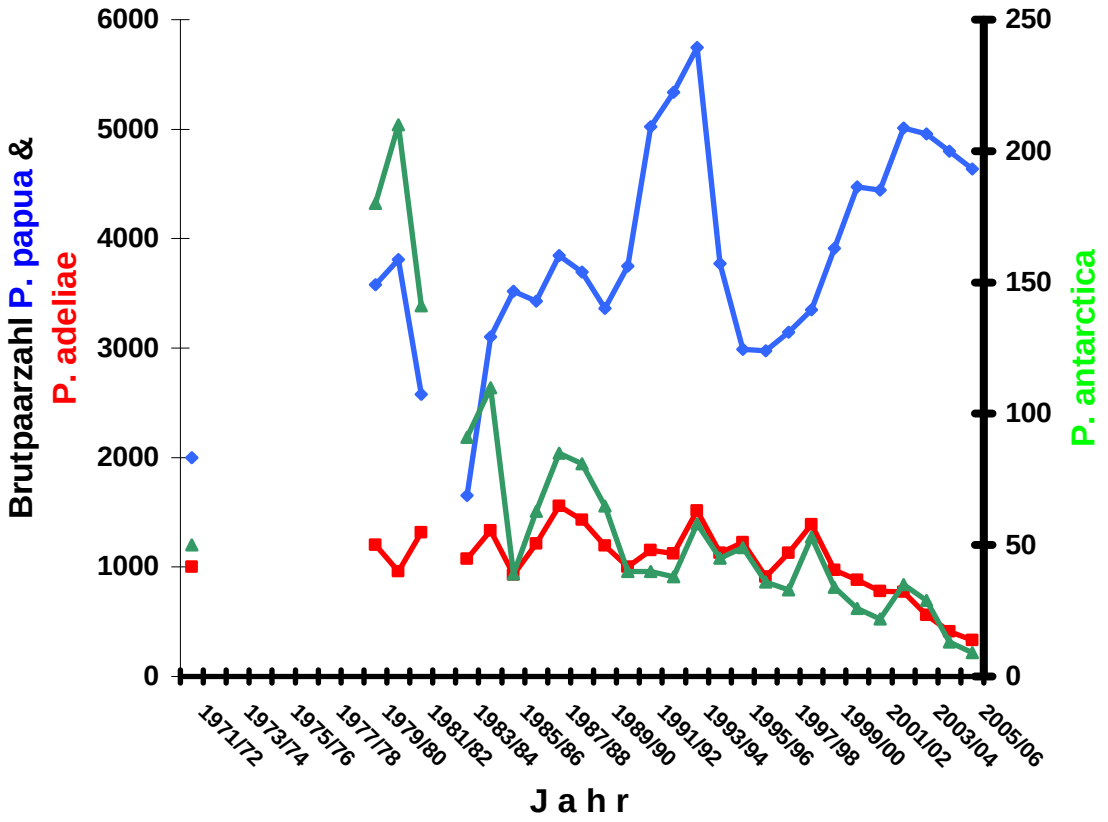


Abb. 4.5.-2: Brutpaarzahlen von Esels-, Adélie- und Zügelpinguinen auf Ardley Island der letzten 35 Jahre.

Eselspinguine zeigen einen stark fluktuierenden Brutbestand mit einer insgesamt positiven Tendenz. Die BP-Zahlen schwanken zwischen 1.656 (1983/84) und 5.746 (1993/94). Ähnliche Populationsentwicklungen wurden auch an anderen Orten festgestellt (Woehler et al., 2001), wobei neben einer stark schwankenden Recruitment-Rate (d. h. Rückkehrrate geschlechtsreifer Jungvögel) auch eine geringere Brutorttreue als bei anderen Pinguinarten als Ursache in Frage kommen.

Als dritte *Pygoscelis*-Art zeigt der Adéliepinguin eine schon mehr als 10 Jahre anhaltende Tendenz zum Rückgang; 1993/94 wurden noch 1.516 BP gezählt, während in der letzten Saison nur noch 334 BP vorhanden waren. Dieser Rückgang spiegelt den allgemeinen Trend im Bereich der Antarktischen Halbinsel wider. Der Adéliepinguin kann als ein sensitiver Indikator für die Variabilität der physikalischen und biologischen Umweltvariablen angesehen werden (Woehler et al., 2001). So hat im Bereich der Westküste der Antarktischen Halbinsel der Bestand in zahlreichen Kolonien abgenommen. Dieser Trend kann mit der Klimaänderung in dieser Region in Verbindung gebracht werden. Dabei sind zwei Prozesse zu unterscheiden, die auf der einen Seite regionale und auf der anderen Seite lokale Auswirkungen haben (Smith et al. 2003). Die Änderung der Meereis-Bedingungen, d. h. die räumliche und zeitliche Eisausdehnung und -dicke, geben uns eine Erklärung für die Veränderung der Populationsdichte auf der regionalen Skala. Im Bereich der westlichen Antarktischen Halbinsel hat sich seit der Mitte des 20. Jahrhunderts die mittlere Wintertemperatur um fast 6° C erhöht und damit die Eisbedeckung reduziert. Das Meereis ist das Winterhabitat der Adéliepinguine, die Temperaturerhöhung aber wirkt sich auf das jährliche Muster der Krill-Entwicklung und somit auch auf die Verfügbarkeit der Hauptnahrung der Adeliepinguine aus (Smith et al., 2003).

Die Abbildungen 4.5.-3 und 4.5.-4 zeigen die Verteilung der Kolonien der drei *Pygoscelis*-Arten auf Ardley Island, ergänzt durch die Daten für den Nordostteil des Untersuchungsgebietes für 1985/86, die auf Luftbildern beruhen. Überraschenderweise scheinen Änderungen in der Brutpaarzahl nicht direkt mit der räumlichen Ausdehnung der Nestgruppen zu korrelieren. Abbildung 4.5.-4 zeigt, dass sich die Ausdehnung der Kolonien beim Vergleich von Jahren mit geringer Eselspinguin-Brutpaarzahl (1989/90) und solchen mit hoher Zahl (1993/94) nur geringfügig ändert. Zum Beispiel nimmt die Pinguin-Gesamtzahl von 1993/94 bis 2004/05 um 30 % ab, während sich die räumliche Ausdehnung der Kolonien um 15 % erhöht. Auch wenn man systematische Fehler durch die Anwendung verschiedener Kartierungsmethoden (GPS, Luftaufnahmen und Handkartierungen) berücksichtigt, widersprechen diese Ergebnisse den Erwartungen.

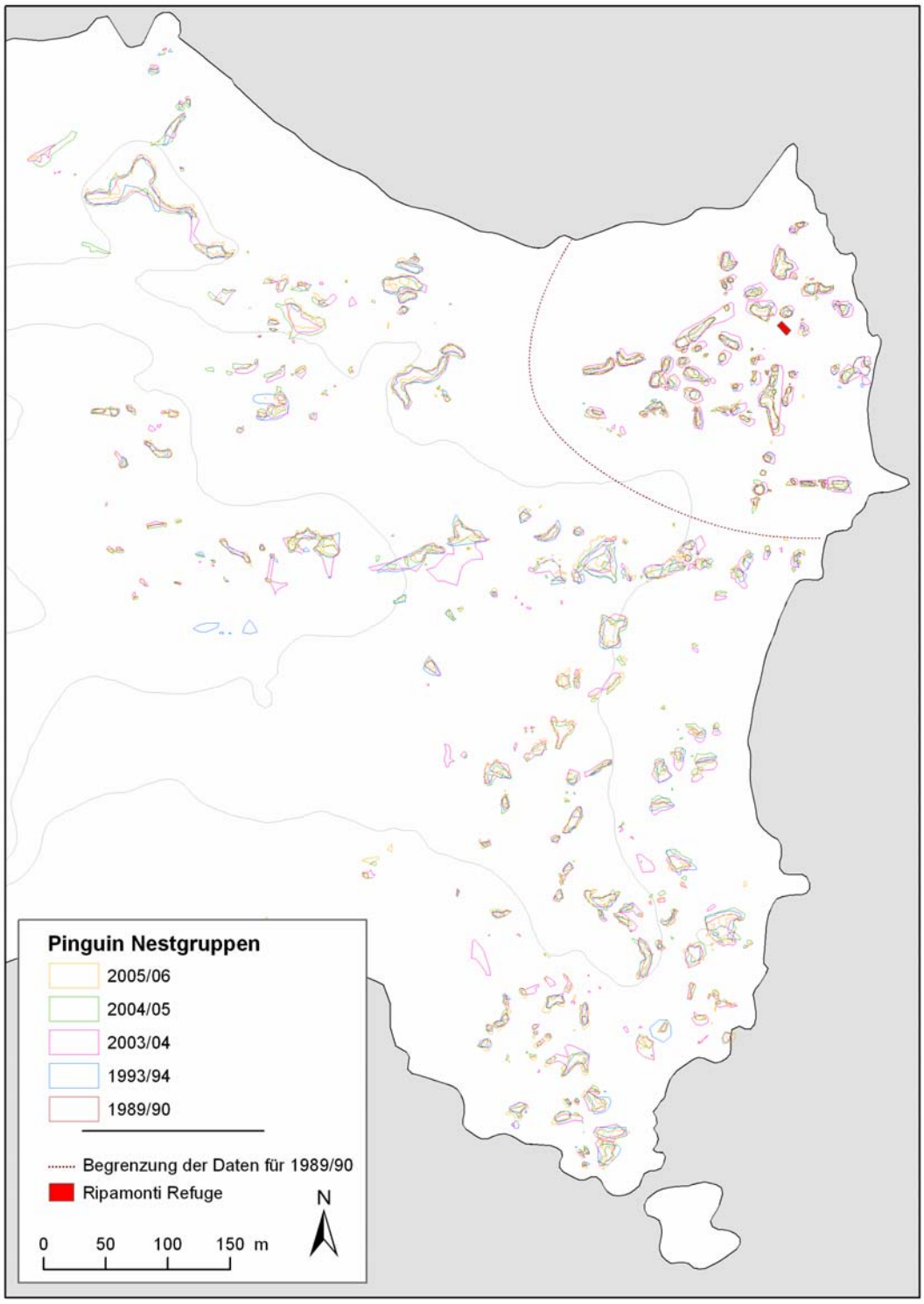


Abb. 4.5.-3: Veränderung der räumlichen Ausdehnung der Pinguinkolonien auf Ardley Island

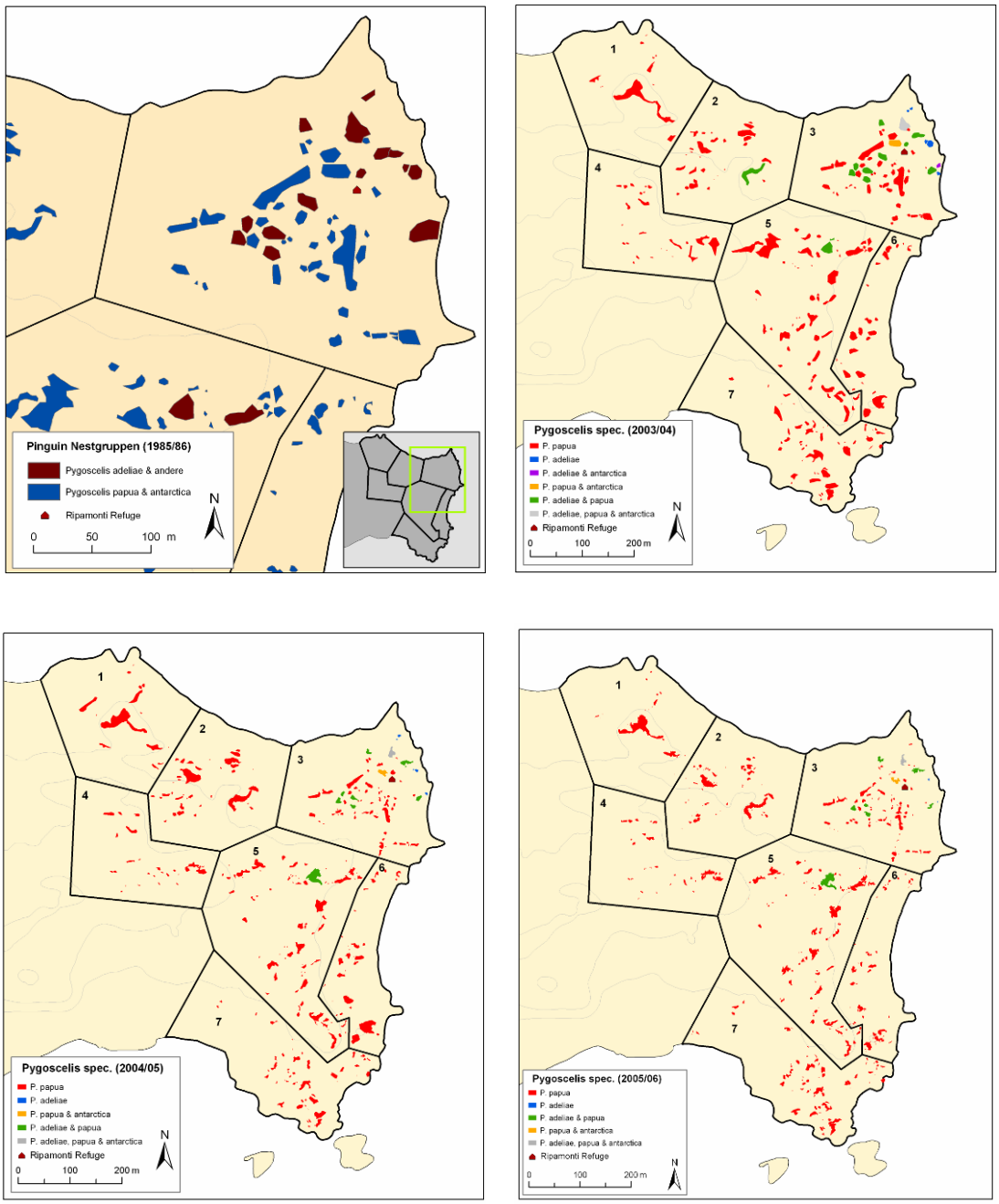


Abb. 4.5.-4a bis d: Kolonieverteilung der *Pygoscelis*-Arten auf Ardley Island 1985/86 und im Untersuchungszeitraum 2003/04 bis 2005/06 (GPS-Messungen). Der Datensatz von 1985/86 enthält als Grundlage die Geometriedaten der Kartierung 2003/04; auf der Basis von Luftbildern und "Hand"-Kartierungen wurden lediglich jene Nestgruppen braun markiert, in denen Adéliepinguine gebrütet haben.

Der Bruterfolg (Anzahl Jungvögel am Ende der Kindergartenphase je Brutpaar) der Pinguine auf Ardley weist große Schwankungen auf (Tab. 4.5.-1). Die geringsten Werte

erreichten die Zügelpinguine. Nach dem schneereichen Winter und späten Frühjahr 2003/04 kam es zum Totalausfall der Brut. In den 1980er Jahren konnte festgestellt werden, dass der Bruterfolg auf Ardley Island geringer war als in Kolonien an der Drake-Seite von Fildes Peninsula (Peter et al., 1988a). Ob neben erhöhter Störungswahrscheinlichkeit auch interspezifische Konkurrenz mit anderen Pinguinarten bzw. unterschiedliche Nahrungsverfügbarkeit innerhalb der Maxwell Bay (im Vergleich zur offenen Drake Passage) dabei eine Rolle spielen, kann nur vermutet werden.

Tab. 4.5.-1: Übersicht über den Bruterfolg der Pinguine auf Ardley Island

Saison	***P. antarctica***	***P. adeliae***	***P. papua***
1994/95	0,76	1,15	1,45
1995/96	1,12	1,16	1,44
1996/97	0,92	1,05	1,24
1997/98	0,91	1,28	1,36
1998/99	0,60	1,17	1,35
1999/00	0,91	1,04	-
2000/01	1,15	1,46	1,35
2001/02	1,36	1,20	1,19
2002/03	0,97	1,04	1,32
2003/04	0,00	1,24	1,26
2004/05	1,54	1,25	1,34
2005/06	0,56	0,94	1,43

Außerhalb von Ardley Island wurden im Untersuchungsgebiet weitere Kolonien des Zügelpinguins kartiert, die sich an der Drake-Seite der Halbinsel oder auf vorgelagerten, kleinen Inseln befinden. Insgesamt wurden diese Kolonien, die teilweise nicht erreichbar sind, auf mindestens 200 Brutpaare geschätzt (Abb. 4.5.-5).
Die Gesamtzahl brütender Zügelpinguine hat sich im Vergleich zu den 1980er Jahren kaum verändert, wohl aber die Größe einzelner Kolonien. So hat sich die Brutpaarzahl am Exotic Point jährlich verringert; in der Saison 2005/06 wurden dort schließlich keine brütenden Pinguine mehr festgestellt.

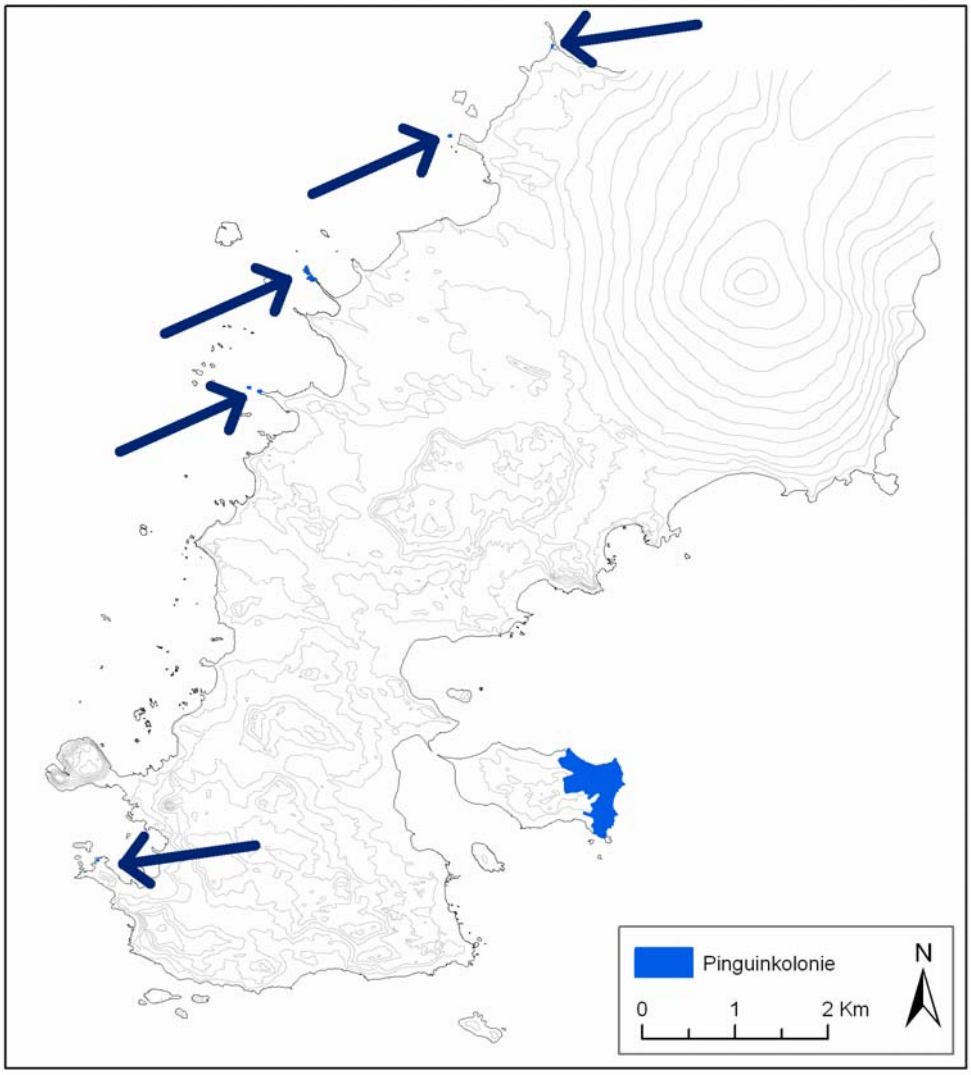


Abb. 4.5.-5: Lage der Pinguinkolonien auf Ardley Island (*Pygoscelis papua, P. adeliae* und *P. antarctica*) sowie an der Drake-Küste von Fildes Peninsula (ausschließlich *P. antarctica*, mit Pfeilen markiert)

Zügelpinguine sind außerhalb des Untersuchungsgebietes auf den Nelson Island vorgelagerten Inseln auf der Drake-Seite weitaus häufiger: so wurde allein auf den Inseln zwischen Fildes Strait und (einschließlich) Withen Island, d. h. südwestlich des Untersuchungsgebietes, ein Bestand von mehr als 35.000 BP geschätzt (Peter et al., 1988a).

4.5.2. Südlicher Riesensturmvogel *(Macronectes giganteus)*

Der Gesamtbestand des zirkumpolar verbreiteten Südlichen Riesensturmvogels (Abb. 4.5.-6) ist in den letzten 25 Jahren auf etwa 30.000 BP zurückgegangen. Dieser Art, die nach den IUCN-Kriterien aktuell als „Near Threatened“ eingestuft werden musste und als besonders empfindlich gegenüber menschlichen Störungen angesehen wird, wurde bei den vorliegenden Untersuchungen besondere Beachtung zuteil (siehe Kap. 5.1. und Pfeiffer, 2005).



Abb. 4.5.-6: Südliche Riesensturmvögel (*Macronectes giganteus*) auf dem Nest (Foto: Peter)

Abbildung 4.5.-7 zeigt die Brutpaarzahlen in den drei Untersuchungsjahren. Als Vergleich wurden die Brutpaarzahlen aus der Saison 1984/85 (nach Peter et al., 1989), d. h. unmittelbar vor dem Bau der chinesischen und uruguayischen Stationen und der Intensivierung des Flugverkehrs dargestellt.

Insgesamt stieg die Brutpaarzahl zwischen 2003/04 bis 2005/06 von 297 über 327 auf 342 an. Dabei muss berücksichtigt werden, dass diese Daten in der Regel erst im Dezember ermittelt werden konnten, d. h. bis zu 2 Monate nach der Eiablage, so dass zu diesem Zeitpunkt schon erste Nester verlassen waren. Es wurde versucht, anhand des Zustandes des Nestes und vorhandener Eierschalenreste den Status des Nestes (besetzt oder alt) zu berücksichtigen.

Im Vergleich zu den Zahlen der 1980er Jahre (339 in der Saison 1984/85) ist die aktuelle BP-Zahl nahezu identisch, nachdem sie in den 1990er Jahren bis auf 50 % zurückgegangen war (Chupin, 1997).

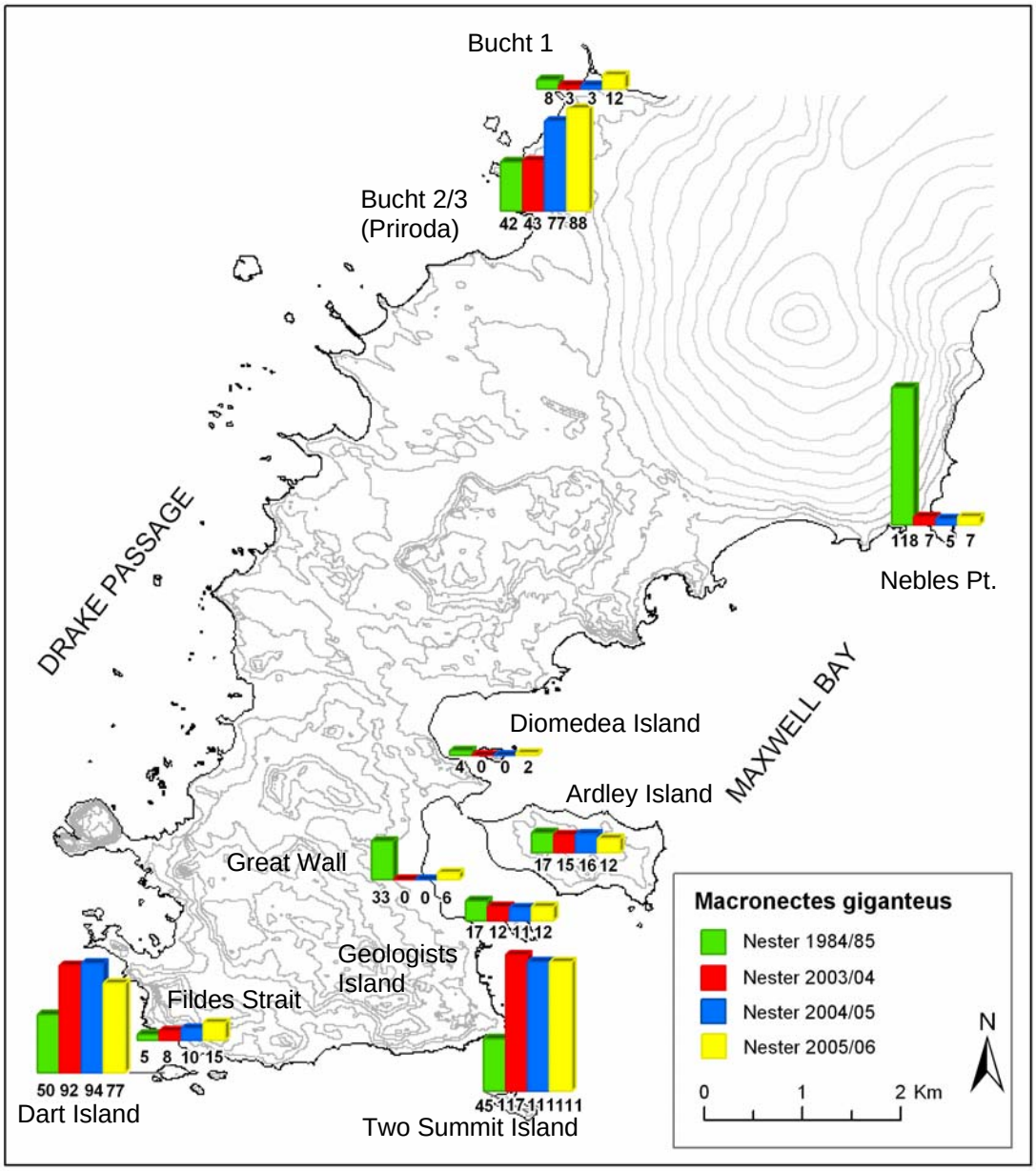


Abb. 4.5.-7: Brutpaarzahlen (besetzte Nester) des Südlichen Riesensturmvogels 1984/85 bzw. 2003/04, 2004/05 und 2005/06

Abbildung 4.5.-7 veranschaulicht die Verlagerung der Brutplätze von Nebles Point im äußersten Osten des Untersuchungsgebietes (statt 118 nun nur maximal 7 BP) und der

Umgebung der chinesischen Station Great Wall (statt 33 nur noch maximal 6) in den Bereich Dart Island (statt 50 nun maximal 94 BP) und Two Summit Island (statt 45 nun maximal 117 BP). Diese Verlagerung lässt sich auch durch eigene Ringwiederfunde von auf Nebles Point in den 1980er Jahren beringten Altvögeln belegen. Die Ursachen für das fast vollständige Verschwinden der Brutpaare im Bereich von Great Wall (teilweise im heutigen Stationsgelände gelegen) können durch intensiven Helikopter- und Besucherverkehr, insbesondere während der Bauphase der Station, erklärt werden, während der Rückgang auf Nebles Point parallel zur Stationierung eines Helikopters in der benachbarten Station Artigas Ende der 1980er Jahre erfolgte. Die aufgegebenen Brutplätze auf Nebles Point sind heute nur noch teilweise zur Besiedlung geeignet, da zahlreiche Nestmulden mit *Deschampsia antarctica* überwachsen und so die zum Nestbau notwendigen Steine nicht mehr erreichbar sind.

Die Brutpaarzahl kann aber nur als **ein** Kriterium für anthropogen verursachte Einflüsse herangezogen werden. Weiterhin entscheidend ist der Bruterfolg (in diesem Falle die Anzahl der Jungvögel im Februar in Relation zur Anzahl der zu Saisonbeginn vorhandenen Nester – vgl. Tab. 4.5.-2). Dieser ist nicht nur im Zusammenhang mit Besucheraktivitäten und dem Flugverkehr zu bewerten (siehe Kap. 4.6. & 4.2.16.), sondern auch abhängig von natürlichen Faktoren wie dem Prädationsdruck durch Skuas, der durch menschliche Störungen und dem temporären Verlassen des Nestes verstärkt werden kann, und dem Nahrungsangebot während der Brutzeit insgesamt. Zum letzten Punkt liegen keine eigenen Untersuchungen vor. So wird auch die Langleinenfischerei als eine wichtige Ursache für erhöhte Mortalität bei Riesensturmvögeln angesehen (Nel et al., 2002).

In Abbildung 4.5.-8 wird die Übersicht über den Bruterfolg in vier Untersuchungsjahren in verschiedenen Zonen des Gebietes dargestellt (Abb. 4.5.-8), der in den letzten drei Jahren niedriger als im Untersuchungszeitraum in den 1980er Jahren war. Auffällig ist die große Variabilität, nicht nur zwischen den Untersuchungsjahren, sondern auch zwischen den Gebieten. Besondere Ereignisse, wie extrem tief fliegende Flugzeuge außerhalb des normalen Einflugsektors zum Flugplatz, die die Vögel zum Auffliegen veranlassen (Abb. 4.5.-9) und tief fliegende Helikopter scheinen dabei eine besondere Rolle zu spielen, ohne dass sich allgemeine Tendenzen über den dargestellten Zeitraum abzeichnen.

Tab. 4.5.-2: Anzahl juveniler Riesensturmvögel im Nest im Februar 2004 bis 2006 in der Fildes Region (siehe auch Abb. 4.5.-7)

Region	**Zone**	**2004**	**2005**	**2006**
Bucht 1	N	1	3	3
Bucht 2/3 (Priroda)	N	37	19	15
Nebles Point	E	0	1	1
Diomedea Island	E	0	0	2
Ardley Island	E	3	2	9
Geologists Island	E	0	2	10
Great Wall	E	0	0	0
Two Summit Island	SE	46	60	86
Dart Island	S	17	5	23
Fildes Strait	S	6	7	11

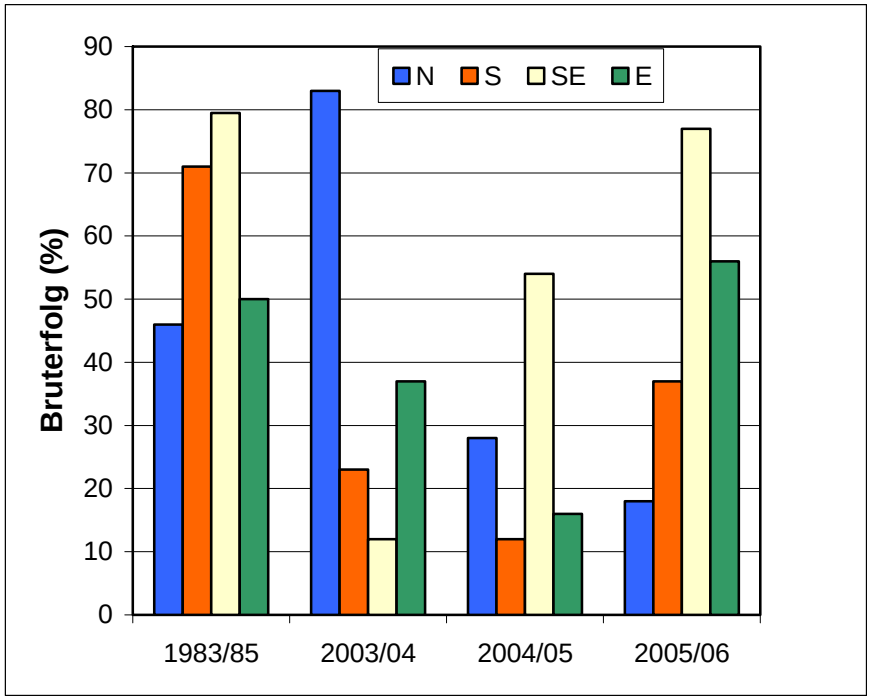


Abb. 4.5.-8: Bruterfolg des Südlichen Riesensturmvogels in den Jahren 2003/04, 2004/05 und 2005/06, bezogen auf die im Februar im Nest festgestellten Jungvögel, im Vergleich zu Daten aus den 1980er Jahren. Die Zonen N, S, SE und E beziehen sich auf die Angaben in Tab. 4.5.-2.



Abb. 4.5.-9: Durch niedrigen Hercules-Überflug ausgelöstes Auffliegen von Riesensturmvögeln im Bereich der Fildes Strait (Foto: Peter)

4.5.3. Kapsturmvogel *(Daption capense)*



Abb. 4.5.-10: Kapsturmvogel (*Daption capense*) auf dem Nest (Foto: Peter)

Kapsturmvögel (Abb. 4.5.-10) sind zirkumpolar verbreitet und gehören zu den häufigen Brutvögeln auf King George Island. Die Brutplätze dieser Kliffbrüter sind nicht immer

einsehbar; unterschiedliche Brutpaarzahlen und Negativnachweise einzelner Brutplätze in einzelnen Untersuchungsjahren können deshalb auch methodisch bedingt sein.
Die Gesamt-Brutpaarzahl wird auf mindestens 500 geschätzt; gezählt wurden in den drei Saisons zwischen 2003 und 2006 323, 437 bzw. 449 BP (Abb. 4.5.-11a bis c). Unberücksichtigt blieben dabei die Kolonien auf den entfernteren Inseln vor der Drake-Seite von Fildes Peninsula. Da am Flat Top, dem größten Brutplatz im Untersuchungsgebiet, die Brutplätze an der N-,W- und SW-Seite nur teilweise einsehbar und damit nur bedingt genau zählbar sind, ist hier die tatsächliche Brutpaarzahl als höher einzuschätzen. Ähnliches gilt auch für Heidelberg Island.
Wenn man alle verfügbaren Daten der letzten 25 Jahre betrachtet, scheint die Brutpaarzahl von maximal 300 in den 1980er Jahren (Peter et al., 1989) auf 1500 in den 1990er Jahren (Soave et al., 2000) gestiegen zu sein, um danach wiederum auf gegenwärtig mindestens 500 abzufallen. Die Ursachen können vielfältig sein, wobei aber direkte anthropogene Störungen aufgrund der Lage der Brutplätze eher unwahrscheinlich sind.

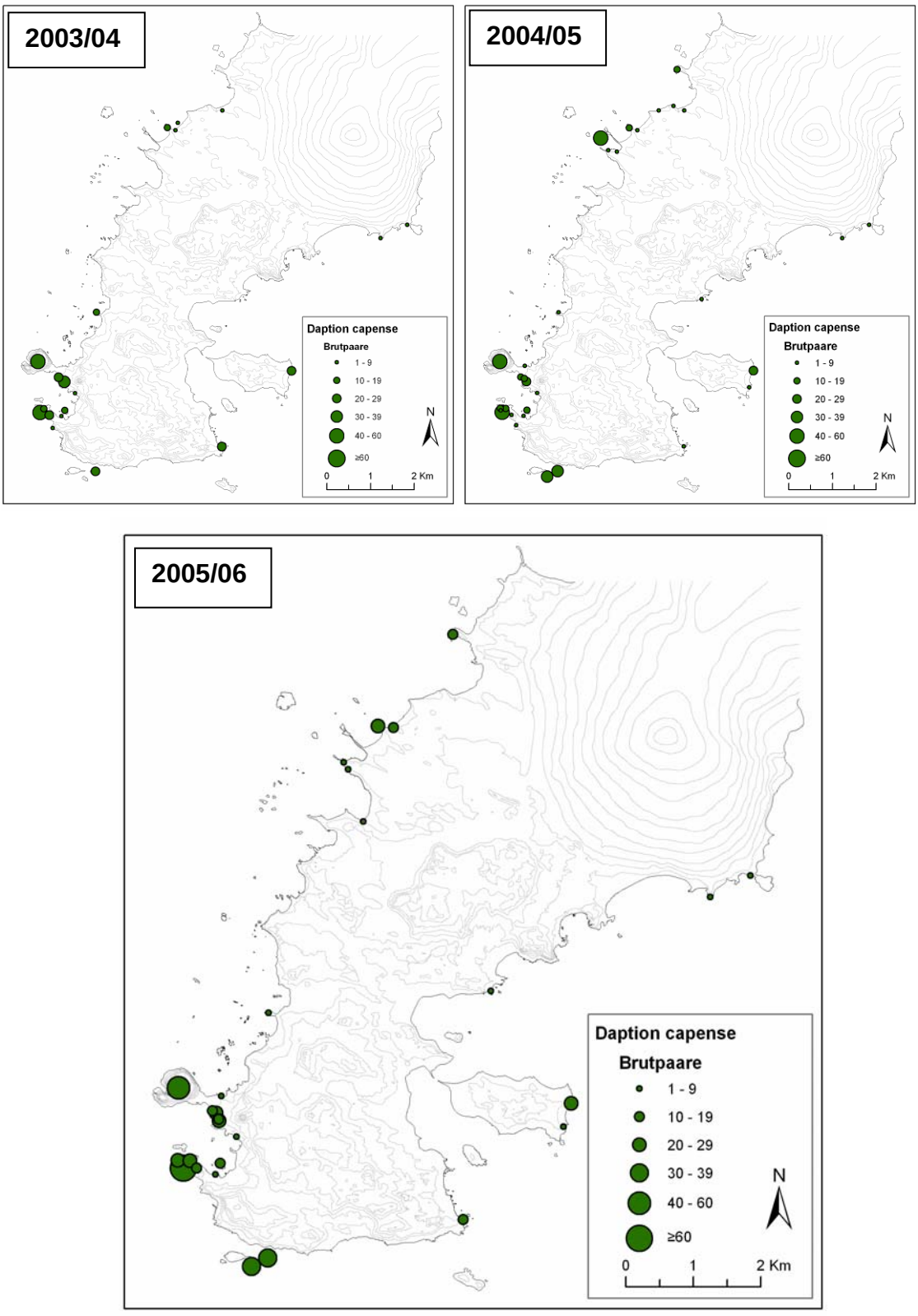


Abb. 4.5.-11a bis c: Lage und Größe der Brutkolonien des Kapsturmvogels in den Jahren 2003/04, 2004/05 und 2005/06

4.5.4. Sturmschwalben (*Oceanites oceanicus* und *Fregetta tropica*)

Durch systematische Kartierung von Sturmschwalbenbrutgebieten anhand deren nächtlicher Rufaktivität wurden insgesamt 235 aktuelle Brutgebiete der Buntfußsturmschwalbe (*Oceanites oceanicus*) und des Schwarzbauchmeerläufers (*Fregetta tropica*) ermittelt. Die erfassten Areale weisen z. T. eine sehr unterschiedliche Größe auf und verteilen sich mit Ausnahme einiger hinsichtlich geeigneter Bruthöhlen strukturarmer Gebiete auf die gesamte Fläche der Fildes Region (Abb. 4.5.-12).

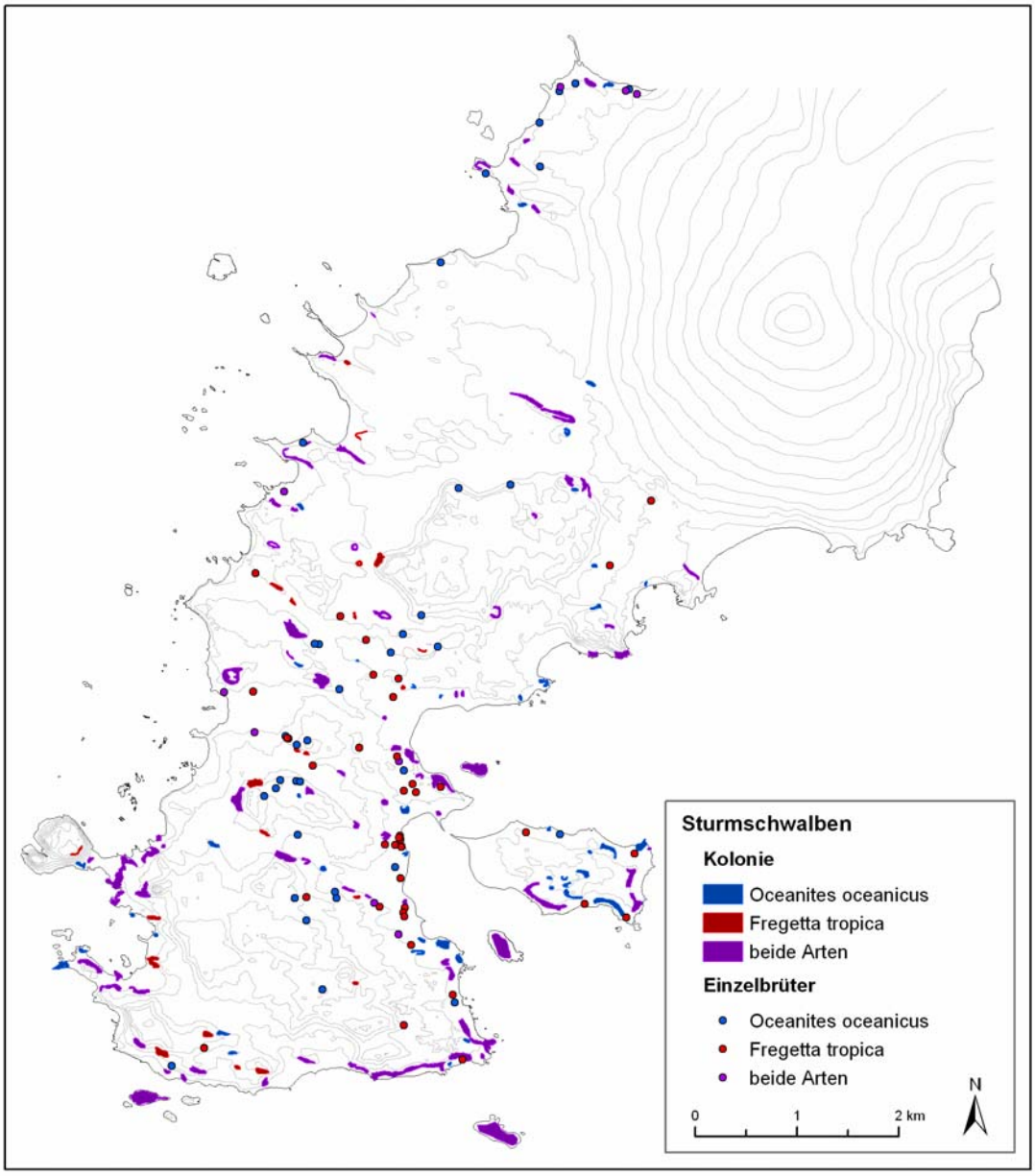


Abb. 4.5.-12: Verteilung der Brutgebiete von Buntfußsturmschwalbe (*Oceanites oceanicus*) und Schwarzbauchmeerläufer (*Fregetta tropica*) in der Fildes Region

Entsprechend dem Flächenumfang und deren Brutpaarzahlen wurden die Brutgebiete entweder als manuell kartiertes Polygon oder als GPS-vermessener Punkt erfasst. Daher stehen den 151 größeren Flächen 84 punktuell eingemessene Areale mit weniger als geschätzten 10 Brutpaaren gegenüber.
In der Mehrzahl der kartierten Brutgebiete (40 %) wurde eine Brutaktivität beider Sturmschwalbenarten verzeichnet, während in 36 % der Flächen ausschließlich *F. tropica* und in 24 % nur *O. oceanicus* erfasst wurden, obwohl letztere diejenige Art mit der deutlich höheren Abundanz ist (Tab. 4.5.-3). Eine mögliche Erklärung aufgrund eigener Erfahrungen hierfür ist, dass Rufe von *F. tropica* deutlicher und aus größerer Distanz hörbar sind, weshalb diese Art bei der Erfassung überrepräsentiert sein könnte. Aus diesem Grund sind die vorliegenden Kartierungsergebnisse nicht unmittelbar artspezifisch interpretierbar. Da beide Sturmschwalbenarten im Gebiet sympatrisch brüten und sehr ähnliche Anforderungen an ihr Bruthabitat stellen, kann die Brutaktivität einer Art auf ein gemeinsames Vorkommen beider Arten hinweisen. Die erwartungsgemäß höhere Abundanz von *O. oceanicus* im Gebiet wurde nachgewiesen, indem deutlich mehr Flächen mit höheren Brutpaarzahlen erfasst wurden (Tab. 4.5.-3).

Tab. 4.5.-3: Anzahl der nach geschätzter Brutpaarzahl unterschiedenen Brutgebiete von Buntfußsturmschwalbe (*O. oceanicus*) und Schwarzbauchmeerläufer (*F. tropica*)

Geschätzte Brutpaarzahl in den erfassten Flächen	***O. oceanicus***	***F. tropica***
0	57	84
<10	119	117
10 - 100	54	34
>100	6	0
Schätzung Brutbestand Fildes Region	3.500 – 5.000	500 – 1.000

Anhand der ergänzend zur nächtlichen Kartierung herangezogenen, tagsüber gewonnenen Brutnachweise konnte gezeigt werden, dass die gewählte Methode der akustischen Lokalisierung eine verhältnismäßig hohe Genauigkeit aufweist. Lediglich knapp 8 % der registrierten Areale wurden tagsüber erfasst. Dabei handelte es sich stets um sehr kleinflächige bzw. nur von einzelnen Brutpaaren genutzte Stellen. Deshalb kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne kleinere Brutplätze gar nicht erfasst

wurden, wenn aus verschiedenen Gründen zum Zeitpunkt der Kartierung keine Rufaktivität zu verzeichnen war bzw. sonstige Hinweise auf Nutzung als Bruthabitat fehlten.
In der Vergangenheit wurden verschiedene Untersuchungen an Sturmschwalben im Gebiet durchgeführt (Bannasch & Odening, 1981; Roby et al., 1986; Peter et al., 1988a; Lange & Naumann, 1989; Nadler & Mix, 1989; Soave et al., 2000; Calvar & Fontana, 2001). Bei diesen, meist lokal eng begrenzten Studien, die zudem teilweise mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt worden sind, ist die Brutpaarzahl der beiden Arten vermutlich stets deutlich unterschätzt worden. Die vorliegende Arbeit stellt die erste umfassende und flächendeckende Erfassung dieser Arten auf der Fildes Peninsula und Ardley Island mit Brutbestandsschätzung dar.

4.5.5. Weißgesicht-Scheidenschnabel (*Chionis alba*)



Abb. 4.5.-13: Weißgesicht-Scheidenschnabel *(Chionis alba)* (Foto: Peter)

Scheidenschnäbel (Abb. 4.5.-13) sind regelmäßige Brutvögel im Bereich der Maritimen Antarktis. Sie brüten bevorzugt im Küstenbereich am Rande von Pinguinkolonien, seltener in der Nähe anderer Koloniebrüter. In der Brutzeit ernähren sie sich von Eiern und toten Küken vor allem der Pinguine, daneben von angespülten marinen Evertebraten und Algen. Aas spielt dabei ebenfalls eine große Rolle, auch die Nachgeburten von Robben werden zu Beginn der Saison genutzt. Im Winter verlassen sie normalerweise das Gebiet und überwintern auf den Falkland-Inseln und an den Küsten Südamerikas. Antarktisforschungsstationen bieten Scheidenschnäbeln auch im

Winter Nahrung (siehe Kap. 4.2.4. & 5.2.), so dass die Zahl der im Gebiet verbleibenden Individuen ansteigt, begünstigt außerdem durch das häufigere Auftreten von milden Wintern. Im April/Mai und September/Oktober ziehen zahlreiche Vögel durch das Gebiet, bis zu 129 gezählte Individuen am selben Tag (Peter et al., 1988b; Peter et al., 1989). Im Sommer dagegen ist ihre Zahl weitaus geringer. In den letzten drei Jahren hielten sich selten mehr als 10 Altvögel im Untersuchungsgebiet auf.
In der Fildes Region sind die Brutplätze der Scheidenschnäbel auf die Südwest-Spitze der Fildes-Halbinsel (Exotic Point und südöstlich davon) begrenzt (Abb. 4.5.-14), wobei die Brutpaarzahl in den Jahren 2003/04 und 2004/05 nur ein bzw. drei betrug. In diesem Bereich konnte 2005/06 keine Brut nachgewiesen werden, vermutlich ist das im Zusammenhang mit dem Erlöschen der benachbarten Zügelpinguin-Kolonie zu sehen. Das regelmäßige Auftreten im Bereich der Buchten 11/12 (siehe Kap. 3.4.2.) und insbesondere auf den außerhalb des Untersuchungsgebietes liegend nicht erreichbaren Inseln lässt vermuten, dass dort weitere Bruten stattfinden. Da die Nester in Felsspalten oder zwischen Steinen angelegt werden, ist ein Nachweis einer Brut auf größere Distanz kaum möglich. Bemerkenswert ist das Fehlen von Scheidenschnäbeln als Brutvögel in den Pinguinkolonien auf Ardley Island Die Kolonien werden insbesondere von Skuas genutzt, die Scheidenschnäbel als Nahrungskonkurrenten offenbar vertreiben.

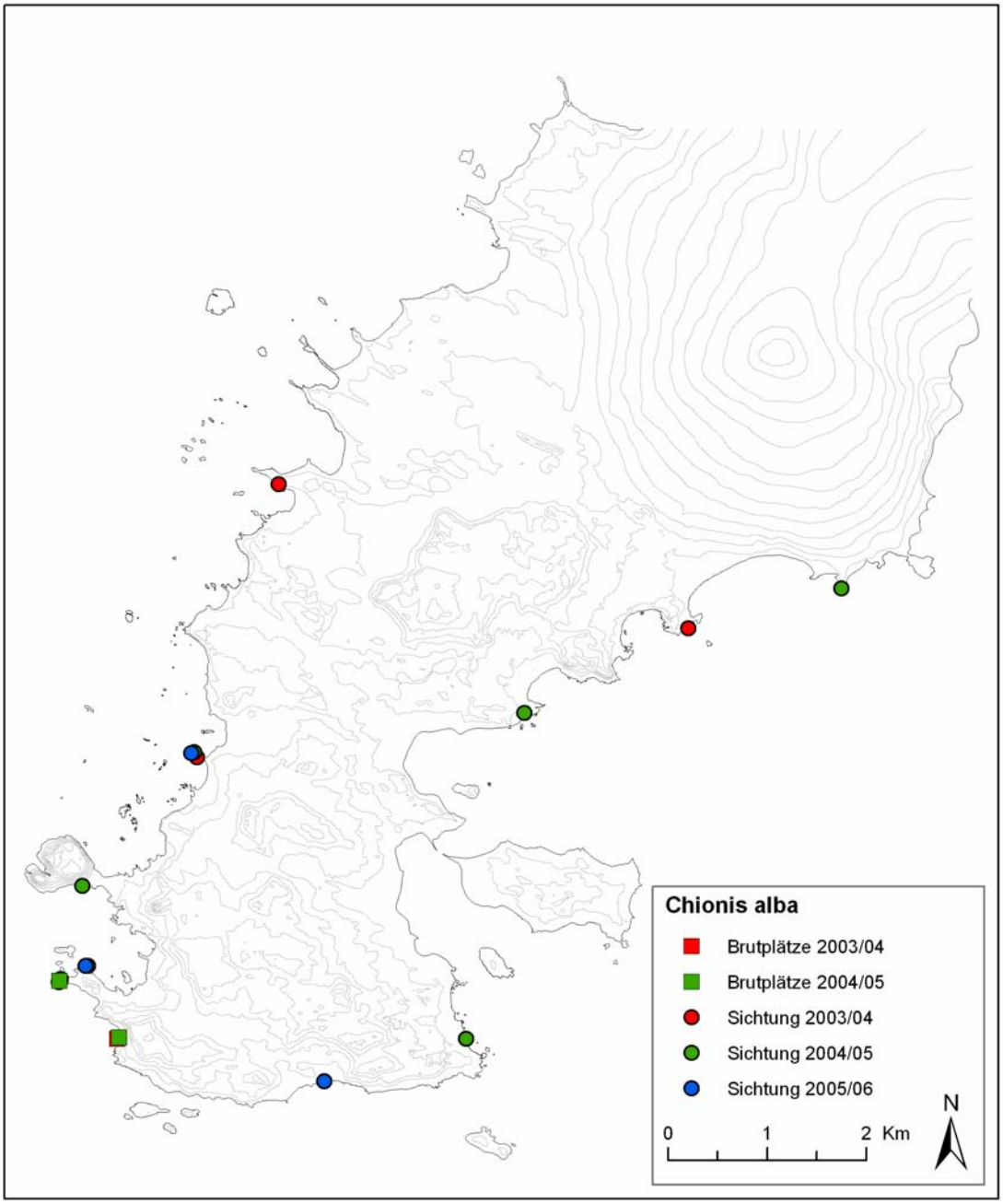


Abb. 4.5.-14: Bekannte Brutplätze und Sichtbeobachtungen von *Chionis alba* in den Sommern 2003/04 bis 2005/06

4.5.6. Skuas (*Catharacta* spec.)




Abb. 4.5.-15a & b: Braune Skua (*Catharacta a. lonnbergi*, links) und Südpolarskua (*Catharacta maccormicki*, rechts; Fotos:Peter)

In der Saison 2003/04 wurden 31 Paare Braune Skuas *(Catharacta antarctica lonnbergi)*, 132 Paare Südpolarskuas *(Catharacta maccormicki)* und 9 Mischpaare *(C. a. lonnbergi x C. maccormicki)* in der Fildes Region kartiert (Abb. 4.5.-15a & b). Im Vergleich zu den Vorjahren war insbesondere bei den Braunen Skuas und den Mischpaaren eine deutliche Reduktion der Brutpaarzahl festzustellen (Abb. 4.5.-16 & 17a bis d). Eine Ursache dafür war die extreme Schneelage in der Saison 2003/04 bis zum Januar 2004, die ein Brüten zahlreicher Paare auf Fildes verhinderte. In den beiden Folgejahren erreichte die Brutpaarzahl der Skuas mit ca. 350 BP insgesamt ihr Maximum innerhalb der letzten 25 Jahre (vgl. auch Peter et al.1990). Die steigende Tendenz ist dabei insbesondere auf eine Zunahme der Südpolarskuas zurückzuführen; 2005/06 brüteten 232 Paare (persönl. Mitteilg. M. Ritz) im Gebiet. Man kann in diesem Zusammenhang erwarten, dass sich die Veränderungen in der Eisbedeckung und Meeresoberflächentemperatur, bedingt durch den rapiden Klimawandel, über die Veränderungen im marinen Nahrungsnetz nicht nur auf den Bruterfolg (Hahn et al., 2007), sondern auch auf die Brutpaarzahlen in der Zukunft auswirken werden. Braune Skuas ernähren sich überwiegend von terrestrischer Nahrung, d. h. insbesondere von Vögeln und toten Robben. Daneben spielen auf der Fildes Peninsula aufgrund der hohen Stationsdichte auch anthropogene Nahrungsquellen eine Rolle (siehe Kap. 4.2.4. & 5.2.; Peter et al., 1988c; Peter 1995), die nicht nur die Gefahr der Einschleppung von Krankheiten wie der Geflügelcholera mit sich bringen, sondern auch durch Skua-

untypisches Futter die Nestlingsentwicklung negativ beeinflussen können (Peter et al., 2002 a, b).

In der Saison 2005/06 wurde der Gesamtbruterfolg der beiden Skuaarten (Braune Skua: 0,51 juv/BP; Südpolarskua: 0,71 juv/BP) mit denen in der Nähe der Stationen und in häufig besuchten Gebieten brütenden Paaren verglichen. Diese unterschieden sich nicht signifikant voneinander, wobei die Stichprobengrößen für stationsnahe Skuas und häufig besuchte Skuanester gering sind (persönl. Mitteilg. M. Ritz).

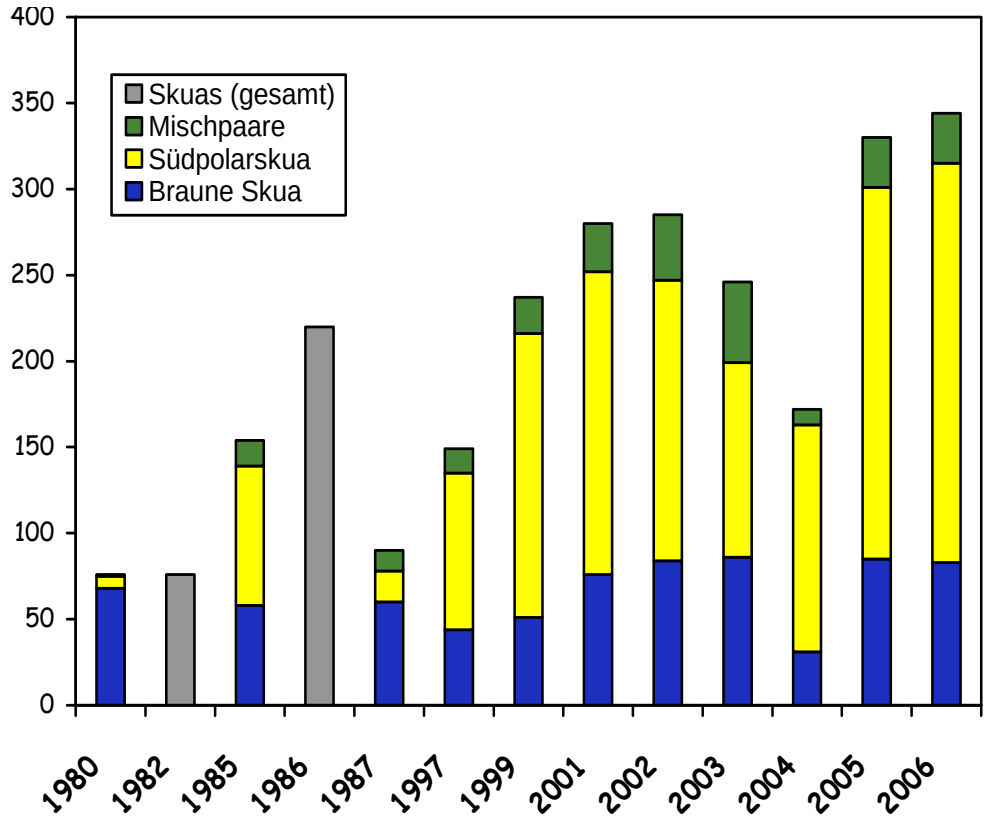


Abb. 4.5.-16: Skuabrutpaarzahlen in der Fildes Region in den Jahren 1980/81 bis 2005/06



Abb. 4.5.-17a bis d: Verteilung der Skuanester in der Fildes Region in vier Untersuchungsjahren

4.5.7. Dominikanermöwe *(Larus dominicanus)*



Abb. 4.5.-18: Dominikanermöwe *(Larus dominicanus)* (Foto: Peter)

Dominikanermöwen sind auf der Südhalbkugel auf allen Kontinenten verbreitet (Abb. 4.5.-18). In der Antarktis brüten sie im Bereich der Antarktischen Halbinsel sowie auf den maritim-antarktischen und subantarktischen Inseln. Sie bevorzugen Küstenbereiche zur Brut.
Die Kartierung dieser relativ früh brütenden Art wurde in der Saison 2003/04 erheblich erschwert, da aufgrund der großen Schneemengen im Dezember Bereiche der Küste nicht erreichbar und damit nicht zählbar waren (Abb. 4.5.-19a bis c). Die Daten der Saison 2003/04 sind deshalb nicht vollständig. Insgesamt wurden 2004/05 142 besetzte Nester oder Paare gezählt, der Gesamtbestand lag in dieser Saison nur unwesentlich über 150 BP, im darauf folgenden Sommer 2005/06 niedriger bei 120 gezählten Paaren bzw. Nestern. Im Vergleich zu den Daten der Vorjahre ist der Bestand dieser Art als stabil einzuschätzen.

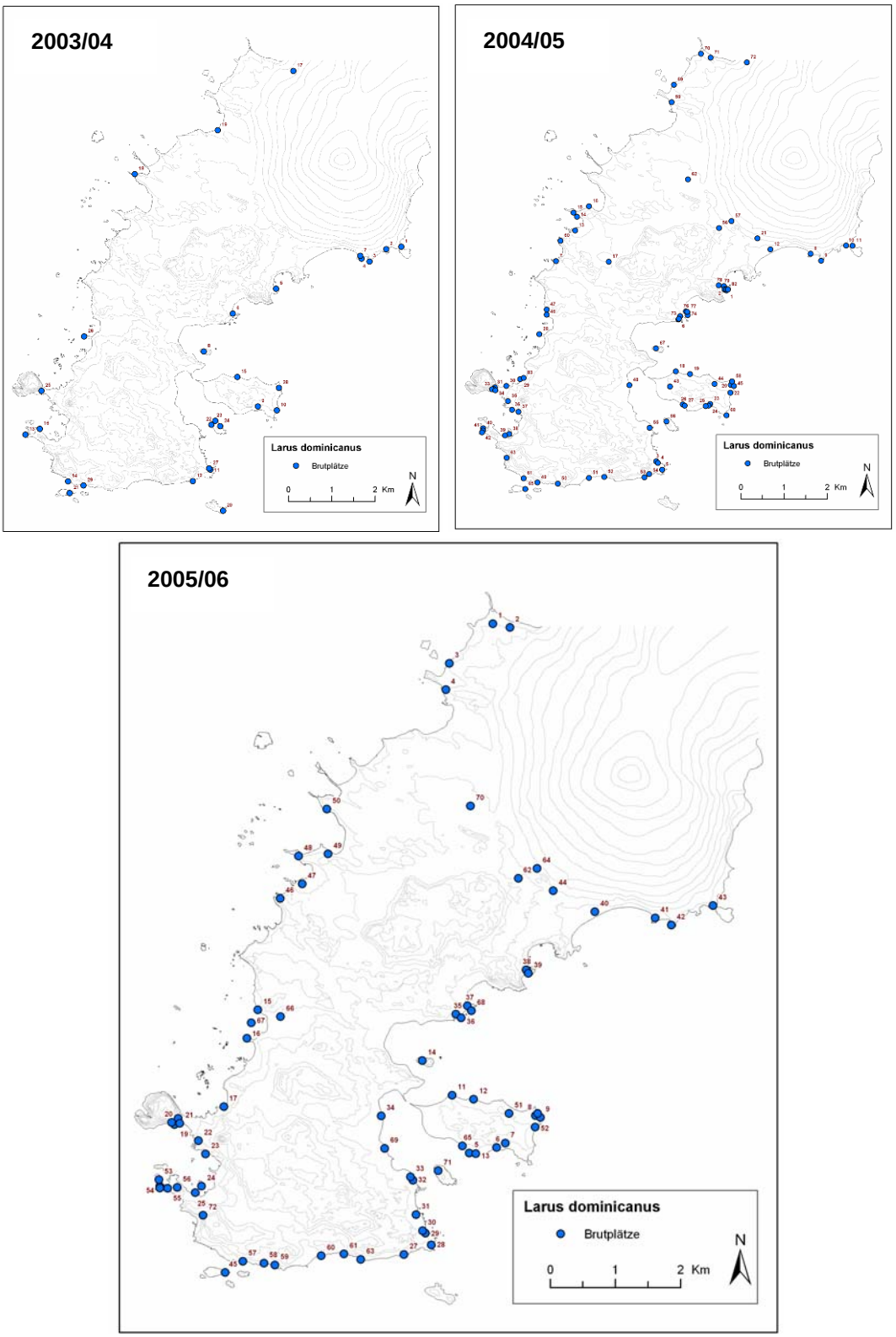


Abb. 4.5.-19a bis c: Kolonien und Einzelnester der Dominikanermöwe in den Sommern 2003/04, 2004/05 und 2005/06

In den 1980er Jahren wurde von den in der Station Bellingshausen arbeitenden Biologen die Zahl der Brutpaare auf Fildes Peninsula und Ardley Island mit minimal 62 bis maximal 180 (1984/85) angegeben (Peter et al., 1988a). Für die zweite Hälfte der 1990er Jahre liegen für Fildes Peninsula nur die Daten von Soave et al. (2000) aus dem Jahr 1995/96 (136 BP) und von Welcker (2000) für die Jahre 1998/99 (146 BP) und 1999/2000 (153 BP) vor.
Bemerkenswert ist, dass erst in den letzten 10 Jahren auch Inlandbrutplätze gefunden wurden, während in den 1980er Jahren nahezu ausschließlich küstennahe Bereiche zur Brut ausgewählt wurden.

4.5.8. Antarktisseeschwalbe *(Sterna vittata)*



Abb. 4.5.-20: Antarktisseeschwalbe *(Sterna vittata)* (Foto: Peter)

Die im Gebiet vorkommende Antarktisseeschwalbe (Abb. 4.5.-20) brütet von Oktober bis März. In Abhängigkeit von der Schneelage und dem Bruterfolg währen der Brutsaison werden im Verlaufe des Sommers verschiedene Brutplätze genutzt. Auch wenn aufgrund der teilweisen Unerreichbarkeit nicht alle Brutplätze kartiert werden konnten, zeigt sich dieser Trend zum Brutplatzwechsel z. B. anhand des Vergleichs der Daten der Saison 2003/04 mit 2004/05 (Abb. 4.5.-21a bis d). Insgesamt betrug der Brutbestand in Saison 2003/04 im Gebiet weniger als 100 Paare, während es in der Saison 2000/01 mehr als 200 BP waren (Abb. 4.5.-21a bis d). Im Unterschied zum schneereichen Sommer 2003/04 stieg die Brutpaarzahl auf Fildes Peninsula und Ardley Island im Sommer 2004/05 auf etwa 700 BP und betrug im Sommer 2005/06 ca. 400 - 450 BP (Abb. 4.5.-21a bis d).
In den letzten 26 Jahren lagen die jährlichen Maximalzahlen für Fildes Peninsula (einschließlich Nebles Point) und Ardley Island bei nahezu 900 BP im Sommer 1984/85

(Peter et al., 1988a; Kaiser et al. 1988a), während 1986/87, vergleichbar mit 2003/04, nur 170 BP gezählt wurden (Mönke & Bick, 1988).
Vergleicht man die Verteilung der Brutplätze im Untersuchungsgebiet über einen größeren Zeitraum, dann fällt auf, dass die Kolonie am östlichsten Zipfel von Nebles Point, 1984/85 ca. 300 BP auf kleinstem Raum, nicht mehr existiert (Kaiser 1995). Das trifft teilweise auch auf die Kolonie am Horatio Stump zu, die nicht mehr in jedem Jahr besetzt ist.

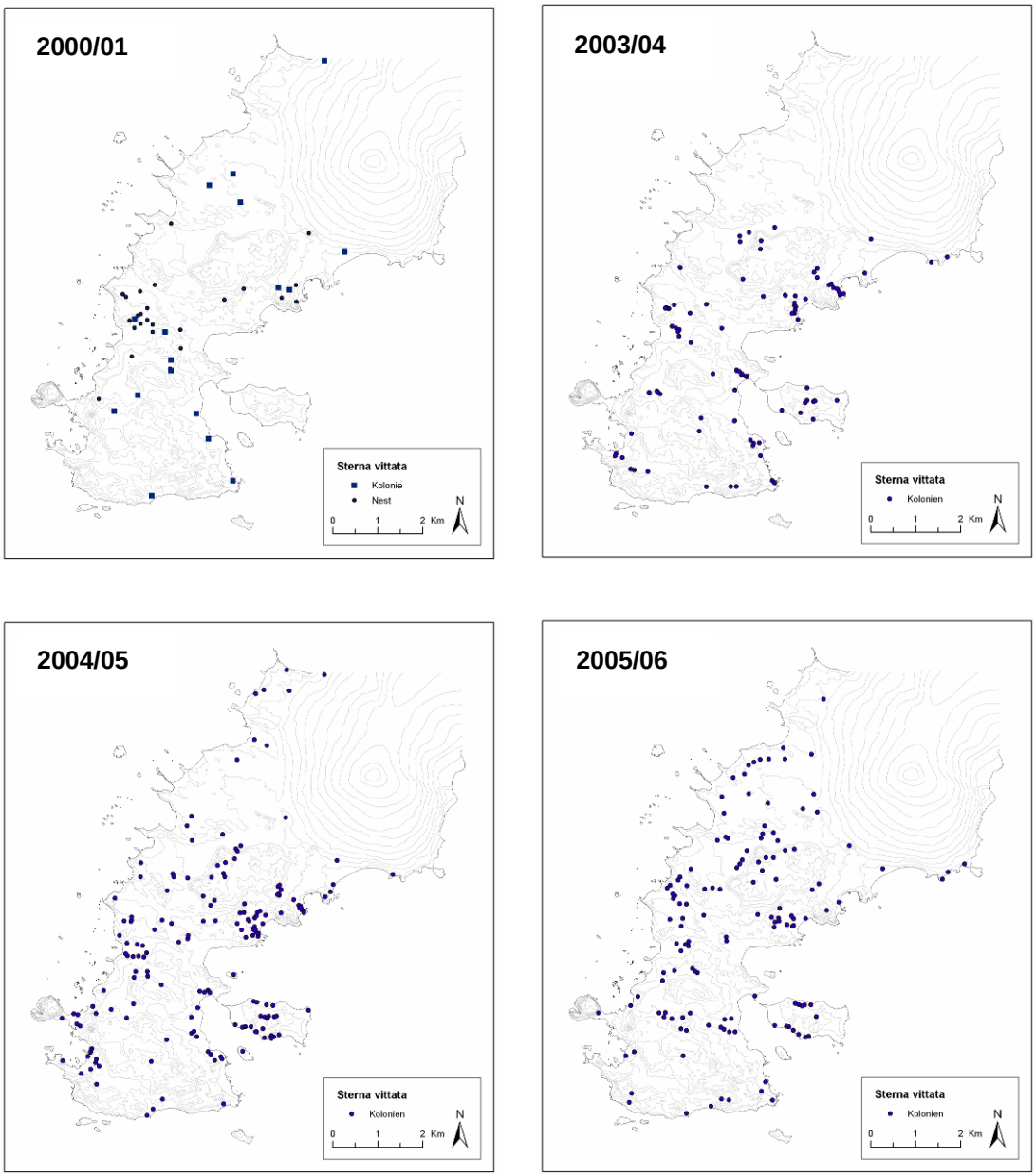


Abb. 4.5.-21a bis d: Brutplätze der Antarktisseeschwalbe in den Sommern 2000/01 – 2005/06

Als stabil erwiesen sich die Kolonien im Bereich nördlich der Landebahn. In diesem Gebiet werden Brutplätze insbesondere in der Umgebung der Seen und temporären Fließgewässer genutzt. Inwieweit diese Brutgebiete auch heute noch durch Flugverkehr und Besucheraktivitäten beeinflusst werden, wie in den 1980er Jahren anhand von detaillierten Untersuchungen zum Bruterfolg nachgewiesen werden konnte (Peter et al., 1989), kann nicht belegt werden. Anthropogene Störungen, die ein temporäres Verlassen von Nestern oder sogar Kolonien zur Folge hat, verursachen eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Eier oder Küken durch Skuas oder Dominikanermöwen erbeutet werden. Um den Störeffekt auf diese sehr empfindliche Art gering zu halten, wurde auf eine erneute detaillierte Untersuchung des Bruterfolgs verzichtet.

4.5.9. Potenzielle Brutvögel, Gastvögel und Durchzügler

Die Blauaugenscharbe (*Phalacrocorax atriceps*, Abb. 4.5.-22) als potenzieller Brutvogel auf den vorgelagerten, kleinen Inseln wurde regelmäßig im Gebiet als Nichtbrüter mit bis zu 14 Individuen an einer Stelle beobachtet (Abb. 4.5.-29 bis 31). Ein Brüten konnte auch aufgrund der Nichterreichbarkeit der Inseln im Untersuchungszeitraum nicht nachgewiesen werden. Für diese Art gibt es im Bereich der Maxwell Bay Brutnachweise u. a. für Potter Peninsula, Barton Peninsula und Duthoit Point. Für die Fildes Region liegen nur aus zwei Jahren (1979/80 und 1986/87) Nestfunde auf Ardley Island bzw. einer vorgelagerten Insel (Bannasch & Odening, 1981; Mönke & Bick, 1988) vor. Außerdem äußerten Peter et al. (1988a) Brutverdacht für eine Insel auf der Drake-Seite von Fildes Peninsula im Jahr 1983/84.



Abb. 4.5.-22: Blauaugenscharbe (*Phalachrocorax atriceps*), ein seltener Brutvogel im Untersuchungsgebiet (Foto: Peter)

Alle anderen in der Tab. 4.5.-5 aufgeführten Arten sind regelmäßige oder seltene Gastvögel im Gebiet (Abb. 4.5.-29 bis 31, die die Angaben für alle weiteren Arten zusammenfassen).
Hervorzuheben sind die Beobachtungen von einzelnen Individuen von Königspinguinen *(Aptenodytes patagonicus)*, z. B. am 31.12.2004 (tot gefunden am 08.01.2005) und am 16.02.2006, einer Art, die in den Vorjahren nur selten zu beobachten war: 03.-17.02.1988 (Lange & Naumann, 1989a), 1989/90 (Erfurt & Grimm, 1990) bzw. am 28.12.2000 an der Nordwestküste von Fildes Peninsula (Quellmalz et al., 2001).
Aus dem Untersuchungszeitraum liegen außerdem Beobachtungen von je einem subadulten Kaiserpinguin *(Aptenodytes forsteri)* am 06.01.2004 und am 22.02.2004 sowie am 11.01.2006 bis mindestens 26.01.2006 vor. Kaiserpinguine, sowohl Immature als auch Adulte, werden nahezu jährlich beobachtet (z. B. Mönke & Bick, 1988; Peter et al., 1988a; Lange & Naumann, 1989a; Erfurt & Grimm, 1990; Quellmalz et al., 2001), obwohl die nächsten bekannten Brutplätze im Bereich der Antarktischen Halbinsel mehrere hundert Kilometer entfernt sind (Coria & Montalti, 2000).
Als weitere Pinguinart wurden einzelne Goldschopfpinguine (*Eudyptes chrysolophus*) vom 16.02.2005 bis mindestens 25.02.2005 und im darauf folgenden Sommer am 13.12.2005 beobachtet (Abb. 4.5.-24). Diese Art wurde in den vergangenen Jahren regelmäßig insbesondere in der Pinguinkolonie auf Ardley Island registriert. Entweder handelte es sich dabei um mausernde Vögel oder um potenzielle Brutvögel, die als Einzelvögel Nester bauten (Mönke & Bick, 1988; Peter et al., 1988a; Lange & Naumann, 1989; Erfurt & Grimm, 1990).



Abb. 4.5.-23: Immaturer Kaiserpinguin (*Aptenodytes forsteri*) als Gast im Untersuchungsgebiet (Foto: Peter)



Abb. 4.5.-24: Mausernder Goldschopfpinguin (*Eudyptes chrysolophus*) (Foto: Büßer)

Ferner gelangen mehrmals Beobachtungen von Küstenseeschwalben (*Sterna paradisea*): am 22.12.2003: 2 Individuen, 25. & 28.12.2004: jeweils ein Individuum, 14.12.2005: 28 Ind. und 23.12.2005: 35 Individuen.



Abb. 4.5.-25: Silbersturmvogel *(Fulmarus glacialoides)* (Foto: Station Bellingshausen)

Vom November 2004 bis Januar 2005 hielt sich ein Trupp von acht Weißbürzelstrandläufern (*Calidris fuscicollis*) an der Nordküste von Ardley Island auf (Abb. 4.5.-26). Diese Art wurde auch schon in den 1980er Jahren mehrfach beobachtet (z. B. Rauschert et al., 1987; Nadler & Mix, 1989).



Abb. 4.5.-26: Weißbürzelstrandläufer (*Calidris fuscicollis*, Foto: Peter)

Besonders bemerkenswert ist die Beobachtung von drei Rußalbatrossen *(Phoebetria palpebrata)*, die im Januar 2005 teilweise im Synchronflug (Balz!) und am Flat Top sitzend beobachtet werden konnten. Diese Beobachtung ist nicht die erste dieser Art am Flat Top; sie ist insbesondere bemerkenswert, da King George Island weitab vom nächsten bekannten Brutplatz (South Georgia) liegt.
Silbersturmvogel *(Fulmarus glacialoides,* Abb. 4.5.-25), Schneesturmvogel *(Pagodroma nivea*, Abb. 4.5.-27*)* und Antarktissturmvögel (*Thalassoica antarctica*) halten sich außerhalb der Brutzeit selten im Gebiet auf bzw. können regelmäßig durchziehend beobachtet werden. Für die beiden erstgenannten Arten liegen Fotobelege der Überwinterungsmannschaft der Station Bellingshausen aus den Jahren 2004 und 2006 sowie Totfunde aus den darauf folgenden Sommermonaten vor.
Vermehrt werden als Irrgäste tote Kuhreiher *(Bubulcus ibis*, Abb. 4.5.-28*)* registriert, im Untersuchungszeitraum maximal 10 im Sommer 2004/05, die aufgrund des Fehlens geeigneter Nahrung alle verhungert gefunden worden sind. Erste Beobachtungen aus dem Bereich der Südshetlands stammen schon aus den 1970er und 1980er Jahren (Peter et al. 1988a; Kaiser et al., 1988b).

Weitere auch in den Vorjahren nachgewiesene Vogelarten sind der Gesamtübersicht in Tab. 4.5.-5 zu entnehmen. Die Verteilung aller Brutvogelarten über die Fildes Region in der Saison 2005/06 ist in Abb. 4.5.-32 dargestellt. Hierbei wird deutlich, dass besonders die Küsten mit Schwerpunkt Ardley Island Seevogelkonzentrationen aufweisen, während die höhergelegenen Bereiche im Norden und Süden sowie teilweise auch die Nordwestplattform durch eine geringere Brutpaardichte gekennzeichnet sind.



Abb. 4.5.-27: Schneesturmvogel (*Pagodroma nivea*, Foto: Fröhlich)



Abb. 4.5.-28: Kuhreiher (*Bubulcus ibis*, Foto: Büßer)

Tab. 4.5.-4: Gesamtliste der in der Fildes Region bisher nachgewiesenen Vogelarten (vgl. auch Rauschert et al. 1987, Peter et al. 1988, Nadler & Mix 1989, Lange & Naumann 1989)

Familie	**Art**	**Status**
Spheniscidae	*Aptenodytes forsteri*	Gast
	Aptenodytes patagonicus	Gast (Mauser)
	Eudyptes chrysolophus	Gast (Mauser)
	Pygoscelis adeliae	Brutvogel
	Pygoscelis antarctica	Brutvogel
	Pygoscelis papua	Brutvogel
Diomedeidae	*Diomedea exulans*	Gast
	Diomedea melanophris	Gast
	Phoebetria palpebrata	regelmäßiger Gast
Procellariidae	*Daption capense*	Brutvogel
	Fulmarius glacialoides	Gast / Durchzügler
	Pterodroma mollis	Gast
	Halobaena caerulea	Gast
	Macronectes giganteus	Brutvogel
	Pagodroma nivea	Gast / Durchzügler
	Pachyptyla desolata	Gast
	Thalassoica antarctica	Durchzügler
Hydrobatidae	*Fregetta tropica*	Brutvogel
	Oceanites oceanicus	Brutvogel
Anatidae	*Cygnus melancoryphus*	Irrgast
	Anas georgica	Irrgast
Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Gast / Durchzügler
	Calidris melanotos	Irrgast
Chionididae	*Chionis alba*	Brutvogel
Stercorariidae	*Catharacta maccormicki*	Brutvogel
	Catharacta antarctica lonnbergi	Brutvogel
	Catharacta chilensis	Gastvogel
	Stercorarius pomarinus	Gastvogel
Laridae	*Larus dominicanus*	Brutvogel
Sternidae	*Sterna vittata*	Brutvogel
	Sterna paradisaea	Gast
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax atriceps*	Brutvogel/Gast

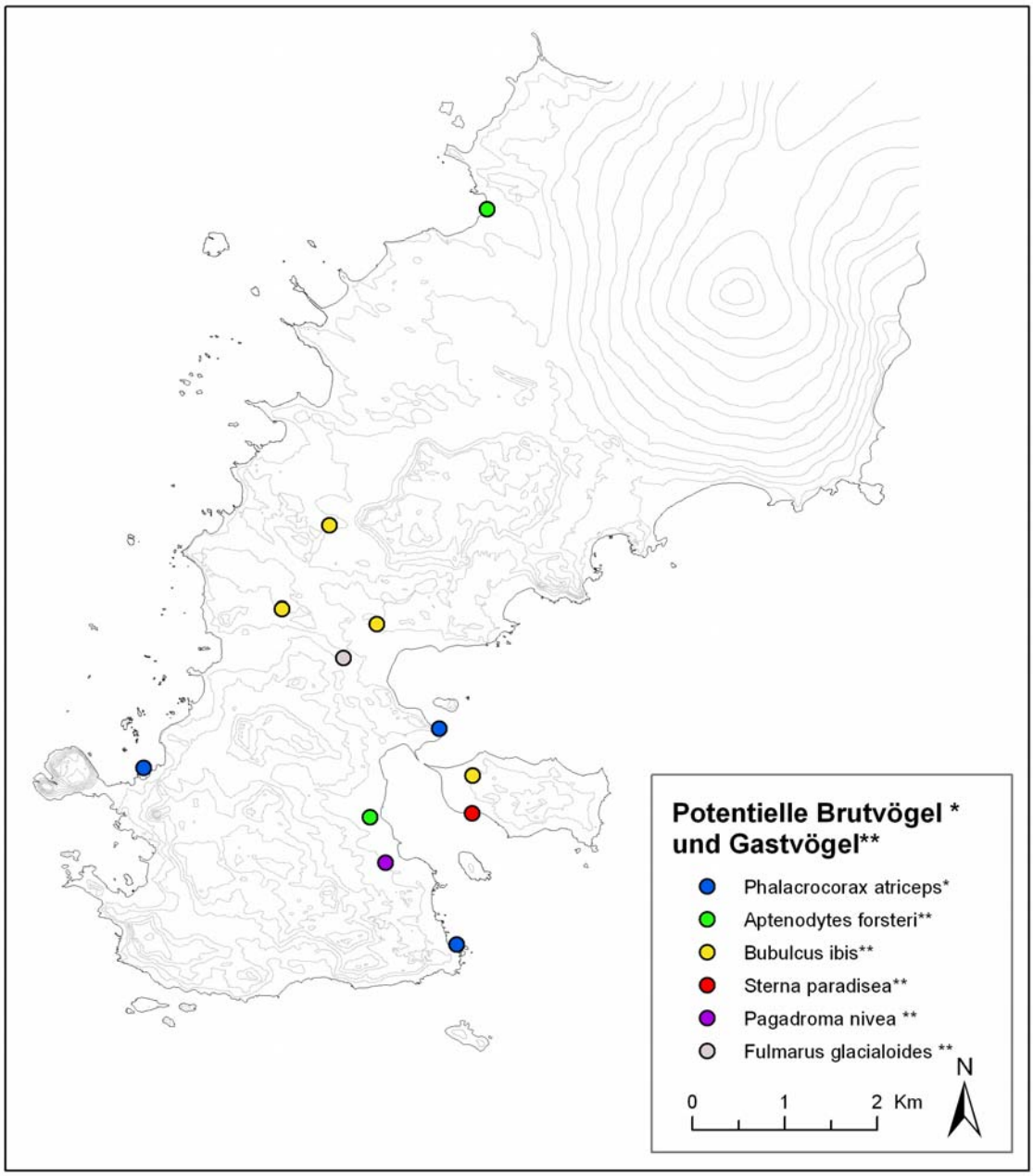


Abb. 4.5.-29: Beobachtungen potenzieller Brutvögel und Gastvögel in der Saison 2003/04

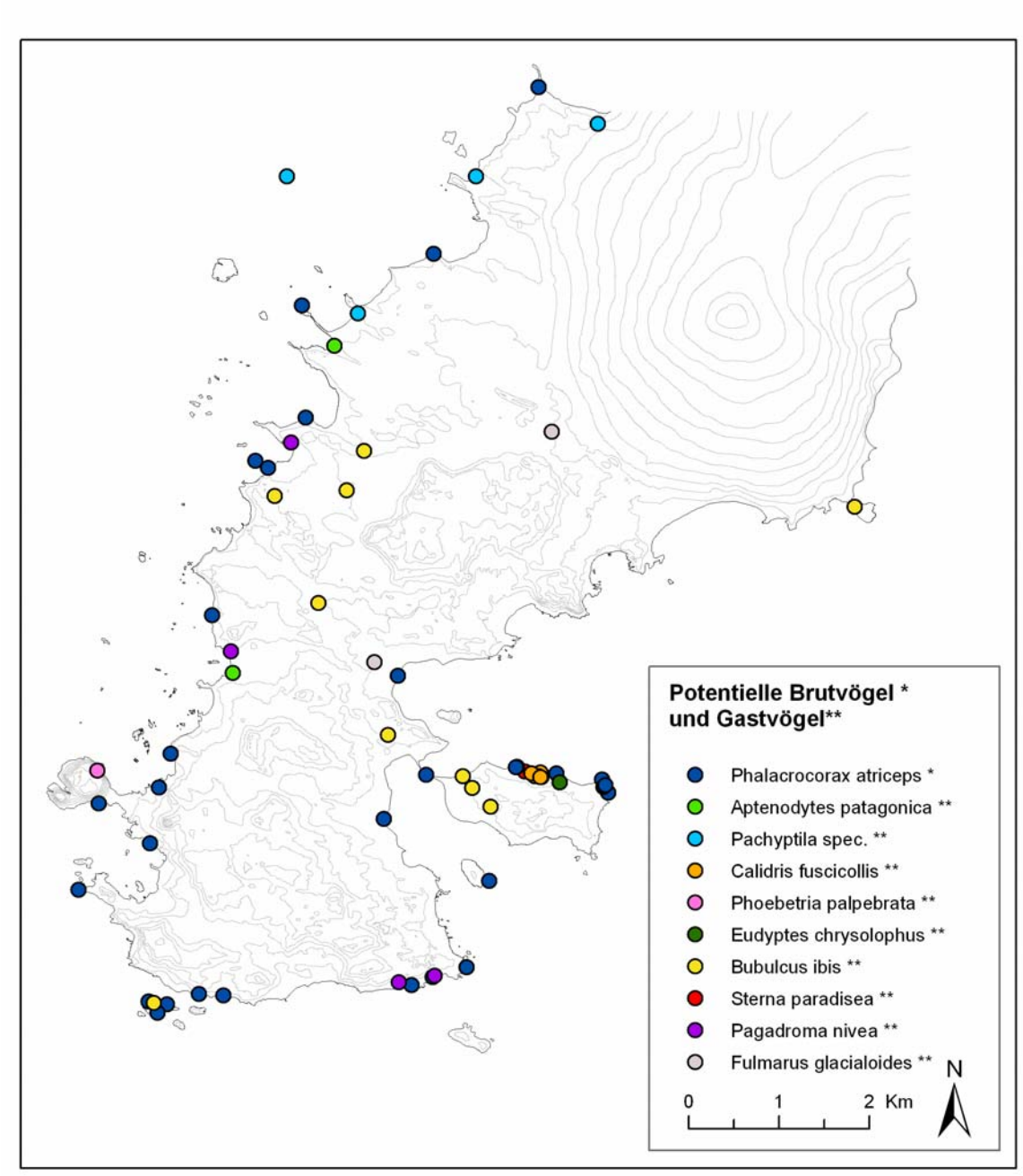


Abb. 4.5.-30: Beobachtungen potenzieller Brutvögel und Gastvögel in der Saison 2004/05

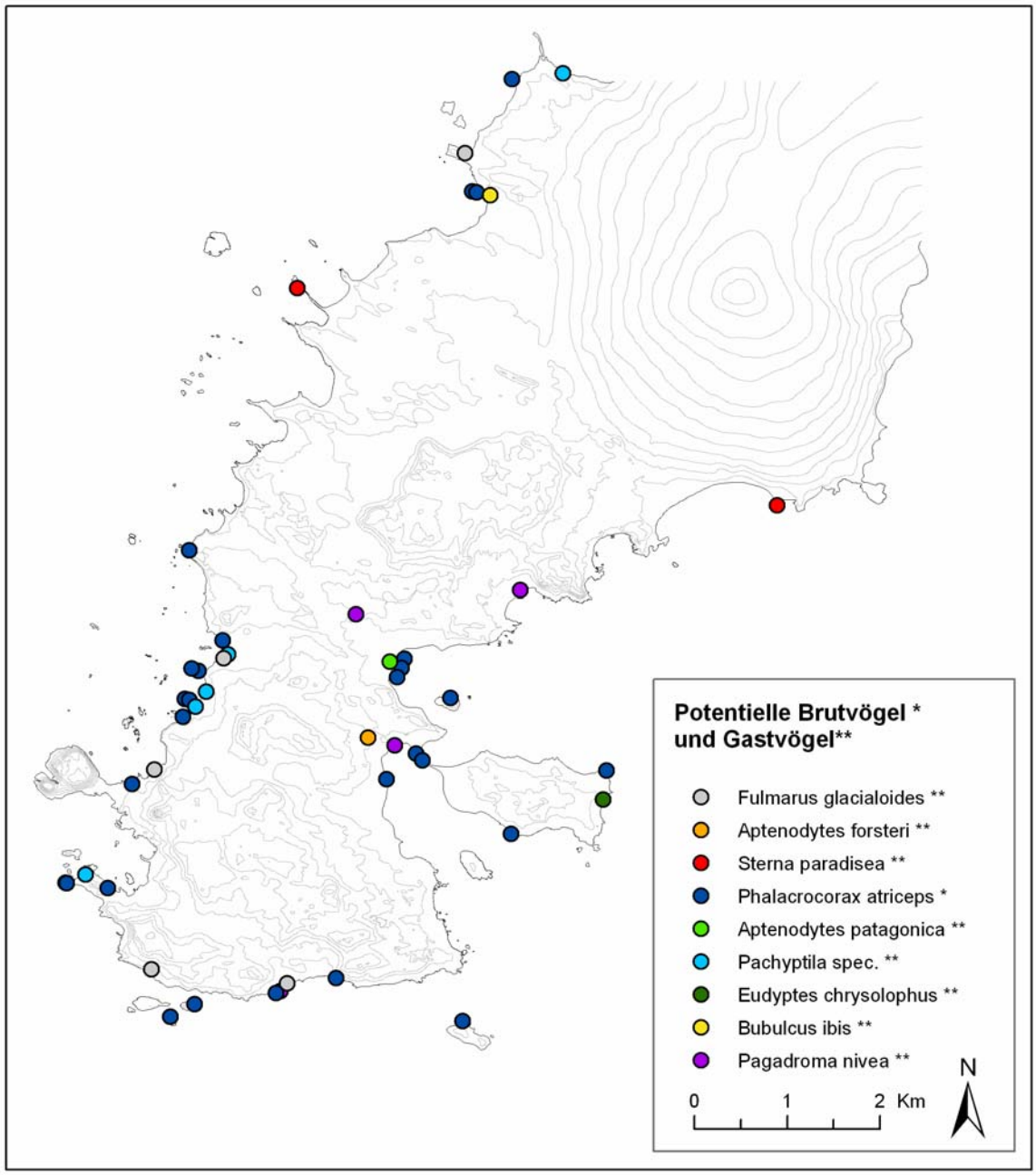


Abb. 4.5.-31: Beobachtungen potenzieller Brutvögel und Gastvögel in der Saison 2005/06

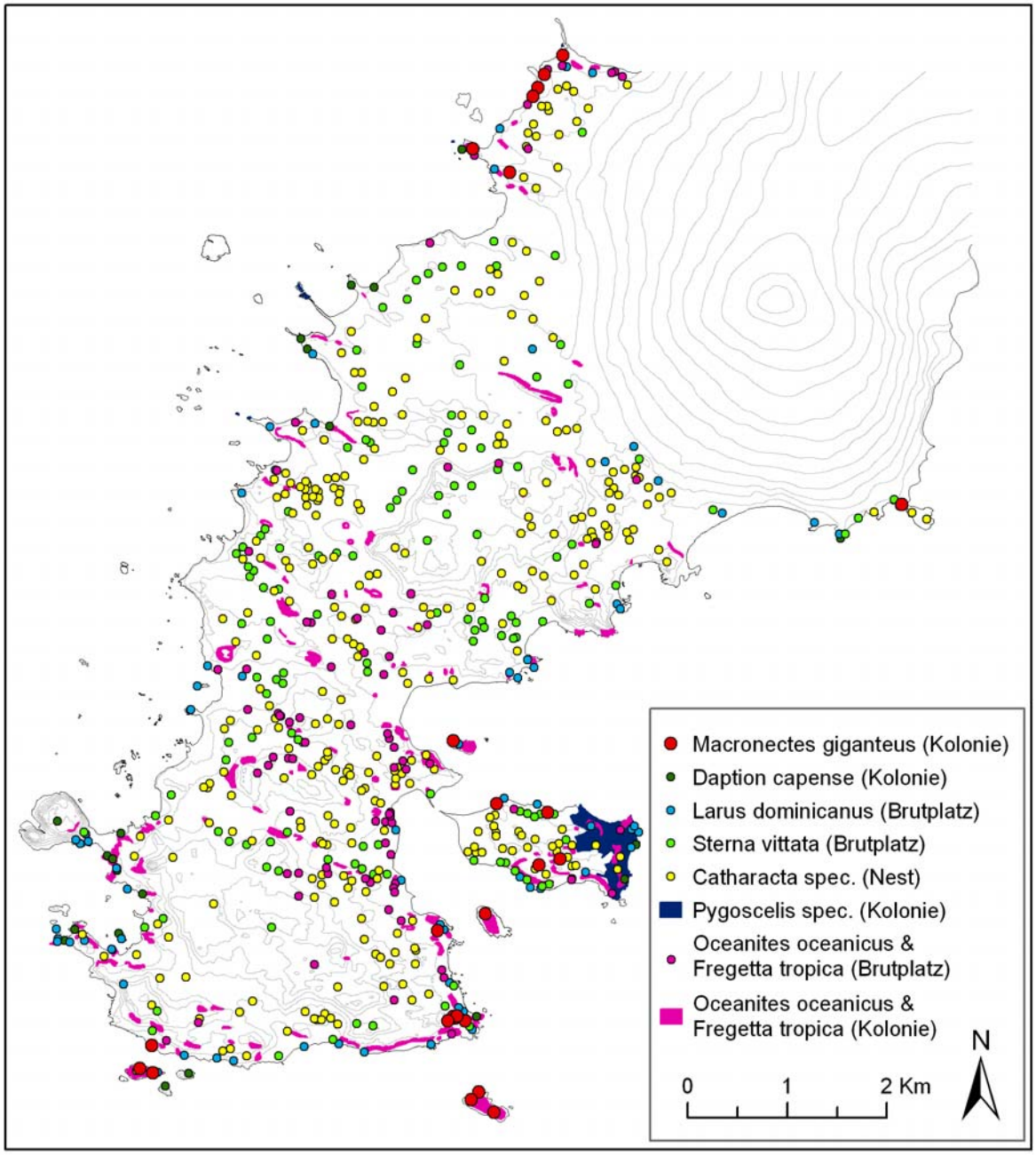


Abb. 4.5.-32: Übersicht über sämtliche Brutvögel (Kolonien und Einzelbrüter) in der Saison 2005/06

4.5.10. Untersuchungen zu Verhalten und Physiologie von Seevögeln

Jedes Individuum empfängt Stimuli (z. B. visuelle, akustische und taktile Reize) aus seiner Umwelt unterschiedlich je nach seinem individuellen Zustand und einem artspezifischen Rezeptorsystem. Die Einschätzung von Wirkungen menschlicher Aktivitäten (wie wissenschaftliche Arbeiten, Tourismus oder Verkehr) kann von

Verhaltensänderungen der Tiere abgeleitet werden. Es wurden verschiedene Modelle zu Stress, Angst und Räuber-Beute-Verhalten entwickelt, um Verhaltensreaktionen von Tieren auf verschiedene Stimuli vorherzusagen (z. B. Cannon, 1929; Selye, 1952; Archer, 1976; Ydenberg & Dill, 1986; Toates, 1995; Gill et al., 1996; Lima, 1998). Aber nicht immer muss eine Aktivität als störend, d. h. negativ von einem Tier empfunden werden. Die Reaktionen eines Tieres können schwach und somit nicht messbar oder auch positiv sein, weil die menschliche Aktivität nicht als gefährlich interpretiert wird oder sich das Tier bereits daran gewöhnt hat (Liddle, 1997).

In der Antarktis und Subantarktis konzentrierten sich die Verhaltensstudien zu menschlichen Aktivitäten vor allem auf Pinguine (z. B. Wilson et al., 1991; Davis, 1995; Nimon et al., 1995; Giese & Riddle, 1999; Holmes et al., 2006). Hannah Point auf Livingston Island wird häufig von Touristen besucht. Im vorderen Bereich der Halbinsel treffen zum Wasser laufende und vom Wasser kommende Zügel- und Eselspinguine auf Touristen. So beobachtete Tiere hielten kurze Zeit inne und setzten dann entweder ihren Weg fort oder wichen den Menschen aus (Pfeiffer & Peter, 2003). Näherten sich Personen auf < 5 m, reagierte die Mehrzahl der Pinguine mit kurzzeitigem Weglaufen oder Erstarren. Auf dem schmalen Weg zu den Kolonien wichen die Pinguine den Touristen häufig aus und wählten weniger gut begehbare Felsbereiche an beiden Seiten des Weges zum Laufen aus. Auch Wilson et al. (1991) berichteten vom Besuchereinfluss auf die Wahl der Wegstrecke der Pinguine, wobei diese „Ausweichstrecken“ auch noch nach dem Verlassen der Touristen für längere Zeit benutzt wurden. Besonders bei mit Schnee bedeckten Wegen kann die Fortbewegung der Pinguine durch die tiefen Spuren der Besucher behindert werden.

Zusätzlich zu Verhaltensänderungen wurde die Änderung der Herzschlagrate als physiologische Messgröße für potenzielle Störungen der Tiere durch menschliche Aktivitäten herangezogen (z. B. Culik et al., 1990; Gebauer et al., 1989; Nimon et al., 1996; Salwicka & Stonehouse, 2000; Weimerskirch et al., 2002).

Zwischen 2000 und 2003 wurden in der Fildes Region ethologische und physiologische Reaktionen von Riesensturmvögeln und Skuas auf verschiedene menschlichen Aktivitäten untersucht, die im Folgenden kurz umrissen werden (Pfeiffer, 2005).

Die Seevogelbrutgebiete in der Fildes Region werden einerseits regelmäßig durch Wissenschaftler aufgesucht, die Zählungen und nach Fang der Altvögel oder Jungtiere Messungen an einzelnen Tieren durchführen. Anderseits besuchen meist weniger regelmäßig auch Touristen, Stationsmitglieder und durchreisende Wissenschaftler die Kolonien. Diese verbleiben aber meist auf bestimmten Wegen, und beobachten die Tiere aus einem Abstand von 5 – 100 m. Zudem sind die Tiere dem Flug-, Schiffs- und Landverkehr sowie der Geräuschkulisse der Stationsaktivitäten ausgesetzt. Dieser

Unterschied zwischen wissenschaftlichen und touristischen Besuchen am Brutplatz wurde in Form standardisierter Nestbesuche in festgelegten Abständen von 0 – 100 m (Pfeiffer, 2005) simuliert. Die Nestbesuche wurden in Brutgebieten mit gewöhnlich geringer und hoher menschlicher Aktivität durchgeführt, um Gewöhnungseffekte herauszuarbeiten.
Weiterhin wurden die Reaktionen der Tiere auf Überflüge von Flugzeugen und Helikoptern aufgezeichnet, die aktuell im Gebiet stattfanden. Im Mittelpunkt stand dabei der Unterschied zwischen Flügen auf Hauptflugrouten und selten genutzten, für die Vögel unbekannten Flugrouten. Um die Reaktionen der Tiere auf Fluggeräusche separat zu testen, wurden ihnen zusätzlich Helikopterfluggeräusche vorgespielt.

Tab. 4.5.-5: Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf Herzschlag (Physiologie) und Verhalten von Riesensturmvögeln und Skuas (Braune Skuas und Südpolarskuas zusammengefasst) in der Fildes Region; (Klassifikation: 1 = geringe, 2 = mittlere, 3 = starke Effekte) verglichen mit natürlichen Stressoren (Interaktionen mit Räuber und Artgenossen). Es sind Reaktionen von Brutvögeln in Gebieten hoher und geringer menschlicher Aktivität dargestellt. Wenn nur eine Stichprobenzahl < 5 für Experimente vorlag, wurden die Ergebnisse in Klammern gesetzt. (aus Pfeiffer, 2005)

(Potenzielle) Stressoren	**Wissenschaftl Besuche**	**Touristische Besuche**	**Regulärer Flug-verkehr**	**Irregulärer Flug-verkehr**	**Touristische Besuche und Flugverkehr**
Brütende Riesensturmvögel in Gebieten mit hoher menschlicher Aktivität					
Effekt auf					
Physiologie	3	2	1	2	(3)
Verhalten	3	2	1	2	3
Brütende Riesensturmvögel in Gebieten mit geringer menschlicher Aktivität					
Effekt auf					
Physiologie	3	3	2	2	(3)
Verhalten	3	2	1	(2)	(3)
Brütende Skuas in Gebieten mit hoher menschlicher Aktivität					
Effekt auf					
Physiologie	3	3	2	2	(3)
Verhalten	2	1	1	2	1
Brütende Skuas in Gebieten mit geringer menschlicher Aktivität					
Effekt auf					
Physiologie	3	3	3	2	(3)
Verhalten	3	2	1	(2)	(2)

Wissenschaftler verursachten die stärksten Reaktionen während der Nestkontrollen. Aber auch ungeführte Stationsmitglieder und Touristen abseits von Wegen bewirkten

eine Steigerung des Flucht- und Abwehrverhaltens (siehe Tab. 4.5.-5). Die Reaktionen der Vögel variierten mit der individuellen Gewöhnung an Menschen. In Gebieten hoher menschlicher Aktivität flogen bei Nestbesuchen weniger Tiere auf und sie verteidigten ihren Brutplatz auch weniger stark. Die Erhöhung der Herzschlagraten war relativ gering verglichen mit besuchten Tieren in Gebieten mit seltenen menschlichen Aktivitäten. Kurzzeit-Gewöhnungseffekte an Besuche gab es in allen untersuchten Brutgebieten der Riesensturmvögel, die sich in abnehmenden Herzschlagraten bei wiederholten Besuchen äußerten.

Auf regulären Flugverkehr reagierten Riesensturmvögel und Skuas weniger stark als auf irregulären. In niedriger Höhe oder aus unvorhersehbaren Richtungen kommende Flugzeuge bewirkten Verhaltensänderungen bei „sensiblen" Individuen.

Auch von anderen Teilen der Antarktis und Subantarktis gibt es Berichte und Experimente zu Auswirkungen von Flugverkehr auf Tiere, die ein großes Reaktionsspektrum der untersuchten Arten zeigen (ATCM, 2001d). Während Hercules-Überflüge in 300 m Höhe keine Verhaltensänderungen bei Adéliepinguinen auslösten (Taylor & Wilson, 1990), flohen Altvögel und Küken dieser Art bei Helikopter-Überflügen (Culik et al., 1990). Auch Adulte und Küken der Kaiserpinguine zeigten teilweise signifikante Verhaltensänderungen bei Flugverkehr (Kooyman & Mullins, 1990; Stone et al., 2003). Auch die Körpertemperatur der Altvögel und Jungtiere erhöhte sich bei Überflügen, so dass von zusätzlichen, energetischen Kosten für die Individuen ausgegangen wurde (Regel & Pütz, 1995). Giese & Riddle (1999) beobachteten Verhaltensreaktionen von Königspinguinküken auf den Flugverkehr. Bei allen beobachteten Küken erhöhte sich die Aufmerksamkeit und die Mehrheit der Tiere begann wegzulaufen oder wegzurennen. Cooper et al. (1994) berichten sogar von Massenpanik und vielfachem Tod von Adulten und Küken derselben Art bei Überflugereignissen.

Ein zweiter, zunehmend häufiger genutzter Parameter zur Quantifizierung von Stressantworten ist der Hormonanstieg. In Gefahrensituationen werden von Tieren verstärkt Glukokortikoide ausgeschüttet, die im Blut und Kot der Tiere nachgewiesen werden können (z. B. Silverin, 1998; Wingfield et al., 1998; Buchanan, 2000).

In der Fildes Region wurden auch Hormonanalysen zum Einfluss menschlicher Aktivitäten durchgeführt (Pfeiffer, 2005). Die Glukokortikoid-Werte brütender Brauner Skuas und Südpolarskuas erhöhten sich dabei nicht signifikant mit zunehmender Länge der Besuche. Küken Brauner Skuas, die in Gebieten mit wenig menschlichen Aktivitäten heranwuchsen, reagierten stärker auf Besuche als Küken in Gebieten mit hoher menschlicher Aktivität. Berührungen der Küken resultierten in höheren Hormonwerten als bei Küken, die nur beobachtet wurden. Pfeiffer (2005) fand aber

keine erhöhten Hormonwerte in Skuakotproben von Adulten unmittelbar nach mehrfachen Überflügen. Es ist nicht auszuschließen, dass die Tiere dennoch Stressreaktionen auf Flugverkehr zeigten, welche dieser Methode nicht nachweisbar waren.

4.5.11. Robben

Robben gehören zu den Schlüsselorganismen des antarktischen Nahrungsnetzes. Sie erscheinen an Land oder auf dem ufernahen Packeis zum Haar- bzw. Fellwechsel, zum Ruhen oder zur Fortpflanzung. Fünf der sechs antarktischen Robbenarten, d. h. der Südliche Seeelefant *(Mirounga leonina)*, der Antarktische Seebär *(Arctocephalus gazella)*, die Weddellrobbe *(Leptonychotes weddelli)*, der Krabbenfresser *(Lobodon carcinophagus)* und der Seeleopard *(Hydrurga leptonyx)* konnten im Untersuchungszeitraum im Gebiet nachgewiesen werden.

Tab. 4.5.-6: Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf Fildes Peninsula und Ardley Island im Januar/Februar 2004

Art	**06.01.2004**	**05.02.2004**
Südlicher Seeelefant	650	623
Antarktischer Seebär	19	1226
Weddellrobbe	101	25
Krabbenfresser	5	0
Seeleopard	0	0

Tab. 4.5.-7: Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf Fildes Peninsula und Ardley Island von Dezember 2004 bis März 2005

Art	**20.12.2004**	**21.01.2005**	**21.02.2005**	**20./21.03.2005**
Südlicher Seeelefant	362	622	476	123
Antarktischer Seebär	6	164	144	505
Weddellrobbe	102	92	45	14
Krabbenfresser	3	0	2	0
Seeleopard	0	1	0	0

Tab. 4.5.-8: Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf Fildes Peninsula und Ardley Island von Dezember 2005 bis März 2006

Art	**18.12.2005**	**15.01.2006**	**13.02.2006**
Südlicher Seeelefant	701	841	582
Antarktischer Seebär	12	7	637
Weddellrobbe	70	45	5
Krabbenfresser	0	2	0
Seeleopard	0	1	0

Tab. 4.5.-9: Ergebnisse der monatlichen Robbenzählung auf der Fildes Peninsula und Ardley Island von April bis Oktober 2006 (Quelle: A. Fröhlich)

Art	**15. 04.**	**30. 04.**	**15. 05.**	**30. 05.**	**15. 06.**	**30. 06.**	**15. 07.**	**30. 07.**	**15. 08.**	**30. 08.**	**13. 09.**	**29. 09.**	**15. 10.**	**30. 10.**
Südlicher See-elefant	187	189	96	118	65	39	16	9	2	0	2	1	52	112
Antarkt. Seebär	106	11	0	2	14	32	13	67	58	15	2	6	16	38
Weddell-robbe	12	13	8	4	7	5	5	20	48	26	67	82	111	83
Krabben-fresser	2	1	3	0	1	1	0	6	3	19	80	418	621	220
See-leopard	2	1	0	0	1	0	0	5	1	1	3	5	3	2

Auf der Fildes Peninsula befinden sich Wurfplätze von vier der fünf vorkommenden Robbenarten. Über diese Arten liegen nicht nur eigene Untersuchungen vor (Peter et al., 1988a; Peter et al., 1989), sondern auch Studien russischer (Krylov, 1972; Simonov, 1973; Popov & Krylov, 1977), chilenischer und ostdeutscher Wissenschaftler (Bannasch & Odening, 1981; Bannasch et al., 1984).

Die Fildes Peninsula, insbesondere die nördliche und mittlere Drake-Seite, wird vom Seeelefanten über den gesamten Sommer als Fellwechselplatz genutzt (Abb. 4.5.-33). Ihre Anzahl erreichte jeweils im Januar mit 622 bis 841 Tieren ihr Maximum (Tab. 4.5.-8 & 9). Das sind aber nur etwa 45 % der Individuenzahl, die in den 1980er

Jahren in den Sommermonaten gezählt wurde (Rauschert et al. 1987; Peter et al. 1988a; Lange & Naumann 1989). Ob diese Abnahmen dabei auf menschliche Störungen oder natürliche Fluktuationen zurückzuführen sind, ist nicht sicher nachzuweisen.



Abb. 4.5.-33: Seeelefanten-Liegeplatz im Bereich der Drake-Küste (Foto: Peter)

Im Rahmen der monatlichen Robbenzählungen wurden alle Ansammlungen von Seeelefanten mit mehr als 10 Individuen mittels GPS kartiert (Abb. 4.5.-39a bis b). So konnten z. B. 2004/05 an 26 Liegeplätzen jeweils bis zu 133 Tiere erfasst werden, an denen sie sich während des sommerlichen Fellwechsels aufhielten. Alle Liegeplätze befanden sich an der Westküste der Fildes Peninsula.

Der Seeelefant ist bezüglich der Gesamtzahl der Neugeborenen im Untersuchungszeitraum nach der Weddellrobbe die zweithäufigste Art im Gebiet (Abb. 4.5.-40). Bis auf wenige Ausnahmen beschränken sich die Geburten der See-Elefanten auf den Nord- und Nordwest-Teil von Fildes Peninsula. Maximal wurden 47 neugeborene Jungtiere Ende Oktober 2006 gezählt. Im Vergleich zu den 1980er Jahren weist die Zahl an Neugeborenen große jährliche Schwankungen auf (9 – 55: Rauschert et al., 1987; Peter et al., 1988a; Nadler & Mix, 1989).

Antarktische Seebären erscheinen erst nach der Fortpflanzungsperiode, d. h. am Ende des Sommers, verstärkt an den Küsten von Fildes Peninsula, jedoch kaum an der Ostküste (Abb. 4.5.-38a bis c). Die nächsten größeren Wurfplätze befinden sich ca. 15 km nördlich der Fildes Peninsula auf Stigant Point (Peter et al., 1989). Bemerkenswert sind die jährlichen Unterschiede. So schwanken die Zahlen in den drei Untersuchungsjahren im Januar zwischen 7 und 164, im Februar sogar zwischen 144 und 1.226 Tieren (Tab. 4.5.-7 bis 9), während in den 1980er Jahren die jährlichen

Maximalzahlen zwischen 61 und 481 Individuen lagen (Peter et al., 1988a; Lange & Naumann, 1989). Die Bestände scheinen auch auf Fildes Peninsula wie auch in anderen Regionen zuzunehmen.
Die Winterzahlen zeigen, dass die Art das Gebiet nur kurzzeitig verlässt (Tab. 4.5.-9). Man kann in Abhängigkeit von den Eisverhältnissen nahezu jederzeit Seebären beobachten.
Seebären-Wurfplätze wurden erst wieder in den 1970er Jahren auf King George Island (Stigant Point) festgestellt (Peter et al., 1989). Seebärengeburten gehören auf Fildes Peninsula immer noch zu den Ausnahmen (Abb. 4.5.-40). Im Dezember 1986 wurde die erste Geburt festgestellt (Mönke & Bick, 1988). Im Untersuchungszeitraum wurden im Übergangsbereich von Bucht 2 zu 3 in der Nähe der Hütte „Priroda“ und im Bereich der Bucht 5 einzelne Seebären geboren (Abb. 4.5.-34 & 3.4.-2).
Krabbenfresser als eisgebundene Art können im Sommer nur ausnahmsweise beobachtet werden (Tab. 4.5.-7 bis 9). Sie kommen am Ende des Winters in den Buchten, insbesondere in der Maxwell Bay vor, vorausgesetzt, das Packeis erreicht eine entsprechende Ausdehnung. Die einzige neuere Zählung stammt vom Winter/Frühjahr 2006, in dem maximal 621 Krabbenfresser gezählt wurden (Tab. 4.5.-9). Im Vorjahr scheint die Zahl noch größer gewesen zu sein, wie Fotos aus diesem Zeitraum zeigen (Abb. 4.5.-35). Obwohl im Winter die häufigste Art im Gebiet, konnten in den letzten Jahren keine neugeborenen Krabbenfresser beobachtet werden.

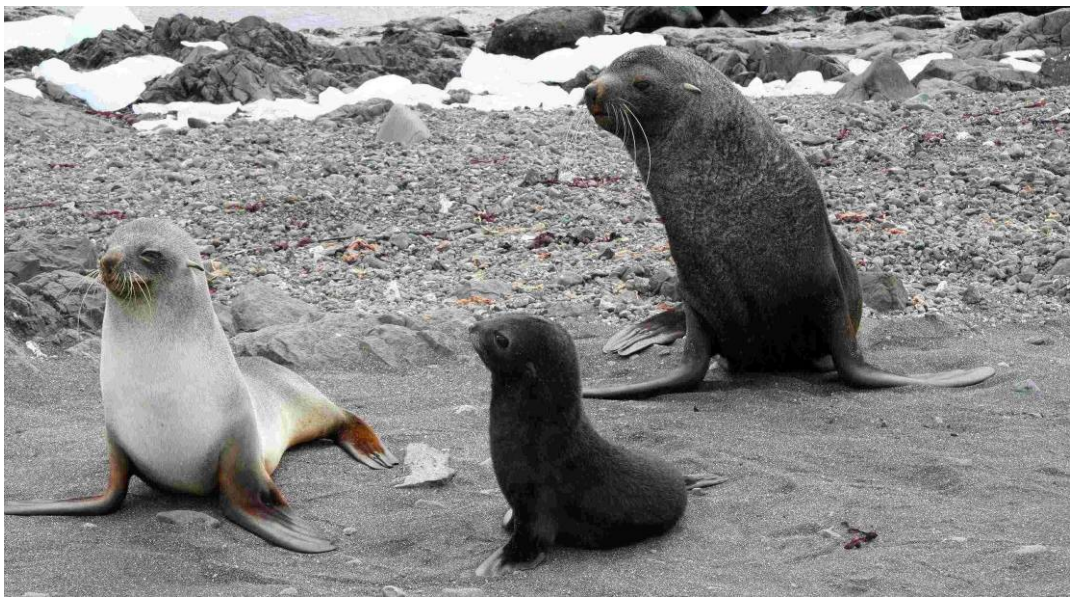


Abb. 4.5.-34: Seebären-Familie im Bereich der Drake-Küste, nahe der Schutzhütte „Priroda“ (Foto: Peter)



Abb. 4.5.-35: Krabbenfresser sowie einzelne Seebären und Weddellrobben in der Hydrographenbucht (19.09.2005, Foto: Station Bellingshausen)



Abb. 4.5.-36: Seeleopard als seltenste Robbe im Untersuchungsgebiet (Foto: Pfeiffer)

Der Seeleopard wurde selten im Sommer, regelmäßig dafür im Winter im Untersuchungsgebiet in geringer Individuenzahl beobachtet (Tab. 4.5.-7 bis 9, Abb. 4.5.-36). Ein Nahrungsbestandteil sind auch Pinguine. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass sie insbesondere im Bereich der Kolonien um Ardley Island

beobachtet werden. Lediglich im Südteil von Fildes Peninsula konnten am Ende des Winters Geburten bei dieser Art registriert werden (Abb. 4.5.-40).
Weddellrobben sind am zahlreichsten während der Wurfzeit im September/Oktober. Im Sommer nimmt ihre Zahl stetig ab (max. etwas über 100 Tiere) und erreicht ihr Minimum im Winter. Ab Ende Juli steigen die Zahlen wieder kontinuierlich an (Tab. 4.5.-7 bis 9). Konzentrationen konnten im Sommer insbesondere im Norden im Bereich der Buchten 1-2 (vgl. Abb. 3.4.-2), in der Fildes Strait und in der Bucht 20 festgestellt werden. Die Wurfplätze der Weddellrobbe sind auf den Südteil der Halbinsel beschränkt, wobei nicht nur im Bereich der Maxwell Bay, sondern auch im Drake-Küstenbereich Geburten stattfanden (Abb. 4.5.-37 & 40). Diese Situation hat sich im Vergleich zum Beginn der 1980er Jahre verändert, in denen allein im Bereich der Bucht 20 maximal 155 Geburten von August bis Oktober festgestellt wurden (Rauschert et al., 1987; Peter et al., 1988a; Nadler & Mix, 1989). Neben der Eissituation ist möglicherweise die Stationsnähe (Great Wall) und damit der zunehmende Besucherverkehr für diese Verlagerung und Reduktion der Gesamtzahl verantwortlich.



Abb. 4.5.-37: Weddellrobbe mit Jungtier in der Hydrographenbucht (Foto: Fröhlich)

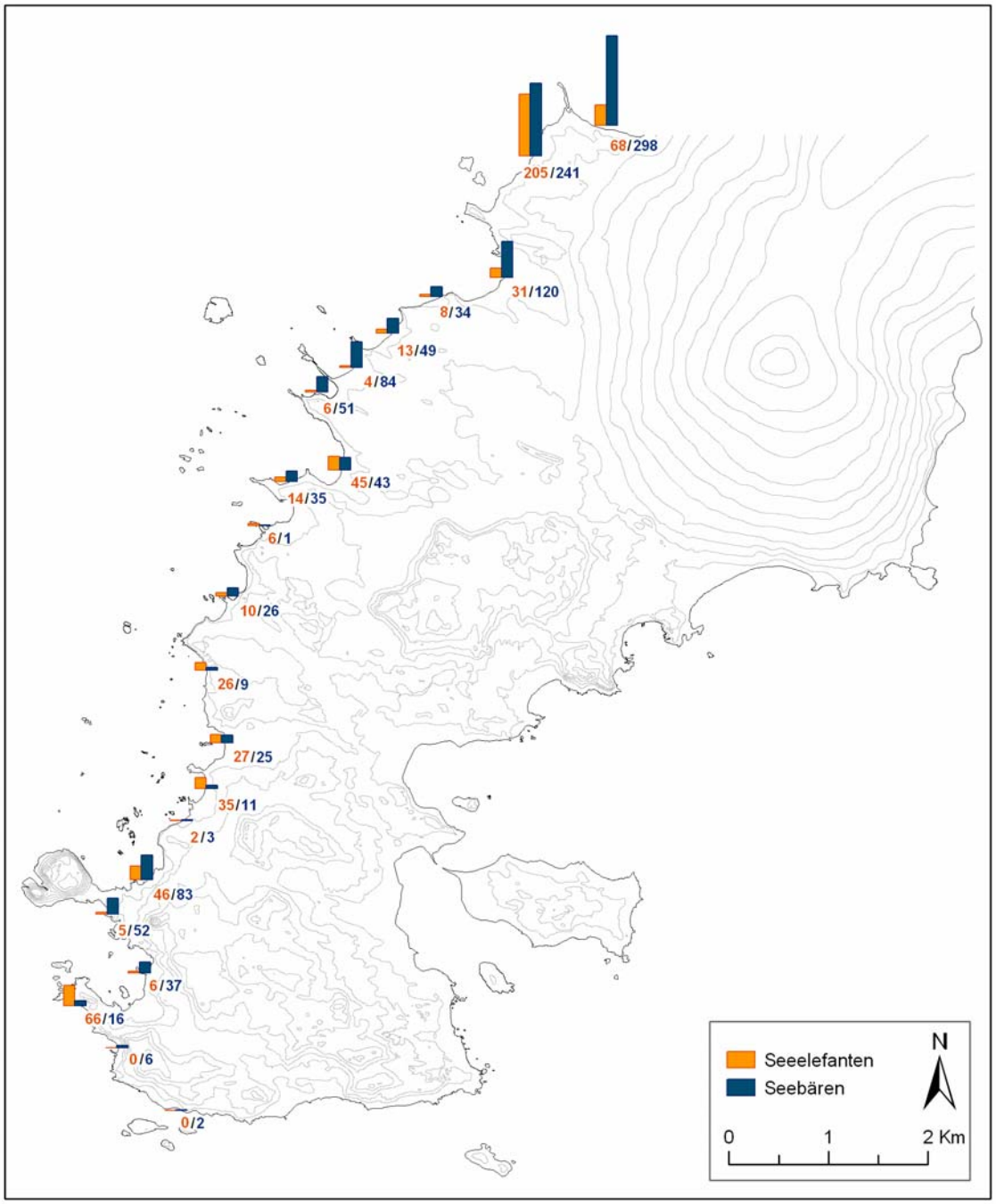


Abb. 4.5.-38a: Anzahl der Seelefanten und Seebären an den Liegeplätzen (Zahlen pro Bucht, vom 05.02.2004)

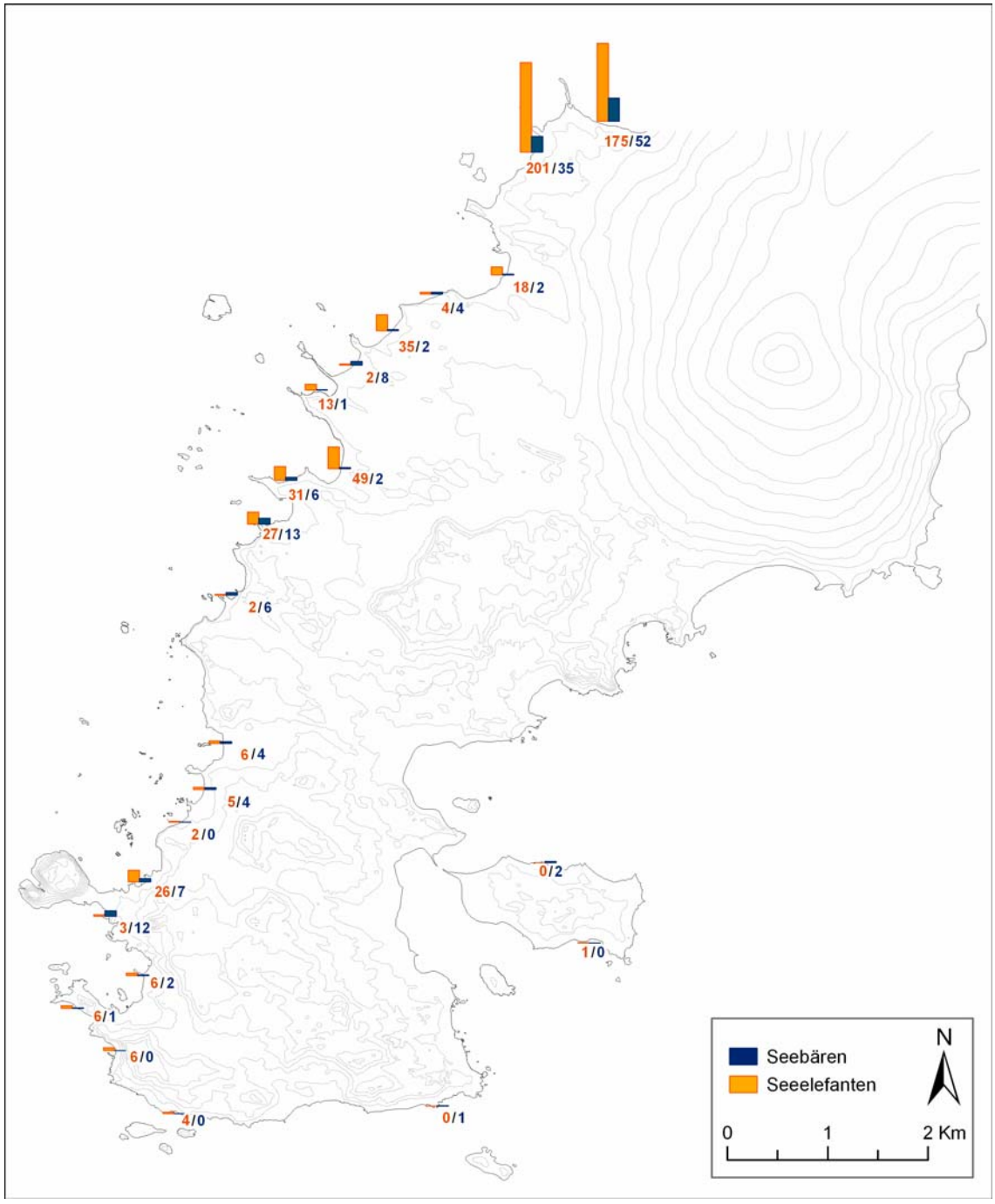


Abb. 4.5.-38b: Anzahl der Seelefanten und Seebären an den Liegeplätzen (Zahlen pro Bucht, vom 21.02.2005)

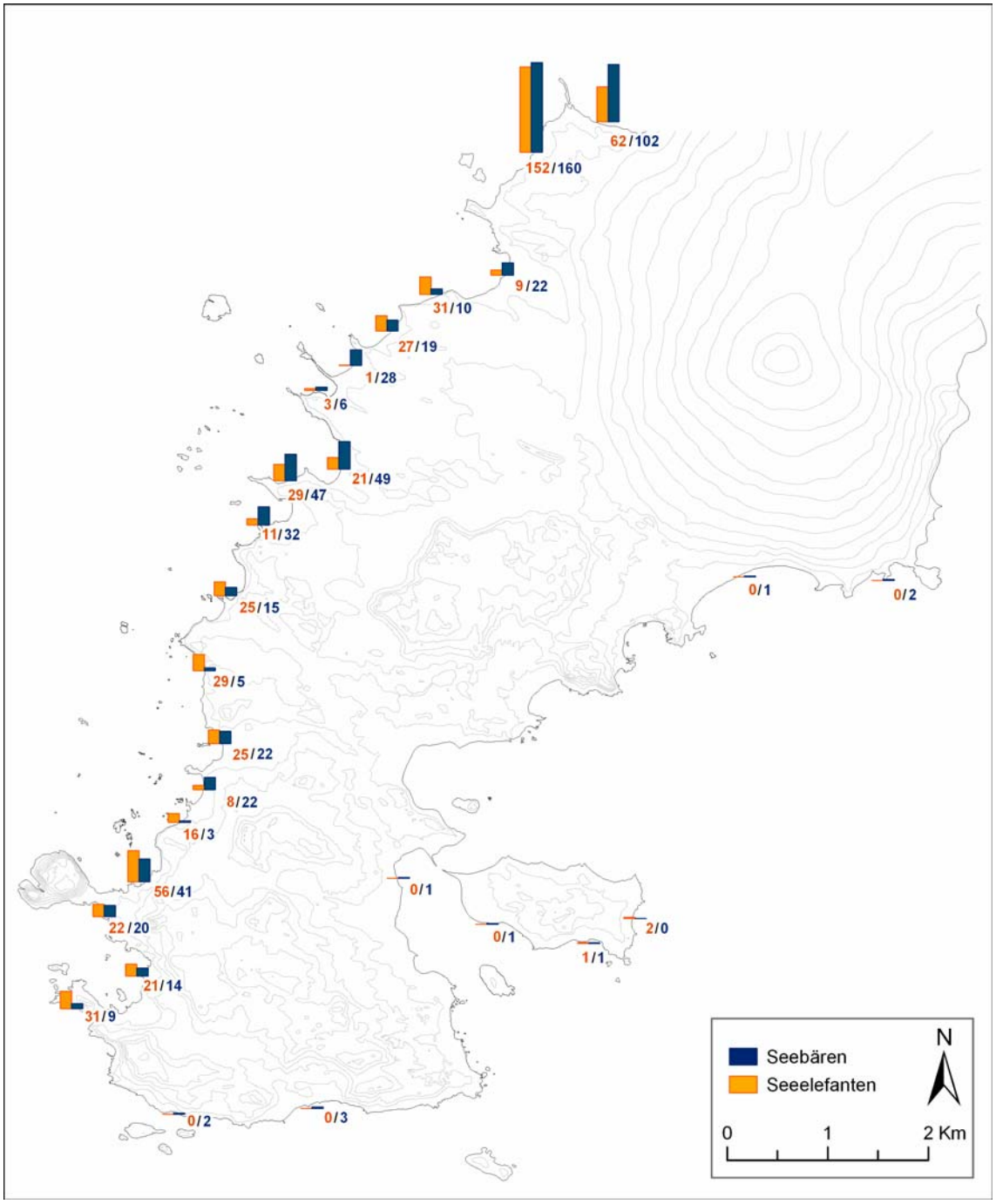


Abb. 4.5.-38c: Anzahl der Seelefanten und Seebären an den Liegeplätzen (Zahlen pro Bucht, vom 13.02.2006)

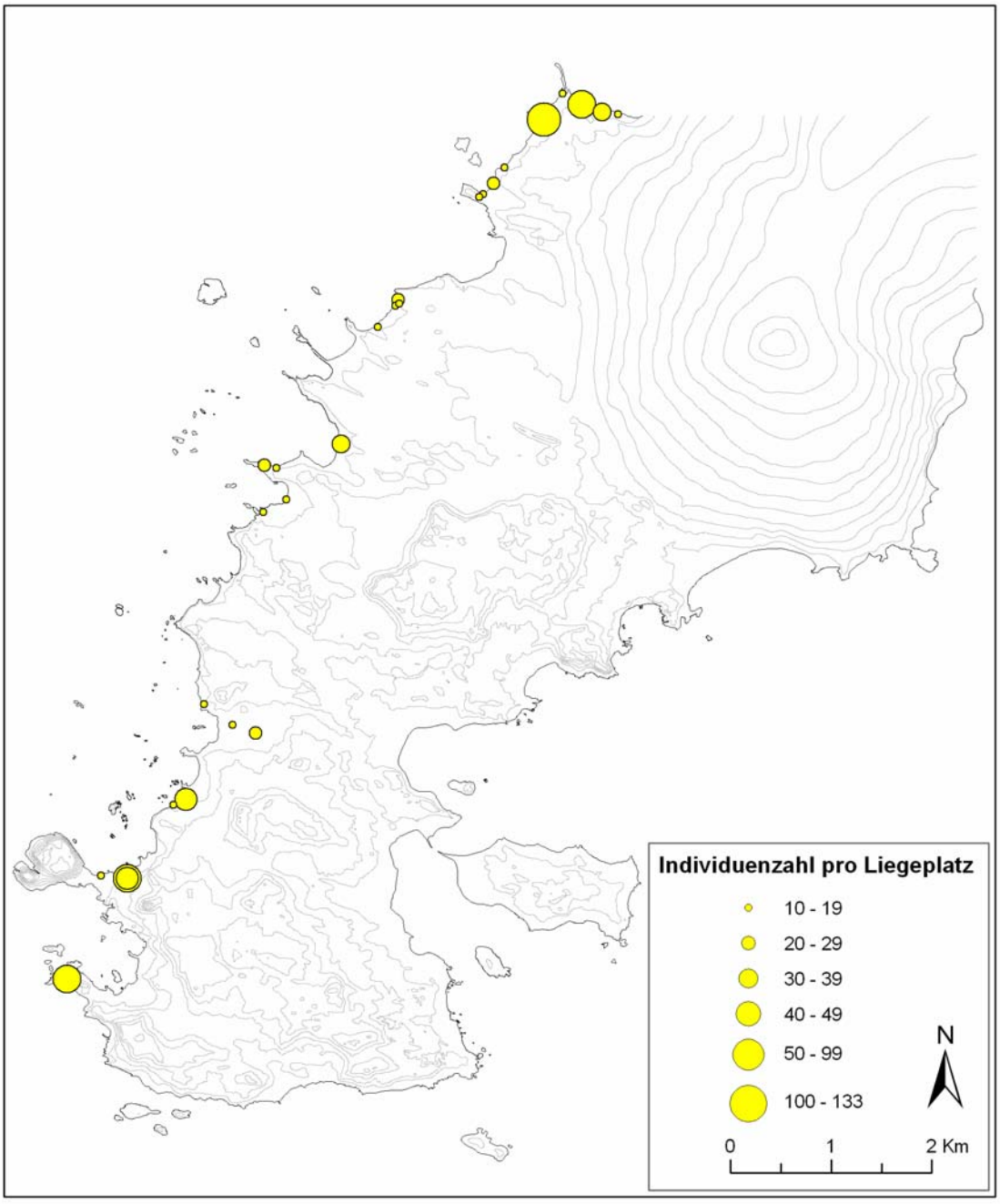


Abb. 4.5.-39a: Lage der Liegeplätze von Seeelefanten mit jeweils mehr als 10 Individuen im Sommer 2004/05

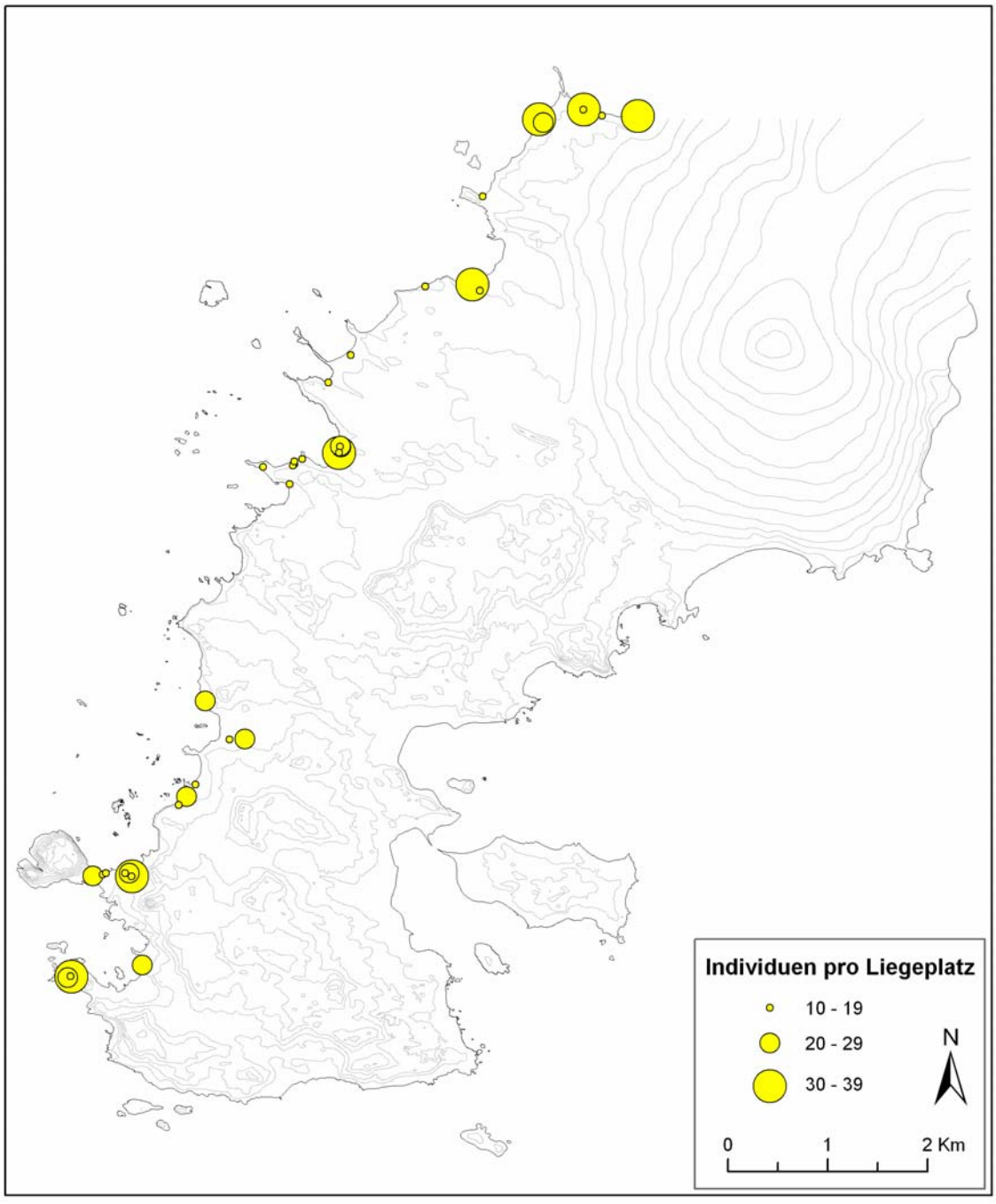


Abb. 4.5.-39b: Lage der Liegeplätze von Seeelefanten mit jeweils mehr als 10 Individuen im Sommer 2005/06

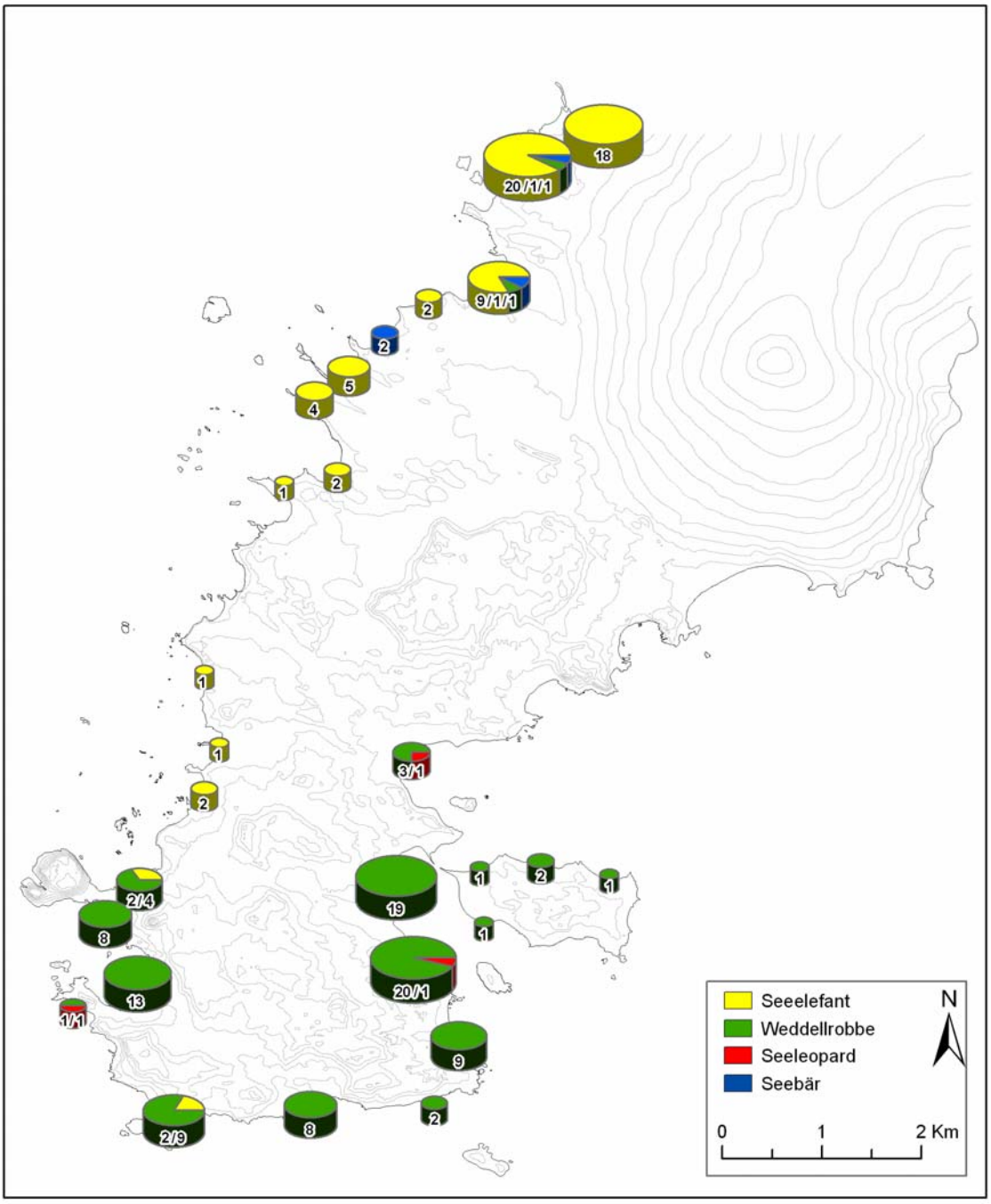


Abb. 4.5.-40: Lage der Robbenwurfplätze der Fildes Region zwischen 2002 und 2006 (buchtgenau, Größe der Kreise steigt mit der Anzahl der Neugeborenen)

4.5.12. Diptera (Insecta)

Hahn & Reinhardt (2006) untersuchten die Seen der Fildes Region auf das Vorkommen der Chironomiden-Art *Parochlus steinenii* (Gerke, 1889; Abb. 4.5.-41). Die festgestellte Besiedlung von Seen durch diese Mückenart erwies sich als unabhängig von der Höhenlage der Seen, es bedarf aber vermutlich Freiwasserbereiche im Winter zum Überleben der wenig frostresistenten Larven und Eier. Seen mit variablem Wasserstand wurden gar nicht bzw. selten von Mücken besiedelt, da die Gefahr der Austrocknung dort hoch ist. Vor allem in permanenten Seen mit gleich bleibendem Wasserstand konnte Besiedlung nachgewiesen werden.

Der Reproduktionserfolg hing vom Vorkommen großer Steine mittlerer Größe zur Eiablage entlang des Seeufers ab. Mückenzählungen an jeweils drei Seen ergaben 2005 mittlere Dichten von 88 Individuen/cm^2 ± 55,0 auf der Fildes Peninsula und 31 Ind/cm^2 ± 3,9 auf Ardley Island (Hahn & Reinhardt, 2006). Die maximale Dichte lag bei 151 Ind/cm^2. Die mit der Klimaerwärmung einhergehende, geringere Dauer der Eisbedeckung und höhere Wassertemperatur der Seen führt voraussichtlich zu einer Zunahme von Freiwasserbereichen im Winter und somit zu einer Zunahme geeigneter Habitate, sowie zu kürzeren Entwicklungszeiten.

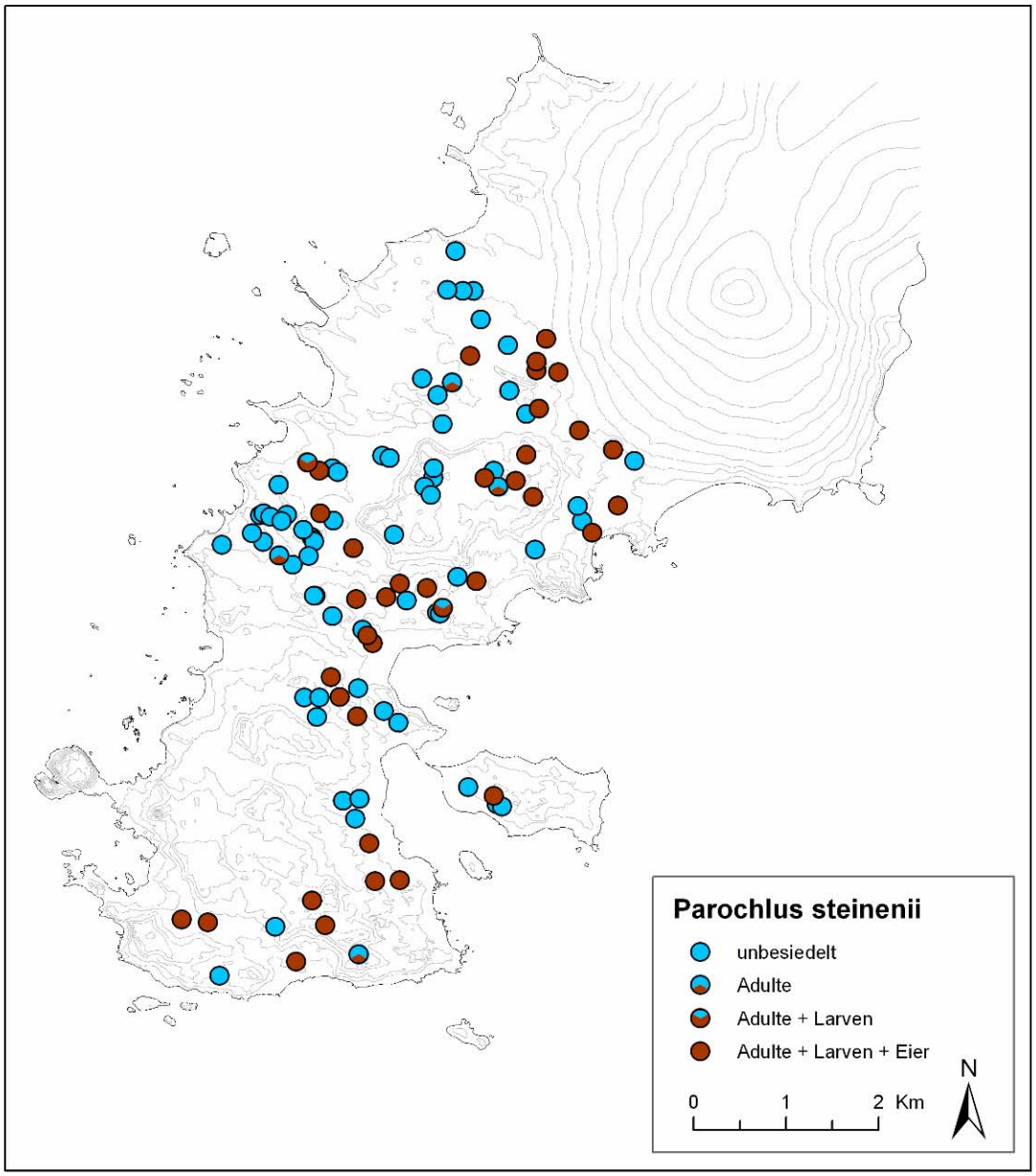


Abb. 4.5.-41: Status der Besiedlung aller 105 Seen der Fildes Region mit der Chironomiden-Art *Parochlus steinenii*

4.5.13. Vegetation

4.5.13.1. Vegetationskartierung der Flechten und Moose

Die Vegetation der Westantarktis besteht teilweise aus artenreichen, kryptogamen Tundren. Die höheren Pflanzen sind in der Westantarktis lediglich durch zwei Arten, *Deschampsia antarctica* und *Colobanthus quitensis*, repräsentiert. Von den fast 400 beschriebenen Flechtenarten und ca. 100 Moosarten der Antarktis (siehe z. B. Inoue, 1993; Ochyra, 1998; Øvstedal & Lewis-Smith, 2001; Olech, 2004), kommen in der Fildes Region 174 Flechtenarten und 40 Moosarten vor (siehe Anhang 1 bis 3). Auch Pilze wurden im Untersuchungsgebiet gefunden (Abb. 4.5.-42). Die Vegetationsverteilung wird durch Klima und Witterung (Auftau- und Gefrierperiodik, Temperatur, Wasserverfügbarkeit), Bodenverhältnisse und das Vorkommen anderer Pflanzen- und Tierarten beeinflusst. Aber auch menschliche Aktivitäten wie Gebäudebau, Bodenkontamination durch Öl und Abfälle sowie Besucher- und Landverkehr können sich auf das Artenvorkommen auswirken.



Abb. 4.5.-42: Pilze der Gattung *Omphalina* auf der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)

In der Fildes Region wurde erstmalig eine größere Vegetationskartierung durchgeführt, um Flächenunterschiede und sensible Bereiche herauszuarbeiten. Insgesamt wurden 7.239 Vegetationseinzelflächen eingemessen (in 2004/05 insgesamt 3.009 und 2005/06 insgesamt 4.230 Einzelflächen), die eine Gesamtfläche von 5,4 km^2 umfassen (Abb. 4.5.-43).

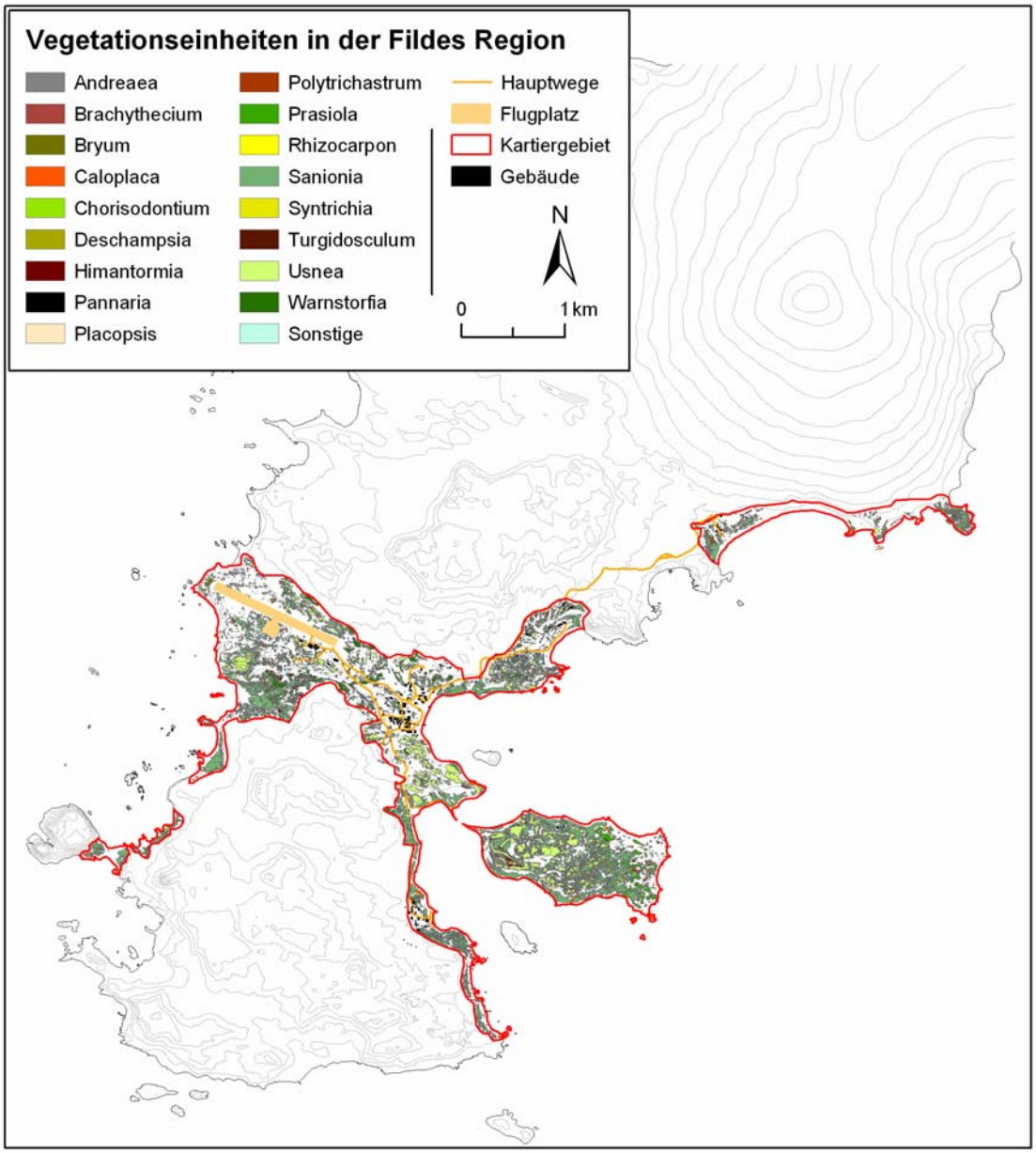


Abb. 4.5.-43: Vegetationskarte der Fildes Region, kartiert per GPS in den Feldsaisons 2004/05 und 2005/06. Die Einzelflächen sind durch jeweils eine Hauptgattung aus der in der Legende dargestellten Pflanzenassoziationen charakterisiert.

Ardley Island weist eine vergleichsweise dichte und weit entwickelte Vegetation auf (Abb. 4.5.-44), die besonders im zentral-östlichen Bereich aus großen Moosflächen verschiedener Arten besteht (Abb. 4.5.-45). Im Nordosten und Osten der Insel befinden sich Pinguinkolonien (siehe Kap. 4.5.1.), die aufgrund hoher Kotmengen und Bodenverdichtung durch Tritte eine Vegetationsentwicklung behindern. Die Grünalge

Prasiola crispa kommt in eutrophierten Gebieten mit hohen Werten organischen Stickstoffs besonders häufig vor. Auf den windigen Anhöhen dominieren *Usnea*-Arten auf großen Flächen.

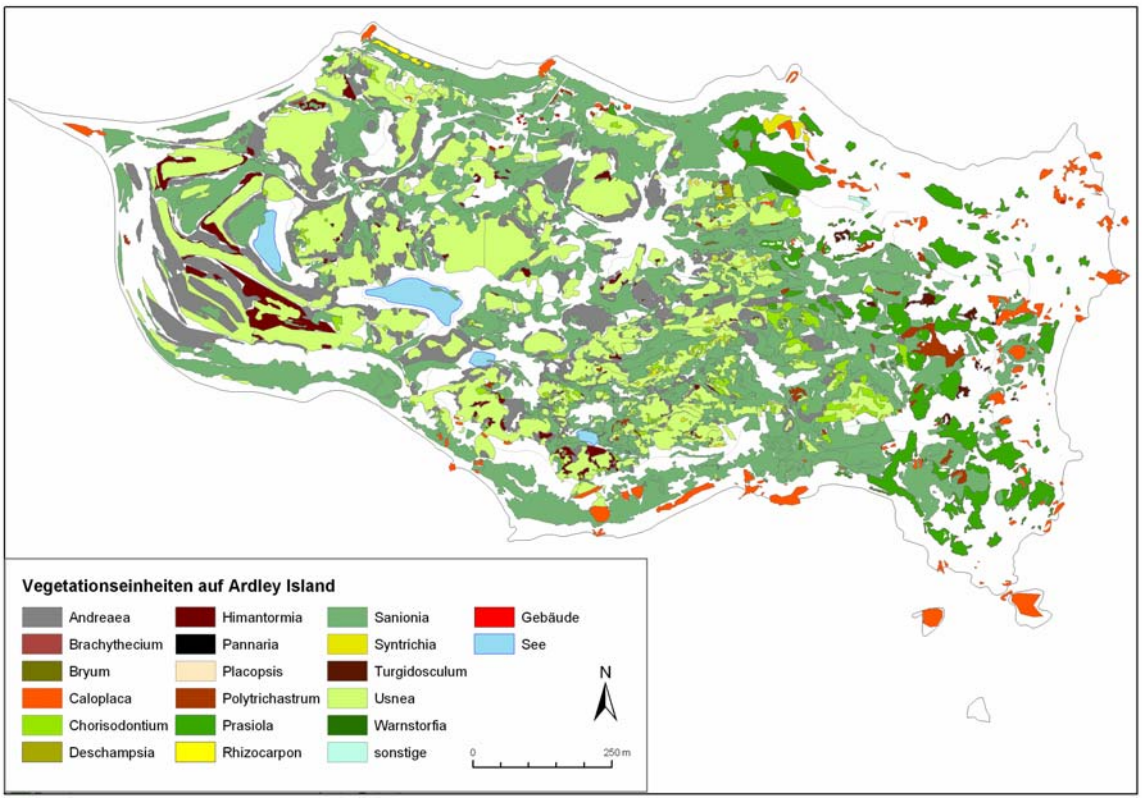


Abb. 4.5.-44: Vegetationskarte von Ardley Island, kartiert per GPS in der Feldsaison 2004/05. Die Einzelflächen sind durch jeweils eine Hauptgattung aus der in der Legende dargestellten Pflanzenassoziationen charakterisiert.

Die Fildes Peninsula ist im Vergleich dazu weniger dicht mit Vegetation bedeckt. Es gibt aber Teilgebiete mit hohem Deckungsgrad wie z. B. die Biologenbucht südlich des Flughafens und Nebles Point. Erstere enthält mehrere Bachläufe und stehende temporäre Gewässer, an denen sich weitläufige Moosteppiche ausbreiten. Da dieses Gebiet häufig besucht wird, sind Trittschäden dort wahrscheinlicher als in anderen stationsnahen Naturräumen. Die Weichheit des aufgetauten Permafrostbodens erschwert aber besonders in den flachen Bereichen das Laufen, was alljährlich zur Etablierung von Trampelpfaden, die auch von Touristenführern häufig benutzt werden, führt.

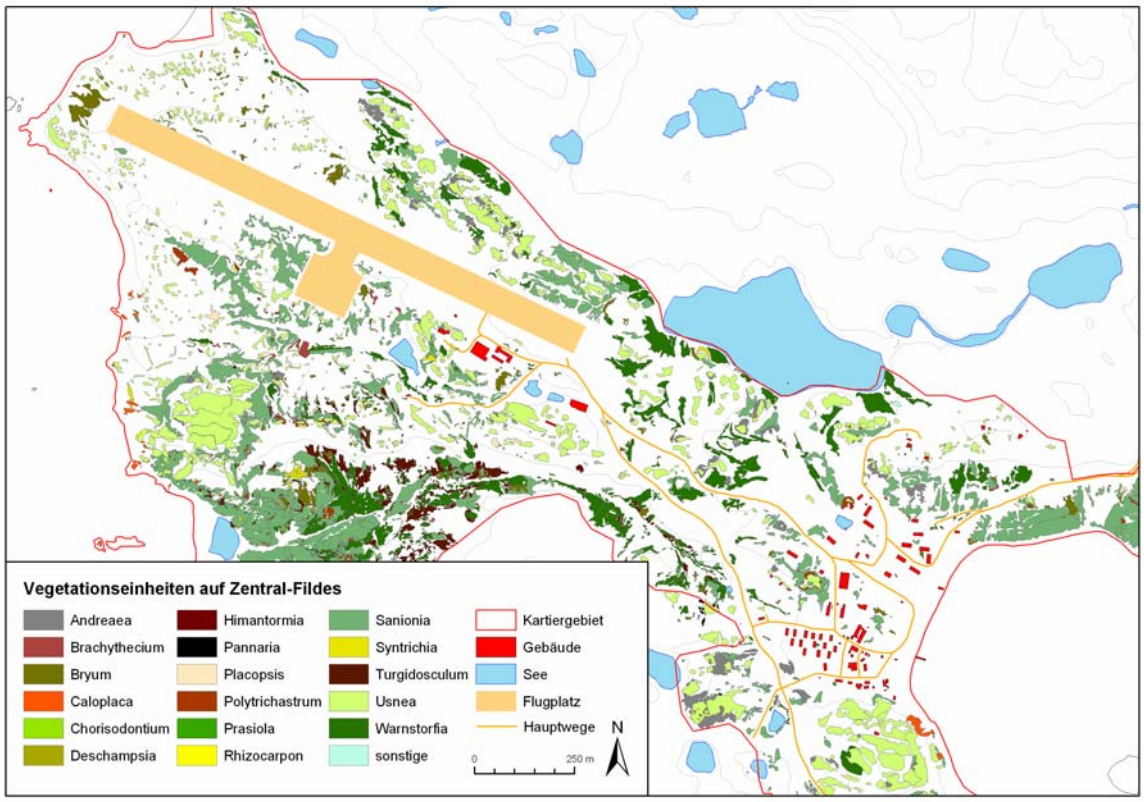


Abb. 4.5.-45: Vegetationskarte des zentralen Teils der Fildes Peninsula, kartiert per GPS in den Feldsaisons 2004/05 und 2005/06. Die Einzelflächen sind durch jeweils eine Hauptgattung aus der in der Legende dargestellten Pflanzenassoziationen charakterisieret.

Die Stationsgelände selbst weisen insgesamt geringe Deckungsgrade auf, was auf Tritt- und Fahrschäden sowie Bodenkontamination zurückzuführen ist. Grund dafür ist, dass Pflanzen nur an geschützten Stellen in verstärktem Maße wachsen.
In den feuchteren Senken der Frostmusterböden wachsen vor allem Moose. Die Bereiche mit kontinuierlicher Bodenbewegung aufgrund von Gefrier- und Tauprozessen ermöglichen die Ansiedlung von Flechten und Moosen nur in geringem Maße (Abb. 4.5.-46).



Abb.4.5.-46: Vegetation auf den Frostmusterböden der Fildes Region (Foto: Büßer)

4.5.13.2. Vegetation von Dart Island und Two Summit Island

Dart Island weist mit ca. 70 % im Vergleich zur Fildes Peninsula einen relativ hohen Pflanzenbedeckungsgrad auf (vgl. Abb. 4.5.-47 bis 49). Es dominiert *Sanionia uncinata* in Assoziation mit *Deschampsia antarctica*, *Syntrichia princeps*, *Polytrichastrum alpinum* und der Alge *Prasiola crispa* (siehe Abb. 4.5.-49 & 50). Küstennahe Felsbereiche von Dart Island werden von *Caloplaca*-Assoziationen (Abb. 4.5.-51), wenige, zentralere Bereiche hingegen von *Usnea*-Beständen bedeckt.

Two Summit Island mit seinen zwei markanten Erhöhungen unterscheidet sich grundlegend vom floristischen Erscheinungsbild Dart Islands (Abb. 4.5.-48, 4.5.-52). Bei einem weitaus geringeren Deckungsgrad bestimmen hier *Usnea*-Assoziationen die Geröllhänge und Hügelkuppen. In den Brutgebieten der Riesensturmvögel dominiert *Prasiola crispa*. Nur in geschützten Bereichen im Übergang zum Strand gibt es größere Moosflächen mit *Sanionia uncinata*.

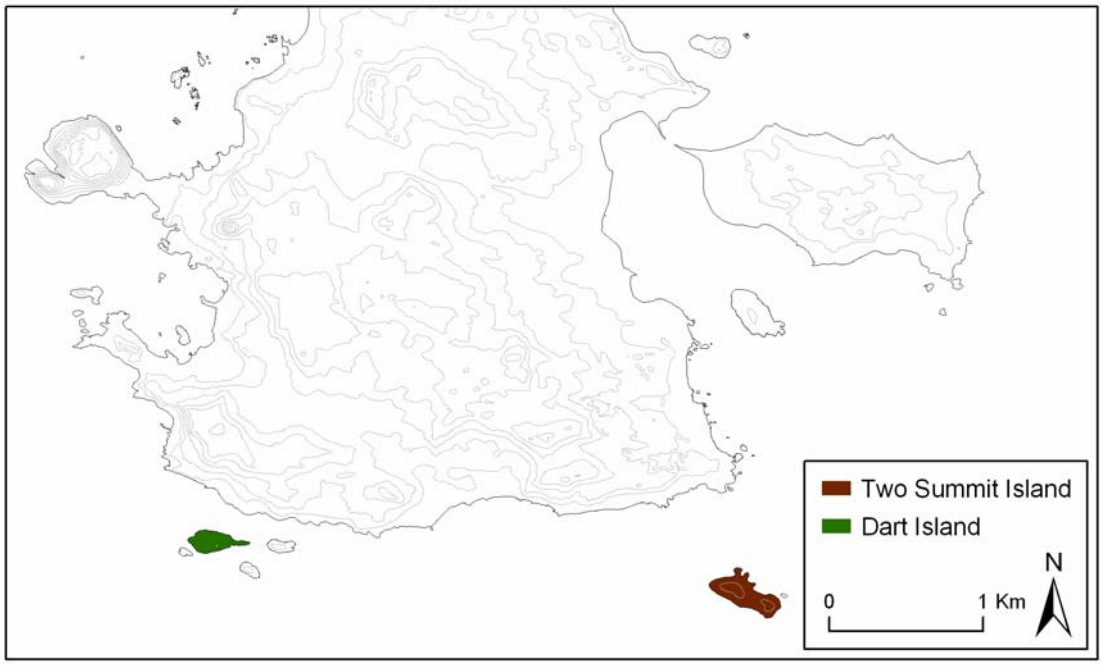


Abb. 4.5.-47: Ausschnitt des südwestlichen Teils von King George Island mit den benachbarten Dart Island und Two Summit Island in der Fildes Strait



Abb. 4.5.-48: Westlicher Teil von Dart Island (Foto: Pfeiffer)



Abb. 4.5.-49: Typische Pflanzenvorkommen auf Dart Island. *Sanionia uncinata* assoziert mit *Deschampsia antarctica*, *Syntrichia princeps* und *Polytrichastrum alpinum* (Foto: Pfeiffer)



Abb. 4.5.-50: *Polytrichastrum alpinum*, *Sanionia uncinata* und *Prasiola crispa* in der Nestumgebung des Südlichen Riesensturmvogels (Foto: Pfeiffer)



Abb. 4.5.-51: Auf Felsbereichen assoziierten Arten der Gattungen *Caloplaca*, *Xanthoria* und *Haematomma* sowie weiteren Krustenflechten (Foto: Pfeiffer)



Abb. 4.5.-52: Westteil von Two Summit Island: Im Vordergrund Nestgruppen des Südlichen Riesensturmvogels mit größeren *Prasiola crispa*-Flächen. Moosteppiche findet man in geschützten, flacheren Bereichen. Geröllhänge sind dominiert von *Usnea*-Gesellschaften (Foto: Pfeiffer)

4.5.13.3. Blütenpflanzen in der Fildes Region

Die Klimaerwärmung zeigt sich besonders in der Maritimen Antarktis in einem Temperatur- und UV-Strahlungsanstieg sowie Veränderungen in der Wasserverfügbarkeit (Adamson & Adamson, 1992; Hovenden & Seppelt, 1995b). So entstehen neue küstennahe Besiedlungsräume für natürlich vorkommende und eingeführte Pflanzenarten (Hovenden & Seppelt, 1995b; Hovenden & Seppelt, 1995a; Lewis-Smith, 1993; Letzteres siehe Kap. 4.5.15.). Anstiege der Individuen- und Populationszahl von *Colobanthus quitensis* und *Deschampsia antarctica* wurden bereits in den 1990er Jahren entlang der Antarktischen Halbinsel dokumentiert (Lewis-Smith, 1990, 1994; Fowbert & Smith, 1994; Grobe et al., 1997).

Auch in der Fildes Region konnte eine Zunahme von *Deschampsia* gezeigt werden. 1984/85 fanden Gebauer et al. (1987) nur sehr vereinzelte, kleine *Deschampsia*-Standorte auf Fildes Peninsula und Ardley Island mit Ausnahme einer größeren Fläche am Nebles Point im Osten des Gebietes (Abb. 4.5-53). Eine Wiederholungszählung durch Gerighausen et al. (2003) ergab in der Saison 2000/01 bereits eine deutliche Zunahme von *Deschampsia*. Einerseits vergrößerten sich bereits besiedelte Bereiche und andererseits siedelte sich die Grasart auch in neuen Gebieten der Fildes Region an (Abb. 4.5-54). Die Aufnahme von *Deschampsia*-Standorten wurde ein drittes Mal im Rahmen der vorliegenden Vegetationskartierung durchgeführt und eine fortwährende Flächenzunahme der Bestände in der Region registriert (Abb. 4.5-55). Die jeweils verwendete, unterschiedliche Methodik erlaubt jedoch keine genauen quantitativen Vergleiche, da der Schätzfehler mit der Größe der Bestandsflächen zunimmt.

Colobanthus quitensis ist auf der Fildes Peninsula nur durch einen einzigen Horst bekannt (Abb. 4.5.-56). Warum sich diese Art weniger gut im Gebiet etablieren konnte, ist nicht bekannt. Ihre nächsten größeren Vorkommen finden sich weiter östlich auf King George Island, was möglicherweise auf ungünstige Wachstumsbedingungen auf der westlichen Wetterseite hindeutet.

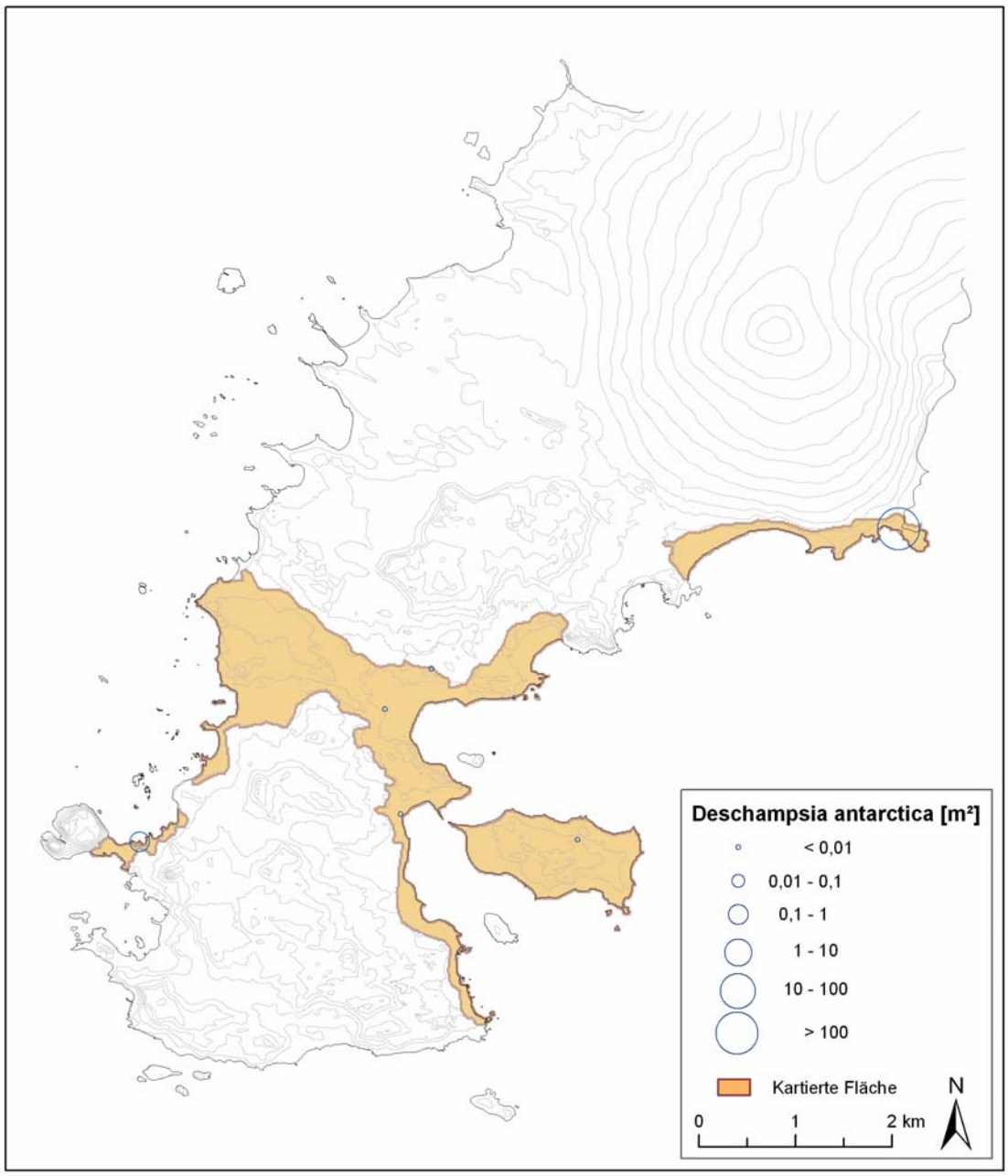


Abb. 4.5.-53: Verteilung und Individuendichte von *Deschampsia antarctica* in der Fildes Region, kartiert 1984/85 durch Gebauer et al. (1987)

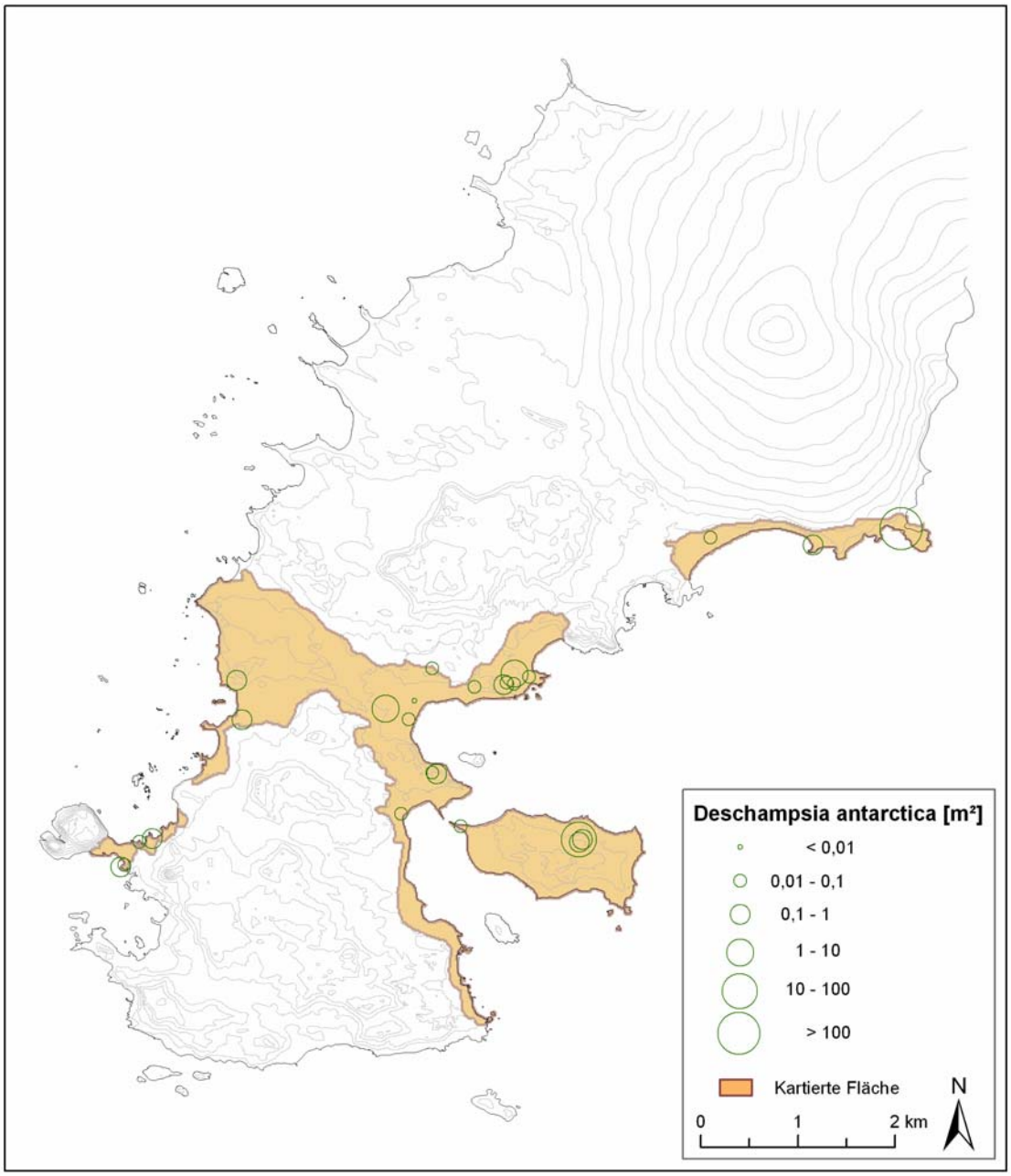


Abb. 4.5.-54: Verteilung und Individuendichte von *Deschampsia antarctica* in der Fildes Region, kartiert 2000/01 durch Gerighausen et al. (2003)

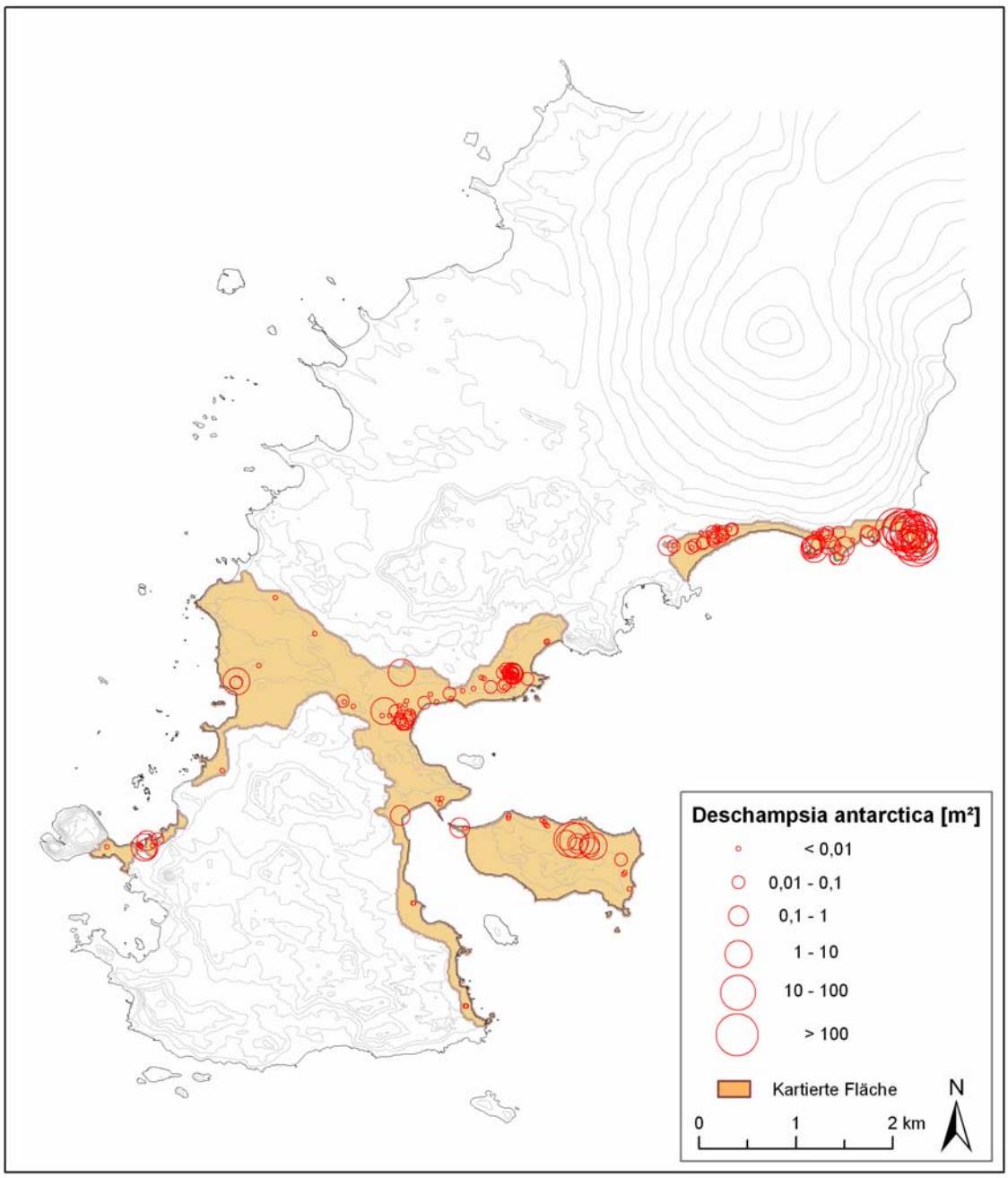


Abb. 4.5.-55: Verteilung und Individuendichte von *Deschampsia antarctica* in der Fildes Region, kartiert 2004/05 und 2005/06 im Rahmen der vorliegenden Arbeit.



Abb. 4.5.-56: *Colobanthus quitensis* kommt vermutlich nur mit diesem Exemplar in der Fildes Region vor (Foto: Büßer)

4.5.14. Vegetationsschäden

Menschliche Aktivitäten in der Antarktis haben meist eine Verringerung des Deckungsgrades der örtlichen Vegetation als Resultat direkter Schäden durch Betreten, Befahren oder Bodenverunreinigung oder der Habitatzerstörung potentieller Siedlungsgebiete zur Folge. All diese Einflüsse sind im Untersuchungsgebiet sichtbar (Abb. 4.5.-57 bis -59, siehe Kap. 4.2.14., Kap. 4.2.1. bis 4.2.3. und Kap. 4.2.6.).

Tritt- und Fahrspuren können aufgrund langsamen Wachstums und kurzer Vegetationsperioden über Jahre erhalten bleiben. Eine genaue zeitliche Zuordnung ist daher nur möglich, wenn ein Gebiet vorher auch ohne Spuren kartiert wurde. In der Umgebung von Stationen sind weiträumig Tritt- und Fahrspuren sichtbar (Olech, 1996; Campbell et al., 1998; Abb. 4.5.-60). Der ohnehin niedrige Deckungsgrad der Vegetation in den Stationen (siehe Kap. 4.5.13.) bewirkt aber auch ein relativ niedriges Schadenspotenzial.

Bei speziellen wissenschaftlichen Arbeiten wie Pflanzenstudien und Kartierungen in Gebieten mit dichter Pflanzenbedeckung lässt sich das Betreten von Vegetation nicht vermeiden. Dadurch können die Schäden von Einzelbetretungen großer Bereiche bei

Kartierungen bis zu häufigem Betreten bestimmter kleiner Intensiv-untersuchungsflächen reichen.
Besuchern wird das Betreten von Vegetation untersagt, jedoch werden Moose und Blütenpflanzen eher als Vegetation betrachtet als Flechten und Algen und Schäden sind nicht auszuschließen. Besucher halten sich aber nur in bestimmten Gebieten auf, woraus wahrscheinlich ein geringeres Schadenspotential als bei wissenschaftlichen Arbeiten resultiert.



Abb. 4.5.-57: Frische Trittschäden im Moos, Fildes Peninsula (Foto: Büßer)

De Leeuw (1994) untersuchte auf Cuverville Island Trittschäden an der dortigen Vegetation. In einem kleinflächigen *Prasiola crispa* Experiment testete de Leeuw durch Einzäunung von Teilflächen die Wirkung von Trittschäden durch Pinguine und Besucher. Es wurde keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit der Art in betretenen und unbetretenen Bereichen gefunden. Ein zweites Experiment zu anthropogenen Trittschäden wurde auf sieben Teilflächen (= TF: drei mit 10-30 cm Bodentiefe und vier TF mit 5-15 cm Bodentiefe), auf denen torfbildende Moose (hauptsächlich *Polytrichum alpestre*) wuchsen, über fünf Wochen durchgeführt (de Leeuw 1994). Ausgewählte Stellen in den Teilflächen wurden alle zwei Tage entweder mit einem Fußtritt, mit 10, mit 20 oder mit 50 Fußtritten betreten. Beispielhafte Pflanzenlängenmessungen sowie das Ausmaß von abgestorbenen Pflanzenteilen und Bodenverdichtungen wurden direkt nach dem Betreten, nach zwei Wochen und nach

fünf Wochen zur Charakterisierung der Schäden herangezogen. Das Trittexperiment zeigte in allen TF Schäden an der Vegetation, sogar in den weniger häufig betretenen Bereichen. Direkt nach dem Betreten waren Fußspuren im Moos sichtbar. Die Trittstärke von 50 Tritten pro Flächeneinheit zeigte erwartungsgemäß die stärksten Schäden. Nach zwei Wochen waren durch den wiederholten Druck von 10 bis 50 Fußtritten noch immer viele Pflanzen in den Boden gedrückt und erholten sich nicht. Durch das Betreten herausgerissene Moose waren bereits vertrocknet und abgestorben. In Bereichen mit geringerer Bodentiefe waren die Schäden an der Vegetation schwächer als in Bereichen mit höherer Bodentiefe. Insgesamt zeigt sich ein hohes Gefahrpotenzial für die Kryptogamen. Moose sind dabei vermutlich sensibler als Flechten. Dennoch können auch bei Flechten im trockenen Zustand Teile abbrechen oder ganze Strauchflechten aus dem Boden gerissen und vom Wind verweht werden.



Abb. 4.5.-58: Vermutlich mehrere Jahre alte Fahrspuren von Kettenfahrzeugen im Moos, Fildes Peninsula (Foto: Büßer)



Abb. 4.5.-59: Frische Fahrspuren von Geländewagen und Kettenfahrzeug im Moos, Valle Klotz, Fildes Peninsula (Foto: Büßer)



Abb. 4.5.-60: Tritt- und Fahrspuren im Stationsgelände der russischen Station Bellingshausen (Foto: Sakharov)

Beeinträchtigungen des Pflanzenwachstums werden außerdem durch Robben bewirkt. Vor allem Seebären liegen zwischen Dezember und März zur Haarwechselzeit gern auf strandnahen, mit Pflanzen bedeckten Ebenen (Abb. 4.5.-61). Skuas und Möwen nutzen Pflanzen als Nistmaterial und rupfen in der Umgebung der Nester Flechten und Moose aus.



Abb. 4.5.-61: Schädigung der Vegetationsdecke durch Seebären während des Haarwechsels auf der Fildes Peninsula (Foto: Büßer)

4.5.15. Eingeschleppte Arten

Die Einführung und Ausbreitung gebietsfremder Pflanzen- und Tierarten (Neophyten und Neozoen) aufgrund menschlicher Aktivitäten ist eine weltweite Bedrohung der Biodiversität. Ganz besonders sind Inseln betroffen, deren Artenzusammensetzungen sich in verstärktem Maße signifikant verändern können (z. B. D'Antonio & Dudley, 1995; Ruiz et al., 2000; Frenot et al., 2001; Courchamp et al., 2003).

Trotz der isolierten Lage der Antarktis werden fremde Arten beabsichtigt und unbeabsichtigt auf den Kontinent und die umliegenden Inseln eingeführt (Frenot et al., 2005). Von den subantarktischen Inseln gelten nur noch zwei (Pingouins und McDonald Islands) als botanisch ursprünglich. Auf allen anderen wurden insgesamt mehr als 100 fremde Gefäßpflanzenarten wie z. B. aus den Familien der *Poaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae* und *Juncaceae* beschrieben, die sich teilweise großflächig ausbreiten (Frenot et al., 2005).

Von den frühen Entdeckungsreisen bis Ende der 1960er Jahre wurden Haustiere als Nahrungsgrundlage für Expeditionen und Mitglieder der ersten Stationen gehalten und

mit mitgebrachtem Futter versorgt (Lewis-Smith, 1996). Zimmer- und Nahrungspflanzen wie Tomatenpflanzen gibt es bis heute in Gewächshäusern und Räumen der Stationen. Auch für Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit wurden vielfach Pflanzen in die Antarktis transportiert, im Freien ausgesät oder gepflanzt und meist am Ende der Experimente wieder entfernt. Besonders in der Maritimen Antarktis ist die Etablierungsfähigkeit bestimmter Blütenpflanzen an mehreren Arten experimentell gezeigt worden (Lewis-Smith, 1996). Grassarten wie *Poa annua* und *Poa trivialis*, aber auch Meerestiere wie z. B. die Krabbe *Hyas araneus* können offenbar vereinzelt überleben (Frenot et al., 2005; Hughes et al., 2005; ATCM, 2006d). Vertebraten (Kleinsäuger, Vögel), Evertebraten, Pflanzen und Mikroorganismen gelangten aber auch unbeabsichtigt in die Antarktis. Gebietsfremdes Bodenmaterial z. B. Böden, in denen Pflanzen aus anderen Regionen transportiert wurden, Erdreste an Schuhen, Fahrzeugen und Baumaterial werden unkontrolliert ausgebracht (Kappen, 1993; Lewis-Smith, 1996; Olech, 1996). Die Gefahr der Einführung terrestrischer Mikroorganismen in die Antarktis ist erkannt (z. B. Lewis-Smith, 1996; Frenot et al., 2005), aber die Quantifizierung des Einflusses auf lokale Lebensgemeinschaften steht noch aus. Schiffe können Transportmittel für Meeresalgen oder andere marine Organismen über lange Strecken sein (Carlton & Hodder, 1995; Clayton et al., 1997; Lewis et al., 2003). Auch der Transport von Mikroorganismen auf angespültem Abfall der Schifffahrt und der Fischereiindustrie (Strandgut siehe Kap. 4.2.2.) ist denkbar (Barnes, 2002; Barnes & Fraser, 2003).

Aufgrund des rauen Klimas der Antarktis erfolgt die Etablierung und Ausbreitung fremder Arten verglichen mit subantarktischen Inseln (Hänel & Chown, 1998; AAD, 2005) langsamer. Die fortschreitende Klimaerwärmung könnte aber die bisher geringe Beeinflussung der lokalen Fauna und Flora erhöhen. Auch die weitere Öffnung der Antarktis für wissenschaftliche und touristische Aktivitäten wird vermutlich zu einer zunehmenden Einschleppung fremder Arten führen (ATCM, 2005d).

Gerade die Fildes Region weist aufgrund des intensiven Stations- und Besucherbetriebs diesbezüglich ein hohes Gefährdungspotenzial auf. Zwar werden Schuhe von Schiffstouristen unter IAATO Mitgliedschaft vor der Anlandung gereinigt und desinfiziert, gleiches gilt aber nicht für Flugpassagiere oder Personen von Versorgungs- und Patrouilleschiffen. Beispielsweise kann es während Entladeoperationen zum Transfer von Organismen kommen, wie geschehen 2003/04 bei der Einfuhr einer Ratte, die nach wenigen Wochen tot im Gebiet aufgefunden wurde (Abb. 4.5.-62).



Abb. 4.5.-62: Rattenkadaver, gefunden auf der Fildes Peninsula 2003/04, vermutlich eingeschleppt mit einer Holzlieferung aus Russland für Kirchenbau in der russischen Station (Foto: Büßer)

Exemplare verschiedener Grasarten (die Bestimmungsergebnisse durch Mitarbeiter der Herbarien der Universität Jena und des BAS Cambridge waren widersprüchlich: *Poa* cf. *annua* vs. *Deschampsia* spec.) konnten sich im chinesischen und russischen Stationsgelände etablieren (Abb. 4.5.-63 und 67). Alle gefundenen und als gebietsfremde Arten eingestufte Pflanzen wurden am 10.02.2006 durch die Autoren entfernt, eine Wiederansiedlung kann aber nicht ausgeschlossen werden, da bereits Blütenstände entwickelt waren und deshalb bereits ein Samenbestand im Boden vorliegen könnte.



Abb. 4.5.-63: Gebietsfremde Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Foto: Büßer)



Abb. 4.5.-64: *Deschampsia* spec. im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Objektivdeckelgröße: 72 mm, Foto: Büßer)



Abb. 4.5.-65: Weitere gebietsfremde Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Foto: Peter)



Abb. 4.5.-66. Nicht bestimmte Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Objektivdeckelgröße: 72 mm, Foto: Pfeiffer)



Abb. 4.5.-67: Entfernen einer gebietsfremden Grasart im Stationsgelände der chinesischen Station Great Wall (Februar 2006, Foto: Pfeiffer)

4.5.16. Auswirkungen wissenschaftlicher Arbeiten auf die Flora und Fauna

Die Antarktis bietet Wissenschaftlern ein einzigartiges Freilandlabor. Zudem ist die wissenschaftliche Forschung gemäß Antarktisvertrag eine privilegierte Nutzungsform der Antarktis. Der umfassende Schutz der antarktischen Umwelt und der abhängigen und verbundenen Ökosysteme, der gleichzeitig Ziel der aus dem USP abgeleiteten deutschen Gesetzgebung (AUG) ist, verlangt eine allgemeine Genehmigungspflicht für alle Tätigkeiten in der Antarktis. Somit besteht die eingeschränkte Möglichkeit einer steten Anpassung der Standards an das wachsende Ethik- und Umweltschutzverständnis bezüglich der angewandten Methoden zur wissenschaftlichen Datenerhebung. Festlegungen zu „best practice“ und standardisierten Monitoring-Methoden erfolgten zwar durch CCAMLR und SCAR, deren Wirkung ist aber auch abhängig von der persönlichen Einstellung der Wissenschaftler.

Wissenschaftler nutzen die Fildes Region entsprechend ihrer Forschungsschwerpunkte sehr unterschiedlich. Das Spektrum reicht von regelmäßigen Gesamtgebiets-durchquerungen (z. B. bei Seevogel- und Robben-Zählungen), über intensive

Teilgebietsbearbeitungen (z. B. spezielle Untersuchungen in Teilpopulationen von Tier- und Pflanzenarten, geologische Besonderheiten, Gletscherstudien) bis zu Arbeiten in vorhandener Infrastruktur (z. B. Laboratorien). Daraus ergibt sich auch die unterschiedliche Nutzung des vorhandenen Wegenetzes und der Naturräume.
Trampelpfade zu Messstationen (wie meteorologischen Apparaturen, GPS-Installationen, Laboratorien) beschränken sich auf Stationsgebiete. Abseits der Stationen und des Wegenetzes sind vereinzelt Trittspuren vor allem auf Vegetation und feuchteren Böden sichtbar, die jedoch nur teilweise wissenschaftlichen Arbeiten zuzuordnen sind. Da Wissenschaftler meist (1) allein oder in kleinen Gruppen zu Fuß in ihre Untersuchungsgebiete gelangen, (2) ihre Untersuchungen entsprechend wechselnder Witterungsbedingungen planen sowie (3) Verhaltensrichtlinien und Gefährdungspotenziale in vielen Fällen kennen, kann vermutet werden, dass die Beeinträchtigung der antarktische Biota, wie etwa durch Boden- oder Vegetationszerstörung und Störungen von Tieren, durch diese Nutzergruppe vergleichsweise gering ausfällt. Dies gilt unseren Erfahrungen nach vor allem für die (Feld-)Biologen.
Es gab zahlreiche Untersuchungen zu den Auswirkungen wissenschaftlicher Arbeiten in der Antarktis und Subantarktis (z. B. Wilson et al., 1989; Wilson et al., 1990; Young, 1990, Peter et al., 1991; Nimon et al., 1995; Wilson & Culik, 1995; Giese, 1996; Van den Brink & Pigott, 1996; Campbell et al., 1998; Carstens et al., 1999; Micol & Jouventin, 2001; Gauthier-Clerc et al., 2004; Martín et al., 2004; Frenot et al. , 2005; Pfeiffer, 2005). Alle Freilandarbeiten greifen demnach direkt in die antarktischen Ökosysteme ein und verursachen geringe bis starke Störungen der natürlichen Systeme über kurze oder lange Zeiträume. Besonders bei der Arbeit mit Vertebraten wird ersichtlich, dass Parameter wie Besuchsdauer, Häufigkeit der Besuche, Intensität und Dauer der Berührung und Ausmaß der Installation von Geräten am Tier selbst oder am Brut- oder Liegeplatz das Verhalten und die Physiologie der Individuen stark beeinflussen können.



Abb. 4.5.-68: a & b: a - Wiegen eines Eselspinguinkükens auf Ardley Island durch deutsche und chilenische Wissenschaftler, b - Pinguinmarkierung auf Ardley (chilenische Wissenschaftler)



Abb. 4.5.-69: Vegetationskartierung durch Projektmitarbeiter

Für Fildes Peninsula gibt es keine Statistik zur räumlichen und zeitlichen Flächennutzung durch Wissenschaftler. Arbeiten und Besuche auf Ardley Island werden aber aufgrund des ASPA-Status durch Mitarbeiter des INACH registriert (unveröffentlichte Besucherlisten). Da die chilenischen Wissenschaftler nicht die gesamte Saison im Gebiet präsent sind, führten wir dort zusätzliche Zählungen von Wissenschaftlern durch, die sich auf Ardley Island aufhielten (Abb. 4.2.-70). Der Nordosten von Ardley Island, in welchem sich die Pinguinkolonien befinden (in Abb. 4.2.5.-70 „Pinguinera“) wurde demnach am häufigsten von Wissenschaftlern besucht. Alle anderen Teile Ardley Islands (in Abb. 2.3.5.-70 „Rest-Ardley Island“) sind je nach Forschungsfragestellung des jeweiligen Jahres mehr oder weniger häufig besucht worden. Im Januar 2005 kartierten wir die Vegetation von Ardley Island, wodurch die hohe Zahl der Besuchstage zustande kommt. Die Zusammenführung verschiedener Wissenschaftler- und Besucherstatistiken sollte in der Fildes Region angestrebt werden. Dies würde einerseits eine bessere Einschätzung des Nutzungsdrucks auf Naturräume und andererseits Erklärungen für negative Auswirkungen auf die Fauna und Flora des Gebietes ermöglichen.

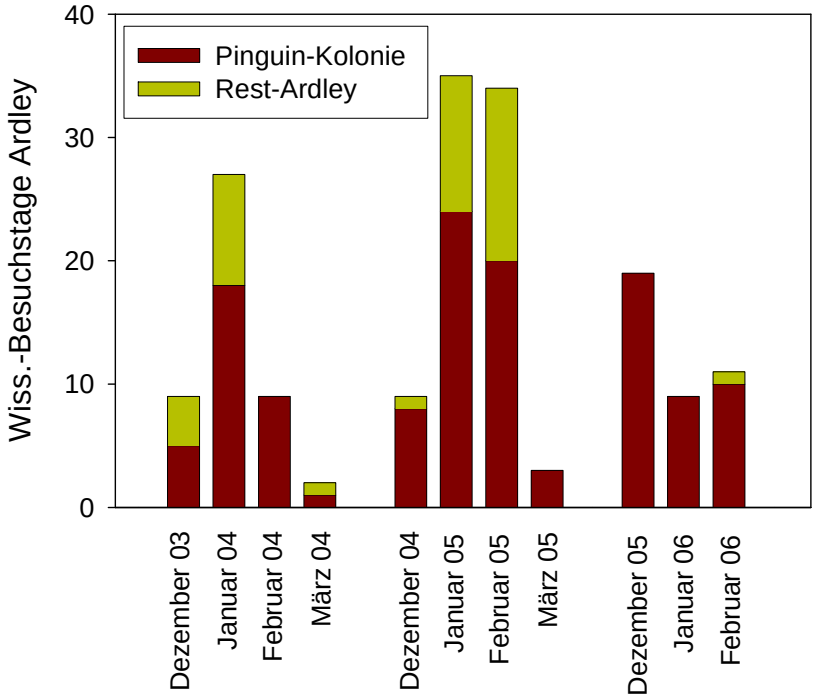


Abb. 4.5.-70: Anzahl der Ardley Island-Besuchstage von Wissenschaftlern (ohne die chilenischen Wissenschaftler von INACH) in den Sommermonaten

Derzeit beschränkt sich die Koordination wissenschaftlicher Arbeiten im Untersuchungsgebiet auf persönliche Kommunikation zwischen fachnahen Wissenschaftlern, um ähnliche Forschungsfelder und potentielle Konflikte im Vorfeld abzuklären.
Es gab in der Vergangenheit wiederholt Fälle, in denen geplante Arbeiten an Tierpopulationen durch Wissenschaftler unterschiedlicher Nationen in der Fildes Region zu räumlichen und zeitlichen Überschneidungen führten (persönliche Erfahrungen der Autoren), was besonders bei Langzeitstudien wie dem Monitoring von Seevögeln nachteilige Auswirkungen auf die Individuen selbst sowie die Vergleichbarkeit der Daten aufgrund unterschiedlicher Erfassungsmethoden haben kann. Die meisten Arbeiten finden aber zeitlich und räumlich getrennt statt, so dass auch kumulative Effekte schwer nachweisbar sind.

4.6. Touristische Aktivitäten

4.6.1. Tourismus auf King George Island

Die Einzigartigkeit, Abgeschiedenheit und Naturschönheit zieht Besucher in die Antarktis. Tourismus findet vorrangig im Südsommer zwischen November und März statt. Die Region der Antarktischen Halbinsel mit den vorgelagerten Inselgruppen ist die am häufigsten besuchte Region der Antarktis (87 % aller Anlandestellen und 96 % aller durch IAATO registrierten Besucher, 2005/06; www.iaato.org).
Aufgrund der großen Zahl an Forschungsstationen bietet King George Island mehrere Besuchsmöglichkeiten für Touristen. Die Anreise erfolgt per Schiff oder Flugzeug und Besuche konzentrieren sich auf wissenschaftliche Stationen verschiedener Nationen oder Naturräume mit diverser Fauna und Flora, im Detail auf zwölf Anlandestellen und drei Buchten (Abb. 4.6-1; www.iaato.org, Statistik). Die polnische Station Arctowski in der Admiralty Bay erlaubt die Anlandung größerer Touristengruppen (max. 100 Personen zur gleichen Zeit an Land, aber Anlandung in mehreren Gruppen möglich), sodass Schiffe mit 200-500 Passagieren bevorzugt diese Anlandungsstelle wählen. Im Sommer 2005/06 waren insgesamt mindestens 18.087 Touristen in der King George Island Region unterwegs, davon hielten sich mindestens 8.606 Besucher an Land auf (www.iaato.org; ATCM 2002b).

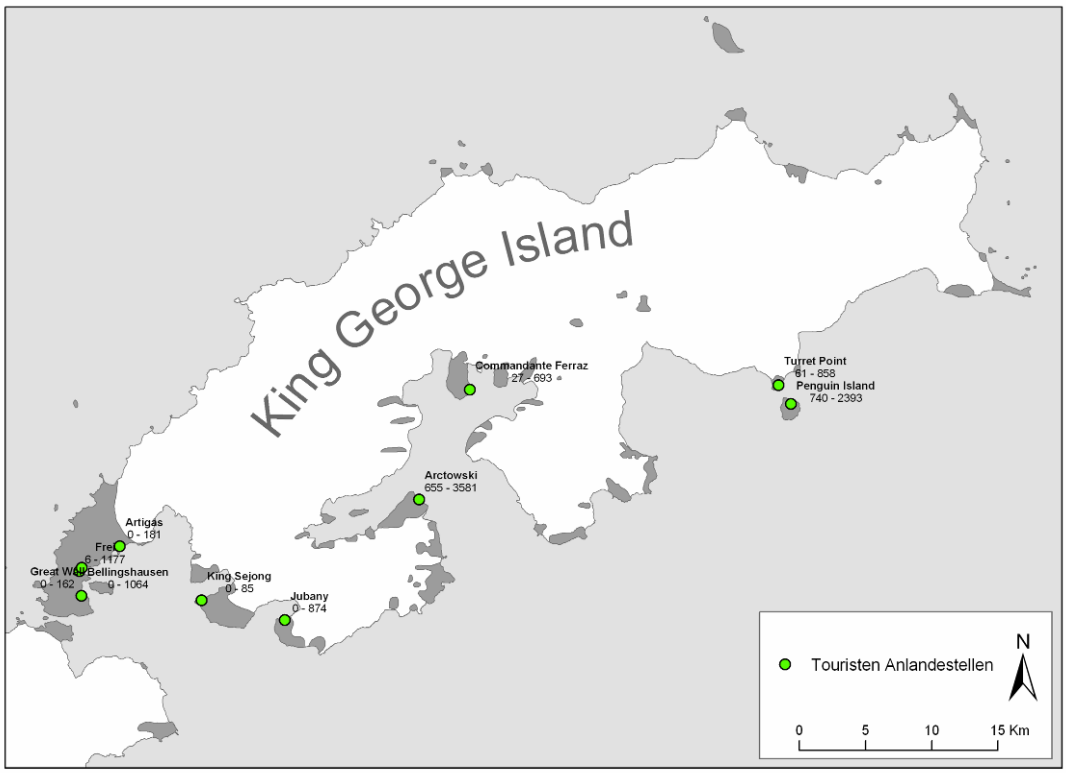


Abb. 4.6.-1: Touristen-Anlandestellen auf King George Island mit jährlichen Minima/Maxima-Zahlen der angelandeten Besucher innerhalb der letzten 10 Jahre (schiffsbasierter Tourismus, www.iaato.org, 1995/96 bis 2005/06)

4.6.2. Touristische Aktivitäten in der Fildes Region

4.6.2.1. Spektrum touristischer Aktivitäten

Der Tourismus (im Folgenden werden auch verschiedene Besuchs- und Freizeitaktivitäten unter dem Begriff ‚Tourismus' subsumiert) in der Fildes Region bestand seit dem Stationsbau ab Ende der 1960er Jahre aus einer Mischung aus lokalen Besucheraktivitäten der Stationsmitglieder und per Flugzeug oder Schiff angereisten Touristen, Delegationen und durchreisenden Wissenschaftlern. Daher definieren wir einen Besucher in dieser Studie als eine zu folgenden Kreisen gehörende Person:

- *Touristen* (einschließlich Passagieren und Besatzung von Schiffen und Flugzeugen), die im Untersuchungsgebiet Aktivitäten wie Schlauchbootfahrten, Anlandungen, Übernachtungen oder Flüge unternahmen.
- *Stationsmitglieder,* d. h. Wissenschaftler und Stationspersonal in ihrer Freizeit, die im Gebiet arbeiteten oder es besuchten. Ihre Aktivitäten bestanden aus Spaziergängen, Fahrten an Land, auf dem Meer (z. B. zum Angeln) oder aus Rundflügen. Diese Gruppe schließt auch durchreisende Mitglieder anderer Stationen ein, die für wenige Stunden bis Tage im Gebiet verweilten.
- *Regierungsdelegationen*, die Stationen im Untersuchungsgebiet besichtigten und auch Ausflüge in das Umland unternahmen.

Freizeitaktivitäten der Stationsmitglieder wurden lange Zeit nicht dokumentiert. Stationsmitglieder leben und arbeiten für gewöhnlich wenige Wochen bis zu zwei Jahre im Untersuchungsgebiet und verbringen auch dort ihre Freizeit (siehe Kap 4.7.). Eine klare Trennung von reinen Arbeits- und Freizeitaktivitäten der Stationsmitglieder ist daher nicht immer möglich. Touristische Themen wurden bereits in vorherigen Kapiteln erwähnt. So enthält die Statistik zur Feldhütte Priroda (siehe Kap. 4.2.11.) vor allem Übernachtungen von Wissenschaftlern, aber auch Besuche und Übernachtungen von Stationspersonal, die in ihrer Freizeit die Hütte besuchten. Auch die Winternutzung des Gebietes (siehe Kap. 4.2.15.) und beim Verkehr (siehe z. B. touristische Flugaktivitäten Kap. 4.2.14.3.) spielen Freizeitaktivitäten eine Rolle.

Als Besucher können sie daher genau wie Touristen potentiell störend oder schädigend auf die belebte und unbelebte Natur einwirken (Headland, 1994; Riffenburgh, 1998). Wir haben daher in der vorliegenden Studie versucht, das räumliche und zeitliche Freizeitverhalten der Stationsmitglieder zu hinterfragen.

Touristenunternehmen mit und ohne Mitgliedschaft in der IAATO besuchten die Region, um den Touristen die Forschungsstationen und Vogel- und Robbenkonzentrationen zu zeigen. Zusätzlich erhöhten sich die Touristenzahlen in der Region aufgrund eines neu eingeführten Konzeptes der kombinierten Flug-Schiffs-Reise und der Möglichkeit der Evakuierung schwer erkrankter Personen über den Flughafen auf der Fildes Peninsula (ATCM, 2006f). Eine Besonderheit ist auch die Nutzung von chilenischen, russischen und uruguayischen Stationsunterkünften für Übernachtungen durch Touristen (ATCM, 2006i).

Das private Touristenunternehmen “Aerovías DAP” (DAP) fliegt ihre Passagiere mit kleinen Flugzeugen (z. B. King Air, Dash 7) für einen bis mehrere Tage Aufenthalt in die Region. Diese Touristen übernachten in chilenischen Flughafenhotel, in Stationsunterkünften oder Zelten.

LAN Airlines bietet Überfliegungen der Antarktischen Halbinsel in Boeing 737-200 an. Je nach aktuellen Wetterbedingungen variieren die Flugrouten in der Südshetlandregion (ATCM, 2006i). Der touristische Flugverkehr ist in Kap. 4.2.16.3. im Detail beschreiben. Helikopteroperationen im Untersuchungsgebiet wurden vor allem zu logistischen und weniger zu touristischen Zwecken durchgeführt. Es gab aber in den vergangenen Jahren vereinzelt touristische Flüge mit Helikoptern des Flughafens und von Versorgungsschiffen. DAP flog Touristen mit Kleinflugzeugen in die Fildes Region und verfügt seit 2003/04 über einen Helikopter für lokale Flüge.
Die Zahl der Kreuzfahrt-Touristen in der Fildes Region variierte deutlich in den letzten Jahren (Kap. 4.2.17., www.iaato.org). Ursachen hierfür waren nach zahlreichen Berichten von Lektoren und Expeditionsleitern v. a. das Fehlen von landschaftlicher Attraktivität der Fildes Peninsula gepaart mit einem deutlich sichtbaren menschlichen Einfluss im Gebiet. Verbessertes Müllmanagement, zusätzliche Tourismusattraktionen (Kirchenbau) und erweiterte Transportlogistik (Flughafenausbau, Flug-Schiff-Tourismus, Krankentransport) erhöhten aber gerade in den letzten beiden Jahren des Untersuchungszeitraums den touristischen Wert der Fildes Region.
Abgesehen vom klassischen Naturtourismus mit kurzen Besuchen interessanter Naturräume wurden in der Region bisher Bergtouren, Gletscherwanderungen und ein Heißluftballonflug von Privatreisenden organisiert. Schon mehrfach fanden Marathonläufe auf der Fildes Peninsula statt. Der Lauf des Jahres 2005 soll im Folgenden beispielhaft beschrieben werden.

4.6.2.2. Marathon

Marathonläufe werden seit mehreren Jahren auf Fildes Peninsula von der Firma „Antarctica Marathon & Half-Marathon“ organisiert. So wurde auch in der Saison 2004/2005 ein Lauf angeboten und am 26.02.2005 bei günstigen Wetterverhältnissen erfolgreich absolviert. Die geplante Laufstrecke wurde am Vortag von den Organisatoren mit roten Fähnchen am Straßenrand markiert (Abb. 4.6.-2). Die Gesamtstrecke von knapp 10,5 km Länge wurde in mehreren Schleifen belaufen. Start und Ziel befanden sich in der russischen Station. Die Laufstrecke lag vor allem auf dem Straßennetz zwischen chinesischer und uruguayischer Station, führte aber auch auf den Collins Gletscher bis 500 m Höhe.
Die Schiffe „Akademik Ioffe“ und „Akademik Sergey Vavilov“ brachten die Marathonteilnehmer ins Gebiet und ankerten für eine Nacht vor dem Lauf in der Maxwell Bay.



Abb. 4.6.-2: Präparieren der Laufstrecke am Vortag des Marathons auf der Fildes Peninsula. Rote Fähnchen markieren den Streckenverlauf (weiße Pfeile) (Foto: Büßer).

Am 26.02.2005 fanden alle Marathonaktivitäten zwischen 7:30 und 18:30 statt. Das Teilnehmerfeld teilte sich in 176 Personen, die den vollen Marathon liefen und 36 Personen, die den Halbmarathon absolvierten. Sechs Chilenen und ein Russe beteiligten sich von den ortsansässigen Stationen. Insgesamt nahmen 147 Männer und 72 Frauen zwischen 23 und 77 Jahren von 14 Nationen teil. Alle Teilnehmer hielten sich an die Streckenführung. Es kam daher zu keinen negativen Einflüssen auf die Umwelt hinsichtlich des Betretens der Vegetation oder dem Stören brütender Vögel. Nach Abschluss der Veranstaltung befanden sich keine Fähnchen oder anderen Gegenstände mehr am Streckenrand.

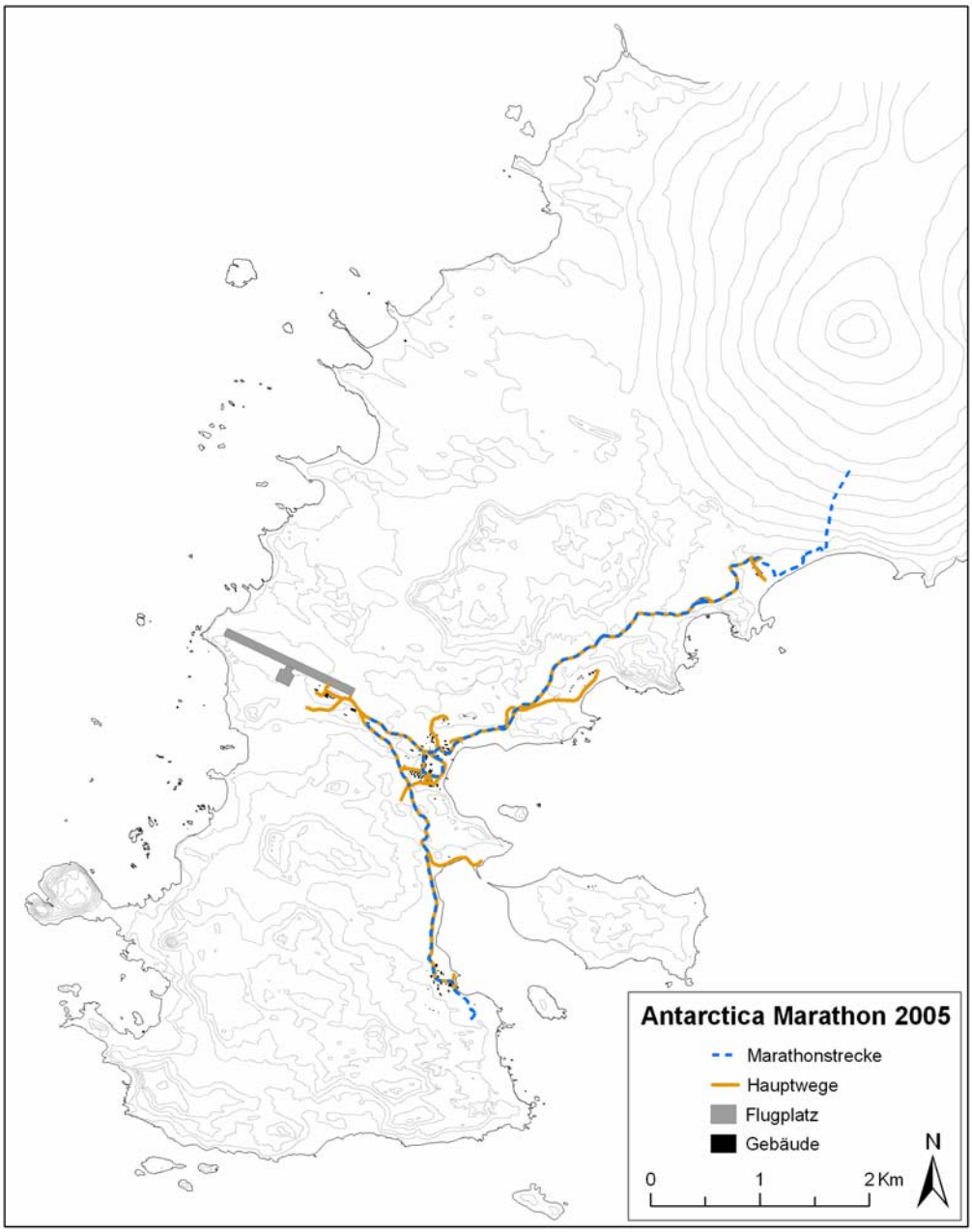


Abb.: 4.6.-3: Darstellung der Marathonstrecke auf der Fildes Peninsula, Februar 2005



Abb. 4.6.-4: Start des Marathons in der russischen Station Bellingshausen, Fildes Peninsula, Februar 2005 (Foto: Büßer)



Abb. 4.6.-5: Marathonläufer auf der Straße zwischen chinesischer und chilenischer Station, Fildes Peninsula, Februar 2005 (Foto: Büßer)

4.6.2.3. Raumnutzung durch Besucher

Die Untersuchung des Raumnutzungsverhaltens der Besucher in allen terrestrischen Gebieten der Fildes Region ergab eine Konzentration in und um die Stationsgebiete, auf den etablierten Wegen und in den bevorzugten Besuchergebieten mit attraktiver Fauna und Flora (Abb. 4.6.-6).

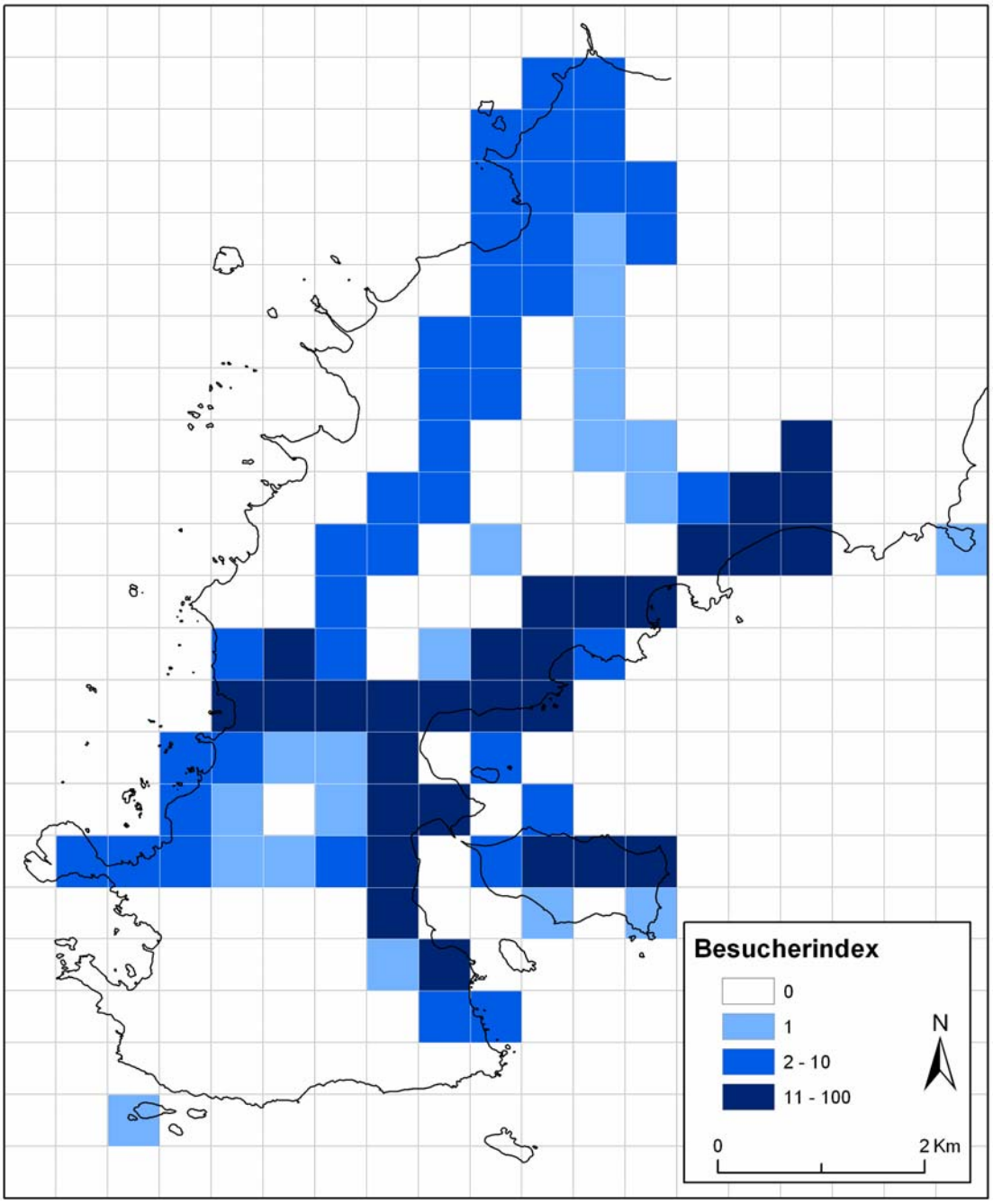


Abb. 4.6.-6: Raumnutzungsverhalten von Fußgängern in der Fildes Region dargestellt als *Besucherindex*

Die Ergebnisse aus der Umfrage unter den Stationsmitgliedern (siehe Kap. 4.7.) und aus eigenen Beobachtungen bestätigen die bevorzugte Nutzung des vorhandenen Wegenetzes und die Seltenheit von „Querfeldein"-Wanderungen.
Stationsmitglieder gehen häufiger auf kurze Strandspaziergänge in der Nähe ihrer jeweiligen Station, sodass sich höhere Werte für den Besucherindex entlang der Ostküste ergeben (Abb. 4.6.-6). Ardley Island ist wegen der Pinguinkolonien entlang der Touristenzone am Nordstrand ein beliebtes Ausflugsziel. Die Westküste von Fildes Peninsula bietet vegetationsreiche Buchten mit Robbenliegeplätzen und eine attraktive Steilküstenkulisse. Die isoliert höheren Werte um die russische Feldhütte „Priroda" ergeben sich aus der Summe der begangenen Routen zur Hütte. Besucher spazieren entweder entlang der Westseite der Halbinsel vom Flughafen aus nach Nordosten oder benutzen den bereits etablierten Weg von der uruguayischen Station parallel zum Gletscher Richtung Nordwesten (siehe Abb. 4.6.-6).
Direkte Besucheraufstiege auf den Collins Gletscher erfolgten nur während des Marathonlaufs. Der Gletscher wird nicht regelmäßig durch Stationsmitglieder begangen, da die Unfallgefahr aufgrund großer Gletscherspalten im Sommer beträchtlich ist.

4.6.3. Einfluss touristischer Aktivitäten

Knight & Cole (1995) entwickelten einen konzeptionellen Rahmen zur Kategorisierung von Reaktionen der Fauna und Flora auf touristische Aktivitäten. Eine erste Einteilung ergibt sich demnach aus der Konsequenz von Wechselwirkungen mit Tieren und Pflanzen. Der Mensch kann einerseits in Form von Jagd, Fischerei und Trittschäden den Tod von Individuen herbeiführen. Andererseits sind Beobachtungen von Tieransammlungen, Naturwanderungen oder Bootstouren maximal störend für Tiere, bedeuten aber keine Entfernung von Individuen aus ihrem Lebensraum (Knight & Cole, 1995). Eine weitere Klassifikation besteht darin, festzustellen ob Reaktionen der Tiere auf touristische Aktivitäten direkt oder indirekt erfolgen (Knight & Cole, 1995). Direkte Auswirkungen beziehen sich auf Verhaltensänderungen (siehe auch Kap. 4.5.10.), z. B. verlängerte Flugphasen oder eine unterbrochene Nahrungsaufnahme bei Vögeln. Auch physiologische Veränderungen verbunden mit Stress können sich nachteilig auf die Reproduktion und das Überleben auswirken. Diese direkten Effekte können zu Veränderungen in der Verteilung, Häufigkeit und Diversität von Arten führen (siehe auch Kap. 4.5.). Indirekte Effekte von touristischen Aktivitäten betreffen die Anziehung von Prädatoren beim Besuch von Tiergruppen. Beispielsweise hinterlassen flüchtende Elterntiere den ungeschützten Nachwuchs oder die Pinguinküken-Kindergärten lösen sich durch die Störung der Besucher auf und bieten so leichtere Beute für Prädatoren.

Erst in den letzten 10 Jahren wurden einige Studien zu Auswirkungen von Besuchen der Antarktis und Subantarktis durchgeführt, die sich mit der Quantifizierung von Störungen vor allem der Vögel, der kurz- und langfristigen Auswirkungen von Besucheraktivitäten und dem effektiven Management befassten. Besonders Studien an Pinguinen der Antarktis zeigten Effekte menschlicher Aktivitäten auf Populationsniveau (z. B. Woehler et al., 1994; Fraser & Patterson, 1997), in Kolonien (Nimon & Stonehouse, 1995; Stonehouse & Crosbie, 1995; Cobley & Shears, 1999) und auf einzelne Individuen (z. B. Culik & Wilson, 1995). Es zeigten sich orts- und artspezifische Unterschiede, aber auch Übereinstimmungen in der Reaktion der Tiere, je nach der vorherigen Erfahrung mit menschlichen Aktivitäten, der Stärke des Reizes und der Entfernung des Tieres vom jeweiligen Reiz. So wurden in den letzten Jahren auch andere Seevogelarten verstärkt untersucht (Weimerskirch et al., 2002; Martín et al., 2004; Harris, 2005; Holmes et al., 2005; Pfeiffer, 2005; de Villiers et al., 2005; de Villiers et al., 2006).

4.6.3.1. Auswirkungen in der Fildes Region

Im Folgenden werden konkret für die Fildes Region beobachtete und vermutete Auswirkungen dargestellt (Tab. 4.6.-1, siehe auch Harris, 1991 a, b; Pfeiffer & Peter, 2003).

Touristen reisen per Schiff oder Flugzeug in die Fildes Region. Wechselnde Wetterbedingungen können dabei teilweise zu gefährlichen Situationen führen, die lokal eine Umweltkatastrophe auslösen könnten (Flugzeugabsturz oder Schiffshavarie). Im Untersuchungsgebiet gab es bereits mehrere Notfallsituationen für Schiffe und Zodiaks, aber bisher waren keine Touristen involviert. Nicht nachgewiesen, aber zu vermuten, ist ein regelmäßiger Eintrag von geringen Mengen an Öl und Abwässern durch Kreuzfahrtschiffe, Yachten und deren Zodiaks in das marine Ökosystem der Maxwell Bay.

Walbeobachtungen von Schiffen oder kleineren Booten aus sind im Untersuchungsgebiet selten. Wenn sie dennoch stattfinden, können sie zu Störungen der Meeressäuger führen. Direkte Zusammenstöße mit Verletzungsgefahr (ATCM, 1999b) und Verhaltensänderungen der Tiere wurden nur außerhalb der Region beobachtet (Richardson et al., 1995; Williams et al., 2006).

Besuche in den Brutgebieten und an den Liegeplätzen von Seevögeln und Robben, sowie tief fliegende Helikopter und Flugzeuge führten zu nachgewiesenen Herzschlagerhöhungen und Verhaltensänderungen von Riesensturmvögeln und Skuas im Untersuchungsgebiet (Pfeiffer, 2005, siehe Kap. 4.5.10.). Wir vermuten auch weitere

Auswirkungen touristischer Aktivitäten auf Individuen und Populationen anderer Arten (siehe Kap.4.5.), diese wurde aber nicht explizit untersucht.
Aufgrund der langsamen Wachstumsraten wurde die Vegetation in Bezug auf Besucheraktivitäten nicht untersucht (siehe Kap. 4.5.14.). Auf die unbeabsichtigte Einführung fremder Arten durch Besucher wurde in Kap. 4.5.15. näher eingegangen. Die zu erwartende Zunahme touristischer Aktivitäten im Gebiet, besonders auch über die Kombination von Flug- und Schiffsverkehr erhöht das Risiko des Einschleppens nicht einheimischer Organismen.
Aus Berichten von vor Ort arbeitenden Wissenschaftlern und Beobachtungen in den vergangenen Jahrzehnten ist bekannt, dass Fossilien- und Mineralvorkommen der Fildes Peninsula mehrfach aufgesucht und Material nicht nur für wissenschaftliche Studien gesammelt wurde.
Alle Besucheraktivitäten an Land können nachteilige Auswirkungen auf die Fauna und Flora, historische Werte sowie wissenschaftliche und logistische Tätigkeiten haben (siehe Kap. 5.2.). Die unterschiedlichen touristischen, wissenschaftlichen und logistischen Aktivitäten traten in der Fildes Region teilweise zeitgleich und räumlich überlagert auf (siehe Kap. 5.2.1.6.).

Tab. 4.6.-1: Auswirkungen touristischer Aktivitäten allgemein und speziell für die Fildes Region.

Auswirkungen auf	**Ereignisse/ Effekte (allgemein)**	**Auswirkungen in der Fildes Region**
Ökosystem (marin)	- Verschmutzung - Schiffsunfälle - Beschädigung des Meeresbodens durch Anker	- Ölfilme wiederholt beobachtet - Schiffsunfälle sehr selten (1x in letzten 10 Jahren) - Schäden möglich an Ankerplätzen, siehe Kap. 4.2.17.
Ökosystem, Artengemeinschaften Arten Habitate	- Störung der Tierwelt durch Besucher, Bootsanlandungen, Flugverkehr usw. - Effekte auf Habitate und Mikroumwelt z. B. Einführung fremder Arten - Störung mariner Organismen z. B. Lärm der Motoren und Schiffsoperationen	- Untersuchungen zu Besuchs- und Flugverkehr siehe Pfeiffer, 2005 - Effekte nicht untersucht - Effekte nicht untersucht
Atmosphäre	- Luftverschmutzung durch Flug- u. Schiffsverkehr - Lärm (menschlicher und technischer)	- Luftverschmutzung nicht untersucht - Lärm häufig durch Stationsbetrieb und Verkehr siehe Kap. 4.2.9..
Habitat, Artengemeinschaft (Boden/ Vegetation)	- Vegetationsschäden durch Fahrzeuge - Betreten einheimischer Arten - Einführung von Fremdarten	- Vielzahl von alten und neuen Fahrspuren s. Kap. 4.2.14., - Trittschäden Kap. 4.5.14., - eingeführte Grasarten gefunden Kap. 4.5.15.
Landschaften	- Schädigung oder Störung natürlicher Szenarien - Einführung von Fremdmaterialien - Sammlung von natürlichen Gegenständen - sichtbarer Einfluss, einschließlich Graffiti, Müll, Beschädigung historischer Orte	- Bauaktivitäten schaffen neue Infrastruktur Kap. 4.2.18. - Gesteins/Fossiliensammlung - Müllfunde und Lagerstätten siehe Kartierung Kap 4.2.1. & 4.2.2.
Wissenschaft und Logistik	- Störung wissenschaftlicher Zeitpläne - Verwendung wissenschaftlichen Materials - Abzug von Stationspersonal zur Begrüßung und Begleitung der Touristen - Verbrauch von Ressourcen für die Bewirtung der Touristen	- Besucherführungen verändern Zeitpläne - Einsatz von Stationspersonal, teilweise - Bewirtung von Touristen, aber im Ausgleich Lebensmittelgeschenke

4.6.4. Besuchermanagement

Bedenken über potentiell negative Einflüsse von touristischen Aktivitäten zielen auf den Schutz der Antarktis besonders im Hinblick auf die Erhaltung des Wildnis-Charakters und der Ungestörtheit wissenschaftlicher Arbeiten. Laut Definition des Antarktischen Vertragssystems ist die Antarktis ein „dem Frieden und der Wissenschaft gewidmetes Naturreservat". Tourismus ist aber, wie die wissenschaftlichen Programme und auch NGO-Aktivitäten, in der Antarktis als friedliche Nutzungsform anerkannt.

Eine temporäre Beeinträchtigung wissenschaftlicher und logistischer Arbeiten durch Touristenbesuche ist jedoch unumgänglich. Unvorhergesehene Änderungen des Verkehrs- und Besucheraufkommens aufgrund von Programmänderungen, Notfällen auf Schiffen mit notwendigem Ausfliegen von Passagieren usw. verhindern z. T. eine exakte Vorabplanung wissenschaftlicher Programme. Wissenschaftler führten auf Ardley Island und in den Stationen wiederholt Touristen. Auch Stationspersonal wurde für Führungen eingesetzt, was nur in Ausnahmefällen als vorgegebene Pflichtaufgabe im Tätigkeitskatalog angesehen wurde. Da Touristenbesuche auch als willkommene Unterhaltung der Stationsmitglieder galten, wurden sie in den meisten Fällen befürwortet (siehe Umfrage, Kap. 4.7.). Fälle von Behinderungen an Orten wissenschaftlicher Freilandarbeit durch Touristen sind uns nicht bekannt.

Da die Touristenzahlen der vergangenen Jahre die Anzahl von in der Antarktis tätigen Wissenschaftlern und logistischem Personal überschritten, wird verstärkt über eine Begrenzung des Tourismus und die Notwendigkeit von Verwaltungsmaßnahmen diskutiert (z. B. ATCM, 2002b, 2003, 2006a, b; ATCM von: Empfehlung IV-27 (Santiago, 1966) bis Resolution 2 (2006) - ATCM XXIX, Edinburgh). Aktuell konzentrieren sich die tourismusrelevanten Themen auf die Minimierung kumulativer Effekte (ATCM, 2006h, 2006g). Besondere ortspezifische Richtlinien und Zonierungen werden bereits von IAATO und den Vertragsstaaten als Lösungsansatz umgesetzt (ATCM, 2003b).

Stationsmitglieder erhalten in den meisten Ländern vor ihrem erstmaligen Antarktisaufenthalt eine Einweisung in (Verhaltens-)Richtlinien zur Minimierung negativer Effekte auf die antarktische Umwelt. Vielfach fehlen aber Informationsveranstaltungen und -materialien sowie Kontrollmechanismen für Touristengruppen vor Ort, sodass z. B. Unterschreitungen von empfohlenen Mindestabständen nicht selten vorkommen (Riffenburgh, 1998; eigene Beobachtungen). Führung durch Wissenschaftler vor Ort und wissenschaftliche Vorträge in den Stationen sind geeignet, um die Sensibilität der Besucher gegenüber Umweltaspekten zu erhöhen (eigene Beobachtungen). Detailliertere Vorschläge zum verbesserten Besucher-management sind in den Kap. 6.2.5. bis 6.2.8. und im Anhang 5 zu finden.

4.7. Umfrage unter den Stationsmitgliedern

Der in Kap. 3.6. vorgestellte Fragebogen wurde auf freiwilliger Basis von 216 Stationsmitgliedern aller ortsansässigen Stationen der Fildes Region beantwortet. Die Stationsgröße spiegelt sich dabei auch in der anteiligen Beteiligung wider (Abb. 4.7.-1).

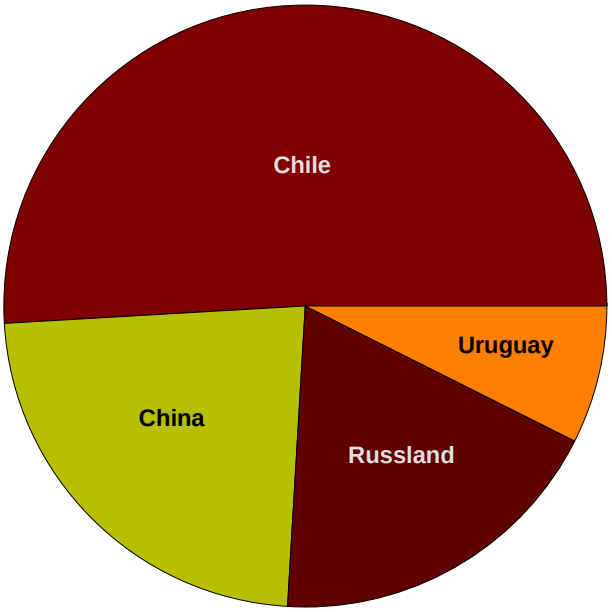


Abb. 4.7.-1: Stationszugehörigkeit der an der Umfrage teilgenommenen Stationsmitglieder der Fildes Peninsula, nach Anteilen dargestellt (n = 216)

In der ersten Feldsaison 2003/04 füllten 39 Stationsmitglieder (17 Mitglieder der chinesischen und 22 der russischen Station) den Fragebogen aus. In der Saison 2004/05 nahmen insgesamt 52 Mitglieder der chilenischen Stationen Escudero und Frei, 17 Mitglieder der chinesischen Station, 11 Mitglieder der russischen Station und 10 Mitglieder der uruguayischen Station an der Befragung teil. In der letzten Saison wurden erstmalig alle chilenischen Stationen an der Befragung beteiligt, d. h. neben der Station Frei und der Forschungsstation Escudero wurden auch Fragebögen an die Marinestation ausgehändigt. Daraus resultiert die große Anzahl chilenischer Befragter in Relation zu den Bewohnern anderen Stationen der Fildes Peninsula. Es beteiligten sich alle Stationen vor Ort an der Meinungsumfrage und aufgrund der hohen Rate (> 80 % Beteiligung in allen Stationen, außer Frei mit ca. 40 %) können repräsentative Ergebnisse dargestellt werden.

Tab. 4.7.-1 zeigt das Geschlechterverhältnis, die Alterstruktur, das Verhältnis Wissenschaftler zu Stationspersonal und die Aufenthaltsdauer der Befragten. Der Frauenanteil ist wie auch in anderen Antarktisstationen relativ gering. Die Mehrzahl der Stationsmitglieder ist zwischen 25 und 44 Jahre alt. Das Stationspersonal setzt sich aus Zivil- und Militärpersonal zusammen und übt vielfältige technische und verwaltungstechnische Aufgaben aus. Ein Fünftel der Stationsmitglieder sind Wissenschaftler. Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Personen, die zum ersten Mal in der Antarktis arbeiten (siehe Tab. 4.7.-1).

Tab. 4.7.-1: Demographische und andere Parameter der befragten Stationsmitglieder der Fildes Peninsula

Kategorie		*% Anteile der Befragten (n = 216)*
Geschlecht	männlich	94,9
	weiblich	5,1
Alter	15 – 24 Jahre	4,2
	25 – 34	43,1
	35 – 44	29,2
	45 – 54	17,1
	55 – 64	2,8
	> 64	0,9
	unbekannt	2,7
Beschäftigung	Wissenschaftler	20,4
	Stationspersonal	75,5
	unbekannt	4,1
erstmalig in der Antarktis		61,1
zum wiederholten Mal in der Antarktis		39,9
bereits überwintert		19,9
in unterschiedlichen Stationen gearbeitet		19,4
Anreise	**per Flugzeug**	80,6
	per Schiff	19,4

62 % der Befragten gaben als Grund für ihren Aufenthalt den Wunsch an, einen speziellen Ort wie die Antarktis zu besuchen. Eine bessere Bezahlung verglichen mit Löhnen in den Heimatländern und die Durchführung spezieller, vor allem

wissenschaftlicher Projekte, waren weitere ausschlaggebende Faktoren für den Aufenthalt in der Antarktis (Abb. 4.7.-2).

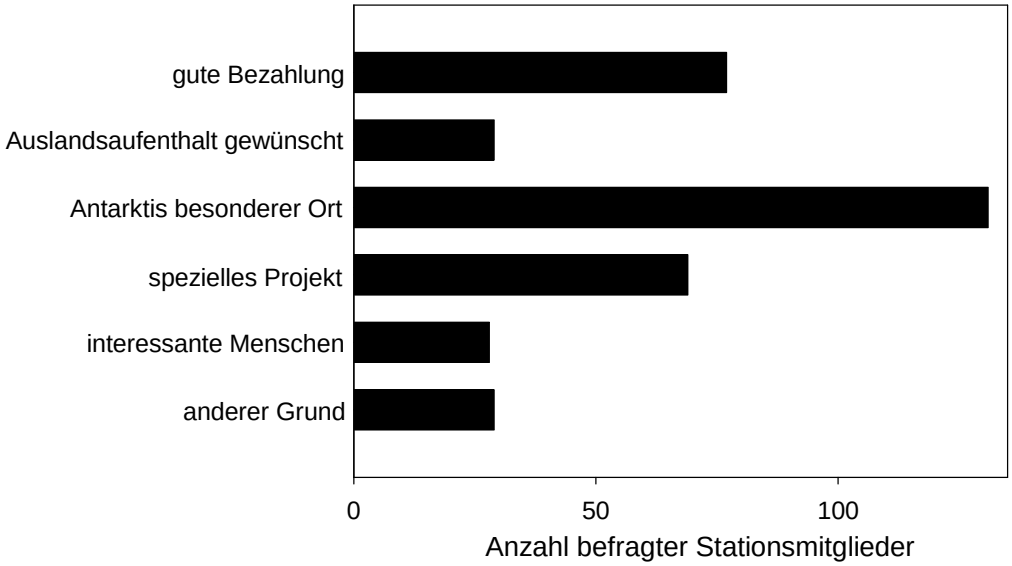


Abb. 4.7.-2: Gründe des Antarktisaufenthaltes der Befragten (n = 211, teilweise Mehrfachantworten, 82 % der Befragten gab ein bis zwei Gründe an)

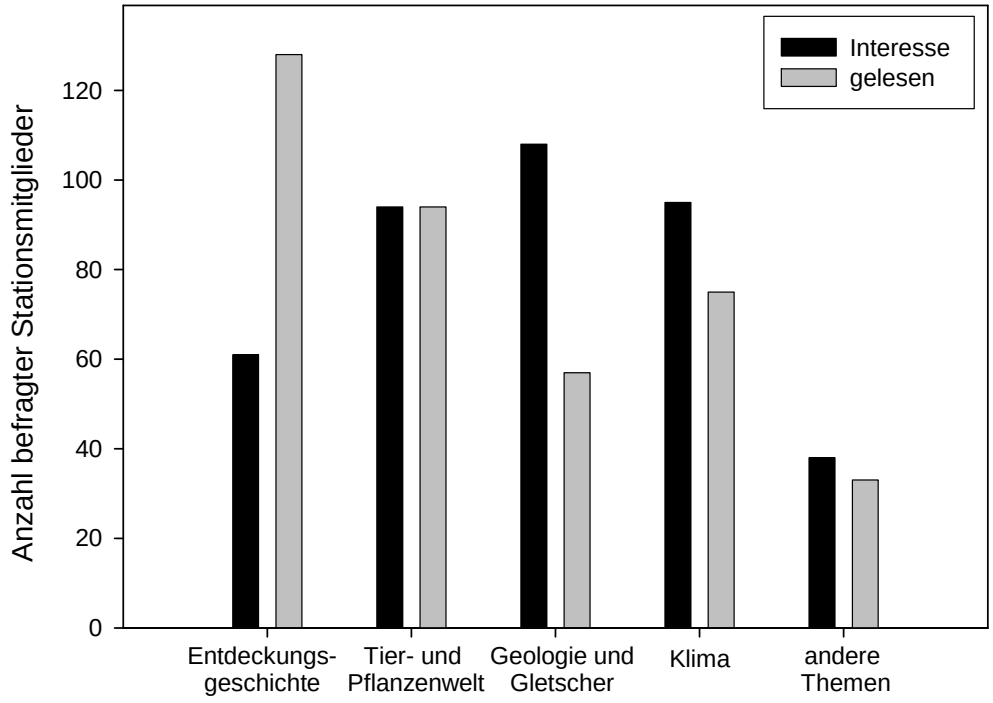


Abb. 4.7.-3: Darstellung des Interesses an bzw. des bereits angelesenen Wissens zu verschiedenen Antarktis-spezifischen Themen (n = 214)

Die Mehrzahl der befragten Stationsmitglieder interessierte sich für antarktische Themen wie Tier- und Pflanzenwelt, Klima und Geschichte und hatte sich auch entsprechend informiert (insgesamt 71,8 %, in Abb. 4.7.-3 aufgeteilt in Einzelaspekte).

Vor allem die zum wiederholten Male Angereisten hatten sich verglichen mit den „Antarktis-Neulingen“ verstärkt spezielles Wissen angelesen (Likelihood Ratio Chi-Quadrat Test: $\chi^2 = 18{,}4$; $p < 0{,}001$; $n = 214$). Dabei waren Wissenschaftler etwas „belesener“ als das Stationspersonal ($\chi^2 = 8{,}77$; $p = 0{,}012$; $n = 214$).

71 % der befragten Stationsmitglieder verbrachten in der Freizeit bis zu fünf Stunden pro Woche außerhalb der Station. Fast ein Drittel hielt sich mehr als sechs Stunden außerhalb der eigenen Station auf (Abb. 4.7.-4).

Die Mehrzahl der Befragten gab an, in ihrer Freizeit außerhalb der Station teilweise oder ausschließlich mit anderen zu laufen (n = 182; 52,2 % in Gruppe; 3,8 % immer allein; 44 % in Gruppe oder allein).

Die Antworten auf die Frage nach der Häufigkeit und Art der Freizeitbeschäftigung unterstreichen die Bedeutung von Naturräumen in Stationsnähe (Abb. 4.7.-5). Über 75 % der Befragten verbrachten mindestens einmal pro Woche ihre Freizeit außerhalb der Station mit Tierbeobachtungen, Naturspaziergängen oder Besuchen anderer Stationen. Strände wurden am häufigsten besucht, gefolgt von Tierbeobachtungen und der Möglichkeit, andere Stationen zu besuchen. Die Mehrzahl der Befragten benutzte während der Spaziergänge immer (37,8 %, n = 180) oder meist (49,4 %) etablierte Straßen und Wege.

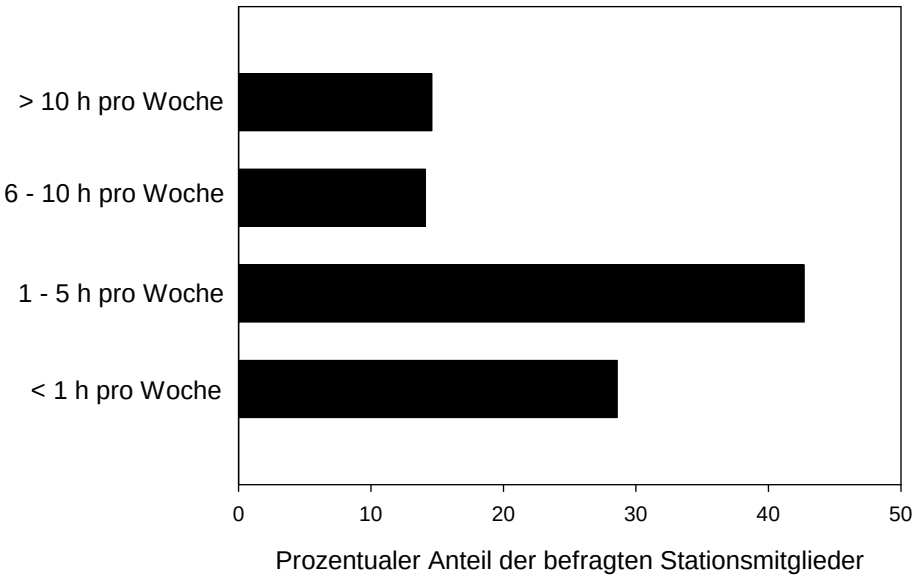


Abb. 4.7.-4: Anteilige Darstellung des Freizeitaufenthaltes außerhalb der eigenen Station (n = 206)

Die Ergebnisse der Befragung der Stationsmitglieder zu ihren Wünschen und Vorstellungen bezüglich verschiedener Managementaspekte in der Fildes Region sind in Tab. 4.7.-2 zusammengefasst. Eine klare Mehrheit der Befragten hielt Verhaltensregeln für Aufenthalte außerhalb der Stationen für notwendig. Eindeutig war auch die Ablehnung zur uneingeschränkten Nutzung der Naturräume durch Stationsmitglieder und die Zustimmung zum Auswählen bestimmter Tiergruppen zum Fotografieren und Beobachten auf kurze Distanz.

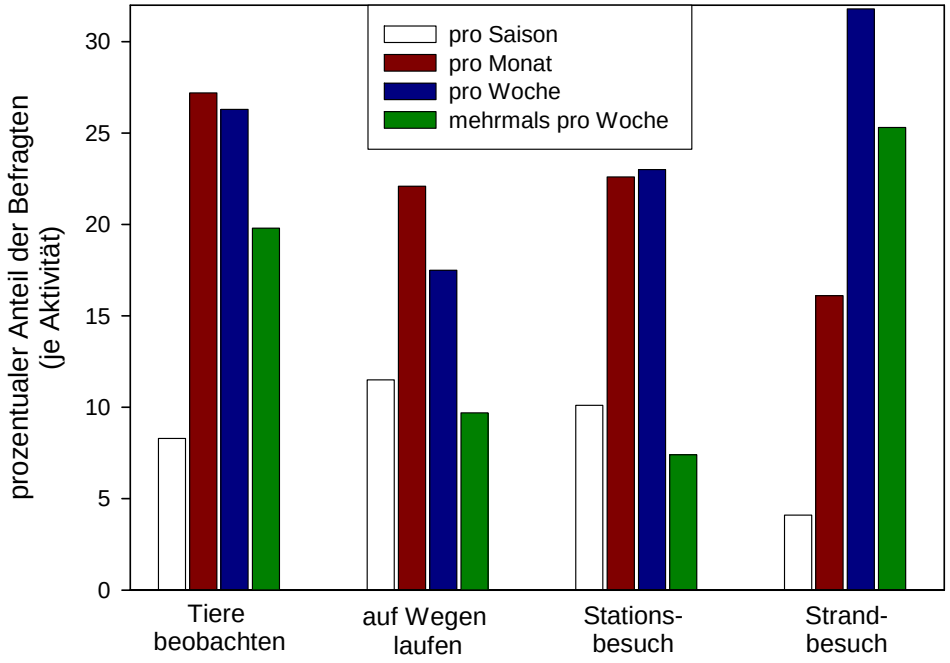


Abb. 4.7.-5: Zeitliche Verteilung von vier verschiedenen Möglichkeiten der Freizeitgestaltung der Stationsmitglieder außerhalb des eigenen Stationsgeländes (n = 216)

Klar befürwortet wurde das Führen von Stationsmitgliedern auf der Fildes Peninsula (abseits vom bestehenden, die Stationen verbindenden Wegenetz) und Ardley Island, das Auslegen von Informationsmaterial in den Stationen sowie das Aufstellen von Informationstafeln über die antarktische Artenvielfalt und lokale Umweltthemen. Auch der Markierung von Besucherwegen in interessanten Naturräumen wurde mehrheitlich zugestimmt. Obwohl die Schaffung besonderer Privilegien für Stationsmitglieder gegenüber Touristen auf Interesse stieß, wurden die vorgegebenen Beispiele mehrheitlich abgelehnt (Mindestabstände zu Tieren reduzieren, Erlaubnis zum Sammeln kleiner Souvenirs in der Natur erteilen, Ausweisung von Angelgebieten). Ein insgesamt höherer Anteil an neutralen Antworten bestimmte die Fragen bezüglich des Tourismus.

So fand die Zunahme touristischer Veranstaltungen sowie die Schaffung von Touristenunterkünften in Stationen Befürworter und Ablehner in gleichem Maße (Abb. 4.7.-2).
70 % der befragten Stationsmitglieder kennen die nationalen Richtlinien für Besucher der Antarktis und für 82 % bestand bereits die Möglichkeit zur Teilnahme an einem Vortrag über Verhaltensrichtlinien bei Annäherung an Tiere und Pflanzen der Antarktis. Fast alle Befragten (98 %) wünschten sich Vorträge über die Tier- und Pflanzenwelt der Region durch Wissenschaftler vor Ort.

Tab. 4.7.-2: Ergebnisse der Befragung zu verschiedenen Managementaspekten; Trendbestimmung mit Chi-Quadrat Test der ermittelten Werte (Anzahl Befragter „stark“ und „eher ablehnend“ addiert sowie Anzahl Befragter „stark“ und „eher übereinstimmend“ addiert) gegenüber den erwarteten Werten ohne Trend (50 % ablehnend, 50 % übereinstimmend); signifikante Ergebnisse ($p < 0,05$) sind hervorgehoben.

Aussage	% Befragte ablehnend	% Befragte übereinstimmend	χ^2	p-Wert
Es besteht keine Notwendigkeit für Verhaltensregeln für Stationsmitglieder, die sich außerhalb der Stationen bewegen.	81,0	14,8	98,79	**0,000**
Stationsmitglieder sollten sich frei in allen Gebieten bewegen dürfen.	66,2	30,6	28,37	**0,000**
Einige Tiergruppen sollten speziell zum näheren Photographieren und Beobachten von Stationsmitgliedern besucht werden dürfen.	59,7	37,5	10,97	**0,002**
Auf der Fildes Halbinsel sollten markierte Wege in Gebiete mit interessanten Tieren, Pflanzen und Landschaften führen.	34,7	52,3	7,68	**0,007**
Es sollten Informationstafeln über die vorhandenen Arten und Umweltprobleme aufgestellt werden.	11,6	77,8	105,95	**0,000**
Stationsmitglieder sollten auf der Fildes Halbinsel geführt werden, wenn sie die offiziellen Wege verlassen.	23,1	57,4	31,47	**0,000**
Alle Besuche von Ardley Island sollten eine Einführung über die dort vorkommende Tier- und Pflanzenwelt einschließen.	5,6	86,6	153,89	**0,000**
In der Station sollte Informationsmaterial über die vorhandenen Arten und die Umweltprobleme ausliegen.	4,2	92,1	173,56	**0,000**
Verhaltensregeln für Stationsmitglieder sollten sich von denen für Touristen unterscheiden. (3 Bespiele folgen)	33,8	41,2	1,58	0,23
Beispiel 1: Stationsmitgliedern sollte es erlaubt sein, Tiere aus weniger als 5 m Entfernung ansehen zu dürfen.	49,5	33,8	6,42	**0,015**
Beispiel 2: Stationsmitglieder sollten kleine Souvenirs aus der Natur von ihrem Aufenthalt in der Antarktis mitnehmen dürfen.	57,4	25,0	27,53	**0,000**
Beispiel 3: Es sollte offizielle Angelgebiete für Stationsmitglieder in der Umgebung der Fildes Halbinsel geben.	53,2	26,4	19,56	**0,000**
Die Station sollte durch mehr Touristen besucht werden.	42,6	24,5	10,49	**0,002**
Veranstaltungen wie z. B. der Marathonlauf sollten häufiger stattfinden.	34,3	24,5	3,47	0,07
Touristen sollte es gestattet sein, in der Station zu übernachten, wenn genügend Platz vorhanden ist.	34,3	36,6	0,16	0,73

Aufgrund der hohen Beteiligung an der Befragung liegen erstmalig aktuelle repräsentative Meinungen der Stationsmitglieder der Fildes Peninsula vor, die in zukünftige Managementvorschläge einfließen könnten und sollten. Obwohl Stationsmitglieder für mehrere Monate in der Antarktis leben, bestand kaum Interesse an weniger restriktiven Verhaltensrichtlinien in Naturräumen verglichen mit Touristen.
Der hohe Anteil an „Neulingen" unter den Stationsmitgliedern ist besonders im Hinblick auf die fehlende Erfahrung im Umgang mit antarktischen Verhaltensrichtlinien von besonderer Bedeutung für zu planende Managementaktivitäten. Informationsmaterial in den Stationen, Informationstafeln in Stationsnähe und Vorträge von Wissenschaftlern vor Ort über Fauna, Flora und lokale Umweltthemen wurden mehrheitlich gewünscht. Mit relativ geringem Aufwand wären über diese Wege grundlegende Erklärungen zur Sensibilität der Natur möglich, die unabhängig von einer vorherigen In-Kenntnis-Setzung aller Stationsmitglieder zur Verfügung stünden. Auch Naturführungen durch Biologen vor Ort wurden von Stationsmitgliedern zusätzlich zu den bereits existierenden Bestimmungen gemäß dem Managementplan für das ASPA No. 150 befürwortet.
Der Personenkreis der zum wiederholten Male Anwesenden umfasste zur Hälfte Überwinternde, was die Einbeziehung von Aspekten menschlicher Aktivitäten im Winter unterstützt. Negative Einflüsse menschlicher Aktivitäten auf Fauna und Flora wie z. B. Landverkehr und Besuch von Tiergruppen fallen zwar aufgrund der Schneebedeckung zwischen März und Oktober geringer aus, sie sollten im Informationsmaterial dennoch nicht fehlen.
Die Ergebnisse zu zeitlichen und räumlichen Aspekten der Freizeitgestaltung der Stationsmitglieder unterstreichen die Bedeutung von Naturräumen in Stationsnähe und auch die Notwendigkeit deren Erhaltung. Richtungweisend für geplante Managementaktivitäten können die Meinungsäußerungen bezüglich der Einbeziehung von häufig besuchten Strandbereichen und Tiergruppen in das Zonierungssystem, der Schaffung/Markierung von empfohlenen Naturpfaden sowie die Notwendigkeit der Beobachtung und ggf. Begrenzung von Touristenbesuchen sein.

5. Gefährdungsanalyse für die Fildes Region

5.1. Darstellung und Bewertung der Schutzgüter

Die Bewertung der Schutzwürdigkeit eines Gebietes setzt die Festlegung von Werten (d. h. die Bedeutung des Gebietes für die Bedürfnisse des Menschen) und Umweltqualitätszielen (gewünschter Zustand der Umwelt) sowie die Erfassung des aktuellen Zustands des Gebietes voraus.

USP Anhang V Art. 3 enthält Richtlinien zur Ausweisung eines „Besonders geschützte Gebietes der Antarktis“. Um die Schutzwürdigkeit eines Gebietes zu erfassen, bedarf es einer Definition von zu schützenden Werten in der Antarktis. USP Anhang V Art 3 (1) listet folgende Werte: den Umweltwert, den wissenschaftlichen, historischen und ästhetischen Wert sowie die Ursprünglichkeit des Gebietes. Der *Umweltwert* gibt an, ob ein Gebiet über physikalische, chemische oder biologische Besonderheiten verfügt, die einen einmaligen oder besonders repräsentativen Teil der Antarktis darstellen (siehe SCAR, 2001). Enthält das Gebiet geologische, geomorphologische, paläontologische oder biologische Besonderheiten von wissenschaftlichem Interesse, die Basis für praktische Arbeiten sind, so spricht man von einem *wissenschaftlichen Wert*. Dieser Wert wird in der Antarktis bereits umfangreich durch das Instrument des ASPA geschützt. *Historische Werte* sind Besonderheiten oder Objekte, die auf Ereignisse, Erfahrungen und Orte verweisen, die für die menschlichen Aktivitäten in der Antarktis von Bedeutung waren. Die historischen Werte haben bisher ein relativ geringes wissenschaftliches Interesse gefunden (vgl. ATCM 2007e). Wird das Gebiet von Besuchern als attraktiv und anziehend empfunden, so ergibt sich ein *ästhetischer Wert*. Die *Ursprünglichkeit* eines Gebietes zeichnet sich durch die Abwesenheit von menschlichen Spuren aus. Zusätzlich hat aber in den vergangenen Jahren auch der *touristische Wert* an Interesse gewonnen. Er könnte durch die Zahl der touristischen Attraktionen, die Erreichbarkeit und die mit dem Besuch verbundenen Kosten quantifiziert werden. Können dem Gebiet ein oder mehrere der genannten Werte zugesprochen werden, besteht eine Schutzwürdigkeit.

Der *Umweltwert* der Fildes Region ergibt sich vor allem aus dem Vorkommen von besonderen Artengemeinschaften (die Zusammensetzung von Tier- oder Pflanzenarten besonders auf Ardley Island, siehe Kap. 4.5.), gefährdeten Arten wie dem Südlichen Riesensturmvogel (siehe Kap. 4.5.) und dem Vorkommen von Fossilien. Dieser Wert spiegelt sich auch in der Auswahl der Fildes Region als Teil eines besonderen Vogelschutzgebietes (IBA) wider, deren Ausweisung aktuell von SCAR-GEB und BirdLife International diskutiert wird. Zusätzlich zu dem bisher im ASPA No. 125 unter Schutz gestellten Gebiet gibt es noch weitere Fossilienfundorte in der Fildes Region

(siehe Kap. 4.4.). Der wissenschaftliche Wert kann auch durch die Summe der internationalen Forschungsprogramme in der Region charakterisiert sein.
Mit der Etablierung der Forschungsstationen begannen verschiedene Langzeitstudien wie z. B. das Monitoring ausgewählter Seevogelarten (siehe Kap 4.5.), Erfassung meteorologischer Daten durch AARI, Atmosphärenforschung durch INACH und Umweltstudien durch IAU. Diese mittel- und langfristigen Feldstudien erfordern eine intensive Kooperation der Wissenschaftler vor Ort, um räumliche und zeitliche Überschneidungen zu minimieren. Historische Werte sind durch Ausweisungen zweier historischer Monumente (HSM No. 50 und 52) sichtbar. Außerdem befinden sich Teile eines Schiffwracks, das am Suffield Point in der Maxwell Bay gefunden wurde, am Strand vor der uruguayischen Station Artigas (ATCM, 2004c; Abb. 5.1.-1).



Abb. 5.1.-1: Teile eines Schiffwracks am Strand südwestlich der Station Artigas (Foto: Büßer)

In größerer Entfernung von den Stationen sind attraktive und ursprüngliche Landschaften besonders in Küstenbereichen des Untersuchungsgebiets vorzufinden. Besucheraktivitäten sind aber weitestgehend auf wenige, leicht erreichbare Buchten und Aussichtspunkte beschränkt (siehe Kap. 4.2.15., 4.5.10. & 4.6.). Hauptschwerpunkte des Tourismus in der Fildes Region liegen im Besuch von Stationen und Pinguinkolonien auf Ardley Island. Eine Weiterbildung von Stationsmitgliedern erfolgt durch Fachvorträge von Wissenschaftlern vor Ort. Zusätzlich sollen Schüler per Internet

mehr über die Antarktis erfahren, gefördert durch ein von Coca-Cola finanziertes Umweltbildungsprojekt, das in der russischen Station eingerichtet wird.
Zusammenfassend haben wir die vorhandenen Werte der Fildes Region in ihrer relativen Bedeutung als „gering", „moderat" oder „hoch" im Vergleich zu anderen Gebieten der Antarktis eingestuft (Tab. 5.1.-1).
Die Bedeutung des Umweltwertes ergibt sich einerseits aus dem relativ hohen Artenreichtum an Seevögeln und Pflanzen sowie vom Vorkommen von Fossilien. So brüten 13 der 17 Vogelarten der Maritimen Antarktis im Gebiet. Es befinden sich aber keine besonders großen Seevogelkolonien mit einer sehr hohen Schutzwürdigkeit im Gebiet, so dass wir den Umweltwert als „moderat" einstufen (Tab. 5.1.-1).

Tab. 5.1-1: Einschätzung der Schutzwürdigkeit der Fildes Region anhand der vorhandenen Werte. Wertigkeit bzgl. der Bedeutung für die Antarktis: 1 = „gering", 2 = „moderat", 3 = „hoch"

Wertekategorie	**Spezielle Werte in der Region**	**Wertigkeit**
Umwelt & Natur	gefährdete Seevogelart und artenreiche Tier- und Pflanzengemeinschaften (besonders auf Ardley Island), Fossilienvorkommen	2
Wissenschaft	Arbeiten im gesamten Gebiet, aber besonders im ASPA No. 150, mehrere Programme verschiedener Nationen	3
Historie	HSM No. 50 und 52, altes Schiffswrack	1
Ästhetik	windig-schroffe Westküste als Gegensatz zu ruhiger Ostküste	2
Tourismus/ Umweltbildung	Stationen, Seevogelkolonien, Informationsvorträge für Stationsmitglieder, Aufbau eines Schulprojektes	2
Ursprünglichkeit	stationsferne Küstenbereiche & Ardley Island weitgehend ursprünglich	2

Der wissenschaftliche Wert ist „hoch", weil die Naturausstattung ein großes Spektrum an Studien (zoologische, botanische, ökologische, glaziologische, paläoontologische, geologische und geomorphologische Studien) ermöglicht. Dies war u. a. ein Grund für den Bau von vier Forschungsstationen, wodurch intensiver Wissenstransfer und internationale Kooperationen gefördert werden.

Die historischen Werte haben trotz Existenz zweier HSMs bisher kaum ein wissenschaftliches Interesse gefunden; sie werden deshalb mit der Wertigkeit „Niedrig“ eingestuft.

Eine Methode, die Schutzwürdigkeit eines Gebietes detaillierter zu betrachten, ist die Skalierung potenziell schützenswerter Bereiche, d. h. Schutzgüter zu benennen, und diese bezüglich bestimmter Qualitätskriterien zu bewerten (SCAR, 2001).

Tabelle 5.1.-2 zeigt unsere Bewertung der Bedeutung der Schutzgüter der Fildes Region hinsichtlich folgender Qualitätskriterien: „repräsentativer Charakter“, „ökologische Bedeutung“, „Diversität“, „Wissenschaft und Monitoring“ sowie „touristische Attraktivität“.

Beispielsweise haben gemischte Kolonien der drei *Pygoscelis*-Arten und artenreiche Pflanzenteppiche auf Ardley Island (besondere Artengemeinschaften) sowie mehrere Kolonien des Südlichen Riesensturmvogels (gefährdete Art) auf kleineren Inseln in der Region einen hohen repräsentativen Charakter (Tab. 5.1.-2).

Tab.5.1.-2: Matrix aus Schutzgütern und Werten der Fildes Region, bezogen auf antarktis-weite Qualitätskriterien. Wertigkeit: 1 = „gering“, 2 = „moderat“, 3 = „hoch“ (nach SCAR, 2001)

Qualitäts-kriterien / Schutzgüter	**Repräsent. Charakter**	**Ökolog. Bedeutg.**	**Diversität**	**Wissenschaft Monitoring**	**Tourist. Attraktivität**
Ökosysteme	1	1	1	2	1
Arten-gemeinschaften	3	2	1	2	3
Arten	3	3	2	3	2
Habitate	1	1	1	1	1
Geologische Strukturen	2		2	2	1
Landschaften	1		1	1	1
Geschichte	1			1	1
Ursprünglichkeit	1	2	1	2	2
Ästhetik	2				2

Diese besonderen Artengemeinschaften sind aber auch für Wissenschaftler und Besucher von Interesse. Die Region zeichnet sich aber im Vergleich zu anderen Gebieten der Antarktis nicht durch besondere Habitate, Ökosysteme und Landschaften aus. Die Geschichte der Region ist von vergleichsweise geringem wissenschaftlichen Interesse und nicht, wie an anderen repräsentativen Orten der Antarktis, für Besucher museal oder in Broschürenform aufgearbeitet.

5.2. Gefährdungsanalyse

Mit der Unterzeichnung des Madrider Umweltschutzprotokolls 1991 (USP) und der Einbindung in die nationale Gesetzgebung (z. B. AUG in Deutschland seit 1998 in Kraft) ergaben sich entscheidende Fortschritte bezüglich Richtlinien zur Minimierung von potenziell negativen Einflüssen menschlicher Aktivitäten auf die antarktische Umwelt.

Die Einzigartigkeit und Verletzlichkeit der antarktischen Ökosysteme ergibt sich aus (a) der relativ einfachen Struktur der Systeme (z. B. Lewis-Smith, 1990; Convey, 2006b), die niedrige Pufferkapazitäten gegenüber Störungen im Vergleich zu vielschichtigeren Lebensgemeinschaften zeigen (Hempel, 1985), (b) der speziellen Anpassungen der Organismen an die Lebensbedingungen (Convey, 2006a), die sie z. T. weniger flexibel gegenüber anthropogenen Störungen reagieren lassen (Arntz & Gallardo, 1994) und (c) der Langsamkeit von Stoffwechselprozessen aufgrund der niedrigen Temperaturen (Clarke, 1990) und der oftmals geringen Verfügbarkeit flüssigen Wassers (Kennedy, 1993).

Das USP verpflichtet alle Unterzeichnerstaaten zur Bewertung von Umweltbelastungen durch wissenschaftliche, logistische oder touristische Aktivitäten in ihren jeweiligen Verantwortungsbereichen. Im Zuge eines Prüfverfahrens wird in einem 3-Stufen-System entschieden, ob die Aktivitäten (1) weniger als geringfügige oder vorübergehende Auswirkungen (2) geringfügige oder vorübergehende Auswirkungen oder (3) mehr als geringfügige oder vorübergehende Auswirkungen verursachen können (Art. 8 Abs. 1 USP). Die Durchführung einer IEE im Fall (2) und einer CEE im Fall (3) bewirken größere Transparenz von geplanten menschlichen Aktivitäten und eine genauere Risikoabschätzung, bei einer CEE sogar unter internationaler Beteiligung.

Die Analyse des Risikos der Gefährdung antarktischer Schutzgüter durch menschliche Aktivitäten kann die Notwendigkeit eines Gebietsschutzes verstärken oder zurückstellen. Dabei müssen sowohl aktuelle als auch potenzielle Gefahren identifiziert werden. Das bloße Vorhandensein bedeutender Werte führt nicht notwendigerweise zur Ausweisung eines Schutzgebietes. Wie sich menschliche Aktivitäten auf verschiedene Werte eines

Gebietes auswirken, hängt von dem Ausmaß, der Dauer und der Reichweite der Aktivitäten ab. Sofern inakzeptable und unkontrollierbare Risiken bestehen, sollten besondere Gegen- und Schutzmaßnahmen Priorität im Management haben (SCAR, 2001).

Hauptziel des vorliegenden Projektes ist die Bereitstellung wissenschaftlicher Daten zu den Schutzgütern und zum Ausmaß menschlicher Aktivitäten. Die darauf basierende Gefährdungsanalyse interpretiert die erhobenen Daten im Sinne einer Risikobewertung, die ihrerseits die Voraussetzung für die Begründung der Notwendigkeit von Managementmaßnahmen darstellt. Eine Gefährdungsanalyse ist als Prozess der quantitativen und qualitativen Bewertung von Risiken definiert (Suter, 1993), d. h. z. B. dem Risiko einer Schädigung von Fauna und Flora durch unterschiedliche menschliche Aktivitäten. Dabei vergleicht die Analyse menschliche Einflüsse gegenüber anderen Hintergrundrisiken, denen Fauna und Flora ausgesetzt sind. Idealerweise sollte dies durch Berechnungen und Modelle, die Unsicherheitsparameter einschließen (wie phänotypische, demographische, räumliche und Umweltvariationen), beschrieben werden. Häufig gibt es aber zu wenige Daten, um die komplexen Beziehungen zwischen natürlichen und menschlichen Einflussfaktoren zu erfassen. Die Nutzung von Indikatoren und der Vergleiche von Gebieten mit unterschiedlicher Störungsintensität liefern aber Richtwerte, die lokale und regionale Abschätzungen erlauben.

Alle Ergebnisse der räumlichen und zeitlichen Beobachtungen und Zählungen von Tieren und Pflanzen sowie menschlicher Aktivitäten sind im Kap. 4 dargestellt. Die exakte Quantifizierung der Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf Individuen und Populationen ist aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsweisen schwer realisierbar. Die Auswirkungen von Störungen der Tiere oder Beschädigungen der Vegetation durch bauliche Maßnahmen, Besuche oder Verkehr wird durch die Vorhersagbarkeit, Häufigkeit und das Ausmaß der Aktivität bestimmt

5.2.1. Menschliche Störquellen und ihre Auswirkungen

5.2.1.1. Stationsbetrieb

Stationen und Feldhütten wurden in der Fildes Region während der letzten 50 Jahre gebaut und erweitert (siehe Kap. 4.1.). Flächenverbrauch, Lärm und intensive menschliche Aktivitäten (siehe Kap. 4.2.) waren die direkten Folgen und führten in der Umgebung der Stationen zu Brutverlusten und Verlagerungen von Seevogelkolonien (siehe Kap. 4.5.1., 4.5.2. & 4.5.4.). Weiterhin resultierten daraus Veränderungen in den Bodencharakteristiken (z. B. Bodenverdichtung, Schwermetalleintrag u. a.; siehe Sheppard et al., 1994; Zhao & Xu, 2000) und den Pflanzengemeinschaften (z. B.

Adamson & Seppelt, 1990; Green & Nichols, 1995; Lewis-Smith, 1996; Zhao & Xu, 2000). Regenerierungsprozesse werden durch die ständige Nutzung erschwert.
Mülllagerplätze lagen zu Beginn noch offen in der Umgebung der Stationen und führten zu einer lokal starken Bodenkontamination (siehe Kap. 4.2.1. & 4.2.2.). Küchenabfälle stehen als zusätzliche Nahrungsressource für Skuas und Möwen in der Fildes Region an mehreren Stationen zur Verfügung (siehe Kap. 4.2.4.). Neben möglichen negativen Konsequenzen für das Kükenwachstum birgt diese Nahrungsquelle ein hohes Risiko der Einschleppung von Krankheitserregern in lokale Populationen (Hemmings, 1990; Wang & Norman, 1993; Wang et al., 1996; Reinhardt et al., 2000; ATCM, 2001a). Ölverunreinigungen waren im Gelände von Stationen und entlang des Wegenetzes lokal nachweisbar und besonders um die Treibstofflager konzentriert (siehe. Kap. 4.2.5.). Auswirkungen dieser lokalen Kontaminationen auf die Fauna und Flora wurden in dieser Studie nicht untersucht. Großflächigere Ölverschmutzungen können zu erheblichen negativen Folgen für die umgebende Flora und Fauna führen (siehe Kap. 4.2.6.).
Der Einfluss des Stationsbetriebs auf küstennahe Ökosysteme ist in der Fildes Region noch völlig unzureichend untersucht. Abwasser und Müll wirken lokal in unbekannter Intensität (siehe Kap. 3.2.).
Größeren Bautätigkeiten in der Fildes Region (Bau einer Kirche – vgl. Kap. 4.2.18., Flughafenausbau vgl. Kap. 4.2.19.) waren in der Vergangenheit zwar IEEs vorausgegangen, aber die tatsächliche Umsetzung wies zum Teil Mängel im Bereich des Umweltschutzes auf.
Die Vielzahl unterschiedlicher menschlicher Aktivitäten in den Stationen stellt somit auch künftig verschiedene Gefahrenquellen für die umgebende Fauna und Flora dar. Besonders nachteilig würden sich Stationserweiterungen über das bisherige Stationsgebiet hinaus auswirken, da zuvor ungestörte bzw. nicht kontaminierte Flächen beeinträchtigt würden.

5.2.1.2. Verkehr

Die Gebietsnutzung durch Fahrzeuge stellt kein hohes Gefahrenpotenzial dar, solange ausschließlich existierende Wege befahren werden. Es wurden aber immer wieder neue Routen angelegt, z. B. im Valle Klotz südlich der „Priroda“ Hütte, wo es besonders in den letzten zwei Jahren zur massiven Schädigung der dortigen Vegetation kam (siehe Kap. 4.5.14.).
Im Projektzeitraum wurde an bis zu 76 % der Beobachtungstage Flugverkehr registriert, d. h. Flüge werden als logistisches Mittel im Untersuchungsgebiet häufig eingesetzt (siehe Kap. 4.2.16.). Flugbewegungen in Brutgebieten können ein mit Flucht und Stress

verbundenes Anti-Räuber-Verhalten auslösen, weil terrestrische Räuber der Antarktis häufig aus der Luft angreifen. Wenn daher abweichend von der Benutzung der Hauptflugrouten Flugzeuge oder Helikopter brutgebietsnah operieren, kann man auch aktuell noch starke physiologische Reaktionen oder sogar Verhaltensänderungen bei Seevögeln erwarten (siehe Kap. 4.5.10.).

Der Schiffsverkehr im Untersuchungsgebiet erhöhte sich kontinuierlich im Untersuchungszeitraum von 44 % aller Beobachtungstage in 2003/04 bis zu 85 % in 2005/06 (siehe Kap. 4.2.17.). Damit stiegen auch die Risiken von Betriebsstörungen und Unfällen, auch wenn Sicherheitsstandards für Schiffe in der Antarktis durch internationale Abkommen und nationale Gesetze erhöht wurden. Besonders hervorzuheben ist dabei MARPOL, das Internationale Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe. Aufgrund des relativ geringen Energieaufwands, gemessen an der Transportleistung, ist der Schiffsverkehr eine vergleichsweise umweltschonende Transportform. Die CO_2-Emission durch die Verbrennung von Schiffstreibstoffen stellte bisher eine relativ geringe Belastung bezogen auf die Schiffszahl je befahrener Meeresfläche dar (Enß et al., 1999). Die Klimaerwärmung führt aber bereits aktuell zu kürzeren Phasen der Meereisbedeckung in der Maxwell Bay. Dadurch können Schiffe, Beiboote und Zodiaks über längere Zeiträume des Jahres in antarktischen Gewässern eingesetzt werden.

5.2.1.3. Einschleppung fremder Arten

Die Gefahr der Ausbreitung fremder Arten in der Antarktis ist groß, weil menschliche Aktivitäten zunehmen sowie eisfreie Gebiete der Antarktis und Subantarktis hohe Seevogelkonzentrationen beherbergen (z. B. Woehler et al., 2001). Menschen und Vögel wechseln zwischen Naturräumen, die u. U. mehrere tausend Kilometer auseinander liegen und ermöglichen so die Einschleppung fremder Arten. Trotz einer relativ geringen Artenzahl weist die Antarktis einen hohen Anteil endemischer Arten verschiedener Gruppen auf (z. B. Greenslade, 1995; Andrássy, 1998; Ochyra, 1998; Øvstedal & Lewis-Smith, 2001), die in vielen Fällen eine geringe Konkurrenzstärke gegenüber invasiven Arten besitzen.

Bisher konnten im terrestrischen Bereich der Fildes Region fremde Tier- und Pflanzenarten oft nur vorübergehend überleben oder wurden frühzeitig entfernt (siehe Kap. 4.5.15.). Daher waren die Auswirkungen auf die lokale Makroflora und -fauna bisher unbedeutend. Dennoch gibt es aufgrund der vielfältigen touristischen und logistischen Aktivitäten in der Region zahlreiche Eintragsmöglichkeiten über Schiff-, Flug- und Landverkehr. Mit einer vermehrten Einschleppung gebietsfremder Tier- und Pflanzenarten (z. B. von Gräsern) muss daher gerechnet werden.

5.2.1.4. Wissenschaftliche Aktivitäten

Das breite Spektrum an wissenschaftlichen Arbeiten im Untersuchungsgebiet hat unterschiedliche negative Auswirkungen auf die Schutzgüter. Wissenschaftliche Freilandarbeiten an Fauna und Flora wurden bisher fast flächendeckend in der Fildes Region durchgeführt und stellen neben dem Flächenverbrauch das größte Konfliktpotenzial für den Naturschutz dar. Diese Arbeiten reichen von einige Minuten dauernden Besuchen in Brut- und Haar- bzw. Fellwechselgebieten bis zu mehrwöchigen Aufenthalten inmitten von Seevogelkolonien auf Ardley Island. Die zur Verfügung stehenden Feldhütten wurden daher teilweise intensiv durch Wissenschaftler genutzt. Der Transport von Wissenschaftlern und Ausrüstung zu den Arbeitsgebieten, sowie der Abtransport von Müll erfolgte meist entsprechend einschlägiger Richtlinien (USP, Managementplan des ASPA No. 150).

Wissenschaftliche Arbeiten berücksichtigen die Gefahr der Störung oder Schädigung von Fauna und Flora in zunehmendem Maße, indem z. B. vermehrt nicht invasive Methoden angewandt werden (CCAMLR- und SCAR-Richtlinien). Im Falle deutscher Aktivitäten sind zuvor Genehmigungen nach AUG zu beantragen. Diese Bescheide können Beschränkungen enthalten, von denen ein gewisser Schutzeffekt ausgeht. Die Markierung von Pinguinen wurde beispielsweise aufgrund von Untersuchungen, die die nachteilige Wirkung von Flügelmarken zeigten (Froget et al., 1998; Jackson & Wilson, 2002; Gauthier-Clerc et al., 2004), entsprechend reduziert (Empfehlung der SCAR Group of Experts on Birds). Alternative Markierungsmöglichkeiten sind z. B. Transponder, wobei aber so markierte Pinguine nicht visuell identifiziert werden können.

Freilandarbeiten können geringe bis starke Störungen von Individuen bis hin zu lokalen Populationen oder Ökosystemen über kurze und lange Zeiträume verursachen. Spezielle Untersuchungen zu Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf Seevögel der Fildes Region ergaben artspezifische Unterschiede. Zügelpinguin-Bestände beispielsweise nahmen in der Fildes Region bereits in den 1970er und 1980er Jahren ab, vermutlich als Folge des Einflusses menschlicher Aktivitäten (siehe Kap. 4.5.1.). Bei Eselspinguinen war dies nicht zu beobachten und auch der Rückgang der Adéliepinguine ist eher auf die globale Erwärmung zurückzuführen, da die Brutpaarzahlen entlang der Antarktischen Halbinsel an mehreren Orten gleichzeitig abnehmen. Riesensturmvögel hatten ihre Brutplätze bereits in vergangenen Jahrzehnten aufgrund intensiver menschlicher Aktivitäten auf abgelegenere Inseln verlegt (siehe Kap. 4.5.2.). Aber auch aktuelle Besuche der Kolonien durch Forscher können bei dieser Art zu erhöhtem Prädationsrisiko durch Skuas am jeweiligen Nistplatz führen und so immer noch negative Auswirkungen auf lokale Populationen haben. Kapsturmvögel,

Buntfußsturmschwalben und Schwarzbauchmeerläufer sind aufgrund der Lage ihrer Brutplätze weitgehend ungestört. Einzelne Sturmschwalben-Neststandorte wurden aber durch Bauaktivitäten zerstört (siehe Kap. 4.5.4.). Die Nähe des Menschen wirkt sich auf das Winter-Vorkommen von Scheidenschnäbeln gar nicht oder möglicherweise sogar positiv aus (vgl. Kap. 4.5.5.). Skua- und Möwenbestände in der Fildes Region scheinen auch wenig durch menschliche Aktivitäten beeinflusst zu sein, obwohl individuelle Reaktionen auf Besucher und Flugverkehr beobachtet wurden. So sind natürliche Faktoren wie Nahrungsverfügbarkeit und starke Wetterumschwünge stärker bruterfolgsbestimmend. Skuas des Untersuchungsgebietes werden seit Jahren intensiv durch Wissenschaftler untersucht, ohne dass sich diese Arbeiten negativ auf die Brutpopulation ausgewirkt hätten (siehe Kap. 4.5.6.). Die Zahl brütender Seeschwalben in der Fildes Region ist starken jährlichen Schwankungen unterworfen. Inwieweit menschliche Aktivitäten darauf einen Einfluss haben, ist unklar (siehe Kap. 4.5.8.).

Pfeiffer (2005) erstellte eine Übersicht zu den komplexen Effekten unterschiedlicher menschlicher Aktivitäten auf Seevögel im Untersuchungsgebiet (Abb. 5.2.-1). Potenzielle Stressoren für die Tiere sind demnach die Veränderungen der Brutgebiete durch bauliche Maßnahmen und Mülleintrag sowie visuelle und akustische Reize durch Besucher, Flug- und Schiffsverkehr. Inwieweit sich diese potenziellen Stressoren auswirken, zeigt sich in der Veränderung der Habitate, des Verhaltens und der Physiologie der Tiere. Messbar sind diese Auswirkungen in Form von Brutpaarzählungen, der Bestimmung des Bruterfolges sowie physiologischen und ethologischen Untersuchungen an den Tieren.

Anhand eigener und aus der Literatur entnommener Ergebnisse (vgl. Kap. 4) bewerteten wir das Ausmaß der Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf Seevögel in der Fildes Region in Abb. 5.2.-1 von „niedrig“ bis „hoch“. Wissenschaftliche und touristische Besuche in den Brutgebieten stellten in den letzten Jahren das höchste Gefahrenpotenzial für Seevögel dar. Sie überstiegen in ihrer Häufigkeit, Intensität und räumlichen Ausdehnung andere mögliche Stressoren wie z. B. Überflüge von Flugzeugen und Helikoptern oder Veränderungen der Habitate durch Bauaktivitäten. Menschliche Aktivitäten wirkten sich besonders auf das Verhalten der Vögel aus. Nestverteidigung oder Flucht bedeuten hohe energetische Kosten für die Altvögel, aber auch eine Unterbrechung von Ruhe- und Fütterungsphasen in der Jungenaufzucht (Änderungen im Zeitbudget). Der durch das Verlassen des Nestes auftretende erhöhte Prädationsdruck und die Auskühlung der Brut kann die Überlebenswahrscheinlichkeit der Nachkommen verringern, was in Einzelfällen bei längeren Störungen zum Brutverlust führte. Der Flughafenausbau führte zu kleinräumigen Veränderungen bzw. einem teilweisen Verlust der Bruthabitate von Sturmschwalben und vielfachem

Brutausfall während dieser Saison. Dennoch waren die Auswirkungen einmalig und in ihrem räumlichen und zeitlichen Umfang verglichen mit anderen menschlichen Aktivitäten von begrenztem Umfang.

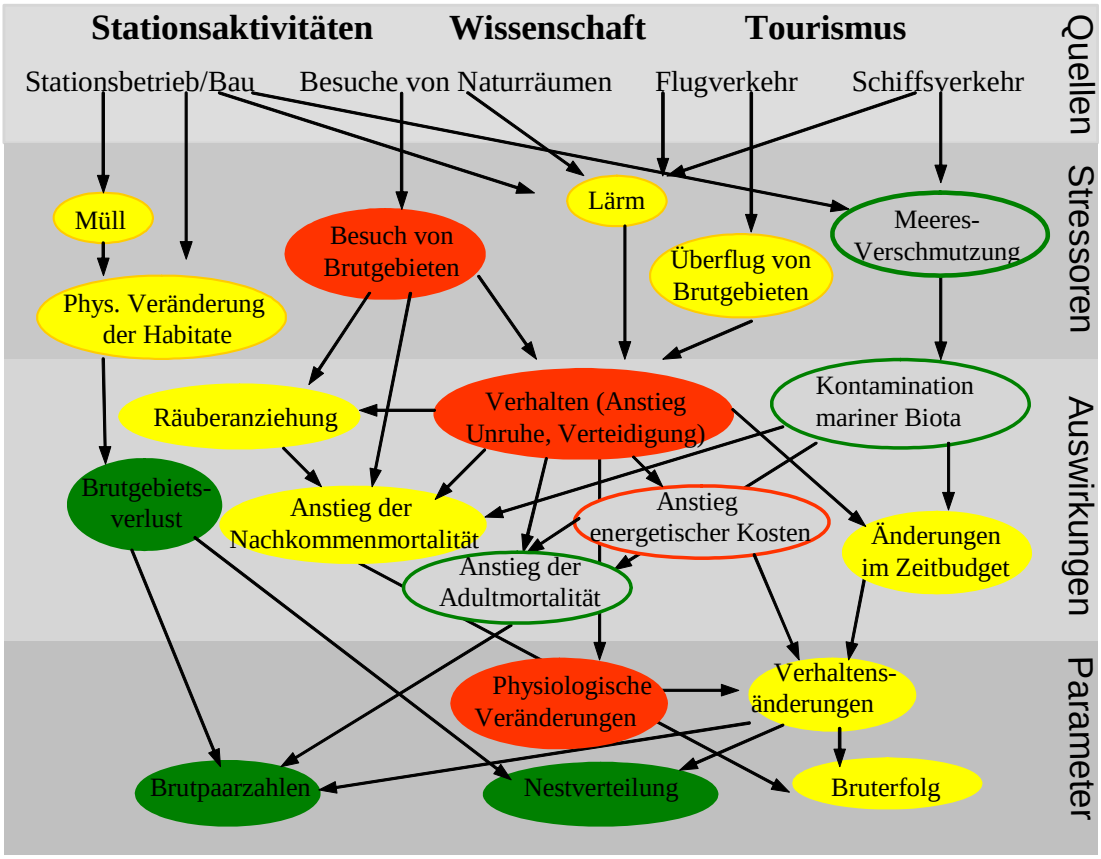


Abb. 5.2.-1: Einfluss menschlicher Aktivitäten auf Brutvögel in der Fildes Region. Untersuchte (ausgefüllt) und vermutete (umrandet) Aspekte kategorisiert nach der Stärke des Auftretens (rot = „hoch“, gelb = „moderat“, grün = „gering“; erweitert nach Pfeiffer, 2005)

5.2.1.5. Besucher

Die Gebietsnutzung durch Besucher stellt solange kein hohes Gefahrenpotenzial für die antarktischen Schutzgüter dar, wie ausschließlich existierende Wege begangen werden und sich die Zahl der Besuche in verträglichen Grenzen hält. Touristische Aktivitäten führten im Untersuchungsgebiet bisher zu einzelnen Unterschreitungen der Mindestabstände zu Tieren und zum Betreten der Vegetation durch Besucher (siehe auch Kap. 4.5.10., 4.5.14. & 4.6.).

Um das räumliche Konfliktpotenzial zwischen Fauna und Besucherverkehr abschätzen zu können, wurden die erhobenen Fauna-Daten in einem Index zusammengeführt

(Abb. 5.2.-2) und mit dem Besucherindex (aus Kap. 4.6.) im GIS kombiniert (siehe Abb. 5.2.-3). Hierbei zeigt sich, dass bestimmte Gebiete wie z. B. Ardley Island, die Stationsgebiete und Straßen sowie beliebte Besuchergebiete entlang der Westküste ein höheres Konfliktpotenzial aufweisen als andere Bereiche der Region. Besonders die Ostseite von Ardley Island mit großen Pinguinkolonien sollte nur durch Wissenschaftler betreten werden und jegliche Besucheraktivitäten sollten gemäß des Managementplans des ASPA No. 150 auf die schmale Touristenzone beschränkt bleiben.

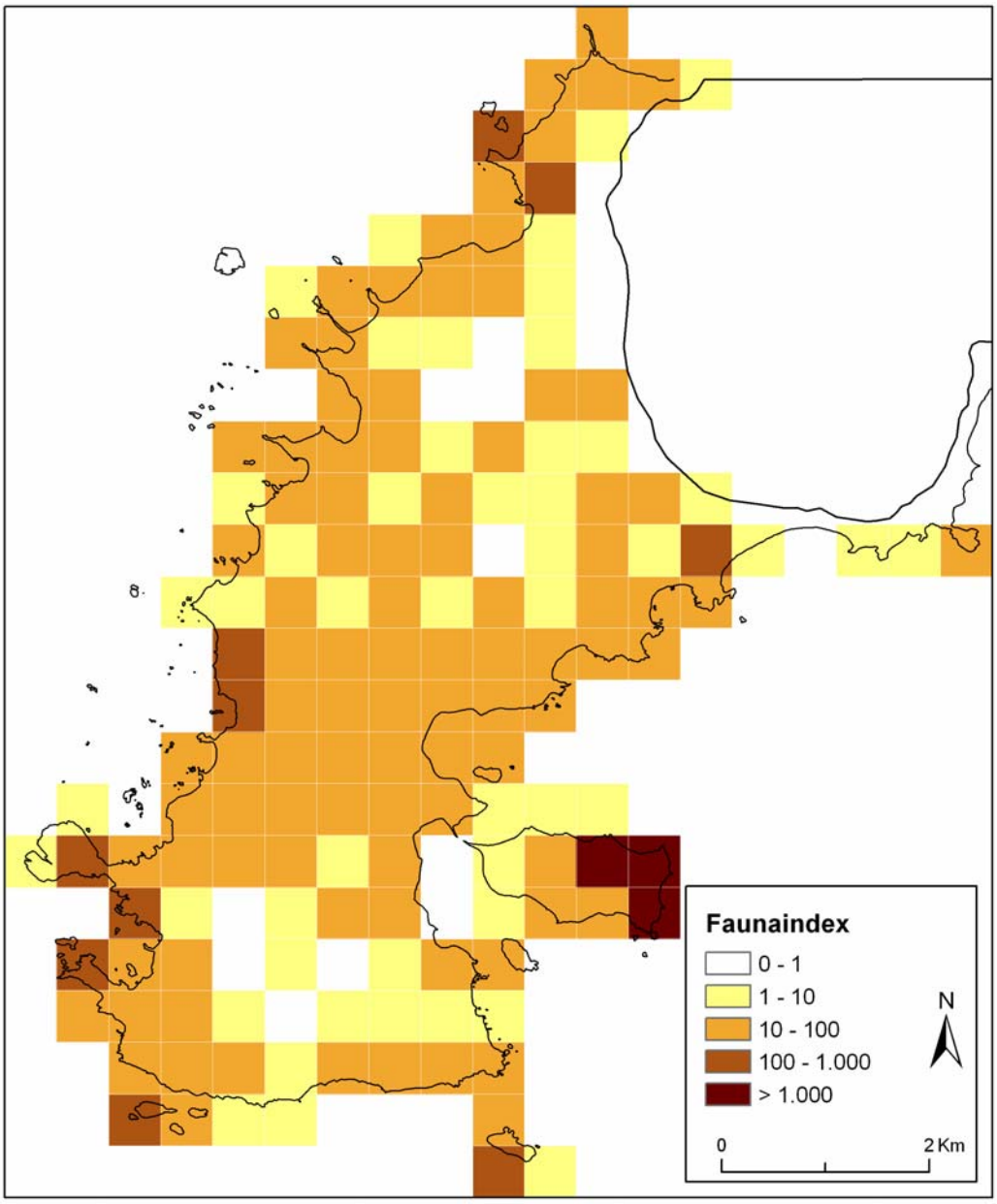


Abb. 5.2.-2: Räumliche Verteilung der Seevögel und Robben in der Fildes Region dargestellt durch den *Faunaindex*.

Abgesehen vom etablierten Straßennetz sind auf Fildes Peninsula zahlreiche unmarkierte Wege in Besucherbenutzung. Nicht nur deren Nutzungshäufigkeit schwankte stark, sondern auch das Verlassen dieser Wege führte für Tiere zu unvorhersehbaren Besuchen mit hohem Konfliktpotenzial.

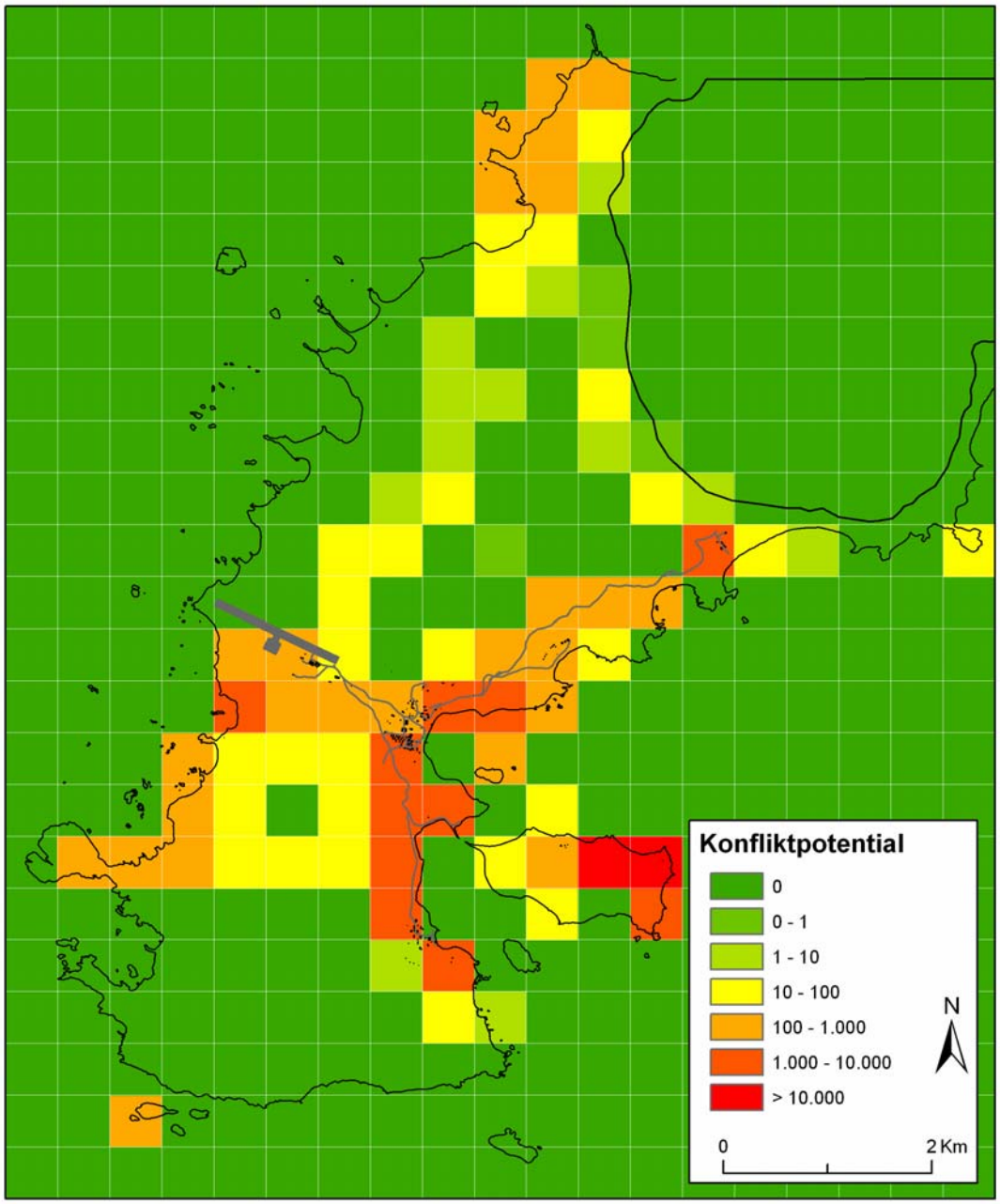


Abb. 5.2.-3: Räumliche Darstellung potenzieller Konfliktgebiete durch die Überlagerung von Besucheraktivitäten (Besucherindex) und dem Vorkommen von Seevögeln und Robben (Faunaindex) in der Fildes Region (zur Berechnung siehe Kap. 3.5.)

Das 2003 in der Fildes Region eingeführte Konzept von kombiniertem Flug- und Schiffstourismus wird wahrscheinlich auch in Zukunft für Tourismus-Unternehmen attraktiv sein. Somit ist auch mit einer Zunahme des Passagieraustauschs bei Kreuzfahrtschiffen zu rechnen. Dadurch würde sich auch der Besucherdruck im Untersuchungsgebiet erhöhen, da sich bei Schlechtwetterphasen ein längerer Aufenthalt in der Region ergeben könnte.
Das einfache Aufsuchen von geologischen Lokalitäten und Fossilienfundstellen durch Besucher ist unproblematisch (siehe Kap. 4.4.). Die eigentliche Gefährdung beginnt mit der Zerstörung der Aufschlüsse mit Hammer, Brecheisen und anderen Werkzeugen sowie der Mitnahme von Material, wie z. B. im Gebiet von Fossil Hill nachzuweisen war. Das beobachtete Sammeln von Fossilien (und Mineralien) zu nicht wissenschaftlichen, sondern auch kommerziellen Zwecken, bedeutet neben einer Beeinträchtigung des Umweltwertes des Gebietes überdies einen Verlust wissenschaftlichen Materials.
Tourismus hat sich in der Region aber noch nicht so stark entwickelt, dass er derzeit allein eine große Gefahr für den Erhalt der Schutzgüter darstellt. Das Aufsuchen bestimmter Naturräume durch Wissenschaftler und Besucher bewirkte vielmehr direkte, indirekte und kumulative negative Effekte auf die Fauna und Flora des Untersuchungsgebiets (siehe Kap. 4.5.10. und 4.6.).

5.2.1.6. Kumulative Effekte

In der Fildes Region können wissenschaftliche, logistische und touristische Aktivitäten gleichzeitige und nicht voneinander trennbare Effekte hervorrufen, so dass eine Betrachtung kumulativer Effekte unbedingt notwendig ist (vgl. auch ATCM, 2006c). Da vor allem logistische und touristische Aktivitäten in der Fildes Region in den letzten Jahren stetig zunahmen, stiegen insgesamt auch die kumulativen Effekte, was besonders in der Saison 2005/06 deutlich zu sehen war.
Am Beispiel des Schiffsverkehrs (siehe z. B. Kap. 4.2.17.) lässt sich diese Zunahme durch Zählung der Schiffstage mit gleichzeitiger Anwesenheit von Schiffen mit unterschiedlicher Hauptnutzung (Nutzungskategorien: Forschung, Logistik, Tourismus und Sicherheit; Abb. 5.2.-2) verdeutlichen. In den ersten beiden Feldsaisons lagen meist einzelne Schiffe in der Bucht. In der Saison 2005/06 stieg nicht nur die Anzahl der einlaufenden Schiffe und ihre Verweildauer, sondern damit auch die parallele Anwesenheit von Schiffen mit unterschiedlicher Nutzung. Dies bewirkte auch unterschiedliche Raumnutzungsformen an Land (d. h. logistische Aktivitäten in den Stationen mit oder ohne Helikopterverkehr, Besuche von Stationen und Naturräumen, ggf. wissenschaftliche Arbeiten auf dem Meer).

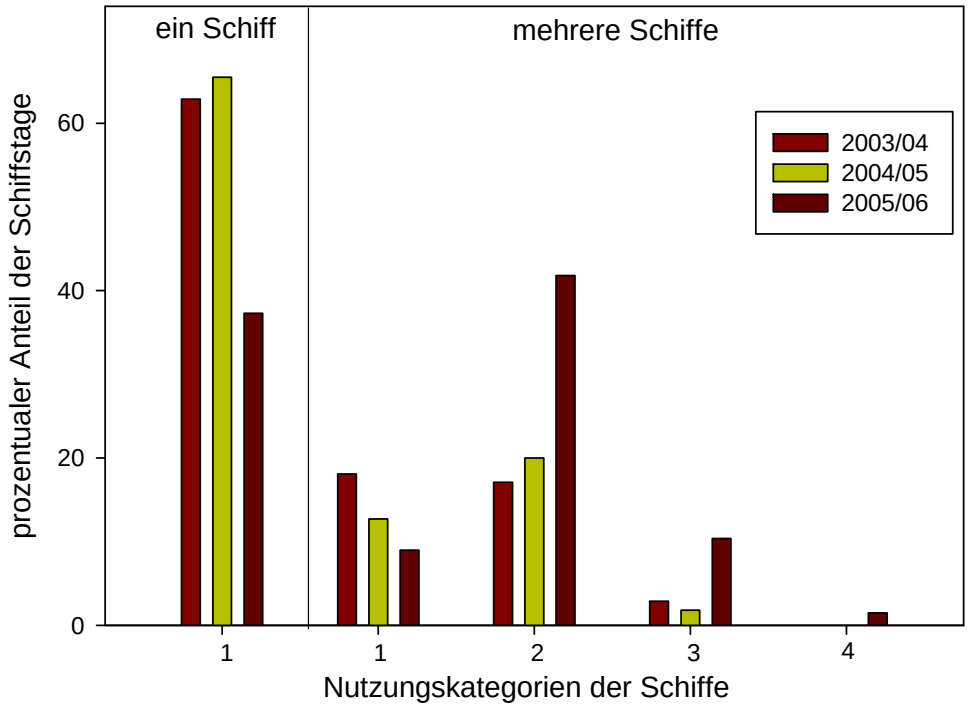


Abb. 5.2.-4: Prozentuale Aufteilung der Schiffstage nach Anwesenheit von einem Schiff oder mehreren Schiffen in der Maxwell Bay, letztere aufgegliedert in unterschiedliche Hauptnutzungen (vier Kategorien: 1 = Forschung, 2 = Logistik, 3 = Tourismus und 4 = Sicherheit); (N_{gesamt} = 157 Schiffstage; 35 Schiffstage von 79 Beobachtungstagen in 2003/04, 55 Tage in 2004/05 und 67 Tage in 2005/06)

Pfeiffer (2005) konnte zeigen, dass einige Seevogelkolonien, wie z. B. die Nestgruppen des Südlichen Riesensturmvogels, der Skuas und die Pinguinkolonien im Nordteil von Ardley Island von Wissenschaftlern sowie Besuchern aufgesucht werden und teilweise gleichzeitig Überflüge von Flugzeugen und Helikoptern stattfinden.

5.2.1.7. Zusammenfassende Betrachtung der aktuellen und zukünftigen Gefahren

Eine zusammenfassende Einschätzung des Gefährdungspotenzials menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt haben wir in Tabelle 5.2.-1 vorgenommen. Bauaktivitäten verursachten beispielsweise kurzzeitige Störungen bis irreversible Schäden an Fauna und Flora und wurden daher mit einem mittleren bis hohen Gefährdungspotenzial eingestuft. Gasförmige Emissionen finden nur lokal, aus den Generatorenhäusern der Stationen kontinuierlich und bei Land-, Flug- und Schiffsverkehr vorübergehend statt. Dies zeigte bisher keine nachweisbaren Umweltschäden. Daher schätzen wir das Gefährdungspotenzial niedrig ein.

Wie schnell menschliche Aktivitäten die Umwelt schädigen können, haben wir aus den vorliegenden Daten geschlussfolgert (Tab. 5.2.-1). Dabei gibt es einen Gradienten der

schädlichen Wirkung je nach Art der menschlichen Aktivität und des betroffenen Organismus. Schon ein einmaliges Befahren von Vegetation reichte aus, sichtbare Schäden an den Pflanzen zu verursachen. Ein direkter, tiefer Überflug eines Helikopters bewirkt unmittelbar den Anstieg der Herzschlagrate eines brütenden Vogels, ist aber nur potenziell schädlich, z. B. wenn die Summe der Anstiege negative Auswirkungen auf das Überleben des Altvogels oder seiner Brut hat. Im Gegensatz dazu sind die durch Stationsmitglieder aktuell entnommenen Fischmengen so gering, dass keine negativen Auswirkungen auf die jeweiligen Populationen erwartet werden und so auch keine Schädigung auftritt.

Da der Wissensstand zu Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Populationsgrößen von Fauna und Flora besonders im Hinblick auf Vergleiche mit natürlichen Einflussfaktoren sehr unterschiedlich ist, wurde dies in Tab. 5.2.-1 als Zusatzinformation aufgeführt. Die Unterteilung in „unzureichend“ bis „ausreichend“ erfolgte unter Einbeziehung der in der vorliegenden Studie erhoben Daten und damit verbundener Literaturrecherchen (siehe Kap. 4). Beispielsweise wurde in Kap. 4.5.2. der Stationsbau als Ursache der Verlagerung von Brutgebieten des Südlichen Riesensturmvogels in der Region aufgeführt. Dennoch wurden keine direkten Untersuchungen parallel zu Bauaktivitäten durchgeführt, die detaillierte Aussagen zum Verhalten von Brutvögeln erlauben. Auch die Einschleppung fremder Arten mit Baumaterialien ist bislang unzureichend untersucht.

Die Ergebnisse bereits vorhandener Studien (siehe Kap. 4.5.10.) zu den Auswirkungen von Flugverkehr reichen jedoch aus, um Mindestflughöhen festlegen zu können (Harris, 2005 bzw. Resolution 2 (2004) XXVII. ATCM), die zu einer Minimierung von Störungen der Seevögel und Robben führen. Die vorgeschlagene Mindestflughöhe von ca. 610 m (= 2000 feet; ATCM, 2006g) reicht auch in der Fildes Region aus, um die Auswirkungen des Flugverkehrs zu minimieren.

Die Sammlung von Fossilien und Mineralien bewirkt einen Materialverlust, birgt aber kein großes Gefährdungspotenzial für Flora und Fauna, abgesehen von möglichen Trittschäden an der Vegetation. Die Einstufung „mittelfristig“ wurde vorgenommen, weil es bei Mehrfachbesuchen in denselben Gebieten zu „footprints“ kommen kann, d. h. Trampelpfade und größere Flächen mit aufgebrochenem Gestein entstehen.

Es besteht in der Fildes Region somit ein teilweise hohes Gefährdungspotenzial durch Aktivitäten in den Stationen, sowie durch Verkehr und Besucher von Naturräumen. Da sich die Umweltschäden in diesen Fällen sofort zeigen, sollten umgehend eine Überprüfung der Umsetzung bestehender Richtlinien sowie die Diskussion weiterer Managementmaßnahmen erfolgen. Zukünftige Forschungsprojekte in der Region sollten die Auswirkungen von Stationsbau, der Verbreitung von Müll und organischen

Substanzen sowie der Störungen des marinen Ökosystems durch Schiffs/Bootsverkehr und Abwassereintrag verstärkt berücksichtigen.

Tab. 5.2.-1: Skalierung des Gefährdungspotenzials aktueller menschlicher Aktivitäten in der Fildes Region

Menschliche Aktivität	**Gefährdungs-potenzial für Fauna und Flora**	**Zeitliche Wirkung eines Umweltschadens**	**Wie gut sind natürliche Prozesse und menschl. Einflüsse untersucht?**
Stationsaus/umbau	mittel bis hoch	sofort	unzureichend
Müllverbreitung	niedrig bis mittel	sofort	in Teilen ausreichend
Eintrag organischer Substanzen	mittel	mittelfristig	in Teilen ausreichend
Ölverunreinigungen	mittel bis hoch	sofort	unzureichend
gasförmige Emissionen	niedrig	langfristig	ausreichend
Feldhüttennutzung	niedrig bis mittel	mittelfristig	ausreichend
Wegenutzung/ Fahrspuren	mittel bis hoch	sofort	ausreichend
Flugverkehr	niedrig bis hoch	sofort	ausreichend
Schiffs/Bootsverkehr	niedrig bis mittel	mittelfristig	unzureichend
Abwassereintrag	niedrig bis mittel	sofort	unzureichend
Besuche bei Vogel-/Robbenansammlungen	mittel bis hoch	sofort	in Teilen ausreichend
Betreten und Befahren von Vegetation	mittel bis hoch	sofort	ausreichend
Angeln	niedrig	keine	ausreichend
Sammlung von Fossilien/Mineralien	niedrig	mittelfristig	ausreichend
Kumulative Effekte	mittel bis hoch	sofort	unzureichend

Die räumlichen und zeitlichen Auswirkungen von Einflussfaktoren, d. h. von menschlichen Aktivitäten wie Stationsbetrieb, Besuche von Naturräumen, Flugverkehr und Schiffsverkehr in der Fildes Region auf die Umwelt sind in Tab. 5.2.-2 dargestellt. Die Einschätzung des aktuellen und zukünftig zu erwarteten Umweltrisikos basiert zum einen auf Ergebnissen aus der vorliegenden Studie (vgl. Kap. 4). In Fällen, in denen dieser Bewertung keine empirischen Daten zugrunde liegen, beruht die Wertung auf der subjektiven Einschätzung der Autoren bzw. auf deren Erfahrungswerten.

Das Umweltrisiko derzeitigen Stationsbetriebes und aktueller Baumaßnahmen hat sich insgesamt in einem „moderaten“ Ausmaß gezeigt (vgl. Tab. 5.2.-2). Die Stationsgebiete nehmen nur einen kleinen Teil der Fildes Region ein. In den Stationsgebieten ist das Vorkommen von Fauna und Flora bereits geringer als in den umliegenden Naturräumen und eine Rückkehr zum „Ur“-zustand ist nur sehr langsam nach Abbau der Stationen möglich. Das Umweltrisiko durch Stationsbetrieb und Bau wird auch in Zukunft von uns als „moderat“ eingestuft, da bestehende Richtlinien eine gewisse Kontrolle und Beschränkung der Stationsaktivitäten bewirken. Neubauten und Renovierungsarbeiten werden voraussichtlich nur in bestehenden Stationsgebieten stattfinden. Dennoch sollte selbst in wenig von Tieren und Pflanzen besiedelten Bereichen die Gefahr von Bodenschäden berücksichtigt werden. Gleichzeitig reduziert der parallele Abbau ungenutzter Gebäude das Risiko von Umweltschäden. Die Stationen bringen ihre Technik regelmäßig auf einen neueren Stand, schöpfen ihre räumlichen Kapazitäten aus, bedürfen aber aus jetziger Sicht vermutlich keiner Gebietsvergrößerungen aufgrund wissenschaftlicher Notwendigkeiten.

Im Gegensatz dazu erwarten wir einen Anstieg des Risikos von Umweltschäden bei einer kontinuierlichen Zunahme des Besucher- und Flugverkehrs, wenn eine Festlegung auf bestimmte Besucher- und Flugzonen ausbleibt. Ob dies tatsächlich zu Populationsabnahmen bei Seevögeln und Robben führen würde, ist schwer zu beurteilen, weil gleichzeitig Gewöhnungseffekte nicht ausgeschlossen werden können (Acero & Aguirre, 1994; Culik & Wilson, 1995; Cobley & Shears, 1999; Nisbet, 2000; Otley, 2005; Pfeiffer, 2005).

Der Besucherverkehr birgt aber zusätzlich zu den Störungen der Seevögel und Robben auch das Potenzial für intensive oder lang andauernde negative Einflüsse auf Boden und Vegetation.

Obwohl in den vergangenen Jahren keine klaren Populationsabnahmen zumindest aufgrund von Besucher- und Flugverkehr nachgewiesen werden konnten, ist dies bei dessen weiteren Zunahme in Zukunft jedoch nicht auszuschließen. Weitere Änderungen sind aber durch die globale Klimaerwärmung möglich (vgl. Kap. 4.5.1.). Möglicherweise reduziert sich aber die Pufferfunktion des Systems bei steigender menschlicher Aktivität, d. h. das für die Tiere beispielsweise weniger Zeit für Ruhe und ungestörte Nahrungsaufnahme zur Verfügung steht, also Zeiten, die die durch Störungen verursachten Beeinträchtigungen normalerweise ausgleichen.

Die geplante intensive Wissenschafts- und Logistiktätigkeit im Polarjahr 2007/08 und steigende Touristenzahlen werden vermutlich zu größeren, negativen kumulativen Effekten im Gebiet führen, wenn keine zusätzlichen Managementmaßnahmen durchgeführt werden (siehe Tab. 5.2.-2).

Tab. 5.2.-2: Einschätzung des Umweltrisikos in der Fildes Region unter Einbeziehung natürlicher und anthropogener Einflüsse sowie das zukünftig erwartete Risiko ohne Anwendung zusätzlicher Managementmaßnahmen. Die Erhöhungen des Umweltrisikos in der Zukunft sind rot dargestellt (vgl. Jezek & Tipton-Everett, 1995).

Einfluss-faktoren **Parameter**	**Aktuelles Umweltrisiko**				**Zukünftig zu erwartetes Umweltrisiko**			
	Stations-betrieb/ Bau	*Besuche von Naturräumen*	*Flugverkehr*	*Schiffsverkehr*	*Stations-betrieb/ Bau*	*Besuche von Naturräumen*	*Flugverkehr*	*Schiffsverkehr*
Ausmaß der Änderung (% Ressource)	moderat	moderat	moderat-signifikant	niedrig	moderat	moderat-signifikant	moderat-signifikant	moderat
Beeinflusstes Gebiet	< 5 %	in 20 % der Region häufig, 80 % selten	25 %	< 10 %	< 5 %	großflächiger und häufiger	25 %	< 10 %
Dauer	Betrieb durch-gehend, Bau vorübergehend	vorüber-gehend	vorüber-gehend	vorüber-gehend	Betrieb durch-gehend, Bau vorübergehend	länger als aktuell	vorüber-gehend	vorüber-gehend
Häufigkeit der Aktivität (Sommer)	kontinuierlich	täglich-wöchentlich je nach Gebiet	täglich, nur bei Schlechtwetter wöchentlich	täglich, nur bei Schlechtwetter wöchentlich	kontinuierlich	häufiger als aktuell	häufiger als aktuell	häufiger als aktuell
Biotische & abiotische Gebiets-eigensch./ Prozesse	gefährdet	gefährdet	potenziell gefährdet	potenziell gefährdet	gefährdet	gefährdet	gefährdet	gefährdet
Einfluss der Aktivitäten	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ	direkt und kumulativ
Zeitl.- räuml. Charakter des Einflusses menschlicher Aktivitäten	vorhersagbar, teilweise intensiv	unvorher-sagbar, intensiv, wenn nah an Brutplätzen	vorhersehbar auf Haupt-routen, unvor-hersehbar und intensiv auf neuen Routen	vorhersehbar, weniger intensiv	vorhersagbar, teilweise intensiv	intensiver	intensiver	vorhersehbar, weniger intensiv

..Einfluss-faktoren **Parameter**	**Aktuelles Umweltrisiko**				**Zukünftig zu erwartetes Umweltrisiko**			
	Stations-betrieb/ Bau	*Besuche von Naturräumen*	*Flugverkehr*	*Schiffsverkehr*	*Stations-betrieb/ Bau*	*Besuche von Naturräumen*	*Flugverkehr*	*Schiffsverkehr*
Rückkehr zum „Ur"-zustand/ Gleich-gewicht nach Störung	langsam	langsam-schnell	langsam-schnell	langsam	langsam	langsam-schnell	langsam-schnell	langsam
Modifizierung natürlicher Prozesse (Klima u. a.)	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich	unwahr-scheinlich
Variation der Populationen (über Jahre, Saison)	Kurz- und Langzeit-veränderung	Kurz- und Langzeit-veränderung	Kurz- und Langzeit-veränderung	unbekannt	Kurz- und Langzeit-veränderung	Kurz- und Langzeit-veränderung	Kurz- und Langzeit-veränderung	?
Natürliche Variation im Vergleich zum Einfluss menschl. Akt.	größer	größer	größer	unbekannt	größer	kleiner	größer	?
Wie puffert System menschl. Einflüsse ab?	wenig	stark	stark	unbekannt	wenig	weniger	weniger	?

6. Management der Fildes Region

6.1. Bisheriges Management

Seit Bestehen des Antarktis-Vertragssystems haben sich die Vertragsstaaten zahlreiche Regularien zum Umweltschutz auferlegt und mehrere internationale Übereinkommen verhandelt (z. B. vereinbarte Maßnahmen zum Schutz der antarktischen Fauna und Flora, Übereinkommen zur Erhaltung antarktischer Robben, CCAMLR, Übereinkommen zur Regulierung der Nutzung antarktischer Minerale, USP). Mit der Zahl der Abkommen wuchs auch die Zahl der Instrumentarien zum Schutz von Arten und Gebieten.

6.1.1. Stationsbetrieb

Gemäß Artikel 1 Anhang 3, USP sollen alle ungenutzten Installationen, die keinen Status als historische Stätten besitzen, vollständig entfernt werden. Ein Teil der ungenutzten Feldhütten im Untersuchungsgebiet wurde bereits abgebaut (Kap. 4.2.11.).
Beginnendes Umweltmanagement und Monitoring-Programme (z. B. zur Überwachung der Umweltwirkungen im Umfeld der Station Artigas) reduzierten negative Effekte teilweise bzw. weisen auf Probleme hin, wenn auch nicht immer in ausreichendem Maße.
Offene Mülllagerplätze sind, wie von den Antarktis-Vertragsstaaten gefordert (Anlage 3, Art. 3, USP) zwar die Ausnahme, aber immer noch lagern Gefahrenstoffe teilweise offen (siehe Kap. 4.2.3.). Umfangreiche Sammlungen von Schrott und Müll erfolgten bereits unter hohem Zeit- und Kostenaufwand in Frei und Bellingshausen und erzielten beachtliche Erfolge in der Verringerung offen gelagerten Mülls (ATCM, 1999).
Das die Küsten verschmutzende Treibgut stammt häufig von der Fischerei, wie CCAMLR-Erhebungen zeigen. Besonders die Verletzungsgefahr für Meeressäuger durch Fischereimaterialien ist ein anhaltendes Problem. Die CCAMLR-Kommission veröffentlichte verstärkt Empfehlungen oder Bestimmungen, die ökologische Gründe für die Vermeidung von Abfällen im Meer sowie Beschreibungen der korrekten Abfallbehandlung (http://www.ccamlr.org/pu/E/e_pubs/am/p6.htm#3.5Application, siehe auch MARPOL) aufführen.
Durch ein verbessertes Müllmanagement sank die Verfügbarkeit anthropogener Nahrung für bestimmte Vogelarten (Tin & Roura, 2004). Dennoch ist das aktive Füttern und teilweise offene Lagern von Küchenabfällen in Stationen der Fildes Region noch immer zu beobachten.
Im Untersuchungsgebiet erfolgte bei größeren Verunreinigungen der Einsatz unterschiedlicher Methoden zur Schadensbegrenzung, im Fall von Ölverunreinigungen Maßnahmen wie Ölbarrieren im Wasser, Auftrag spezieller Substanzen (Kap. 4.2.6.),

Abtragen kontaminierten Bodens und Schnees, Auffüllen mit Kies und Sand sowie Abbrennen. Die unzureichenden Notfallpläne besonders im Fall größerer Ölverunreinigungen wurden wiederholt bei Inspektionen angemerkt (ATCM, 1999, 2005), jedoch bisher nicht ausreichend umgesetzt.
Mit der Einführung neuwertiger Technik in den Stationen der Fildes Region, wie zum Beispiel neuer Generatoren in Great Wall und Frei, konnten Gas- und Lärmemissionen reduziert werden.
Die Risikoeinschätzung geplanter Bautätigkeiten erfolgte in Form von IEEs durch die jeweiligen nationalen Behörden. Vor Ort können Aktivitäten angepasst werden, wenn auf Umweltschäden aufmerksam gemacht wird.

6.1.2. Verkehrsmanagement

COMNAP aktualisiert jährlich seit 1991 das Antarktische Fluginformationshandbuch AFIM. Dieses Handbuch beinhaltet Detailinformationen zu allen Landeplätzen für Starr- und Drehflügler in der Antarktis, Orientierungshilfen, meteorologischen Dienste und Kommunikationsfrequenzen. Das ASPA No. 150 beinhaltet im alten Managementplan ein Flugverbot unterhalb 300 m über Ardley Island. Auf Störungen von Vogelkolonien durch tief fliegende Helikopter wurde bereits mehrmals hingewiesen (z. B. ATCM, 1999; Pfeiffer, 2005). Dennoch wurden Unterschreitungen von Mindestabständen auch vielfach im Zuge der Erhebungen der vorliegenden Studie beobachtet (siehe Kap. 4.2.16.). Verschiedene Richtlinien zu Überflughöhen und horizontalen Mindestabständen, Landeberechtigungen und Intensität der Operationen wurden über mehrere Jahre diskutiert (Harris, 2001), von den Vertragsstaaten unterschiedlich festgelegt und aktuell vereinheitlicht (Resolution 2 (2004) XXVII. ATCM). Die Richtlinien zu Flugoperationen in der Nähe von Vogelkonzentrationen wurden auch in Anhang 7 des AFIM aufgenommen, Defizite bestehen jedoch bei deren Einhaltung (siehe Kap. 4.2.16.).
Alle Vertragsparteien verpflichten sich zur Minimierung und gegenseitigen Hilfe bzgl. Umweltgefährdungen, Unfällen und Verschmutzungen, um marine Ökosystemschäden, z. B. verursacht durch Ölhavarien, auf ein Minimum zu beschränken (Art 6, Abs. 1 und Anhang IV Art. 3 USP). Daraus ergeben sich auch gesetzliche Anforderungen zur Abschätzung von Risiken einer Schiffsreise in die Antarktis, der Vorsorge gegen Unfälle und der Minimierung schädlicher Unfallfolgen. Technische Reparaturen können in den nächst liegenden Häfen von Südamerika und Neuseeland ausgeführt werden.
IAATO berichtet regelmäßig über bekannt gewordene Schiffsunfälle oder Verschmutzungen (ATCM; 1999b) bei den Jahrestreffen der Antarktisvertragsstaaten und denen der IAATO. Die geringe Zahl an Unfällen spricht für den hohen

Sicherheitsstandard der Schiffe, die erfolgreiche Anwendung von Richtlinien und Notfallplänen aufgrund nationaler und internationaler Vorschriften (z. B. im Zuge von Genehmigungsverfahren) und von einschlägigen IAATO-Bestimmungen.
Die Möglichkeiten der Schadensminderung oder -beseitigung nach Ölunfällen in antarktischen Gewässern sind sehr begrenzt (Enß et al., 1999). Daher hat die Schadensvermeidung höchste Priorität. Im Schadensfall werden Notfallpläne aktiviert (Annex IV, Art. 12 USP). Die chilenische und argentinische Marine wechseln sich in den Sommermonaten mit ihren Hochseeschleppern (ATF Lautaro, ATF Leucoton, Aviso ARA Suboficial Castillo) bei der Patrouille der Meeresgebiete zwischen den Südshetlands und der Antarktischen Halbinsel ab, um im Falle von Schiffshavarien und Ölunfällen Hilfe leisten zu können.
Kürzlich wurden auch neue Regelungen zu Abwassereinträgen durch Schiffe verabschiedet (Resolution 3 (2006) - ATCM XXIX, Edinburgh). Inwieweit diese bereits umgesetzt bzw. eingehalten werden, ist derzeit nicht bekannt.

6.1.3. Naturschutz

Die Unterschutzstellung von Teilbereichen der Fildes Peninsula (ASPA No. 125) und von Ardley Island (ASPA No. 150) bewirkt dort einen langfristigen Gebietsschutz (Habitatschutz, Biotopschutz) durch die Beschränkung menschlicher Aktivitäten auf vor allem zwingend notwendige wissenschaftliche Untersuchungen. Der im Untersuchungsgebiet brütende Südliche Riesensturmvogel steht gemäß internationalen Abkommen wie ACAP und Bonner Konvention unter Artenschutz und gilt laut IUCN Rote Liste als „Near Threatened“.
Verschiedene Untersuchungen der vergangenen Jahre zeigten das Risiko an tatsächlich stattfindenden Etablierungen fremder Arten in der Antarktis (siehe Curry et al., 2005; ATCM, 2005, 2006c). Das USP verpflichtet die Vertragsstaaten zur Vermeidung der Einfuhr fremder Arten in das Vertragsgebiet (Art. 4 des Anhanges II). Artikel II von CCAMLR weist auf die Effekte der Einfuhr fremder Arten hin. Für Besucher der Antarktis wurden IAATO-Richtlinien zur Reinigung von Kleidungstücken und zum Vermeiden der Einführung fremder Arten und Krankheiten erstellt, die aktuell auf allen Schiffen umgesetzt werden, die der IAATO beigetreten sind. Auch Deutschland weist in seinem „Leitfaden für Besucher der Antarktis“ auf aktuelle Ge- und Verbote sowie Verhaltensrichtlinien hin (http://www.umweltbundesamt.de/antarktis/antarktis.pdf). Weitere internationale Abkommen wie die Konvention zur Biologischen Vielfalt, das UN-Seerechtsabkommen und das Ballastwasser-Abkommen enthalten wichtige Passagen zur Verhinderung und Minimierung der Einfuhr fremder Arten.

6.1.4. Wissenschaftsmanagement

Die Kontrolle und bestmögliche Minimierung negativer Einflüsse von wissenschaftlichen Arbeiten obliegt den Wissenschaftlern im Untersuchungsgebiet selbst. Je höher die Erfahrung der Wissenschaftler, umso höher die Chance, dass sich bei Routineuntersuchungen an Vertebraten Gewöhnungseffekte bei wiederholten Arbeiten einstellen. Beispielsweise können Nestkontrollen mit Hilfe einer gut geplanten Abfolge von Beobachtungs- und Vermessungsschritten so kurz wie möglich gehalten werden. Die Anwendung standardisierter und anerkannter Methoden, wie z. B. die im Zuge dieser Studie angewandte Methode der Erfassung der Brutpaarzahlen der Pinguine (CCAMLR Ecosystem Monitoring Program, Standard Methods 2004) ist Maßstab für eine umweltfreundliche wissenschaftliche Arbeit. Vogelzählungen können bei überschaubaren Kolonien von einem Aussichtspunkt erfolgen, ohne die Tiere direkt am Nest zu stören.

Das Vermeiden von Duplikationen wissenschaftlicher Studien und von Arbeiten mehrerer Forschergruppen in einem Gebiet bzw. an der gleichen Art sowie die verstärkte Koordination von Forschungsarbeiten wurde wiederholt bei Inspektionen angemerkt (ATCM, 1999, 2005), aber bisher nicht ausreichend umgesetzt. Teilweise wurde dies auf Sprachbarrieren zurückgeführt. Es sprechen nicht alle Stationsleiter und Wissenschaftler Englisch, was die Kommunikation erschwert. Weiterhin fehlt teilweise das Verständnis für die Notwendigkeit der Koordination, so dass keine regelmäßigen internationalen Gesprächsrunden von den Wissenschaftlern selbst oder über die Vorgesetzten vor Ort in der Fildes Region einberufen werden (ATCM, 1999, 2005). Wir beobachteten in den vergangenen Jahren aber eine Zunahme an gemeinsamen informellen Treffen von Wissenschaftlern mit Interesse an Koordination und gemeinen Freizeitaktivitäten.

Inwieweit die King George Island Science Coordination Group als Action Group der Standing Scientific Group on Physical Sciences (SSG-PS) einen Beitrag zur Koordination wissenschaftlicher Aktivitäten auf King George Island leisten kann, konnte aus den bisherigen Aktivitäten nicht klar abgeleitet werden.

6.1.5. Besuchermanagement

Verbesserte Koordination von Touristenbesuchen, detaillierte Statistiken, die begrenzte Zahl von Stationsbesuchen pro Saison sowie ortspezifische Richtlinien führten in den letzten Jahren zu einer Anpassung geeigneter Managementmaßnahmen an steigende Touristenzahlen (www.iaato.org, Resolution 2 (2006) - XXIX ATCM Edinburgh). IAATO-Richtlinien (http://www.iaato.org/docs/wildlife_guide_03.pdf) und Besucherrichtlinien der ATCPs können potenzielle Gefahren für Tier- und

Pflanzenarten durch Schiffsbewegungen und Landgänge von Besuchern signifikant reduzieren. Minimaldistanzen zu den Tieren, Betretungsverbot für Vegetation und gefährdete Böden sowie das Sammel- und Einbringungsverbot von Materialien wirken gezielt Gefahren entgegen. Obwohl diese Richtlinien auch für Stationsmitglieder in der Freizeit gelten, sind die Kontrollmechanismen weniger ausgeprägt als bei kommerziellem Tourismus.

6.1.6. Kumulative Effekte

Bereits der Inspektionsbericht von 1999 (ATCM, 1999) weist auf das Vorkommen kumulativer Effekte im Untersuchungsgebiet hin. Die Untersuchung und Reduktion kumulativer Effekte steht aber immer noch am Anfang (Morgan, 1998; Glasson et al., 1999; Petts, 1999). Aktuell beschäftigt sich eine eingerichtete Arbeitsgruppe der CEP mit Vorschlägen für Richtlinien (ATCM, 2006 c).

6.2. Managementvorschläge

Die in diesem Projekt erhobenen Daten zeigen für die vergangenen drei Jahre einen Anstieg an menschlichen Aktivitäten in der Fildes Region. Auch in naher Zukunft, besonders durch das internationale Polarjahr (IPY) von 2007 bis 2009, werden sich die geplanten internationalen Kooperationsprojekte in einer Zunahme an wissenschaftlichen Feld- und Laborarbeiten in der Region widerspiegeln. Diese bedürfen der logistischen Unterstützung auf dem Land sowie durch Luft- und Schiffsverkehr. Schon jetzt ist die Kommunikationsinfrastruktur auf hohem Niveau (Mobilfunknetz, Internet, Seefunk), so dass Fildes Peninsula als Leitstelle für Such- und Rettungsaufgaben fortgeführt und ausgebaut werden kann. Der Um- und Ausbau von Stationen wird sich vermutlich fortsetzen, um technischen Standards gerecht zu werden. Da die Kapazitätsgrenzen touristischer Aktivitäten in Bezug auf potenzielle Anlandungsstellen und Schiffskapazitäten in der Antarktis noch nicht erreicht sind, werden der wachsende Bekanntheitsgrad, die größere Auswahl an Reiseformen und die vielseitigen Möglichkeiten vor Ort (vom Naturspaziergang bis zu Aktivsportangebot) die Besucherzahlen weiter steigen lassen. Das gilt vermutlich ebenso für die Fildes Region.
Die aktuell in der Fildes Region angewandten Managementmaßnahmen reichen jedoch nicht aus, um Umweltschäden so weit zu minimieren, dass Tier- und Pflanzenarten nur vorübergehend gestört oder auf die Populationsgröße bezogen in geringem Maße geschädigt werden. Je größer die zeitlichen und räumlichen Überschneidungen menschlicher Aktivitäten werden, umso weniger effektiv wirken die existierenden Grundregeln, da sie sich auf Einzelaspekte beschränken und die stationsübergreifende

Sichtweise wenig berücksichtigt wird. Gerade in einer Region mit solch internationaler Präsenz ist eine neue, im Sinne des Internationalen Polarjahres (IPY) verbindende Arbeitsweise der Nationen vor Ort wünschenswert. Daher sollten Wissenstransfer und Austausch von Know-how vor allem bei Wissenschaft, Logistik und im aktiven Umweltschutz vor Ort an erster Stelle stehen.
Im Folgenden werden einzelne Managementvorschläge und/oder Denkrichtungen dargelegt, die auf den Erfahrungen des Autorenteams und auf bereits in anderen Gebieten (z. B. Gebiete mit ASMA-Status) angewandten Methoden beruhen.

6.2.1. Stationsbetrieb

Stationen und Feldhütten der Fildes Region wurden in den vergangenen Jahren erneuert bzw. abgebaut (siehe Kap. 4.1.2., 4.2.11.). Die Gesamtzahl der Bewohner änderten sich dabei wenig, aber Touristen wurden in zunehmendem Maße in Stationen der Region für Tage bis Wochen untergebracht. Die Versorgungsstrukturen könnten sich dadurch zukünftig etwas ändern, wenn den Gästen mehr Service geboten werden soll. Der zusätzliche Verbrauch von Lebensmitteln, Energie u. a. sollte erfasst werden, um tourismusbezogene Veränderungen im Stationsbetrieb registrieren zu können.
Kommunikation ist in einem Gebiet, das Stationen verschiedener Nationen beherbergt, entscheidend für die Steigerung der Arbeits- und Lebensqualität. Der Abbau sprachlicher Barrieren erleichtert die Organisation und Kooperation der wissenschaftlichen, logistischen und touristischen Arbeiten deutlich durch:

- die Förderung des Informationsaustauschs und der Kooperation zwischen Wissenschaftlern und Stationspersonal vor Ort;
- einen effizienteren Einsatz von Ressourcen verschiedener Stationen bei logistischen Operationen und in Notfallsituationen;
- die Steigerung des Verständnisses fremder Kulturkreise.

Daher sollte der Austausch zwischen Stationsmitgliedern verschiedener Nationen aktiv unterstützt werden. Dies könnte in Form von organisierten Treffen zwischen den Stationsleitern, Wissenschaftlergruppen, Ärzten, Technikern u. a. erfolgen, die dem Informationsaustausch sowie gemeinsamen Arbeiten an einer Thematik dienen würden. Auch gegenseitige Einladungen zu gemeinsamen Feiern oder Sportereignissen führten in der Vergangenheit zu einem verstärkten Interesse und Verständnis zwischen den Nationen und sollten daher weiterhin durch die Staaten befürwortet werden.
Der technische Fortschritt hielt in der Fildes Region in den letzten Jahren schnell Einzug. Ein hohes Sicherheitsgefühl, das auf dem Vorhandensein von Seefunk- und Mobilfunknetz, Flughafen und weitläufiger Infrastruktur basiert, sollte aber nicht über

die bestehenden Gefahren aufgrund von Wetterumschwüngen, Kälte und Isolation hinwegtäuschen. Eine genaue Einweisung aller Stationsmitglieder, im Besonderen von Neuankömmlingen, ist daher auch weiterhin unbedingt notwendig, um diese Gefahren nicht zu unterschätzen.
Zur Regulation von Abgaswerten für stationäre Dieselmotoren sollten die Stationen aktuelle Kraftstoff- und Emissionsstandards ihrer Herkunftsländer keinesfalls unterschreiten. Eine Minimierung der Abgase durch entsprechende Techniken sollte angestrebt werden. Die Lärmemission in Stationen sollte durch verbesserte Technologie und Lärmdämmung reduziert werden.
Da es in der Vergangenheit bereits zu einzelnen Bränden in Gebäuden kam, sollte verstärkt auf Brandschutz geachtet werden. Der Einsatz von Detektoren bzw. häufigere Kontrollen von Gefahrenherden könnten geeignete Maßnahmen hierfür sein.

6.2.1.1. Müllmanagement

Von den Stationen jährlich außerhalb der Gebäude durchgeführte Müllsammelaktionen, die auch auf die Stationsumgebung ausgedehnt werden sollten, könnten im Ergebnis die Menge an Abfällen und Gefahrstoffen im Gebiet signifikant verringern. Die im vorliegenden Projekt erhobenen GIS-Daten weisen Problemgebiete und einzelne Gefahrenstoff-Standorte aus. Diese Daten könnten zum schnelleren Auffinden dieser Lokalitäten eingesetzt werden.
Eine Verhinderung der Verfügbarkeit anthropogener Nahrung für Vögel in den Stationen der Fildes Peninsula sollte aufgrund einer potenziellen Beeinflussung des Bruterfolgs und Kükenwachstums und vor allem im Hinblick auf eine potenzielle Einschleppung von Krankheiten in antarktische Brutvogelpopulationen angestrebt werden. Empfohlene Maßnahmen (ATCM, 2001a,b) sollten umgehend und konsequent in allen Station umgesetzt werden. Dazu gehören die konsequente Vermeidung von Biomüll-Ablagerungen außerhalb von Gebäuden und das Zurückdrängen der Fütterung von Vögeln im Stationsgelände.

6.2.1.2. Verhinderung von Ölverunreinigungen

Die Vermeidung von Kontaminationen durch Ölaustritte hat höchste Priorität, indem eine regelmäßige Kontrolle und Reparatur von Treibstofftanks, Schläuchen, Rohren und Fahrzeugen erfolgen sollte. Eine Abstimmung der einzelnen Öl-Notfallpläne der Stationen könnte einen effizienteren Einsatz von Ressourcen bewirken. Untersuchungen zur Abbaufähigkeit in kontaminierten Böden zeigten bereits den Erfolg versprechenden Einsatz von *Pseudomonas*-Stämmen (Stallwood et al., 2005). Eine stärkere

Zusammenarbeit der Stationen im Fall von Ölverunreinigungen in der Umwelt könnte vorhandene Ressourcen schneller zum Einsatz bringen und somit Schäden minimieren.

6.2.1.3. Auf- und Abbau von Gebäuden

Bauarbeiten fanden in der Fildes Region meist in den Sommermonaten statt, um Transport und Arbeitskräfte zu optimieren (siehe Kap. 4.2.18. und 4.2.19.). Durch Bauaktivitäten außerhalb der Brut- und Vegetationszeit, wie beim Abbau von „Rambo“ realisiert (siehe Kap. 4.2.11.), würde sich aber eine Reduktion der Störung oder Schädigung von Fauna und Flora ergeben.
Wie Bauprojekte in den vergangen Jahren zeigten, war der Flächenverbrauch aufgrund von Abbau und Lagerung von Material sowie dem Ausbau des Wegenetzes neben der eigentlich errichteten Infrastruktur weitaus größer als in den jeweiligen IEEs prognostiziert. Daher sollte noch stärker auf die Diskussion von Alternativen mit möglicherweise geringerem Flächenverbrauch und geringerem Störungspotenzial geachtet werden.
Baustoffe, die potenziell umweltschädlich für die Antarktis sind, sollten generell nicht zum Einsatz kommen. Starke Winde können zum Verwehen von freiliegendem Baumaterial führen (siehe Kap. 4.2.3.). In diesem Zusammenhang sollte verstärkt auf die Sicherung von freiliegendem Baumaterial geachtet werden.

6.2.1.4. Abwasserbehandlung

Da die vorhandenen Systeme zur Abwasserbehandlung in den Stationen der Fildes Region noch sehr unterschiedlich sind (siehe Kap. 4.2.1.), wäre eine Angleichung an die umweltfreundlichste Methode wünschenswert. Besonders in Bezug auf die Einleitung von Abwässern in die Maxwell Bay sollten gemeinsame Anstrengungen der Nationen vor Ort zu einer Reduktion der aktuellen Gewässerbelastung führen.

6.2.1.5. Informationen zur lokalen Umwelt

Stationsmitglieder, die das erste Mal in der Fildes Region arbeiten, sollten zusätzlich zu den nationalen Schulungen in der Vorbereitungszeit nach ihrer Ankunft auf ortsspezifische Umweltschutzmaßnahmen hingewiesen werden. Das könnte zum einen durch Broschüren, Informationsblätter und Poster erfolgen, die in den Stationen in den jeweiligen Sprachen ausgelegt bzw. aufgehängt werden und über sensible Gebiete, besondere Tier- und Pflanzenarten, geologische Besonderheiten sowie spezielle Richtlinien informieren. Alternativ könnten Vorträge von erfahrenen Stationsleitern oder Wissenschaftlern mit Besuchen einzelner Gebiete verbunden werden. Die

vorliegende Studie bietet ausreichend Informationen, die in einer einheitlichen Präsentation in verschiedenen Sprachen aufbereitet werden könnten.

6.2.2. Verkehrsmanagement

6.2.2.1. Landverkehr

Die Zahl der auf der Fildes Peninsula eingesetzten Landfahrzeuge wird sich künftig vermutlich nicht verändern, jedoch möglicherweise ihre Nutzungshäufigkeit, da logistische Operationen auf der Fildes Peninsula häufig mit Landverkehr gekoppelt sind. Motorisierte Besuche in Naturgebieten wie z. B. der Feldhütte „Priroda“ sollten nur wenn unbedingt nötig stattfinden und auf bereits vorhandenen, vegetationsfreien Wegen erfolgen.

Zur Minimierung von Abgaswerten bei Fahrzeugmotoren sollten die jeweiligen nationalen Standards nicht unterschritten werden. So ist auch zu erwarten, dass sich auch die Lärmemission durch den Einsatz modernerer Fahrzeuge verringern wird.

6.2.2.2. Flugverkehr

Für die Antarktis bestehende Flugverkehrsrichtlinien (siehe Kap. 6.1.2.) sollten besonders im Hinblick auf Vogelkolonien und Robbenliegeplätze konsequenter eingehalten werden. Kartenmaterial zu den aktuellen Brut- und Liegeplätze könnten dem Personal der Flugüberwachung und den Piloten durch das vorliegende Projekt zur Verfügung gestellt werden. Anhand dieser Daten wäre auch die Ausweisung von festgelegten Flugkorridoren in Anlehnung an das AFIM denkbar, die z. B. in Nutzungszonen eingebunden werden könnten. Niedrige, abseits von den Hauptrouten stattfindende Überflüge sollten generell in der Fildes Region verboten werden, da Störungen der lokalen Fauna nachgewiesen wurden (siehe Kap. 4.5.2. und 4.5.10.).

6.2.2.3. Schiffsverkehr

Statistiken zum Schiffsverkehr in der Maxwell Bay sollten vollständig, d. h. unter Einbeziehung aller Schiffs- und Bootstypen erstellt werden. Eine stärkere Kontrolle von Schiffsbewegungen in der Bucht könnte über eine einheitliche, von allen anerkannte Koordinationsstelle (zur Zeit die chilenische Marine) gewährleistet werden. Eine zeitliche und räumliche Koordination würde der wachsenden Gefahr von Unfällen aufgrund der hohen Dichte von Schiffen und Booten vorsorglich entgegenwirken.

6.2.3. Naturschutz

6.2.3.1. Gebietsschutz

Neben den bereits ausgewiesenen Schutzgebieten ASPA No. 125 und No. 150 könnte eine weitere Zonierung der Fildes Region eine gezielte Umsetzung spezieller Richtlinien zum Biotop- und Habitatschutz im Rahmen eines ASMA Managementplan bewirken. Der vorliegende Vorschlag zur Zonierung (siehe Kap. 6.2.8.) bezieht sich dabei nicht ausschließlich auf terrestrische Bereiche, sondern schließt auch umliegende Meeresgebiete ein (bis ¼ nm von der Küste entfernt). Somit unterstützt der Vorschlag die aktuellen Bemühungen zur Ausweisung von Meeresschutzgebieten oder geschützten Meeresflächen (Annex V des USP, siehe auch Zusammenarbeit zwischen CEP und CCAMLR). Die gewünschte Pufferwirkung (vgl. Annex V USP) für die terrestrischen Bereiche findet somit im ASMA-Vorschlag für die Fildes Region (siehe Kap. 6.3., Anhang 5) wie auch bei der alternativen Diskussion eines ASMA für die gesamte Maxwell Bay (siehe Kap. 7) in gewisser Weise Berücksichtigung.

6.2.3.2. Fauna

Der bestehende Seevogel-Artenschutz in der Antarktis könnte durch die Eingliederung in das weltweite Netz von „Bedeutenden Vogelgebieten“ (IBA) verstärkt werden. IBAs werden von BirdLife International festgelegt, sie stellen demnach keine Kategorie des Antarktis-Vertragssystems (AVS) dar und haben somit weder einen rechtlich verbindlichen Status, noch können dafür Maßnahmen angeordnet werden. Dennoch unterstützt eine IBA-Ausweisung die Identifizierung von schutzwürdigen Gebieten. Eine erste theoretische Auswahl und Diskussion geeigneter Gebiete fand während der letzten beiden Treffen der SCAR Group of Experts on Birds (Jena 2002 und Texel 2004) statt. Auch marine Schutzgebiete sollten als Nahrungs- und Lebensraum von Seevögeln in dieses Konzept integriert werden. Auf King George Island wurden die Admiralty Bay und der südwestliche Teil der Insel (Fildes Peninsula bis einschließlich Potter Cove) als mögliche Schutzgebiete vorgeschlagen. Eine Datenerhebung und praktische Umsetzung der IBAs steht für die Antarktis noch aus.

Besonderes Augenmerk sollte auf die großen Brutkolonien des Südlichen Riesensturmvogels auf Two Summit und Dart Island gerichtet werden. Eine Unterschutzstellung dieser Inseln als (Teil eines) IBA könnte aktiv zum Schutz dieser gefährdeten Art beitragen, wenngleich diese Schutzgebietskategorie derzeit keinen rechtsverbindlichen Charakter hat.

6.2.3.3. Flora

Das Befahren und Betreten von Vegetation ist aufgrund der großen Zahl an Stationen und der damit verbundenen relativ hohen menschlichen Aktivität noch immer ein Problem. Prinzipiell sollten sich Fahren auf das Nötigste beschränken und das Verlassen des vorhandenen Straßennetzes sollte untersagt sein, um Schäden an der Vegetation zu verringern. Personengruppen sollten außerhalb der Stationsgelände Vegetationsbereiche umgehen und etablierte Pfade benutzten.

6.2.3.4. Einschleppung fremder Arten

Experten befassen sich aktuell mit der Strategieentwicklung zur Vermeidung der Einführung und Verbreitung fremder Arten, der Feststellung von Haupteinfuhrwegen und der Methodenbewertung für Risikostudien. Die Hauptpunkte aktuellen Managements sollten in der Vorsorge, Beobachtung und aktiven Gegenmaßnahmen beim Aftreten fremder Arten liegen (ATCM; 2006c). Da noch immer Wissenslücken im Bereich Niederer Pflanzen, Invertebraten und Mikroorganismen vorherrschen, besteht die Notwendigkeit weiterer koordinierter Studien auf dem antarktischen Kontinent, den antarkischen Inseln und im Südpolarmeer (Frenot et al., 2005).
Denkbare konkrete Vorsichtsmassnahmen sind beispielsweise die Desinfizierung von in die Region zu bringenden (Bau)Materialien und ein konsequentes für Wissenschaftler wie Touristen gleichermaßen geltendes *bootwashing*-Verfahren vor Betreten des Gebietes, wie etwa das Installieren einer Desinfektionswanne im Bereich des Flughafens für ankommende Passagiere.

6.2.3.5. Fossilien

Das Sammeln von Fossilien für nicht-wissenschaftliche Zwecke ist gem. dem Managementplan des ASPA No. 125 nicht gestattet. Das sollte allen Neuankommenden vermittelt werden. Noch sind geologisch interessante Gebiete auf Fildes Peninsula frei zugänglich, da im Gegensatz zum ASPA No. 150 keine Zugangsabfrage durch verantwortliche Wissenschafter zum ASPA No. 125 erfolgt. Im Rahmen der gegenwärtigen Überarbeitung des Managementplans ASPA No. 125 sollten neben der Einbeziehung der in Kap. 4.4.1.2. dargestellten Fundgebiete stärkere Schutzmaßnahmen für die bekannten Fossilienlagerstätten (einschließlich Mineralien) diskutiert werden.

6.2.4. Wissenschaftsmanagement

Wiederholte Treffen von Wissenschaftlern verschiedener Stationen zur Absprache geplanter Freilandarbeiten sollten durch die Stationsleiter unterstützt werden, um Redundanzen in wissenschaftlichen Projekten der jeweiligen Feldsaison zu verringern. Zudem sollte eine enge Kooperation in gemeinsamen Projekten angestrebt werden.

Populärwissenschaftliche Vorträge zu aktuellen Forschungsarbeiten in der Fildes Region werden von den meisten Stationsmitgliedern gewünscht (siehe Kap. 4.7.). Sie bieten Einblicke in lokale wissenschaftliche Arbeiten und haben das Potenzial, das Umweltverständnis und damit die Einhaltung von Richtlinien (auch für Nichtwissenschaftler) zu erhöhen.

Da Wissenschaft und Monitoringprogramme Voraussetzungen für ein effektives Management der Region sind, sollten folgende Studien, falls nicht bereits geschehen, regional initiiert werden:

- Monitoring des zeitlichen und räumlichen Ausmaßes menschlicher Störungen (Flächennutzung, Müllmanagement, Fahrspuren u.a.);
- Studien, die die Entwicklung von Aktions- und Notfallplänen unterstützen;
- Studien zu Veränderungen der Biodiversität;
- Erfassungen nicht heimischer Arten;
- regelmäßige Zählungen ausgewählter Seevogel- und Robbenarten und Ermittlung des Bruterfolgs;
- Studien zur Kolonisation von Gletscherrückzugsgebieten durch Fauna und Flora.

Kooperationsvereinbarungen und Absprachen zur Vermeidung von Duplikationen sollten bereits vor der Feldsaison durch die jeweiligen wissenschaftlichen Institutionen der Vertragsstaaten getroffen werden.

6.2.5. Besuchermanagement

Hauptaufgaben des zukünftigen Besuchermanagements sind (1) eine verbesserte Besucherlenkung zu interessanten Besuchergebieten und Sehenswürdigem der Region, (2) die Einführung und Umsetzung ortsspezifischer Besucherrichtlinien and (3) eine verbesserte Statistikerhebung zur Unterstützung aktiver Managementmaßnahmen.

zu (1) Verbesserte Besucherlenkung kann z. B. erreicht werden durch:

- die spezielle Ausweisung der bereits häufig besuchten Gebiete als „Besucherzone“ im Rahmen einer Zonierung (Abb. 6.2.-1; Kap. 6.2.8.), um den Besucheransprüchen (leicht erreichbare Vogelkolonien und Robbenliegeplätze, Einblicke in das Stationsleben) besser zu entsprechen;

- die Ausweisung attraktiver Wanderrouten und ggf. Naturpfaden zu sehenswerten Gebieten innerhalb des bestehenden Wegenetzes;
- der Wegausbau und die Markierung des Wegs zur Kirche in der russischen Station, um Trittschäden auf Vegetation und die Störung brütender Skuas zu minimieren;
- die Bereitstellung von Informationsmaterial in den Stationen in Form von Broschüren und Plakaten, sowie in den Besuchergebieten durch Hinweisschilder (Beispiel Abb. 6.2.-1)

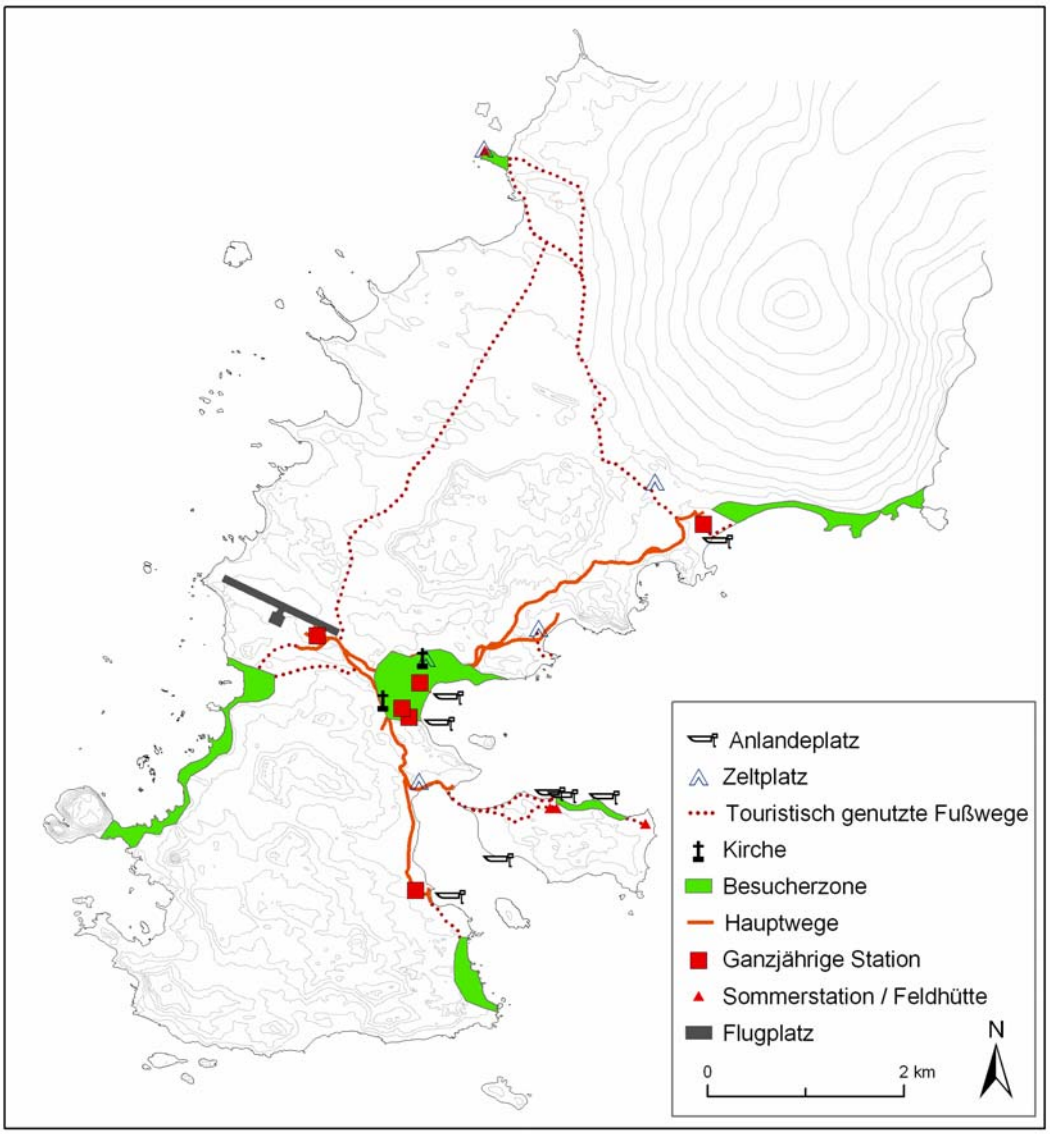


Abb. 6.2.-1: Darstellung einer möglichen Besucherzone sowie der Anlandemöglichkeiten, der wichtigsten Zugänge, der Sehenswürdigkeiten und bekannter früherer Zeltplätze der Fildes Region

Zu (2) Einführung ortsspezifischer Richtlinien

Ortspezifische Richtlinien geben Informationen über die lokale Fauna, Flora und geologische Besonderheiten. Sie zeigen zeitliche und räumliche Problematiken, denen durch Zonierung und begrenzte Besucherzahlen und -zeiten entgegnet werden kann. Touristenführern und Stationspersonal, die Besucher im Gebiet begleiten, sollte lokales Informationsmaterial zur Verfügung stehen und sie sollten die lokalen Gegebenheiten kennen.

Die Richtlinien könnten mit Hilfe der in diesem Projekt erhobenen Daten entwickelt werden und in ihrer Form den bereits entwickelten ortspezifischen Besucherrichtlinien in anderen Touristengebieten der Westantarktis wie z. B. die kürzlich beschlossenen visitor site guidelines für 12 häufig genutzte Anlandungsgebiete für Kreuzfahrtouristen (ATCM, 2006g & i) entsprechen.

Die Richtlinien sollten in allen Stationen ausliegen und in unterschiedlicher Form aufgearbeitet sein, um Besucher vorab ansprechend informieren zu können.

Zu (3) Verbesserung der Besucherstatistik

Für eine verbesserte Erfassung touristischer Aktivitäten in der Fildes Region bedarf es einer vollständigen Meldung von Besuchen. Über die Registrierung des Flug- und Schiffsverkehrs kann sehr gut die An- und Abreise von Besuchern kontrolliert werden. Die Zusammenführung der unterschiedlichen aktuellen Besucher-Statistiken von IAATO, der chilenischen bzw. uruguayischen Marine und des Flughafens würde ein realistisches Bild über die tatsächlichen Touristenbewegungen im Gebiet aufzeigen. Die Weitergabe der Besucherzahlen an die IAATO sollte daher fortbestehen und auch bisher nicht eingebundene Touristenunternehmen (nicht-IAATO-Mitglieder) zur Informationsweitergabe bewegen. Die Anreise von Delegationen und Besuchern, die unabhängig von Touristenunternehmen erfolgt, sollte über die Stationen dokumentiert und veröffentlicht werden (z. B. im Rahmen einer jährlichen Berichterstattung). Die Erstellung einer Gesamtstatistik könnte dann zum Beispiel eine der Aufgaben der Managementgruppe sein, die im Rahmen einer ASMA-Verwaltung etabliert werden könnte (Kap. 6.2.7.).

Im Gegensatz zu geführten Touristenbesuchen bewegen sich alle anderen Besucher meist ohne Führer in der Region. Die Etablierung einer zentralen Anlaufstelle, die in den Sommermonaten von einer Person besetzt wird, wurde anderenorts schon erfolgreich angewandt (z. B. „warden“ auf den Falklandinseln, Otley, 2005). Diese Person könnte einerseits die Besucherzahl und Besuchshäufigkeit nach verschiedenen Teilgebieten dokumentieren, andererseits die Besucher über touristische Attraktionen und Verhaltensrichtlinien informieren.

Die Ausarbeitung von Zukunftsstrategien für den sich wandelnden Tourismus wird aktuell durch Amelung & Lamers (2005) vorangetrieben. Expertentreffen führten in den letzten beiden Jahren zu einem Katalog an möglichen Szenarien der Tourismusentwicklung in der Antarktis und möglichen Managementansätzen, die auf die Region angewandt werden könnten. 2007/08 planen diese Experten den Besuch der Fildes Region, um die theoretischen bislang unveröffentlichten Ausarbeitungen praktisch zu evaluieren.

6.2.6. Kumulative Effekte

Aufgrund der großen Zahl an wissenschaftlichen Aktivitäten im IPY 2007/08 sollten die im Vorfeld beschlossenen Kooperationsprojekte auch vor Ort zeitlich und räumlich umfassend geplant werden, um kumulative Effekte zu reduzieren. Überschneidungen menschlicher Aktivitäten können auch sehr effizient durch Zonierung verringert werden. Die Besucherlenkung in speziell etablierte Besucherzonen und die Konzentration logistischer Aktivitäten auf ausgewiesene Nutzungszonen unterstützt dabei einen effizienten Umwelt- und Naturschutz und störungsfreie wissenschaftliche Arbeiten in den übrigen Gebieten (Kap. 6.2.8.). Zonierung wird in der Antarktis aktuell in touristisch genutzten Gebieten und ASMAs erfolgreich eingesetzt und könnte auch in der Fildes Region angewandt werden.

Im Fall des Schiffsverkehrs wird es auch in Zukunft zu räumlichen und zeitlichen Überschneidungen von wissenschaftlichen, logistischen und touristischen Aktivitäten in der Maxwell Bay kommen. Eine verbesserte Koordination z. B. in Form einer Gesamtkoordination durch die chilenische Marine vor Ort könnte das gleichzeitige Ankern von mehreren Schiffen kontrollieren und bei Bedarf regeln.

Hauptproblem bei der Erfassung kumulativer Effekte ist die fehlende Zusammenführung von Informationen zu verschiedenen Aktivitäten.

6.2.7. Etablierung einer Managementgruppe

Die fehlende Zusammenführung von Informationen könnte durch die Etablierung einer Managementgruppe erreicht werden. Stationsleiter, Wissenschaftler und Umweltbeauftragte könnten sich zu Beginn der Sommersaison vor Ort zusammenfinden und Absprachen zu geplanten Aktivitäten und deren Kontrolle sowie möglichen Konflikten treffen.

Folgende Aufgaben der Managementgruppe sind denkbar:

- ein Informationsaustausch über geplante Aktivitäten vor der Feldsaison und ein Treffen zu Beginn der Feldsaison zur detaillierten Abstimmung der Aktivitäten in der Fildes Region; die Abstimmungen sollten getrennt nach logistischen

Stationsaktivitäten, Verkehr und Forschung erfolgen und dennoch zum Ziel haben, dass sich die Aktivitäten nicht gegenseitig stören oder gar sich oder die Umwelt (v. a. die Schutzgüter) negativ beeinflussen

- die Dokumentation aller geplanten Aktivitäten (z. B. wissenschaftliche Projekte in der Region über SCAR, Bauvorhaben in den Stationen, Flugpläne und Schiffspläne der IAATO-Mitglieder);
- die Förderung von Treffen einzelner Wissenschaftlern vor Ort, die ähnliche Projekte bearbeiten und potenziell kumulative Effekte bewirken;
- die Förderung von Treffen der Stationsleiter zur Organisation von Notfallübungen, Müllsammelaktionen etc.;
- die Bereitstellung von Informationsmaterial (Broschüren, Poster etc.) über biologische, geologische, wissenschaftliche, logistische, historische und touristische Besonderheiten der Fildes Region;
- die Zusammenführung der Besucherstatistiken;
- die Entwicklung und Umsetzung eines Monitoring Programms für die Fildes Region, dass speziell die kumulativen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten untersucht;
- die Beaufsichtigung der Umsetzung des Verwaltungsplanes und, wenn nötig, die Beteiligung an der Überarbeitung des Managementplanes.

6.2.8. Zonierung

Der Art. 5 Nr. 3 (f) des Anhang V USP besagt, dass vorgeschlagene Managementpläne bei Bedarf eine Zonierung des Gebietes beinhalten sollen, so dass bestimmte Aktivitäten verboten, eingeschränkt oder entsprechend verwaltet werden können, um die gewünschten Ziele zu erreichen.

Harris (1994) beschreibt ein Zonierungssystem für die Antarktis, das das Konfliktpotenzial kumulativer Effekte von wissenschaftlichen, logistischen und touristischen Aktivitäten auf die Umwelt und weitere Schutzgüter reduzieren kann. Er schlug eine Aufteilung in 6 Typen vor, die für ASPA und ASMA angewandt werden können: Zone mit eingeschränktem Zugang, Sensible Zone, Wissenschaftszone, Touristenzone, Nutzungszone und Historische Zone. In Anlehnung daran schlagen wir folgende Zonierung für das Untersuchungsgebiet vor, deren räumliche Ausdehnung und Verteilung im Entwurf eines möglichen ASMA-Managementplans (Anhang 5) detailliert dargestellt ist:

- Nutzungszonen („Facility Zones”)

  Diese Zonen schließen alle Stationsgebiete (einschließlich Flughafen), das etablierte Straßennetz und jegliche Infrastruktur ein. Zusätzlich sollten sie auch Gebiete wie See- und Luftkorridore beinhalten, die durch intensiven Flug- und Schiffsverkehr gekennzeichnet sind. In diesen Zonen können alle logistischen Aktivitäten durchgeführt werden, solange sie die Sicherheit für Mensch und Umwelt gewährleisten.

- Besucherzonen (“Visitor Zones”)

  Besucherzonen (da zusätzlich zu Touristen auch Stationsmitglieder in ihrer Freizeit Naturräume besuchen) bieten leicht erreichbare Attraktionen in sicherer Umgebung und gewährleisten aufgrund der Kurzzeitigkeit und Störungsarmut der Besuche den Schutz der Fauna und Flora. In der Fildes Region sind die bevorzugten Besuchergebiete die Stationen selbst, der Rand einer Pinguinkolonie auf Ardley Island sowie attraktive Küstengebiete und Robbenliegeplätze in Stationsnähe.

- Sensible Zonen (“Sensitive Zones”)

  Diese beinhalten Gebiete, die durch gefährdete Arten bzw. einen hohen Artenreichtum gekennzeichnet sind. Menschliche Aktivitäten sollten dort minimiert werden. In der Fildes Region könnten verschiedene kleinere Brutkolonien des als besonders empfindlich gegenüber menschlichen Störungen geltenden Südlichen Riesensturmvogels sowie ausgedehnte Vegetationsbereiche durch diesen Zonierungstyp einem geringeren Risiko an Störungen und Schäden ausgesetzt sein.

- Zonen mit eingeschränktem Zugang („Restricted Zones“)

  Dieser Zonen beinhalten Gebiete mit einem hohen Umweltwert, deren Schutz durch die Vermeidung menschlicher Aktivitäten gewährleistet werden soll. Two Summit Island und Dart Island beherbergen große Kolonien des gefährdeten Südlichen Riesensturmvogels. Eine Zugangsberechtigung wäre nur für streng wissenschaftliche Zwecke und Monitoring zu erteilen.

- Wildniszonen (“Wilderness Zones”)

  Dieser Typ könnte all diejenigen Gebiete innerhalb der Grenzen eines möglichen Fildes Region ASMAs umfassen, die nicht zu einer der obigen Zonen gehören. Um den Wildnischarakter zu erhalten, sollten keine Installationen von

Infrastruktur erfolgen. Forschung, Umweltmonitoring und Management-aktivitäten wären aber gestattet.

Da in allen Teilen der Fildes Region wissenschaftliche Untersuchungen stattfinden und bedeutete Gebiete bereits durch ASPA-Status geschützt sind, erscheint die Definition von Wissenschaftszonen, also Zonen, die wissenschaftlichen Untersuchungen bzw. Aktivitäten zur Unterstützung von Forschungstätigkeiten vorbehalten sind, derzeit nicht notwendig.
Aus Map 3 in Anhang 5 sind konkrete Vorschläge der Autoren für die Zonierung der Fildes Region zu entnehmen.

6.3. Mögliche Module eines ASMA-Verwaltungsplanes “Fildes Region”

Entsprechend Art. 4, 5 and 6 des Anhang V zum USP können “Besondere antarktische Verwaltungsgebiete“ (ASMAs) vorgeschlagen werden. Dies betrifft Gebiete, in denen verschiedene menschliche Aktivitäten parallel stattfinden und in denen die Planung und Koordination von Aktivitäten zur Vermeidung potenzieller Konflikte und negativer Umwelteinflüsse gewünscht wird (vgl. Art. 4 Abs. 1 des Anhang V USP). Die Fildes Region entspricht prinzipiell diesen Kriterien, da aufgrund der hohen Stationsdichte eine Überlagerung von wissenschaftlichen, logistischen und touristischen Aktivitäten stattfindet (Details in Kap. 4 und 5.2.1.). Bereits bestehende Interessenskonflikte menschlicher Aktivitäten und deren negative Auswirkungen auf die Umwelt zeigen, dass das aktuelle Management nicht ausreicht. Aufgrund der zu erwartenden Zunahme wissenschaftlicher, logistischer und touristischer Aktivitäten in der Region ist eine verstärkte Planung und Koordination von Managementaufgaben notwendig, um eine Verbesserung der jetzigen Situation zu erreichen. Die Ausweisung eines ASMA erscheint den Autoren als die am besten geeignete Möglichkeit des Gebietsmanagements, auch um kumulative Umwelteinflüsse zu reduzieren (Art. 4 Abs. 2 des Anhang V des USP). Die bereits bestehenden ASPAs No. 125 und l50 können dabei in das ASMA eingebunden werden (Art .4 Abs. 4 des Anhang V des USP). Daher wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes ein Entwurf für einen Verwaltungsplan für ein mögliches ASMA der Fildes Peninsula Region in English erstellt (siehe Anhang 5). Der Entwurf enthält Empfehlungen für verschiedene Verhaltensregeln (Codes of Conduct) in der Fildes Region, getrennt für (1) die möglichen Nutzungszonen („Facilitiy Zones“), (2) für wissenschaftliches Arbeiten und (3) für Besucher der Region. Diese sind sowohl aus Projektergebnissen als auch aus bereits bestehenden Verhaltensregeln des ASMA Deception Island abgeleitet. Sie sollen

dazu beitragen, die kumulativen negativen Auswirkungen von Stationsbetrieb, Wissenschaft, Logistik und Tourismus auf die Umwelt zu reduzieren. Unter Einhaltung spezieller Regeln für geplante Aktivitäten in Nutzungszonen sowie für Wissenschaftler und Besucher der Fildes Region lässt sich auch das Gefahrenpotenzial für Fauna und Flora deutlich minimieren und so zum Erhalt der Schutzgüter der Region beitragen. Eine Beschreibung von möglichen Alternativen zu diesem Vorgehen befindet sich im englischen Schriftstück „Alternative Management Approaches“ (siehe Anhang 6).

7. Offene Fragen und Forschungsbedarf

1) Der politische Prozess der Diskussion um ein mögliches „Fildes Peninsula Region ASMA“ in der entsprechenden internationalen Arbeitsgruppe und während der ATCM/CEP-Meetings wird sich vermutlich über mehrere Jahre hinweg erstrecken. Aus diesem Grund sollten wichtige aktuelle Veränderungen im Gebiet in jedem Südsommer registriert werden, um diese wiederum im Diskussionsprozess berücksichtigen zu können. Die Datenaufnahme für das vorliegende Projekt endete im Februar 2006, Ergänzungen für die Robben erstreckten sich bis zum Oktober 2006.
Besonders wertvoll sind die Ergebnisse von z. T. bereits bestehenden Langzeitmonitoring-Programmen, die für die Beurteilung sowohl durch anthropogene als auch durch natürliche Faktoren verursachte Änderungen von Reproduktionsraten usw. wichtig sind. Besondere Bedeutung haben dabei die Brutpaarzahlen und der Bruterfolg bestimmter Vogelarten wie der Riesensturmvögel als gefährdete und sensible Art im Gesamtgebiet sowie der Pinguine auf Ardley Island.

2) Im Prozess der Entwicklung und Verabschiedung von Managementplänen muss rechtzeitig das Instrument der Erfolgkontrolle berücksichtigt werden. Diese bezieht sich nicht nur auf die unter 1) aufgeführten Arten, sondern setzt ein zeit- und arbeitsintensives umfassendes biologisches Monitoring voraus (Brutpaarzahlen der Vögel, Robbenliege- und Wurfplätze, Ausbreitung von Pflanzen sowie Veränderungen bezüglich Verkehr, Müll, Tourismus etc.). Hierzu sind im etwa 3-5jährigen Abstand mehrere Arbeitskräfte notwendig.

3) Die Umfrage bei den Stationsmitgliedern zeigte deren starkes Interesse an Informationsmaterial zur lokalen Fauna und Flora, zu Besonderheiten der Fildes Region und zu Umweltfragen. Als Reaktion hierauf ist von den Autoren des vorliegenden Berichtes geplant, eine Broschüre zu den genannten Themen zu erstellen, die in den Stationen der Fildes Region in den jeweiligen Sprachen ausgelegt werden kann. Parallel dazu können Informationsblätter und Poster als Kurzfassung der Broschüre vorbereitet werden, ebenso CDs mit Präsentationen gleichen Inhalts. Die Erstellung von entsprechenden DVDs wäre ebenso denkbar.
Von besonderer Bedeutung für die Lenkung des Besucherverkehrs wären Informationsblätter oder Schilder über ggf. einzurichtende Wanderrouten und die Lage der sensiblen Bereiche in den Hauptbesuchsgebieten.

4) Für die Fildes Region gibt es weiteren Forschungsbedarf für Bereiche, die innerhalb des vorliegenden Projektes nicht abgedeckt werden konnten, wie z. B.

- Berücksichtigung des marinen stationsnahen Bereichs (Untersuchung der chemischen und biologischen Wasserqualität und der Veränderungen der Evertrebratenfauna bzw. Algenflora)
- Weiterführung der Vegetationskartierung mit gleicher Methodik, um großräumigere Analysen zu ermöglichen (ggf. unter Einbeziehung von Luftbildern)
- Detaillierte Untersuchungen zum relativen Einfluss natürlicher und anthropogener Faktoren auf die Brutpaarzahlen und den Bruterfolg von Seevögeln, um Bestandsfluktuationen besser interpretieren zu können,
- Untersuchungen über räumliche Verlagerungen von Robben-Liegeplätzen (auch außerhalb der Fildes Region) unter Berücksichtigung natürlicher Bestandsschwankungen
- Detaillierte Erfassung von nicht-heimischen Arten
- Studien zur Kolonisation von durch Gletscherschmelze freigelegten Gebieten durch Fauna und Flora
- Studien zu neuen Fossilienvorkommen in den durch Gletscherschmelze freigelegten Gebieten
- Kartierung und Bewertung der Überreste menschlicher Aktivitäten aus der Robbenfängerzeit

5) Die Ausweisung eines „**Maxwell Bay ASMA“** (s. Abb. 7.1.-1) wird von den an der Diskussion beteiligten Vertragsstaaten als eine weitere Option diskutiert.
Ein solches ASMA hätte den Vorteil, dass (ähnlich wie in der benachbarten Admiralty Bay) ein geographisch und funktional abgeschlossenes Gebiet die Bezugsgrundlage wäre. Damit wären auch weitere Stationen und Vertragsstaaten direkt in den Diskussionsprozess mit einbezogen bzw. davon betroffen: King Sejong auf Barton Peninsula (Süd-Korea), Jubany/ Dallmann auf Potter Peninsula (Argentinien, Niederlande und Deutschland), Refugio Astronomo Cruls auf Nelson Island (Brasilien).
Durch eine räumliche Erweiterung der Bezugsgrundlage ergibt sich automatisch zusätzlicher Forschungsbedarf nicht nur für die stationsnahen Gebiete Potter und Barton Peninsula, sondern auch für die eisfreien Gebiete auf Nelson Island (Duthoit, Stansbury, Ruin Point und O`Cain Point).
Die skizzierten Forschungsarbeiten würden gleichzeitig auch die Datenerhebung für die von der SCAR Group of Experts on Birds unterstützte Ausweisung als "Important Bird

Area" (IBA) durch BirdLife International voranbringen (vgl. http://www.birds.scar.org/activities/index.html).

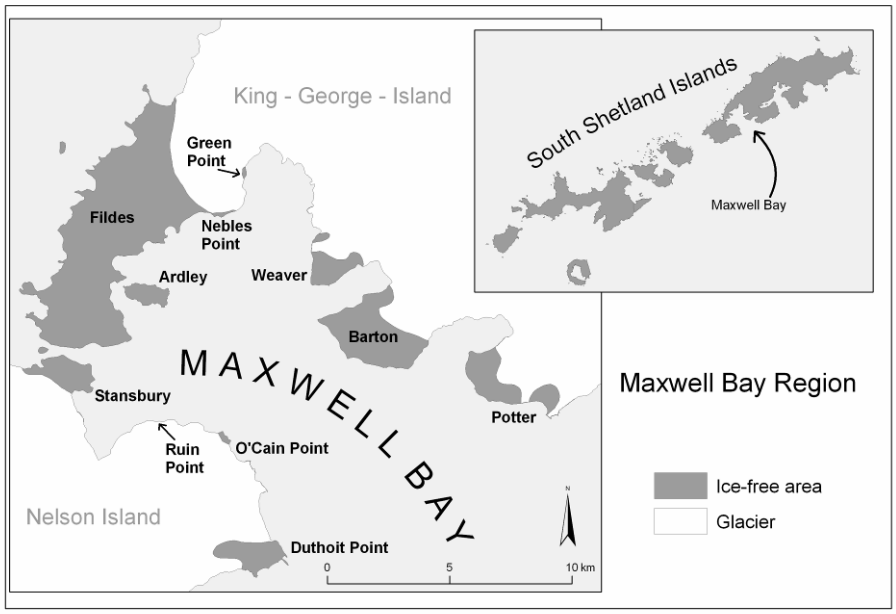


Abb. 7.1.-1: Mögliche Grenzen eines „Maxwell Bay ASMA“

8. Zusammenfassung

Die Fildes Peninsula Region als logistisches Zentrum von King George Island (South Shetland Islands, Antarktis) weist einen Flughafen, eine hohe Dichte an Forschungsstationen (chilenische Stationen “Profesor Julio Escudero” und “Presidente Eduardo Frei Montalva”, die chinesische Station „Great Wall“, die russische Station „Bellingshausen“ und die uruguayische Station “Base Científica Antártica Artigas”) sowie mehrere Feldhütten auf. Es existieren zwei Schutzgebiete Antarctic Specially Protected Area (ASPA) No. 125 „Fildes Peninsula“ und ASPA No. 150 „Ardley Island“. Im Gebiet kommt es zu Überschneidungen von Interessen der Bereiche wissenschaftliche Forschung, Schutz von Flora, Fauna, geologischer und historischer Werte, Stationsbetrieb und Transportlogistik sowie Tourismus. Das Ziel der vorliegenden Studie, deren Feldarbeiten während dreier Südsommer von Dezember 2003 bis Februar 2006 durchgeführt wurden, bestand in der Schaffung einer wissenschaftlichen Datenbasis, um mittels biotischer und weiterer Daten menschliche Aktivitäten und Umweltprobleme in der Fildes Region zu quantifizieren. Schwerpunkt der Analyse der terrestrischen Umweltsituation war die Erfassung von historischen Mülllagerplätzen und der aktuellen Müllsituation, welche mehr als 2.600 Fundplätze vor allem in Stationsnähe und entlang der Küste ergab. Außerdem wurde das aktuelle Müllmanagement analysiert, das auch die organischen Abfälle und die Maßnahmen zur Verminderung von Ölverunreinigungen beinhaltet. Die Emission von Lärm und Gasen stellte einen weiteren Punkt der Untersuchungen dar. Die Analyse des Flächenverbrauchs durch Stationsgebäude ergab, dass 159 Bauwerke ca. 1,9 ha Fläche beanspruchen. Die Stationen nehmen insgesamt eine Fläche von ca. 40 ha ein und sind durch ein ca. 13,4 km langes Wegenetz verbunden. Etwa 6 % der Gesamtfläche der Fildes Region werden durch Fahrzeuge, die vorwiegend zum Transport von Personen und Treibstoff eingesetzt werden, genutzt. Die Erfassung des Flugverkehrs zeigte insgesamt einen Anstieg der Zahl der Flüge, insbesondere durch Helikopter. Besondere Beachtung fanden Tiefflüge über Brutvogelkolonien, die negative Auswirkungen haben können. Im Untersuchungszeitraum wurde ein deutlicher Anstieg des Schiffsverkehrs (Kreuzfahrt-, Forschungs-, Versorgungs- bzw. Patrouillenschiffe sowie Yachten) in der Maxwell Bay registriert. Im Detail wurden die Umweltwirkungen zweier größerer Bauvorhaben (russische Kirche und Parkzone am Flugplatz) analysiert. Weiterhin wurden die küstennahe Umweltsituation, das Vorkommen von Fossilien auch außerhalb des ASPA 125, sowie die Seen und Strandwälle des Gebietes registriert. Einen weiteren Schwerpunkt bildete die Erfassung der Fauna und Flora des Gebietes. Die Kolonieverteilung, Brutpaarzahlen und der Bruterfolg von Zügel-, Esels- und

Adéliepinguinen, des Südlichen Riesensturmvogels, aber auch weiterer Arten (Kapsturmvogel, Buntfußsturmschwalbe, Schwarzbauchmeerläufer, Braune Skua, Südpolarskua, Dominikanermöwe, Antarktisseeschwalbe, Weißgesichts-Scheidenschnabel) wurden unter Berücksichtigung natürlicher und anthropogener Einflussfaktoren untersucht. Für alle Brutvogelarten, aber auch für Gastvögel und Durchzügler, liegen Verbreitungskarten vor. Insgesamt wurden im Untersuchungs-zeitraum 31 verschiedene Vogelarten im Gebiet nachgewiesen. Monatliche Robbenzählungen in den Sommermonaten zeigten, dass Antarktische Seebären und Südliche Seeelefanten die häufigsten Arten im Untersuchungsgebiet sind, gefolgt von Weddellrobben, Seeleoparden und Krabbenfressern, letztere in den Wintermonaten relativ häufig auf dem Meereis. Für die 105 stehenden Gewässer der Fildes Region wurde der Status der Besiedlung durch die bislang einzige dort vorkommende Mückenart *Parochlus steinenii* ermittelt. In der Fildes Region wurde erstmals auf 5,4 km^2 Fläche eine Vegetationskartierung mittels GPS durchgeführt und die Ergebnisse kartographisch dargestellt und außerdem (in Fortführung der Untersuchungen 1984 und 2001) das zunehmende Vorkommen der Antarktischen Schmiele (*Deschampsia antarctica*) dokumentiert. Zusätzlich wurde eine Umfrage unter den Mitgliedern aller Stationen des Gebietes über deren Freizeitverhalten und Ansichten über Umweltbildung und Schutzmaßnahmen vorgenommen. Es schließt sich eine Risikoanalyse bezüglich der Gefahren für die Schutzgüter der Fildes Region an. Dabei stehen die verschiedenen Interessen des Natur- und Umweltschutzes, der wissenschaftlichen Forschung und Logistik sowie des Tourismus im Blickpunkt. Als wichtigste anthropogene Stör- und Gefahrenquellen wurden im Detail der Stationsbetrieb, der Verkehr, die wissenschaftlichen Aktivitäten, die daraus abgeleitete hohe Gefahr der Einschleppung fremder Organismen in die Region, der Tourismus sowie das Besucherverhalten identifiziert. Ohne Anwendung zusätzlicher Managementmaßnahmen ist das zukünftig zu erwartende Risiko negativer Wirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Fauna und Flora sowie die natürlichen Ökosystemprozesse höher als aktuell einzuschätzen. Ausgehend vom aktuellen Management werden weitere Vorschläge zur Koordinierung von Aktivitäten und Verminderung von Konflikten ausgeführt. Als beste Lösung zur Verbesserung der aktuellen Situation und der wirksamen Einführung von Managementinstrumenten wird die Ausweisung der Fildes Region als ein „Besonderes antarktisches Verwaltungsgebiet“ (Antarctic Specially Managed Area = ASMA) angesehen. Hierfür wird der Entwurf eines Managementplans vorgelegt, der als Basis für die Diskussion im Umweltausschuss der Antarktis-Vertragsstaaten (CEP) dienen soll. Dieser schließt einen Vorschlag für die Zonierung des Gebietes in Nutzungszonen (*Facility Zones*), Besucherzonen (*Visitor Zones*), Sensible Zonen (*Sensitive Zones*),

Zonen mit eingeschränktem Zugang (*Restricted Zones*) und Wildniszonen (*Wilderness Zones*) ein, außerdem Verhaltensrichtlinien (*Code of Conduct)* für die Nutzungszonen, für wissenschaftliche Arbeiten und für Besucher. Hinsichtlich offener Fragen und zukünftigen Forschungsbedarfs wird besonders auf die Notwendigkeit der Weiterführung des Umweltmonitorings und der Erstellung von Informationsmaterial hingewiesen. Für das als Alternative zum „Fildes Peninsula Region ASMA“ vorgeschlagene „Maxwell Bay ASMA“ besteht wegen dessen größerer räumlicher Ausdehnung noch intensiver Forschungsbedarf.

9. Summary

Fildes Peninsula, logistical centre of King George Island (South Shetland Islands, Antarctica), has an airport and a high density of research stations (Chilean stations "Profesor Julio Escudero" and "Presidente Eduardo Frei Montalva", Chinese „Great Wall Station", Russian station „Bellingshausen" and Uruguayan station "Base Científica Antártica Artigas") and several field huts. There are two reserves in the area, namely Antarctic Specially Protected Area (ASPA) No. 125 „Fildes Peninsula" and ASPA No. 150 „Ardley Island". Different interests like scientific research, conservation of flora and fauna, protection of places of geological and historical value, station operations, transport logistics and tourism overlap in the region. The aim of this study was to create a scientific basis for the quantification of human activities and environmental problems in the Fildes Region using biotic and other data. Field work was carried out during three austral summers between December 2003 and February 2006. Main focus of the analysis of the environmental situation onshore was the mapping of ancient waste dumps and current waste disposal. More than 2,600 sites mainly in the vicinity of stations and along the coast were detected. Besides, current waste management including organic wastes and measures to prevent oil contamination were recorded. Noise and gaseous emissions were investigated as well. The analysis of land use due to any kind of construction showed that 159 buildings cover approximately 1.9 ha. The total area used by stations is about 40 ha. The stations are connected by a network of roads approximately 13.4 km in length. Almost 6 % of the total land area of the Fildes Region are affected by vehicle traffic, mainly used for transporting people and fuel. Monitoring of air traffic showed an increase of overflights in total, particularly by helicopters. Special attention was paid to low overflights above bird colonies which may have negative effects. During the study period a significant increase of ship traffic (cruise, research, supply, patrol vessels and yachts) in the Maxwell Bay was recorded. The environmental effects of two important construction projects (Russian church, parking zone of the airport) were analysed in detail. Additionnally, the environmental situation along the coast, the occurrence of fossils also beyond ASPA No. 125 as well as lakes and beach ridges of the area were recorded. The survey of fauna and flora represented another main aspect. The distribution of breeding colonies, breeding pair numbers and the breeding success of Chinstrap, Gentoo and Adélie Penguins, Southern Giant Petrel as well as other species (Cape Petrel, Wilson's Storm Petrel, Black-bellied Storm Petrel, Brown Skua, South Polar Skua, Kelp Gull, Antarctic Tern, Snowy Sheathbill) were scrutinized considering natural and anthropogenic influencing factors. Distribution maps were compiled for all breeding bird species but also for guest birds as

well as for transients and vagrants. In total 31 bird species were recorded. Monthly seal counts during the summer showed that Antarctic Fur Seals and Southern Elephant Seals are the most abundant species in the study area, followed by Weddell Seals, Leopard Seals and Crabeater Seals. The latter are to be seen often on sea ice during the winter months. *Parochlus steinenii* was the only midge species to be recorded for all 105 lakes in the Fildes Region. A vegetation mapping was carried out for the first time in the Fildes Region using GPS and covering 5.4 km^2 of the area. Additionally, in continuation of the studies of 1984 and 2001 an increase in the occurrence of *Deschampsia antarctica* was documented. Furthermore, the members of all stations in the area were questioned about their leisure behaviour and their opinion on environmental education and protection measures. Another topic is the risk analysis of dangers to all the area's assets to be protected. The risk analysis focuses on the diverse interests of nature conservation and environmental protection, scientific research and logistics as well as tourism. Station operation, traffic, scientific activities and thereby resulting risks of introducing alien species in the region, tourism as well as visitors' behaviour were identified as main anthropogenic impact and risk sources. If additional management measures are not taken the expected risk of negative impacts of human activities on fauna and flora and on natural processes of the ecosystem will certainly be higher than at present. Based on current management practices, additional suggestions are made for coordinating activities and reducing conflicts. Designating Fildes Region as an Antarctic Specially Managed Area (ASMA), for which a draft management plan is put forward (as a framework for discussion in the International Working Group of the Committee for Environmental Protection (CEP) of the Antarctic Treaty Parties) is considered to be the best way to improve the current situation and to implement effective management measures. This draft includes a proposal for zoning the area in Facility Zones, Visitor Zones, Sensitive Zones, Restricted Zones, Wilderness Zones. Additionnally, it includes Codes of Conduct for Facility Zones, for scientific research and for visitors. Regarding open questions and research needs it is vital to continue environmental monitoring and to compile information material. Intensive research need exists for the "Maxwell Bay ASMA" proposed alternatively to the "Fildes Peninsula Region ASMA" due to its larger expansion.

10. Literaturverzeichnis

AARI: Federal Program "World Ocean", Subprogram "Antarctic Research and Investigation", Russian Antarcic Expedition (2006), Arctic and Antarctic Research Institute (AARI).

Acero, J. M. & Aguirre, C. A.: A Monitoring Research Plan for Tourism in Antarctica. Annals of Tourism Research 21 (1994), 295-302.

Adamson, E. & Seppelt, R. D.: A comparison of airborne alkaline pollution damage in selected lichens and mosses at Casey station, Wilkes Land, Antarctica. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic Ecosystems: Ecological Change and Conservation (1990) Springer Verlag, Berlin, 347-353.

Adamson, H. & Adamson, E.: Possible effects of global climate change on Antarctic terrestrial vegetation. In: P. Quilty. Impact of Climate Change on Antarctica (1992), 52-62.

Ahnert, F.: Einführung in die Geomorphologie (1996), Stuttgart: Verlag E. Ulmer

Amelung, B. & Lamers, M.: The Future of Antarctic Tourism: Exploring the Implications of Complexity. (2005), 22. Polar Meeting Jena.

Andersland, O. B. & Ladanyi, B.: Frozen Ground Engineering (2003), John Wiley and Sons.

Andrássy, I.: Nematodes in the sixth continent. Journal of Nematode Morphology and Systematics 1 (1998), 107-186.

Andreev, M. P.: Lichens of the Fildes Peninsula, King George Island, Antarctic. Novosti Sistematiki Nizshikh Rastenii 25 (1988), 111-118.

Andreev, M. P.: Lichens in the vicinity of Bellingshausen Station, King George Island. Polar Geography and Geology 13 (1989), 42-45.

Archer, T.: The organisation of aggression and fear in vertebrates. In: P. P. G. Baleson, P. Klopter. Perspectives in Ethology (1976), Plenum Press, New York, 231-298

Arnould, J. P. Y. & Croxall, J. P.: Trends in Entanglement of Antarctic Fur Seals (*Arctocephalus gazella*) in Man-Made Debris at South Georgia. Marine Pollution Bulletin 30 (1995), 707-712.

Arntz, W. E. & Gallardo, V. A.: Antarctic Benthos: Present position and future prospects. In: G. Hempel. Antarctic Science (1994) Springer Verlag, Heidelberg, 243-277.

ATCM: Report of a Joint Inspection under Article VII of the Antarctic Treaty, Antarctic Treaty Inspection Programme: January 1999 (1999a), Lima, Submitted by United Kingdom and Germany, WP23.

ATCM: An Assessment of Environmental Emergencies Arising from Activities in Antarctica (1999b), Lima, Submitted by COMNAP, WP16.

ATCM: The Inspection Conducted in Accordance with Article VII of the Antarctic Treaty and Article XIV of the Protocol Under Auspices of the United States Department of State (2001a), Sankt Petersburg, Submitted by United States, IP17.

ATCM: Report on the open-ended Intersessional Contact Group on Diseases of Antarctic Wildlife, Report 1 - Review and Risk Assessment (2001b), Sankt Petersburg, Submitted by Australia, WP10.

ATCM: Report on the open-ended Intersessional Contact Group on Diseases of Antarctic Wildlife, Report 2 - Practical Measures to diminish risk (draft) (2001c), Sankt Petersburg, Submitted by Australia, WP11.

ATCM: Review on Guidelines for the Operation of Aircraft near Concentrations of Birds in Antarctica (2001d), Sankt Petersburg, Harris, Colin M.: 1-9, IP39.

ATCM: Antarctic Treaty Inspections (2002a), Warsaw, Submitted by Australia, WP34.

ATCM: Regulating Antarctic Tourism (2002b), Warsaw, Submitted by ASOC, IP83.

ATCM: Results of the waste disposal project at Bellingshausen Station (2002c), Warsaw, Submitted by Russia, IP16.

ATCM: Final Report from the Intersessional Contact Group on Cumulative Environmental Impacts (2003a), Madrid, Submitted by the United States of America, WP6.

ATCM: Site Specific Guidelines 2003 in the Antarctic Peninsula Further Addressing Potential Cumulative Impacts (2003b), Madrid, Submitted by IAATO, IP72.

ATCM: IAATO Overview of Antarctic Tourism 2003-2004 Antarctic Season (2004a), Cape Town, Submitted by IAATO, IP63.

ATCM: Orthodox temple in the Antarctic (2004b), Cape Town, Submitted by the Russian Federation, IP45.

ATCM: Relevamiento de restos historicos del naufragio de Pta. Suffield, Bahia Maxwell, Isla Rey Jorge (Isla 25 de Mayo), en relacion a la resolucion 5 (2001), (2004c). Cape Town, Submitted by Uruguay, IP107.

ATCM: Report of the International Association of Antarctica Tour Operators 2003-2004 (2004d), Cape Town, Submitted by IAATO, IP68.

ATCM: Research Project “Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas” (2004e) Cape Town, Submitted by Germany, IP5.

ATCM: Report of Joint Inspections under Article VII of the Antarctic Treaty and Article 14 of the Environmental Protocol (2005a), Stockholm, Submitted by Australia, Peru and United Kingdom, WP32.

ATCM: Environmental Impact Assessment on the Padre Balduíno Refuge's Dismantlement - Brazil (2005b), Stockholm, Submitted by Brazil, IP6.

ATCM: IAATO Overview of Antarctic Tourism 2004-2005 Antarctic Season (2005c), Stockholm, Submitted by IAATO, IP82.

ATCM: Measures to address the unintentional introduction and spread of non-native biota and disease to the Antarctic Treaty Area (2005d), Stockholm, Submitted by Australia, WP28.

ATCM: Revision of Management Plan for Antarctic Specially Protected Area No. 150 Ardley Island (2005e), Stockholm, Submitted by Chile, WP 37.

ATCM: IAATO Overview of Antarctic Tourism 2004-2005 Antarctic Season, revised (2005f), Stockholm, Submitted by IAATO, IP82.

ATCM: Progress Report on the Research Project “Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas” (2005g) Stockholm, Submitted by Germany, IP16.

ATCM: IAATO Overview of Antarctic Tourism 2005-2006 Antarctic Season (2006a), Edinburgh, Submitted by IAATO, IP86.

ATCM: Land-Based Tourism and the Development of Land-based Tourism Infrastructure in Antarctica: An IAATO Perspective (2006b), Edinburgh, Submitted by IAATO, IP85.

ATCM: Methodologies for Assessing Cumulative Impacts: A Progress Report (2006c), Edinburgh, Submitted by New Zealand, IP80.

ATCM: Non-native Species in the Antarctic. Report of a Workshop (2006d), Edinburgh, Submitted by New Zealand, WP13.

ATCM: Relevamiento de Desechos Marinos en la Costa Septentrional de la Base Científica Antártica Artigas (BCAA) en la Isla Rey Jorge / 25 de Mayo. Contribución a la Efectivización del Anexo IV "Prevención de la Contaminación Marina" del Protocolo (2006e), Edinburgh, Submitted by Uruguay, IP107.

ATCM: Revision of Management Plan for Antarctic Specially Protected Area No. 150 Ardley Island (2006f), Edinburgh, Submitted by Chile, WP 30.

ATCM: Report of the CEP Intersessional Contact Group on Site Guidelines for Visitors to Antarctica (2006g), Edinburgh, Submitted by United Kingdom, WP1.

ATCM: Strategic Issues posed by Commercial Tourism in the Antarctic Treaty Area (2006h), Edinburgh, Submitted by ASOC, IP120.

ATCM: Brief Update on the Antarctic Peninsula Landing Site Visits and Site Guidelines (2006i), Edinburgh, Submitted by IAATO, IP66.

ATCM: "Possibilities for environmental management of Fildes Peninsula and Ardley Island" Proposal to establish an intersessional contact group (2006j) Edinburgh, submitted by Brazil, China, Germany, Korea and Russia, WP 22.

ATCM: IAATO Overview of Antarctic Tourism 2006-2007 Antarctic Season (2007a), New Delhi, Submitted by IAATO, IP11

ATCM: United States Report of Inspection (2007b), New Delhi, Submitted by the United States, IP10

ATCM: Progress Report on the Discussion of the International Working Group about Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island (2007c), New Delhi, Submitted by Germany, Chile, IP 22, rev. 1.

ATCM: Possible Modules of a "Fildes Peninsula region" ASMA Management Plan (2007d), New Delhi, Submitted by Germany, IP 112.

ATCM: Historic Sites on the Northern Coast of Fildes Peninsula, King George Island (South Shetland Group) (2007e), New Delhi, Submitted by Chile, IP 127.

Auman, H. J., Woehler, E. J., Riddle, M. J. & Burton, H.: First evidence of ingestion of plastic debris by seabirds at sub-Antarctic Heard Island. Marine Ornithology 32 (2004), 105-106.

AAD - Australian Antarctic Division: Heard Island and McDonald Islands Marine Reserve Management Plan. Kingston: Commonwealth of Australia (2005).

Bannasch, R., Feiler, K. & Rauschert, M.: Fortsetzung der biologischen Untersuchungen im Gebiet der sowjetischen Antarktisstation Bellingshausen. Geod. Geoph. Veröff. R 1 11 (1984), 3-37.

Bannasch, R. & Odening, K.: Zoologische Untersuchungen im Gebiet der sowjetischen Antarktisstation "Bellingshausen". Geod. Geoph. Veröff. R. I 8 (1981), 4-19.

Barnes, D. K. A.: Biodiversity - Invasions by marine life on plastic debris. Nature 416 (2002), 808-809.

Barnes, D. K. A. & Fraser, K. P. P.: Rafting by five phyla on man-made flotsam in the Southern Ocean. Marine Ecology Progress Series 262 (2003), 289-291.

Barsch, D., Blümel, W.-D., Flügel, W.-A., Mäusbacher, R., Stäblein, G. & Zick, W.: Untersuchungen zum Periglazial auf der König-Georg-Insel Südshetlandinseln/Antarctica. Berichte zur Polarforschung 24 (1985), 75.

Barsch, D. & Mäusbacher, R.: New Data on the Relief Development of the South Shetland-Islands, Antarctica. Interdisciplinary Science Reviews 11 (1986), 211-218.

Beale, C. M & Monaghan, P.: Modelling the effects of limiting the number of visitors on failure rates of seabird nests. Conservation Biology 19 (2005), 2015-2019.

Beck, J. R. & Brown, D. W.: The biology of Wilson's Storm petrel, *Oceanites oceanicus* (Kuhl), at Signy Island, South Orkney Islands. British Antarctic Survey Scientific Reports 69 (1972), 1-54.

Berkman, P. A., Andrews, J. T., Bjorck, S., Colhoun, E. A., Emslie, S. D., Goodwin, I. D., Hall, B. L., Hart, C. P., Hirakawa, K., Igarashi, A., Ingolfsson, O., Lopez-Martinez, J., Lyons, W. B., Mabin, M. C. G., Quilty, P. G., Taviani, M. & Yoshida, Y.: Circum-Antarctic coastal environmental shifts during the Late Quaternary reflected by emerged marine deposits. Antarctic Science 10 (1998), 345-362.

Beurlen, K. & Lichter, G.: Versteinerungen (1986), Mosaik-Verlag.

Birke, L.: Effects of browse, human visitors and noise on the behaviour of captive orang utans. Animal Welfare 11 (2002), 189-202.

Birkenmajer, K.: King George Island. In: I. W. D. Dalziel, K. Birkenmajer, V. A. Ramos, C. Mpodozis, M. R. A. Thomson. Tectonics of the Scotia Arc, Antarctica. Field Trip Guidebook T 180; 28th International Geological Congress: Washington DC (1989), American Geophysical Union, 114-127.

Blümel, W. D.: Beobachtungen zur Verwitterung an vulkanischen Festgesteinen von King George Island (S-Shetlands/W-Antarktis). Zeitschrift für Geomorphologie N. F., Suppl. Bd. 61 (1986), 39-54.

Blümel, W.-D.: Physische Geographie der Polargebiete (1999), Teubner - Borntraeger, Stuttgart.

Braun, M. & Goßmann, H.: Glacial changes in the area of Admiralty Bay and Potter Cove, King George Island, Antarctica. In: M. Beyer, M. Boelter. GeoEcology of Terrestrial Antarctic Oases (2002) Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 75-89.

Braun, M. & Hock, R.: Spatially distributed surface energy balance and ablation modelling on the ice cap of King George Island (Antarctica). Global and Planetary Change 42 (2004), 45-58.

Bretagnolle, V.: Calls of Wilson's Stormpetrel, function individual and sexual recognitions and geographic variations. Behaviour 111 (1989), 98-112.

Bretagnolle, V. & Robisson, P.: Species-specific recognition in birds: an experimental investigation of Wilson's storm-petrel (Procellariiforms, Hydrobatidae) by means of digitalized signals. Canadian Journal of Zoology 69 (1991), 1669-1673

Buchanan, K. L.: Stress and the evolution of condition-dependent signals. Trends in Ecology and Evolution 15 (2000), 156-160.

Buesser, C., Kahles, A. & Quillfeldt, P.: Breeding success and chick provisioning in Wilson's storm-petrels *Oceanites oceanicus* over seven years: frequent failures due to food shortage and entombment. Polar Biology 27 (2004), 613-622.

Burger, J., Goldfeld, M. & Niles, L. J.: Ecotourism and Brids in Coastal New-Jersey - Contrasting Responses of Birds, Tourists, and Managers. Environmental Conservation 22 (1995), 56-65.

CACSM: Antarctic Great Wall Station of China (2005), Wuhan, Chinese Antarctic Center of Surveying and Mapping Wuhan University.

Calvar, M. & Fontana, N.: Relevamiento ornitológico de aves marinas migratorias en las islas Shetland del Sur: Monitoreo y anillamiento de una colonia de petrel del Wilson (*Oceanites oceanicus*), Boletín de Actividades Científicas 1998-2000, Instituto Antártico Uruguayo (2001).

Campbell, I. B., Claridge, G. G. C. & Balks, M. R.: Short- and long-term impacts of human disturbances on snow-free surfaces in Antarctica. Polar Record 34 (1998), 15-24.

Cannon, W.B.: Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage (1929), Boston, Branford.

Carlton, J. T. & Hodder, J.: Biogeography and dispersal of coastal marine organisms: experimental studies on a replica of a 16th-century sailing vessel. Marine Biology 121 (1995), 721-730.

Carney, K. M. & Sydeman, W. J.: A Review of Human Disturbance Effects on Nesting Colonial Waterbirds. Waterbirds 22 (1999), 68-79.

Carstens, M., Süfke, L., Borkowitz, B., v. Juterzenka, K., Hanssen, H., Zimmermann, C., Böhmer, T. & Spindler, M.: Nutzung der Erkenntnisse der marinen Ökosystemforschung für die Antarktis-Umweltschutzaufgaben nach dem AUG. (1999), UBA-FB 99-113, Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Chen, J.-B. & Ahti, T.: Lichens from Ardley Island and Fildes Peninsula in King George Island, Antarctica. II. The genus Cladonia. Mycosystema 18 (1999) 1-8.

Chupin, I.: Human Impact and breeding success in Southern Giant Petrel *Macronectes giganteus* on King George Island (South Shetland Islands). Korean Journal of Polar Research 8 (1997), 113-116.

Clarke, A.: Temperature and Evolution: Southern Ocean Cooling and the Antarctic Marine Fauna. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic ecosystems: ecological change and conservation (1990), Springer Verlag, Berlin, 9-22.

Clayton, M. N., Wiencke, C. & Klöser, H.: New records of temperate and sub-Antarctic marine benthic macroalgae from Antarctica. Polar Biology 17 (1997), 141-149.

Cobley, N. D. & Shears, J. R. Breeding performance of gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) at a colony exposed to high levels of human disturbance. Polar Biology 21 (1999), 355-360.

COMNAP: Antarctic Flight Information Manual (1991), COMNAP.

Convey, P.: Terrestrial ecosystem responses to climate changes in the Antarctic. In: G.R. Walther, C. A. Burga, P. J. Edwards. "Fingerprints" of climate change: adapted behaviour and shifting species ranges (2001), Kluiwer Academic/Plenum Publishers, New York, 17-42.

Convey, P.: Adaptation and evolution. In: B. Riffenburgh. Encyclopedia of the Antarctic (2006a), Routledge Taylor & Francis Group, New York, 1-5.

Convey, P.: Ecosystem functioning. In: B. Riffenburgh. Encyclopedia of the Antarctic (2006b), Routledge Taylor & Francis Group, New York, 371-372.

Convey, P., Barnes, D. K. A. & Morton, A.: Debris accumulation on oceanic island shores of the Scotia Arc, Antarctica. Polar Biology 25 (2002), 612-617.

Cooper, J., Avenant, N. L. & Lafite, P. W.: Airdrops and king penguins: a potential conservation problem at sub-Antarctic Marion Island. Polar Record 30 (1994), 277-282.

Copello, S. & Quintana, F.: Marine debris ingestion by Southern Giant Petrels and its potential relationships with fisheries in the Southern Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin 46 (2003), 1513-1515.

Coria, N. & Montalti, D.: A newly discovered breeding colony of Emperor Penguins Aptenodytes fosteri. Marine Ornithology 28 (2000), 119-120.

Courchamp, F., Charpuis, J.-L. & Pascal, M.: Mammal invaders on islands: impact, control and control impact. Biological Reviews 78 (2003) 347-383.

Covacevich, V. & Lamperein, C.: Hallazgo de icnitas en Peninsula Fildes, Isla Rey Jorge, Archipielago shetland del Sur, Antartica. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 1 (1970), 55-74.

Covacevich, V. & Lamperein, C.: Ichnites from Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands. In: R.J. Adie. Antarctic geology and geophysics (1972), 71-74.

Covacevich, V. & Rich, P.V.: New bird ichnites from Fildes Peninsula, King George Island, West Antarctica. In: C. Craddock. Antarctic Geoscience (1982), The University of Wisconsin, Madison, 245-254.

Cressford, G. & Dingwall, P.R.: Research on shipborne tourism to the Ross Sea region and the New Zealand sub-Antarctic islands. Polar Record 34 (1998), 99-106.

Crosbie, K.: Monitoring and management of tourist landing sites in the Maritime Antarctic (1998), Scott Polar Research Institute. Cambridge, University of Cambridge: 252.

Croxall, J. P., Rodwell, S. & Boyd, I. L.: Entanglement in Man-Made Debris of Antarctic Fur Seals at Bird Island, South Georgia. Marine Mammal Science 6 (1990), 221-233.

Culik, B., Adelung, D. & Woakes, A. J.: The effect of disturbance on the heart rate and behaviour of Adélie Penguins *(Pygoscelis adeliae)* during the breeding season. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic Ecosystems. Ecological Change and Conservation (1990) Springer Verlag, Berlin, 177-182.

Culik, B. M. & Wilson, R. P.: Penguins disturbed by tourists. Nature 376 (1995), 301-302.

Curry, C. H., McCarthy, J. S., Darragh, H. M., Wake, R. A., Churchill, S. E., Robins, A. M. & Lowen, R. J.: Identification of an agent suitable for disinfecting boots of visitors to the Antarctic. Polar Record 41 (2005), 39-45.

D'Antonio, C.M. & Dudley, T. L.: Biological invasions as agents of change on islands versus mainlands. In: P. M. Vitousek, L. L. Loope, H. Adsersen. Islands. Biological Diversity and Ecosystem Function (1995), Springer Verlag, Berlin, 103-121.

Davis, P. B.: Antarctic visitor behaviour: are guidelines enough? Polar Record 31 (1995), 327-334.

de Leeuw, C.: Tourism in Antarctica and its impact on vegetation (1994), Arctic Centre, University of Groningen. Groningen.

de Villiers, M., Bause, M., Giese, M. & Fourie, A.: Hardly hard-hearted: heart rate responses of incubating Northern Giant Petrels (Macronectes halli) to human disturbance on sub-Antarctic Marion Island Polar Biology - Short Note 29 (2006), 717.

de Villiers, M.S., Cooper, J. & Ryan, P.G.: Individual variability of behavioural responses by Wandering Albatrosses (*Diomdea exulans*) to human disturbance. Polar Biology 28 (2005) 255-260.

del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J.: Family Hydrobatidae (storm-petrels). In: Handbook of the Birds of the World (1992), Lynx Edicions, Barcelona.

Derraik, J. G. B.: The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin 44 (2002), 842-852.

Dutra, T. L. & Batten, D. J.: Upper Cretaceous floras of King George Island, West Antarctica, and their palaeoenvironmental and phytogeographic implications. Cretaceous Research 21 (2000), 181-209.

Edyvane, K. S., Dalgetty, A., Hone, P. W., Higham, J. S. & Wace, N. M.: Long-term marine litter monitoring in the remote great Australian Bight, South Australia. Marine Pollution Bulletin 48 (2004), 1060-1075.

Emslie, S. D. & McDaniel, J. D.: Adélie penguin diet and climate change during the middle to late Holocene in northern Marguerite Bay, Antarctic Peninsula. Polar Biology 25 (2002) 222-229.

Enß, D., Knoop, H. G., Brune, E. & Kohnen, H.: Gebietsspezifische Anforderungen an einen umweltverträglichen Seeverkehr in der Antarktis unter besonderer Berücksichtigung der Empfindlichkeit dieses Ökosystems Band I (1999), Umweltbundesamt FKZ 296 25 634. Berlin.

Erfurt, J. & Grimm, H.: Expeditionsbericht der 2. DDR-Antarktisexpedition, Überwinterungsteilnehmer an der 34. Sowjetischen Antarktisexpedition, Station "Bellingshausen" (1990), Berlin.

Fensterseifer, H. C., Soliani jr., E., Hansen, M. A. F. & Troian, F. L.: Geología e estratigrafía da associação de rochas do sector centro-norte da Península Fildes, Ilha Rei George, Shetland do Sul, Antártica. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 38 (1988), 29-43.

Flügel, W.-A.: Hydrological and hydrochemical investigations of arctic and antarctic drainage basins underlaying by continuous permafrost. Beiträge zur Hydrologie Sonderheft 5.1 (1985), 111-126.

Flügel, W.-A.: Water Balance and Discharge Simulation of an Oceanic Antarctic Catchment on King George Island, Antarctic Peninsula. Beiträge zur Hydrologie 11 (1990), 29-52.

Fowbert, J. A. & Smith, R. I. L.: Rapid increase in native vascular plants in the Argentine Islands, Antarctic Peninsula Arctic and Alpine Research 26 (1994), 290-296.

Fraser, W. R. & Patterson, D. L.: Human disturbance and long-term changes in Adelie penguin populations: a natural experiment at Palmer Station, Antarctic Peninsula.

In: B. Battaglia. Antarctic Communities, Species, Structure and Survival (1997), University Press, Cambridge, 445-452.

Frenot, Y., Chown, S. L., Whinam, J., Selkirk, P. M., Convey, P., Skotnicki, M. & Bergstrom, D. M.: Biological invasions in the Antarctic: extent, impacts and implications. Biological Reviews 80 (2005), 45-72.

Frenot, Y., Gloaguen, J. C., Masse, L. & Lebouvier, M.: Human activities, ecosystem disturbance and plant invasions in subantarctic Crozet, Kerguelen and Amsterdam Islands. Biological Conservation 101 (2001), 33-50.

Froget, G., Gautier-Clerc, M., Le Maho, Y. & Handrich, Y.: Is Penguin banding harmless? Polar Biology 20 (1998), 409-413.

Gauthier-Clerc, M., Gendner, J.-P., Ribic, C. A., Fraser, W. R., Woehler, E. J., Descamps, S., Gilly, C., Bohec, C. L. & Maho, Y. L.: Long-term effects of flipper bands on penguins. Proc. R. Soc. Lond. Ser. B. (2004).

Gebauer, A., Kaiser, M. & Peter, H.-U.: Der Einfluß der Vigilanz und verschiedener Erregungszustände auf die Herzrate brütender Antarktisseeschwalben. Der Falke 36 (1989), 331-137.

Gebauer, A., Peter, H.-U. & Kaiser, M.: Floristisch-ökologische Untersuchungen in der Antarktis - dargestellt am Beispiel der Verbreitung von *Deschampsia antarctica* DESV. im Bereich von Fildes Peninsula / King George Island (South Shetland Islands). Wissenschaftliche Zeitschrift Universität Jena, Naturwissenschaftliche Reihe 36 (1987), 505-515.

Gerighausen, U., Bräutigam, K., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Expansion of Antarctic vascular plants on an Antarctic island - a consequence of climate change? In: A. H. L. Huiskes, W. W. C. Gieskes, J. Rozema. : Antarctic Biology in a Global Context (2003), Backhuys Publishers, Leiden, 79-83.

Giese, M.: Effects of human activity on Adelie penguin *Pygoscelis adeliae* breeding success. Biological Conservation 75 (1996), 157-164.

Giese, M.: Guidelines for people approaching breeding groups of Adelie penguins (*Pygoscelis adeliae*). Polar Record 34 (1998), 287-292.

Giese, M. & Riddle, M.: Disturbance of emperor penguin *Aptenodytes forsteri* chicks by helicopters. Polar Biology 22 (1999), 366-371.

Gill, J. A., Sutherland, W. J. & Watkinson, A. R.: A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations. Journal of Applied Ecology 33 (1996), 786-792.

Glasson, J., Chadwick, A. & Therive, R.: Introduction to Environmental Impact Assessment (1999), Oxford. Routledge.

Green, G. & Nichols, P. D.: Hydrocarbons and sterols in marine sediments and soils at Davis Station, Antarctica: a survey for human-derived contaminants. Antarctic Science 7 (1995), 137-144.

Greenslade, P.: Collembola from the Scotia Arc and Antarctic Peninsula including descriptions of two new species and notes on biogeography. Polskie Pismo Entomologieczne 64 (1995), 305-319.

Grobe, C. W., Ruhland, C. T. & Day, T. A.: A new population of the vascular plant Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl. near Arthur Harbor, Antarctic: Correlating recruitment with warmer summer temperatures. Arctic and Alpine Research 29 (1997), 217-221.

Guzmán, G. & Redon, J.: Los líquenes do Península Ardley y zonas adyacentes, Isla Rey Jorge, Antártica Occidental. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 27 (1981), 19-37

Hahn, S.: Food and chick feeding of blackbellied stormpetrel (*Fregetta tropica*) at King George Island, South Shetlands. Polar Biology 19 (1998), 354-357.

Hahn, S.: The Timing of Activity of Blackbellied Storm-Petrels at a High Latitude Colony. Emu 100 (2000), 155-150.

Hahn, S. & Quillfeldt, P.: Different predation pressures on two Antarctic stormpetrel species. Berichte zur Polarforschung 299 (1998), 285-289.

Hahn, S. & Reinhardt, K.: Habitat preference and reproductive traits in the Antarctic midge *Parochlus steinenii* (Diptera: Chironomidae). Antarctic Science 18 (2006), 175-181.

Hahn, S., Reinhardt, K., Ritz, M. S., Janicke, T., Montalti, D. & Peter, H.-U.: Oceanographic and climatic factors differentially affect reproduction performance of Antarctic skuas. Marine Ecology Progress Series 334 (2007): 287–297.

Hahn, S., Ritz, M. S. & Peter, H.-U.: Living in mixed pairs - Better for fitness? A study in Skuas. In: A. H. L. Huiskes, W. W. C. Gieskes, J. Rozema et al. Antarctic Biology in a Global Context (2003), Backhuys Publishers, Leiden, 229-233.

Hahn, S., Peter, H.-U., Quillfeldt, P. & Reinhardt, K.: Population estimates of the birds of Potter Peninsula. Berichte zur Polarforschung (1998) 299, 174-191.

Hänel, C. & Chown, S.: An Introductory Guide to the Marion and Prince Edward Island Special Nature Reserves (1998), Department of Zoology and Entomology. Pretoria.

Harris, C. M.: Environmental effects of human activities on King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. Polar Record 27, (1991a), 193-204.

Harris, C. M.: Environmental management on King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. Polar Record 27 (1991b), 313-324.

Harris, C. M.: Standardisation of zones within specially protected and managed areas under the Antarctic Environmental Protocol. Polar Record 30 (1994), 283-86.

Harris, C. M.: Aircraft operations near concentrations of birds in Antarctica: The development of practical guidelines. Biological Conservation 125 (2005), 309-322.

Harris, C. M.: Ed. Wildlife Awareness Manual: Antarctic Peninsula, South Shetland Islands, South Orkney Islands (2006), Wildlife Information Publication No. 1. Environmental Research & Assessment, Cambridge, Prepared by the UK Foreign & Commonwealth Office and HMS Endurance.

Headland, R. K.: Historical development of Antarctic tourism. Annals of Tourism Research 21 (1994), 269-280.

Hemmings, A. D.: Human Impacts and Ecological Constraints on Skuas. In: K.R. Kerry, G. Hempel. Antarctic Ecosystems - Ecological Change and Conservation (1990), Springer Verlag, Berlin, 224-230.

Hempel, G.: On the biology of polar seas, particularly the Southern Ocean. Marine biology of polar regions and effects of stress on marine organisms. J. S. Gray and M. E. Christiansen. Chichester, John Wiley & Sons Ltd. (1985), 3-33.

Hofmeyr, G. J. G., Bester, M. N., Kirkman, S. P., Lydersen, C. & Kovacs, K. M.: Entanglement of Antarctic fur seals at Bouvetoya, Southern Ocean. Marine Pollution Bulletin 52 (2006), 1077-1080.

Holmes, N., Giese, M. & Kriwokena, L. K.: Testing the minimum approach distance guidelines for incubating Royal penguins *Eudyptes schlegeli*. Biological Conservation 126 (2005), 339-350.

Holmes, N. D., Giese, M., Achurch, H., Robinson, S. & Kriwoken, L.K.: Behaviour and breeding success of gentoo penguins Pygoscelis papua in areas of low and high human activity. Polar Biology 29 (2006), 399-412.

Hovenden, M. J. & Seppelt, R. D.: Exposure and nutrients as delimiters of lichen communities in continental Antarctica. Lichenologist *27* (1995a), 505-515.

Hovenden, M. J. & Seppelt, R. D.: Uptake of water from the atmosphere by lichens in continental Antarctica. Symbiosis 18 (1995b), 111-118.

Hu, S.-S.: Vegetation types, community species diversity and conservation of southern Fildes Peninsula (King George Island, South Shetland Islands), Antarctic. Acta Botanica Sinica 39 (1997), 957-971.

Huang, F.-P., Wu, B.-L., Xu, R.-M. & Jiang, N.-Q.: Studies on the population ecology of the limpet *Nacella concinna* in the intertidal zone of Fildes Peninsula, Antarctica - variation of population density in summer and vertical distribution. Oceanologia et Limnologia Sinica (1999).

Hucke-Gaete, R., Torres, R. & Vallejos, V.: Entanglement of Antarctic fur seals, Arctocephalus gazella, in marine debris at Cape Shirreff and San Telmo Islets, Livingston Island, Antarctica: 1988-1997 (1997), Hobart, Australia: 1-20.

Hughes, K. A., Walsh, S., Convey, P., Richards, S. & Bergstrom, D. M.: Alien fly populations established at two Antarctic research stations. Polar Biology 28 (2005), 568-570.

Huin, N. & Croxall, J. P.: Fishing gear, oil and marine debris associated with seabirds at Bird Island, South Georgia, during 1993/1994. Marine Ornithology 24 (1996).

Hunt, R.J.: Biodiversity and palaeoecological significance of Tertiary fossil floras from King George Island, West Antarctica (2001), University of Leeds. PhD Thesis.

IAATO: Antarctic Tourism: What are the limits? (2001), World Tourism Convention, Hobart.

Inoue, M.: Floristic notes on lichens in the Fildes Peninsula of King George Island and Harmony Cove of Nelson Island, South Shetland Islands, the Antarctic. Polar Biology 6 (1993), 106-120.

Jackson, S. & Wilson, R. P.: The potential costs of flipper-bands to penguins. Functional Ecology Technical Report 16 (2002), 141-148.

Jeong, G.Y.: Radiocarbon ages of sorted circles on King George Island, South Shetland Islands, West Antarctica. Antarctic Science 18 (2006), 265-270.

Jezek, K.C. & Tipton-Everett, L.: Managing the Antarctic environment: from observations to policy (1995), Byrd Polar Research Center. Ohio.

Jiang, N.-Q., Shen, J., Xu, R.-M., Huang, F.-P. & Wu, B.-L.: Studies on population ecology of the limpet Nacella concinna in the intertidal zone of Fildes Peninsula, Antarctic - spatial distribution patterns. Oceanologia et Limnologia Sinica 31 (2000), 511-517.

Jianjun, L. & Shuonan, Z.: New Materials of bird ichnites from Fildes Peninsula, King George Island of Antarctica and their biogeographic significance. In: Y. Shen. Stratigraphy and palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island (1994), 246-249.

Jones, M.M.: Fishing Debris in the Australian Marine-Environment. Marine Pollution Bulletin 30 (1995), 25-33.

Kaiser, M.: Untersuchungen zur Biologie und Ökologie der Antarktisseeschwalbe *(Sterna vittata)* während der Brutzeit auf King George Island. (1995) PhD Thesis, Berlin.

Kaiser, M., Peter, H.-U. & Gebauer, A.: Zum Bruterfolg und einigen Gelegeparametern der Antarktisseeschwalbe, Sterna vittata (GMELIN, 1789) auf King George Island. Beitr. Vogelkd. 34 (1988a), 317-340.

Kaiser, M., Peter, H.-U. & Gebauer, A.: Kuhreiher Ardeola ibis (L.) in der Antarktis. Beitr Vogelkd 34 (1988b), 202-203.

Kaiser, M., Gebauer, A. & Peter, H.-U.: Thermoregulation in the Antarctic Tern, Sterna vittata (Gmelin, 1789), Geod. Geoph. Veröff. R. I 16 (1990), 429.

Kamenev,V. M. The avifauna of the Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands: Polar Geography & Geology 11 (1987), 202-209. [Originally published in Russian in 1987 in Infomatsionnyy byulleten' Sovetskoy antarkticheskogy ekspeditsii 109, 72-80.

Kappen, L.: Lichens in the Antarctic Region. In: E. I. Friedman. Antarctic Microbiology (1993), Liss, Inc., Wiley, 433-490.

Kennedy, K.A.D.: Water as a Limiting Factor in the Antarctic Terrestrial Environment: A Biogeographical Synthesis. Arctic and Alpine Research, 25 (4),1993): 308-315.

Knight, R. L. & Cole, D. N.: Factors that influence wildlife responses to recreationists. In: R. L. Knight, K. J. Gutzwiller. Wildlife and Recreationists: Coexistence Through Management and Research (1995), Island Press, Washington DC, USA, 71-79.

Kooyman, G. L. & Mullins, J. L.: Ross Sea Emperor Penguin breeding populations estimated by aerial photography. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic ecosystems: ecological change and conservation (1990), Springer-Verlag, Berlin, 169-176.

Krylov, V. I.: Morskie mlekopitajuscie i pticy v rajonie Stancii Bellingshausen [Mammals and seabirds in the vicinity of Bellingshausen station]. Inf. Biull. Sov. Antarkt. Eksp. 71 (1968), 68-70.

Krylov, V. I.: Nekotorye svedenja po biologii antarkticeskogo tjulenei. Bjull. Sov.Antarkt.Eksped 83 (1972), 80-86.

Krzyszowska, A.: Human impact around polar stations on Fildes Peninsula (King George Island, Antarctica) (1993), XX Polar Symposium, Lublin.

Lange, U. & Naumann, J.: Expeditionsbericht der 1. DDR-Antarktisexpedition, Überwinterungsteilnehmer an der 33. Sowjetischen Antarktisexpedition Station Bellingshausen 1987-1989, Teil I & II (1989).

Lange, U. & Naumann, J.: Weitere Erstnachweise von Vogelarten im Südwesten von King George Island (Südshetland-Inseln, Antarktis). Beitr. Vogelkd. 36, (1990), 165-170.

Lewis-Smith, R. I.: Signy Island as a Paradigm of Biological and Environmental Change in Antarctic Terrestrial Ecosystems. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic Ecosystems: Ecological Change and Conservation (1990), Springer Verlag, Berlin, 32-50.

Lewis-Smith, R. I.: The role of bryophyte propagule banks in primary succession: case study of an Antarctic fellfield soil. In: J. Miles, D. W. H. Walton. Primary succession on land (1993), Blackwell, Oxford, 55-77.

Lewis-Smith, R. I.: Vascular plants as bioindicators of regional warming in Antarctica. Oecologia 99 (1994), 322-328.

Lewis-Smith, R. I.: Introducted plants in Antarctica: potential impacts and conservation issues. Biological Conservation 76 (1996) 135-146.

Lewis, P. N., Hewitt, C. L., Riddle, M. & McMinn, A.: Marine introductions in the Southern Ocean: an unrecognised hazard to biodiversity. Marine Pollution Bulletin 46 (2003), 213-223.

Leyton, C. V. & Valencia, J.: Gonadal Modifications in 3 Penguin Species During the Breeding-Season in Ardley Island, Chilean-Antartica. Archivos De Biologia Y Medicina Experimentales 16 (1983), R165-R165.

Li, J. X. & Li, T. J.: Primary theory and method on environmental impact assessment in Great Wall Station area, Antarctica. Chinese Journal of Polar Research 9 (1997), 308-318.

Liddle, M.: Recreation ecology - the ecological impact of outdoor recreation and ecotourism (1997), Chapman & Hall, London.

Lima, S. L.: Stress and decision making under the risk of predation: recent developments for behavioral, reproductive, and ecological perspectives. Advances in the Study of Behavior 27 (1998), 215-290.

Lindsay, D. C.: Vegetation of the South Shetland Islands. British Antarctic Survey Bulletin 25 (1971), 59-83.

Lorenz, H.: Reisebericht Teil 2. Wissenschaftlicher Bericht über die Teilnahme an der 28. Sowjetischen Antarktisexpedition, (1984), Berlin, Potsdam.

Martín, J., de Neve, L., Fargallo, J. A., Polo, V. & Soler, M.: Factors affecting the escape behaviour of juvenile chinstrap penguins, *Pygoscelis antarctica*, in response to human disturbance. Polar Biology 27 (2004), 775-781.

Mäusbacher, R.: Die jungquartäre Relief- und Klimageschichte im Bereich der Fildeshalbinsel Süd-Shetland-Inseln, Antarktis (1991), Geographisches Institut der Universität Heidelberg.

Micol, T. & Jouventin, P.: Long-term population trends in seven Antarctic seabirds at Pointe Geologie (Terre Adelie). Human impact compared with environmental change. Polar Biology 24 (2001), 175-185.

Mönke, R. & Bick, A.: Fachlicher Bericht über die Teilnahme der DDR-Biologengruppe an der 31. Sowjetischen Antarktisexpedition (SAE), Station "Bellingshausen", King-George-Island (Südshetland Inseln/Antarktis) (1988), Berlin, Potsdam.

Morgan, R. K.: Environmental Impact Assessment: A Methodological Approach (1998), Springer Verlag, New York.

Müller-Schwarze, D. & Müller-Schwarze, C.: A survey of twenty-four rookeries of pygoscelid penguins in the Antarctic Peninsula region. In: B. Stonehouse. The biology of penguins (1975), London, 309-320.

Mustafa, O., Bertges, D., Bertges, M. & Peter, H.-U.: Environmental monitoring in the Antarctic by using a Rangefinder-GPS-System for positioning of distant and fast moving objects. Terra Nostra 2005/3 (2005), 108-109.

Myrberg, A. A. J.: The effects of man-made noise on the behaviour of marine animals. Environment International 16 (1990), 575-586.

Nadler, T. & Mix, H.: Fachlicher Bericht über die Teilnahme der DDR-Biologengruppe an der 32. Sowjetischen Antarktisexpedition, Station Bellingshausen, King George Island, Südshetland-Inseln. unveröffentl. Ber. (1989).

Naveen, R.: Human Activity and Disturbance: Building an Antarctic Site Inventory. In: R. Ross, E. Hofmann, L. Quet. Foundations for Ecosystem Research in the Western Antarctic Peninsula Region (1996), American Geophysical Union, Washington, 389-400.

Nel, D., Ryan, P. G., Crawford, R. J. M., Cooper, J. & Huyser, O. A.: Population trends of albatrosses and petrels at sub-Antarctic Marion Island Polar Biology 25 (2002), 81-89.

Nimon, A. J., Schroter, R. C. & Oxenham, R. K. C.: Artificial Eggs: Measuring Heart Rate and Effects of Disturbance in Nesting Penguins. Physiology & Behavior 60 (1996), 1019-1022.

Nimon, A. J., Schroter, R. C. & Stonehouse, B.: Heart rate of disturbed penguins. Nature 374 (1995), 415.

Nimon, A. J. & Stonehouse, B.: Penguin responses to humans in Antarctica: some issues and problems in determining disturbance caused by visitors. In: P. Dann, I. Norman, P. Reilly. The Penguins (1995), Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, 420-439.

Nisbet, I. C. T. Disturbance, Habituation, and Management of Waterbird Colonies. Waterbirds 23 (2000), 312-332.

Novoatti, R.: Birds and mammals of Ardley Island, South Shetland Islands. Polar Record 11 (1993), 338f.

Ochyra, R.: The moss flora of King George Island Antarctica (1998), Cracow: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.

Olech, M.: Human impact on terrestrial ecosystems in West Antarctica. Proc. NIPR Symp. Polar Biology 9 (1996), 299-306.

Olech, M.: Lichens of King George Island, Antarctica (2004), Krakow: The institute of botany of the Jagiellonian University.

Otley, H. & Ingham, R.: Marine debris surveys at Volunteer Beach, Falkland Islands, during the summer of 2001/02. Marine Pollution Bulletin 46 (2003), 1534-1539.

Otley, H.: Nature-based tourism: experiences at the Volunteer Point penguin colony in the Falkland Islands. Marine Ornithology 33 (2005), 181-187.

Øvstedal, D. O. & Lewis-Smith, R. I.: Lichens of Antarctica and South Georgia - A Guide to their Identification and Ecology (2001), Cambridge: Cambridge University Press.

Park, B. K., Chang, S. K., Yoon, H. I. & Chung, H.: Recent retreat of ice cliffs, King George Island, South Shetland Islands, Antarctic Peninsula. In: Annals of Glaciology, Vol 27 (1998), Int Glaciological Soc, Cambridge, 633-635.

Peter, H.-U.: Von der Nahrungsökologie zur Artbildung bei Raubmöwen.In: Hempel, I. & G.(ed) Biologie der Polarmeere. Gustav Fischer-Verlag Jena (1995), 316-321.

Peter, H.-U., Bannasch, R., Bick, A., Gebauer, A., Kaiser, M., Mönke, R. & Zippel, D.: Bestand und Reproduktion ausgewählter antarktischer Vögel und Robben im Südwestteil von King George Island. Wiss. Ztschr. Friedrich-Schiller-Univ. Jena, Naturwiss. R. 38 (1989), 647-659.

Peter, H.-U., Braun, S., Buesser, C., Gerighausen, U., Gonzales, J., Gutsell, J., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S., Valencia, J. & Wang, Z.: Human impacts on Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands (2001a), Amsterdam, VIII SCAR International Biology Symposium 27.8.-1.9.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Ritz, M.: Assessment of seabird breeding parameters towards the management of the Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica (2006), 24th International Ornithological Congress. Hamburg.

Peter, H.-U., Kaiser, M. & Gebauer, A.: Reisebericht - Teil 2, Wissenschaftliche Ergebnisse der Teilnahme an der 29. Sowjetischen Antarktisexpedition Überwinterungsgruppe, Station Bellingshausen 21.11.1983-18.05.1985 (1986), Berlin, Potsdam.

Peter, H.-U., Kaiser, M. & Gebauer, A.: Untersuchungen an Vögeln und Robben auf King George Island (South Shetland Islands, Antarktis). Geodätische und geophysikalische Veröffentlichungen Reihe 1 (1988a), 1-127.

Peter, H.-U., Kaiser, M., Gebauer, A. & Zippel, D.: Zur Dynamik der Winterbestände des Weißgesicht-Scheidenschnabels (*Chionis alba*) auf King George Island (South Shetland Islands). Beitr Vogelkd 34 (1988b), 205-220.

Peter, H.-U., Bannasch, R., Bick, A., Gebauer, A., Kaiser, M., Mönke, R. & Zippel, D.: Effects on anthropogenic influences on abundance and reproduction of Antarctic birds and seals in the southern parts of King George Island (1988c), Fifth SCAR Symposium on Antarctic Biology.

Peter, H.-U., Kaiser, M. & Gebauer, A.: Ecological studies in the southern giant petrel Macronectes giganteus on southwestern parts of King George Island. Geod. Geoph. Veröff. R. I 16 (1990a), 387-399.

Peter, H.-U., Kaiser, M. & Gebauer, A.: Ecological and morphological investigations on South Polar Skuas (*Catharacta maccormicki*) and Brown Skuas (*Catharacta lonnbergi*) on Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands. Zool. Jb. Syst. 117 (1990b), 201-218.

Peter, H.-U., Kaiser, M. & Gebauer, A.: Breeding Ecology of the Southern Giant Petrels *Macronectes giganteus* on King George Island (South Shetland Islands, Antarctic). Zoologisches Jahrbuch Systematik 118 (1991), 465-477.

Peter, H.-U., Pfeiffer, S., Vetter, W. & Wang, Z.: Nachweis anthropogener Einflüsse im Bereich von Fildes Peninsula, King George Island. Terra Nostra 1 (2001b), 52-53.

Peter, H.-U., Braun, S., Buesser, C., Gonzales Soto, J., Pfeiffer, S. & Wang, Z.: Brown skuas and Antarctic station activities at Fildes Peninsula, King George Island,

South Shetland Islands (2002a), Poster at the XXIII. International Ornithological Congress Bejing.

Peter, H.-U., Braun, S., Buesser, C., Gonzales Soto, J., Pfeiffer, S. & Wang, Z.: Verbreitung, Populations- und Nahrungsökologie der Skuas (*Catharacta* spec.) auf Fildes Peninsula und Ardley Island (King George Island, South Shetland Islands, Antarktis). Journal für Ornithologie 143 (2002b), 248-249.

Pettit, T. N., Grant, G. S. & Whittow, G. C.: Ingestion of Plastics by Laysan Albatross. Auk 98 (1981), 839-841.

Petts, J.: Handbook of Environmental Impact Assessment Vol II. (1999), Blackwell Publishing.

Pfeiffer, S.: Effects of Human Activities of Southern Giant Petrels and Skuas in the Antarctic (2005) Ecology Institute, University of Jena, PhD Thesis.

Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Umsetzung des Umweltschutzprotokoll-Ausführungs-gesetzes (AUG), Teilvorhaben 3: Bestandsaufnahme und Managementpläne für zwei touristisch genutzte Gebiete der Antarktis (2003), Umweltbundesamt. Berlin.

Pfeiffer, S., Peter, H.-U. & Hüppop, O.: Auswirkungen anthropogener Störungen auf Skuas der Nord und Südshetlands. Journal für Ornithologie 43 (2001) 122.

Poole, I.: Anatomical and Morphological Assessment of Plant Macrofossils from King George Island, Antarctica (2005).

Poole, I., Hunt, R. J. & Cantrill, D. J.: A fossil wood flora from King George Island: Ecological implications for an Antarctic Eocene vegetation. Annals of Botany 88 (2001), 33-54.

Popov, L. P. & Krylov, V. J.: Materilay po biologii morskovo leoprada rajona Juznych Shetlandskich ostrovov. Inform. Bjull. Sov. Antarkt. Eksped. 96 (1977), 26-29.

Quellmalz, A., Brückner, A., Gutsell, J. & Peter, H.-U.: Zur Avifauna des SW-Teils von King George Island, Süd Shetland Inseln, im Südsommer 2000/2001 (2001), Institut für Ökologie, unveröffentlicher Expeditionsbericht. Jena.

Quillfeldt, P.: Variation in breeding success in Wilson's storm petrels: influence of environmental factors. Antarctic Science 13 (2001), 400-409.

Quillfeldt, P. & Peter, H.-U.: Provisioning and growth in chicks of Wilson's storm-petrels (*Oceanites oceanicus*) on King George Island, South Shetland Islands. Polar Biology 23 (2000), 817-824.

RAPAL: Cumplimiento por parte del INACH al Anexo III del Protocolo al Tratado Antártico Sobre Protección del Medio Ambiente (2006), Punta Arenas, Chile. Submitted by Chile.

Rauschert, M., Zippel, D. & Gruner, M.: Reisebericht Teil 2. Fachlicher Bericht über die Teilnahme der Biologengruppe der DDR an der 30. Sowjetischen Antarktisexpedition (SAE), Station "Bellingshausen", King George Island (Südshetlandinseln/Antarktis) (1987), unveröffentl. Ber. Berlin, Potsdam.

Regel, J. & Pütz, K.: Effect of human disturbance on body temperature and energy expenditure in penguins. Polar Biology 18 (1995), 246-253.

Reinhardt, K., Hahn, S., Peter, H.-U. & Wemhoff, H.: A review of diets of southern hemisphere skuas. Marine Ornithology 28 (2000), 7-19.

Richardson, W. J., Greene, C. R. J. & Malme, C. I. Marine mammals and noise (1995), London: Academic Press. 576.

Riffenburgh, B.: Impacts on the Antarctic environment: tourism vs government programmes. Polar Record 34 (1998) 193-196.

Roberts, B.: The life cycle of Wilson's Petrel *Oceanites oceanicus* (Kuhl). British Graham Land Expedition Scientific Report 1 (1940) 141-194.

Roby, D. D., Sallaberry, M. & Brink, K.L.: Notes on Petrels (*Procellariiformes*) breeding on Ardley Island, South Shetland Islands. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 34 (1986), 67-72.

Rothstein, S.I.: Plastic particle pollution of the surface of the Atlantic Ocean: evidence from a seabird. Condor 75 (1973), 344-366.

Ruiz, G.M., Rawlings, T.K., Dobbs, F.C., Drake, L.A., Mullady, T., Huq, A. & Colwell, R.: Global spread of microorganisms by ships. Nature 408 (2000), 49-50.

Sallaberry, M., Valencia, J., Pincheira, B. & Lazzaro, H.: Resultados del programma chileno de anillado de aves antarticas: recapturas en las islas Shetland del Sur [Results of the Chilean Antarctic Seabird banding program: recovery data from the South Shetland Islands]. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 36 (1987), 157-165.

Salwicka, K. & Stonehouse, B.: Visual monitoring of heartbeat and respiration in Antarctic seals. Polish Polar Research 21 (2000), 189-197.

SCAR: Resolution 1 (2000) Guidelines for Implementation of the Framework for Protected Areas set forth in Article 2, Annex V of the Environmental Protocol. SCAR Bulletin 140 (2001), 6-15.

Selye, H.: The Story of the Adaptation Syndrome (1952), Montreal: Acta.

Shen, Y.: Ed. Stratigraphy and palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island (1994a), State Antarctic Committee Monograph.

Shen, Y.: Subdivision and correlation of Cretaceous to Paleogene volcano-sedimentary sequence from Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. In: Y. Shen. Stratigraphy and palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island (1994b), 1-36.

Sheppard, D. S., Campbell I. B., Claridge, G. G. C. & Deely, J. M.: Contamination of soil about Vanda Station, Antarctica (1994), Inst. Geol. Nuclear Science.

Shuford, W. D. & Spear, L. B.: Surveys of breeding chinstrap penguins in the South Shetland Islands, Antarctica. Br. Antarct. Surv. Bull. 81 (1988), 19-30.

Silverin, B.: Stress responses in birds. Poult. Avian Biol. Rev. 9 (1998), 153-168.

Simoes, J.C., Bremer, U.F., Aquino, F.E. & Ferron, F.A.: Morphology and variations of glacial drainage basins in the King George Island ice field, Antarctica. In: Annals of Glaciology, Vol 29 (1999), Int Glaciological Soc, Cambridge, 220-224.

Simonov, I.M.: Zivotnyj mir poluostrova Fajlds [The wildlife of Fildes Peninsula]. Trudy arkt. y antarkt. naucno-issled. Inst., Leningrad 318 (1973), 183-192.

Slip, D. J., Green, K. & Woehler, E. J.: Ingestion of anthropogenic articles by seabirds at Macquarie Island. Marine Ornithology 18 (1990) 74-77.

Smellie, J. L., Pankhurst, R. J., Thomson, M. R. A. & Davies, R. E. S.: The Geology of the South Shetland Islands: VI. Stratigraphy, Geochemistry and Evolution. British Antarctic Survey Scientific Reports 87 (1984), 1-85.

Smith, R. C., Fraser, W. R. & Stammerjohn, S.: Climate variability and ecological response of the marine ecosystem in the Western Antarctic Peninsula (WAP) region. In: D. Greenland, D. G. Goodin, R. C. Smith. Climatic variability and

ecosystem response at long-term ecological research sites (2003), Oxford University Press, Oxford, 158-173.

Smykla, J., Szarek-Gwiazda, E. & Krzewicka, B.: Trace elements in the lichens *Usnea aurantiago-atra* and *Usnea antarctica* from the vicinity of Uruguay's Artigas research station on King George Island, Maritime Antarctic. Polish Botanical Studies 19 (2005), 49-57.

Soave, G. E., Coria, N. R., Montalti, D. & Curtosi, A.: Breeding flying birds in the region of the Fildes Peninsula, King George Island, South Shetland Islands, Antarctica, 1995/96. Marine Ornithology 28 (2000), 37-40.

Stallwood, B., Shears, J., Williams, P. A. & Hughes, K. A.: Low temperature bioremediation of oil-contaminated soil using biostimulation and bioaugmentation with a *Pseudomonas* sp. from maritime Antarctica. Journal of Applied Microbiology 99 (2005), 794-802.

Stone, R., Ridout, M. & Shears, J.: Unpublished data from observations on the effects of helicopter overflights on the behaviour of king penguins (*Aptenodytes patagonicus*) at South Georgia, South Atlantic (2003), British Antarctic Survey. Cambridge.

Stonehouse, B. & Crosbie, K.: Tourist impacts and management in the Antarctic Peninsula area. In: M. E. Johnston, C. M. Hall. Polar Tourism (1995), Wiley, West Sussex, 217-234.

Suter, G.W.: Ecological Risk Assessment (1993), Lewis Publishers, Boca Raton, Fla.

Taylor, R. H. & Wilson, P. R.: Recent increase and southern expansion of Adélie penguin populations in the Ross sea, Antarctica, related to climate warming. New Zealand Journal of Ecology 14 (1990), 25-29.

Thomson, R.B.: Effects of Human Disturbance on an Adélie Penguin Rookery and Measures of Control. In: G.A. Llano. Adaptations within Antarctic Ecosystems (1977), Smithsonian Institution, Washington, 1177-1180.

Tin, T. & Roura, R.: Environmental Reports of Fildes Peninsula, 1988-1997: Benchmarks for Environmental Management (2004), Antarctic and Southern Ocean Coalition, 13.

Toates, F. Stress: Conceptual and Biological Aspects (1995), John Wiley and Sons, New York.

Torres, D.: Survey experience on marine debris at Cape Shirreff, Livingston Island, Antarctica (2000), International Conference on Marine Debris, Honolulu, Hawaii.

Torres, T.: Palinoflora y Macroflora de la Península Fiides, Isla Rey Jorge, Islas Shetland del Sur, Antártica. Monografia Numero Especial Serie Científica INACH (2001).

Turner, J., Colwell, S. R., Marshall, G. J., Lachlan-Cope, T. A., Carleton, A. M., Jones, P. D., Lagun, V., Reid, P. A. & Iagovkina, S.: Antarctic climate change during the last 50 years. International Journal of Climatology 25 (2005), 279-294.

Ulbricht, J. & Zippel, D.: Delayed Laying and Prolonged Fasting in Adelie Penguins Pygoscelis-Adeliae. Polar Biology 14 (1994), 215-217.

Valencia, J. & Sallaberry, M.: Censo de pingüinos en Isla Ardley (Shetland del Sur) [The number of penguins at Ardley Island (South Shetlands)]. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 30 (1983), 93-96.

Van den Brink, N. W. & Pigott, K.: Effects of sampling blood and uropygial oil on breeding success of Antarctic birds. Journal of Field Ornithology 67 (1996), 623-629.

van Franeker, J. A. & Bell, P. J.: Plastic ingestion by petrels breeding in Antarctica. Marine Pollution Bulletin 19 (1988) 672-674.

Vogt, S., Braun, M. & Jaña, R.: The King George Island Geographic Information System Project. Pesquisa Antártica Brasileira 4 (2004) 183-186.

Walker, T. R., Reid, K., Arnould, J. P. Y. & Croxall, J. P.: Marine debris surveys at Bird Island, South Georgia 1990-1995. Marine Pollution Bulletin 34 (1997) 61-65.

Wang, Z. & Norman, F. I.: Foods of the South Polar Skua *Catharacta maccormicki* in the eastern Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, East Antarctica. Polar Biology 13 (1993), 255-262.

Wang, Z., Norman, F. I., Burgess, J. S., Ward, S. J., Spate, A. P. & Carson, C. J.: Human influences on breeding of south polar skuas in the eastern Larsemann Hills, Princess Elizabeth Land, East Antarctica. Polar Record 32 (1996), 43-50.

Wang, Z. & Peter, H.-U.: Comparison on ecology of skua populations at Great Wall Station and Zhonshan Station. Chinese Journal of Polar Research 14 (2002a), 83-92.

Wang, Z. & Peter, H.-U.: Strategy of Nesting and territory of the skuas near Great Wall Station at King George Island, Antarctica. Journal of Natural Science Advance 12 (2002b), 34-39.

Warham, J.: The Petrels - Their Ecology and Breeding Systems (1990), Academic Press, London.

Weimerskirch, H., Shaffer, S.A., Mabille, G., Martin, J., Boutard, O. & Rouanet, J. L.: Heart rate and energy expenditure of incubating wandering albatrosses: Basal levels, natural variation, and the effects of human disturbance. Journal of Experimental Biology 205 (2002), 475-483

Welcker, J.: Untersuchungen zum Geschlechterverhältnis junger Dominikanermöwen Larus dominicanus (Lichtenstein 1823) (2000), Dipl.-Arbeit Institut für Ökologie. Jena, Friedrich-Schiller-Universität.

Welcker, J. & Peter, H.-U.: Breeding distribution and breeding success in the Kelp gull (Larus dominicanus) on Fildes Peninsula, King Georg Island. The Ring 21 (1999), 196.

Williams, R., Lusseau, D. & Hammond, P. S.: Estimating relative energetic costs of human disturbance to killer whales (Orcinus orca). Biological Conservation 133 (2006), 301-311.

Wilson, K.-J., Taylor, R. H. & Barton, K. J.: The impact of man on Adélie Penguins at Cape Hallett, Antarctica. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic Ecosystems. Ecological Change and Conservation (1990) Springer Verlag, Berlin.

Wilson, R. P. & al.: To think or swim: does it really cost penguins more to waddle? Journal of Avian Biology 30 (1999), 221-224.

Wilson, R. P., Alvarrez, B., Latorre, L., Adelung, D., Culik, B. & Bannasch, R.: The movements of gentoo penguins *Pygoscelis papua* from Ardley Island, Antarctica. Polar Biology 19 (1998), 407-413.

Wilson, R. P., Coria, N. R., Spairani, H. J., Adelung, D. & Culik, B.: Human-induced behaviour in Adélie penguins *Pygoscelis adeliae*. Polar Biology 10 (1989), 77-80.

Wilson, R. P., Culik, B., Danfeld, R. & Adelung, D.: People in Antarctica - how much do Adelie Penguins *Pygoscelis adeliae* care? Polar Biology 11 (1991), 363-370.

Wilson, R. P. & Culik, B. M.: Energy studies of free-living seabirds: Do injections of doubly-labeled water affect Gentoo Penguin behavior? Journal of Field Ornithology 66 (1995), 484-491.

Wingfield, J. C., Maney, D. L., Breuner, C. W., Jacobs, J. D., Lynn, S., Ramenofsky, M. & Richardson, R. D.: Ecological bases of hormone-behavior interactions: The "emergency life history stage". American Zoologist 38 (1998), 191-206.

Woehler, E. J., Cooper, J., Croxall, J. P., Fraser, W. R., Kooyman, G. L., Miller, G. D., Nel, D. C., Patterson, D. L., Peter, H.-U., Ribic, C. A., Salwicka, K., Trivelpiece, W. Z. & Weimerskirch, H.: A statistical assessment of the status and trends of Antarctic and Subantarctic seabirds (2001), SCAR BBS.

Woehler, E. J., Penny, R. L., Creet, S. M. & Burton, H. R.: Impacts of human visitors on breeding success and long-term population trends in Adélie Penguins at Casey, Antarctica. Polar Biology 14 (1994), 269-274.

Yanez, J., Nunez, H., Valencia, J. & Schlatter, R. P.: Aumento de las poblaciones de pingüinos pigoscelidos en isla Ardley, Shetland del Sur [Increase in population size of pygescelid penguins at Ardley Island, South Shetlands.]. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chil. 31 (1984), 97-101.

Ydenberg, R. C. & Dill, L. M.: The economics of fleeing from predators. Advances in the Study of Behavior 16 (1986), 229-249.

Young, E. C.: Long-Term Stability and Human Impact in Antarctic Skuas and Adelie Penguins. In: K. R. Kerry, G. Hempel. Antarctic Ecosystems. Ecological Change and Conservation (1990), Springer Verlag, Heidelberg, 231-236.

Zhao, Y. & Li, R. Q.: C-14 dating of moss peat banks in Fildes Peninsula, Antarctica. Chinese Science Bulletin 44 (1999), 1817-1819.

Zhao, Y. & Xu, C.-H.: Human impacts on the terrestrial ecosystem of Fildes Peninsula of King George Island. Antarctica. Journal of Environmental Science 12 (2000), 12-17.

11. Projektbezogene Veröffentlichungen

Paper

Buesser, C., Grunewald, U., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Environmental data and human activities on Fildes Peninsula and Ardley. Terra Nostra 2005/03 (2005), 32-33.

Hahn, S. & Peter, H.-U.: Habitat selection and reproduction of the Antarctic midge *Parochlus steinenii* at King George Island. Terra Nostra 2005/03 (2005), 59.

Hahn, S. & Peter, H.-U.: Spatial distribution and reproduction parameters of the Antarctic midge *Parochlus steinenii* at King George Island. SCAR Conference, International SCAR Biology Symposium, Curitiba, Brazil (2005), 188.

Hahn, S. & Reinhardt, K.: Habitat preference and reproductive traits of the Antarctic midge *Parochlus steinenii* (Diptera; Chironomidae). Antarctic Science 18 (2) (2006), 175-181.

Mustafa, O., Bassin. M., Chupin, I., Flores, M., Godoy, C., Peter, H.-U., Pfeiffer, S. Rosello, M. J. & Valencia, J.: Changes in the spatial distribution of a 3-species penguin rookery at Ardley Island (South Shetland Islands), SCAR Conference, International SCAR Biology Symposium, Curitiba, Brazil (2005), 220.

Mustafa, O., Chupin, I., Peter, H.-U., Pfeiffer, S &. Rosello, M. J.: Bestandsentwicklung und Koloniegrößen bei Zügel-, Adèlie- und Eselspinguinen auf Ardley Island, Südshetlandinseln, Antarktis. 138. Jahresversammlung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, Stuttgart (2005),

Mustafa, O., Bertges, D., Bertges, M. & Peter, H.-U.: Environmental monitoring in the Antarctic by using a Rangefinder-GPS-System for positioning of distant and fast moving objects. Terra Nostra 2005/03 (2005), 108-109.

Mustafa, O., Buesser, C., Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Mapping of traffic activities on Fildes Peninsula and Ardley Island – methods and results. Terra Nostra 2005/03 (2005), 108.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O. & Pfeiffer, S.): Biological data and risk assessment (Fildes Peninsula and Ardley Island). Terra Nostra 2005/03 (2005), 118-119.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O. & Pfeiffer, S.: Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas. Terra Nostra 2005/03 (2005),119-120.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Grunewald, U., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Ritz, M.: Human impact and survey of indicator species on Fildes Peninsula and

Ardley Island (King George Island, South Shetland Islands). Terra Nostra 2004/4 (2004), 135.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Mustafa, O., Pfeiffer, S., Ritz, M., Valencia, J. & Wang, Z.: Antarktische Seevögel und Managementpläne für Fildes Peninsula und Ardley Island (King George Island, South Shetland Islands). 137. Tagung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft Kiel, Oktober 2004, Tagungsband (2004), 107.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa O., Pfeiffer S., & Ritz, M. (2006): Assessment of seabird breeding parameters towards the management of the Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. Journal of Ornithology 147 suppl. (2006), 228

Peter, H.-U.: Die Vogelwelt der Polarregionen und ihre Gefährdung. In: J. L.Lozan (ed): Warnsignale aus den Polarregionen (2006), Hamburg, 140-146.

Pfeiffer, S., Buesser, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Tourism Growth and Proposed Management Solutions in the Fildes Peninsula Region (King George Island, Antarctica). Tourism in Marine Environments (2007), in press.

Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Effect of visitors and air traffic on skuas and southern giant petrels in the south-western part of King George Island, South Shetland Islands (2004). Terra Nostra 2004/4 (2004), 139.

Pfeiffer, S. & H.-U. Peter. Von Verhaltensstudien an Seevögeln zu Managementvorschlägen – Fallstudie auf der Fildes Halbinsel, King George Island, Antarktis. 137. Jahresversammlung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, Kiel, Oktober 2004, Tagungsband (2004), 108.

Pfeiffer, S., Boehm, E., Buesser, C., Chupin, I., Flores, M., Godoy, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Risk Assessment of ASPA 150 Ardley Island (King George Island, South Shetlands). Terra Nostra 2005/03 (2005),121.

Pfeiffer, S., Buesser, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Management plan drafts for the southwestern part of King George Island. Terra Nostra 2005/03 (2005), 120.

Pfeiffer, S. (2005): Effects of Human Activities on Southern Giant Petrels and Skuas in the Antarctic. PhD Thesis (2005) Ecology Institute, University of Jena – http://www.db-thueringen.de/dissOnline/FSU_Jena_Pfeiffer_Simone.

Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Effects of human activities on Southern Giant Petrels and skuas in the Antarctic. Journal of Ornithology 147 suppl. (2006), 229.

Poster

Hahn, S. & Peter, H.-U.: Habitat selection and reproduction of the Antarctic midge *Parochlus steinenii* at King George Island (2005). SCAR Conference, International SCAR Biology Symposium, Curitiba, Brazil.

Hahn, S. & Peter, H.-U.: Habitat selection and reproduction of the Antarctic midge *Parochlus steinenii* at King George Island (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Mustafa, O., Bassin, M., Chupin, I., Flores, M., Godoy, C., Peter, H.-U., Pfeiffer, S., Rosello, M. J. & Valencia, J.: Changes in the special distribution of a 3-species penguin rookery at Ardley Island (South Shetland Islands) (2005), SCAR Conference, International SCAR Biology Symposium, Curitiba, Brazil.

Mustafa, O., Bertges, D., Bertges, M. & Peter, H.-U: Environmental monitoring in the Antarctic by using a Rangefinder-GPS-System for positioning of distant and fast moving objects. (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Mustafa, O., Chupin, I., Peter, H.-U., Pfeiffer, S. & Rosello, M. J.: Bestandesentwicklung und Koloniegrößen bei Zügel-, Adelie- und Eselspinguinen auf Ardley Island, Südshetlandinseln, Antarktis (2005), 138. Jahresversammlung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, Stuttgart.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O., Pfeiffer, S., Ritz, M.: Assessment of seabird breeding parameters towards the management of the Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica (2006), 24th International Ornithological Congress, Hamburg.

Peter, H.-U., Buesser C., Mustafa, O. & Pfeiffer, S: Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas . (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Grunewald, U., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Ritz, M.: Human impact and survey of indicator species on Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island, South Shetland Islands) (2004), XXVIII SCAR Open Science Conference, Bremen.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Grunewald, U., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S & Ritz, M.: Human impact and survey of indicator species on Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island, South Shetland Islands) (2005), Texas Workshop.

Pfeiffer, S., Möstl,, E., Muchar-Schulz, A. & Peter, H.-U.: Effects of disturbance on two Antarctic seabird species - analysis of faecal hormones (2003), 4. EOU conference, Chemnitz.

Pfeiffer, S. & H.-U. Peter: Effect of visitors and air traffic on skuas and southern giant petrels in the south-western part of King George Island, South Shetland Island (2004), XXVIII SCAR Open Science Meeting, Bremen.

Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Von Verhaltensstudien an Seevögeln zu Managementvorschlägen – Fallstudie auf der Fildes Halbinsel, King George Island (2004), Antarktis. 137. Jahresversammlung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, Kiel.

Pfeiffer, S. & H.-U. Peter: Effect of visitors and air traffic on skuas and southern giant petrels in the south-western part of King George Island, South Shetland Islands (2005), Texas Workshop.

Pfeiffer, S., Böhm, E., Buesser, C., Chupin, I., Flores, M., Godoy, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Risk Assessment of ASPA 150 Ardley Island (King George Island, South Shetlands) (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Effects of human activities on Southern Giant Petrels and skuas in the Antarctic (2006), 24th International Ornithological Congress, Hamburg.

Vorträge:

Buesser, C., Grunewald, U., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Environmental data and human activities on the Fildes Peninsula and Ardley Island. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Buesser, C., Froehlich, A., Mustafa, O., Pfeiffer, S., Ritz, M. & Peter, H.-U.: Fildes Peninsula and Ardley Island, South Shetland Islands, Antarctica – Survey and managements proposals for an area with multiple use (2006), III international Scientific Conference "Scientific investigations in Antarctica", Kiev.

Buesser, C., Grunewald, U., Kahl, T., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Environmental data and human activities on Fildes Peninsula and Ardley (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Mustafa, O., Buesser, C., Pfeiffer, S. & Peter, H.-U.: Mapping of traffic activities on Fildes Peninsula and Ardley Island – methods and results (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Mustafa, O., Buesser, C., Grunewald, U., Peter, H.-U., & Pfeiffer, S.: Valuable Physical Evidence from the Fildes Peninsua and Ardley Island. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Mustafa, O., Buesser, C., Peter, H.-U., & Pfeiffer, S.: Mapping of traffic activities on Fildes Peninsula and Ardley Island – methods and results. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006) Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Hahn ,S., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Ritz, M.: Fauna of the Fildes Peninsula and Ardley Island. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Peter, H.-U. (2005): Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas – a short introduction (2005) 22nd International Polar Meeting, Jena.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O. & Pfeiffer, S.: Biological data from Fildes Peninsula and Ardley Island (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Peter, H.-U., Buesser, C., Chupin, I., Janicke, T., Kahles, A., Pfeiffer S., Prieto S., Ritz, M., Wang, Z. & Welcker, J.: Mortalität von Skua- und Sturmschwalben-Küken in der Antarktis (2003), 21. Internationale Polartagung Kiel.

Peter, H.-U.: Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designations of Antarctic Specially Protected or Managed Areas (2004), Meeting of the SCAR-Standing Scientific Group on Life Science, Group of Experts on Birds, TEXEL/NL.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O. & Pfeiffer, S.: Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and possible elements of a draft management plan for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas- an introduction. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Mustafa, O., Pfeiffer, S., Ritz, M., Valencia, J. & Wang, Z.: Antarktische Seevögel und Managementpläne für Fildes Peninsula und Ardley Island (King George Island, South Shetland Islands) (2004), Tagung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, Kiel.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich, A., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Ritz, M.: Antarctic seabirds and seals and management of human activities at the Fildes Peninsula, King George Island (2006), SCAR Open Science Conference Hobart, Australia.

Peter, H.-U., Buesser, C., Froehlich A., Mustafa, O., Pfeiffer, S. & Ritz, M.: Biological data, risk assessment and the development of management ideas for Fildes Peninsula and Ardley Island (2006), 13. International Symposium on Polar Sciences KOPRI, Incheon, Korea.

Peter, H.-U., Buesser, C., Mustafa, O. & Pfeiffer, S.: Environmental impact assessment on Fildes Peninsula (2006), Workshop China-Germany Partnership in Polar Science, Guilin, China.

Pfeiffer, S., Möstl E., Kuchar-Schulz, A. & H.-U. Peter: Nachweis von Störungen an zwei Seevogelarten in der Antarktis durch Hormonanalyse der Kotproben (2003), 136. Jahresversammlung der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft, Halberstadt.

Pfeiffer, S., Buesser, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U. (2005): Risk assessment and possible elements of draft management plan for the southwestern part of King George Island (2005), 22nd International Polar Meeting, Jena.

Pfeiffer, S., Boehm, E., Buesser, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Vegetation studies. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Pfeiffer, S., Buesser, C., Mustafa, O. & Peter, H.-U.: Modules for designing Fildes Peninsula and Ardley Island as an Antarctic specially managed area (ASMA), discussion of possible alternatives. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Pfeiffer, S.: Environmental risk assessment and questionnaire. Workshop 'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island' (2006), Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic.

Anhang 1: Im Untersuchungsgebiet vorkommende Pflanzenarten

Tab. 1: In der Fildes Region vorkommende Gefäßpflanzen

Blütenpflanzen	Fildes Peninsula	Ardley Island
Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl	+	
Deschampsia antarctica Desv.	+	+

Tab. 2: Flechtenarten im Untersuchungsgebiet
*endemisch für die Antarktische und subantarktische Region. Quellen: 1 = British Antarctic Survey Herbarium Liste; 2 = Ochyra, 1998; 3 = Guzmán & Redon F., 1981; 4 = Chen & Ahti, 1999; 5 = Mikhail Andreev (Andreev, 1988; Andreev, 1989 und unpublizierte Daten), 6 = Olech, 2004; 7 = Inoue, 1993.

Flechtenarten	Fildes Peninsula	Ardley Island	Fildes Region
**Acarospora convoluta* Darb.	1	1	5
**Acarospora macrocyclos* Vain.	1, 3, 6	6	5
Amandinea augusta (Vain.) Søchting & Øvstedal (*Buellia augusta* Vain.)	1, 6		5
Amandinea coniops (Wahlenb.) M. Choisy ex Scheid. (*Buellia coniops* (Wahlenb.) Th. Fr.)	1, 3, 6	1	5
Amandinea latemarginata (Darb.) Søchting & Øvstedal		6	
**Amandinea petermannii* (Hue) Matzer, Mayrh. & Scheidegger (*Rinodina petermannii* (Hue) Darb., R. convoluta D. C. Linds.)	1, 3	1, 6	5
Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid. (*Buellia punctata* (Hoffm.) A. Massal.)	1, 6		5
Arthrorhaphis citrinella (Ach.) Poelt	6	6	
Aspicilia atroviolacea (Flotow in Nyl.) Hue	1	1	
**Bacidia stipata* M. Lamb	1	1, 6	5
Bellemerea alpina (Sommerf.) Clauz. & Roux	1		
Bryoria chalybeiformis (L.) Brodo & D. Hawksw.	1, 3		5
**Buellia anisomera* Vain.	1, 3	6	5
**Buellia cladocarpiza* Lamb	3		
Buellia aff. *darbishirei* I. M. Lamb		6	
**Buellia granulosa* (Darb.) Dodge	1, 3	6	5
**Buellia latemarginata* Darb.	3		
**Buellia melanostola* (Hue) Darb.	3		
Buellia papillata (Sommerf.) Tuck	1		5
**Buellia perlata* (Hue) Darb.	3		
**Buellia russa* (Hue) Darb.	1, 3, 6	1	5
**Buellia subpedicellata* (Hue) Darb.	3		
Caloplaca ammiospila (Ach.) Oliv. (*Caloplaca nigrescens* Golubk. & Savicz, *Caloplaca cinnamomea* (Th. Fr.) Oliv.)	1, 6		5
Caloplaca athallina Darb.			5
Caloplaca austroshetlandica (Zahlbr.) Olech & Sochting	1		
**Caloplaca cirrochrooides* (Vain.) Zahlbr.	1, 6	1	5
Caloplaca citrina (Hoffm.) Th. Fr. (Pyrenodesmia mawsonii C. W. Dodge)	1, 6		5

Caloplaca flavorubescens (Huds.) J. R. Laundon (*Caloplaca aurantiaca* (Lightf.) Th. Fr.)			5
**Caloplaca iomma* Olech & Sochting	1		
Caloplaca johnstonii (C. W. Dodge) Søchting & Olech	6	6	
Caloplaca jungermanniae (Wahl.) Th. Fr.	1		
Caloplaca lucens (Nyl.) Zahlbr.	1	1	
**Caloplaca millegrana* (Müll. Arg.) Zahlbr.	1	1	
Caloplaca phaeocarpella (Nyl.) Zahlbr.	1		
Caloplaca regalis (Vain.) Zahlbr.	1, 3	1, 6	5
Caloplaca saxicola (Hoffm.) Nordin (*Caloplaca murorum* (Hoffm.) Th. Fr.)			5
Caloplaca sublobulata (Nyl.) Zahlbr.	1, 3, 6	1, 6	5
Caloplaca tetraspora (Nyl.) Oliv.	1, 6		5
Caloplaca tiroliensis Zahlbr.	1, 6		
**Candelariella flava* (Dodge & Baker) Castello & Nimis (*Protoblastenia flava* C. W. Dodge & G. E. Baker, *Protoblastenia citrina* C. W. Dodge, *Candelariella antarctica* Filson, *Candelariella hallettensis* (J. S. Murray) Øvstedal, *Protoblastenia hallettensis* (J. S. Murray) C. W. Dodge, *Lecidea (Biatora) hallettensis* J. S. Murray)	1, 6	6	5
Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll. Arg.	1, 6	1, 6	5
**Carbonea assentiens* (Nyl.) Hertel	1, 6	6	5
Carbonea vorticosa (Flk.) Hertel	1		5
Catillaria contristans (Nyl.) Zahlbr.	6		5
**Catillaria corymbosa* (Hue) M. Lamb	1, 3		5
Cetraria aculeata (Schreb.) Fr.	1, 6	6	5
Cladonia borealis Stenroos	4, 6	1	5
Cladonia carneola (Fr.) Fr. Lich. Eur.		4	
Cladonia chlorophaea (Flörke ex Sommerf.) Sprengel	1	4, 6	5
Cladonia coccifera (L.) Willd.	1		
Cladonia cornuta (L.) Hoffm.	4	4	
Cladonia deformis (L.) Hoffm.	4	4	
Cladonia fimbriata (L.) Fr.	4, 6		5
Cladonia furcata (Huds.) Schrad.	1		
Cladonia gracilis ssp. elongata (L.) Willd.; (Jacq.) Vain emend Ahti	1, 6		4, 5
Cladonia novochlorophaea (Sipman) Brodo & Ahti		4	
Cladonia pocillum (Ach.) O.J. Rich.	1		
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.	4	4	
Cladonia sarmentosa (Hooker & Taylor) Dodge	4	4	
Cladonia cf. *weymouthii* Wilson ex Archer	3	4	5
Coelopogon epiphorellus (Nyl. in Crombie) Brusse & Kärnefelt (*Cetraria epiphorella* (Nyl.) Du Rietz, *Cornicularia epiphorella* (Nyl.) Du Rietz).	1, 6	6	5
Collema ceraniscum Nyl.			5
Cystocoleus ebeneus (Dillwyn) Thwaites	1, 3, 6		5
Dermatocarpon polyphyllizum (Nyl.) Blomb. & Forssell			7
Fuscidea asbolodes (Nyl.) Hertel & V. Wirth	6		5
Fuscidea mollis (Wahlenb.) V. Wirth & Vězda			5
Gyalidea antarctica Øvstedal & Vězda	6		
Haematomma erythromma (Nyl.) Zahlbr.	1, 3, 6	1, 6	5
**Himantormia lugubris* (Hue) M. Lamb.	1, 3, 6	6	5

**Huea cerussata* (Hue) Dodge & Baker (*Blastenia cerussata* Darb., *Blastenia austroshetlandica* Zahlbr., *Caloplaca austroshetlandica* (Zahlbr.) Olech & Søchting).	1, 6	6	5
Huea coralligera (Hue) C. W. Dodge & G. E. Baker (*Blastenia coralligera* (Hue) Darb., *Caloplaca coralligera* (Hue) Zahlbr.).	6		5
Huea grisea (Vain.) M. Lamb.	1		
Hypogymnia lugubris (Pers.) Krog.	1, 6		5
Lecania brialmontii (Vain.) Zahlbr.		6	5
Lecania gerlachei (Vain.) Darb		6	5
Lecania glauca Øvstedal & Søchting	6	6	
Lecania siplei Dodge	1	1	5
**Lecanora alutacea* Hue	1	1	5
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.	1		5
Lecanora epibryon (Ach.) Ach.			5
**Lecanora expectans* Darb.	1		5
Lecanora flotowiana Spreng.		6	
Lecanora hagenii Ach. (*Lecanora behringii* Nyl.)			5
Lecanora intricata (Ach.) Ach.	6		
Lecanora leptacinodes (Vain.) Dodge	1		
Lecanora parmelinoides Lumbsch.	1		
**Lecanora physciella* (Darb.) Hertel (*Lecidea physciella* Darb.)	1, 6		5
Lecanora polytropa (Hoffm.) Rabenh.	1, 6	6	5, 7
Lecanora symmicta (Ach.) Ach. (*Biatora symmictera* (Nyl.) Räsänen).			5
Lecanora umbrina (Ach.) A. Massal.			5
Lecanora varia (Hoffm.) Ach.			5
Lecidea atrobrunnea (Ramond ex Lam. & DC.) Schaer.		6	5
Lecidea cancriformis Dodge & Baker	1		5
Lecidea lapicida (Ach.) Ach.	1		5
Lecidea tessellata Flörke			5
Lecidella carpathica Koerb.	1		
Lecidella elaeochroma (Ach.) M. Choisy	1		5
Lecidella euphorea (Flörke) Hertel			5
Lecidella stigmatea (Ach.) Hertel & Leuckert	1		5
Lecidella sublapicida (C. Knight) Hertel	1, 6		5
Lepraria caesioalba (B. de Lesd.) Laundon	1		
Lepraria incana (L.) Ach. (*Lepraria aeruginosa* (Wigg.) Sm.)			5
Lepraria neglecta (Nyl.) Lettau			5
Leproloma membranaceum (Dicks.) Vain. (*Lepraria membranacea* (Dicks.) Vain.)			5
**Leptogium puberulum* Hue	1, 3, 6	6	5
Massalongia carnosa (Dicks.) Koerb.	1, 6	6	5
Megaspora verrucosa (Ach.) Hafellner & Wirth	1, 6		5
Micarea lignaria (Ach.) Hedl. (*Bacidia lignaria* (Ach.) Lettau)			5
Micarea melaena (Ach.) Hedl.			5
Microglaena antarctica Lamb	3		
Ochrolechia frigida (Sw.) Lynge	1, 3, 6	1, 6	5
Ochrolechia parella (L.) Massal. (*Ochrolechia antarctica*	1, 3, 6		5, 7

(Müll. Arg.) Darb., *Ochrolechia deceptionis* (Hue) Darb.)			
Pannaria austro-orcadensis Øvstedal	6		5
Panaria caespitosa P. M. Jørg.	6		5
Panaria hookeri (Borr.ex Sm.) Nyl.	1		5
Parmelia saxatilis (L.) Ach.	1, 6		5
**Pertusaria corallophora* Vain.	1, 6		5
Pertusaria epibryon Redon	1		
Pertusaria excludens Nyl.	6		
Pertusaria pseudoculata Øvstedal	6		
Physcia caesia (Hoffm.) Fürnr.	1, 3, 6	1, 6	5
Physcia dubia (Hoffm.) Lettau			5
Physconia muscigena (Ach.) Poelt	1, 3, 6	6	5, 7
Placidium lachneoides (Breuss) Breuss (*Catapyrenium lachneoides* O. Breuss)			5
Placopsis contortuplicata M. Lamb	1, 3, 6		5, 7
Placopsis parellina (Nyl.) I. M. Lamb	6		
Poeltidea perusta (Nyl.) Hertel & Hafellner (*Lecidea perusta* Nyl.)			7
Polyblastia gothica Th. Fr.	6		
**Porpidia austroshetlandica* Hertel	1		5
Porpidia crustulata (Ach.) Hertel & Knoph			5
Protoparmelia loricata Poelt & Vezda	1		
Pseudephebe pubescens (L.) Choisy	1, 6		5
Pseudosagedia chlorotica (Ach.) Hafellner & Kalb (*Porina chlorotica* (Ach.) Müll. Arg.)			5
Psoroma cinnamomeum Malme	6		
Psoroma hypnorum (Vahl) Gray	1, 6	1, 6	5
Ramalina terebrata Hook. & Tayl.	1, 3	1, 6	5, 7
Rhizocarpon badioatrum (Flörke ex Spreng.) Th. Fr.	6		
Rhizocarpon disporum (Naeg.) Müll. Arg.			5
Rhizocarpon geographicum (L.) DC.	1, 3, 6	6	5
Rhizocarpon grande (Flörke) Arnold	6		5
Rhizocarpon griseolum (Hue) Darb.	1		
**Rhizoplaca aspidophora* (Vain.) Redon	1, 6	1, 6	5
Rhizoplaca melanophthalma (Ram.) Leuckert & Poelt	6	6	5
Rinodina archaea (Ach.) Arnold	1		5
Rinodina olivaceobrunnea Dodge & Baker (*Rinodina archaeoides* H. Magn.).	6	1, 6	5
Rinomina peloleuca (Nyl.) Müll. Arg.	1		5
Rinodina turfacea (Wahlenb.) Körb.	1, 3		5
Sphaerophorus globosus (Huds.) Vain.	1, 3, 6	1, 6	5, 7
Staurothele gelida (Hook. F. & Taylor) I. M. Lamb	6		
Stereocaulon alpinum Laur.	1, 3	6	5
Stereocaulon antarcticum Vain.	1	1	
Stereocaulon glabrum (Müll. Arg.) Vain.	1, 6		5
Tephromela atra (Huds.) Hafellner ex Kalb. (*Lecanora atra*)	1, 3		5
Thamnolecania brialmontii (Vain.) Gyelnik	1	1	
Thamnolecania gerlachei (Vain.) Gyelnik	1	1	
**Thelenella antarctica* (M. Lamb) Eriksson (*Microglaena antarctica* M. Lamb.)	1		5
**Thelenella mawsonii* (Dodge) Mayrh. & McCarthy	1, 6		5
Thelocarpon cyaneum Olech & Alstrup	6		

Thelocarpon laureri (Flot.) Nyl.			5
Tremolecia atrata (Ach.) Hertel	1, 6		5
Turgidosculum complicatulum (Nyl.) J. Kohlm. & E. Kohlm. (*Mastodia tesselata* (Hook. f. & Harvey) Hook. f. & Harvey).	3, 6	6	5, 7
**Umbilicaria antarctica* Frey & Lamb	1, 3	1	5
Umbilicaria decussata (Vill.) Zahlbr.			5
Umbilicaria umbilicarioides (B. Stein) Krog & Swinscow (*Umbilicaria propagulifera* (Vain.) Llano).	1		5
Usnea antarctica Du Rietz	1, 3, 6	6	5, 7
Usnea aurantiaco-atra (Jacq.) Bory	1, 3, 6	6	5, 7
Verrucaria ceuthocarpa Wahlenb.	1, 3		5
**Verrucaria elaeoplaca* Vain.	1, 3		5
Verrucaria maura Wahlenb.	3	6	5
**Verrucaria psychrophila* M. Lamb.	1, 3	1	5
Verrucaria siplei Dodge	1		
**Verrucaria tesselatula* Nyl.	3		5
Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr.	1, 3	1, 6	5, 7
Xanthoria elegans (Link.) Th. Fr.	3		5

Tabelle 3: Moosarten im Untersuchungsgebiet
*endemisch für die Antarktische und subantarktische Region. Quellen: 1 = British Antarctic Survey Herbarium Liste, 2 = Ochyra, 1998

Moosarten	Fildes Peninsula	Ardley Island
Andreaea depressinervis Card.	2	2
**Andreaea gainii* var. *gainii* Card.	1, 2	
Andreaea regularis Müll. Hal. in Neum.	2	2
Bartramia patens Brid.	2	2
Brachythecium austrosalebrosum (C. Muell.) Kindb.	1, 2	1
Bryum orbiculatifolium Card. & Broth.	1, 2	2
Bryum pallescens Schleich. ex Schwägr.	1	2
Bryum pseudotriquetrum (Hedw.) Gaertn.	1, 2	2
Campylium polygamum (B.S.G.) Lange & C. Jens.	1, 2	
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.	1, 2	1
Chorisodontium aciphyllum (Hook. f. & Wils.) Broth.	1, 2	2
Conostomum magellanicum Sull.	2	
Dicranoweisia brevipes (Müll. Hal. in Neum.) Card.	2	
Dicranoweisia crispula (Hedw.) Milde		2
Dicranoweisia dryptodontoides (C. Muell.) Broth.	1	
**Didymodon gelidus* Card.	2	
Districhium capillaceum (Hedw.) B., S. & G.	2	
Ditrichum hyalinum (Mitt.) Kuntze	1, 2	1,2
Holodontium strictum (Hook. f. & Wils.) Ochyra	1, 2	
Hypnum revolutum (Mitt.) Lindb.	1, 2	
Kiaeria pumila (Mitt.) Ochyra	1	1
Meesia uliginosa Hedw.	1, 2	2
Orthotheciella varia (Hedw.) Ochyra		2
Pohlia cruda (Hedw.) Lindb.		2
Pohlia nutans (Hedw.) Lindb.	2	2

Polytrichastrum alpinum (Hedw.) G.L. Smith	1, 2	1, 2
Polytrichum juniperinum Hedw.	2	2
Polytrichum piliferum	2	
Polytrichum strictum Brid.		2
Racomitrium sudeticum (Funck) Bruch & Schimp.	1, 2	
Sanionia georgico-uncinata (Muell. Hal.) Ochyra & Hedenas	1, 2	1, 2
Sanionia uncinata (Hedw.) Loeske	1, 2	1, 2
**Schistidium antarctici* (Card.) L. Savic. & Smirn.	1, 2	
Schistidium rivulare (Brid.) Podp.	2	
Schistidium urnulaceum (Müll. Hal. in Neum.) B. G. Bell.	2	
Syntrichia filaris (C. Muell. in Neum.) Zand.	1, 2	2
Syntrichia princeps (De Not.) Mitt.	1, 2	2
Syntrichia saxicola (Card.) Zand.	1, 2	2
**Warnstorfia laculosa* (Müll. Hal.) Ochyra & Matteri		2
Warnstorfia sarmentosa (Wahlenb.) Heden.	1, 2	1, 2

Tab.4: Liste der in der Fildes Region bekannten Lebermoose (Quelle: British Antarctic Survey Herbarium Liste)

Lebermoosarten	Fildes Peninsula	Ardley Island
Herzogobryum teres (Carringt. & Pears.) Grolle	+	
Lophozia excisa (Dicks.) Dum.	+	+
Pachyglossa dissitifolia Herz. & Grolle	+	

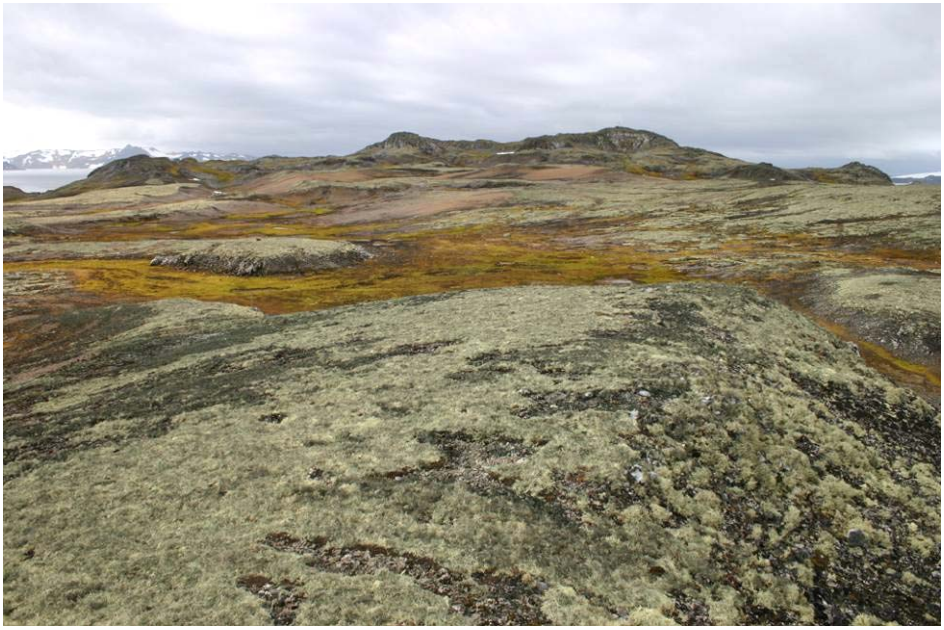
Anhang 2: Fotodokumentation zur Klassifikation der Pflanzengemeinschaften für die Biotopkartierung



Kartierung von Flächen > 5m^2 entsprechend der Klassifikation (Kap. 2.2.5.3., Foto: Pfeiffer)



Kartierung steiler Vegetationsbereiche im Untersuchungsgebiet (Foto: Pfeiffer)



Ardley Island, dichteste Vegetationsdecke im Untersuchungsgebiet (Foto: Pfeiffer)



Kleinflächiges Mosaik verschiedenster Arten erschwerte Zuordnung zu Klassifikationsgruppen (Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 1A *Deschampsia antarctica* (Subformation Blütenpflanzen, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 2a *Caloplaca* spec. (Subformation Krustenflechten, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 2a *Caloplaca* spec. (Subformation Krustenflechten, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 2a1 *Caloplaca regalis*, *Haematomma erythromma*, *Usnea* spec., *Caloplaca sublobulata*, *Xanthoria elegans*, *Physcia caesia* (Subformation Krustenflechten, Foto: Pfeiffer)



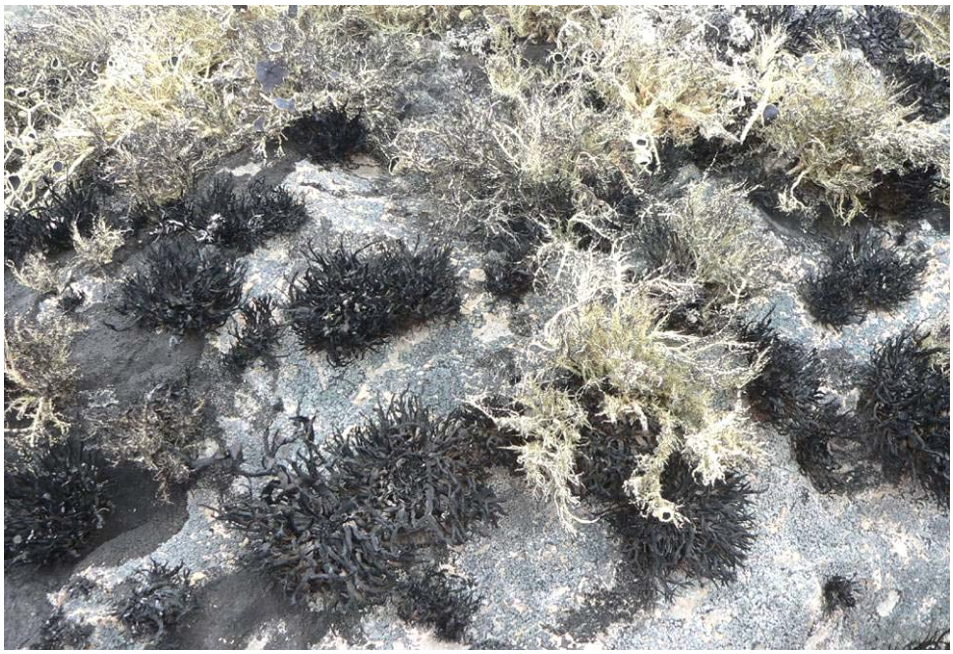
Klassifikation 2b *Placopsis contortuplicata* (Subformation Krustenflechten, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 2c *Turgidosculum complicatulum* (Subformation Krustenflechten, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 2d *Rhizocarpon geographicum* (Subformation Krustenflechten, Foto: Büßer)



Klassifikation 3a2 *Usnea – Himantormia* (Subformation Strauchflechten und Moospolster, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 3a3 *Andreaea* (Subformation Strauchflechten und Moospolster, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 3a4 *Andreaea+Ochrolechia frigida* (Subformation Strauchflechten und Moospolster, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 3a5 *Himantormia* spec. (Subformation Strauchflechten und Moospolster, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 3a6 *Usnea aurantiaco-atra*, *Usnea antarctica*, *Polytrichastrum alpinum*, *Phaerophorus globosus*, *Stereocaulon alpinum* (Subformation Strauchflechten und Moospolster, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 3b *Polytrichastrum alpinum* teilweise mit *Ochrolechia frigida* (Subformation Strauchflechten und Moospolster, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 4a1 *Chorisodontium aciphyllum* (Subformation Torfmoos) und *Sanionia* spec. in der Vegetationskartierung getrennt eingemessen (Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 4a3 *Polytrichastrum alpinum* (Subformation Torfmoos, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 5b *Sanionia uncinata* (Subformation Moosteppich, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 5b1 *Sanionia uncinata* + Krustenflechten auf Geröll + evtl. *Andreaea* (Subformation Moosteppich, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 5c *Syntrichia princeps* (Subformation Moosteppich, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 6d *Warnstorfia* spec. (Subformation Mooskissen, Foto: Pfeiffer)



Klassifikation 7a *Prasiola crispa* (Subformation Alge, Foto: Pfeiffer)

Anhang 3. Liste der Vegetationsproben in Herbarien

Proben-nummer	Proben-nahme am	Probestelle	Rechtswert	Hochwert	Arten	determiniert von/ Herbarium
O54_2	18.01.05	Fildes Peninsula			*Warnstorfia sarmentosa*	R. Ochyra
O54_3	18.01.05	Fildes Peninsula			*Sanionia uncinata*	R. Ochyra
O54_4	18.01.05	Fildes Peninsula			*Bryum pseudotriquetrum*	R. Ochyra
B61_2	19.01.05	Fildes Peninsula	397082	3101710	*Bryum confusum*	R. Ochyra
B96_2	20.01.05	Fildes Peninsula	398019	3101366	*Warnstorfia sarmentosa*	R. Ochyra
B96_3	20.01.05	Fildes Peninsula	398019	3101366	*Bryum pallescens* *Warnstorfia sarmentosa*	R. Ochyra
B100_2	20.01.05	Fildes Peninsula	398027	3101375	*Syntrichia filaris* *Sanionia uncinata*	R. Ochyra
B103_2	20.01.05	Fildes Peninsula	398113	3101368	*Kiaeria pumila* *Bryum pseudotriquetrum*	R. Ochyra
B103_3	20.01.05	Fildes Peninsula	398113	3101368	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
B114_2	20.01.05	Fildes Peninsula	398247	3101153	*Sanionia uncinata*	R. Ochyra
B114_3	20.01.05	Fildes Peninsula	398247	3101153	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
B120_2	21.01.05	Fildes Peninsula	397828	3101312	*Sanionia uncinata* *Polytrichatrum alpinum*	R. Ochyra
O112_2	21.01.05	Fildes Peninsula	397865	3101246	*Warnstorfia sarmentosa* *Sanionia uncinata*	R. Ochyra
O116_2	21.01.05	Fildes Peninsula	397893	3101043	*Bryum confusum*	R. Ochyra
B161_3	22.01.05	Ardley	398844	3100754	*Polytrichatrum alpinum* *Pachyglossa dissitifolia*	R. Ochyra
O173_4	22.01.05	Ardley	399000	3100545	*Polytrichatrum alpinum* *Cephaloziella varians*	R. Ochyra
B203_3	24.01.05	Ardley	399046	3100993	*Kiaeria pumila*	R. Ochyra
B203_4	24.01.05	Ardley	399046	3100993	*Andreaea regularis* *Sanionia uncinata*	R. Ochyra
O261_2	25.01.05	Ardley	399460	3100918	*Bryum pseudotriquetrum*	R. Ochyra
B277_2	27.01.05	Ardley	399145	3100709	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
O363_2	28.01.05	Fildes Peninsula	397929	3102532	*Warnstorfia sarmentosa*	R. Ochyra

O363_3	28.01.05	Fildes Peninsula	397929	3102532	*Syntrichia filaris*	R. Ochyra
O363_4	28.01.05	Fildes Peninsula	397929	3102532	*Bryum pseudotriquetrum* *Sanionia uncinata*	R. Ochyra
O364_2	28.01.05	Fildes Peninsula	397977	3102536	*Campylium polygamum*	R. Ochyra
B377_4	01.02.05	Ardley	399522	3100930	*Brachythecium austrosalebrosum*	R. Ochyra
B377_5	01.02.05	Ardley	399522	3100930	*Syntrichia princeps*	R. Ochyra
B435_4	02.02.05	Ardley	399504	3100677	*Conostomum magellanicum*	R. Ochyra
O526_2	03.02.05	Ardley	399719	3100863	*Polytrichastrum alpinum* *Sanionia uncinata*	R. Ochyra
O527_2	03.02.05	Ardley	399747	3100863	*Bryum confusum*	R. Ochyra
O527_3	03.02.05	Ardley	399747	3100863	*Syntrichia filaris*	R. Ochyra
O528_2	03.02.05	Ardley	399789	3100901	*Syntrichia princeps*	R. Ochyra
B533_6	03.02.05	Ardley	400279	3100552	*Schistidium antarctici*	R. Ochyra
O588_4	05.02.05	Fildes Peninsula	397864	3100759	*Sanionia uncinata*	R. Ochyra
O588_5	05.02.05	Fildes Peninsula	397864	3100759	*Syntrichia filaris*	R. Ochyra
B606_2	07.02.05	Ardley	399644	3100801	*Syntrichia saxicola*	R. Ochyra
B608_3	07.02.05	Ardley	399647	3100793	*Syntrichia saxicola*	R. Ochyra
B616_2	07.02.05	Ardley	399698	3100791	*Sanionia uncinata*	R. Ochyra
B616_3	07.02.05	Ardley	399698	3100791	*Syntrichia filaris*	R. Ochyra
B616_4	07.02.05	Ardley	399698	3100791	*Brachythecium austrosalebrosum* *Syntrichia princeps*	R. Ochyra
B631_2	07.02.05	Ardley	400074	3100661	*Sanionia uncinata*	R. Ochyra
B631_3	07.02.05	Ardley	400074	3100661	*Warnstorfia fontinaliopsis*	R. Ochyra
B725_2	13.02.05	Fildes Peninsula	397964	3102007	*Meesia uliginosa*	R. Ochyra
O749_2	14.02.05	Fildes Peninsula	397765	3102083	*Ceratodon purpureus*	R. Ochyra
B821_2	15.02.05	Fildes Peninsula	396817	3102661	*Brachythecium austrosalebrosum*	R. Ochyra
B821_3	15.02.05	Fildes Peninsula	396817	3102661	*Bryum confusum*	R. Ochyra
B861_4	16.02.05	Ardley	399718	3100643	*Chorisodontium aciphyllum*	R. Ochyra
B861_5	16.02.05	Ardley	399718	3100643	*Andreaea depressinervis*	R. Ochyra
B866_4	16.02.05	Ardley	399697	3100668	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
B907_3	17.02.05	Ardley	399547	3100493	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
B907_4	17.02.05	Ardley	399547	3100493	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
B934_2	18.02.05	Fildes Peninsula	398439	3102262	*Sanionia uncinata* *Bartramia patens*	R. Ochyra
B934_3	18.02.05	Fildes Peninsula	398439	3102262	*Brachythecium austrosalebrosum*	R. Ochyra

B934_4	18.02.05	Fildes Peninsula	398439	3102262	*Campylium polygamum*	R. Ochyra
B906_3	17.02.05	Ardley	399553	3100530	*Andreaea regularis*	R. Ochyra
1	23.12.05	Strand östlich Artigas			*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.	R. Ochyra
2	23.12.05	Strand östlich Artigas			*Bryum archangelicum* Bruch & Schimp. (= *B. amblyodon* Müll.Hal.)	R. Ochyra
3	23.12.05	Strand östlich Artigas			*Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. *Pertusaria epibryon* *Ochrolechia frigida* *Lepraria sp.* *Psoroma sp.* *Leptogium puberulum*	R. Ochyra M. Andreev
4	23.12.05	Östlich Artigas, Gletschermoräne			*Andreaea gainii* Cardot	R. Ochyra
5	23.12.05	Östlich Artigas, Gletschermoräne			*Bartramia patens* Brid. (A), *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. (B) *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske (C)	R. Ochyra
7	26.12.05	Westlich von Flughafen			*Syntrichia magellanica* (Mont.) R.H.Zander *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P.Gaertn., B.Mey. & Scherb.	R. Ochyra
8	02.01.06	Zw. Bellingshausen und Tanks Westlich Punta Lapidario Neftebasa			*Psoroma hypnorum*	M. Andreev
9	03.01.06	Neftebasa			*Pannaria austro-orcadensis* *Pannaria caespitosa* *Catillaria contristans* *Psoroma hypnorum* *Leptogium puberlum* *Lepraris sp.*	M. Andreev
10	04.01.06	Neftebasa			*Pannaria austro-orcadensis* *Pannaria caespitosa* *Catillaria contristans* *Psoroma hypnorum*	M. Andreev

11	04.01.06	Neftebasa			*Pannaria caespitosa* *Catillaria contristans*	M. Andreev
14	06.01.06	Biologenbucht			*Warnstorfia sarmentosa* (Wahlenb.) Hedenäs (A) *Cephaloziella varians* (Gottsche) Steph.	R. Ochyra
15	07.01.06	Great Wall			*Ochrolechia frigida*	M. Andreev
16	07.01.06	Great Wall			*Pannaria caespitosa*	M. Andreev
19	11.01.06	Geröllhang, eine Bucht vor Flat Top			*Bartramia patens* Brid. (A) *Bryum archangelicum* Bruch & Schimp. (B)	R. Ochyra
20	12.01.06	Biologenbucht			*Campylium polygamum* (Schimp.) C.E.O.Jensen (A) *Brachythecium austrosalebrosum* (Müll.Hal.) Kindb. (B)	R. Ochyra
21	12.01.06	Biologenbucht			*Syntrichia saxicola* (Cardot) R.H.Zander *Cetapyrenium lachneoides* *Leptogium puberulum*	R. Ochyra
22	12.01.06	Biologenbucht			*Syntrichia saxicola* (Cardot) R.H.Zander (A), *Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb. (B) *Ditrichum hyalinum* (Mitt.) Kuntze *Cetapyrenium lachneoides* *Pertusaria epibrium*	R. Ochyra M. Andreev
23	10.02.06	Great Wall			*Deschampsia* spec.	R. Lewis-Smith
24	10.02.06	Great Wall			*Poa* cf. *annua*	R. Lewis-Smith

Anhang 4: Fildes Peninsula – Fragebogen für Stationsmitglieder

Diese Befragung wird von Wissenschaftlern der Universität Jena und dem Umweltbundesamt von Deutschland durchgeführt, um Daten über Stationsmitglieder und deren Interessen auf der Fildes Halbinsel zu sammeln. Die deutschen Wissenschaftler arbeiten in einem 3-jährigen Projekt über die Verbreitung von Fauna und Flora und die Effekte menschlicher Aktivitäten auf der Fildes Halbinsel und umliegenden Inseln. Durch die Beantwortung der folgenden Fragen unterstützen Sie dieses Forschungsprojekt und den Schutz der Umwelt in der Umgebung Ihrer Station. Herzlichen Dank.
Die Beantwortung der Fragen bleibt anonym.

Teilen Sie uns bitte zuerst ein paar Angaben über sich selbst mit, die uns helfen, die Antworten besser zu kategorisieren.

Geschlecht: □ Mann □ Frau

Alter: □ < 15 □ 15-24 □ 25-34
□ 35-44 □ 45-54 □ 55-64 □ > 64

Beruf: _____ Nationalität: _____

Wie viele Mal haben Sie bereits in der Antarktis gearbeitet?
□ das ist mein 1. Mal □ das ist mein 2. Mal □ 3. – 5. Mal
□ 6. – 10. Mal □ > 10 Mal
Wie oft haben Sie überwintert? ____Mal

Haben Sie auch in einer anderen Antarktisstation gearbeitet? □ Ja □ Nein

Wie verlief Ihre Anreise in diese Station?
□ per Flugzeug □ per Forschungsschiff □ per Versorgungsschiff
□ per Kreuzfahrtschiff Name: _____.

1. Warum entschieden Sie sich, in der Antarktis zu arbeiten? (mehrere Kreuze möglich)
□ Die Arbeit ist gut bezahlt.
□ Ich wollte für eine Weile im Ausland arbeiten.
□ Ich wollte in die Antarktis, weil es ein besonderer Ort (z.B. bezüglich Natur) ist.
□ Ich arbeite in einem speziellen Projekt in der Antarktis.
□ Ich wollte an einem Ort arbeiten, wo ich Menschen anderer Länder treffen kann.
□ anderer Grund: _____.

2. Haben Sie bereits gelesen oder wären Sie interessiert am Lesen über die Antarktische			
	bereits gelesen	interessiert	nicht interessiert
Entdeckungsgeschichte	□	□	□
Tier – und Pflanzenwelt	□	□	□
Geologie und Gletscher	□	□	□
Klima	□	□	□
anderes:	□	□	□

Nun würden wir gern erfahren, wie Sie Ihre Freizeit ausserhalb der Station verbringen.

3. Wieviel Freizeit verbringen Sie ausserhalb der Station?
□ < 1 Stunde pro Woche □ 1 – 5 Stunden pro Woche
□ 6 – 10 Stunden pro Woche □ > 10 Stunden pro Woche

4. Gehen Sie dann ....? □ allein □ in Gruppen □ beides

5. Wo und in welchem Umfang verbringen Sie Ihre Freizeit?	einmal pro Saison	einmal pro Monat	einmal pro Woche	mehrere Male pro Woche
zum Beobachten von Tieren gehen	□	□	□	□
spazieren gehen (in Richtung einer anderen Station)	□	□	□	□
zu einer anderen Station gehen (z.B. zum Telefonieren)	□	□	□	□
zum Strand gehen	□	□	□	□

6. Bleiben Sie während der Spaziergänge auf Straßen und Wegen? □ immer □ meist □ selten

7. Bitte sagen Sie uns, wie sehr Sie mit den folgenden Aussagen übereinstimmen.

Aussage	stark ablehnend	eher ablehnend	neutral	eher über-einstimmend	stark über-einstimmend
Es besteht keine Notwendigkeit für Verhaltensregeln für Stationsmitglieder, die sich ausserhalb der Stationen bewegen.	□	□	□	□	□
Stationsmitglieder sollten sich frei in allen Gebieten bewegen dürfen.	□	□	□	□	□
Einige Tiergruppen sollten speziell zum näheren Photographieren und Beobachten von Stationsmitgliedern besucht werden dürfen.	□	□	□	□	□
Auf der Fildes Halbinsel sollten markierte Wege in Gebiete mit interessanten Tieren, Pflanzen und Landschaften führen.	□	□	□	□	□
Es sollten Informationstafeln über die vorhandenen Arten und Umweltprobleme aufgestellt werden.	□	□	□	□	□
Stationsmitglieder sollten auf der Fildes Halbinsel geführt werden, wenn sie die offiziellen Wege verlassen.	□	□	□	□	□
Alle Besuche von Ardley Island sollten eine Einführung über die dort vorkommende Tier- und Pflanzenwelt einschliessen.	□	□	□	□	□
In der Station sollte Informationsmaterial über die vorhandenen Arten und die Umweltprobleme ausliegen.	□	□	□	□	□
Verhaltensregeln für Stationsmitglieder sollten sich von denen für Touristen unterscheiden. (3 Bespiele folgen)	□	□	□	□	□
Beispiel 1: Stationsmitgliedern sollte es erlaubt sein, Tiere aus weniger als 5 m Entfernung ansehen zu dürfen.	□	□	□	□	□
Beispiel 2: Stationsmitglieder sollten kleine Souvenirs aus der Natur von ihrem Aufenthalt in der Antarktis mitnehmen dürfen.	□	□	□	□	□
Beispiel 3: Es sollte offizielle Angelgebiete für Stationsmitglieder in der Umgebung der Fildes Halbinsel geben.	□	□	□	□	□
Die Station sollte durch mehr Touristen besucht werden.	□	□	□	□	□
Veranstaltungen wie z.B. der Marathonlauf sollten häufiger stattfinden.	□	□	□	□	□
Touristen sollte es gestattet sein, in der Station zu übernachten, wenn genügend Platz vorhanden ist.	□	□	□	□	□

8. Kennen Sie die nationalen Richtlinien für Besucher der Antarktis? □ Ja □ Nein

9. Bestand die Möglichkeit zur Teilnahme an einem Vortrag über die Verhaltensrichtlinien bei Annäherung an Tiere und Pflanzen der Antarktis?
□ Ja □ Nein

10. Würden Sie gern mehr über die Tier – und Pflanzenwelt durch Wissenschaftler erfahren, die in der Region arbeiten? □ Ja
□ Nein

Danke für das Beantworten der Fragen.

Anhang 5: Possible Modules of a Management Plan for Antarctic Specially Managed Area No. ***, Fildes Peninsula Region, South Shetland Islands

Preamble

The Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island, South Shetlands, Maritime Antarctic) are intensively used for scientific, logistic and tourism-related activities by several nations. This multitude of activities obviously affects the environment in that area and often leads to conflicts of interest between nature conservation, science, logistics and tourism.

In response to these conflicts, a research project commissioned by the German Federal Environmental Agency has been conducted since 2003 on the Fildes Peninsula, Ardley Island and associated small islands (the Fildes Peninsula Region, hereafter Region). This project is designed to provide data for a full evaluation of the role and structure of a possible broad-scale management system which could supplement the existing protection provided by ASPAs to parts of the Region.

Germany carried out this project for a number of reasons. One is that German scientists have been regularly present in the Region since 1979. Their activities have been focused particularly on the collection of environmental and biological information. Furthermore, the project can be seen as a result of the joint United Kingdom and Germany Inspection Programme conducted in the Antarctic Peninsula area in January, 1999. This Inspection produced the recommendation that "... consideration could be given towards further enhancing cooperation for example in logistic support, consistency in waste management procedures and a critical examination of scientific programmes to optimise productivity and minimise duplication". A second inspection was conducted in February 2005 by the United Kingdom, Australia and Peru (XXVIII ATCM, WP 32, Stockholm 2005). This inspection covered the Bellingshausen and Great Wall research stations *which lie close to each other near Maxwell Bay in the Region*. The team found relatively little co-operation on science between these stations and no consistent or focused approach to monitoring. The team welcomed the initial consultations that had been made, and the baseline surveys then underway, carried out with the aim of proposing the Region as an Antarctic Specially Managed Area.

The following text includes "Possible Modules of a 'Fildes Peninsula Region' ASMA" in order to stimulate discussion of a management system. These modules are not the only ones possible and the authors are likewise aware that the proposal is incomplete. There are, of course, several different possible management approaches and, as well as the proposed modules, all practicable options should be discussed. It should also be emphasised that the development of a management plan can be achieved only in close co-operation with all the Antarctic Treaty signatories represented in the area.

Please note that the proposal has been elaborated according to the "Guide for the preparation of Management Plans for Antarctic Specially Protected Areas" and geared to the structure of the Deception Island Management Package.

Table of Contents

Introduction

1. Description of Values
2. Aims and Objectives
3. Management Activities
4. Period of Designation
5. Description of the Area
   i. Geographical Co-ordinates, Boundary Markers, and Natural Features
   ii. Structures within the Area
6. Protected Areas and Managed Zones within the ASMA
   i. Protected Areas and Historical Monuments
   ii. Managed Zones within the Area
7. Code of Conduct
   i. Access to and movement within the Area
   ii. Activities allowed in the Area
   iii. Installation, modification, or removal of structures
   iv. Reporting requirements
8. Maps
9. Supporting documents

Appendix 1: Management Plan for ASPA No. 150 – Ardley Island

Appendix 2: Management Plan for ASPA No. 125 – Fildes Peninsula

Appendix 3: Code of Conduct for Facility Zones

Appendix 4: Code of Conduct of Scientific Research

Appendix 5: Code of Conduct for Visitors

Introduction

The Fildes Peninsula, Ardley Island and adjacent small islands (hereafter "Region") forms the south-western part of King George Island, one of the South Shetland Islands in the Maritime Antarctic. The Region is a large ice-free area with important natural, scientific, educational, aesthetic, wilderness and historical values.

The Region is intensively used for scientific, logistic and tourism-related activities and, during the years since 1968, seven nations (Argentina, Brazil, Chile, China, German Democratic Republic, Russia, and Uruguay) established research stations and field huts there. In addition, in 1980 Chile built a hard runway capable of handling intercontinental and intracontinental flights for transporting cargo, station personnel, and visitors. Supply, research and tourist vessels frequently anchor in Maxwell Bay.

Scientific programs underway in the Region include several atmospheric, glacial, geological and biological investigations. Due to its high species diversity, Ardley Island has been designated as an Antarctic Specially Protected Area (ASPA, formerly SSSI) that includes a visitor zone for station personnel and tourists. Two fossil-rich geological sites are also designated as an ASPA although this designation ceases on 31 December 2010.

Ship-based tourism occurs on a regular basis and combined air and ship tourism is currently developing. There are frequent over flights. Sporting competitions *(e.g.* marathon), glacier climbing, camping and diving have taken place in recent years, illustrating the diverse spectrum of non-governmental activities in the area.

Human activities occurring during the breeding and moulting seasons of birds or seals produce conflicts of interest between nature conservation, science, logistics and tourism. The designation of the area as an Antarctic Specially Managed Area (ASMA) offers an integrated strategy to manage these conflicts and to minimise the impact of diverse human activities.

1. Description of Values

The Region has important natural, scientific, educational, aesthetic, wilderness and historical values.

i. Natural Value

This large ice-free area contains diverse fauna and flora as well as special geological features, such as fossils and Tertiary rock strata. This peninsula and neighbouring islands (Ardley, Geologists, Two Summit, Dart and Diomedea) are breeding sites for thirteen species of seabirds and three species of seals. Of special interest are the large breeding colonies of Southern giant petrels, Gentoo penguins, skuas and storm petrels. Ardley Island has a varied vegetation particular to the Region of lichen and moss.

ii. Scientific Value

The Region is of great interest for science and several nations exploit the easy access to ice-free areas. The local fauna and flora offers unrivalled opportunities of gaining an understanding of adaptation to extreme environments. In addition, the more than 30 years of research in the Region has produced several long-term sets of environmental data including meteorological and biological observations. Unique international scientific co-operation has developed, particularly in relation to seabird censuses and behavioural and physiological studies on penguins, skuas and petrels. Likewise, international field research is run in parallel by botanists, marine biologists, microbiologists, geologists, glaciologists, oceanographers, physicists and meteorologists. The concentration of stations offers a platform for communication and interdisciplinary approaches.

iii. Educational Value

The Region is a peep hole into the Antarctic ecosystem. The airport offers the opportunity to fly in visitors for a few hours or days to receive a first impression of the Antarctic. Visitors have the opportunity to watch wildlife, to visit research stations and to experience international cooperation in science and logistics.

INSPIRE (formerly Mission Antarctica) initiated an environmental programme in 2001. Large amounts of scrap from the Russian Station Bellingshausen were removed in a three-year project. In parallel, an education programme was run with international pupils, teachers and sponsors to enhance interest and increase funding for further activities in the locality.

iv. Aesthetic Value

The Region offers a wide spectrum of habitats and landscapes ranging from small wildlife hotspots to large glaciers, quiet inlets, and volcanic rock formations. The west coast of the Fildes Peninsula faces the winds and strong surges of the Drake Passage, while on the east there are the calm waters of Maxwell Bay. The narrow Fildes Strait, with its strong currents around small islands, allows stupendous views towards the Drake Passage, Maxwell Bay and the glacier on Nelson Island.

v. Historic Value

The sheltered waters of Maxwell Bay offered a relatively easy landing place for early explorers, *whalers and sealers, and some traces remain*. Near Suffield Point, Fildes Peninsula (62°11´12″S, 58° 54´02″W), a dry-stone wall enclosing three sides of an area roughly 2.40 by 2.40m was described close to the cliff (Lewis-Smith & Simpson, 1987). Stehberg (1983) excavated this site and found a small iron pot 'of European origin'. Also at Suffield Point, the remnants of a wreaked ship still lie in the water and at the beach

near the Uruguayan station in Maxwell Bay. The remains are probably from a sailing ship built in the second half of the 19th century. A detailed description was given by Uruguay to CEP VII (XXVII ATCM/IP 107).
Furthermore, two historical sites have been designated and marked in the Area (Nos. 50 and 52 in the list of Historic Sites and Monuments, http://www.cep.aq/apa/hsm/sites/). There is a plaque on a sea cliff south-west of the Chilean and Russian stations. This commemorates the landing in February 1976 of the first Polish Antarctic maritime research expedition which involved the research vessel Professor Siedlecki, the trawler Tazar and their crews. There is also a monolith erected to commemorate the establishment on 20 February 1985 of the Chinese Great Wall Station by the First Chinese Antarctic Research Expedition.

2. Aims and Objectives

This plan aims to apply current information and best practice approaches to facilitate the orderly management of conflicting interests in the Region. The management plan could minimise the negative effects of human activities on natural values and scientific work. The diverse and intensive use of the Region is expected to continue and increase in the near future.
For these reasons, the objectives of the management plan are:

- to improve co-operation and co-ordination of activities between Antarctic Treaty Parties operating in the Region;
- to solve existing and avert potential conflicts of interest between logistic, scientific, and tourist activities;

This could also include:

- reduce unnecessary degradation of natural values by human disturbances;
- state how the protected values of the Region or of each zone of the Region are to be conserved;
- support the use of aircraft, watercraft and land vehicles in a way that minimises environmental impacts;
- increase the efficiency of scientific and logistic operations caused by more intensive co-operation and co-ordination;
- promote the environmentally compatible dismantling and removal of unused infrastructure (buildings, roads etc.);
- avoid further construction of all kinds except for scientific purposes;
- protect sensitive sites within the Region (*e.g.* breeding and resting sites of birds and seals);
- manage tourism and improve environmental education within the Region;
- minimise the risk of introducing into the Region of alien plants, animals and microbes.

3. Management Activities

To achieve the aims and objectives of this Management Plan, the following management activities could be undertaken in the Region:

- A Fildes Peninsula Region Management Group could be established to
  - oversee the co-ordination of activities;
  - facilitate communication between those working in, or visiting;
  - maintain a record of all activities;
  - disseminate information and educational material on the significance of the Region to those visiting, or working there;
  - monitor the site to investigate cumulative impacts;
  - oversee the implementation of the Management Plan and revise it when necessary.

- A general *Fildes Peninsula Region Code of Conduct*, supplemented by *Codes of Conduct for Facilities Zones* (Appendix 3), *Codes of Conduct for Scientific Research* (Appendix 4) and *Codes of Conduct for Visitors* (Appendix 5) could be used to guide and control activities within the Region.

- National Antarctic Programmes operating within the Region could ensure that their personnel are briefed on, and are aware of, the requirements of the Management Plan and supplemental documents.

- Tour operators visiting the Region could ensure that their staff, crew and passengers are briefed on, and are aware of, the requirements of the Management Plan and supplemental documents.

- Signs and markers could be erected where necessary and appropriate to show the boundaries of ASPAs, and other zones. They would need to be informative and unobtrusive. They would also have to be secured and maintained in good condition and removed when no longer necessary.

- Contingency plans for stations emergencies, oil spills and other accidents with possible significant negative impacts on the environment could be harmonised. They could be made available for station personnel and visitors in the Antarctic Treaty languages (English, French, Russian and Spanish).

- Copies of the Management Plan and supplementing documents and maps could be made available for station personnel and visitors in the Antarctic Treaty languages (English, French, Russian and Spanish).

- The management options required for adjacent marine areas could be identified and evaluated.

4. Period of Designation

The ASMA could be designated for an indefinite period of time.

5. Description of the Area

i. Geographical Co-ordinates, Boundary Markers and Natural Features

General description

The ASMA proposed comprises the land of the Fildes Peninsula and adjacent islands plus the sea along the coast of this land area extending 0.25 nautical mile (~ 460 m) seaward. This area lies approximately within the range 62°08´16´´S – 62°14´26´´S, 58°50´36´´W – 58°02´45´´W. The marine areas are included following the guidance of the "Working Paper on Guidelines for the Operation of Aircraft near Concentrations of Birds in Antarctica" (XXVII ATCM, WP 010, Cape Town 2004).

The Region is bounded on the northwest by the Drake site in Potrebski Cove and on the north east by a point 0.25 nautical mile east of Nebles Point in Maxwell Bay. The southern border would be the Fildes Strait including all islands north of Nelson Island. The most westerly point would lie ¼ nautical mile westwards of Flat Top Peninsula. This could, furthermore, include ASPA No. 125 and ASPA No. 150.

The total area of the proposed ASMA would be 63km^2. Of the terrestrial part of this area about 20% is currently covered by the Collins Glacier.

The suggested name of this ASAM is the Fildes Peninsula Region ASAM.

Geology and geomorphology

The western part of King George Island is volcanic rock of early Tertiary origin (45-60 Ma, Smellie et al., 1984). Two stratigraphic sequences are distinguished – the Fildes and the Hennequin formation. The Fildes Formation is characterised by weathered olivine-basalts and basaltic andesites, rare pyroxene-andesites and dacites. Flat Top, Horatio Stump and Gemel Peaks are volcanic plugs and represent former volcanic centres on the Fildes Peninsula. The northern part of the Peninsula is formed by the Davies Heights (80-160m a.s.l.) above sea level. The southern part is characterised by various elevations and hills. In this part Horatio Stump is the highest point of the Fildes Peninsula (166.60 m a.s.l.).

Climate

The area belongs to the cold climate region of the maritime Antarctic. Meteorological data of the Russian Station Bellingshausen (http://south.aari.nw.ru/default_en.html) show comparatively high precipitation (~700mm per year) and strong westerly winds. Cyclones with speeds exceeding 100km/hour are typical. Mean temperatures vary between 1.5°C in summer (January/February) and -6.5°C in winter (July/August). Snowmelt starts by the end of October. During winter the surrounding waters are covered with fast sea ice but the duration of ice cover varies greatly between years.

Fauna

Thirteen species of seabirds breed in the Region. In 2004/05 our counts indicated over 5000 pairs of penguins breeding on Ardley Island: Adelie (*Pygoscelis adeliae,* 409 breeding pairs), Chinstrap (*P. antarctica*, 13) and Gentoo (*P. papua*, 4798). The largest breeding sites of Southern giant petrels (*Macronectes giganteus*) can be found on Dart and Two Summit Island and, with several small colonies, the total population in the Region amounts to ~330 breeding pairs. Brown and South Polar skuas (*Catharacta antarctica lonnbergi* ~80 breeding pairs and *C. maccormicki* ~220 breeding pairs) live sympatrically in loose colonies and sometimes hybridise (about 30 mixed pairs). Kelp gulls (*Larus dominicanus*), Antarctic terns (*Sterna vittata*), and Cape petrels (*Daption capensis*) breed along the rocky coast line in groups ranging from single nests to medium-sized colonies. Wilson's storm petrels and Black-bellied storm petrel (*Oceanites oceanicus* and *Fregetta tropica*) breed on scree further inland in colonies of several hundred to a thousand pairs. Sheathbills (*Chionis alba*) breed in the southwest part of the Fildes Peninsula. Blue-eyed shags (*Phalacrocorax atriceps*) have been breeding in the Region in recent years and could have nests on inaccessible islands or rocks.

Several species visit the Region more or less frequently (South Georgia pintail (*Anas georgica)*, Emperor penguin *(Aptenodytes forsteri)* and King penguin *(A. patagonicus),* Cattle egret *(Bubulcus ibis)*, White-rumped sandpiper *(Calidris fuscicollis)*, Black-necked swan *(Cygnus melanocoryphus)*,Wandering albatross *(Diomedea exulans)*, Black-browed albatross *(Diomedea melanophris)*, Macaroni penguin *(Eudyptes chrysolophus)*, Southern fulmar *(Fulmarus glacialoides)*, Blue petrel *(Halobaena caerulea)*, prions *(Pachyptila* spp.*)*, Snow petrel *(Pagodroma nivea)*, Light-mantled sooty albatross *(Phoebetria palpabrata)*, Soft-plumaged Petrel *(Pterodroma mollis)*, Pomerine skua *(Stercorarius pomarinus)*, Arctic tern *(Sterna paradisaea)* and Antarctic petrel *(Thalassoica antarctica)*).

In the summer months more than 600 Elephant seals (*Mirounga leonina*) and up to 1200 Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*) rest and moult in the Region. Furthermore, about 100 Weddell seals (*Leptonychotes weddelli*) and a few Crabeaters (*Lobodon carcinophagus*) and Leopard seals (*Hydrurga leptonyx*) visit the coast at regular

intervals. In recent years, Crabeater, Elephant, Fur, Leopard and Weddell seals have also been breeding on the Fildes Peninsula.

Flora

The amount and type of terrestrial vegetation depends on relief, soil moisture content, and the degree of soil enrichment from birds and seals. The Region is home to two flowering plants - Antarctic hair grass *(Deschampsia antarctica)* and Antarctic pearlwort *(Colobanthus quitensis*). Some areas, especially Ardley Island, are densely covered densely by moss carpets. A total of about 175 lichen and 40 moss species have been identified in the Region. Two alien angiosperm species, a grass in the genus *Deschampsia* and one in *Poa* have become established.

ii. Infrastructure in the Region

Existing permanent structures

Buildings and other infrastructure elements have been constructed in the Region by Argentina, Brazil, Chile, China, the former GDR, Russia and Uruguay although a few have since been dismantled and removed.

List of existing research stations and field huts on the Fildes Peninsula and their capacity (data from Council of Managers of National Antarctic Programmes COMNAP and the King George Island GIS Project).

operating nation	name of station or *field hut*	location	opened in	population summer	winter
Argentina	*Ballve*	62°12´36´´S 58°56´03´´W	1954	4	-
Chile	Professor Julio Escudero	62°12´05 ´´S 58°57´45´´W	1994	20	-
	Presidente Eduardo Frei	62°12´03 ´´S 58°57´45´´W	1969	150	80
	Teniente Rodolfo Marsh airport	62°11´37´´S 58°58´49´´W	1982	-	-
	Refugio Ripamonti (former GDR hut)	62°12´42´´S 58°55´01´´W	1981	3	-
	Base Julio Ripamonti	62°12´36´´S 58°56´06´´W	1994	3	-
China	Great Wall	62°13´01´´S 58°57´43´´W	1985	40	14
Russia	Bellingshausen	62°11´54´´S 58°57´34´´W	1968	38	25
	Priroda	62°08´59´´S 58°56´39´´W	1987	2	-
Uruguay	Artigas	62°11'05´´S 58°54'13´´W	1984	60	9

Minor and semi-permanent structures

- Light house on Ardley Island erected by Argentina (at Punta Faro, 62°12′37′′S, 58°55′35′′W)
- Chilean Laboratory (INACH), Laboratorio Radiacion Cosmica, (62°12′08′′S, 58°57′43′′W)
- Fuel tanks of the Russian Station Bellingshausen (62°11′34′′S, 58°56′06′′W)
- Russian hut near tanks (62°11′47′′S, 58°56′09′′W)
- Memorial cross south west of Frei Station (62°12′08′′S, 58°57′37′′W)
- Wooden beacon near highest point on Ardley Island (62°12′52′′S, 58°55′53′′W)
- Wooden beacon south west of Frei Station (62°12′19′′S, 58°57′17′′W)
- Wooden beacon at Point Christian (62°11′55′′S, 58°56′57′′W)
- Memorial stone on the former position of the Brazilian field hut "Rambo" (62°09′55′′S, 58°57′56′′W)

6. Protected Areas and Managed Zones within the ASMA

i. Protected Areas, Historic Sites and Monuments

Within the proposed ASMA, two areas are designated as ASPAs and two as HSMs. In addition, there is a ship wreck that should probably be listed eventually as a HSM.

- ASPA No. 125 comprising two geologically interesting sites on the Fildes Peninsula (62°10′50′′ - 62°11′28′′S, 58°55′27′′ -58°56′38′′W, and 62°12′30′′ - 62°13′30′′S, 58°57′11′′ - 58°59′32′′W)
- ASPA No. 150 comprising Ardley Island (62°12′30′′ - 62°13′06′′S, 58°54′53′′ - 58°57′09′′W)
- HSM No. 50 plaque on a cliff south-west of the Chilean station Frei to commemorate the Polish research vessel 'Professor Siedlecki' and trawler 'Tazar'
- HSM No. 52 monolith in the Chinese Station Great Wall to commemorate the foundation of the station
- Ship wreck in Maxwell Bay (62°11′12′′S, 58°54′02′′W; IP107, ATCM XXVII, Cape Town)

ii. Managed Zones within the Area

The aim of zoning is to protect the natural and cultural features of the Region by defining suitable areas for the different kinds of activity. The proposed plan divides the ASMA into five types of zone (areas with threatened species, vegetation, sensitive geological features etc.) and defines the kind and amount of human activity appropriate to each. The five kinds of zone are Facility Zones, Restricted access Zones, Sensitive Zones, Visitor Zones and Wilderness Zones (see Map 3). The following zoning system is suggested:

Facility Zones

These zones provide suitable locations in which access and support operations can be conducted and permanent facilities located. These zones should thus incorporate all research stations, the airport, official roads, and all other kinds of infrastructure. Some sea areas and air space should also be included to accommodate the air and sea traffic of the Region. Special management guidelines should be applied in these zones to ensure environmental and human safety (see Map 3 and Appendix 3).

Visitor Zones

These zones provide appropriate management of low-impact, short-term, land-based visitor activities in the Region. They help balance the need to protect nature while, at the same time, maximising visitor experience and enjoyment. These zones can be safely accessed and offer a range of attractions in close proximity. There is already one *Visitor Zone* in ASPA No. 150 near the penguin rookery in the northern part of Ardley Island. Further *Visitor Zones*, including recommended walking routes or foot paths, could be established near the Russian hut "Priroda", the Chilean and Russian stations, the western coast between the airport and Flat Top Hill, along the beach south of the Chinese station, and east of the Uruguayan station towards Nebles Point (Map 3, see Appendix 6).

Sensitive Zones

These would include places of special biological interest such as patches of dense vegetation, sites occupied by medium-sized breeding groups of Southern giant petrels, or other seabird and seal sites. This classification would ensure that visitors were aware of the vunerability of species at these sites. Human activities should be minimised in these zones and permanent facilities should not be installed.

Possible *Sensitive Zones* (see Map 3) are:

- Geologists Island (northern part): breeding site of Southern giant petrels
- South Fildes opposite Dart Island: breeding site of Southern giant petrels
- East of the Russian hut "Priroda": breeding site of Southern giant petrels
- Nebles Point: breeding site of Southern giant petrels
- dense vegetation
- Northwest corner of Ardley Island: breeding site of Southern giant petrels

Restricted Zones

These comprise areas of natural value that are highly sensitive to damage by human activities. In these areas it is desirable that human disturbance is kept to the absolute minimum. Two Summit Island and Dart Island could be defined as *Restricted Zones* (see Map 3), because large numbers of Southern Giant petrels (IUCN red species list,

category 'Vulnerable') breed on these islands. Human visits to these colonies should be prevented because they would cause nesting birds to fly off the nest and this in turn could allow increased predation on eggs and chicks. Landing helicopters on these islands should also be prevented, a practice that might interest helicopter operators if tourism increases further. The prevention should extend to helicopter sightseeing as this could also threaten the birds. Zoning as restricted would aid in minimising such problems. To maintain the undisturbed state of areas so zoned, only very important scientific research and unavoidable management activity should be allowed.

Wilderness Zones

These would cover all areas within the ASMA not classified as Facility Zones, Restricted Zones, Sensitive Zones or Visitor Zones. Management of human activities should aim to maintain the quality of a relatively undisturbed wilderness. Establishing permanent facilities should therefore not be permitted in these zones but scientific research, environmental monitoring and management activities should be allowed.

7. Code of Conduct

The general management and operational requirements are stated in the following. Additional guidelines are given in the Appendices.

i. Access to and movement within the Region

Access to the Region is possible by sea and air. Vessels enter Maxwell Bay and anchor within about a hundred meters of the research stations. Zodiacs and other boats transport people and cargo to the main landing sites in front of the stations. Air access is usually through the Chilean airport which is capable of taking large and small fixed-wing machines as well as helicopters. It is the operational centre for a large number of stations in the South Shetland area. Therefore, there are frequent transfers of station personnel, visitors and cargo not only to the research stations of the Fildes Peninsula but also to vessels in Maxwell Bay that supply stations in other regions. Regulation of this traffic requires the designated of specific landing sites for planes and helicopters. Landing at other sites in the Region should be only permitted when supporting scientific investigations. All land traffic and pedestrian movement within the Region should be undertaken in such a way as to minimize damage to vegetated ground and to soils. There should be no extension of the road network between the stations and field huts except for scientific purposes. Foot paths for people working in or visiting the area are already established in the Facility zones and Visitor zones but should be kept to a minimum in all other zones.

ii. Activities that may be conducted in the Region

These activities could include scientific research, logistic operations in support of science, management, visitor activity and education. Science is not restricted at any site but in restricted zones it should be allowed only if absolutely necessary. ASPAs guarantee that science should interfere little with other activities. All other activities should be conducted within the designated zones with logistics being concentrated in facility zones, and visits and education mainly being carried out in visitor zones. This separation of activities reduces cumulative effects on the environment and protects the values of the area.

All human activities in the Region should take place in such a way as to minimize detrimental effects on the environmental. Collection and removal of material endogenous to the Region is only to be permitted for scientific, management or educational purposes.

iii. Installation, modification or removal of structures

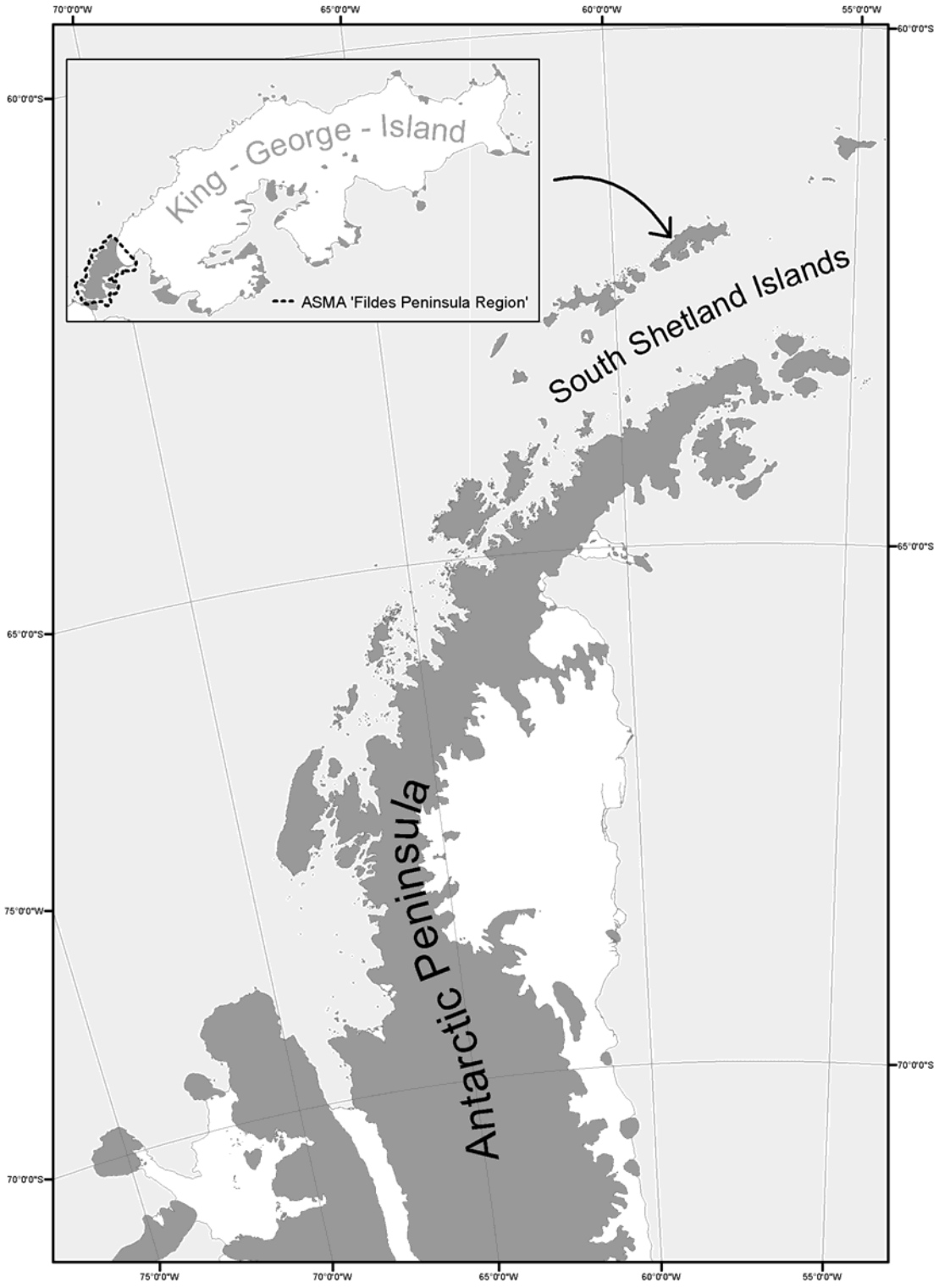
Special care has to be taken when installing, modifying or removing infrastructure from any site in the Region. Disturbance of wildlife, movement of soil, noise and pollution should be kept to a minimum. No infrastructure should be permanently installed outside the facility Zones. Environmental impact assessments are essential before any new installation and should be considered by the Region's Management Group.

Field camps for scientific purposes can be set up temporarily in small areas but require the permission of national authorities. A few sites within visitor zones could be used as campsites for tourists but special attention needs to be given to minimising their impact on the environment. Campsites should be located as far away as practicable from wildlife, lakes, streambeds and long-term experiments, to avoid damaging or contaminating them. Individuals or groups should bring sufficient equipment to ensure safety.

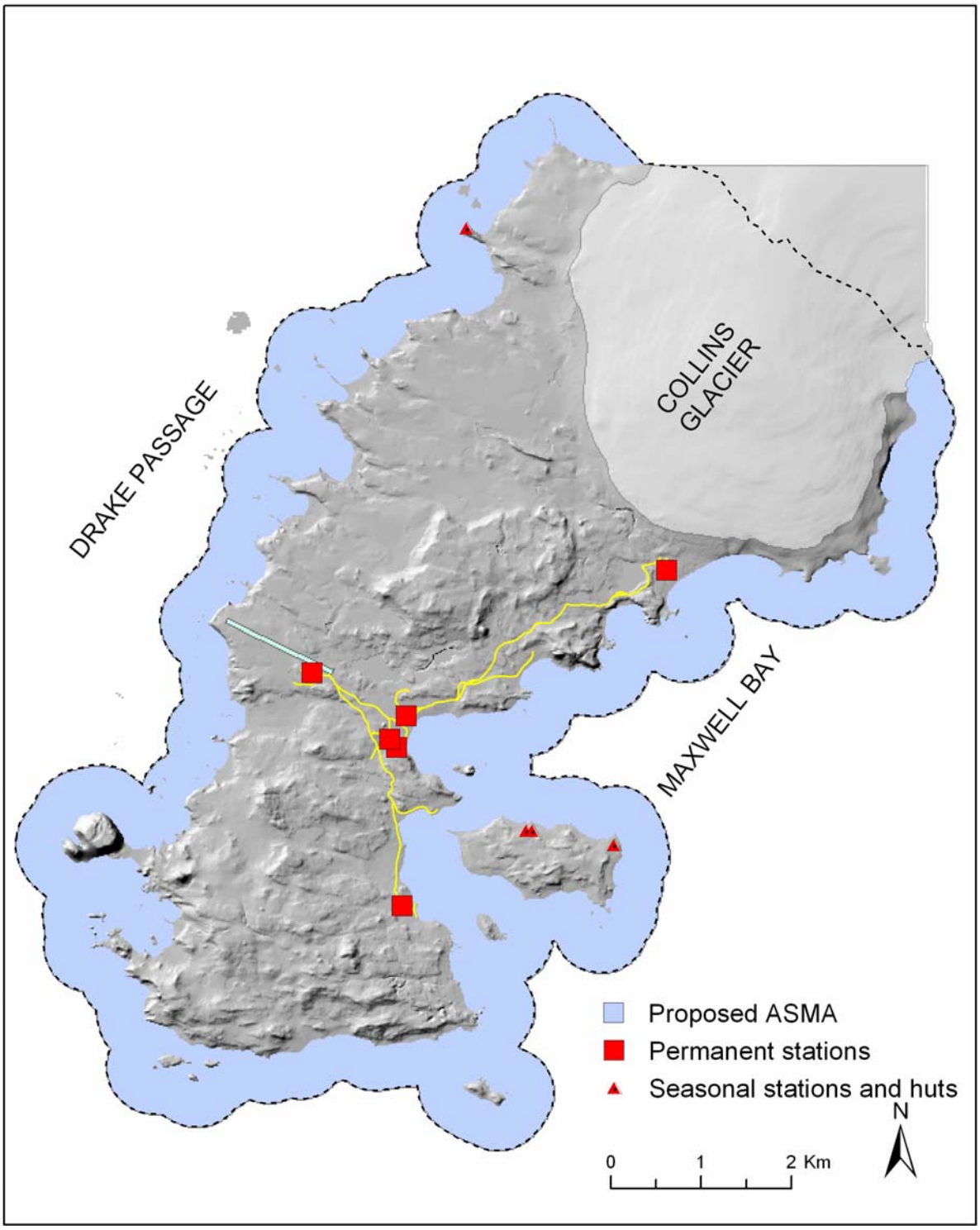
iv. Reporting requirements

Reports of activities in the Region should be coordinated and maintained by the Management Group in order to facilitate science and minimise cumulative effects. Inspection visits should occur frequently and reports on these visits should be considered in order further to reduce detrimental human effects on the environment. Any incidents in which protected values of the Region are damaged need to be reported to the Management Group. Tour operators should report their visits to authorities in the stations that want to be visited and to IAATO.

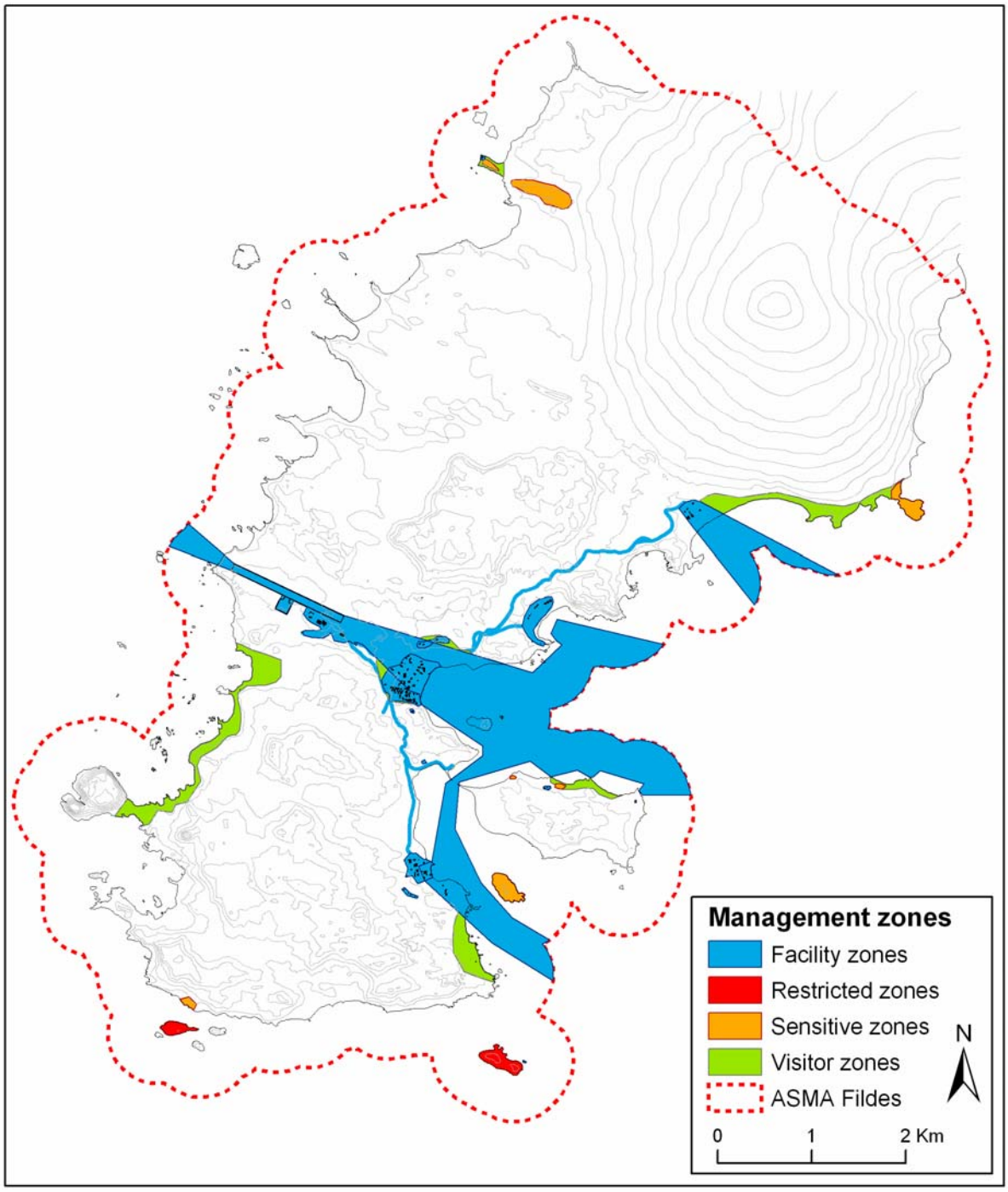
8. Maps



Map 1: The Fildes Peninsula Region ASMA No. *** located on King George Island, South Shetland Islands, Antarctica.



Map 2: The Fildes Peninsula Region ASMA No.***



Map 3: Proposed zones within the Fildes Peninsula Region ASMA. All areas inside the proposed ASMA that are not classified as one four zone types listed are classified as Wilderness zone.

9. Supporting Documents

- Management Plan for ASPA No. 150 – Ardley Island (Appendix 1)
- Management Plan for ASPA No. 125 – Fildes Peninsula (Appendix 2)
- Code of Conduct for the Facilities Zones (Appendix 3)
- Code of Conduct of Scientific Research (Appendix 4)
- Code of Conduct for Visitors (Appendix 5)

Appendix 1: Management Plan for ASPA No. 150 – Ardley Island

Ardley Island (62°13' S; 58°56' W) was designated as Site of Special Interest (SSSI) No. 33 through Recommendation XVI-2 in 1991. Chile proposed the designation due to the island's diverse community of birds and terrestrial plants. It since been renamed as Antarctic Specially Protected Area No. 150. The Area is used primarily for intensive research, but also includes a visitor zone. The Area's management plan is currently under revision (ATCM, 2006).

Appendix 2: Management Plan for ASPA No. 125 – Fildes Peninsula

The 'Antarctic Specially Protected Area' No. 125 (former SPA No. 12 at ATCM IV, Santiago, 1966, redesignated SSSI No. 5 at ATCM VIII, Oslo, 1975) has been designated in order to protect two geologically important sites with unique fossil *ichnolites* and outcrops of Tertiary strata which, in part, are easily accessible (http://www.cep.aq/apa/aspa/sites/aspa125/summary.html).

A scientific survey of fossils in 2003/2004 revealed, apart from the known sites, new fossil localities in the Region. These findings should be taken into account during the revision of ASPA No. 125.

Appendix 3: Code of Conduct for the Facility Zones

1. Introduction

The Fildes Peninsula Region ASMA contains Facility zones which include P. Frei and Escudero Stations (Chile), Great Wall Station (China), Bellingshausen Station (Russia) and Artigas Station (Uruguay) and the Chilean airport. It also includes infrastructure outside stations (all field huts, fuel tanks, lakes connected with pipelines for water supply), main roads, and beach areas used for logistic operations. Activities within these zones are to be undertaken according to the following Code of Conduct the aims of which are to:

- assure the health and safety of station personnel and visitors;
- facilitate scientific investigation in the Region by establishing and maintaining supportive infrastructure;
- protect the natural, scientific and cultural values of the Facilities Zone.

A copy of the complete Fildes Peninsula Region ASMA Management Package will be kept at the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan Stations where relevant maps and

information posters about the ASMA will also be available. The Station Leader or the Station Environmental Officer should brief station personnel on arrival about environmental management in the field, the location of protected areas, and the provisions of the ASMA Management Plan. Visitors should be made aware of the content of this Code of Conduct before arriving at the stations.

2. Station operation, construction and removal

2.1. Waste Management

Waste management should be included in the planning of all activities at the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan Stations. The detailed instructions are given in Annex III of the Environmental Protocol. Hazardous material should be removed from the Antarctic Treaty Area. Regular cleaning of rubbish from station grounds and surrounding areas reduces its dispersal into the environment by wind or birds. Cooperation between stations in clean-ups can increase their efficiency. Historical waste sites that cause adverse impacts should be cleaned up as soon as possible.

2.2. Use of water

Water sources need to be separated from any handling or disposal of wastes, fuel or other chemicals. Regular tests of water quality and routine cleaning of water holding tanks are necessary. Used station water should not be disposed of into the environment without treatment. Filter systems need to comply with current standards.

2.3. Generation of power

Regular inspections and modernisation of generators is required to reduce emissions and fuel leaks. Solar and wind power should be used as much as possible to minimize fuel demand.

2.4. Handling of fuel

The regular inspection of fuel storage facilities, supply pipe lines, pumps, reels and other fuel handling equipment is of high priority. Storage areas should be secured by sitting them a safe distance from living quarters and from electrical supplies. In order to avoid incidences of fuel spills, *e.g.* during fuel transfer, all measures must be considered. Any spills must be treated immediately with sufficient equipment (according to Oil Spill Contingency Plans in each station) with all available help by other stations on site. Station personnel should undergo regular emergency training.

2.5. Prevention of fire

Flammable substances need to be appropriately labelled. Fire fighting equipment should be available at dangerous sites like fuel stores and vehicle parks. Regular checks of electricity cables reduce the risk of short circuits.

2.6. Construction and removal of infrastructure

An Environmental Impact Assessment should be undertaken before any construction or removal of buildings according to Annex I of the Environmental Protocol. To avoid detrimental effects on the surrounding environment, station areas should not be further extended.

3. Traffic management

3.1. Land traffic

Vehicles should only be used around and between the stations when necessary. The existing road network should not be enlarged without a clear scientific or logistic purpose. Appropriate facilities must be provided for secure refuelling and servicing of vehicles. Any wildlife disturbance, vegetation damage, or interference with scientific work should be avoided.

3.2. Air traffic

Aircraft will generally take off from and land at the Chilean airport but the helicopter pads at the Chilean, Chinese and Uruguayan Stations can also be used where there is an operation reason. All air traffic should be conducted within the facility zones avoiding all other zones within the ASMA boundary. Special care should be taken when flying over land to reduce potential negative impacts on wildlife. Special guidelines should be followed as stated in the management plan of ASPA No. 150 and adopted ATCM recommendations (see also Harris 2006).

3.3. Sea traffic

Small boat and zodiac use should be restricted to the marine parts of the facility zones and only in support of scientific, logistic and tourist operations. All boats need to be operated by more than one person and be equipped with life jackets and VHF radios. Weather conditions need to be suitable to reduce the risk of accidents. For safety a second boat can be used or stay on stand-by for immediate support in an emergency.

4. Field excursions

The Station Leader or the Station Environmental Officer will brief field parties on environmental management in the field, the location of protected areas, and the provisions of the ASMA Management Plan. All waste from field parties, except for human waste (faeces, urine and gray water) will be returned to the stations for safe disposal. All field parties will be equipped with VHF radios.

5. Protected Areas

ASPA No. 125 and 150 are located in the Region. Station members will be made aware of the location of these areas and the restrictions on access to them. Information about the ASPAs including the management plans will be displayed in all stations.

6. Flora and fauna

Any activity involving the removal or harmful interference with native flora or fauna (Annex II to the Environmental Protocol) is prohibited unless authorised by a permit issued by the appropriate authority. Minimum approach distances to birds or seals should be followed to reduce disturbance. Scientists and visitors should take care near wildlife particularly in the breeding and moulting seasons. Birds are not to be fed on station food. Food wastes should be hidden to prevent scavenging by birds. The introduction of non-native species should be avoided by cleaning clothes, boots and equipment before entering the Region.

7. Visitors

Any visits to the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan stations should be arranged by informing the station leaders of the planned activity. Contacts are made via VHF Marine Channel 16. Station Leaders will co-ordinate visits to stations with Expedition Leaders. Visitors will be informed about the principles of this Code of Conduct and the ASMA Management Plan. They should follow visitor guidelines (Recommendation XVIII – 1, IAATO). The station leaders will appoint guides to present station-specific information. These guides should speak a language understood by the visitors.

Appendix 4: Code of Conduct of Scientific Research

Scientific investigations have priority among human activities in the Antarctic. Science activities in the Region include research on the fauna and flora, on fossils, climate, glaciers, streams, lakes, soils, and local geology and geomorphology. The following guidelines for scientific conduct seek to reduce the environmentally detrimental impact of research in the Region. Standard procedures recommended by the SCAR Code of Conduct for the Use of Animals for Scientific Purposes in Antarctica should be applied by all scientists.

1. Sampling and experimental sites

All sampling equipment should be clean before being brought into the field. The location of sampling sites should be recorded. No specimens of any kind, including fossils, should be displaced or collected except for scientific and associated educational purposes. Avoid leaving markers (*e.g.* flags) and other equipment for more than one season without marking them clearly with the event number and duration of the project.

2. Scientific installations

For scientific installations (*e.g.* meteorological stations, geographical installations) take care of the following:

- Installations should be located carefully, should be easily removable when required, and properly secured at all times to avoid dispersal by strong winds.
- All installations in the Region should be clearly identified by country, name of the principal investigator, and year of installation.
- Installations should be as energy-efficient as possible and use renewable energy sources wherever practicable.
- Installations should pose minimal risk of harmful impacts on the environment.
- Geographic locations of installations should be recorded.

3. Terrestrial fauna und flora

Handling, sampling or removal of Antarctic fauna and flora should be kept to the minimum necessary. Field campaigns should be planned carefully to reduce disturbance to a minimum. Movement between working sites should be conducted to minimise harmful interference with wildlife.

4. Streams

The geographic location of study plots and instrumentation should be documented. Limit the number of tracer and manipulative experiments. Whenever possible, use modelling approaches to extend the application of experimental results to other sites. Establish specific sites for biomass sampling and document geographic locations, sampling extent, and frequency. Limit biomass sample size to that required for the planned analyses and archiving.

5. Lakes

The area and extent of scientific study plots on lakes should be documented. Areas that have been used for sampling or accessing the lake should be reused to the greatest extent possible. To avoid cross contamination, samplers or other instruments used in one lake should be thoroughly cleaned (sterilize if possible) before their reuse in a different lake.

6. Sea

Provide adequate training for research divers and support teams so that impacts to the marine environment are minimised. Use technological developments that mitigate the environmental impacts of diving.

7. Soils

Restore disturbed surfaces as closely as possible to their natural state after completing your work. Excavate the smallest amounts of soil possible. Excavations should be backfilled to approximate the original contours. Limit use of mechanical equipment (*e.g.* Cobra drills, soil augers).

8. Glaciers

Take special security measure working on glaciers. If stakes or other markers are placed on a glacier, use the minimum number of stakes required to meet the needs of the research. When the research is finished remove all materials – wood, metal, and sensors embedded in the ice to minimize contamination. Avoid the use of chemicals and chemical solutions on the ice.

Appendix 5: Code of Conduct for Visitors

This code of conduct has been produced for all visitors to the Region including commercial tour operators (IAATO and non-IAATO members), private expeditions, and delegations of National Antarctic Programs when undertaking recreational visits.

There are a few sites in the Fildes Peninsula Region which may generally be visited: all facility zones, the Russian hut "Priroda", coastal sites south of the airport towards Flat Top Hill, east of the Uruguayan Station towards Nebles Point, the specified area on Ardley Island, and the beach south of the Chinese station (see Map 3). Visits to the stations are only permitted by prior agreement with the station leaders. Visits to other sites in the Region are discouraged.

The following general guidelines apply to all the above sites visited in the Region:

- Visits are to be undertaken in line with the Management Plan for the Fildes Peninsula Region ASMA ***, with Recommendation XVIII –1, and with IAATO visitor guidelines.
- All visits should be conducted in a way to reduce any risk to human safety.
- Vessels approaching Maxwell Bay must announce their planned activities via VHF Marine Channel 16 to the appropriate stations.
- Expedition Leaders from cruise ships and captains of other vessels in Maxwell Bay should wherever practicable contact local authorities to arrange positioning in the anchorage and landing procedures.
- For commercial cruise operators, no more than 100 passengers may be ashore at a site at any time, accompanied by a minimum of one member of the expedition staff for every 20 passengers. For Ardley Island special requirements need to be considered.
- In order to prevent biological introductions, carefully wash boots and clean clothes and equipment before landing.

- Maintain stated minimum approach distances from birds and seals which will reduce disturbance.
- Do not walk on vegetation. Walking on the alga *Prasiola crispa* (associated with penguin colonies) is permissible as it will not cause it any adverse disturbance.
- Do not take biological or geological souvenirs or disturb artefacts.
- If there is marked path or zone, do not leave it.
- Do not leave any litter.
- Do not write or draw graffiti on any man-made structure or natural surface.
- Do not touch or disturb any types of scientific instruments or markers.
- Do not enter any field hut if not permitted.
- Station leaders should be asked about site-specific guidelines.

Anhang 6: Alternative Management Approaches for the Fildes Peninsula Region

The following possible alternative approaches to conduct management activities in the Area could be considered for discussion within the international framework:

1. Zoning system without ASMA designation
2. Extension of ASPA 125
3. Special guidelines on station activities, science and tourism
4. Maxwell Bay ASMA
5. No changes in the current system

1. Zoning system without ASMA designation

A Zoning System without ASMA designation could contribute to protecting the Area in a non-legally binding way.

Between 2001 and 2003, studies of the effect of human activities (visits, air traffic) on Southern giant petrels *Macronectes giganteus* have been conducted on the Fildes Peninsula and the surrounding islands (Pfeiffer, 2005). It was shown that the birds became habituated to human activities in breeding sites that are frequently visited (near the Ripamonti base on Ardley Island). However, breeding birds on remote islands like Geologists, Two Summit or Dart Island reacted strongly with heart-rate increases and behavioural changes to visitors and air traffic. In several cases, human activities caused a loss of eggs or chicks and fly-off of many breeders and non-breeders. Therefore, a zoning system might be recommended to protect the breeding sites. *Restricted* and *Sensitive Zones* could be established to manage access to the Southern giant petrel colonies (Harris 1994). For example, Two Summit Island and Dart Island could be classified as *Restricted Zones*, and Geologists Island as well as breeding sites on the Fildes Peninsula and Ardley Island as *Sensitive Zones*. However, as these are clearly defined areas and there is only one management objective, it would not be essential to designate these sites as an 'Antarctic Specially Managed Area'.

If the spatial distribution of other seabirds and vegetation were also considered, a larger number of sites could be included as *Sensitive Zones*.

2. Extension of ASPA No. 125

In the first instance, competence for such an approach would lie with Chile as the original designator of this ASPA.

The 'Antarctic Specially Protected Area' No. 125 on the Fildes Peninsula was designated in 1981 in order to protect two geologically important sites. A scientific

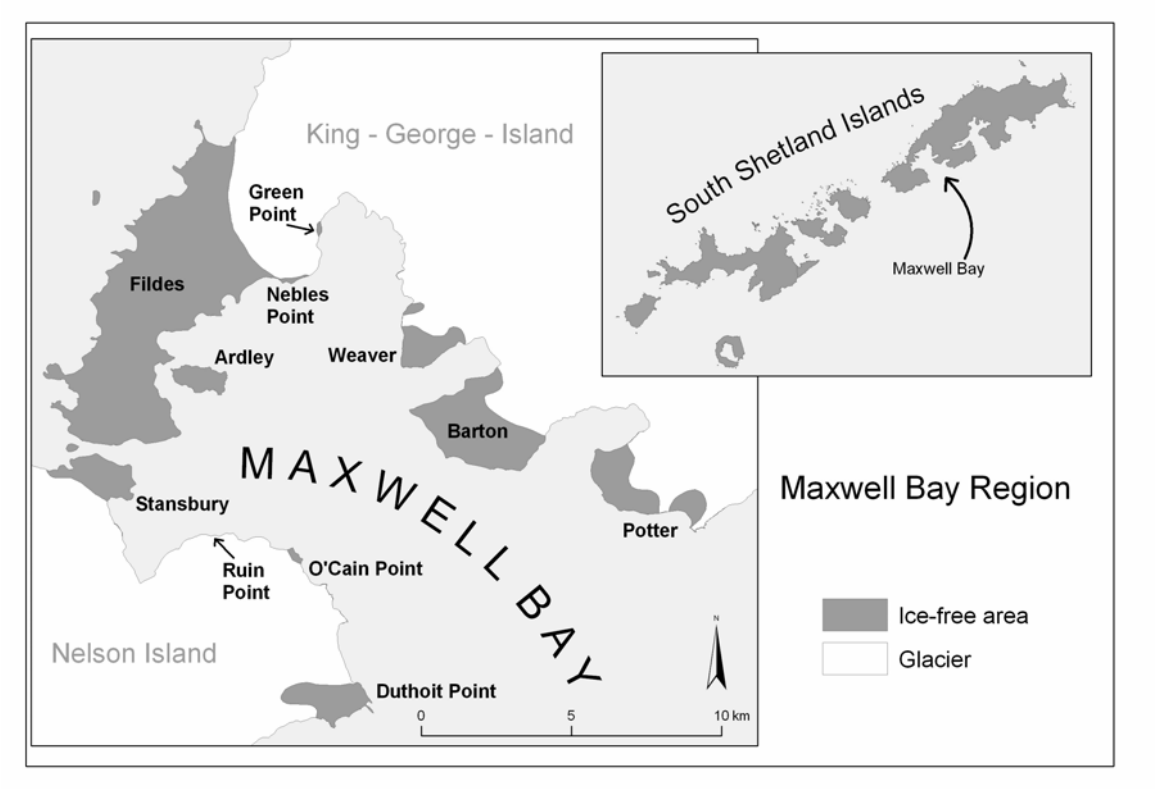
survey of fossils in 2003/2004 revealed, apart from the known sites, new fossil localities on the peninsula. These findings should be included in the revision of this ASPA currently being undertaken by Chile. If the area were extended accordingly (south site further southwards, north site to the north), consideration could be given to incorporating other management objectives (protection of bird or seal breeding sites, extensive vegetation patches).

3. Special guidelines concerning tourism, station activities, and science

Guidelines are a common instrument to provide direction in a non-legally binding way. In recent ATCMs, site-specific guidelines have been intensively discussed. For a number of frequently visited sites, site guidelines have already been applied by IAATO. A considerable database now exists on the extent of human activities on the Fildes Peninsula and the surrounding islands. *This database allows the identification of particular risks and threats.* Therefore, specific guidelines for visitors, and also for station personnel and scientists, could be established to increase the temporal and spatial protection of natural values. Additionally, air traffic guidelines could be updated according to new ATCM recommendations.

4. Maxwell Bay ASMA

Maxwell Bay is surrounded by a number of ice-free areas holding important seabird breeding sites and other natural values. It is a centre of scientific, logistic and tourist operations. The designation of an ASMA including the Fildes, Weaver, Barton and Potter peninsulas of King George Island, the northern part of Nelson (Stansbury Peninsula, Ruin, O'Cain and Duthoit Point – northeastern part of Nelson Island) and all islands inside the bay would involve all active nations in an integrated management approach (see Map 1). This approach is to be considered as a sensible additional step after designation of Fildes Peninsula Region ASAM. Collecting and evaluating data on environmental parameters and human activities, including their impact, is a necessary requirement before applying this approach.



Map 1. Maxwell Bay Region, South Shetland Islands, Antarctic.

5. No changes in the current system

Although the least favourable option, all existing ASPA boundaries could be kept, and no further management activities would be discussed, if parties agree that no additional protection measures are necessary. However, data collected in recent years suggest the need to update the management of human activities in the Region. *It is especially necessary to consider the continuing increase in* science, logistics and tourism in the Region and the uncertainties attending the future development of these diverse activities.

Anatomical and Morphological Assessment of Plant Macrofossils from King George Island, Antarctica

Author: Imogen Poole

Address: G3, Eiteren 99, 3401 PS, IJsselstein, The Netherlands

Email: i.poole@geo.uu.nl / ivanbergenpoole@yahoo.co.uk

Telephone: 00 31 30 2535068 / 6884513

Date: 8th February 2005

Contents

1. Introduction 3
2. Materials and Methods 4
3. Results 5
4. Discussion 7
    4.1 Leaf material 7
        4.1.1 Fossil Hill 7
        4.1.2 Valley Rio Madera 9
        4.1.3 Glacier 9
        4.1.4 Northern Plateau 10
    4.2 Wood material 10
        4.2.1 Fossil Hill 10
        4.2.2 Valley Rio Madera 11
        4.2.3 Glacier 11
        4.2.4 Northern Plateau 12
    4.3 Fertile material 13
5. Conclusion 13
6. References 14
7. Appendix I
8. Appendix II

1. Introduction

Fossil floras play an integral role in reconstructing the biodiversity and ecology of high latitude forests during the geological past (Hunt and Poole 2003). In recent years macrofossils, namely leaves and wood, have been found in great abundance from the Late Cretaceous to Tertiary fossiliferous strata of the Antarctic Peninsula. To the north of the Peninsula lie the South Shetland Islands at approximately 62°S (approximately coincident with that in the early Tertiary; Lawver *et al*., 1992; Figure 1). King George Island is the largest island in the South Shetland volcanic arc, which developed as part of the late Triassic to Recent Andean-West Antarctic subducting margin (McCarron and Larter 1998). On King George Island arc-volcanism is expressed by a volcanic sequence up to 3500m thick (Birkenmajer et al. 1991) associated plant-bearing sediments. King George Island has been one of the main foci for Antarctic palaeobotany for over a century since the plant fossils provide the most complete Palaeogene terrestrial record in Antarctica and are essential for understanding the dynamics and composition of an unique southern high latitude palaeoenvironment and vegetation (e.g. Hunt 2000, Poole et al. 2001).

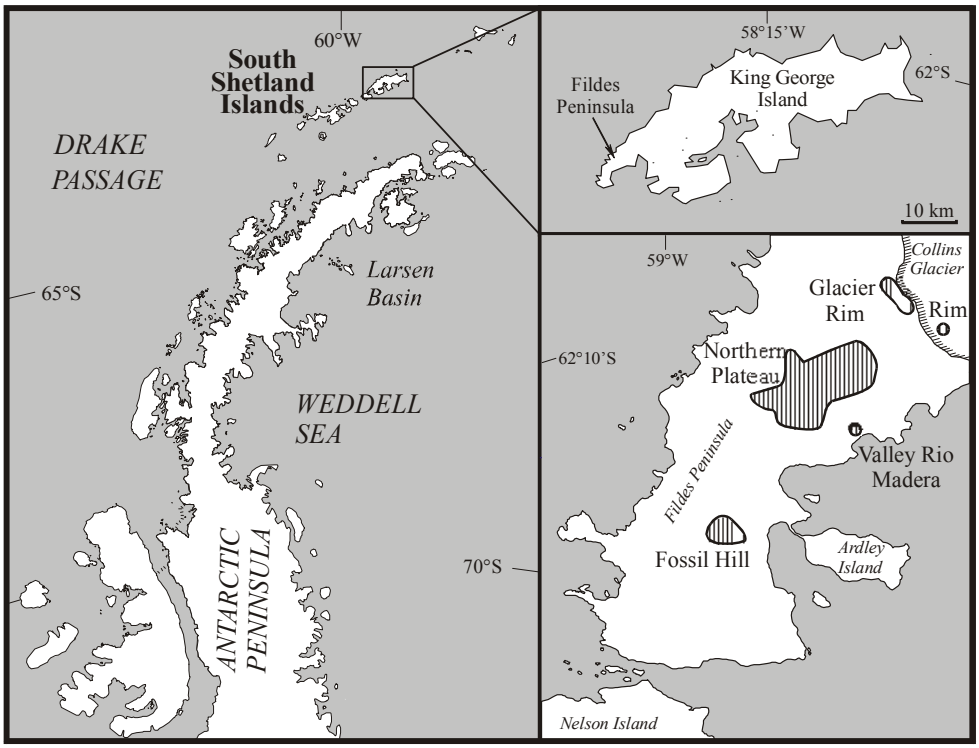


Figure 1: Map showing the location of the South Shetland Islands in relation to the Antarctic Peninsula (left); Fildes Peninsula on King George Island (top right); and the approximate position of the collecting localities on Fildes Peninsula (bottom right). [Map adapted from Hunt and Poole (2003) with information courtesy of Uwe Grunewald].

The traditional school of thought suggests that the vegetation declined in diversity through the Tertiary due to climate cooling and glaciation. However, more recent studies

(e.g. Hunt 2000, Poole et al. 2001, Hunt and Poole 2003) found that vegetation dynamics, as a result of ecological (volcanically-induced) disturbance, was a causal factor for vegetation changes through the Tertiary superimposed upon a backdrop of climate deterioration rather than simply as a result of climate change alone. High diversity floras may represent climax vegetation whereas low diversity, *Nothofagus* dominated floras may represent a successional flora following volcanic disturbance - a scenario similar to that seen in the Valdivian region of Chile today (Poole et al 2001). Therefore it is not surprising that many scientific expeditions, from e.g. China, Poland, South America and Britain, have focused (and still continue to do so) on collecting fossil plants from King George Island.

During the austral summer of 2003-2004 further collections of Tertiary (Eocene) plant macrofossils were made by Uwe Grunewald (Jena, Germany) from four main localities on Fildes Peninsula namely Fossil Hill, Glacier region, Northern Plateau and Valley Rio Madera (Figure 1) which were subdivided into a total of 35 sublocalities (Appendix I). No geological or lithological information for the localities was supplied. Fossil Hill was originally dated as Miocene in age (Orlando 1964) but later corrected to Paleocene-middle Eocene (Romero 1978), then ?late Paleocene-early Eocene (Troncoso) and more recently Ar/Ar dating has shown the volcanic sequences to be Middle Eocene (Hunt 2000). The other localities on Fildes Peninsula are all considered Middle Eocene in age (Hunt 2000) with Valley Rio Madera and Northern Plateau[1] (Rocky Cove) flora and the contemporaneous Glacier flora (Collins Glacier) considered to be relatively younger than the Fossil Hill flora (Shen 1999).

The material collected was then sent to Utrecht for assessment. Samples included impressions and carbonised compressions of small diameter axes, leaves and fertile appendages of angiosperms, gymnosperms and ferns. Petrified (silicified) wood samples of angiosperms and gymnosperms were also present. Initial examinations undertaken for the Progress report included preliminary categorisation of the material based on the quality of preservation. Further analysis has now been undertaken using light microscopy.

2. Materials and Methods

In total c.200 slabs consisting of 100 samples, with compressed axes, 64 samples with leaves, 55 samples of petrified wood, 5 samples with leafy shoots, 3 samples with fertile appendages, 3 samples with propagules, were provided (Appendix II). Slabs with organs (leaf, axis, leafy shoot etc) were recorded once and not every leaf and axis counted.

[1]Problems were encountered when trying to link the relevant Northern Plateau sublocalities (see Appendix I) with those collection sites of Hunt (2000). Although Hunt indicates equivalent sites on his maps (compare his Figures 2.1 and 2.2) from which he has collected botanical specimens (his Appendix I, Table 1.1) it appears that no name has been given to these sites located inland of Rocky Cove. Therefore it is assumed here that these sublocalities form the north-north westerly extreme of the Rocky Cove locality.

Leaf impression material was studied by light microscopy. Ordinary light microscopial examination of the leaf specimens revealed no cuticular remains except for one specimen (A7-01.09)(see Appendix I). Descriptive terminology is based on the Manual of Leaf Architecture (Leaf Architecture Working Group 1999). The leaf morphotypes were grouped in a hierarchical fashion based on characteristics of margin type and leaf venation wherever possible and preliminary assessment follows the classification of King George Island leaf material by Hunt (2001) as a reference.

Wood samples were studied with a hand lens and categorised according to their relative degree of preservation. Quality of preservation determined whether a specimen would be sectioned and in how many planes. Fourteen specimens were selected for sectioning in transverse- (TS), radial longitudinal- (RLS) and tangential longitudinal- (TLS) sections. Specimens that exhibited poorer quality preservation were selected for transverse sectioning initially and only if the transverse section revealed potentially good quality preservation were they further sectioned in the longitudinal plane. Some material was not sectioned due to their very poor quality of preservation as determined from studies with hand lens and binocular microscope. Sectioning followed standardised techniques employed for petrified fossil material (e.g. Haas and Rowe 1999). Identifications were made using published and unpublished literature of Poole and co-workers (e.g. Falcon-Lang and Cantrill 2000; Poole 2002; Poole and Barnes 2004; Poole and Cantrill 2001; Poole and Gottwald 2001; Poole and Francis 1999, 2000; Poole et al. 2003, 2001, 2000a,b,c).

Samples with carbonised remains of leaf fragments and/or axes, and organic debris have been noted but have not been subject to further analyses.

3. Results

After initial examination the samples were described and quantitatively recorded (Appendix II). From Figure 2 it is obvious that the majority of the material is comprised of small axes and fragments thereof, remains of leaves and petrified wood. Interestingly fertile appendages, propagules and leafy shoots are also present but in much smaller quantities. Since slabs with organs (leaf, axis, leafy shoot etc) rather than the individual organs themselves were recorded, this provides an under-representation of the abundance of leaves and axes present in the study. Attempts have been made to macerate coaly material from King George Island in the hope of finding preserved anatomy such as cuticles, which would aid identification of any leaf remains. However this has not been successful (Zhou and Li 1994). All samples were described wherever possible and the information summarised in Appendix II.

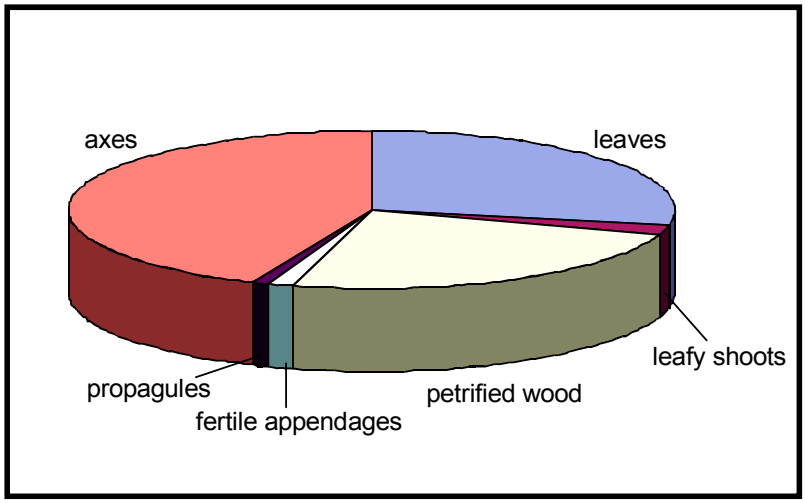


Figure 2: showing the relative proportions of the samples originating from King George Island.

Leaf fossils are preserved as impression or compressions (± mineralisation). Leaves are preserved as fragmentary remains. The floras comprise angiosperm, conifer, fern and possible bryophyte remains. Angiospermic taxonomic comparisons based on leaf floras require venation patterns, leaf morphotype and ideally cuticle remains. However, much of the material described here are fragments often with no venation patterns and neither clear outline of leaf morphology nor cuticles. Without cuticles, identification has to rely on physiognomic characters of leaf venation with many leaves exhibiting conservative morphologies that occur in a broad range of families. In short the botanical affinity of the leaves has been difficult to assess, a problem compounded by the lack of a well-described Tertiary database for floras from the Antarctic Peninsula region. Therefore the PhD thesis of Hunt (2000) has been used as a reference as this work includes a compilation of the largest and most diverse assemblage of Tertiary leaf morphotypes found from King George Island.

Wood identification relies on the petrifaction of cell lumen. Processes that disturb a faithful infill of the original plant material, and disrupt the petrified anatomy, can occur (i) pre-petrifaction such as attack from fungi and animals (e.g. termites on land, boring bivales in the sea), post burial compression; and/or (ii) post petrifaction such as the growth of minerals. The material studied here showed evidence of both pre-petrifaction attack (Figure 3) and petrifaction disruption (Figure 4) rendering the material difficult to identify. Most of the petrified material originated from the Glacier and Northern Plateau sites.

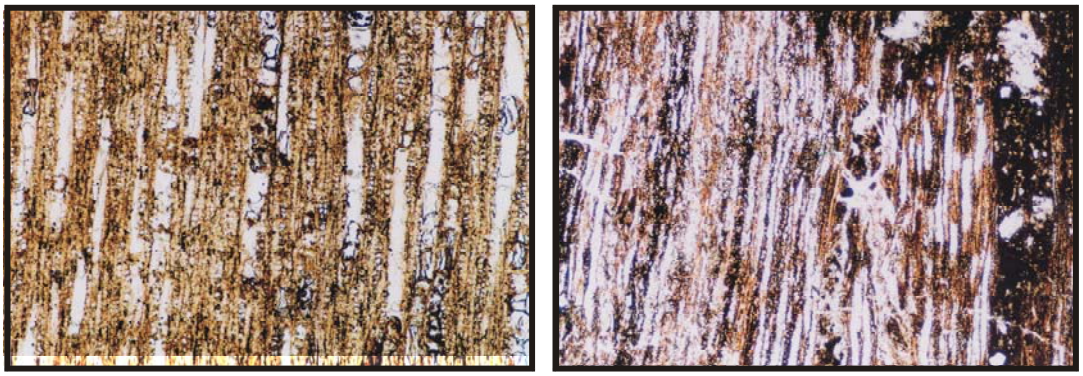


Figure 3: Preservational problems frequently encountered in the petrified wood material sampled from King George Island - predepositional attack by organisms disrupt anatomical structures needed for identification.

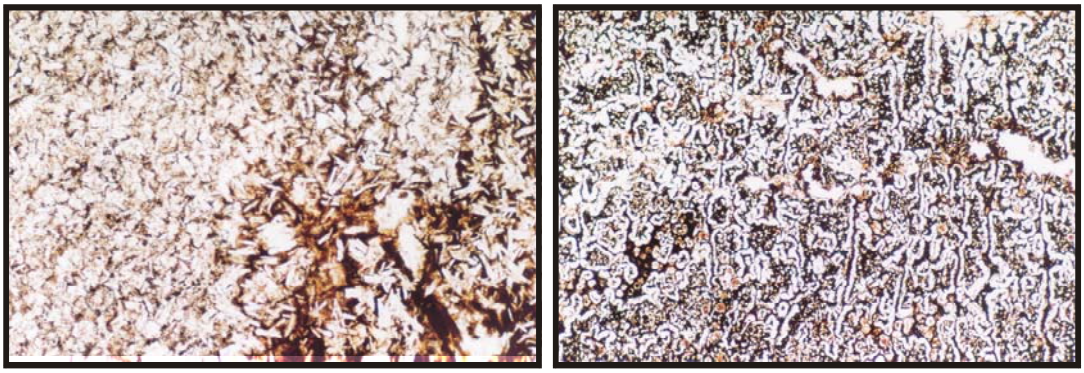


Figure 4: Preservational problems frequently encountered in the petrified wood material sampled from King George Island - mineral growth disrupts cells and fine anatomical structures required for identification.

4. Discussion

From Figure 2 and Appendix II it is obvious that there is an abundance of axes and leaves in the samples provided. The samples were derived from different sedimentological settings (information not provided), which seem to have affected the preservation of the material. Some of the samples have been subject to diagenesis, which is not surprising considering the postulated volcanic environment on King George Island during the early Tertiary (Poole et al. 2001).

4.1 Leaf material

4.1.1. Fossil Hill

Fossil Hill (on Fildes Peninsula) is one of the main palaeobotanical outcrops on King George Island and the stratigraphic units represent a development of lacustrine conditions following major volcanism-related debris flow deposition (Hunt 2000). Numerous plant fossils can be found at this locality mainly impressions characterised by thick, non-entire, pinnately veined leaves with semicraspedodromous venation of the *Monimiophyllum antarcticum* morphotype, palmately lobed leaves with actinodromous venation of the *Sterculia*-type and

entire margined leaves with actinodromous ventaion of the *Dicotylophyllum dusenii* morphotype (Birkenmajer and Zastawniak 1988, 1989). Conifers are represented by araucariaceous, podocarpaceous and cupressaceous morphotypes (Orlando 1964, Czajkowski and Rösler 1986, Troncoso 1984, Hunt 2000).

From the angiosperm leaf material collected during 2003-4 season there is evidence for three types of *Dicotylophyllum* sp.: (i) morphotype with an entire margined leaf similar in shape to the *Dicotylophyllum* type [illustrated by Birkenmajer and Zastawniak (1989) and (Morphotype 1.7 of Hunt (2000) and the *Pentaneurum dusenii* type illustrated by Li (1994)]. However the actinodromous venation, which characterises one of the *Dicotylophyllum* morphotypes, is only clear in A7-06.05 and relatively less distinguishable in A7-06.07; (ii) the second '*Dicotylophyllum'* morphotype (A7-02.01, A7-02.30 and by default A7-02.28) appears very similar to (i) but the venation is pinnate rather than actinodromous; (iii) Specimen A7-06.05 represents a third specimen of the *Dicotylophyllum* morphotype distinct in that it appears (?tri)lobed with a toothed margin and with three ?actinodromous primary veins. Superficial similarity lies with Morphotype 1.1 of Hunt (2000) but this type has a non-toothed margin. Trilobed lamina morphology with triple actinodromous triple branching primaries define these leaves as another species of *Dicotylophyllum* (Birkenmajer and Zastawniak 1989, Hunt 2000).

Possible nothofagaceous specimens are also represented: (i) A7-06.06 with strong subopposite venation, ?toothed margin and ?convex base with leaf trace (cf. Hunt 2000, Li and Shen 1990, Li 1994) [although it cannot be excluded that this specimen might be a leaflet of another morphotype (e.g. Morphotype 2.1 of Hunt 2000) although the size would indicate otherwise]; and (ii) A7-02-01 with greatest similarity to the *Nothofagus* morphotypes of Hunt (2000).

Other angiospermous leaves include a possible complete leaf(let) of the '*Sapindus'* type (A7-21.03) with its lobed margin and pinnate venation and a fragment of leaf with possible paliactinodromous venation suggests similarity to the *Sterculiaphyllum* morphotype of Dutra and Batten (2000) but their material was found in Upper Cretaceous sequences of King George Island and the material here is thought to be Eocene. Therefore it is recommended that further investigation might include this specimen. ?*Lauriphyllum nordenskjoeldii* (c.f. Morphotype 1.11 of Hunt; Dusén 1908) might be represented by the two juxtaposed specimens on A7-12-01. Morphotype cf. *Lomatia* (Proteaceae) characterised by the pinnatisect dissection of the lamina may be represented by one of the leaves on A7-02.26 and A7-02.27. Specimens on A7-02.29 and A7-01.04 may represent a further three morphotypes [c.f. Morphotypes 2.14 and 2.25, and 2.19 of Hunt (2000)].

Conifers are represented by morphotypes resembling podocarpaceous and cupressaceous conifers. The podocarpaceous morphotypes are characterised by elongate

leaves with a strong midrib (e.g. A7-01.06), the cupressoid conifer by a leafy shoot (A7-20.01) with oppositely paired scale leaves and phyllocladaceous fossils by flattened axes, or possibe phylloclades (e.g. A7-19.01).

Ferns are represented by gleicheniaceous (Hunt 2000) and possible dicksoniaceous types. Greatest similarity of the 'dicksoniaceous' ferns lies with those illustrated by Dutra and Batten (2000) yet no ferns of this type were recorded by Hunt (2000). Possible bryophytes, represented by a small leafy axis (A7-02.06), are also present. The leaf flora suggests a multistratal vegetation with bryophytes and ferns forming the lower strata with angiosperms and conifers making up the higher canopy. Although the material is scanty, evidence for podocarpaceous and nothofagaceous plants is of interest because the two genera are usually regarded as leading elements of the Late Cretaceous-early Tertiary floras of the Southern Hemisphere (Dettmann 1989, Truswell 1989, Zhou and Haomin 1994).

Evidence from marginal and non-marginal feeding traces indicate that trace-forming animal organisms (arthropods) also formed an important element of the ecology of the southern high latitudes.

4.1.2 Valley Rio Madera

Very little organic material has been found preserved in this location (R. Hunt pers. comm.). Fragmentary angiosperm leaves and rare seeds have been are recorded from previous expedition (Hunt 2000; Appendix I). Therefore it is of great interest that from the total material sampled from Fildes Peninsula during the 2003/4 field season the best preserved leaf fossils, A7-09.01, its probable counterpart A7-09.07, and A7-09.06, were found in this locality (Figure 5). Because of the excellent preservation, assessment has been somewhat easier for these fossils: A7-09.01 and A7-09.07 with their distinctive margin and apex are probably a leaflet of the pinnately compound '*Sapindus'* (sapindaceous) leaf.

A7-09.06 is distinct by its well-preserved acuminate apex and serrate margin. Unfortunately only the apical part of the leaf has been preserved and identification based on all characters not possible. However greatest similarity lies with the *Dicotyphyllum*, (possibly proteaceous) and *Rhoophyllum* (anacardiaceous) (Li 1994).

Other leaf material consists of conifers, such as possible phylloclades (A7-09.08) of ?*Phyllocladus*, and ferns.

4.1.3 Glacier

No leaf material was found at this locality during the 2003/4 field season. This is somewhat surprising as Hunt records in-situ fragmentary leaf fossils (Appendix I).

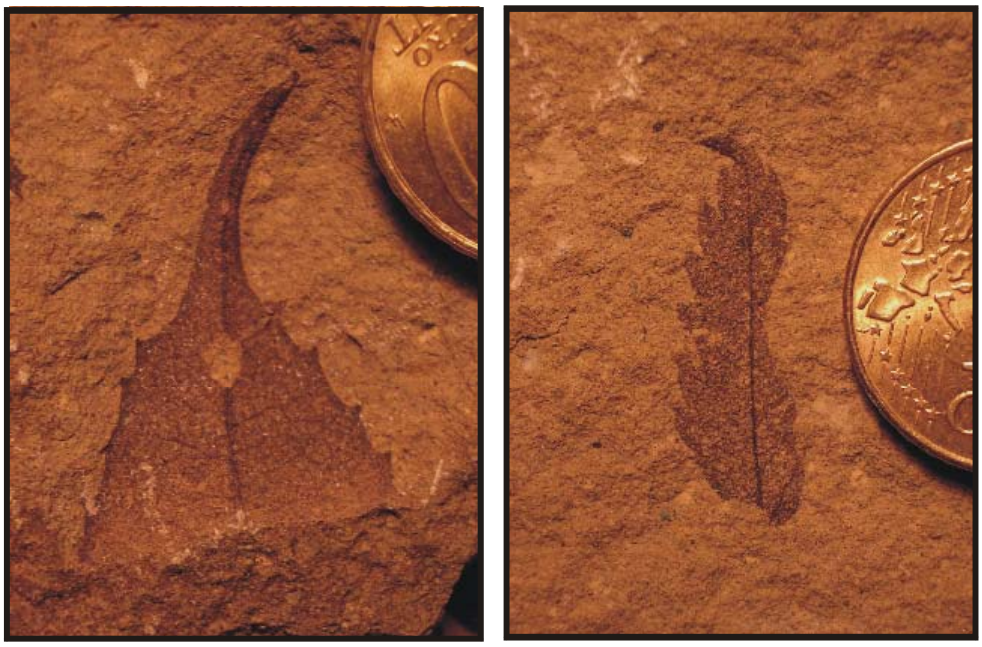


Figure 5: Specimens A7-09.06 (left) and A7-09.07 (right) with a 10 euro cent coin for scale to further illustrate the excellent preservation of leaf material found to the west of Valley Rio Madera

4.1.4 Northern Plateau

Relatively little material was found at this locality with the majority being coalified axes and a few leaves including a possible leafy coniferous shoot and an leafy axis of a ?bryophyte. Although Hunt (2000) records fragmentary leaf material from this area no further mention is made of it in his thesis suggesting that the material was of poor quality.

4.2 Wood material

Sceptics have suggested that a wood flora does not accurately represent the parent vegetation. However, Poole, Silman and van Bergen (unpublished data in Poole and van Bergen in press) showed a statistically highly significant representation of the local vegetation when wood samples were identified to family or genus level indicating that although not necessarily complete wood floras certainly complement and supplement data derived from other organ floras such that fossil wood alone goes a long way to providing a good representation of the vegetation from which it was derived. In light of this the above discussion exemplifies how important it is to sample all (macro)fossils from all localities to obtain a complete understanding of the palaeoenvironment.

4.2.1 *Fossil Hill*

This site yielded one piece of very poorly preserved petrified wood (A7-18-01) and abundant carbonised/coalified compressions of once woody axes (Appendix I). The petrified wood showed no indication of being well enough preserved to be taxonomically identified

and was therefore not sectioned. Compression material had no anatomy preserved thus preventing any taxonomic identification. One impression showed similarity to the axis of the sphenopsid *Equisetum*, a taxon known to have been growing in Antarctica at this time. However there were no nodes or laterals which would have confirmed identification. Two other compression/impression fossils were reminiscent of a conifer and a bryophyte axes but these remain to be confirmed. Interestingly, one piece of coalified material (not sectioned) showed the distinctive anatomy in transverse section associated with the nothofageous morphotype, *Nothofagoxylon corrugatus* (Poole et al. 2001, Poole 2002). No wood material has previously been recorded from this locality (Hunt 2000; Appendix I).

4.2.2 Valley Rio Madera

Woody material collected from this locality was disappointing in that it was predominantly carbonised axes which could not be identified due to the lack of anatomy and external morphology. However, previous thorough collections of plant material from this locality made by Hunt (2000) did not record the presence of wood material.

4.2.3 Glacier

The collections of Hunt (2000) record fragments of silicified wood, abundant large fragments of well-preserved wood and partially silicifed wood from this locality (Appendix I). Therefore it is not surprising that the majority of the petrified wood material collected during the 2003/4 field season from Glacier Rim included some of the largest and better preserved specimens. One piece had anatomy preserved enabling a tentative identification to the morphotaxon *Podocarpoxylon* (Figure 6).

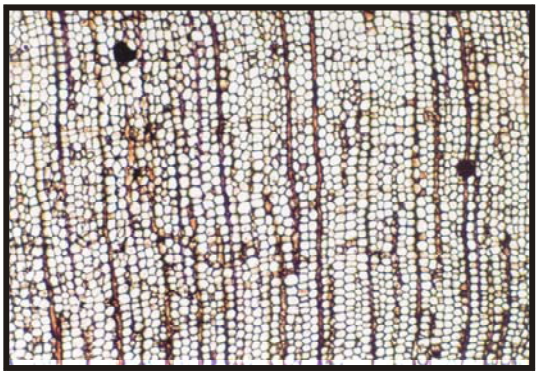


Figure 6: Specimen A7-28.02, TS of ?*Podocarpoxylon* wood illustrating the potentially well preserved anatomy in petrified conifer wood material found at Glacier Rim.

Alongside the petrified material compression of small axes were also sampled. This latter material had no anatomy or external morphology preserved and thus prevented taxonomic identification. The petrified material was sectioned and shown to include both angiosperms and conifer. However the preservation of this material was such that no further

taxonomic identification was possible. There were also two pieces of possible petrified bark. Very little work has been undertaken on modern bark anatomy (relative to anatomical studies of wood) yet bark material is occasionally found preserved in fossil floras. This highlights a potentially new and informative area of study providing further information on the habit of plants, such as fire tolerance. Since silicified wood and possible bark material has been found preserved at this location both during this field season and the one undertaken in 1999 by Hunt it would be desirable to undertake more intensive selective collections from this locality.

The majority of the other specimens comprise coalified fragments of axes with no anatomical preservation. However one specimen (A7-16.03, A7-17.06) has a distorted appearance with similarity to the tundra plants such as the habit exhibited by the magellanic *Nothofagus* and the Arctic willow (*Salix*). Another specimen (A7-27.07) exhibits possible bore holes.

4.2.4 Northern Plateau

'Woody' material from this locality consisted of silicified fragments but when sectioned no anatomy could be determined in many of the specimens and thus the material could not be identified. It is likely that these 'woody' pieces have an inorganic origin. Several pieces were of interest and could be identified to angiosperm and conifer. The longitudinal sections, needed to enable finer systematic identification, were preserved such that for many specimens no further taxonomic assessment could be made.

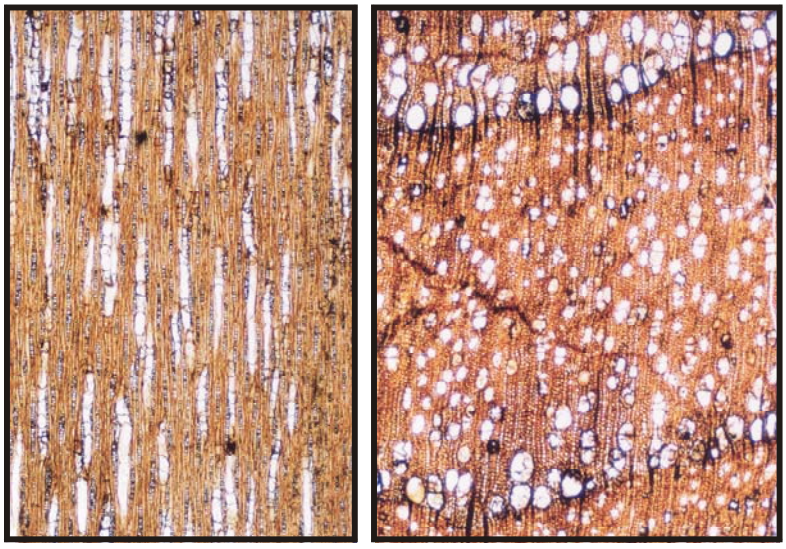


Figure 7: Specimen A7-32.01, *Eucryphiaceoxylon eucryphioides*, illustrating the potentially well preserved anatomy in petrified wood material found at Glacier.

One piece of angiosperm wood with good anatomical preservation enabling identification to *Eucryphiaceoxylon eucryphioides* (Figure 7) was collected - this taxa has been described from King George Island by Poole et al. (2001). Hunt (2000) also records silicified wood from this area of Fildes Peninsula but does not comment on the quality of preservation.

4.3 Fertile Material

Publications concerning the reproductive material from King George Island are relatively limited although fertile material is not uncommon (cf. Hunt 2000). The collection undertaken in 2003-4 included a number of possible reproductive/fertile material. Valley Rio Madera yielded possible propagules (A7-09.08) and a ?fertile organ with terminal papillae (A7-08.03). At Fossil Hill possible fertile organ reminiscent of Fertile Organ sp. 2 of Hunt (2000) was found exhibiting similarities with the cupules of the Fagaceae and Nothofagaceae (Hunt 2000).

5. Conclusions

The most abundant collections were made from Fossil Hill (Appendix I) with nearly 90 specimens from 16 sublocalities sent for examination. This is not surprising considering that Fossil Hill is probably one of the most fossiliferous localities on King George Island. The material is composed of propagules, leaves, leafy shoots, coalified axes and silicified wood with taxa affiliated to conifers, dicotyledonous angiosperms, ferns, possible *Equisetum*, and bryophytes. Representatives of these taxa have already been recorded by previous workers in this area but this study provides further evidence for the fossiliferous nature of this locality. The potential of finding well preserved plant material from this locality is very high. This locality should be considered to be of high scientific interest.

Valley Rio Madera, not known for its organically preserved material, yielded the best preserved leaf material with anacardiaceous/proteaceous and sapindaceous affinities. Other coniferous and fern leaf material along with some propagules were also recorded. Wood was absent. The findings of this 2003/4 field season highlights the importance of continued collecting at localities where previous expeditions have not found interesting material. The potential of finding well-preserved plant material at this locality is relatively high and this site should be considered to be of (moderate to) high scientific value.

No leaf material was found at Glacier but podocarpaceous wood and bark, from unknown taxa, were found. This is an important locality for fossil wood material with the potential of finding well-preserved material is very high. Glacier should be considered to be of high scientific interest.

At Northern Plateau there is a relatively high potential of finding good quality angiosperm and conifer wood material amongst the poorly preserved material. One eucryphiaceous piece of angiosperm has been recorded. Leaf material was limited and only leafy shoots of coniferous and ?bryophte origins were recorded. This locality should be considered to be of moderate (to high) scientific interest.

The addition of more material, particularly both from previously relatively unexplored and well-studied localities, testifies to the palaeobotanical richness of Fildes Peninsula on King George Island area and its importance to understanding past biodivesity and ecosystem dynamics of Antarctica. Hunt (2000), in conclusion to his intensive study of the fossils from King George Island, also concluded that the there is a great potential for further palaeobotanical research on King George Island both at existing sites, especially in light of the retreat of ice-margins revealing new fossiliferous material, and under studied sites. Along with the much needed geochronological and stratigraphic studies, to detemine the precise age and relationships of the various Tertiary palaeofloras, any future rigorous, yet selective, studies of the macro (and micro) fossils on King George Island will greatly enhance our understanding of an environment with no modern analogue today.

6. References

Birkenmajer K., Francalanci L., Peccerillo A. 1991. Petrological and geochemical constraints on the genesis of Mesozoic-Cenozoic magmatism of King George Island, South Shetland Islands (West Antarctica). *Antarctic Science* 3, 293-308.

Birkenmajer K., Zastawniak E. 1988. Late Cretaceous-Early Neogene vegetation history of the Antarctic Peninsula Sector. Gondwana break-up and Tertiary glaciations: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences* 37, 63-88.

Birkenmajer K., Zastawniak E. 1989. Late Cretaceous-Early Tertiary floras of King George Island, West Antarctica: their stratigraphic distribution and palaeoclimatic significance. *In* Crame, J. A., (ed.) *Origins and evolution of the Antarctic biota*. Geological Society Special Publications No 47: London, Geological Society, 17-26.

Czajkowski S., Rösler O. 1986. Plantas fosseis da Peninsula Fildes; Ilha Rei Jorge (Shetlands do Sul); Morfografia das impressoes foliares. *Anais Academia Brasileira de Ciencias Supplemento* 58, 99-110.

Dettmann M.E. 1989. Antarctica: Cretaceous cradle of austral emperate rainforests? *In* Crame J.A. (ed.) *Origins and evolution of the Antarctic biota*. Geological Society Special Publications No. 47. pp. 89-107.

Dusén P. 1908. Über die Tertiäre Flora der Magellansländer. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach den Magellansländern 1895-1897*, 1, 87-107 241-248.

Dutra T., Batten D. 2000. Upper Cretaceous floras of King George Island, West Antarctica and their palaeoenvironmental and phytogeographic implications. *Cretaceous Research*. 21, 181-209.

Falcon-Lang, H.J., Cantrill, D.J. 2000. Cretaceous (Late Albian) Coniferales of Alexander Island, Antarctica. 1: Wood taxonomy: a quantitative approach. *Review of Palaeobotany and Palynology* 111, 1-17.

Haas H., Rowe, N.P. 1999. Thin sections and wafering. In: T.P. Jones and N.P. Rowe (eds.), *Fossil Plants and Spores: modern techniques*. Geological Society, London, pp. 76-81.

Hunt R.H. 2001. Biodiversity and palaeoecology of Tertiary fossil floras in Antarctica [Ph.D. thesis]: University of Leeds, 400 p.

Hunt R.J., Poole I. 2003. Revising Paleogene West Antarctic climate and vegetation history in light of new data from King George Island. *In* S.L. Wing, P.D. Gingerich, B. Schmitz and E. Thomas (eds). *Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene*. Geological Society of America Special Paper 369, 395-412.

Lawver L.A., Gahagan L.M., Coffin M.F. 1992. The development of paleoseaways around Antarctica: *Antarctic Research Series* 56, 7-30.

Leaf Architecture Working Group. 1999. *Manual of leaf architecture – morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms*: Washington D.C, Smithsonian Institution, 67p.

Li H. 1994. Early Tertiary Fossil Hill flora from Fildes Peninsula of King George Island, Antarctica. In Y. Shen (ed.) *Antarctica State Antarctic Committee Monograph 3 Stratigraphy and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island*, pp 173-189.

Li H. Shen Y. 1990. A preliminary study of Fossil Hill flora from Fildes Peninsula of King George Island, Antarctica. *Acta Palaeontological Sinica* 29, 147-153.

McCarron J.J., Larter R.D. 1998. Late Cretaceous to early Tertiary subduction history of the Antarctic Peninsula: *Journal of the Geological Society, London* 155, 255-268.

Poole I. 2002. Systematics of Cretaceous and Tertiary *Nothofagoxylon*: Implications for Southern Hemisphere biogeography and evolution of the Nothofagaceae. *Australian Systematic Botany* 15, 247-276.

Poole I., Barnes R. 2004. Wood anatomy of *Eucryphia jinksii* and *Eucryphia wilkei* (Eucryphiaceae): two narrow endemics from Queensland, Australia. *Australian Journal of Botany* 52, 739-745.

Poole I., van Bergen P.F. in press. Physiognomic and chemical characters in wood as palaeoclimate proxies. *International Journal of Plant Ecology*

Poole I., Cantrill D.J. 2001. Fossil woods from Williams Point Beds, Livingston Island, Antarctica: a Late Cretaceous southern high latitude flora. *Palaeontology* 44, 1081-1112.

Poole I, Francis J.E. 1999. The first record of fossil atherospermataceous wood from the upper Cretaceous of Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology* 107, 97-107.

Poole I., Francis J.E. 2000. The first record of fossil wood of Winteraceae from the Upper Cretaceous of Antarctica. *Annals of Botany* 85, 307-315.

Poole I., Gottwald H. 2001. Monimiaceae *sensu lato*, an element of Gondwanan polar forests: Evidence from the Late Cretaceous-early Tertiary wood flora of Antarctica. *Australian Systematic Botany* 14, 207-230.

Poole I., Cantrill D.J., Hayes P., Francis J.E. 2000*a*. The fossil record of Cunoniaceae: new evidence from Late Cretaceous wood of Antarctica. *Review of Palaeobotany and Palynology* 111, 127-144.

Poole I., Gottwald H., Francis J.E. 2000*b*. Illiciaceae*,* an element of Gondwanan polar forests? Late Cretaceous and Early Tertiary woods of Antarctica. *Annals of Botany* 86, 421-432.

Poole I., Hunt R.J., Cantrill D.J. 2001. A fossil wood flora from King George Island: ecological implications for an Antarctic Eocene vegetation. *Annals of Botany* 88, 33-54.

Poole I., Mennega A.M.W., Cantrill D.J. 2003. Valdivian ecosystems in the late Cretaceous and early Tertiary of Antarctica as evidenced from fossil wood. *Review of Palaeobotany and Palynology*124, 9-27

Poole I., Richter H., Francis J.E. 2000*c*. Gondwanan origins for *Sassafras* (Lauraceae)? evidence from Late Cretaceous fossil wood of Antarctica. *International Association of Wood Anatomists Journal* 21, 463-475.

Romero E.J. 1978. Paleoecológia y paleofitografia de las tafofloras del Cenafitico de Argentina y àreas vecinas. *Ameghiniana* 15, 209-227.

Troncoso A. 1986. Nuevas organo-especies en la tafoflora Terciaria inferior de peninsula Fildes, isla Rey Jorge, *Antartica. Serie Cîentifica Instituto Àntartico Chileno* 34, 23-46

Truswell E.M. 1989. Cretaceous and Tertiary egetation of Antarctica: a palynological perspective. *In* Taylor TN and Taylor EL (eds) *Antarctic Paleobiology*. Springer-Verlag, New York, pp. 71-88.

Zhou Z., Li H. 1990. Early Tertiary gymnosperms from Fildes Peninsula, King George Island. *In* Y. Shen (ed.) *Antarctica State Antarctic Committee Monograph 3 Stratigraphy and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island*, pp 191-221.

Zhou Z., Li H. 1994*a*. Some Late Cretaceous plants from King George Island. *In* Y. Shen (ed.) *Antarctica State Antarctic Committee Monograph 3 Stratigraphy and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island*, pp 85-96.

Zhou Z., Li H. 1994*b*. Early Tertiary ferns from Fildes Peninsula, King George Island, Antarctica. *In* Y. Shen (ed.) *Antarctica State Antarctic Committee Monograph 3 Stratigraphy and Palaeontology of Fildes Peninsula, King George Island*, pp 133-171.

7. Appendix I: Summary of the collecting localities and the fossil material found relative to previous collections of *Hunt (2000)

Locality 2003/4 season	sublocalities	material	Equivalent locality 1999 BAS season*	sublocalities	material
1. Fossil Hill	A7-01; A7-02; A7-03; A7-04;	rare ?fertile organs,	Fossil Hill	P.3030	occasional leaf material
	A7-05; A7-06; A7-10; A7-12;	abundant carbonised axes,		P.3032	abundant carbonised leaves
	A7-18; A7-19; A7-20; A7-21;	compressions and impressions of		P.3034	scattered leaf impressions
	A7-37	fragmentary leaves		P.3036	rare leaf material
2. Valley Rio Madera	Valley Rio Madera: A7-08; A7-22	fragments of leaves and axes	Rocky Cove	P.3029	fragmentary angiosperm leaves and rare seeds
				P.3035	rare leaf material
	west of Valley Rio Madera:	few, well preserved leaf material,			
	A7-09; A7-24	impressions and compressions			
		of leaf material, coalified/carbonised			
		axes			
3. Glacier	Glacier Rim: A7-13, A7-38, A7-39, A-40;	silicified wood, rare coalified axes,	Collins Glacier	P.3019	fragments of silicified wood
	A7-26, A7-27, A7-28, A7-29	no leaves		P.3023	abundant large fragments of well preserved wood
				P.3025	in-situ fragmentary leaf fossils, and partially silicified wood
	Glacier: A7-16, A7-17	coalified axes, very rare ?scales		P.3020	poorly preserved fossil wood and stems
4. Northern Plateau	Northern Plateau: A7-14, A7-15; A7-30,	coalified axes, silicified wood,	?Rocky Cove	P.3018	silicified wood
	A7-31, A7-32, A7-33; A7-34, A7-35	leaves and leaf fragments		P.3026	fragmentary wood and leaf material
				P.3033	rare silicified wood
	Laguna Nevada, north of Northern	silicified material resembling wood			
	Plateau: A7-25	externally			

8. Appendix II: Summary of the King George Island specimens collected during the 2003/4 field season

Specimen number	locality	fossilisation	fossil type	notes	systematic Identity *Morphotype numbers of Hunt 2001
A7-01.01	Fossil Hill	impressions	?organic	inorganic, but possibly had an organic origin (e.g. leaf, twig lying perpendicular to the direction of flow) but no organic preservation prevents further determination	--
A7-01.03	Fossil Hill	impressions (negative)	propagules	possible propagules comprising infill with cast of external morphology preserved. Other propagules probably occupied the depressions seen on the surface	cf. *Isolated seed sp. 6 & 7
A7-01.04	Fossil Hill	impression	?leaf	leaf fragment of notophyllous leaf (or small microphyll), leaf margin serrate, midrib present	angiosperm; cf. *M2.19
A7-01.05	Fossil Hill	cast with impression	propagule	3-d casts of the internal structure of two propagules with possible remains of original outer organic material in the impression (depression) on the rock surface; groove present on one and ridge present on the second possibly indicating attachment of two nutlets	?angiosperm
A7-01.06	Fossil Hill	impression (cast)	?organic		--
A7-01.09	Fossil Hill	compression	leaf	and mineralisation of ?leaf with longitudinal ridge (?midrib) and evidence for epidermal anatomy present	conifer; cf. *?*Podocarpus* sp. 1 *?*Podocarpus* sp. 2
A7-01.10	Fossil Hill	impression	axis	possible axis, no organic remains, 25mm diameter and 130mm length, no anatomical preservation	--
A7-01.11	Fossil Hill	cast with impression	axis	?cast of axis 35mm in length by 7mm in width, no anatomical peservation	--
A7-01.12	Fossil Hill	impression	axis	axis with longitudinal striations, 30mm diameter by >110mm length, no anatomical preserved	--
A7-01.14	Fossil Hill	impression	leaf	leaf with serrate margin, no venation, >40mm in length by >7mm width	?angiosperm
A7-01.15	Fossil Hill	impression	propagule	(depressions, unknown) possible propagule with groove visible	--
A7-02.01	Fossil Hill	impressions	leaves	three leaf fragments: i. microphyll with clear midrib and alternate venation ii. linear microphyll with entire margin ?alternate venation and possible insect damage (trace feeder) iii. microphyll with no margin preserved but clear brochidodromous venation	 angiosperm; *M2.48 *Nothofagus* sp. angiosperm; cf. *M1.7 angiosperm
A7-02.03	Fossil Hill	impressions	leaves, axes	leaf fragments including: i. ?notophyll with strong primary and secondary venetion, no margin or apex, possible present of gall and insect damage ii. ?shoot	 angiosperm conifer
A7-02.04	Fossil Hill	impressions	leaves	?palmately lobed notophyll with prominent primary veins and ?alternate secondary venetion	angiosperm; cf. *M1.1
A7-02.05	Fossil Hill	impressions	leaves	entire margined microphyll, secondary veins not clear	angiosperm; cf.*M1.11 ?*Lauriphyllum nordenskjoeldii*
A7-02.06	Fossil Hill	impressions	leaves, axes	?leaves and axes; comprising: i. small leafy axis of 3mm in length ii. possible axis with leaf(let)s	 ?bryophyte --
A7-02.07	Fossil Hill	compressions	axes	carbonised axes up to 15mm diameter and 40mm in length; no anatomy preserved	--
A7-02.08	Fossil Hill	compression	axes	coalified fragments of axes	--
A7-02.09	Fossil Hill	impressions	leaves	lamina at least 25mm in length, bipinnate, primary rachis of unknown width and pinnae arrangement unknown, pinnules opposite to subopposite, overlapping, convex basally and flattened apically	fern; some similarity to *Fern sp. 7 and Gleicheniaceae cf. Cantrill (1998, 2000)
A7-02.10	Fossil Hill	impressions	leaves	fragment of nannophyllous leaves with entire margin, strong midrib i. one with and ?cordate base, venation apparent to upper edge of fragment ?pinnate ii. leafy shoot <2mm diameter by 10mm length, with ?paired scale leaves	 angiosperm; -- conifer; ?Cupressaceae
A7-02.11	Fossil Hill	compression	axis	coalified axis >55mm diameter by indeterminable length	--
A7-02.12	Fossil Hill	compressions	axes	fragment of probable axis/axes with longitudinal striations, no anatomical preservation	--
A7-02.13	Fossil Hill	impressions	leaf	fragment of minutely serrated microphyll with strong midrib and alternate secondary venation, cordate (or lobate)	angiosperm
A7-02.14	Fossil Hill	impressions	twig	branched axis	?conifer
A7-02.15	Fossil Hill	compression	?axis ?leaf	coalified organ with longitudinal striations, probable axis	?Equisetum but no node to clarify
A7-02.16-23	Fossil Hill	compressions	axes, leaf	8 pieces, see below	
A7-02.16	Fossil Hill	impressions	leaf	>15mm length by 2mm width, with prominent midrib, entire margin, linear with ?acuminate tip	cf. *Podocarpus* sp. Zhou & Li 1994a
A7-02.17	Fossil Hill	compression	axis	coalified axis fragment 15mm width by 60mm length	?bryophyte
A7-02.18	Fossil Hill	compression	?fertile organ	8mm in length by 2mm in width with rounded base and ?elongate valves	similar to Fertile Organ sp. 2 of Hunt 2001
A7-02.19	Fossil Hill	compressions	axes	coalified axis/es fragments, no anatomical detail	--
A7-02.20	Fossil Hill	compression	axis	?coalified curved axis >15mm width by >45mm length; no anatomical preservation	--
A7-02.21	Fossil Hill	impression	axis	axis with obvious linear striations, 45mm length by 10mm width, possible node present with lateral appendage	?*Equisetum*
A7-02.22	Fossil Hill	compression	axis	small fragment of axis; no anatomical detail	--
A7-02.23	Fossil Hill	compression	leaf	microphyll with prominent primary vein, alternately arranged secondary veins, margin toothed	angiosperm; cf. ?*Nothofagus* type
A7-02.26	Fossil Hill	impressions	leaves	fragments of at least three leaf types: i. pinnately lobed notophyll with possibly ?serrate margin, narrow, straight margined apex ii. notophyll with subopposite to alternate secondary venation, margin unclear	 angiosperm; cf. *M2.4 *Lomatia* sp. angiosperm

				iii. ?oval microphyll with ?entire margin	angiosperm
				iv. fragment with strong midrib and ?cordate base	angiosperm
A7-02.27	Fossil Hill	impressions	leaves	fragments of three leaf types:	
				i. linear microphyll with entire margined and prominent midrib	conifer; cf. *_Podocarpus_ sp. 1
				ii. microphyll/notophyll with at least 3 ?primary veins branching from common point, secondary venAtion, no margin	angiosperm
				iii. microphyll with strong pinnatisect dissection of the lamina, ?serrate margin	angiosperm; cf. *M2.4 _Lomatia_ sp.
A7-02.28	Fossil Hill	impressions	leaf	[counterpart of A7-02.30] microphyll with entire margin, distinct midrib and decurrent base	angiosperm; *M1.7
A7-02.29	Fossil Hill	impressions	leaves	leaf fragments including:	
				i. linear nannophyll with entire margined, midrib, high length:width ratio	conifer cf. *?_Podocarpus_ sp.1 & *?_Podocarpus_ sp.2
				ii. microphyll with crenate margin, midrib and secondary veins preserved	angiosperm cf. *M2.25
				iii. part of larger microphyll with venation and ?dentate margin	angiosperm cf. *M2.14
				iv. part of larger microphyll with venation, no margin	angiosperm
A7-02.30	Fossil Hill	impressions	leaf	[counterpart of A7-02.28] microphyll with entire margin, distinct midrib and decurrent base	angiosperm; *M1.7
A7-02.31	Fossil Hill	impressions	leaf	leaf fragments including:	
				i. nannophyll/microphyll with dentate margin and some venation	angiosperm
				ii.?basal portion of microhpyll with clear midrib and some secondary and higher order veins, ?lobed	angiosperm
A7-02.32	Fossil Hill	impressions	leaf	linear microphyll with entire margin	conifer; cf. *_Podocarpus_ sp. 1
A7-02.33	Fossil Hill	impressions	leaf	?leaf fragment with prominent midrib but no further venation, margin not preserved	--
A7-03.01	Fossil Hill	impression	?axis		--
A7-03.02	Fossil Hill	impression	?axis		--
A7-04.01	Fossil Hill	cast	axis	cast of ?axis, >5mm length and 3mm diameter	--
A7-04.02	Fossil Hill	impressions	?axis	axis 12mm diameter by 110mm length with possible more or less spherical branch scar c. 7mm diameter	--
A7-04.03	Fossil Hill	impressions	axis		--
A7-05.01	Fossil Hill	impression	axis	carbonised large woody axis >72mm diameter and >265mm length	--
A7-05.02	Fossil Hill	compression, cast	axis	carbonised compression over cast of axis, 55 mm diameter by >130mm length, no anatomical preservation	--
A7-05.03	Fossil Hill	impression	axis	coalified woody axis; >60mm diameter and 150mm length	--
A7-05.04	Fossil Hill	impression	axis	coalified curvilinear axis; 15mm diameter and >90mm in length with branch and possible terminal (?fertile) lobed appendage	--
A7-05.05	Fossil Hill	compression	axis	axis measuring >40mm diameter by >125mm in length; no anatomy preserved	--
A7-05.06	Fossil Hill	carbonised	wood	ca. 15 pieces (< 5cm); one piece is woody twig of a dicotyledonous angiosperm with growth rings, vessels and ?pith preserved; corrugated growth rings; other pieces may have similar twigs but not as clear.	?Nothofagaceae
A7-06.01	Fossil Hill	compression	leaf	entire margined, straight leaf(let) with longitudinal groove, 12mm length by 4 mm in width, ?from a leafy shoot not so well preserved	conifer; ?_Podocarpus_
A7-06.02	Fossil Hill	cast	?axis	?cast of ?axis	--
A7-06.03	Fossil Hill	compression	axis	and mineral infill of a leafy shoot	conifer
A7-06.04	Fossil Hill	compression	axes	carbonised axis 6mm diameter by 40mm length; on reverse carbonised impression of axis 2mm diameter by 27mm length, no anatomical preservation	--
A7-06.05	Fossil Hill	impressions	leaf	rock sample broken, two leaf fragments including:	angiosperm; cf. *M1.1 _Dicotylophyllum_ sp.
				i. toothed margined, lobed, ?microphyll with possibly 3 suprabasal actinodromous veins and opposite secondaries	
				ii. entire margined ?microphyll with actinodromous primaries and ?craspedodromous secondaries	angiosperm; cf. _Dicotylophyllum_ sp.
A7-06.06	Fossil Hill	impressions	leaf	microphyll with prominent primary vein and alternate to subopposite secondary veins, toothed margin with possible leaf trace and reaction tissue	angiosperm; cf. _Nothofagus_ spp.; cf. *M2.1
A7-06.07	Fossil Hill	impressions	leaf	lanceolate microphyll with entire margin and ?actinodromous venation	angiosperm; cf *M1.7 _Dicotylophyllum_ sp.
A7-06.08	Fossil Hill	compression	axis	carbonised axis 6mm diameter by 27mm length, no anatomical preservation	--
A7-08.01	Valley Rio Madera	compression	axis	carbonised axis 10mm diameter and 30 mm length, no anatomical preservation	--
A7-08.02	Valley Rio Madera	compression	axis	carbonised axis <20mm length by 3mm diameter, no anatomical preservation	--
A7-08.03	Valley Rio Madera	compression	axes, ?fertile organ	fragmented axes; ?fertile organ c. 8mm by 6mm, more or less spherical with terminal ?papillae	?fertile organ
A7-08.04	Valley Rio Madera	compression	axes	coalified axes, no anatomy preserved	--
A7-08.06	Valley Rio Madera	compression	axis	coalified axis fragment, 4mm wide by 13mm in length, no anatomy preserved	--
A7-08.07	Valley Rio Madera	impression	axes	axes; i. c. 200mm in length by 10mm width with ?node; ii. shorter, narrower, nodeless axis	--
A7-08.08	Valley Rio Madera	compression	axes	two axes <35mm length and 2mm diameter, no anatomical preservation although presence of longitudinal groove present on one axis is reminiscent of that seen in a coniferous needle	--
A7-08.09	Valley Rio Madera	compression	axis, ?leaf	leaf fragments including:	

				i. axes, 35mm length by 1mm diameter, no anatomical preservation	--
				ii. ?leaf fragment 10mm length by 2mm diameter with longitudinal groove and?inrolled margins	?coniferous
A7-08.10	Valley Rio Madera	impression	axes, leaves	fragments of leaves and axes including one pinnate lamina with pronounced rachis, alternate to subopposite pinnae	fern
A7-08.11	Valley Rio Madera	compression	axes, ?leaves	fragments of axes and ?leaves	--
A7-09.01	west of Valley Rio Madera	compressions	axis, leaves	coalified axes and leaf fragments including:	
				i. part of microphyllous leaf with prominent midrib, pinnately lobed margin	angiosperm; '*Sapindus*' type
A7-09.02	west of Valley Rio Madera	impressions	axes, leaves	fragments of axes and ?leaves; main axis <80mm length and <0.5mm diameter, no anatomical preservation	--
A7-09.03	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, ?leaf	fragments of axes, no anatomical preservation; linear nannophyllous ?leaf fragment with prominent midrib	--
A7-09.04	west of Valley Rio Madera	impressions	axes, leaves	coalified ?branched ?leafy axis, total length >90mm, axis diameter <6mm diameter, ?leaves up to 5mm diameter and upto 30mm length	?fern
A7-09.05	west of Valley Rio Madera	compressions	axes	coalified axes, up to 8mm in length and 13mm wide, no anatomy preserved	--
A7-09.06	west of Valley Rio Madera	compressions	leaves	apical region of a leaf with acuminate (caudate) apex, serrate margin	cf. *Rhoophyllum* (Li 1994)
A7-09.07	west of Valley Rio Madera	impressions	axis, leaves	counterpart to A7-09-01	angiosperm; '*Sapindus*' type
A7-09.08	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, leaves, ?propagule	fragments of leaves and axes; leaf with lobes, subopposite with no venation; ?propagule.	?conifer
				i. part and counterpart of a phylloclades, alternately arranged, spatulate with flattened apex, lobed	conifer; ?*Phyllocladus*
				ii. part and counterpart of ?seed	
				iii. ?cone scale or ?leaf scale	?conifer
A7-09.09	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, leaves	fragments of axes, some axes branched, one with seemingly terminal pair of leaves; leaf fragments:	
				i. leaf fragment with crenate margin and ?sagittate base with prominent midrib, <20mm length by 10mm width, no venation present	--
				ii. leaf fragment with distinctly lobed margin, 8mm length by 4mm in width	?fern
				iii. leaf fragment with distinct network of veins although no margin preserved	--
A7-09.10	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, leaves	small fragments of ?leaves and axes, one axis branched	--
A7-09.11	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, leaves	fragments of two pinnate laminae with alternate-subopposite pinnules	fern
A7-09.12	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, ?leaves	carbonaceous wood axes	--
A7-09.13	west of Valley Rio Madera	compressions	axes, leaves	i. coalified axes, 27mm wide by 33mm length	--
				ii. axis c. 1mm wide by 11 mm length, branched; fragments of ?leaves	--
A7-10.01	Fossil Hill	impressions	axis	branching axis 30mm length by 3mm width	?conifer
A7-10.02	Fossil Hill	impressions	leaf	leaf fragment (indicated) with clear primary, secondary and tertiary venation, no margin to aid identification	angiosperm
A7-10.03	Fossil Hill	impressions	leaf	microphyll fragment with branching ?midrib; initially thought to be ?counterpart of A7-10.02	angiosperm; cf. ?*M2.6
A7-12.01	Fossil Hill	impressions	axis, leaves	axis with little anatomical detail; leaf fragments including:	
				i. ?entire margined microphyll with clear midrib and ?pinnate venation	angiosperm; cf. *M1.11 ?*Lauriphyllum nordenskjoeldii*
				ii. ?entire margined microphyll larger than i clear midrib and ?pinnate venation	angiosperm; cf. *M1.11 ?*Lauriphyllum nordenskjoeldii*
A7-12.02	Fossil Hill	impressions	axes, leaves	leaf fragments of entire margined leaves 5mm at base x >25mm in length; ?no venation other than midrib; branched axis	--
A7-12.03	Fossil Hill	impressions/ compressions	axes, leaves	mainly impressions of axes and leaf fragments; one ?leafy shoot, 15mm diameter and 200 mm length, heavily mineralised	?conifer
A7-12.04	Fossil Hill	impressions	axes, leaves		
A7-12.05	Fossil Hill	impressions	axis, leaves	leaf fragments, ?one large leaf	?angiosperm
A7-13.01	Glacier Rim	silicified	trunk wood	sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.02	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	sectioned TS, RLS, TLS	conifer
A7-13.03	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	6mm x >60mm, no growth rings, ?branch/trunk origin, compressed; sectioned TS	?bark
A7-13.04	Glacier Rim	silicified	wood	<10mm x 70mm, ?growth rings, branch/trunk origin; compressed; sectioned TS	?bark
A7-13.05	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	from inner portion of branch/trunk, 4mm x 25mm, possible growth rings; sectioned TS, RLS	angiosperm; woody dicot
A7-13.06	Glacier Rim	silicified	wood	possibly branched axis, 170mm x 75 mm; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.07	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.08	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.09	Glacier Rim	silicified	wood	17mm x 72mm, branch origin, no growth rings; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.10	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	2mm x 27mm, no growth rings, branch/trunk origin; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.11	Glacier Rim	silicified	wood	compressed wood, 20mm x 72mm, no growth rings obvious; unknown organ origin; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-13.12	Glacier Rim	silicified	wood	compressed, 40mm x 60mm, ?growth rings, branch/trunk origins;	--
A7-14.01	Norther Plateau	silicified	wood	sectioned TS, RLS, TLS	conifer
A7-14.02	Norther Plateau	silicified	wood	750mm x 510mm, growth rings present, branch/trunk origin; sectioned TS	conifer

A7-15.01	Norther Plateau	silicified	wood	61mm x 56mm, growth rings present, branch/trunk origin; sectioned TS, RLS, TLS	angiosperm
A7-16.01	Glacier	compression	axes	coalified axes; one bifircating	--
A7-16.02	Glacier	compression	axes	coalified axes up to 5mm diameter and 60mm length, no anatomical preservation	--
A7-16.03	Glacier	compressions	axes	coalified fragments of axes including:	--
				i. 4mm diameter and 25 mmm in length	--
				ii. more woody, c. 30 mm length and 2 mm diameter, distorted	--
A7-16.04	Glacier	compression	axes	coalified fragments of axes; 2-5.5 cm in length; one branched	--
A7-16.05	Glacier	compressions	axes	coalified axes <5mm width and 55mm length, one is branched	--
A7-16.06	Glacier	impressions	axes	coalified axes; one branched and measures 4mm diameter by 45 mm in length	--
A7-17.01	Glacier	compression	axis	coalified axis c. 125mm length and 13mm diameter; no anatomy preserved	--
A7-17.02	Glacier	compression	axis	axis with some silicification, 5mm x 100mm, no anatomy preserved	--
A7-17.03	Glacier	compression	axis	coalified axis; one ?scale	?conifer
A7-17.04	Glacier	compressions	axes	i. coalified axis with some mineral growth; possibly branched; measuring 16mm diameter by 90 mm in length	--
				ii. axis possibly with some silicification also mineral growth c. 18mm diameter by 90mm in length	--
A7-17.05	Glacier	compression	axes	coalified fragments of axes; up to 10mm diameter by 35mm in length	--
A7-17.06	Glacier	cast, compression (silicified)	axes	axes including:	--
				i. coalified ?axis	--
				ii. silicifed axes with carbonised layer of woody twig 10mm diameter by 75mm length	--
A7-17.07	Glacier	compression	axes	coalified axes; no anatomy preserved	--
A7-17.08	Glacier	compression	axis	coalified axes; possibly with local silicification; 12mm diameter by 52 mm in length; possibly branched	--
A7-17.09	Glacier	compression	axes	large axis 82mm in length by 10mm width; no anatomical preservation	--
A7-17.10	Glacier	compression	axes	coalified axes up to 40mm length and 8mm diameter, no anatomical preservation	--
A7-18.01	Fossil Hill	silification	wood	not sectioned	--
A7-19.01	Fossil Hill	impressions/	axes, leaves	organic debris comprised predominantly of compressions of leaf and axes fragments including:	
				i. phylloclades	conifer; ?*Phyllocladus*
A7-19.02	Fossil Hill	impressions	axes, leaves	fragments of axes and fronds including:	fern
				i.phylloclades	conifer; ?*Phyllocladus*
				ii. pinnate lamina with ?subopposite pinnae and entire margins	fern
A7-19.03	Fossil Hill	impressions	axis, leaves	leaf fragments and axes:	
				i. lamina with rachis and possibly 4 primary pinnae, up to 10 cm in length, alternately arranged	fern
				ii. basal fragment of ?notophyll with ?palinactinodromous primary veins and	cf. *Sterculiaephyllum* Dutra & Batten 2000; cf. *Dicotylophyllum* sp. 4 Zastawniak 1994
A7-19.04	Fossil Hill	impressions	axis, leaves	fragment of pinnate lamina with no pinnules observed	?fern
A7-19.05	Fossil Hill	compression	leaves	carbonised axis, 15mm in width, possibly branched, no anatomical preservation; other narrower, 2mm, axes of similar type, some branched; on reverse:	--
				i. leafy shoot 45mm in length with leaves c. 5mm in length	conifer
				ii. bipinnate lamina <35mm length and 13mm width with prominent rachis and opposite pinnae	?fern
A7-20.01	Fossil Hill	compression	axes, leaves	large slab of organic debris comprised predominantly of compressions of leaf and axes fragments from low velocity depositional setting. Good palynological potential. Leaves probably from a variety of different taxa; main "complete" leaves are probably fern pinnules.	fern; cf. *Fern sp. 7; possible conifer ?*Cupressoid sp.1
A7-20.02	Fossil Hill	compression	axes, leaves	organic debris comprised of small axes and fragments of leaves from low velocity depositional setting. Good palynological sample. Leaf fragments include:	--
	Fossil Hill			i. lobed lamina with ?opposite secondary venation up to c. 20mm in length and 5mm width	fern; ?dicksoniaceous (cf. Dutra & Batten 2000)
A7-20.03	Fossil Hill	impression	axes, leaves	leaf and axes fragments including three possible frond fragments from different taxa:	
				i. lamina with lobed pinnae	fern; ?dicksoniaceous (cf. Dutra & Batten 2000)
A7-20-04 A	Fossil Hill	impression	axes, leaves	fragments of leaves and axes including lobed nannophyll	?angiosperm cf. *M1.4
A7-20.04 B	Fossil Hill	impression	axes, leaves	fragments of leaves and axes including fragment of lamina	fern
A7-21.01	Fossil Hill	compression	axes, leaves	small pieces of fragments of axes and leaves from a low velocity depositional setting. May provide good palynological samples.	
				i. frond with dichotomous branching, lobed margin 8 mm length by 7 mm diameter	fern
A7-21.02	Fossil Hill	compression	axes, leaves	carbonised organic debris comprising leaf and axis fragments from low velocity lake or similar; good palynological potential	--
A7-21.03	Fossil Hill	compression	axes, leaves	organic debris comprised predominantly of compressions of leaf and axes fragments including:	--
				i. lamina with alternately lobed pinnae/leaflets	?fern

				ii. ?leaflet	angiosperm: cf. '*Sapindus*'
A7-22.01	Valley Rio Madera	compression, cast	axes	?cast of axes; axis fragment; no anatomical preservation	--
A7-22.02	Valley Rio Madera	impression	axis	coalified impression of fragment of branched axis >15mm diameter	--
A7-22.03	Valley Rio Madera	impression	axis	coalified impression of axis, 15mm width by 75mm length, no anatomical preservation	--
A7-22.04	Valley Rio Madera	impression	axis, leaf	pinnate lamina with alternate pinnae	?fern; cf. *Fern sp. 7
A7-22.05	Valley Rio Madera	compression	axes, ?fertile organ	carbonaceous axes up to 20mm diameter, length indeterminable; oval ?fertile organ c. 4mm length and 2mm width, heavily carbonised with obvious basal portion	--
A7-22.06	Valley Rio Madera	compression	axis	compressed piece of carbonised wood - no anatomy distinguishable with the hand lens	--
A7-24.01	west of Valley Rio Madera	compression and	axis	carbonised impression of axis 53mm length and 16mm diameter	--
A7-25.01	Laguna Nevada	silicified	?wood	sectioned TS	?inorganic
A7-25.02	Laguna Nevada	silicified	?wood	sectioned TS	?inorganic
A7-25.03	Laguna Nevada	silicified	?wood	sectioned TS	?inorganic
A7-25.04	Laguna Nevada	silicified	?wood	sectioned TS	?inorganic
A7-25.05	Laguna Nevada	silicified	? wood	sectioned TS	?inorganic
A7-26.01	Glacier Rim	silicified	wood	compressed piece of wood, 17mm x 25mm; organ unknown; sectioned TS	--
A7-26.02	Glacier Rim	silicified	wood	30mm x 32mm, compressed, organ of origin unknown, growth rings absent; sectioned TS	--
A7-27.01	Glacier Rim	compression, cast	axis	coalified cast/compression of thin sliver of a branched axis measuring 20 mm diameter and >45mm in length, no anatomical preservation	--
A7-27.02	Glacier Rim	silicified	?wood	sectioned TS	conifer
A7-27.03	Glacier Rim	impressions	coalified axes		--
A7-27.04	Glacier Rim	silicified	axis	silicified axis 7mm diameter by 30 mm length, possibly coniferous from longitudinal fracture but no anatomy to confirm	--
A7-27.05	Glacier Rim	silicified	wood	40mm x 35mm, possibly bored, no growth rings, unknown organ of origin; sectioned TS, RLS, TLS	conifer
A7-27.06	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS	conifer
A7-27.07	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS	conifer
A7-28.01	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS	conifer
A7-28.02	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS, TLS, RLS	?*Podocarpoxylon*
A7-30.01	Northern Plateau	compressions	axes, ?leaves	coalified fragments of axes; up to 12mm diameter and 75mm length; some ?branched; ?leaf fragments	--
A7-30.02	Northern Plateau	compressions	axes, ?leaf fragments	coalified fragments of axes up to 15mm in diameter; one axis 20mm in diameter and c. 12 cm in length; no anatomy preserved	--
A7-30.03	Northern Plateau	compression	axes, ?leaf fragments		--
A7-31.01	Northern Plateau	compression	axis, leaves	possible leafy axis of ?conifer, some leaflets preserved with midribs and secondaries	--
A7-31.02	Northern Plateau	impressions	axes, leaves	small fragments of coalified nannophyllous leaves and axes; including i. leafy axes 13mm length and 0.75 mm diameter with linear lanceolate leaves up to 4mm long and 0.5mm diameter with midrib ii. leaves entire margined, linear, obvious midrib.	?bryophyte --
A7-32.01	Northern Plateau	silicified	wood	sectioned TS, RLS, TLS	*Eucryphiaceoxylon eucryphioides*
A7-33.01	Northern Plateau	???			--
A7-34.01	Northern Plateau	silicified	wood	40mm x >260mm, branch/trunk, no growth rings; sectioned TS, RLS, TLS	angiosperm; woody dicot
A7-34.02	Northern Plateau	silicified	wood	sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-34.03	Northern Plateau	compression	wood	coalified ?basal trunk	
A7-34.04	Northern Plateau	silicified/coalified	wood	<10mm x 30mm, no growth rings, organ of origin unknown; sectioned TS	--
A7-34.05	Northern Plateau	silicified/coalified	sliver of wood	origin organ unknown, no growth rings, 35 mm x 30 mm; sectioned TS	?angiosperm; woody dicot
A7-35.01	Northern Plateau	silicified	wood	sectioned TS, RLS, TLS	conifer
A7-35.02	Northern Plateau	silicified	wood	branch/trunk origins, growth rings present, 50mm x 55mm	--
A7-35.03	Northern Plateau	silicified	sliver of wood	sectioned TS	--
A7-35.04	Northern Plateau	silicified	sliver of wood	sectioned TL, RLS	conifer
A7-35.05	Northern Plateau	silicified	sliver of wood	sectioned TS, RLS, TLS	conifer

A7-37.01	Fossil Hill	impressions	axes	axes, no anatomical preservation	--
A7-37.02	Fossil Hill	impressions	leaf	entire margined, ?lobed leaf with prominent midrib, no venation	angiosperm
A7-37.03	Fossil Hill	impressions	leaf	possible leaf with a strong midrib; no further venation determinable	--
A7-38.01	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS, RLS, TLS	angiosperm; woody dicot
A7-38.02	Glacier Rim	silicified	wood	175 mm x 40 mm; not sectioned	--
A7-38.03	Glacier Rim	silicified	wood	unknown origin, 17mm x 45mm; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-38.04	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	4mm x 60mm, organ of origin unknown; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-38.05	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	from inner portion of branch/trunk, 6mm x 75mm; not sectioned	--
A7-39.01	Glacier Rim	silicified	trunk wood	sectioned TS, RLS, TLS	angiosperm; woody dicot
A7-39.02	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS, RLS, TLS	angiosperm; woody dicot
A7-39.03	Glacier Rim	silicified	wood	20mm x 75mm, compressed, no growth rings, organ of origin ?branch/trunk; sectioned TS	conifer
A7-39.04	Glacier Rim	silicified	?wood	sectioned TS	--
A7-40.01	Glacier Rim	silicified	wood	from large branch/trunk, 43mm x 55mm; gowth rings present; not sectioned	--
A7-40.02	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	10mm x <60mm, ?growth rings, branch/trunk origin; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-40.03	Glacier Rim	silicified	wood	sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-40.04	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	2mm x 45mm, no growth rings, inner portion of branch/trunk; sectioned TS	angiosperm; woody dicot
A7-40.05	Glacier Rim	silicified	sliver of wood	sectioned TS, RLS, TLS	?angiosperm; woody dicot

Anhang 8 a

XXVII ATCM
Information Paper
IP 005

Agenda Item: CEP 4 g
GERMANY
Original: English

Information Paper

Submitted by Germany

Research Project "Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas"

1. Introduction

The Fildes Peninsula and Ardley Island, in the south-western part of King George Island, are intensively used for scientific, logistic and tourism-related activities. Since 1968, six nations (Argentina, Brazil, Chile, China, Russia and Uruguay) have constructed research stations and field huts in the area. In 1980, Chile additionally built a hard runway for inter- and intra-continental flights of Hercules C-130 and smaller aircraft, in order to transport cargo, station personnel, and visitors to and from stations in the region of the South Shetland Islands and the Antarctic Peninsula. Supply, research and tourist vessels anchor frequently in Maxwell Bay.

Scientific programmes include various atmospheric, glacial, geological and biological investigations. Studies on the fauna especially involve the life history of birds, such as penguins, skuas, Southern Giant Petrels, Wilson's Storm Petrels and their interactions with humans. Due to its high species diversity, Ardley Island has been designated as an Antarctic Specially Protected Area (ASPA No. 150) for intensive research, but also includes a visitor zone for station personnel and tourists. A geological site with rich fossil deposits on Fildes Peninsula forms a second ASPA (No. 125). Ship-based tourism and overflights occur on a regular basis, and a combination of air and ship-based tourism continues developing. Marathons, glacier climbing, camping and diving activities have all taken place in recent years, illustrating the diverse spectrum of non-governmental activities in the area, which will certainly continue increasing. Such human activities occur in the breeding and moulting period of birds and seals, leading to a **conflict of interest between nature conservation, science, logistics and tourism.** Although there have been environmental monitoring and impact studies in the past, current data are still insufficient to propose specific recommendations for integrated management of these diverse interests. A current German **research project** commissioned by the Umweltbundesamt (the German Federal Environmental Agency) **aims to provide** the **substantial body of data necessary** to fully evaluate the role and structure of a possible broad-scale management system which could supplement the existing regime of protection of ASPAs. Such an area-wide system would act to minimise hazards resulting from the cumulative effects of diverse human activities in the area.
This three-year research project is currently being carried out by Dr. Hans-Ulrich Peter and others at the Institute of Ecology, University of Jena, Germany.
The project depends to a large extent on successful cooperation between scientists and the memberstates represented on Fildes Peninsula. Currently German, Chilean, Chinese, and Russian scientists are already co-operating in the collection of biological and environmental information on Fildes Peninsula and Ardley Island. This kind of co-operation should be extended, further consultations should take place before at the end a draft of a **management plan** for **Antarctic Specially Protected** or **Managed Areas** could be prepared. Therefore Germany will appreciate active support and cooperation by other states, especially those concerned by this project.

The following summary of the project is submitted for general information.

2. Summary of the Research Plan

2.1. Background

More than 20 years of ecological research work carried out by German, Chilean, Chinese, and Russian scientists on Fildes Peninsula (62°12' S, 58°58' W, area about 20 km^2) and Ardley Island (62°13' S, 58°56' W, see Fig. 1) has provided an extensive data pool of long-term seabird monitoring, life history studies, GIS mapping of geographical, geological and biological features, and some environmental monitoring. The project will for the first time integrate all relevant data in a consistent and complete way for comparison with new data.
To evaluate what aspects of the study area are worth managing, **protection categories** will be combined with **quality criteria** (e.g. ecological importance, diversity, special features, stability or the degree of interference in the area). An **environmental risk**

assessment will include the documentation of possible **impacts** and their intensity on a spatial and temporal scale. Besides all human activities, **natural processes, the biological variability and viability as well as** the **urgency for protection** will be discussed.

2.2. Data collection

Between 2003/04 and 2005/06, a survey will be carried out covering the environmental situation on land and in the coastal parts of Fildes Peninsula and Ardley Island, the frequency and distribution of fauna and flora, and the impact of station logistics (including helicopters, planes, and ships), research, and tourism on indicator species. Additionally, station members will be interviewed about their views of environmental management in the area.

Environmental situation on land and in the coastal zones
Besides the information collected within COMNAP, there is still a need for more quantitative data on human impact on the environment of Fildes Peninsula and Ardley Island. Therefore, historical and actual waste grounds and present **waste management** techniques will be documented in detail. The entry of organic material into the area will be registered.
There is a special interest in the **spatial and temporal use of the roads, paths**, and lanes outside the official network, by scientists and station personnel. Major construction work in stations will be documented and possible adverse effects discussed. **Flight activities** by airplanes and helicopters will be recorded over the next three field seasons. Similar information will be collected for all **ship movements** in the Maxwell Bay, and also zodiac and boat use for short transport operations will be recorded.

Frequency and distribution of fauna and flora on land and in the coastal areas
All **bird breeding sites** of penguins, skuas, Kelp Gulls, Antarctic Terns, Southern Giant Petrels, Sheathbills, cormorants, Cape Petrels and storm petrels will be mapped, using GPS and GIS. Additionally, **counts at seal resting and breeding sites** will be carried out. **Vegetation** will be **mapped,** concentrating on the two flowering plants *Deschampsia antarctica* and *Colobanthus quitensis*, the main lichen and moss communities as well as introduced plant species.

Impact of station logistic, research, and visits on indicator species
Changes in breeding pair numbers, breeding success and the **distribution** of selected bird species in areas of human activity can be used for the impact assessment. There already exists a useful body of data for penguins, skuas, and Southern Giant Petrels, showing considerable population fluctuations in certain breeding sites partly caused by human impact. Especially, disturbed giant petrels changed their breeding sites to areas of low human activity. However, environmental parameters like variable food availability and weather conditions are also in need of assessment in relation to human impacts.
For the establishment of minimum distances to be kept by humans in order to avoid disturbing breeding or resting sites, **behavioural changes** of animals (e.g. escape behaviour, aggression levels, reduced resting time due to human disturbance) are considered as very important indicators. Additionally, **physiological data**, such as heart

rate and hormone level changes, can be used for the analysis. Animals living close to frequent human activities will have partly modified their behaviour through habituation, but it has still to be estimated to what extent this has happened. Studies have been carried out on Southern Giant Petrels and skuas in areas with different human disturbance levels on Fildes Peninsula and Ardley Island, and results will be included in the assessment.
The **impact on vegetation** by pedestrians and vehicles can also be seen in different parts of the study area but have not so far been systematically documented. Other potential impacts on the environment include damage to important geological and geomorphologic features.

As field ecologists have spent a relatively long time studying the wildlife of the area, the intensity of **research activities** will be spatially and temporally **assessed**. Visiting activities from scientists and station staff in their leisure time should also be considered.

Impact of tourism on indicator species on land and in coastal areas
Information on tourism, such as **numbers, temporal and spatial distribution of tourists** on land, and their diversity of activities are essential factors for the environmental risk assessment. Pros and cons will be assessed in the light of further development of the tourism in the region.

Interviews
The presence of stations and scientific groups from different nations on Fildes Peninsula and Ardley Island results, for most activities, in international co-operation in logistic and science activities. All stations consist of both members with short- and long-term experience in Antarctic and many of the station staff have repeatedly visited the study area, and are thus aware of changes in the environment and station management. **Interviews about individual knowledge and perception of the environmental situation** could facilitate management recommendations that are supported by a large number of the people working and living on Fildes Peninsula and Ardley Island all the year round.

2.3. Data management

All spatial and temporal data will be stored in **databases of ArcGIS**. GIS layers will include topographical information from the King George Island GIS Project (KGIS), Chinese research work and German updates. Maps of fauna and flora will be constructed for the first time for the whole study area, showing selected bird species breeding sites, seal sites, and vegetation cover. The extent of human activities will be shown in maps of waste deposits, transportation, visitation and impact levels. Sites protected already and new ‘sensitive’ parts of the study area will be described, with all necessary site-specific information.

2.4. Use of data sets
During the project the following proposals will be discussed:

Prognoses
According to the actual data sets of station use, tourist development, and human activity on Fildes Peninsula and Ardley Island, prognoses for **future developments** will be presented.

Recommendations of suitable monitoring mechanisms
A regular and comprehensive monitoring of indicator parameters should be established. Particularly, areas with cumulative effects from different human activities such as scientific and logistic work near stations, tourism and aircraft use need to be looked at in greater detail. It might be useful to form a **co-ordination group** consisting of station leaders, experts on logistics and scientists based on Fildes Peninsula and Ardley Island, taking responsibility for all monitoring and management activities in the area. This group could be supervised by an Intercessional Contact Group within the framework of the CEP.

Guidelines for logistic operations
Guidelines on flight routes and heights for aeroplanes and helicopters are in need of revision, in co-operation with the active Parties to the Protocol of Environment Protection to the Antarctic Treaty. If necessary, guidelines for **shipping** operations could also be discussed. Recommendations for **land vehicle use** and maintenance of roads and paths could be developed.

2.5. Workshop

The project needs an intensive co-operation of all nations based at Fildes Peninsula and Ardley Island during the data analysis and decision making process. Therefore, a **workshop** is planned to be held at the end of the final field season in 2006 **to integrate all national parties** for the presentation of the results and the discussion of necessary management steps.

2.6. Management plans for the designation of ASPAs or ASMAs

Based on the data collected during the project, the necessity for increased management in the study area will be assessed. Existing conflicts of interest between station operations, scientific work, tourism and environmental protection could possibly be minimised or avoided by designing Antarctic Specially Protected or Managed Areas on Fildes Peninsula and Ardley Island. According to Art. 5 (3) of Annex V of the Environmental Protocol to the Antarctic Treaty, the designation requires the **proposal of management plans**.

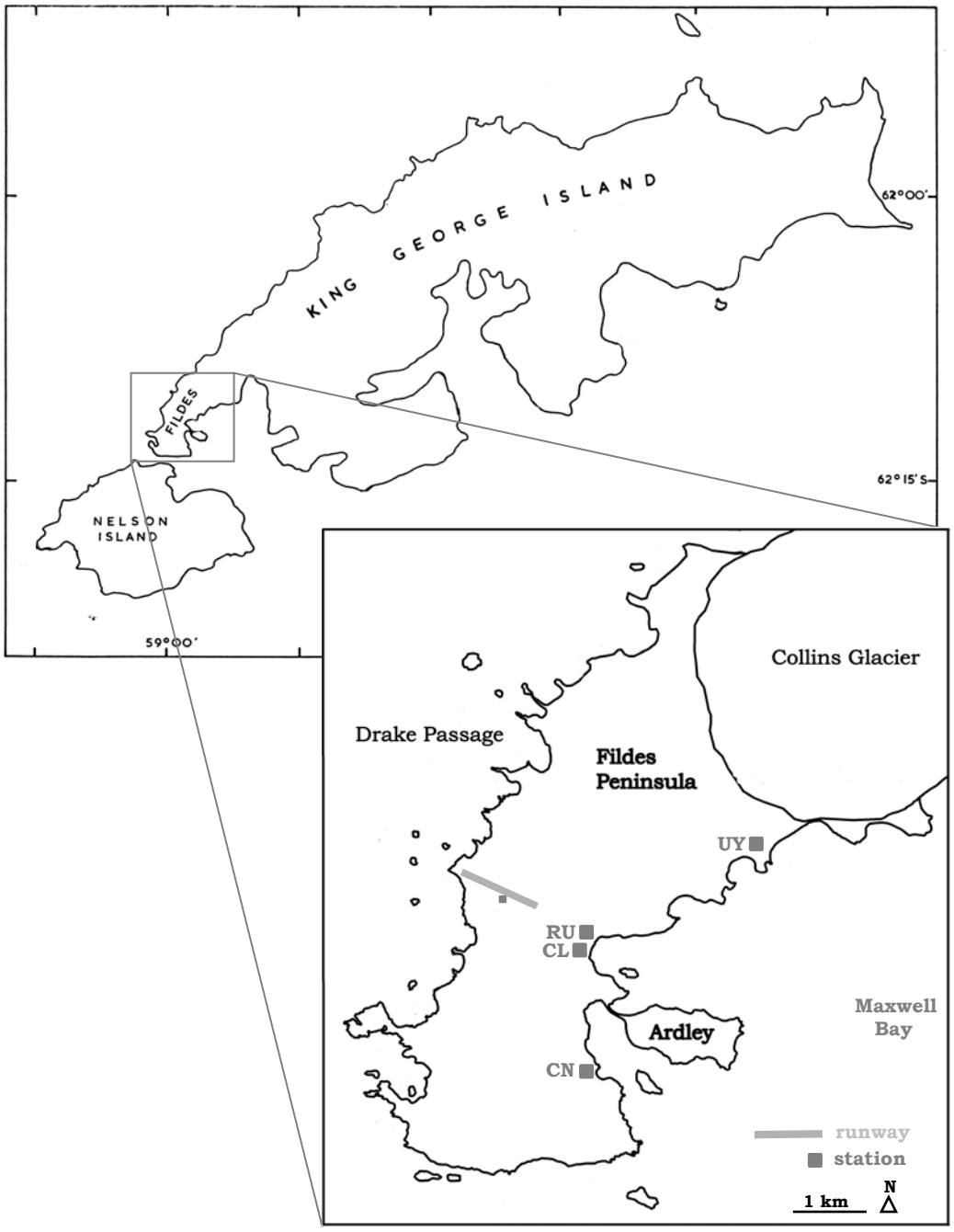


Figure 1. Map of King George Island with the Fildes Peninsula and Ardley Island.

Anhang 8 b



IP 16

Agenda Item:	CEP 4 g
Presented by:	Germany
Original Language:	English

Progress Report on the Research Project

"Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas"

Submitted by Germany

1. Introduction

At CEP VII Germany introduced IP 005, "Research Project "Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas"" at the south-western part of King-George Island. It summarised the progress of an ongoing three-year project to provide data to fully evaluate the role and structure of a possible broad-scale management system on Fildes Peninsula and Ardley Island. The project is being carried out by scientists of the Polar and Bird Ecology Group at the Institute of Ecology, University of Jena, Germany.

Furthermore, the project can be seen as a result of the joint Inspection programme conducted by the United Kingdom and Germany in the Antarctic Peninsula area during

January, 1999. As pointed out in WP 23 / XXIII ATCM under chapter "General remarks and conclusions", lit. ix "Concentration of facilities: King George Island" the problems at Maxwell Bay were already recognized and described as "unique in Antarctica". Therefore the recommendation was given that "In this respect consideration could be given towards further enhancing co-operation for example in logistic support, consistency in waste management procedures and a critical examination of scientific programmes to optimise productivity and minimise duplication.".

With this paper Germany presents a further progress report which includes a **summary of the activities** carried out during the last **two field seasons** (2003/2004 and 2004/2005) and which gives an overview of planned activities at the next season.

2. Update

2.1. Environmental Information

The following assessments have been carried out during the last two field seasons to record the spatial and temporal extent of human activities:

The **historical and actual waste grounds** of Fildes Peninsula and Ardley Island were mapped between December and March in each season (**figure 1** consists of a distribution of different kinds of waste in the area). In this context hazardous material, large quantities of wood, plastic and metal and other objects were found not only close to human infrastructure but also further afield. Stranded material was most common, followed by deposits and wind-drifted material. The majority of waste was classified as originating from earlier years. Furthermore, actual oil leakage and entry of organic material were documented. The mapping of waste ground included the assessment of present management techniques at all stations on site.

Major construction activities were noted. These included for instance the establishment of a church by Russia in 2003/04 or the construction of an aircraft parking area at the existing runway on Fildes Peninsula by Chile in 2004/2005. This involved also the establishment of new vehicle and pedestrian lanes. As a consequence of these activities local environmental impacts on vegetation, breeding habitats and behaviour of birds were recorded.

Most **land, air and sea traffic** around the Fildes Peninsula was assessed for the first time during both field seasons by measuring frequencies and localities. This assessment included:

- **The registering of road traffic** between and in the stations. Road traffic consisted of heavy vehicles used for fuel and cargo transports or construction work as well as cars used by station personnel and visitors. Whereas land traffic occurred, during summer, on a daily basis on existing roads between stations, off-road drives have been recorded very seldom.
- **The registering of air-traffic** routes and altitudes of aeroplanes. In this activity, flights of aeroplanes such as Hercules C-130, Twin Otter, Beechcraft Kingair, Dash 7 and helicopters of various types were documented (for an example of helicopter flights in 2003/2004, please note **figure 2**). Among other things, some aircraft over-flights of

ASPA 150 *Ardley Island* were observed below the altitude of 300 m. The Management Plan of ASPA 150 states that "... Helicopter should not land on or overfly this island below 300m altitude. Aircraft landing at and taking off from Teniente Marsh airfield should avoid overflying the island. ...".

- Furthermore, information about most **ship movements** in Maxwell Bay was collected. During each summer season more than fifty entrances of supply, tourist, research and military ships and yachts were recorded. Supply vessels made up the majority of entrances to the bay, followed by tourist vessels.

2.2. Biological Information

Bird breeding sites of penguins, skuas, Antarctic terns, kelp gulls, southern giant petrels, sheathbills, cape petrels and storm petrels were mapped each season by using GPS/GIS (**figure 3** shows a preliminary summary of these sites mapped in season 2004/2005). Of particular interest were changes in breeding pair numbers, breeding success and the distribution of selected bird species in relation to near-by human activities.

Furthermore, summer counts at **seal resting sites** were carried out, and winter station personnel of the Russian base collected records of **seal breeding sites**.

In 2004/05, a vegetation mapping was initiated to assign sensitive areas on Fildes Peninsula and Ardley Island. According to a literature review, dominant flowering plants, moss and lichen associations have been used for the classification. This work has been supported by Korean plant specialists from King Sejong Station.

2.3. Other Information

In 2003/04, a **peninsula-wide survey of geological-paleontological sites** was conducted to update published fossil data and look for a possible adjustment of the boundary of the existing ASPA 125.

As announced in IP 005/CEP VII, a **questionnaire** was distributed among the station personnel (technical and scientific staff) of the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan Station. The participants responded very positive to this activity. This survey assessed individual knowledge of environmental issues in the Antarctic, the spatial and temporal land use outside the stations during free time especially in terms of wildlife visits. Of interest were opinions on existing or hypothetical scenarios of future leisure and tourist activities in the area that could have or have potential negative impacts on fauna and flora. Furthermore it was looked into improvements of presenting scientific and environmental information to station members by brochures or lectures on side.

All spatial and temporal data were stored in **databases of ArcGIS**. The data sets include topographical information gathered **in co-operation with the King George Island GIS Project** (an international co-operation project under German leadership, http://www.geographie.uni-freiburg.de/ipg/forschung/ap3/kgis/). Biological and environmental data with detailed auxiliary information will be the major new contribution to existing data sets.

2.4. Scientific Co-operation

From the beginning, it was pointed out that the success of this project will depend to a large extent on the co-operation between scientists and other representatives of the Antarctic Treaty Parties on site. Therefore co-operation between the Parties plays an important role in the whole project.
First of all, as already mentioned above, a survey of individual perception and knowledge of local environmental issues carried out among station members was supported by all participants of the survey working on Fildes Peninsula and Ardley Island.
Furthermore, the active field work co-operation was supported by scientists of Chile, Russia and the Republic of Korea. This support was an essential contribution for an effective census of breeding and resting bird and seal populations. In addition, the project was introduced to Chinese and Uruguayan station personnel.
At the same time with these activities in the south-western part of King George Island, the Brazilian Antarctic Programme carried out similar assessment and management work in ASMA 1 in Admiralty Bay, King George Island. This work was jointed with the present research project for an active information exchange and ongoing discussions about monitoring criteria and practise.

2.5 Scientific Liaison in the field

During the last CEP-Meeting several members expressed their support for, and indicated that they would willingly assist Germany in this project (see paragraphs 180 and 181 of the CEP VII Final Report). On this basis it was agreed informally to establish a liaison group consisting of those members who are represented with stations or field huts on Fildes Peninsula and Ardley Island or in the near neighbourhood of these areas. It was agreed that the objectives of this liaison group should be to exchange information on the progress of the project and to involve all members who are willing to assist Germany in this project.

The following terms of reference for the work of this liaison group were adopted:

1. Exchange information of activities in the areas and of the progression of the project.
2. Identify those members who have an interest to participate in and assist the research project and / or who carry out similar research projects
3. Involve them specifically in the research project. This may mean co-operation
    a) between the German scientists and station leaders on site
    b) with scientists of similar projects.

   Other forms of co-operation could also be discussed.
4. Discuss and comment the circulated drafts of Management Plans, Guidelines and Codes of Conduct.
5. Finalize and submit a “Fildes Peninsula and Ardley Island Antarctic Specially Managed Area (ASMA) Management Package” to CEP IX (2006).

Currently, there are fifteen participants of eight Antarctic Treaty Parties in that co-ordination group. IAATO and ASOC are joining it as well.

It should be underlined that this liaison group is an informal group which aims to ensure and improve the necessary exchange of information and co-ordination during the research project and at an early stage of the development of proposals for the intended management measures. The group will not anticipate or replace an Intercessional Contact Group which should be established, according to the rules of the CEP, after presentation of a draft Management Package at CEP IX (see in detail under item 4).

3. Planned Field Work Activities in 2005/06

3.1. Environmental Information

Regarding the drafting of the management package, all relevant assessments of waste and fossil sites have been finished. Nevertheless, the documentation of actual environmental impacts will be continued also in 2005/2006. This shall ensure that the data will provide an adequate basis for the development of the upcoming management measures.
The same applies to the documentation of land, sea and air traffic as well as to the assessment of environmental impacts caused by further construction activities on Fildes Peninsula. Although, the main data necessary for the development of appropriate management measures have been collected, this work will continue also in the next summer season in order to achieve a more comprehensive and substantive baseline.

3.2. Biological Information

Also, in the season 2005/06, bird breeding sites especially penguins, skuas, southern giant petrels and storm petrels will be monitored by using GPS and GIS. This monitoring will occur in close co-operation with scientists from on-site stations. Furthermore, the breeding success of selected species will be recorded within the long-term monitoring programmes. The census work according to the "standards methods" of the "CCAMLR Ecosystem Monitoring Program" will continue, independently of the development of appropriate management and protection measures, in order to obtain long-term data sets for the analysis of human impacts. In addition, counts at seal resting sites will be continued in order to gain information on inter-annual variation. The German researchers will complete the vegetation mapping on Fildes Peninsula in co-operation with scientists of the Republic of Korea.

3.3. Other Information

Last but not least, the interviews with station personnel and scientists will be continued to obtain a broader picture of the environmental needs on site. In this framework, the main work will be concentrated on new station members and visitors.

4. Further Steps Regarding the Development of a Proposal for a Management Package

The intended development of proposals for new management measures and for the review of the existing regime on Fildes Peninsula and Ardley Island can only take place

in close co-operation with all Parties represented in that area. This co-operation includes not only joint work and exchange of information between scientists, station leaders and personnel on site, but also a common and agreed approach of the represented Parties and their responsible representatives in the CEP. To ensure such a co-ordination and co-operation the following steps are intended:

A) First of all, the GPS/GIS data on waste, fossil, wildlife breeding and resting sites, the spatial and temporal extent of human activities and the questionnaires will be analysed (especially in terms of important management consequences). The results will be the basis for an environmental risk assessment in order to develop a proposal for the management package. In doing so it will be considered that several CEP-representatives recommended during the presentation of the project to take the "Deception Island Antarctic Specially Managed Area (ASMA) Management Package" (presented by Argentina, Chile, Norway, Spain, United Kingdom and United Stated as WP 013 at CEP VII) as a model for the development of an accordingly Management Package for Fildes Peninsula because of a lot of similarities, especially regarding the involvement of several Antarctic Treaty Parties represented in the area. Therefore, the proposal for such a package for Fildes Peninsula will include the following items:

a) Establishment of a new Antarctic Specially Managed Area
Fildes Peninsula and Ardley Island have become areas with increasingly diverse human activities in recent decades. To avoid or reduce the risk of interference and minimise environmental impacts, planning and co-ordination of the existing and future activities could be strengthened by a designation as an ASMA. The area should comprise the whole of Fildes Peninsula and Ardley Island and should furthermore include small islands in the vicinity of the peninsula which hold important seabird concentrations.

b) Revision of Antarctic Specially Protected Areas
The existing ASPA 150 *Ardley Island* and ASPA 125 *Fildes Peninsula* are currently under protection but require a revision of their management plans before December 2005 (according to Measure 3, XXIV ATCM 2001). In this context the research project could provide an useful contribution in order to achieve the implementation of this Measure. New scientific data also suggest that ASPA 125 should be extended.

c) Establishment of a Zoning System
Similar, as in the McMurdo Dry Valleys management plan, a zoning system could be included in the management package for Fildes Peninsula and the surrounding islands. This could support specific management measures by restricting or reducing access to sensitive wildlife concentrations and could facilitate logistic and management activities within station areas.

d) Code of Conduct
The Code of Conduct will outline all management activities within the ASMA. It will give detailed information on the access to the area, activities, installations, waste management, scientific practise and environmental issues.

e) Guidelines for Visitors and Station Personnel
The high number of stations and the growing tourism activities within the Fildes Peninsula region require a revision of control mechanisms. Recommendations of spatial and temporal area use could help to minimize cumulative effects on wildlife. The results of the interviews of station members and visitors will be incorporated into these guidelines.

f) Long-term Monitoring Activities
As announced in IP 005/CEP VII, the scientific data sets obtained from this project will be analysed to give prognoses for future human developments in the Fildes Peninsula region. A regular and comprehensive monitoring of set indicators will be required to assess anthropogenic activities and their impacts on the local ecosystem in the long term.

g) Air, Sea and Land Traffic Recommendations
Recommendations for flight routes and heights for aeroplanes and helicopters should be revised under consideration of recent scientific investigation in wildlife concentrations. If necessary, further recommendations for shipping operations could also be developed. Furthermore, recommendations on land vehicle use and maintenance of roads and paths should be discussed.

B) Thereafter, a workshop about "Human impact on terrestrial habitats in the Antarctic" will be held at the 22nd International Polar Conference in Jena, September 2005.
This workshop aims to join Antarctic scientists and station operators to discuss actual human impacts of logistics, science, and tourism on Antarctic fauna, flora and terrestrial ecosystems. Workshop participants will present varies methodological approaches and results of recent environmental impact assessments. Current management practise and possible advances will be discussed. Within the workshop the results of this project will also be presented and discussed. For further information please visit the webpage http://www.uni-jena.de/22nd_International_Polar_Meeting-lang-en.html.

C) As a third step, the proposal for a draft management package will be distributed among co-ordination group members and other involved representatives of Antarctic Treaty Parties. A discussion of this draft will take place via e-mail, firstly.

D) Following this discussion a workshop will be held on Fildes Peninsula, presumably in February 2006. The aim of this workshop is to ensure intensive co-operation during the data analysis and decision making process involving all Antarctic Treaty Parties represented at Fildes Peninsula and Ardley Island. During this workshop the environmental risk assessment, carried out in the present research project, will be presented. All participants will be invited to discuss the draft management package. It is intended to finalize it in order to submit it to CEP IX.

5. Announced Time Schedule

07 – 09/2005	Development of a proposal for a draft management package based on the analysis of field work data from 2003/2004 and 2004/2005
09/2005	Workshop in Jena
11/2005 – 01/2006	Circulation of the proposal for a draft management package and call for comments
12/2005 – 02/2006	Third field work period
02/2006	Workshop on Fildes Peninsula, King George Island
04/05/2006	Submission of the draft management package for consideration by CEP IX

Attachments:
Fildes Peninsula – Figure 1. atcm28_att070.pdf
Fildes Peninsula – Figure 2. atcm28_att071.pdf
Fildes Peninsula – Figure 3. atcm28_att072.pdf

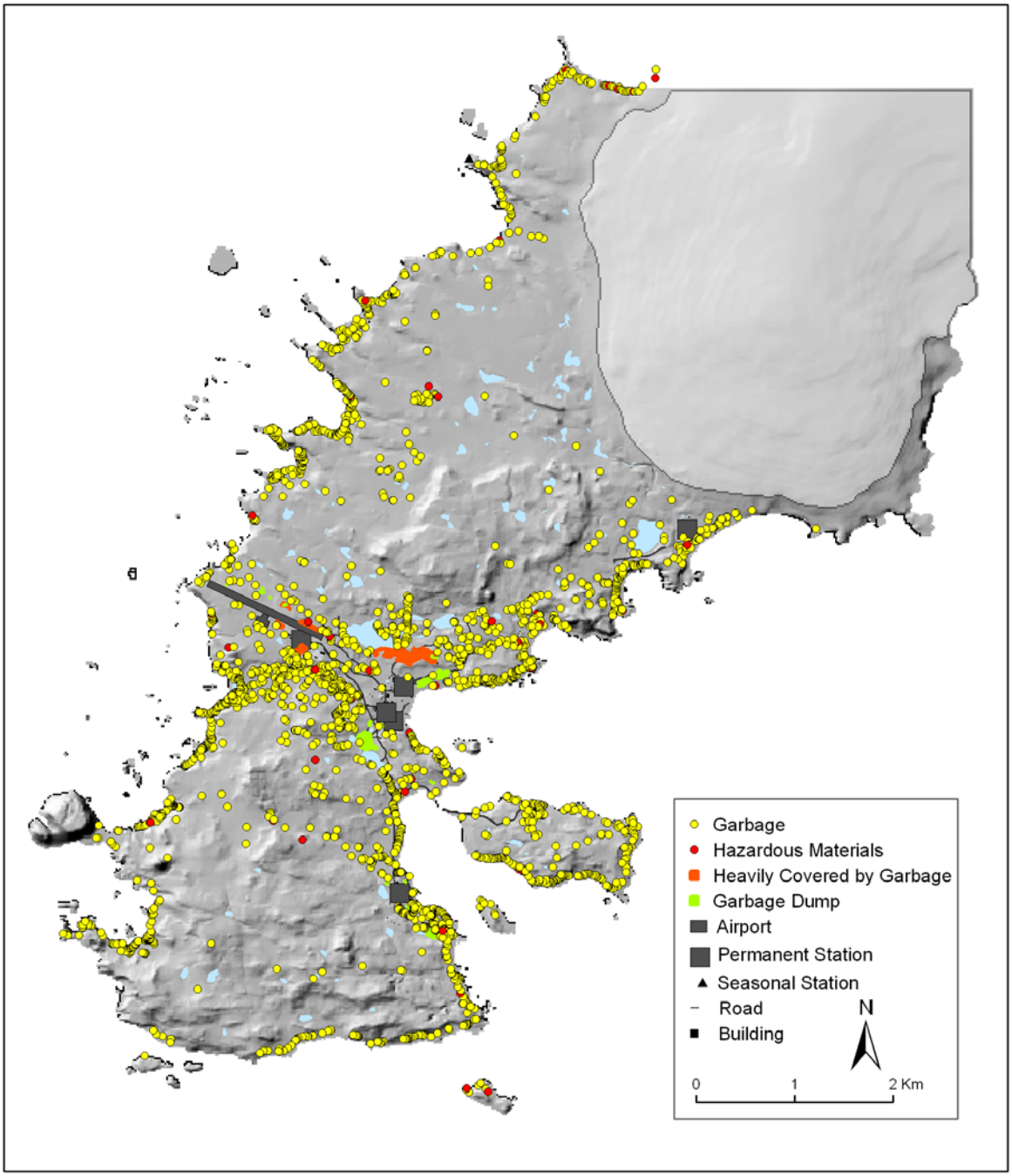


Figure 1. Waste assessment on the Fildes Peninsula and Ardley Island carried out between 2003 and 2005 (2379 locations).

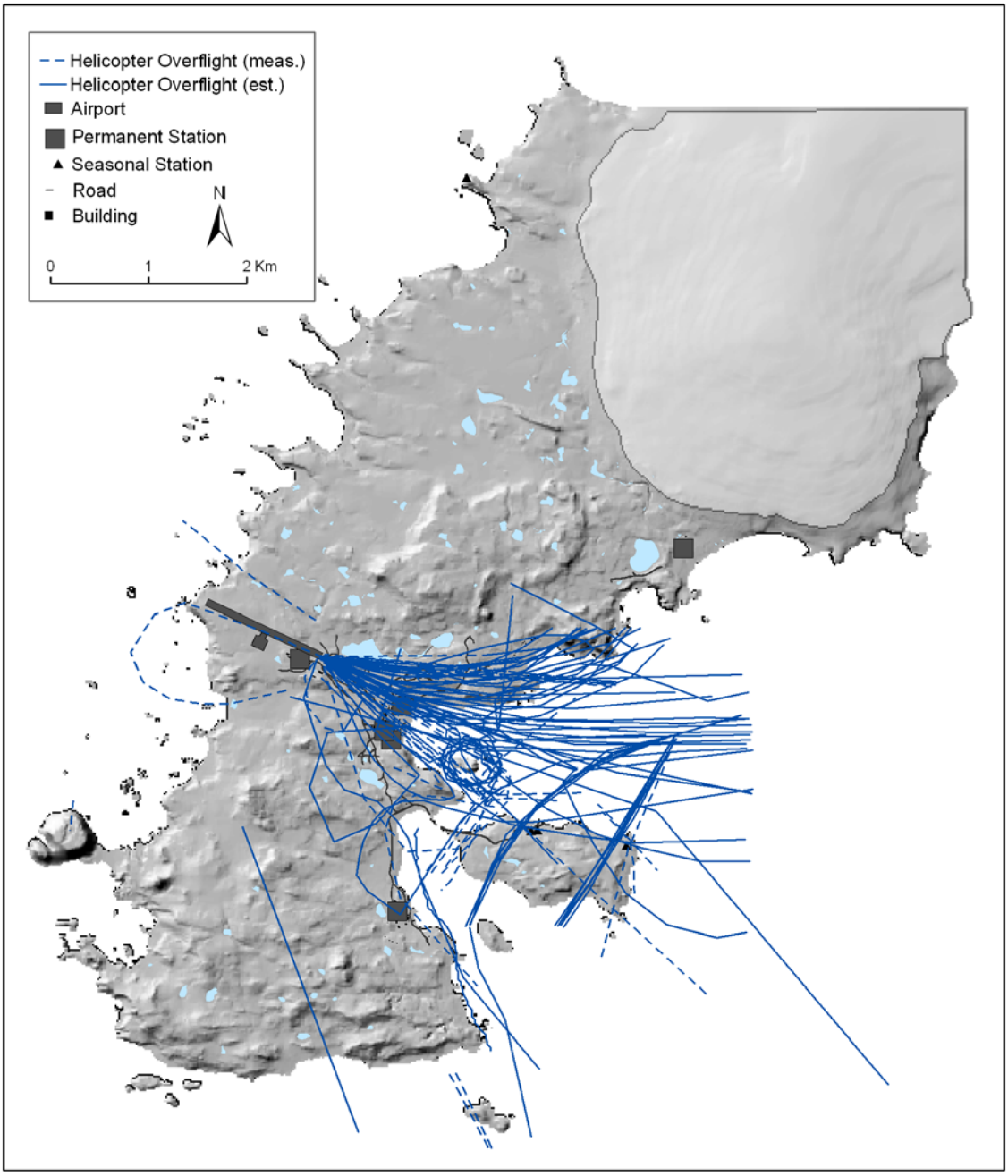


Figure 2. Assessment of helicopter over-flight activities in 2003/04 using a Range Finder GPS system. Measurements were taken from different positions on the Fildes Peninsula and Ardley Island and aircraft flight routes were followed as long as possible (measured: at least two data points per flight, estimated: less than two measurements taken).

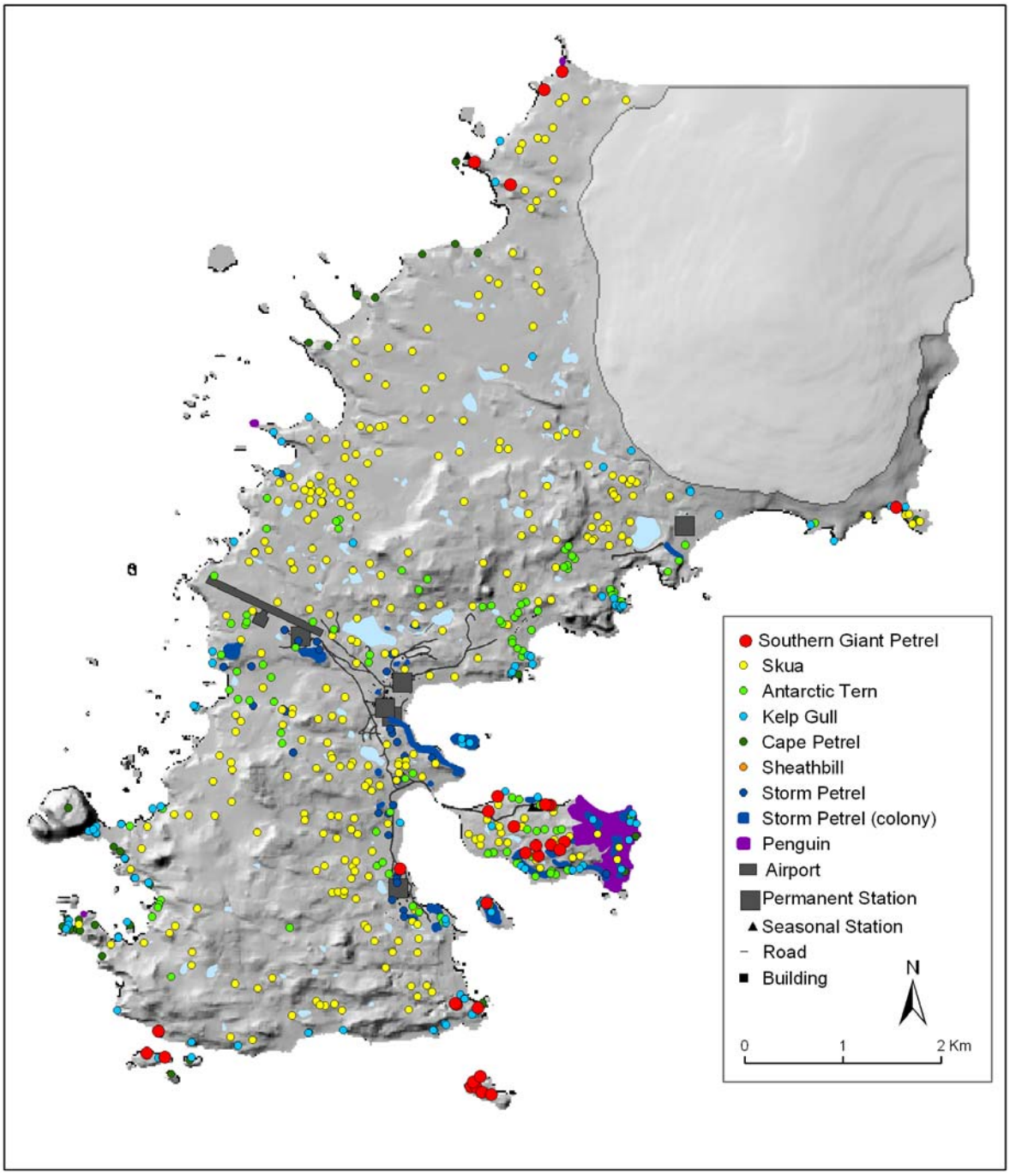


Figure 3. Preliminary summary of bird breeding sites on the Fildes Peninsula and Ardley Island. Graphic represents 1. Southern Giant Petrels *Macronectes giganteus* colonies, sub-colonies or single nests, 2. Brown, South Polar Skuas and mixed pair nests (*Catharacta antarctica lonnbergi*, *C. maccormicki*), 3. Antarctic Terns *Sterna vittata* colonies, 4. Kelp Gulls *Larus dominicanus* colonies and single nests, 5. Cape Petrels *Daption capense* colonies, 6. Sheathbills *Chionis alba* nests, 7. Wilson's and Black-bellied Storm Petrel nests and colonies (*Oceanites oceanicus*, *Fregetta tropica*) so far mapped only in station surroundings, 8. Adélie, Chinstrap and Gentoo penguins colonies (*Pygoscelis adeliae*, *P. antarctica*, *P. papua*).

Anhang 8 c



WP 22

Agenda Item: CEP 7

Presented by: Brazil, China, Germany, Korea Republic of, Russian Federation

Original: English

"Possibilities for environmental management of Fildes Peninsula and Ardley Island". Proposal to establish an intersessional contact group

"Possibilities for environmental management of Fildes Peninsula and Ardley Island"

Proposal to establish an intersessional contact group

submitted by

Brazil, China, Germany, Korea and Russia

Introduction

At CEP VII Germany introduced IP 005, "Research Project 'Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas'". This paper described a three-year research project (2003 – 2006) to provide data to fully evaluate the role and structure of a possible broad-scale management system on Fildes Peninsula and Ardley Island. The project has been carried out by scientists of the Polar and Bird Ecology Group at the Institute of Ecology, University of Jena, Germany. Several CEP members expressed their support for the proposal, and indicated that they would willingly assist Germany in the project.

At CEP VIII Germany introduced IP 016, "*Progress Report on the Research Project "Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas*"". This paper provided an update on the project, noting the excellent co-operation of other Parties in the area through an informal co-ordination group. Germany also indicated its intent to submit a draft ASMA plan for consideration at CEP IX.

At ATCM XXVIII, "*Germany agreed that prior to tabling a draft Management Plan for Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island) and following a proposal by Chile an International Working Group should be established, composed of* those *Parties with stations and/or huts in the area, Parties with an interest in the area as well as Observers to the Antarctic Treaty. This group will discuss the issues related to the Draft Management Plan. With this purpose, Germany will carry out two international workshops, one in September 2005 and another one in January/February 2006, in order to convene the participants on this issue*" (Final Report of ATCM XXVIII, para. 90).

Both workshops mentioned in the preceding paragraph have been carried out. The first took place at the University of Jena (Germany) in September 2005, where participants appreciated the work undertaken and expressed support for the intention to develop effective management tools for the region. The outcome of the workshop is summarized in ***Appendix 1*** to this Working Paper. The following deals with the second workshop.

1. The King George Island Workshop

1.1 General

The second workshop was convened by the Federal Environmental Agency and the Federal Ministry of the Environment of Germany, from 30 January to 3 February 2006. It was hosted by the Russian Arctic and Antarctic Research Institute, St Petersburg, Russia, at Bellingshausen

Station on King George Island, which provided excellent facilities. All participants appreciated the hospitality and the agreeable atmosphere of the meeting.

Transport was generously supported by Norwegian, Chilean and US Antarctic tour operators. Their assistance as well as the personal engagement of individuals within these companies contributed to a great extent to the success of the workshop.

The workshop was attended by government representatives, scientists, and station leaders of eight Antarctic Treaty Parties, as well as representatives of ASOC and IAATO and other non-governmental organizations.

1.2 Main Findings and Recommendations

At the workshop, possible management approaches for the Fildes Peninsula Region (including Fildes Peninsula, Ardley Island and other adjacent smaller islands) were discussed; among others a Fildes Region ASMA, a zoning system without ASMA designation, the extension of ASPA Nr. 125, special guidelines for station activities, science and tourism, the possibility of a Maxwell Bay ASMA and as well the option of no changes in the current system.

There was general agreement among all participants that:

- the Fildes Peninsula Region needs **a multiple use management system** and
- **an ASMA for the Fildes Peninsula Region** would provide the most comprehensive approach for managing the area.

It was recommended that further discussion on such a management system should include all Parties with stations and/or huts in the area, Parties with an interest in the area as well as Experts and Observers to the Antarctic Treaty.

The findings of the workshop, the list of the participants and the work programme are attached as ***Appendix 2*** to this Working Paper.

2. Conclusion

In order to formalize the discussion process on a management system for the Fildes Peninsula Region, a single **Intersessional Contact Group** should be established by the CEP. This group should collect management concepts of various Parties on a broad basis, and should discuss possible management approaches that will include among others, visitor guidelines as a practical tool, and the possibility of designing the Fildes Peninsula Region as an ASMA. For this Intersessional Contact Group the following **Terms of Reference** are proposed:

1) Discuss the future preparation of a draft Management Plan, for the possible designation of the Fildes Peninsula Region as an ASMA considering any revision of Management Plans for the ASPAs involved (No. 125 and 150).

2) Consider in its work in particular the findings of the King George Island Workshop.

3) Examine in cooperation with CCAMLR the possibility to include marine components in the referred Management Plan.

4) Consider the possibility to set up an integrated web based information system in order to allow for input of all scientific, tourist and logistic activities in the Fildes Peninsula Region, and to this end cooperate with SCAR, IAATO and COMNAP.

5) Submit an advance report of the mentioned discussion about the preparation of the draft Management Plan to CEP X."

Appendix 1

Outcome of the Workshop 'Human impact on terrestrial habitats in the Antarctic' held at the 22nd International Polar Meeting

23 September 2005, Jena, Germany

The workshop joined researchers from twelve nations currently working on human impact studies in the Antarctic and sub-Antarctic. It offered a platform for a comprehensive and profound meeting of experts on current human impacts in the Antarctic and sub-Antarctic.

After a brief opening address by a representative of the Federal Foreign Office, Germany 18 presentations were given and discussed in the course of one day (see program below).

Peter Convey gave a research overview regarding alien terrestrial organisms in the Antarctic. Although few impacts are visible in the environment, there is a strong lack of basic survey and monitoring data. He stated an urgent need for the establishment of monitoring programs and measures to mitigate the risk of introduction of such organisms by the movement of people and cargo. Kevin Hughes presented results from responses of Antarctic soil micro-organisms to oil contamination. Microcosm experiments showed that oil degradation increased to the greatest extent with a treatment combination of bioaugmentation and biostimulation.

Enn Kaup summarised studies of sewage flow and waste dispersal into Antarctic lakes between the 1970s and 90s. Impacts were evident in the vicinity of stations including increases in salinity and nutrient levels. In recent years, research and environmental monitoring activities of the Russian Antarctic Expedition focussed on these and other human impacts which Maria Gavrilo outlined in the workshop.

After Michaela Mayer had given a special overview of the development of tourism in Arctic and Antarctic, three speakers reported on human impacts on the sub-Antarctic islands. Sally Poncet provided an insight into the monitoring program for the South Georgian Islands Albatross and Prion where interactions between visitors, fur seals and wandering albatrosses are evident. Marienne de Villiers summarised a variety of human impacts and presented current management activities to reduce or eliminate them on the Prince Edward Islands. Finally, experimental and observational disturbance studies on penguins of Macquarie Island were undertaken and presented by Nick Holmes.

Then, several presentations followed dealing with studies being conducted on King George Island. Rolf Weber informed about the Brazilian research network for assessing impacts around Ferraz Station in Admiralty Bay. This large multidisciplinary study runs since 2002, joining 15 research groups. A Chinese-German co-operation project on the impacts of station food and garbage on skuas at the Fildes Peninsula was presented by Wang Zipan. Preceding the vegetation mapping on the Fildes Peninsula in 2003/04, South Korean researchers produced a GPS/GIS-map for the vegetation around King Sejong Station on Barton Peninsula – an overview was given by Ji Hee Kim. Dmitry Vlasov reported results of a survey on fungi conducted on the Fildes Peninsula, Ardley and Nelson Island that covered rock, soil and building material.

To open the last session of the workshop, Rod Downie provided an insight into the development of the ASMA management package of Deception Island. This package was the result of an intensive international co-operation over several years. In the Fildes Peninsula Region, a similar approach could be used. The German research project 'Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas' was presented by Hans-Ulrich Peter, Osama Mustafa, Christina Büsser and Simone Pfeiffer.

In a final podium discussion, preliminary results of the research project, a risk assessment and management ideas for the Fildes Peninsula were discussed constructively. The participants strongly appreciated the work undertaken and supported the intention to continue with the research and to develop an effective management of the region.

Workshop Program

08:30 – 08:45	Opening of the workshop, introduction
08:45 – 09:05	*Peter Convey, Cambridge/UK:* How vulnerable are Antarctic terrestrial ecosystems to biological invasions?
09:05 – 09:25	*Kevin Hughes & Bethan Stallwood, Cambridge, Bangor/UK:* Oil spills in Antarctic terrestrial environments – the impact on soil microorganisms
09:25 – 09:45	*Enn Kaup, Tallinn/Estonia:* Human impacts in catchments and lakes of Schirmacher, Thala and Larsemann oases
09:45 – 10:15	Coffee break
10:15 – 10:35	*Maria Gavrilo & Victor Pomelov, St.Petersburg/Russia:* Environmental activities of the Russian Antarctic Expedition
10:35 – 10:55	S*ally Poncet, Falkland Islands (Islas Malvinas):* Albatross and Prion Islands, South Georgia: a management challenge
10:55 – 11:15	*Michaela Mayer, Bremen/Germany:* Environmental impacts of Polar tourism
11:15 – 11:35	*Marienne De Villiers & John Cooper, Cape Town/South Africa:* Human impacts at the sub-Antarctic Prince Edward Islands
11:35 – 11:55	*Nick Holmes & Melissa Giese, Hobart, Kingston/Australia:* Investigating the variation in penguin responses to human activity on Macquarie Island
11:55 – 13:30	Lunch break
13:30 – 14:00	*Rolf Weber, Cristina Engel Alvarez, Antonio Batista, Martin Sander et al., São Paulo, Vitória, Santa Cruz do Sul, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Viçosa/Brazil:* Environmental assessment in the vicinity of Cmte. Ferraz Station (Brasil), Admiralty Bay, King George Island – Concepts and achievements in an integrated methodology

14:00 – 14:15	*Wang Zipan, Hans-Ulrich Peter & Anne Froehlich, Shanghai/China Jena/Germany:* Impacts of station garbage on the diet of Antarctic Skuas on Fildes Peninsula of King George Island
14:15 – 14:35	*Ji Hee Kim & Hosung Chung, Ansan/Korea:* A baseline survey for long-term monitoring of terrestrial vegetation around King Sejong Station, King George Island
14:35 – 14:55	*Dmitry Vlasov & Vycheslav Krylenkov, St. Petersburg/Russia:* Mycobiota of the Antarctic Polar Stations area on the King George Island
14:55 - 15:15	*Rod Downie, Cambridge/UK:* Deception Island- a trailblazer in Antarctic site management
15:15 – 15:45	Coffee Break
15:45 – 15:50	*Hans-Ulrich Peter, Jena/Germany:* Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas – a short introduction
15:50 – 16:10	*Osama Mustafa, Christina Büsser, Simone Pfeiffer & Hans-Ulrich Peter, Jena/Germany:* Mapping of traffic activities on Fildes Peninsula and Ardley Island – methods and results
16:10 – 16:30	*Christina Büßer, Uwe Grunewald, Tiemo Kahl, Osama Mustafa, Simone Pfeiffer & Hans-Ulrich Peter, Jena/Germany:* Environmental data and human activities on Fildes Peninsula and Ardley Island
16:30 – 16:45	*Hans-Ulrich Peter, Christina Büsser, Osama Mustafa & Simone Pfeiffer, Jena/Germany:* Biological data and risk assessment (Fildes Peninsula and Ardley Island)
16:45 – 17:10	*Simone Pfeiffer, Christina Büsser, Osama Mustafa & Hans-Ulrich Peter, Jena/Germany:* Possible elements of a drafts Management plan for the south-western part of King George Island
17:10 – 18:00	Discussion and conclusions

Appendix 2

Workshop

"Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island"

3 February 2006

Findings

(1) There was general agreement among all participants that the Fildes Peninsula Region (including Fildes Peninsula, Ardley Island and other adjacent smaller islands) needs a multiple use management system.

(2) There was also a consensus amongst participants that an ASMA for the Fildes Peninsula Region would provide the most comprehensive approach for managing the area.

(3) Some participants suggested that from their point of view it would be better to have a 'step by step approach', namely to start with the development of guidelines, followed by a zoning system and finally by a Management Plan for a Fildes Peninsula Region ASMA.

(4) Some participants suggested a Maxwell Bay ASMA would provide a more comprehensive ecosystem approach in order to include the marine components.

(5) The Management Plan for the Fildes Peninsula Region could be incorporated into a future Maxwell Bay Management Plan if appropriate.

(6) It was noted that further ASPAs in the Fildes Peninsula Region may be needed. Results of recent scientific research could be reflected in the revision of existing ASPAs.

(7) From a practical point of view, there was strong support to have information readily available at stations in order to provide information to visitors, station residents and to coordinate activities. This information should also be used for educational purposes prior to arrival.

(8) In addition, it was suggested that an integrated web based information system would allow for input of all scientific, tourist and logistical activities in the Fildes Peninsula Region.

(9) Some participants stressed the lack of implementation of already existing guidelines and recommendations within the Antarctic Treaty System.

(10) Concerns were raised that not all parties present in this area were represented in the discussions at the workshop. The participants would welcome the participation of all parties with stations or huts in the Fildes Peninsula Region in the discussion process.

Recommendations from the workshop

- Participants were asked to provide their governments with the findings of this workshop. Interested parties will jointly table a paper to the next ATCM containing the summary and the recommendations of this workshop.
- A Working Paper will be the appropriate input to achieve a decision by the CEP to establish an International Working Group.
- According to Paragraph 86 of the Final ATCM XXVIII Report “this International Working Group should be composed by those parties with stations and huts in the area, parties with interests in the area as well as observers to the Antarctic Treaty”.
- Further workshops may be necessary. An earlier consideration of Chile, as a country with one of the largest and long-date installations in King George Island, to host a workshop on the projected Fildes Peninsula Region ASMA is most appreciated.

Workshop

'Possibilities for Environmental Management of the Fildes Peninsula and Ardley Island'

Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic

30 January to 3 February 2006

List of invited Participants and Guests*

Country/ Organization	Name	Institution	Contact details
Brazil	Tania Brito	Programa Antártico Brasileiro/MMA Diretoria de Áreas Protegidas - SBF Ministério do Meio Ambiente	tania.brito@mma.gov.br
Chile	Maria Jose Rosello*	Instituto Antártico Chileno (INACH)	mjrosello@hotmail.com chicarosello@yahoo.com
China	Jiang Xiaodong	Chinese Arctic & Antarctic Administration	xjiang@pric.gov.cn
Korea	Jaeyong Choi*	Chungnam National University	jaychoi@cnu.ac.kr
Korea	Sang Joon Lee	Ministry of Environment	Isjsws@me.go.kr
Korea	Ji Hee Kim*	Korea Polar Research Institute	jhalgae@kopri.re.kr
Korea	Jeong-Hoon Kim*	Kyun Hee Univerity	stiltkim@hotmail.com
Korea	Wanho Lim*	DMZwild Co., Ltd. Nature Documentary Production	Wanho21@hanmail.net
Korea	Jun Woo Park*	DMZwild Co., Nature Documentary Production	blackisa@empas.com
Russia	Oleg Sakharov	Base Commander of Bellingshausen Station	R1ANF@Winlink.org

Russia	Mikhail P. Andreev*	Komarov Botanical Institute	lichenbin@yandex.ru andreevmp@yandex.ru
Russia	Victor E. Lagun*	Arctic and Antarctic Research Institute	lagun@aari.nw.ru
Russia	Maria Gavrilo	Arctic and Antarctic Research Institute	mashuka@aari.nw.ru
Russia	Alexander Orup*	Arctic and Antarctic Research Institute	aorup@yahoo.com
Russia	Maxim Moskalevsky*	Russian Academy of Sciences	moskalevsky@mail.ru
Russia	Nikolay Osokin*	Russian Academy of Sciences	osokinn@mail.ru
Spain	Manuel Ballestros*	University of Barcelona	mballesteros@ub.edu
Spain	Javier Cristobo*	Instituto Espanol de Oceanografia	fjcristobo@yahoo.es
Uruguay	Daniel Antúnez	Uruguayan Antarctic Institute	danantun@gmail.com danantun@hotmail.com
Uruguay	Longino Sosa* Arancet	Base Commander of Artigas Station	bcaa@iau.gub.uy l_arancet@hotmail.com
Uruguay	Gustavo Caubarrere*	Uruguayan Antarctic Institute Servicio Geografico	sgm@iau.gub.uy gustavocaubarrere@adinet.com.uy
IAATO	Denise Landau	International Association of Antarctica Tour Operators	iaato@iaato.org
ASOC	Ricardo Roura	Antarctic and Southern Ocean Coalition	ricardo.roura@worldonline.nl
'Mission Antarctica'	Garry Evans*		garry.evans@evans-consulting.co.uk
Germany	Axel Szelinski	Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety	axel.szelinski@bmu.bund.de
Germany	Antje Neumann	Federal Environmental Agency	antje.neumann@uba.de
Germany	Fritz Hertel	Federal Environmental Agency	fritz.hertel@uba.de
Germany	Wolfgang Dinter	Federal Agency for	wolfgang.dinter@bfn-

		Nature Conservation	vilm.de
Germany	Michaela Mayer	RS Research Shipping GmbH	mm@michaela-mayer.de
Germany	Steffen Vogt	Institute for Geography/ University of Freiburg	steffen.vogt@geographie.uni-freiburg.de
Germany	Hans-Ulrich Peter	Institute for Ecology/ University of Jena	hans-ulrich.peter@uni-jena.de
Germany	Simone Pfeiffer	Institute for Ecology/ University of Jena	simone.pfeiffer@uni-jena.de
Germany	Christina Buesser	Institute for Ecology/ University of Jena	christina.buesser@uni-jena.de
Germany	Osama Mustafa	Institute for Ecology/ University of Jena	osama.mustafa@uni-jena.de

Workshop

"Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island"

Meeting agenda

January 30 to February 3, 2006

Supported by the Russian Antarctic Expedition (RAE)
Valery Lukin, Director of RAE

Location

Russian Station Bellingshausen

Kindly hosted by the Base Commander of Bellingshausen Station
Oleg Sakharov

Convenor
The Federal Environmental Agency, Germany

and

The Federal Ministry of the Environment, Germany

Office in charge of organisation

The Federal Environmental Agency, Germany
Mr. Fritz Hertel/ Mrs. Antje Neumann
Fachgebiet I 2.4
Woerlitzer Platz 1
D- 0 6 8 4 4 D e s s a u
Germany
Tel.: ++49 340-2103-2688 / -2395
Fax: ++49 340-2104-2688 / -2395
Email: fritz.hertel@uba.de, antje.neumann@uba.de
Website: www.umweltbundeamt.de

Workshop

'Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island'

Bellingshausen Station, King George Island, Antarctic
January 30 to February 3, 2006

Sunday, January 29, 2006

Arrival of participants at the Russian Station Bellingshausen.

Monday, January 30, 2006

09.30 - 10.00 Addresses of welcome
Chair: H.-U. Peter

- Oleg Sakharov (Base Commander of Bellingshausen Station, Russia)
- Axel Szelinski (Federal Ministry of the Environment, Germany)

10.00 - 12.00 Technical information and introductions
Chair: H.-U. Peter

- Introduction to the workshop (Antje Neumann, Federal Environmental Agency, Germany)

- Introduction to the survey area (H.-U. Peter & colleagues, University of Jena, Germany)

12.00 – 13.00 ***Lunch break***

Afternoon

Excursion: Visiting Ardley Island (H.-U. Peter & colleagues, University of Jena, Germany)

Evening
Ice Breaker Party

Tuesday, January 31, 2006

Note: All oral presentations are limited to 20 minutes plus 10 min. for discussion!

09.00 - 10.30 Environmental management within national programmes
Chair: M. Mayer

- "Environmental Management Approaches in Uruguayan National Antarctic Programmes" (Daniel Antúnez; Uruguayan Antarctic Institute, Uruguay)

- "Environmental Management Approaches in Chinese National Antarctic Programmes" (Jiang Xiaodong; Chinese Arctic & Antarctic Administration, China)

- "Environmental Initiatives in the Brazilian Antarctic Programme" (Tania Brito, Ministério do Meio Ambiente, Brazil)

Coffee break

11.00 - 12.00 Environmental management at research stations
Chair: Mikhail P. Andreev

- "Environmental Monitoring Programmes of King Sejong Station King George Island" (Jaeyong Choi, Chungnam National University, Korea)

- "Cleaning-Up Operations at the Russian Station Bellingshausen 1999-2002" (Oleg Sakharov, Base Commander of Bellingshausen Station, Russia)

Lunch break

14.00 - 15.30 Aspects of environmental situation of Fildes Peninsula & Ardley Island
Chair: S. Pfeiffer

- "Population Fluctuation of Pygoscelid Penguins during 1994-2005 at Ardley Island, South Shetland Islands" (Maria José Rosello, Instituto Antártico Chileno, Chile)

- "Peculiarities of the lichen flora and vegetation of the Fildes Peninsula and of King George Island" (Mikhail P. Andreev; Komarov Botanical Institute, Russia)

- "King George Island Climatology (Bellingshausen and Arctowki station data comparison results)" (Victor E. Lagun, Arctic and Antarctic Research Institute, Russia)

Coffee break

16.00 - 17.30 Aspects of environmental management on Fildes Peninsula & Ardley Isld
Chair: A. Szelinski

- "Managing Tourism on the Fildes Peninsula from an IAATO Point of View" (Denise Landau, International Association of Antarctica Tour Operators – IAATO)

- "Environmental Reports of Fildes Peninsula, 1988-1997: Benchmarks for Environmental Management" (Ricardo Roura, The Antarctic and Southern Ocean Coalition –ASOC)

- "Environmental Studies (monitoring) in the Russian Antarctic Program: 'Positive experience and still missing linkages'" (Maria Gavrilo, Arctic and Antarctic Research Institute, Russia)

Wednesday, February 1, 2006

09.00 - 12.00

Chair: F. Hertel

- "Risk assessment for Fildes Peninsula & Ardley Island and development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas" (Hans-Ulrich Peter, Ossama Mustafa, Christina Buesser, Simone Pfeiffer, University of Jena, Germany), discussion

Lunch break

Afternoon

- Excursion: Western part of Fildes Peninsula (Hans-Ulrich Peter & colleagues, University of Jena, Germany)

Thursday, February 2, 2006

09.00 - open end

Chair: A. Neumann

- "Modules for designing Fildes Peninsula & Ardley Island as an Antarctic specially managed area (ASMA), discussion of possible alternatives" (Simone Pfeiffer, University of Jena, Germany)
- Discussion

Each participant is welcome to present his views in this discussion!

Friday, February 3, 2006

09.00 - 12.00

Chair: A. Szelinski

- Conclusions and results of the workshop (Antje Neumann and Fritz Hertel, Federal Environmental Agency, Germany), discussion included

Lunch break

14.00 Wrap up and Finals

Chair: H.-U. Peter

- Other business (N.N.)

- Closing of the workshop (Oleg Sakharov, Base Commander of Bellingshausen Station, Russia and Axel Szelinski, Federal Ministry of the Environment, Germany)

Evening
Farewell Party

Saturday, February 4, 2006

Begin of departure.

Please note:

The agenda is flexible depending on contributions still due and other circumstances (e.g. weather conditions).

Anhang 8 d

XXX Antarctic Treaty Consultative Meeting
New Delhi 30 April to 11 May 2007

IP 22 rev. 1

Agenda Item: CEP 7(e)
Presented by: Germany, Chile
Original: English

Progress Report on the Discussion of the International Working Group about Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island

Progress Report on the Discussion of the International Working Group about Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island

submitted by

Germany and Chile

1. Introduction

At CEP VII Germany introduced IP 005, "*Research Project Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas'*". This paper described a three-year research project (2003 – 2006) to provide data to fully evaluate the role and structure of a possible broad-scale management system on Fildes Peninsula and Ardley Island. The project has been carried out by scientists of the Polar and Bird Ecology Group at the Institute of Ecology, University of Jena, Germany. Several CEP members expressed their support for the proposal, and indicated that they would willingly assist Germany in the project.

At CEP VIII Germany introduced IP 016, "*Progress Report on the Research Project Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas*". This paper provided an update of the project, noting the excellent co-operation with other Parties in the area through an informal co-ordination group. Germany also indicated its intent to submit a draft ASMA plan for consideration to CEP IX.

At ATCM XXVIII, "*Germany agreed that prior to tabling a draft Management Plan for Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island) and following a proposal by Chile an International Working Group should be established, composed of those Parties with stations and/or huts in the area, Parties with an interest in the area as well as Observers to the Antarctic Treaty. This group will discuss the issues related to the Draft Management Plan. With this purpose, Germany will carry out two international workshops, one in September 2005 and another one in January/February 2006, in order to convene the participants on this issue*" (Final Report of ATCM XXVIII, para. 90).

At CEP IX Brazil, China, Germany, the Republic of Korea and the Russian Federation introduced WP022, "*Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island. Proposal to establish an Intersessional Contact Group*". This paper reported on the main findings and recommendations of the King George Island Workshop "*Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island*" in January/February 2006 as well as on the outcome of the Workshop "*Human impact on terrestrial habitats in the Antarctic*" in September 2005". Discussion of this paper is reflected in paragraphs 70 to 75 of the CEP Report.

At ATCM XXIX "*Germany expressed satisfaction on reaching agreement with Chile in principle on developing an ASMA for Fildes Peninsula and Ardley Island. They will jointly convene – via note verbal – an* ***international working group*** *(paragraph 74 of the CEP Report). Germany expressed the hope that a substantive outcome of the group's work would be presented to the next ATCM. Chile confirmed that it will host a workshop to prepare the input on this issue for discussion at CEP X*." (Final Report of ATCM XXIX, para. 77)

2. The International Working Group

2.1 General

Pursuant to these understandings an international working group involving government representatives of interested Parties was convened by Germany and Chile in order to discuss management approaches, possibly aiming at drafting a management plan for an ASMA covering the Fildes Peninsula Region. With the assistance of the Antarctic Treaty Secretariat a web based Discussion Forum was established.

2.2 Questions uploaded to the web based Discussion Forum

The convenors uploaded the following questions to the web based Discussion Forum of the CEP at the beginning of the discussion in October 2006:

- What kind of management approaches for the Fildes Peninsula Region (including Fildes Peninsula, Ardley Island and other adjacent smaller islands) do you suggest?
- Which management activities should be included by such an approach?
- Which geographical area should be covered by such an approach?
- Which timeframe should be taken for implementing your suggested approach?

2.3 Participation

Besides the convenors Chile and Germany, thirteen other parties expressed their wish to join the International Working Group (IWG) dealing with possibilities for environmental management of Fildes Peninsula and Ardley Island. They nominated their national representatives to participate in the IWG (see Table 1).

Table 1 - Participating parties of the International Working Group dealing with possibilities for environmental management of Fildes Peninsula and Ardley Island and their representatives

Consultative Party	**Representative**	**E-mail**
Argentina	Mr Mariano Memolli Mr Rodolfo Sanchez	mmemolli@dna.gov.ar rodolf@abaconet.com.ar
Australia	Mr Ewan McIvor	ewan.mcivor@aad.gov
Brazil	Mrs Tania Aparecida da Silva Brito	tania.brito@mma.gov.br
Chile	Mr Jorge Berguno Mrs Veronica Vallejos	jberguno@inach.cl vvallejos@inach.cl
China	Mrs Chen Danhong Mr Cai Minghong	chinare@263.net.cn caiminghong@pric.gov.cn
France	Mr Yves Frenot	yves.frenot@ipev.fr
Germany	Mrs Heike Herata	heike.herata@uba.de
Japan	Mr Kousei Masu	antarctic@env.go.jp

Consultative Party	Representative	E-mail
Peru	Ms Patricia Gagliuffi	inanpe@rree.gob.pe
Poland	Mr Andrej Tatur	tatura@interia.pl
Republic of Korea	Mr Jong-Min Kim Mr Jaeyong Choi	mccoy@me.go.kr jaychoi@chu.ac.kr
Russian Federation	Mr Victor Pomelov	pom@aari.nw.ru
Spain	Mr Manuel Catalan Mr Guillermo Morales	manuel.catalan@uca.es guillermo.morales@mec.es
United Kingdom	Mr Rod Downie	rhd@bas.ac.uk
Uruguay	Mr Aldo Felici	ambiente@iau.gub.uy personal@iau.gub.uy

3. Comments of the parties involved

Table 2 gives a summary of the submitted answers to questions made by the convenors (see 2.2), including both comments made within the Discussion Forum and prior statements made in relevant documents.

4. Further steps

The participants of IWG intend to continue their work intersessionally at the web based Discussion Forum and meet at agreed intervals and venues scheduled by the members of the Antarctic Treaty System, taking into account inter alia data provided by the results of:

- the Workshop “Scientific Cooperation, Environmental Protection, Coordination of Activities in the Fildes Peninsula Region, King George Island, South Shetland Islands, Antarctica (Punta Arenas, 29-31 March 2007),

- the final report of the German Research Project “Risk Assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas” (ca. May 2007), and

- the review by the CEP of the draft management plan for ASPA Nº 150 (Ardley Island).

Table 2 – Part I: Comments within the Discussion Forum referring to questions made at the beginning of the discussion given by the IWG participating parties

	Comments within the Discussion Forum			
IWG parties ↓	**Question 1**: What kind of management do you suggest?	**Question 2**: Which management activities should be included by such an approach?	**Question 3**: Which geographical area should be covered by such an approach?	**Question 4**: Which timeframe should be taken for implementing your suggested approach?
Argentina	*No information available*	*No information available*	*No information available*	*No information available*
Australia	ASMA, multi operated start with general management provisions	Establishing „Management Groups“ for communication and coordination between operators; communication with Admirality Bay	Refining boundaries (and management arrangements) over time	Establish a robust management structure as soon as practicable; it will require ongoing review
Brazil	ASMA	Management Plan: Zoning, Code of Conduct, site-specific guidelines	Maxwell Bay	Management Plan adopted in two-three years
Chile	Code of Conduct required by article 5 (3) (1) of Annex V	“Management Groups” for communication and coordination between operators in the Fildes Peninsula, Admirality Bay, King Sejong and Jubany/Dallmann	Fildes Peninsula Region from Collins Glacier to Stansbury Peninsula, including Ardley and small Islands and the maritime spaces enclosed by Fildes Strait to Ruin Point (62º16’S 58º56’W) Nelson Island linked by a straight line to North Spit (62º13’S 58ª48’W) KGI	Adoption at the ATCM in 3-5 years: interim “Management by Information”
China	Step by step, first Code of Conduct, then ASMA	Establishing „Coordination Group”, Establishing Code of Conduct, then comprehensive Management Plan	Maxwell Bay	Code of Conduct as soon as possible, ASMA adoption in 3-5 years
France	ASMA start with general management provisions	Establishing „Coordination Group”, Guidelines & Code of Conduct, zoning strongly supported; data on vegetation must be added; suggest another zone: “areas of scientific interest” for monitoring purposes	Maxwell Bay “is likely too ambitious in a first approach”, refining boundaries (and general management provisions) over time	Draft management plan as soon as possible; flexible in term of its revision
Japan	“…it is useful that we consider management approach to chose from or combine the existing system; ASMA, ASMA and Site Guidelines pursuant to Resolutions”		*No information available*	*No information available*
Peru	*No information available*	*No information available*	*No information available*	*No information available*
Poland	*No information available*	*No information available*	*No information available*	*No information available*
Russia	ASMA including zoning and Codes of Conduct	Zoning and site-specific guidelines	Maxwell Bay	Step by step, early start of ASMA Management Plan is appreciated
Spain	ASMA	Management Plan, Establishing Management Group, Zoning, new ASPAs if necessary	1. step: Fildes Peninsula & Ardley Island, 2. step: extending	2007 Workshop P.A. (Chile), 2008 ATCM General lines of ASMA draft, 2009 a first ASMA draft for consensus, 2010-2011 ASMA adoption
United Kingdom	ASMA	Zoning, site-specific guidelines and management plan	First: Maxwell Bay, long term: King George Island (including ASMA Admirality Bay)	Adoption at ATCM in 3-5 years; In the interim “Management by Information”
Uruguay	Visitors Guidelines & Code of Conduct	Code of Conduct, Coordination, Information…	Fildes Peninsula & Ardley Island	Nov-Dec 2006 International Consideration Jan-Feb 2007 Intersess. discussion and analysis Mar 2007 Consolidation during Workshop in P.A.

Table 2 – Part II: Prior statements due to corresponding documents referring to questions made at the beginning of the discussion given by the IWG participating parties

IWG parties ↓	**Question 1**: What kind of management do you suggest?	**Question 2**: Which management activities should be included by such an approach?	**Question 3**: Which geographical area should be covered by such an approach?	**Question 4**: Which timeframe should be taken for implementing your suggested approach?
	Prior statements due to corresponding documents			
Germany	ASMA**	Management Plan including Zoning System & Codes of Conduct**	Fildes Peninsula Region (Fildes Peninsula, Ardley Island and associated small islands) **	ASMA adoption at ATCM in 3 years
Republic of Korea	ASMA*	Management Plan*	Fildes Peninsula Region (Fildes Peninsula, Ardley Island and associated small islands) *	*No information available*

* WP 022 ATCM XXIX ** WP 022 ATCM XXIX, IP 016 ATCM XXVIII, Possible Modules of a Fildes ASMA_10-11-05

Anhang 8 e

XXX Antarctic Treaty Consultative Meeting
New Delhi 30 April to 11 May 2007

IP 112

Agenda Item: CEP 7(e)
Presented by: Germany
Original: English

Possible Modules of a “Fildes Peninsula region” ASMA Management Plan

Possible Modules of a "Fildes Peninsula region" ASMA Management Plan

Submitted by

Germany

1. Introduction

At CEP VII Germany introduced IP 005, "Research Project Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas'". With this paper the below mentioned German three-year research project (2003 – 2006) was described and introduced the first time. Several CEP members expressed their support for the proposal, and indicated that they would willingly assist Germany in the project.

At CEP VIII Germany introduced IP 016, "Progress Report on the Research Project Risk assessment for Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas". This paper provided an update of the project, noting the excellent co-operation with other Parties in the area through an informal co-ordination group.

At ATCM XXVIII, "Germany agreed that prior to tabling a draft Management Plan for Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island) and following a proposal by Chile an International Working Group should be established, composed of those Parties with stations and/or huts in the area, Parties with an interest in the area as well as Observers to the Antarctic Treaty. This group will discuss the issues related to the Draft Management Plan. With this purpose, Germany will carry out two international workshops, one in September 2005 and another one in January/February 2006, in order to convene the participants on this issue" (Final Report of ATCM XXVIII, para. 90).

At CEP IX Brazil, China, Germany, the Republic of Korea and the Russian Federation introduced WP022, "Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island. Proposal to establish an Intersessional Contact Group". This paper reported on the main findings and recommendations of the King George Island Workshop "Possibilities for Environmental Management of Fildes Peninsula and Ardley Island" in January/February 2006 as well as on the outcome of the Workshop "Human impact on terrestrial habitats in the Antarctic" in September 2005". Discussion of this paper is reflected in paragraphs 70 to 75 of the CEP Report.

At ATCM XXIX "Germany expressed satisfaction on reaching agreement with Chile in principle on developing an ASMA for Fildes Peninsula and Ardley Island. They will jointly convene – via note verbal – an international working group (paragraph 74 of the CEP Report). Germany expressed the hope that a substantive outcome of the group's work would be presented to the next ATCM. Chile confirmed that it will host a workshop to prepare the input on this issue for discussion at CEP X." (Final Report of ATCM XXIX, para. 77).

Pursuant to these understandings an international working group involving government representatives of interested Parties was convened by Germany and Chile in order to discuss management approaches, possibly aiming at drafting a management plan for an ASMA covering the Fildes Peninsula Region (see separate IP 22 Rev. 1 by Germany and Chile).

2. Possible Modules of a "Fildes Peninsula Region" ASMA Management Plan

The Possible Modules of a "Fildes Peninsula Region" ASMA Management Plan are a German contribution to the further discussion within the International Working Group. The aim of these modules is to provide a wide basis for answering the questions 'How are human activities affecting the environment on Fildes Peninsula and Ardley Island and what could be done to improve the situation in the most suitable way?'.

The possible modules of a "Fildes Peninsula Region" ASMA management plan (see Annex) are derived from the final report of the German research project "*Risk assessment for the Fildes Peninsula and Ardley Island and the development of management plans for designation as Antarctic Specially Protected or Managed Areas*". This research project is commissioned by the German Federal Environment Agency (Umweltbundesamt) and carried out by Hans-Ulrich Peter, Christina Buesser, Osama Mustafa and Simone Pfeiffer, Polar & Bird Ecology Group, Institute of Ecology, University of Jena. The final report will be published in 2007.

The project is targeted on the collection of substantial data necessary to fully evaluate the role and structure of a possible broad-scale management system. From 2003 to 2006, data on all human activities like scientific research, logistic operations (sea-, land and air traffic), tourism as well as on the current state of flora and fauna were collected. Subsequently, a risk analysis was carried out evaluating the impact on the assets to be protected. Based on the results of the project and the risk analysis management proposals for the region were mapped out. Finally, a management plan for a possible Fildes Peninsula Region ASMA (see Annex) was proposed.

This management plan contains different codes of conduct for (1) the proposed facility zone, (2) for scientific work, and (3) for visitors to the region. As mentioned above, these codes base on the results of the project and on existing codes of conduct for the Deception Island ASMA. They are intended to reduce environmentally negative effects caused by the running of stations, scientific activities, logistic operations and tourism. They could help to preserve and minimise the impacts on flora and fauna of this region. Notwithstanding, special rules for planned activities in the facility zones and for scientists and visitors would be maintained.

Such a management plan could be a possible option and special codes of conducts could be elaborated by the IWG to administer the conflicts of interest between human activities and their negative effects on the environment. Designation of an Antarctic Specially managed Area (ASMA) appears to be a suitable means of managing the Fildes Peninsula Region and also to reduce cumulative impacts on the environment (para. 2, Art 4, Annex V of the Protocol). The existing ASPAs No. 125 and No. 150 could thus be included in the possible ASMA (para. 4, Art. 4, Annex V of the Protocol).

Annex: Possible Modules of a Management Plan for Antarctic Specially Managed Area No. ***, Fildes Peninsula Region, South Shetland Islands

Preamble

The Fildes Peninsula and Ardley Island (King George Island, South Shetlands, Maritime Antarctic) are intensively used for scientific, logistic and tourism-related activities by several nations. This multitude of activities obviously affects the environment in that area and often leads to conflicts of interest between nature conservation, science, logistics and tourism.

In response to these conflicts, a research project commissioned by the German Federal Environment Agency has been conducted since 2003 on the Fildes Peninsula, Ardley Island and associated small islands (the Fildes Peninsula Region, hereafter Region). This project is designed to provide data for a full evaluation of the role and structure of a possible broad-scale management system which could supplement the existing protection provided by ASPAs to parts of the Region.

Germany is carrying out this project for a number of reasons. One is that German scientists have been regularly present in the Region since 1979. Their activities have been focused particularly on the collection of environmental and biological information. Furthermore, the project can be seen as a result of the joint United Kingdom and Germany inspection programme conducted in the Antarctic Peninsula area in January, 1999. This inspection produced the recommendation that "... consideration could be given towards further enhancing cooperation for example in logistic support, consistency in waste management procedures and a critical examination of scientific programmes to optimise productivity and minimise duplication". A second inspection was conducted in February 2005 by the United Kingdom, Australia and Peru (XXVIII ATCM, WP 32, Stockholm 2005). This inspection covered the Bellingshausen and Great Wall research stations which lie close to each other near Maxwell Bay in the Region. The team found relatively little co-operation on science between the stations and no consistent or focused approach to monitoring. The team welcomed the initial consultations that had been made, and the baseline surveys then underway, carried out with the aim of proposing the Region as an Antarctic Specially Managed Area.

The following text includes "Possible Modules of a 'Fildes Peninsula Region' ASMA" in order to stimulate discussion of a management system. These modules are not the only ones possible and that the proposal is incomplete. There are, of course, several different possible management approaches and, as well as the proposed modules, all practicable options should be discussed. It should also be emphasised that the development of a management plan can be achieved only in close co-operation with all the Antarctic Treaty signatories represented in the area.

Please note that the proposal has been elaborated according to the "Guide for the preparation of Management Plans for Antarctic Specially Protected Areas" and follows the structure of the Deception Island Management Package.

Table of Contents

Introduction
1. Description of Values
2. Aims and Objectives
3. Management Activities
4. Period of Designation
5. Description of the Area
i. Geographical Co-ordinates, Boundary Markers, and Natural Features
ii. Structures within the Area
6. Protected Areas and Managed Zones within the ASMA
i. Protected Areas and Historical Monuments
ii. Managed Zones within the Area
7. Code of Conduct
i. Access to and movement within the Area
ii. Activities allowed in the Area
iii. Installation, modification, or removal of structures
iv. Reporting requirements
8. Maps
9. Supporting documents
Appendix 1: Management Plan for ASPA No. 150 – Ardley Island
Appendix 2: Management Plan for ASPA No. 125 – Fildes Peninsula
Appendix 3: Code of Conduct for Facility Zones
Appendix 4: Code of Conduct for Scientific Research
Appendix 5: Code of Conduct for Visitors

Introduction

The Fildes Peninsula, Ardley Island and adjacent small islands (hereafter "Region") forms the south-western part of King George Island, one of the South Shetland Islands in the Maritime Antarctic. The Region is a large ice-free area with important natural, scientific, educational, aesthetic, wilderness and historical values.

The Region is intensively used for scientific, logistic and tourism-related activities and, during the years since 1968, seven nations (Argentina, Brazil, Chile, China, German Democratic Republic, Russia, and Uruguay) established research stations and field huts there. In addition, in 1980 Chile built a hard runway capable of handling intercontinental and intracontinental flights for transporting cargo, station personnel, and visitors, between stations in the South Shetland Islands, to the Antarctic Peninsula and South America. Supply, research and tourist vessels frequently anchor in Maxwell Bay.

Scientific programs underway in the Region include several atmospheric, glacial, geological and biological investigations. Due to its high species diversity, Ardley Island has been designated as an Antarctic Specially Protected Area (ASPA, formerly SSSI) that includes a visitor zone for station personnel and tourists. Two fossil-rich geological sites are also designated as an ASPA although this designation ceases on 31 December 2010.

Ship-based tourism occurs on a regular basis and combined air and ship tourism is currently developing. There are frequent over flights. Sporting competitions (*e.g.* marathon), glacier climbing, camping and diving have taken place in recent years, illustrating the diverse spectrum of non-governmental activities in the area.

Human activities occurring during the breeding and moulting seasons of birds or seals produce conflicts of interest between nature conservation, science, logistics and tourism.

The designation of the area as an Antarctic Specially Managed Area (ASMA) offers an integrated strategy to manage these conflicts and to minimise the impact of diverse human activities.

1. Description of Values

The Region has important natural, scientific, educational, aesthetic, wilderness and historical values.

i. Natural Value

This large ice-free area contains diverse fauna and flora as well as special geological features, such as fossils and Tertiary rock strata. This peninsula and neighbouring islands (Ardley, Geologists, Two Summit, Dart and Diomedea) are breeding sites for thirteen species of seabirds and three species of seals. Of special interest are the large breeding colonies of Southern giant petrels, Gentoo penguins, skuas and storm petrels. Ardley Island has a varied vegetation particular to the Region of lichen and moss.

ii. Scientific Value

The Region is of great interest for science and several nations exploit the easy access to ice-free areas. The local fauna and flora offers unrivalled opportunities of gaining an understanding of adaptation to extreme environments. In addition, the more than 30 years of research in the Region has produced several long-term sets of environmental data including meteorological and biological observations. Unique international scientific co-operation has developed, particularly in relation to seabird censuses and behavioural and physiological studies on penguins, skuas and petrels. Likewise, international field research is run in parallel by botanists, marine biologists, microbiologists, geologists, glaciologists, oceanographers, physicists and meteorologists. The concentration of stations offers a platform for communication and interdisciplinary approaches.

iii. Educational Value

The Region is a peep hole into the Antarctic ecosystem. The airport offers the opportunity to fly in visitors for a few hours or days to receive a first impression of the Antarctic. Visitors have the opportunity to watch wildlife, to visit research stations and to experience international cooperation in science and logistics.

INSPIRE (formerly Mission Antarctica) initiated an environmental programme in 2001. Large amounts of scrap from the Russian Station Bellingshausen were removed in a three-year project. In parallel, an education programme was run with international pupils, teachers and sponsors to enhance interest and increase funding for further activities in the locality.

iv. Aesthetic Value

The Region offers a wide spectrum of habitats and landscapes ranging from small wildlife hotspots to large glaciers, quiet inlets, and volcanic rock formations. The west coast of the Fildes Peninsula faces the winds and strong surges of the Drake Passage, while on the east there are the calm waters of Maxwell Bay. The narrow Fildes Strait, with its strong currents around small islands, allows stupendous views towards the Drake Passage, Maxwell Bay and the glacier on Nelson Island.

v. Historic Value

The sheltered waters of Maxwell Bay offered a relatively easy landing place for early explorers, whalers and sealers, and some traces remain. Near Suffield Point, Fildes Peninsula (62°11´12″S, 58° 54´02″W), a dry-stone wall enclosing three sides of an area roughly 2.40 by 2.40m was described close to the cliff (Lewis-Smith & Simpson, 1987). Stehberg (1983) excavated this site and found a small iron pot 'of European origin'. Also at Suffield Point, the remnants of a wreaked ship still lie in the water near the Uruguayan station in Maxwell Bay. The remains are probably from a sailing ship built in the second half of the 19th century. A detailed description was given by Uruguay to CEP VII (XXVII ATCM/IP 107).

Furthermore, two historical sites have been designated and marked in the Area (Nos. 50 and 52 in the list of Historic Sites and Monuments, http://www.cep.aq/apa/hsm/sites/). There is a plaque on a sea cliff south-west of the Chilean and Russian stations. This commemorates the landing in February 1976 of the first Polish Antarctic maritime research expedition which involved the research vessel Professor Siedlecki, the trawler

Tazar and their crews. There is also a monolith erected to commemorate the establishment on 20 February 1985 of the Chinese Great Wall Station by the First Chinese Antarctic Research Expedition.

2. Aims and Objectives

This plan aims to apply current information and best practice approaches to facilitate the orderly management of conflicting interests in the Region. The management plan could minimise the negative effects of human activities on natural values and scientific work. The diverse and intensive use of the Region is expected to continue and increase in the near future.

For these reasons, the objectives of the management plan are:

- to improve co-operation and co-ordination of activities between Antarctic Treaty Parties operating in the Region;
- to solve existing and avert potential conflicts of interest between logistic, scientific, and tourist activities;

This could also include:

- reduce unnecessary degradation of natural values by human disturbances;
- state how the protected values of the Region or of each zone of the Region are to be conserved;
- support the use of aircraft, watercraft and land vehicles in a way that minimises environmental impacts;
- increase the efficiency of scientific and logistic operations caused by more intensive co-operation and co-ordination;
- promote the environmentally compatible dismantling and removal of unused infrastructure (buildings, roads etc.);
- avoid further construction of all kinds except for scientific purposes;
- protect sensitive sites within the Region (*e.g.* breeding and resting sites of birds and seals);
- manage tourism and improve environmental education within the Region;
- minimise the risk of introducing into the Region of alien plants, animals and microbes.

3. Management Activities

To achieve the aims and objectives of this Management Plan, the following management activities could be undertaken in the Region:

- A Fildes Peninsula Region Management Group could be established to
    - oversee the co-ordination of activities;
    - facilitate communication between those working in, or visiting;
    - maintain a record of all activities;
    - disseminate information and educational material on the significance of the Region to those visiting, or working there;
    - monitor the site to investigate cumulative impacts;
    - oversee the implementation of the Management Plan and revise it when necessary.
- A general *Fildes Peninsula Region Code of Conduct*, supplemented by *Codes of Conduct for Facilities Zones* (Appendix 3), *Codes of Conduct for Scientific Research* (Appendix 4) and *Codes of Conduct for Visitors* (Appendix 5) could be used to guide and control activities within the Region.
- National Antarctic Programmes operating within the Region could ensure that their personnel are briefed on, and are aware of, the requirements of the Management Plan and supplemental documents.
- Tour operators visiting the Region could ensure that their staff, crew and passengers are briefed on, and are aware of, the requirements of the Management Plan and supplemental documents.

- Signs and markers could be erected where necessary and appropriate to show the boundaries of ASPAs, and other zones. They would need to be informative and unobtrusive. They would also have to be secured and maintained in good condition and removed when no longer necessary.
- Contingency plans for stations emergencies, oil spills and other accidents with possible significant negative impacts on the environment could be harmonised. They could be made available for station personnel and visitors in the Antarctic Treaty languages (English, French, Russian and Spanish).
- Copies of the Management Plan and supplementing documents and maps could be made available for station personnel and visitors in the Antarctic Treaty languages (English, French, Russian and Spanish).
- The management options required for adjacent marine areas could be identified and evaluated.

4. Period of Designation

The ASMA could be designated for an indefinite period of time.

5. Description of the Area

i. Geographical Co-ordinates, Boundary Markers and Natural Features

General description

The ASMA proposed comprises the land of the Fildes Peninsula and adjacent islands plus the sea along the coast of this land area extending 0.25 nautical mile (~ 460 m) seaward. This area lies approximately within the range 62°08´16´´S – 62°14´26´´S, 58°50´36´´W – 58°02´45´´W. The marine areas are included following the guidance of the "Working Paper on Guidelines for the Operation of Aircraft near Concentrations of Birds in Antarctica" (XXVII ATCM, WP 010, Cape Town 2004).

The Region is bounded on the northwest by the Drake site in Potrebski Cove and on the north east by a point 0.25 nautical mile east of Nebles Point in Maxwell Bay. The southern border would be the Fildes Strait including all islands north of Nelson Island. The most westerly point would lie ¼ nautical mile westwards of Flat Top Peninsula. This could, furthermore, include ASPA No. 125 and ASPA No. 150.

The total area of the proposed ASMA would be 63km^2. Of the terrestrial part of this area about 20% is currently covered by the Collins Glacier.

The suggested name of this ASAM is the Fildes Peninsula Region ASAM.

Geology and geomorphology

The western part of King George Island is volcanic rock of early Tertiary origin (45-60 Ma, Smellie et al., 1984). Two stratigraphic sequences are distinguished – the Fildes and the Hennequin formation. The Fildes Formation is characterised by weathered olivine-basalts and basaltic andesites, rare pyroxene-andesites and dacites. Flat Top, Horatio Stump and Gemel Peaks are volcanic plugs and represent former volcanic centres on the Fildes Peninsula. The northern part of the Peninsula is formed by the Davies Heights (80-160m a.s.l.) above sea level. The southern part is characterised by various elevations and hills. Horatio Stump in the south is the highest point of the Fildes Peninsula (166.60 m a.s.l.).

Climate

The area belongs to the cold climate region of the maritime Antarctic. Meteorological data of the Russian Station Bellingshausen (http://south.aari.nw.ru/default_en.html) show comparatively high precipitation (~700mm per year) and strong westerly winds. Cyclones with speeds exceeding 100km/hour are typical. Mean temperatures vary between 1.5°C in summer (January/February) and -6.5°C in winter (July/August). Snowmelt starts by the end of October. During winter the surrounding waters are covered with fast sea ice but the duration of ice cover varies greatly between years.

Fauna

Thirteen species of seabirds breed in the Region. In 2004/05 our counts indicated over 5000 pairs of penguins breeding on Ardley Island: Adelie (*Pygoscelis adeliae,* 409 breeding pairs), Chinstrap (*P. antarctica*, 13) and Gentoo (*P. papua*, 4798). The largest breeding sites of Southern giant petrels (*Macronectes giganteus*) can be found on Dart and Two Summit Island and, with several small colonies, the

total population in the Region amounts to ~330 breeding pairs. Brown and South Polar skuas (*Catharacta antarctica lonnbergi* ~80 breeding pairs and *C. maccormicki* ~220 breeding pairs) live sympatrically in loose colonies and sometimes hybridise (about 30 mixed pairs). Kelp gulls (*Larus dominicanus*), Antarctic terns (*Sterna vittata*), and Cape petrels (*Daption carpensis*) breed along the rocky coast line in groups ranging from single nests to medium-sized colonies. Wilson's storm petrels and Black-bellied storm petrel (*Oceanites oceanicus* and *Fregetta tropica*) breed on scree further inland in colonies of several hundred to a thousand pairs. Sheathbills (*Chionis alba*) breed in the southwest part of the Fildes Peninsula. Blue-eyed shags (*Phalacrocorax atriceps*) have been breeding in the Region in recent years and could have nests on inaccessible islands or rocks.

Several species visit the Region more or less frequently (South Georgia pintail (*Anas georgica)*, Emperor penguin *(Aptenodytes forsteri)* and King penguin *(A. patagonicus),* Cattle egret *(Bubulcus ibis)*, White-rumped sandpiper *(Calidris fuscicollis)*, Black-necked swan *(Cygnus melanocoryphus)*,Wandering albatross *(Diomedea exulans)*, Black-browed albatross *(Diomedea melanophris)*, Macaroni penguin *(Eudyptes chrysolophus)*, Southern fulmar *(Fulmarus glacialoides)*, Blue petrel *(Halobaena caerulea)*, prions *(Pachyptila* spp.*)*, Snow petrel *(Pagodroma nivea)*, Light-mantled sooty albatross *(Phoebetria palpabrata)*, Soft-plumaged Petrel *(Pterodroma mollis)*, Pomerine skua *(Stercorarius pomarinus)*, Arctic tern *(Sterna paradisaea)* and Antarctic petrel *(Thalassoica antarctica)*).

In the summer months more than 600 Elephant seals (*Mirounga leonina*) and up to 1200 Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*) rest and moult in the Region. Furthermore, about 100 Weddell seals (*Leptonychotes weddelli*) and a few Crabeaters (*Lobodon carcinophagus*) and Leopard seals (*Hydrurga leptonyx*) visit the coast at regular intervals. In recent years, Crabeater, Elephant, Fur, Leopard and Weddell seals have also been breeding on the Fildes Peninsula.

Flora

The amount and type of terrestrial vegetation depends on relief, soil moisture content, and the degree of soil enrichment from birds and seals. The Region is home to two flowering plants - Antarctic hair grass *(Deschampsia antarctica)* and Antarctic pearlwort *(Colobanthus quitensis*). Some areas, especially Ardley Island, are densely covered densely by moss carpets. A total of about 175 lichen and 40 moss species have been identified in the Region. Two alien angiosperm species, a grass in the genus *Deschampsia* and one in *Poa* have become established.

ii. Infrastructure in the Region

Existing permanent structures

Buildings and other infrastructure elements have been constructed in the Region by Argentina, Brazil, Chile, China, the former GDR, Russia and Uruguay although a few have since been dismantled and removed.

List of existing research stations and field huts on the Fildes Peninsula and their capacity (data from Council of Managers of National Antarctic Programmes COMNAP and the King George Island GIS Project).

operating nation	name of station or *field hut*	location	opened in	population summer	winter
Argentina	*Ballve*	62°12´36´´S 58°56´03´´W	1954	4	-
Chile	Professor Julio Escudero	62°12´05 ´´S 58°57´45´´W	1994	20	-
	Presidente Eduardo Frei	62°12´03 ´´S 58°57´45´´W	1969	150	80
	Teniente Rodolfo Marsh airport	62°11´37´´S 58°58´49´´W	1982	-	-
	Refugio Ripamonti	62°12´42´´S	1981	3	-

	(former GDR hut) *Base Julio Ripamonti*	58°55′01′′W 62°12′36′′S 58°56′06′′W	 1994	 3	 -
China	Great Wall	62°13′01′′S 58°57′43′′W	1985	40	14
Russia	Bellingshausen *Priroda*	62°11′54′′S 58°57′34′′W 62°08′59′′S 58°56′39′′W	1968 1987	38 2	25 -
Uruguay	Artigas	62°11'05′′S 58°54'13′′W	1984	60	9

Minor and semi-permanent structures

- Light house on Ardley Island erected by Argentina (at Punta Faro, 62°12′37′′S, 58°55′35′′W)
- Chilean Laboratory (INACH), Laboratorio Radiacion Cosmica, (62°12′08′′S, 58°57′43′′W)
- Fuel tanks of the Russian Station Bellingshausen (62°11′34′′S, 58°56′06′′W)
- Russian hut near tanks (62°11′47′′S, 58°56′09′′W)
- Memorial cross south west of Frei Station (62°12′08′′S, 58°57′37′′W)
- Wooden beacon near highest point on Ardley Island (62°12′52′′S, 58°55′53′′W)
- Wooden beacon south west of Frei Station (62°12′19′′S, 58°57′17′′W)
- Wooden beacon at Point Christian (62°11′55′′S, 58°56′57′′W)
- Memorial stone on the former position of the Brazilian field hut "Rambo" (62°09′55′′S, 58°57′56′′W)

6. Protected Areas and Managed Zones within the ASMA

i. Protected Areas, Historic Sites and Monuments

Within the proposed ASMA, two areas are designated as ASPAs and two as HSMs. In addition, there is a ship wreck that should probably be listed eventually as a HSM.

- ASPA No. 125 comprising two geologically interesting sites on the Fildes Peninsula (62°10′50′′ - 62°11′28′′S, 58°55′27′′ -58°56′38′′W, and 62°12′30′′ - 62°13′30′′S, 58°57′11′′ - 58°59′32′′W)
- ASPA No. 150 comprising Ardley Island (62°12′30′′ - 62°13′06′′S, 58°54′53′′ - 58°57′09′′W)
- HSM No. 50 plaque on a cliff south-west of the Chilean station Frei to commemorate the Polish research vessel 'Professor Siedlecki' and trawler 'Tazar'
- HSM No. 52 monolith in the Chinese Station Great Wall to commemorate the foundation of the station
- Ship wreck in Maxwell Bay (62°11′12′′S, 58°54′02′′W; IP107, ATCM XXVII, Cape Town)

ii. Managed Zones within the Area

The aim of zoning is to protect the natural and cultural features of the Region by defining suitable areas for the different kinds of activity. The proposed plan divides the ASMA into five types of zone (areas with threatened species, vegetation, sensitive geological features etc.) and defines the kind and amount of human activity appropriate to each. The five kinds of zone are Facility Zones, Restricted access Zones, Sensitive Zones, Visitor Zones and Wilderness Zones (see Map 3). The following zoning system is suggested:

Facility Zones

These zones provide suitable locations in which access and support operations can be conducted and permanent facilities located. These zones should thus incorporate all research stations, the airport, official roads, and all other kinds of infrastructure. Some sea areas and air space should also be included to

accommodate the air and sea traffic of the Region. Special management guidelines should be applied in these zones to ensure environmental and human safety (see Map 3 and Appendix 3).

Visitor Zones

These zones provide appropriate management of low-impact, short-term, land-based visitor activities in the Region. They help balance the need to protect nature while, at the same time, maximising visitor experience and enjoyment. These zones can be safely accessed and offer a range of attractions in close proximity. There is already one *Visitor Zone* in ASPA No. 150 near the penguin rookery in the northern part of Ardley Island. Further *Visitor Zones*, including recommended walking routes or foot paths, could be established near the Russian hut "Priroda", the Chilean and Russian stations, the western coast between the airport and Flat Top Hill, along the beach south of the Chinese station, and east of the Uruguayan station towards Nebles Point (Map 3, see Appendix 6).

Sensitive Zones

These would include places of special biological interest such as patches of dense vegetation, sites occupied by medium-sized breeding groups of Southern giant petrels, or other seabird and seal sites. This classification would ensure that visitors were aware of the vunerability of species at these sites. Human activities should be minimised in these zones and permanent facilities should not be installed.

Possible *Sensitive Zones* (see Map 3) are:

- Geologists Island (northern part): breeding site of Southern giant petrels
- South Fildes opposite Dart Island: breeding site of Southern giant petrels
- East of the Russian hut "Priroda": breeding site of Southern giant petrels
- Nebles Point: breeding site of Southern giant petrels
- dense vegetation
- Northwest corner of Ardley Island: breeding site of Southern giant petrels

Restricted Zones

These comprise areas of natural value that are highly sensitive to damage by human activities. In these areas it is desirable that human disturbance is kept to the absolute minimum. Two Summit Island and Dart Island could be defined as *Restricted Zones* (see Map 3), because large numbers of Southern Giant petrels (IUCN red species list, category 'Vulnerable') breed on these islands. Human visits to these colonies should be prevented because they would cause nesting birds to fly off the nest and this in turn could allow increased predation on eggs and chicks. Landing helicopters on these islands should also be prevented, a practice that might interest helicopter operators if tourism increases further. The prevention should extend to helicopter sightseeing as this could also threaten the birds. Zoning as restricted would aid in minimising such problems. To maintain the undisturbed state of areas so zoned, only very important scientific research and unavoidable management activity should be allowed.

Wilderness Zones

These would cover all areas within the ASMA not classified as Facility Zones, Restricted Zones, Sensitive Zones or Visitor Zones. Management of human activities should aim to maintain the quality of a relatively undisturbed wilderness. Establishing permanent facilities should therefore not be permitted in these zones but scientific research, environmental monitoring and management activities should be allowed.

7. Code of Conduct

The general management and operational requirements are stated in the following. Additional guidelines are given in the Appendices.

i. Access to and movement within the Region

Access to the Region is possible by sea and air. Vessels enter Maxwell Bay and anchor within about a hundred meters of the research stations. Zodiacs and other boats transport people and cargo to the main landing sites in front of the stations. Air access is usually through the Chilean airport which is capable of taking large and small fixed-wing machines as well as helicopters. It is the operational centre for a large

number of stations in the South Shetland area. Therefore, there are frequent transfers of station personnel, visitors and cargo not only to the research stations of the Fildes Peninsula but also to vessels in Maxwell Bay that supply stations in other regions. Regulation of this traffic requires the designated of specific landing sites for planes and helicopters. Landing at other sites in the Region should be only permitted when supporting scientific investigations. All land traffic and pedestrian movement within the Region should be undertaken in such a way as to minimize damage to vegetated ground and to soils. There should be no extension of the road network between the stations and field huts except for scientific purposes. Foot paths for people working in or visiting the area are already established in the Facility zones and Visitor zones but should be kept to a minimum in all other zones.

ii. Activities that may be conducted in the Region

These activities could include scientific research, logistic operations in support of science, management, visitor activity and education. Science is not restricted at any site but in restricted zones it should be allowed only if absolutely necessary. ASAPs guarantee that science should interfere little with other activities. All other activities should be conducted within the designated zones with logistics being concentrated in facility zones, and visits and education mainly being carried out in visitor zones. This separation of activities reduces cumulative effects on the environment and protects the values of the area.

All human activities in the Region should take place in such a way as to minimize detrimental effects on the environmental. Collection and removal of material endogenous to the Region is only to be permitted for scientific, management or educational purposes.

Iii Installation, modification or removal of structures

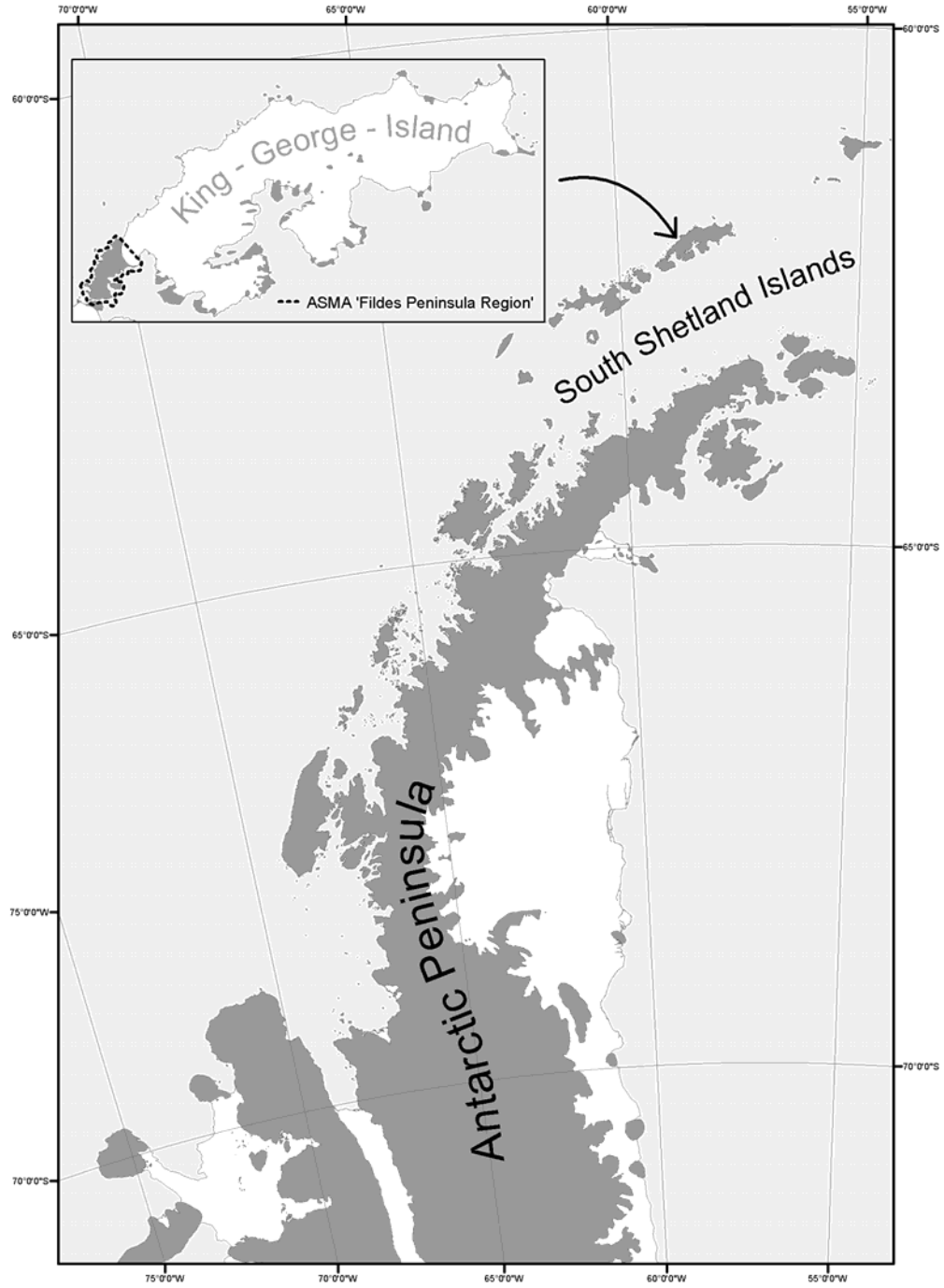
Special care has to be taken when installing, modifying or removing infrastructure from any site in the Region. Disturbance of wildlife, movement of soil, noise and pollution should be kept to a minimum. No infrastructure should be permanently installed outside the facility Zones. Environmental impact assessments are essential before any new installation and should be considered by the Region's Management Group.

Field camps for scientific purposes can be set up temporarily in small areas but require the permission of national authorities. A few sites within visitor zones could be used as campsites for tourists but special attention needs to be given to minimising their impact on the environment. Campsites should be located as far away as practicable from wildlife, lakes, streambeds and long-term experiments, to avoid damaging or contaminating them. Individuals or groups should bring sufficient equipment to ensure safety.

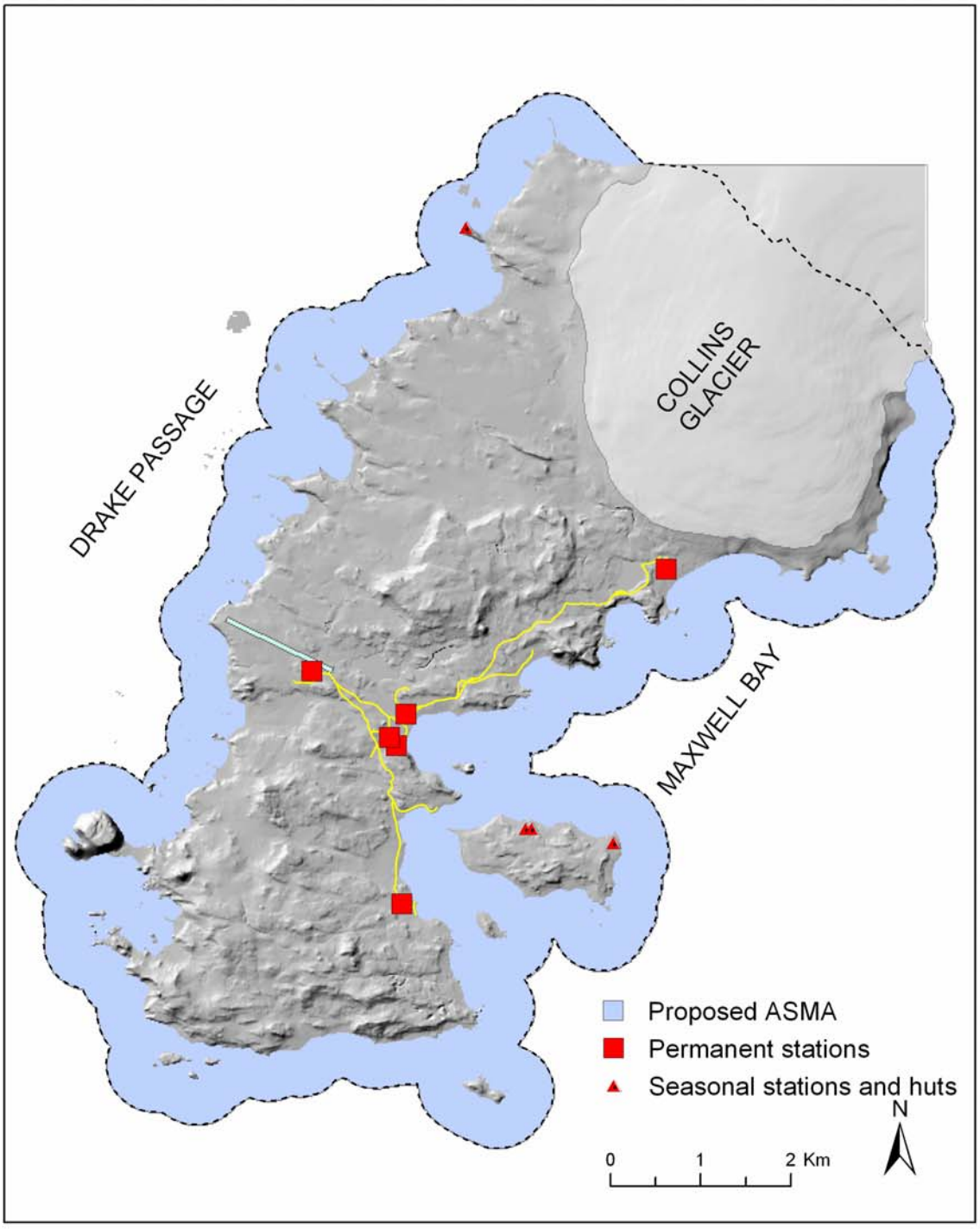
iv. Reporting requirements

Reports of activities in the Region should be coordinated and maintained by the Management Group in order to facilitate science and minimise cumulative effects. Inspection visits should occur frequently and reports on these visits should be considered in order further to reduce detrimental human effects on the environment. Any incidents in which protected values of the Region are damaged need to be reported to the Management Group. Tour operators should report their visits to authorities in the stations that want to be visited and to IAATO.

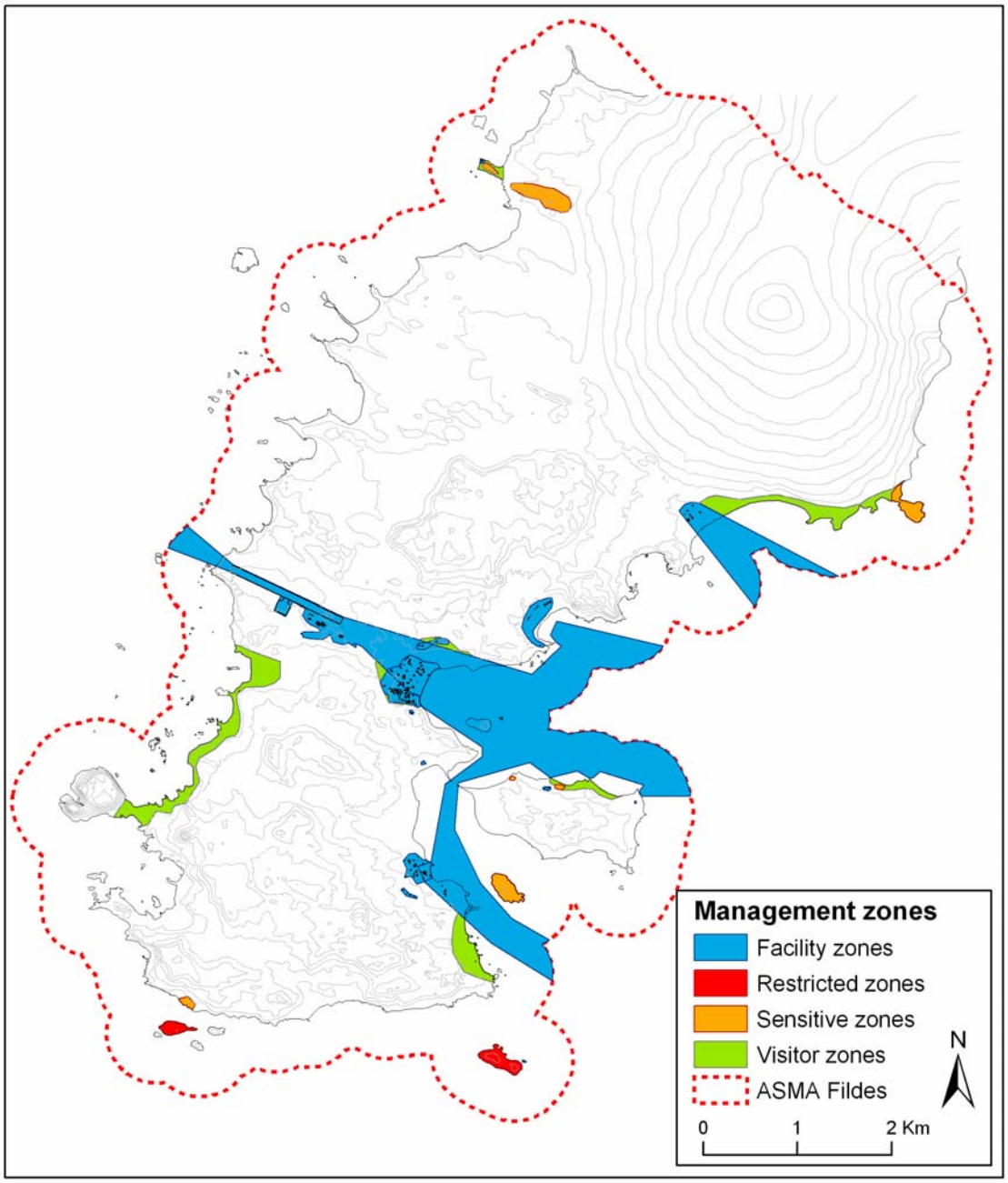
8. Maps



Map 1: The Fildes Peninsula Region ASMA No. *** located on King George Island, South Shetland Islands, Antarctica.



Map 2: The Fildes Peninsula Region ASMA No.***



Map 3: Proposed zones within the Fildes Peninsula Region ASMA. All areas inside the proposed ASMA that are not classified as one four zone types listed are classified as Wilderness zone.

9. Supporting Documents

- Management Plan for ASPA No. 150 – Ardley Island (Appendix 1)
- Management Plan for ASPA No. 125 – Fildes Peninsula (Appendix 2)
- Code of Conduct for the Facilities Zones (Appendix 3)
- Code of Conduct of Scientific Research (Appendix 4)
- Code of Conduct for Visitors (Appendix 5)

Appendix 1: Management Plan for ASPA No. 150 – Ardley Island

Ardley Island (62°13' S; 58°56' W) was designated as Site of Special Interest (SSSI) No. 33 through Recommendation XVI-2 in 1991. Chile proposed the designation due to the island's diverse community of birds and terrestrial plants. It is since been renamed as Antarctic Specially Protected Area No. 150. The Area is used for intensive research, but also includes a visitor zone. The Area's management plan is currently under revision (ATCM, 2006).

Appendix 2: Management Plan for ASPA No. 125 – Fildes Peninsula

The 'Antarctic Specially Protected Area' No. 125 (former SPA No. 12 at ATCM IV, Santiago, 1966, redesignated SSSI No. 5 at ATCM VIII, Oslo, 1975) has been designated in order to protect two geologically important sites with unique fossil *ichnolites* and outcrops of Tertiary strata which, in part, are easily accessible (http://www.cep.aq/apa/aspa/sites/aspa125/summary.html).

A scientific survey of fossils in 2003/2004 revealed, apart from the known sites, new fossil localities in the Region. These findings should be taken into account during the revision of ASPA No. 125.

Appendix 3: Code of Conduct for the Facility Zones

1. Introduction

The Fildes Peninsula Region ASMA contains Facility zones which include P. Frei and Escudero Stations (Chile), Great Wall Station (China), Bellingshausen Station (Russia) and Artigas Station (Uruguay) and the Chilean airport. It also includes infrastructure outside stations (all field huts, fuel tanks, lakes connected with pipelines for water supply), main roads, and beach areas used for logistic operations. Activities within these zones are to be undertaken according to the following Code of Conduct the aims of which are to:

- assure the health and safety of station personnel and visitors;
- facilitate scientific investigation in the Region by establishing and maintaining supportive infrastructure;
- protect the natural, scientific and cultural values of the Facilities Zone.

A copy of the complete Fildes Peninsula Region ASMA Management Package will be kept at the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan Stations where relevant maps and information posters about the ASMA will also be available. The Station Leader or the Station Environmental Officer should brief station personnel on arrival about environmental management in the field, the location of protected areas, and the provisions of the ASMA Management Plan. Visitors should be made aware of the content of this Code of Conduct before arriving at the stations.

2. Station operation, construction and removal

2.1. Waste Management

Waste management should be included in the planning of all activities at the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan Stations. The detailed instructions are given in Annex III of the Environmental Protocol. Hazardous material should be removed from the Antarctic Treaty Area. Regular cleaning of rubbish from station grounds and surrounding areas reduces its dispersal into the environment by wind or birds. Cooperation between stations in clean-ups can increase their efficiency. Historical waste sites that cause adverse impacts should be cleaned up as soon as possible.

2.2. Use of water

Water sources need to be separated from any handling or disposal of wastes, fuel or other chemicals. Regular tests of water quality and routine cleaning of water holding tanks are necessary. Used station water should not be disposed of into the environment without treatment. Filter systems need to comply with current standards.

2.3. Generation of power

Regular inspections and modernisation of generators is required to reduce emissions and fuel leaks. Solar and wind power should be used as much as possible to minimize fuel demand.

2.4. Handling of fuel

The regular inspection of fuel storage facilities, supply pipe lines, pumps, reels and other fuel handling equipment is of high priority. Storage areas should be secured by siting them a safe distance from living quarters and from electrical supplies. In order to avoid incidences of fuel spills, *e.g.* during fuel transfer, all measures must be considered. Any spills must be treated immediately with sufficient equipment (according to Oil Spill Contingency Plans in each station) with all available help by other stations on site. Station personnel should undergo regular emergency training.

2.5. Prevention of fire

Flammable substances need to be appropriately labelled. Fire fighting equipment should be available at dangerous sites like fuel stores and vehicle parks. Regular checks of electricity cables reduce the risk of short circuits.

2.6. Construction and removal of infrastructure

An Environmental Impact Assessment should be undertaken before any construction or removal of buildings according to Annex I of the Environmental Protocol. To avoid detrimental effects on the surrounding environment, station areas should not be further extended.

3. Traffic management

3.1. Land traffic

Vehicles should only be used around and between the stations when necessary. The existing road network should not be enlarged without a clear scientific or logistic purpose. Appropriate facilities must be provided for secure refuelling and servicing of vehicles. Any wildlife disturbance, vegetation damage, or interference with scientific work should be avoided.

3.2. Air traffic

Aircraft will generally take off from and land at the Chilean airport but the helicopter pads at the Chilean, Chinese and Uruguayan Stations can also be used where there is an operation reason. All air traffic should be conducted within the facility zones avoiding all other zones within the ASMA boundary. Special care should be taken when flying over land to reduce potential negative impacts on wildlife. Special guidelines should be followed as stated in the management plan of ASPA No. 150 and adopted ATCM recommendations (see also Harris 2006).

3.3. Sea traffic

Small boat and zodiac use should be restricted to the marine parts of the facility zones and only in support of scientific, logistic and tourist operations. All boats need to be operated by more than one person and be equipped with life jackets and VHF radios. Weather conditions need to be suitable to reduce the risk of accidents. For safety a second boat can be used or stay on stand-by for immediate support in an emergency.

4. Field excursions

The Station Leader or the Station Environmental Officer will brief field parties on environmental management in the field, the location of protected areas, and the provisions of the ASMA Management Plan. All waste from field parties, except for human waste (faeces, urine and gray water) will be returned to the stations for safe disposal. All field parties will be equipped with VHF radios.

5. Protected Areas

ASPA No. 125 and 150 are located in the Region. Station members will be made aware of the location of these areas and the restrictions on access to them. Information about the ASPAs including the management plans will be displayed in all stations.

6. Flora and fauna

Any activity involving the removal or harmful interference with native flora or fauna (Annex II to the Environmental Protocol) is prohibited unless authorised by a permit issued by the appropriate authority. Minimum approach distances to birds or seals should be followed to reduce disturbance. Scientists and visitors should take care near wildlife particularly in the breeding and moulting seasons. Birds are not to be fed on station food. Food wastes should be hidden to prevent scavenging by birds. The introduction of non-native species should be avoided by cleaning clothes, boots and equipment before entering the Region.

7. Visitors

Any visits to the Chilean, Chinese, Russian and Uruguayan stations should be arranged by informing the station leaders of the planned activity. Contacts are made via VHF Marine Channel 16. Station Leaders will co-ordinate visits to stations with Expedition Leaders. Visitors will be informed about the principles of this Code of Conduct and the ASMA Management Plan. They should follow visitor guidelines (Recommendation XVIII – 1, IAATO). The station leaders will appoint guides to present station-specific information. These guides should speak a language understood by the visitors.

Appendix 4: Code of Conduct for Scientific Research

Scientific investigations have priority among human activities in the Antarctic. Science activities in the Region include research on the fauna and flora, on fossils, climate, glaciers, streams, lakes, soils, and local geology and geomorphology. The following guidelines for scientific conduct seek to reduce the environmentally detrimental impact of research in the Region. Standard procedures recommended by the SCAR Code of Conduct for the Use of Animals for Scientific Purposes in Antarctica should be applied by all scientists.

1. Sampling and experimental sites

All sampling equipment should be clean before being brought into the field. The location of sampling sites should be recorded. No specimens of any kind, including fossils, should be displaced or collected except for scientific and associated educational purposes. Avoid leaving markers (*e.g.* flags) and other equipment for more than one season without marking them clearly with the event number and duration of the project.

2. Scientific installations

For scientific installations (*e.g.* meteorological stations, geographical installations) take care of the following:

- Installations should be located carefully, should be easily removable when required, and properly secured at all times to avoid dispersal by strong winds.
- All installations in the Region should be clearly identified by country, name of the principal investigator, and year of installation.
- Installations should be as energy-efficient as possible and use renewable energy sources wherever practicable.
- Installations should pose minimal risk of harmful impacts on the environment.
- Geographic locations of installations should be recorded.

3. Terrestrial fauna und flora

Handling, sampling or removal of Antarctic fauna and flora should be kept to the minimum necessary. Field campaigns should be planned carefully to reduce disturbance to a minimum. Movement between working sites should be conducted to minimise harmful interference with wildlife.

4. Streams

The geographic location of study plots and instrumentation should be documented. Limit the number of tracer and manipulative experiments. Whenever possible, use modelling approaches to extend the application of experimental results to other sites. Establish specific sites for biomass sampling and document geographic

locations, sampling extent, and frequency. Limit biomass sample size to that required for the planned analyses and archiving.

5. Lakes

The area and extent of scientific study plots on lakes should be documented. Areas that have been used for sampling or accessing the lake should be reused to the greatest extent possible. To avoid cross contamination, samplers or other instruments used in one lake should be thoroughly cleaned (sterilize if possible) before their reuse in a different lake.

6. Sea

Provide adequate training for research divers and support teams so that impacts to the Use technological developments that mitigatemarine environment are minimised. the environmental impacts of diving.

7. Soils

Restore disturbed surfaces as closely as possible to their natural state after completing your work. Excavate the smallest amounts of soil possible. Excavations should be backfilled to approximate the original contours. Limit use of mechanical equipment (***e.g.*** Cobra drills, soil augers).

8. Glaciers

Take special security measure working on glaciers. If stakes or other markers are placed on a glacier, use the minimum number of stakes required to meet the needs of the research. When the research is finished remove all materials – wood, metal, and sensors embedded in the ice to minimize contamination. Avoid the use of chemicals and chemical solutions on the ice.

Appendix 5: Code of Conduct for Visitors

This code of conduct has been produced for all visitors to the Region including commercial tour operators (IAATO and non-IAATO members), private expeditions, and delegations of National Antarctic Programs when undertaking recreational visits.

There are a few sites in the Fildes Peninsula Region which may generally be visited: all facility zones, the Russian hut "Priroda", coastal sites south of the airport towards Flat Top Hill, east of the Uruguayan Station towards Nebles Point, the specified area on Ardley Island, and the beach south of the Chinese station (see Map 3). Visits to the stations are only permitted by prior agreement with the station leaders. Visits to other sites in the Region are discouraged.

The following general guidelines apply to all the above sites visited in the Region:

- Visits are to be undertaken in line with the Management Plan for the Fildes Peninsula Region ASMA ***, with Recommendation XVIII –1, and with IAATO visitor guidelines.
- All visits should be conducted in a way to reduce any risk to human safety.
- Vessels approaching Maxwell Bay must announce their planned activities via VHF Marine Channel 16 to the appropriate stations.
- Expedition Leaders from cruise ships and captains of other vessels in Maxwell Bay should wherever practicable contact local authorities to arrange positioning in the anchorage and landing procedures.
- For commercial cruise operators, no more than 100 passengers may be ashore at a site at any time, accompanied by a minimum of one member of the expedition staff for every 20 passengers. For Ardley Island special requirements need to be considered.
- In order to prevent biological introductions, carefully wash boots and clean clothes and equipment before landing.
- Maintain stated minimum approach distances from birds and seals which will reduce disturbance.
- Do not walk on vegetation. Walking on the alga *Prasiola crispa* (associated with penguin colonies) is permissible as it will not cause it any adverse disturbance.
- Do not take biological or geological souvenirs or disturb artefacts.

- If there is marked path or zone, do not leave it.
- Do not leave any litter.
- Do not write or draw graffiti on any man-made structure or natural surface.
- Do not touch or disturb any types of scientific instruments or markers.
- Do not enter any field hut if not permitted.
- Station leaders should be asked about site-specific guidelines.