

Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Studiengang Landschaftsökologie und Naturschutz
Lehrstuhl Zoologie



Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science“

Vergesellschaftung von Großen Tümmlern und Pilotwalen vor La Gomera

Betreuung

Prof. Dr. Klaus Fischer

Zweitgutachten

Dipl.-Biol. Fabian Ritter

Autor

Niko Bünte

Gustebiner Wende 14 b

17491 Greifswald

nb132271@uni-greifswald.de

Matr.-Nr. 142324

Greifswald, 15.10.2015

Abstract

Abstract english

*This work examines interspecific associations between bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) in the waters off La Gomera, Canary Islands (Spain). Interspecific associations are common in birds, primates and cetaceans and often have benefits at least for one of the involved species, such as feeding or social advantages as well as predator avoidance. Off La Gomera a total of 23 cetacean species have been documented with bottlenose dolphins and pilot whales being sighted most commonly. From 1995 through 2014 a total of 5,284 bottlenose and pilot whale sightings were recorded, and aggregations of the two species were observed regularly (n=569). Sighting data including group size group formation, depth, slope, distance to coast, presence of juveniles, calves and newborns of single species groups and aggregations were analyzed to answer the following questions. Do the two species randomly aggregate? Which species, if any, initiated the aggregations and which benefits or disadvantages are the driving factors? Results showed that inter-specific associations were not of random nature, as the group size and group structure of the species differed significantly within the associations as compared to single-species-sightings. Evidence was found for bottlenose dolphins initiating these associations. E.g. mixed groups were found exclusively in the preferred habitat of pilot whales (depth 500-1,500m). Furthermore the fluctuation of the sightings of the mixed groups, the seasonal distribution, habitat characteristics and group structure were rather similar to the pilot whale single-species-sightings than to the bottlenose dolphin single-species-sightings. This indicates that bottlenose dolphins sought the proximity to the pilot whales. A number of hypotheses for the underlying driving factors and motivations are discussed, such as predator avoidance, feeding success and social advantages.*

Abstract deutsch

Diese Arbeit beschreibt die Vergesellschaftung von Großen Tümmlern (*Tursiops truncatus*) und Indischen Grindwalen (*Globicephala macrorhynchus*) vor La Gomera, Kanarische Inseln (Spanien). Interspezifische Assoziationen sind unter Vögeln, Primaten und Cetaceen weit verbreitet und bringen für mindestens eine der involvierten Arten Vorteile wie effektivere Nahrungssuche, Schutz vor Prädatoren oder in Bezug auf das Sozialverhalten. Im Untersuchungsgebiet vor La Gomera ist das Vorkommen von 23 verschiedenen Cetaceenarten dokumentiert, unter denen Große Tümmler und Indischen Grindwale zwischen 1995 und 2014 am häufigsten gesichtet wurden (n=5.284). Des Weiteren fiel eine häufige Vergesellschaftung dieser beiden Arten auf (n=569). Die Sichtungsdaten, bestehend aus Gruppengröße, Gruppenformation, Meerestiefe, Neigung des Meeresgrundes, Distanz zur Küste und Anwesenheit von Jungtieren, Kälbern und Neugeborenen während der Sichtungen wurden im Hinblick auf folgende Forschungsfragen untersucht: Trafen die Großen Tümmler und Pilotwale zufällig aufeinander? Suchten die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen und welche Vorteile oder gegebenenfalls Nachteile entstanden dadurch? Suchten die Pilotwale die Nähe zu den Tümmlern und welche Vorteile oder gegebenenfalls Nachteile entstanden dadurch? Es gab deutliche Hinweise darauf, dass die Arten sich nicht zufällig trafen, so gab es signifikante Unterschiede der Gruppengrößen und –zusammensetzungen zwischen den Gruppen innerhalb der Vergesellschaftungen und Gruppen einer Art. Des Weiteren zeigten die Ergebnisse, dass gemischte Gruppen ausschließlich im bevorzugten Habitat der Pilotwale (Meerestiefe 500-1.500m) gesichtet wurden, sowie die Sichtungshäufigkeit der gemischten Gruppen, die Habitateigenschaften während der Sichtungen, sowie die Gruppenstruktur eher den reinen Pilotwalgruppen als den reinen Großen Tümmler Gruppen ähnelten. Dies deutete darauf hin, dass die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen suchten und vermutlich soziale Vorteile erlangten oder beim Schutz vor Prädatoren durch die Vergesellschaftungen profitierten.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	II
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Ziel der Arbeit	2
2 Methoden.....	3
2.1 Untersuchungsorganismen	5
2.1.1 Große Tümmler.....	6
2.1.2 Pilotwale	7
3 Ergebnisse.....	9
3.1 Häufigkeiten der Sichtungen.....	9
3.2 Gruppengröße.....	11
3.3 Tiefe, Neigung, Distanz	13
3.4 Korrelationen	14
3.5 Gruppenzusammensetzung	15
3.6 Gruppenformation	19
4 Diskussion.....	20
4.1 Gruppen	20
4.2 Vergesellschaftungen.....	21
4.2.1 „Foraging advantages hypothesis“	21
4.2.2 „Predator avoidance hypothesis“	22
4.2.3 „Social advantages hypothesis“	22
4.3 Große Tümmler und Pilotwale vor La Gomera	23
4.4 Forschungsfrage I	26
4.5 Forschungsfragen II + III: Wer folgt wem?	28

4.5.1	Gruppenstrukturen	28
4.6	Forschungsfrage II	30
4.7	Forschungsfrage III	33
4.8	Fazit	35
4.9	Weiterführende Forschung	35
A Literaturverzeichnis		36
B Anhang		43
C Danksagung		50

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) im Verhältnis zum Sichtungsaufwand vor La Gomera (1995-2014).....	10
Abbildung 2: Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) im Verhältnis zum Sichtungsaufwand vor La Gomera (1995-2014).....	10
Abbildung 3: Durchschnittliche Gruppengrößen der fünf Gruppentypen von Großen Tümmlern und Pilotwalen vor La Gomera (1995-2014).....	11
Abbildung 4: Durchschnittliche Gruppengrößen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014)	12
Abbildung 5: Durchschnittliche Gruppengrößen der BDinBDPW und PWinBDPW Gruppen vor La Gomera (1995-2014)	13
Abbildung 6: Anzahl von Jungtiersichtungen in den verschiedenen Gruppengrößen von Großen Tümmlern und Pilotwalen vor La Gomera (1995-2014)	15
Abbildung 7: Anzahl von Jungtiersichtungen im Vergleich zu Gesamtsichtungen von Großen Tümmlern (BD und BDinBDPW) vor La Gomera (1995-2014)	16
Abbildung 8: Anzahl von Jungtiersichtungen im Vergleich zu Gesamtsichtungen von Pilotwalen (PW und PWinBDPW vor La Gomera (1995-2014)	17
Abbildung 9: Sichtungshäufigkeit der Kälber von Großen Tümmlern (BD: n= 41-209; BDinBDPW: n= 14-25) und Pilotwalen (PW: n= 197-301; PWinBDPW: n= 60-83) vor La Gomera (1995-2014).	18
Abbildung 10: Sichtungshäufigkeit der Neugeborenen von Großen Tümmlern (BD: n= 0-17; BDinBDPW: n= 0-3) und Pilotwalen (PW: n= 4-24; PWinBDPW: n= 4-12) vor La Gomera (1995-2014)	18
Abbildung 11: Gruppenformationen von Großen Tümmlern (BD: n= 67-136) und Pilotwalen (PW: n= 55-195) vor La Gomera (2011-2014).	19
Abbildung 12: Die Meerestiefe während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014)	44
Abbildung 13: Die Neigung des Meeresgrundes während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014).....	44
Abbildung 14: Die Distanz zur Küste während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014)	45
Abbildung 15: Die Neigung des Meeresgrundes während der Gesamtsichtungen von Großen Tümmler (BDgesamt) und Pilotwale (PWgesamt) vor La Gomera (1995-2014).....	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Durchschnittliche Gruppengrößen, Minima, Maxima und Standardfehler der Mittelwerte der fünf Gruppentypen vor La Gomera (1995-2014) und 2014.....	43
Tabelle 2: Sichtungshäufigkeiten der Jungtiere, Kälber und Neugeborenen von Großen Tümmlern (BD und BDinBDPW) und Pilotwalen (PW und PWinBDPW) vor La Gomera (1995-2014)	43
Tabelle 3: Durchschnittliche Meerestiefe, Neigung des Meeresgrundes und Distanz zur Küste während der Sichtungen und deren Minima, Maxima und Standardabweichungen der fünf Gruppentypen vor La Gomera (1995-2014)	46
Tabelle 4: Sichtungen der fünf Gruppentypen im „bevorzugten Lebensraum“ der Pilotwale (500-1.500m Tiefe) vor La Gomera (1995-2014)	47
Tabelle 5: Sichtungshäufigkeiten von BD und PW Gruppen mit Jungtieren, aufgeteilt nach Gruppengrößen vor La Gomera (1995-2014).	48
Tabelle 6: Gruppenformationen während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD und BDinBDPW) und Pilotwalen (PW und PWinBDPW) vor La Gomera (2011-2014).....	48
Tabelle 7: Durchschnittliche Gruppengrößen, sowie die Anzahl der gesichteten Gruppen, Minima, Maxima und die Standardfehler der jeweiligen Mittelwerte von den fünf Gruppentypen vor La Gomera (1995-2014).	49

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BD	Gruppen, die nur aus Individuen Großer Tümmler bestanden
BDPW	Gruppen, in denen Große Tümmler und Pilotwale zusammen gesichtet wurden.
BDinBDPW	Gruppen Großer Tümmler innerhalb der gemischten Gruppen
BDgesamt	Alle Sichtungen an denen Große Tümmler beteiligt waren (BD + BDPW)
FFH	EU Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie
GIS	Geographisches Informationssystem
M.E.E.R.	Mammals, Encounters, Education, Research
N	Nord
n	Anzahl
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PW	Gruppen, die nur aus Individuen von Pilotwalen bestanden
PWinBDPW	Pilotwalgruppen innerhalb der gemischten Gruppen
PWgesamt	Alle Sichtungen an denen Pilotwale beteiligt waren (PW + BDPW)
SAC	Special Areas of Conservation
sm	Seemeile (1sm = 1.852m)
R ²	Bestimmtheitsmaß
W	West

1 Einleitung

Vor der Kanarischen Insel La Gomera kommen 23 verschiedene Cetaceenarten vor (RITTER, PERS. MITTEILUNG, 2015). Besonders im Frühjahr zeichnen diese Gewässer, bedingt durch die Nahrungsverfügbarkeit, eine hohe Cetaceen Diversität aus (RITTER, 2003).

Während die meisten Cetaceen Arten vor La Gomera nicht festansässig sind oder nur sporadisch den Archipel besuchen, werden sechs Arten das ganze Jahr gesichtet. Regelmäßig anzutreffen sind neben dem Atlantischen Fleckendelfin (*Stenella frontalis*), Rauzahndelfin (*Steno bredanensis*), Blau-Weißer Delfin (*Stenella coeruleoalba*) und dem Blainville-Schnabelwal (*Mesoplodon densirostris*) der Atlantische Große Tümmler (*Tursiops truncatus*), sowie der Indische Grindwal (*Globicephala macrorhynchus*, auch Pilotwal genannt, weswegen im Folgenden dieser Artname verwendet wird) (RITTER, 2001/2003). Die vor La Gomera gesichteten Individuen gehören dabei jeweils zu Populationen, die weiter im Kanarischen Archipel verbreitet sind (RITTER, 2003/2011; HEIMLICH-BORAN, 1991).

Die Sichtungsdaten wurden vom gemeinnützigen Verein M.E.E.R. e.V., der seit 1995 vor Ort tätig ist, in Kooperation mit dem lokalen Walbeobachtungsanbieter „OCEANO“ erfasst. Die daraus resultierende durchgängige Datenerhebung zwischen 1995 und 2014 macht die Datenbank zu einer der größten, bestehenden Sichtungssammlungen von Cetaceen in Europa und ist Grundlage dieser Arbeit.

Seit Beginn der Erhebungen im Jahre 1995 fiel auf, dass Große Tümmler und Pilotwale häufig zusammen gesichtet wurden (*siehe Abb. 1*). Smit et al. (2010) stellten fest, dass bei mehr als der Hälfte aller vorkommenden Vergesellschaftungen zwischen Cetaceen vor La Gomera der Große Tümmler und Pilotwal assoziiert waren. Eine spezifische Untersuchung dieser Vergesellschaftungen fehlte jedoch bisher.

1.1 Ziel der Arbeit

Folgende Forschungsfragen wurden bearbeitet:

Forschungsfrage I: Trafen die Großen Tümmler und Pilotwale zufällig aufeinander?

Forschungsfrage II: Suchten die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen und welche Vorteile oder gegebenenfalls Nachteile entstanden dadurch?

Forschungsfrage III: Suchten die Pilotwale die Nähe zu den Großen Tümmlern und welche Vorteile oder gegebenenfalls Nachteile entstanden dadurch?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden folgende Parameter aus Sichtungsdaten der Jahre 1995 bis 2014 untersucht: Gruppengröße, Gruppenformation, Gruppenzusammensetzung (Jungtiere, Kälber, Neugeborene), Meerestiefe, Neigung des Meeresgrundes und Distanz zur Küste. Die Parameter wurden statistisch auf Auffälligkeiten und Unterschiede zwischen gemischten Gruppen und Sichtungen nur einer der beiden Arten, sowie im Hinblick auf Hypothesen, die Vorteile bei der Nahrungsbeschaffung, Schutz vor Prädatoren oder soziale Vorteile als Motivation für die Vergesellschaftungen beschreiben („foraging advantages-“, „predator avoidance-“, und „social advantages hypothesis“), untersucht.

2 Methoden

Die Sichtungsdaten wurden in einem ca. 100sm² großen Gebiet im Südwesten vor der Insel La Gomera, Kanarische Inseln, erhoben. Die Kanarischen Inseln sind vulkanischen Ursprungs, bestehen aus sieben Hauptinseln und liegen zwischen 27°38' und 29°25' nördlicher Breite, die östlichen davon weniger als 100 Kilometer vor der Westafrikanischen Küste im Atlantischen Ozean. Das Klima ist zum einen beeinflusst durch den kühlen Kanarenstrom und die Atlantischen Passatwinde, zum anderen durch die relative Nähe zum Äquator und der heißen Sahara. Da diese Faktoren konträr wirken herrscht das ganze Jahr über ein, untypisch für Regionen diesen Breitengrades, mildes Klima mit Durchschnittstemperaturen von 25°C im Sommer und 17°C im Winter (FERNANDOPULLÉ, 1976). Die Topographie des Atlantischen Ozeans um die Kanaren zeichnet sich durch einen Wechsel zwischen Plateaus und Unterwassersteilhängen aus (MASSON, 2006). La Gomera liegt 300 Kilometer vor der Westafrikanischen Küste und erstreckt sich von 17°15'W und 28°1'N bis 17°21'W und 28°14'N. Der Atlantische Ozean erreicht nach einem Schelf, das in einer Wassertiefe von 200m liegt, nahe an der Küste Tiefen von über 1000m. Die Wassertemperaturen liegen bei 22°C-24°C im Sommer und 17°C-19°C im Winter, was kälter als für subtropische Regionen zu erwarten, und durch den oben genannten kühlen Kanarenstrom und die kalte nährstoffreiche Aufwärtströmung vor Westafrika zu erklären ist (FERNANDOPULLÉ, 1976). Durch den Einfluss der Passatwinde ist die Luvseite feucht und windig, während die Leeseite trocken und windärmer ist. Das Untersuchungsgebiet befand sich an der ruhigeren Süd-West-Seite der Insel, da durch die ruhigeren Wetterverhältnisse regelmäßige Ausfahrten über das ganze Jahr möglich waren.

Die Sichtungsdaten wurden von der gemeinnützigen Organisation M.E.E.R. e.V. in Kooperation mit lokalen Walbeobachtungsanbietern aufgenommen. Die Ausfahrten ins Untersuchungsgebiet wurden mit ehemaligen kleinen Fischerbooten durchgeführt, die zu Walbeobachtungsbooten umgerüstet wurden. Je nach Wellen- und Wetterlage sowie Touristen nachfrage gab es tägliche Ausfahrten vom Hafen von Valle Gran Rey. Der Untersuchungszeitraum lag zwischen dem 03.09.1995 und dem 07.03.2014. Während der durchschnittlich dreistündigen Ausfahrten wurde das Meer visuell von geschultem Personal nach Walen abgesehen. Die gesichteten Tiere wurden nach Möglichkeit bis auf die Art bestimmt. Zusätzlich zu der Artbestimmung wurden Parameter wie Datum, Uhrzeit, Position, Gruppengröße, Gruppenzusammensetzung, Gruppenformation, Vergesellschaftung, sowie Verhaltensparameter

erfasst. Bei der Gruppenzusammensetzung wurde bestimmt, ob Jungtiere (Körperlänge $2/3$ von adulten Tieren), Kälber (Körperlänge $<2/3$ von adulten Tieren, meist nah bei adultem Individuum schwimmend) oder Neugeborene (sehr kleines Tier, immer neben einem adultem Individuum schwimmend, unbeholfene Schwimmweise) anwesend waren. Bei der Gruppenformation wurden die Sichtungen den Kategorien „tight“, „loose“, „dispersed“ oder „widely dispersed“ zugeordnet. Die Formation „tight“ bedeutete, dass die Tiere im Durchschnitt weniger als eine Körperlänge voneinander entfernt waren. Die Formation „loose“ besagte das Auftreten von Tieren, die zwischen zwei und fünf Körperlängen voneinander entfernt waren, während „dispersed“ für Distanzen zwischen fünf Körperlängen und 50m zwischen den Tieren stand. Ferner bedeutete „widely dispersed“ Abstände von mehr als 50m zwischen den Tieren. Die Wassertiefe, Distanz zur Küste und Neigung des Meeresgrundes während der Sichtung wurden nachträglich mithilfe von ArcGIS (ESRI *corp.*) berechnet. In der Zeit zwischen 1995 und 1999 wurden zusätzlich Sichtungen aus dem Untersuchungsgebiet von ausgebildeten Skippern anderer Boote mit in die Datenbank aufgenommen.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit den Programmen IBM SPSS 22.0 und Microsoft Excel 2010.

Die Daten wurden in fünf Gruppentypen eingeteilt. Die Gruppentypen setzten sich wie folgt zusammen und werden im Verlauf der Arbeit bezeichnet als:

BD: Gruppen, die nur aus Individuen Großer Tümmler bestanden.

PW: Gruppen, die nur aus Individuen von Pilotwalen bestanden.

BDPW: Gruppen, in denen Große Tümmler und Pilotwale zusammen gesichtet wurden.

BDinBDPW: Gruppen Großer Tümmler innerhalb der gemischten Gruppen.

PWinBDPW: Pilotwalgruppen innerhalb der gemischten Gruppen.

Die Verteilungen der Parameter Gruppengröße, Meerestiefe, Neigung des Meeresgrundes, sowie Distanz zur Küste während der Sichtungen wurden durch den nicht parametrischen Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung getestet. Anschließend wurden die Verteilungen visuell betrachtet und durch den Vergleich mit der jeweiligen erwarteten Normalverteilung auf annähernde Normalverteilung untersucht. Nach Feststellung annähernder Normalverteilung wurde, wie in solchen Fällen üblich (EVERITZ, 1996; STEVENS, 1999; BORTZ, 1999), zum Vergleich der Mittelwerte zwischen den Gruppentypen eine einfaktorische Varianzanalyse (mit $p = 0,05$) durchgeführt. Der Varianzanalyse wurden Post-hoc-Bonferroni-Tests ange-

hängt, um genau zu überprüfen zwischen welchen Gruppentypen Unterschiede auftraten. Bei der Untersuchung auf Korrelationen wurden Streudiagramme erstellt in die eine Steigungslinie eingefügt, sowie das Bestimmtheitsmaß (R^2) berechnet wurde. Die Sichtungshäufigkeiten der Monate und Jahre wurden ins Verhältnis mit der jeweiligen Anzahl der Ausfahrten gesetzt, um die Daten vergleichen zu können. Um vergleichbare Werte bei der Anzahl der Jungtiere, Kälber und Neugeborenen, sowie der Gruppenformationen in Bezug auf die Parameter Tiefe, Distanz zur Küste, Neigung des Meeresgrundes und Gruppenformation zu erhalten, wurden diese Werte ins Verhältnis mit der jeweils zugehörigen Sichtungszahl gesetzt. Etwaige Graphen und Tabellen wurden visuell interpretiert, verglichen und ausgewertet. Bei der Erstellung der prozentualen Sichtungshäufigkeiten wurden die Jahre 2007, 2008 und 2011 aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt.

2.1 Untersuchungsorganismen

Die Untersuchungsorganismen waren der Große Tümmler (*Tursiops truncatus*, MONTAGU, 1821) und der Pilotwal (*Globicephala macrorhynchus*; GRAY, 1846). Beide Arten gehören zu der Klasse der Säugetieren (Mammalia) und der Ordnung der ausschließlich im Wasser lebenden Wäلتiere (Cetacea).

Die Verbreitung von Walen unterliegt verschiedenen Faktoren. Da jede Art spezifische Ansprüche an die Umwelt hat, besiedelt sie eine bestimmte Nische. Das Konzept der Nischen wurde von Hutchinson (1957) geprägt. Er unterschied zwischen der fundamentalen und der realisierten Nische. Die fundamentale Nische definierte er mit einer „hypothetischen idealisierten Nische, in der der Organismus keine Feinde (Konkurrenten oder Prädatoren) vorfindet und die physiologische Umwelt optimal ist“. Die realisierte Nische definierte er mit „der aktuellen Zusammenstellung von Gegebenheiten unter denen ein Organismus existiert (HUTCHINSON, 1957).“ Bei Walen wurde ein starker Zusammenhang zwischen Verbreitung, ozeanographischer und biologischer Faktoren oft beschrieben (siehe auch Ritter, 2011). Ozeanographische Faktoren, die eine Rolle bei der Verbreitung von Cetaceen spielen, können beispielsweise Wassertiefe, Neigung des Meeresgrundes oder die Entfernung zum Ufer sein (CANADAS, 2002; INGRAM & ROGAN, 2002), sowie Strömungen, Wassertemperaturen und den Wellengang beinhalten (DE STEPHANIS et al. 2008a). Ferner sind bei den biologischen Faktoren der Chlorophyllgehalt und somit die allgemeine Produktivität, sowie die Verfügbarkeit der spezifischen Nahrung wichtig (STRÜH, 2008; JAQUET et al. 1995; RITTER, 2011). Aufgrund der

vielen verschiedenen Selektionsfaktoren hat sich bei den Cetaceen neben den unterschiedlichen Phäno- und Genotypen auch eine Vielzahl von Sozialsystemen entwickelt. Vor allem die Zahnwale zeichnet ein großes Spektrum an sozialen Interaktionen und stabilen, teils matrilinearen Gruppenkonstellationen aus, während Bartenwale scheinbar eher einfache Sozialstrukturen aufweisen (BIGG et al., 1990; CONNOR, 2000; CLAPHAM, 2000).

2.1.1 Große Tümmler

Der Große Tümmler (*Tursiops spp.*), eine der am besten erforschten Cetaceenarten, ist in allen Ozeanen und oft in Küstennähe anzutreffen (RICE, 1989; WELLS & SCOTT, 2002). Er ist ein kräftiger, dunkelgrauer Delfin mit einem deutlich abgesetzten Schnabel.

Die Taxonomie der Großen Tümmler (*Tursiops spp.*) wurde seit der ersten Beschreibung oft diskutiert. Während einige Wissenschaftler von einer Art, *Tursiops truncatus*, sprechen (TOMILLIN 1957; RICE, 1977) gehen manchen davon aus, dass es zwei Arten, *Tursiops truncatus* und *Tursiops gilli* (DALL, 1873) gibt. Dabei ist *Tursiops truncatus* wiederum in zwei Unterarten, *Tursiops truncatus truncatus* und *Tursiops truncatus aduncus*, aufgeteilt (RICE & SCHEFFER, 1968; HERSHKOVITZ, 1966). Im Zuge der verbesserten Möglichkeiten der genetischen Aufschlüsselung gibt es mittlerweile neue Theorien, wie sich die Art ursprünglich ausgebreitet hat (MOURA, 2013), jedoch ist die Taxonomie noch nicht vollends geklärt (ROSS & COCKCROFT, 1990; BIRKUN, 2006).

Durch seine große phänotypische Variabilität, sowie ein breites Spektrum an Jagdtechniken zur Nahrungsbeschaffung, weist er eine hohe ökologische Flexibilität auf. Je nach Region wird der Große Tümmler zwischen 1,9m und 3,9m und bis zu 600kg schwer (MANN, 2000). Bei dem Untersuchungsorganismus dieser Arbeit handelt es sich um den vor La Gomera vorkommenden Atlantischen Großen Tümmler (*Tursiops truncatus*). Mit einer Körperlänge von bis zu 3,4m ist er deutlich größer als seine pazifischen Verwandten. Das Männchen ist größer als das Weibchen, das einen Geburtszyklus von 2-3 Jahren und eine Tragzeit von 12 Monaten hat. Er lebt in sogenannten „Fission-Fusion-Gesellschaften“, die aus Gruppen zwischen meist 5-30 Individuen bestehen. Der Große Tümmler ernährt sich vorwiegend von Fischen (BARROS & ODELL, 1990; GANNON & WAPLES, 2004, SPITZ et al., 2006), wobei in einigen Regionen Tintenfische wie *Lolliguncula brevis* einen nicht unbeachtlichen Teil der Diät ausmachen (PATE, 2008; PATE & MCFEE, 2012).

Einige dieser Tiere legen zeitweise beachtliche Distanzen zurück (TOBEÑA et al., 2014). Die Gründe für die individuell unterschiedlich zurückgelegten Distanzen liegen zum einen in Faktoren wie Nahrungsverfügbarkeit, Reproduktionszyklus, Jahreszeiten und Nachwuchsaufzucht (WÜRSIG et al., 1991; BEARZI et al., 1999), zum anderen gibt es unter den Großen Tümmlern verschiedene Ökotypen, die zum einen eher ortstreu zum anderen eher wanderfreudig sind (KENNEY, 1990; MEAD & POTTER, 1995; WALKER et al., 1999; HAMMOND et al., 2012).

Tursiops truncatus wird von der IUCN Roten Liste als „Least concern“ eingestuft und die Weltpopulation auf mindestens 600.000 Individuen geschätzt (HAMMOND et al., 2012). Allerdings gilt sie lokal als gefährdet, was an ihrer starken Tendenz liegt, besonders in Küstenbereichen geographisch sowie genetisch distinkte und nicht selten vergleichsweise kleine, lokal festansässige Populationen zu bilden (MANN, 2000). Die Population, die unter anderem in den Gewässern vor La Gomera vorkommt, scheint im gesamten Kanarischen Archipel verbreitet zu sein (TOBEÑA et al., 2014). Sie ist durch die EU Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH) streng geschützt, wozu ein Netzwerk von zwölf Schutzgebieten im kanarischen Archipel, den „Special Areas of Conservation“ (SACs), beitragen soll. Aufgrund mangelnder Daten konnte der Ökotyp und die exakte Verbreitung der Großen Tümmler vor La Gomera noch nicht bestimmt werden (TOBEÑA et al., 2014).

2.1.2 Pilotwale

Der Grindwal (*Globicephala spp.*, LESSON, 1828), aus dem englischen auch Pilotwal genannt, ist in zwei Arten, den Gewöhnliche Grindwal (*Globicephala melas* (TRAILL, 1809)) und den Indischen Grindwal (*Globicephala macrorhynchus*) eingeteilt, wobei letzterer der Untersuchungsorganismus dieser Arbeit ist. Im Phänotyp unterscheiden sich die Arten nur bei genauer Betrachtung. Beide Arten haben einen gedrungenen schwarzen Körper mit einer hellen Bauchzeichnung. Die Finne hat eine breite Basis, ist nicht selten stark gebogen und sitzt weit vor der Rückenmitte. Das sicherste Unterscheidungsmerkmal sind die verschieden langen Brustflossen und die Verbreitung. Während die Brustflossen des Indischen Grindwals maximal 1/6 der Körperlänge ausmachen, sind sie beim Gewöhnlichen Grindwal deutlich länger und durch einen klar erkennbaren „Ellenbogen-Knick“ ausgezeichnet. Die Verbreitungsgebiete der beiden Arten unterscheiden sich bis auf wenige Überlappungen deutlich. Während der Gewöhnliche Grindwal tiefe, kältere, gemäßigte bis subpolare Gewässer bevorzugt, ist der Indische Grindwal in tiefen, tropischen bis warm-gemäßigten Gewässern anzutreffen. Die Gesamtpopulation beider Arten ist auf der Roten Liste nicht aufgeführt, wobei

explizit der Indische Grindwal als „DD – Data Deficient“ eingestuft wird (TAYLOR et al, 2011). Die Population der Indischen Grindwale in den Gewässern vor La Gomera gehört einer mehrere hundert Tiere umfassenden, residenten Population an, die neben La Gomera unter anderem die Gewässer vor Teneriffa besiedelt (HEIMLICH –BORAN, 1993; CARILLO et al., 2002; AGUILAR SOTO et al., 2008).

Die Weibchen des Pilotwals bleiben mit maximal 5,1m deutlich kleiner als die bis zu 7,3m langen Männchen (REEVES et al., 2002). Bei einer Lebenserwartung von bis zu 60 Jahren wird er 1,4t schwer. Der Geburtszyklus beträgt 3-4 Jahre bei einer Tragzeit von 12 Monaten (DONOVAN, 1993). Während der üblicherweise 15 Minuten nicht überschreitenden Tauchgänge werden Tiefen von über 800m erreicht, weswegen er auch „Gepard des Meeres“ genannt wird (AGUILAR SOTO et al., 2008; DONOVAN, 1993). Die bevorzugte Nahrung von Pilotwalen besteht aus etwa 19 verschiedenen Cephalopodenarten (CLARKE, 1996; REILLY & SHANE, 1986; OVERHOLTZ, 1991; SINCLAIR, 1992; SHANE, 1995; BARAFF & ASMUTIS-SILVIA, 1998; DE STEPHANIS et al., 2008b). Das Bestehen von Pilotwalpopulationen ist stark an die Verfügbarkeit der Cephalopoden gekoppelt (REILLY & SHANE, 1986; SINCLAIR, 1992; SHANE, 1995; BARAFF & ASMUTIS-SILVIA, 1998; DE STEPHANIS et al., 2008b). Das zeigt unter anderem ein Beispiel aus Kalifornien, wo binnen weniger Jahre eine stabile Pilotwalpopulation aufgrund abnehmender Tintenfischbestände kollabierte (SHANE, 1995). Die Tatsache, dass Pilotwale auf den Kanaren fest ansässig sind, spricht für ein dauerhaft großes Nahrungsangebot in diesen Gewässern.

3 Ergebnisse

3.1 Häufigkeiten der Sichtungen

Insgesamt wurden 5.284 Sichtungen von Pilotwalen und Großen Tümmlern erfasst. Darunter waren 2.769 Große Tümmler-Sichtungen (BD), 2.515 Pilotwal-Sichtungen (PW) und 569 Sichtungen mit beiden Arten (BDPW). Im Durchschnitt wurden bei 30,2% der Ausfahrten Große Tümmler, bei 23,9% Pilotwale, sowie bei 6,8% gemischte Gruppen dieser Arten beobachtet.

Die fünf Gruppentypen (BD, PW, BDPW, BDinBDPW, PWinBDPW) kamen mit unterschiedlichen Häufigkeiten vor. BD Gruppen wurden 2.200 Mal, PW Gruppen 1.946 Mal erfasst. BDinBDPW Gruppen wurden 469 Mal und PWinBDPW Gruppen 547 Mal gelistet. Der Grund für die nicht übereinstimmenden BDPW, BDinBDPW und BDinBDPW Sichtungsaufzeichnungen lag in der Art und Weise der (teilweise lückenhaften) Aufzeichnung der Sichtungen. Werden Große Tümmler zusammen mit Pilotwalen gesichtet, müssen prinzipiell zwei Sichtungsblätter ausgefüllt werden, mit jeweils dem Vermerk auf die zweite Art. Es kam jedoch vor, dass nur ein Blatt ausgefüllt wurde und somit die Parameter für eine der beiden Arten in der Vergesellschaftung nicht aufgezeichnet wurden. Da man anhand der Vermerke sichergehen konnte, dass es sich um eine Vergesellschaftung handelte, war die BDPW Anzahl höher als diejenige für BDinBDPW und PWinBDPW. Entsprechend ergibt eine Addition der BD + BDinBDPW, sowie PW + PWinBDPW nicht die Gesamtsichtungszahlen. Die Gesamtsichtungszahlen errechneten sich aus BD + BDPW, sowie PW + BDPW, da in den BDPW Aufzeichnungen alle Vergesellschaftungen einbezogen wurden, unabhängig davon ob nur ein oder zwei Sichtungsblätter ausgefüllt worden waren.

Die Entwicklung über die Jahre zeigte, dass Pilotwale immer häufiger gesehen wurden, während die Großen Tümmler ab dem Jahr 2000 einen Einbruch verzeichneten, von dem sie sich jedoch bis 2013 wieder erholten. Die gemischten Gruppen wurden, nachdem sie ab 1999 nicht mehr so häufig gesehen wurden, in den Jahren 2011-2013 wieder öfter beobachtet (*siehe Abb. 1*).

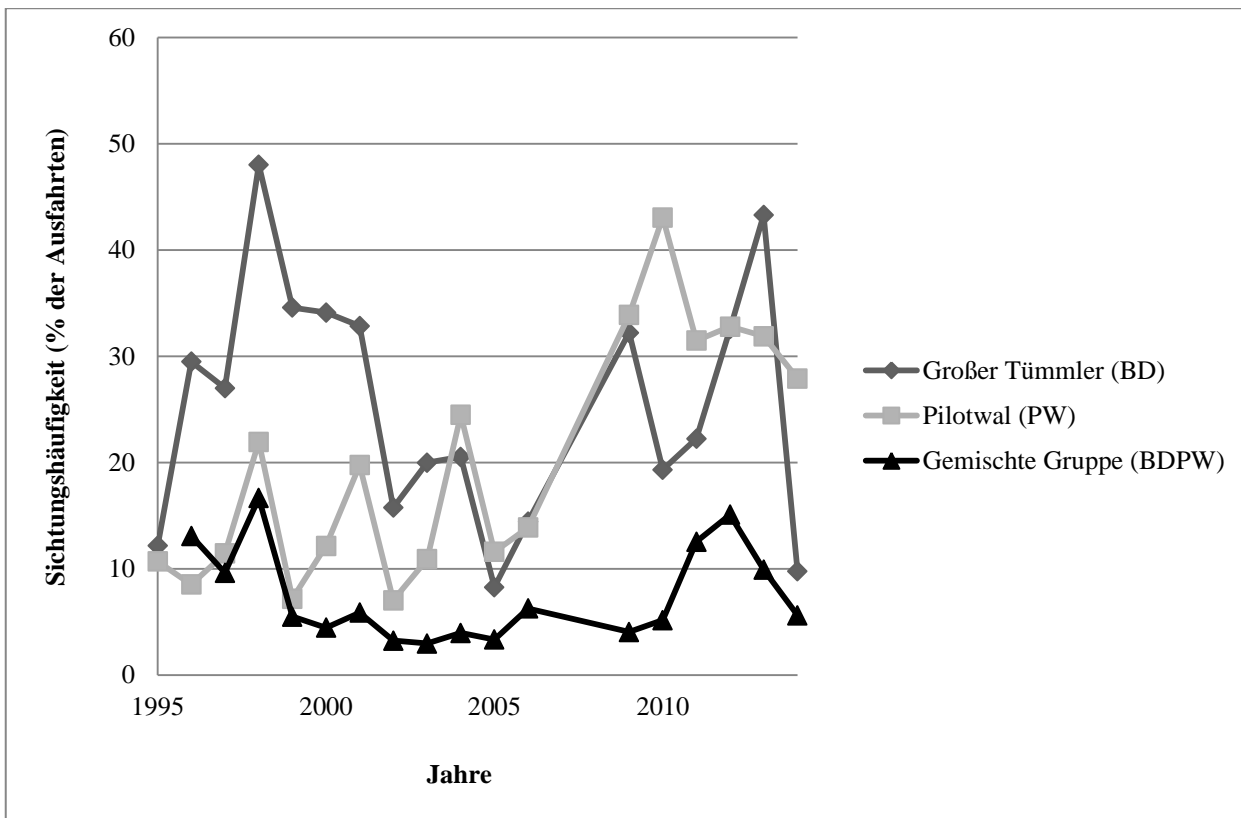


Abbildung 1: Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) im Verhältnis zum Sichtungsaufwand vor La Gomera (1995-2014).

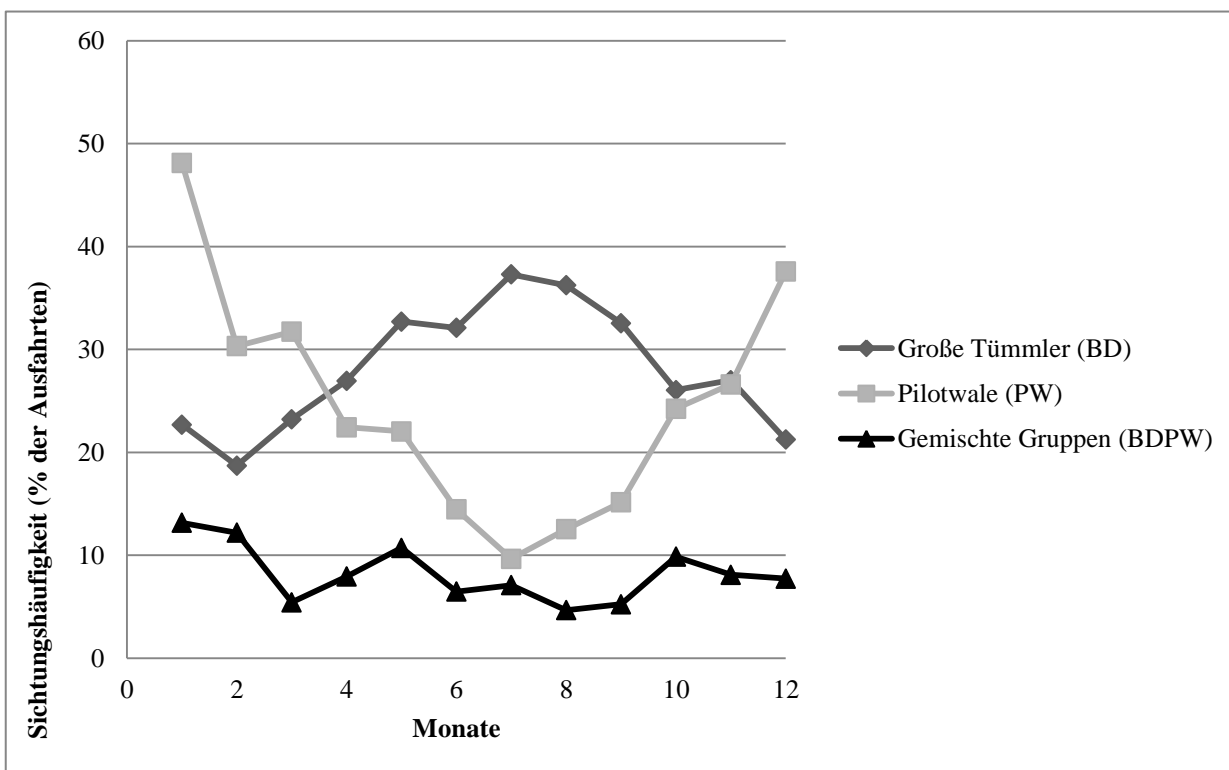


Abbildung 2: Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) im Verhältnis zum Sichtungsaufwand vor La Gomera (1995-2014).

Im Verhältnis zum Sichtungsaufwand wurden BD Gruppen in den Sommermonaten (Maximum im Juli), PW Gruppen in den Wintermonaten (Maximum im Januar) und BDPW Gruppen das ganze Jahr über, mit einer leichten Häufung im Winter, gesehen (*siehe Abb. 2*).

3.2 Gruppengröße

Die durchschnittlichen Gruppengrößen von BD (20,52; N=1979) und PW Gruppen (20,24; N=1747) unterschieden sich nicht signifikant voneinander (Post-hoc-Bonferroni-Test, $p > 0,05$). Im Gegensatz dazu unterschieden sich die durchschnittlichen Gruppengrößen der BDPW, BDinBDPW und PWinBDPW Gruppen signifikant ($p < 0,05$). Die durchschnittlichen Gruppengrößen der BDinBDPW Gruppen (15,37; N=393) waren signifikant kleiner als die der BD Gruppen (20,52; N=1979) und die PWinBDPW Gruppen (24,38; N=503) waren signifikant größer als die der PW Gruppen (20,24; N=1747) (*siehe Abb. 3 + Anhang Tabelle 1*).

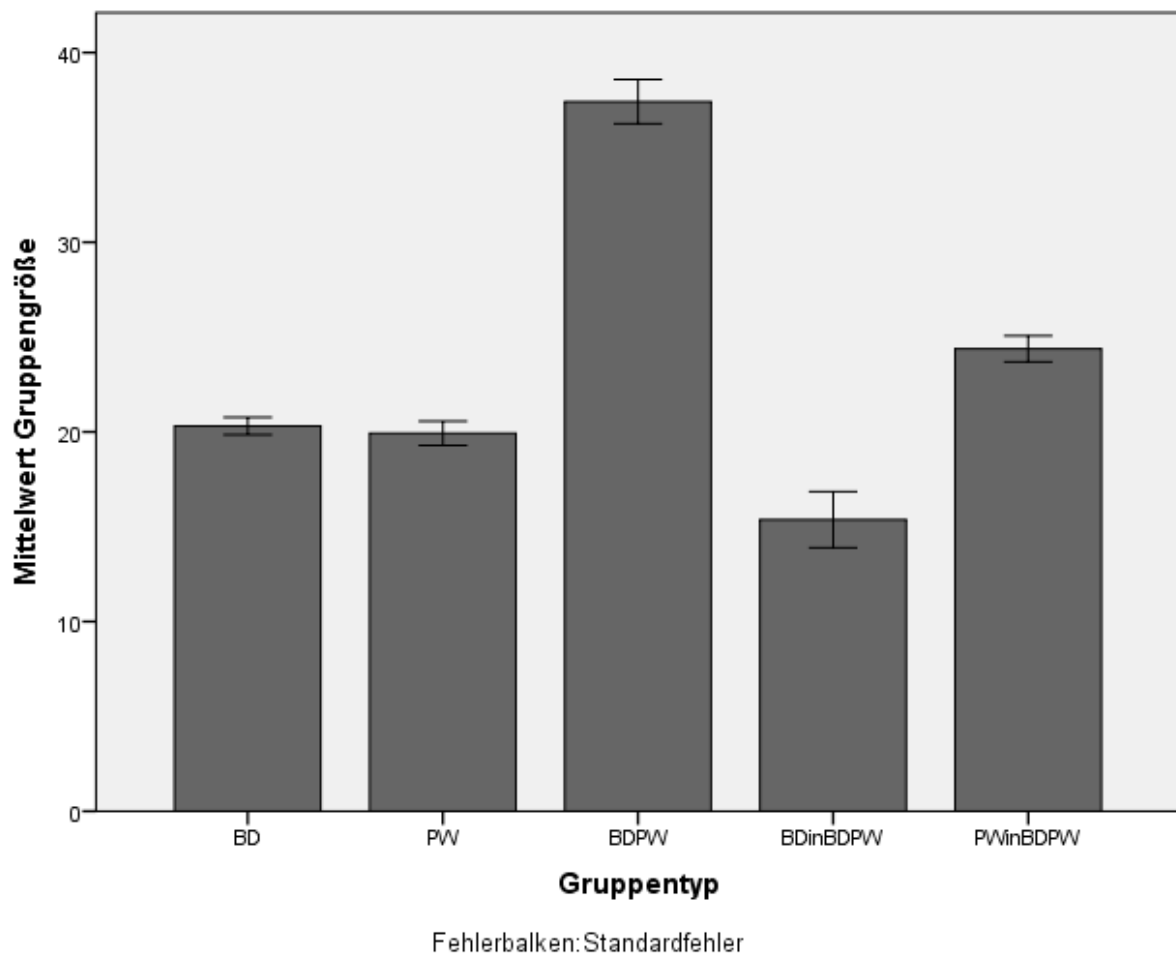


Abbildung 3: Durchschnittliche Gruppengrößen der fünf Gruppentypen von Großen Tümmlern und Pilotwalen vor La Gomera (1995-2014). Exakte Werte im Anhang (Tabelle 1).

Während die Gruppengrößen der BD Gruppen im Durchschnitt im ersten Quartal ein Minimum von 15 (n=326) aufwiesen, erreichten sie im dritten Quartal mit 26 (n=741) Individuen ein Maximum. Die PW Gruppen hatten über das ganze Jahr gleichbleibende mittlere Gruppengrößen mit circa 20 (n=1747) Tieren. Die BDPW Gruppen zeigten vom ersten bis dritten Quartal gleichbleibende (35-36; n=239), im vierten Quartal jedoch deutlich höhere mittlere Gruppengrößen (42; n=103). Im vierten Quartal war der Anteil der Pilotwale in den gemischten Gruppen ebenfalls am höchsten (PWinBDPW: 27; n=146). Während er bei den BDinBDPW Gruppen zwischen April und Juni ein Minimum erreichte (12; n=99) blieb er im übrigen Jahresverlauf auf gleichbleibendem Niveau (15 – 17; n=294) (siehe Abb. 4 und im Anhang Tabelle 7).

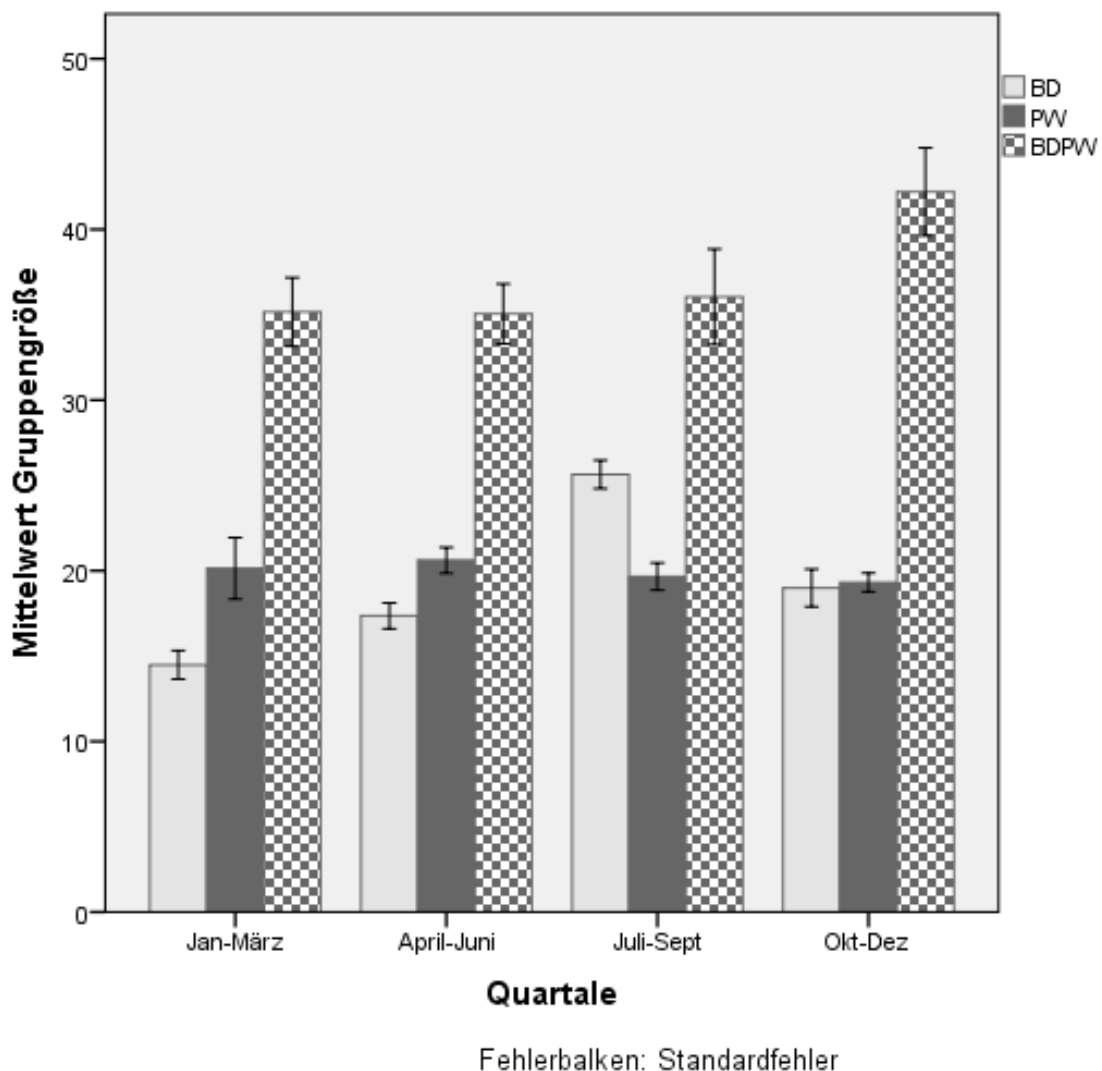


Abbildung 4: Durchschnittliche Gruppengrößen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014). Exakte Werte im Anhang (Tabelle 7).

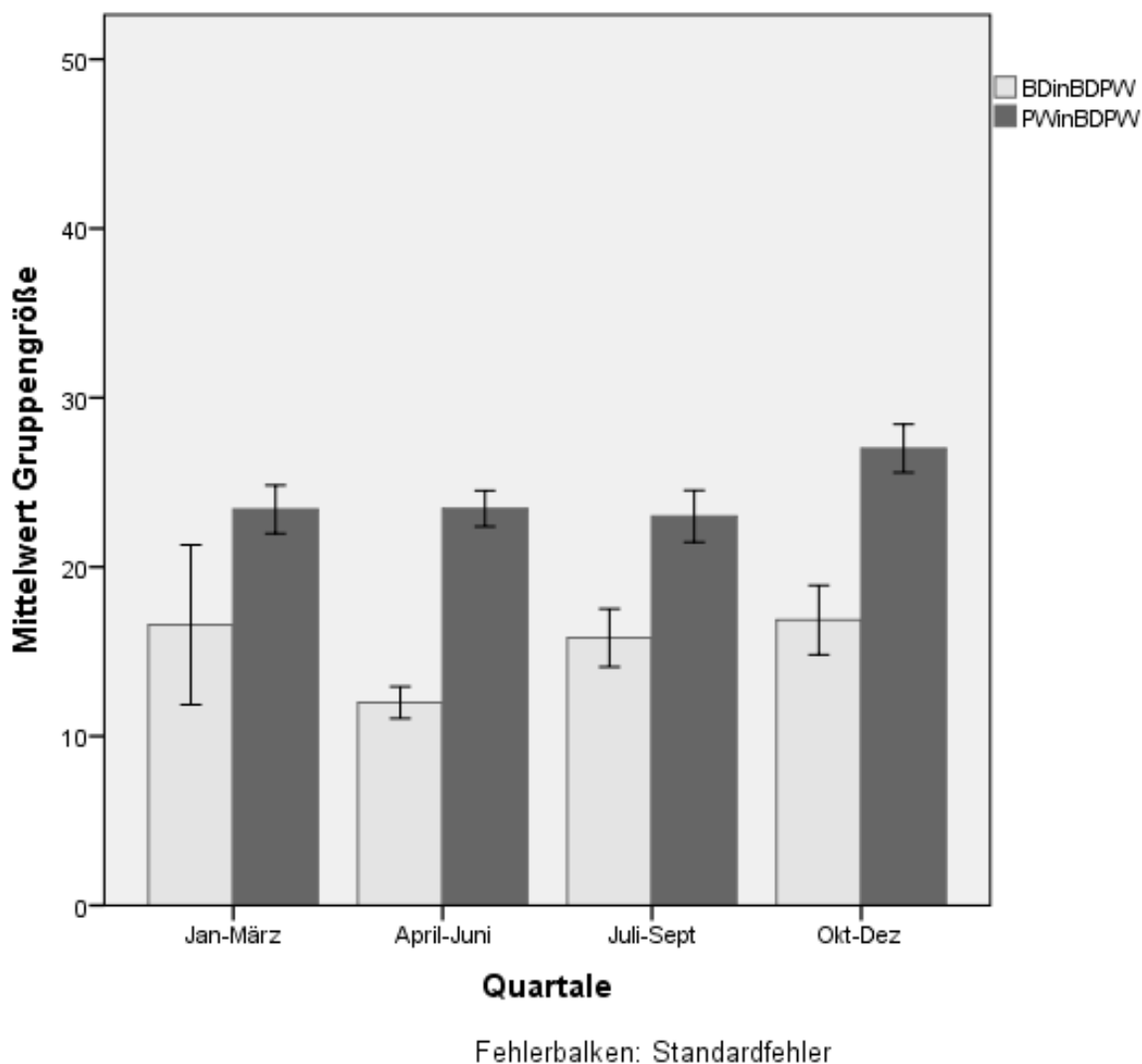


Abbildung 5: Durchschnittliche Gruppengrößen der BDinBDPW und PWinBDPW Gruppen vor La Gomera (1995-2014). Exakte Werte im Anhang (Tabelle 7).

3.3 Tiefe, Neigung, Distanz

Die Meerestiefe bei den Sichtungen, sowie Distanz zur Küste und Neigung des Meeresgrundes unterschieden sich im Mittel zwischen den Gruppentypen BD und PW, sowie BD und BDPW signifikant (einfaktorielle Varianzanalyse, Post-hoc-Bonferroni-Test, $p < 0,05$). Zwischen den PW und BDPW Gruppen war sie jedoch signifikant gleich. Nach visueller Betrachtung der Sichtungshäufigkeiten bei den Meerestiefen (siehe Anhang Abb. 12 + Tabelle 3), Neigungen des Meeresgrundes (siehe Anhang Abb. 13 + Tabelle 3) und Distanzen zur Küste (siehe Anhang Abb. 14 + Tabelle 3) fiel auf, dass die BDPW Sichtungen eine ähnliche Verteilung wie die der PW Gruppen aufwiesen. Während die BD Gruppen flachere Gebiete bevorzugten, jedoch ebenfalls in tieferen Bereichen gesichtet wurden, waren die PW und BDPW Gruppen

gehäuft um die 1.000m Tiefenlinie anzutreffen. Ein ähnliches Bild zeigte sich zwischen den Gruppentypen bei der Distanz zur Küste. Die BD Gruppen hielten sich gleichmäßig verteilt in Distanzen zwischen 0-4sm zur Küstenlinie auf, während die PW und BDPW Gruppen am häufigsten zwischen 3-4sm gesichtet wurden.

Die BD Gruppen wurden zwar gleichmäßig verteilt bei einer Neigung zwischen 5-14° gesehen, jedoch zeigten sich leichte Häufungen zwischen 5-6° und bei 13°. Bei der Betrachtung der gesamten Sichtungen der Großen Tümmler (BD + BDPW) trat eine noch deutlichere Häufung bei einer Neigung von 13° auf (*siehe Anhang Abb. 15*). Die PW und BDPW Gruppen waren vermehrt zwischen 12-15° anzutreffen, wobei die Sichtungen der PW Gruppen eine deutliche Häufung um 13° aufwiesen.

Die Distanz zur Küste, die Neigung des Meeresgrundes und die Meerestiefe während der Sichtungen innerhalb der BD, BDinBDPW und PWinBDPW Gruppen waren über die Quartale signifikant gleich (Varianzanalyse, Post-hoc-Bonferroni-Test, $p > 0,05$). Bei den PW Gruppen unterschied sich die Distanz zur Küste zwischen dem ersten und zweiten Quartal, sowie dem zweiten und vierten Quartal signifikant. Des Weiteren unterschied sich die Neigung des Meeresgrundes zwischen dem ersten und dritten Quartal signifikant (Varianzanalyse, Post-hoc-Bonferroni-Test, $p < 0,05$). Jedoch konnten keine klaren Trends festgestellt werden. Alle anderen Quartale waren signifikant gleich ($p > 0,05$).

Auffällig bei der Meerestiefe im Bereich 500m-1.500m war, dass 471 BDPW Sichtungen bei einer Anzahl von lediglich 1138 BDgesamt Sichtungen (BD + BDPW), jedoch 2034 PWgesamt Sichtungen (PW + BDPW) gemacht wurden (*siehe Anhang Tabelle 4*).

3.4 Korrelationen

Die Meerestiefe am Ort der Sichtung korrelierte mit der Distanz zur Küste mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,69$ und war demnach nicht gesetzmäßig ($R^2 < 0,7$). Die Tiefe war mit der Neigung des Meeresgrundes bei einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,23$ leicht positiv korreliert. Ähnlich verhielt es sich mit der Korrelation zwischen der Distanz zur Küste und der Neigung des Meeresgrundes ($R^2=0,18$).

Die Gruppengrößen der fünf Gruppentypen korrelierten weder mit der Distanz zur Küste (R^2 zwischen 0,0001 und 0,008), der Meerestiefe (R^2 zwischen 0,00006 und 0,005), noch mit der Neigung des Meeresgrundes während der Sichtungen (R^2 zwischen 0,0006 und 0,006).

3.5 Gruppenzusammensetzung

Insgesamt wurden in 45% der BD Gruppen Jungtiere, in 19% Kälber und in 1% Neugeborene beobachtet. In den PW Gruppen wurden bei 69% der Sichtungen Jungtiere, bei 51% Kälber und bei 3% Neugeborene erfasst. In den gemischten Gruppen waren bei den Großen Tümmlern (BDinBDPW) in 30% der Sichtungen Jungtiere, in 14% Kälber und 1% Neugeborene dabei, während dies in 69%, in 51% und in 5% bei den PWinBDPW Gruppen zutraf. Somit waren im Vergleich zu den BD Gruppen in den BDinBDPW Gruppen deutlich seltener Jungtiere dabei, während der Wert bei der PW und PWinBDPW Gruppen gleich groß war (siehe Anhang Tabelle 2).

In Bezug auf die Gruppengröße deutete sich der Trend an, dass sich in kleineren BD und PW Gruppen prozentual weniger Jungtiere aufhielten als in größeren (siehe Abb. 5).

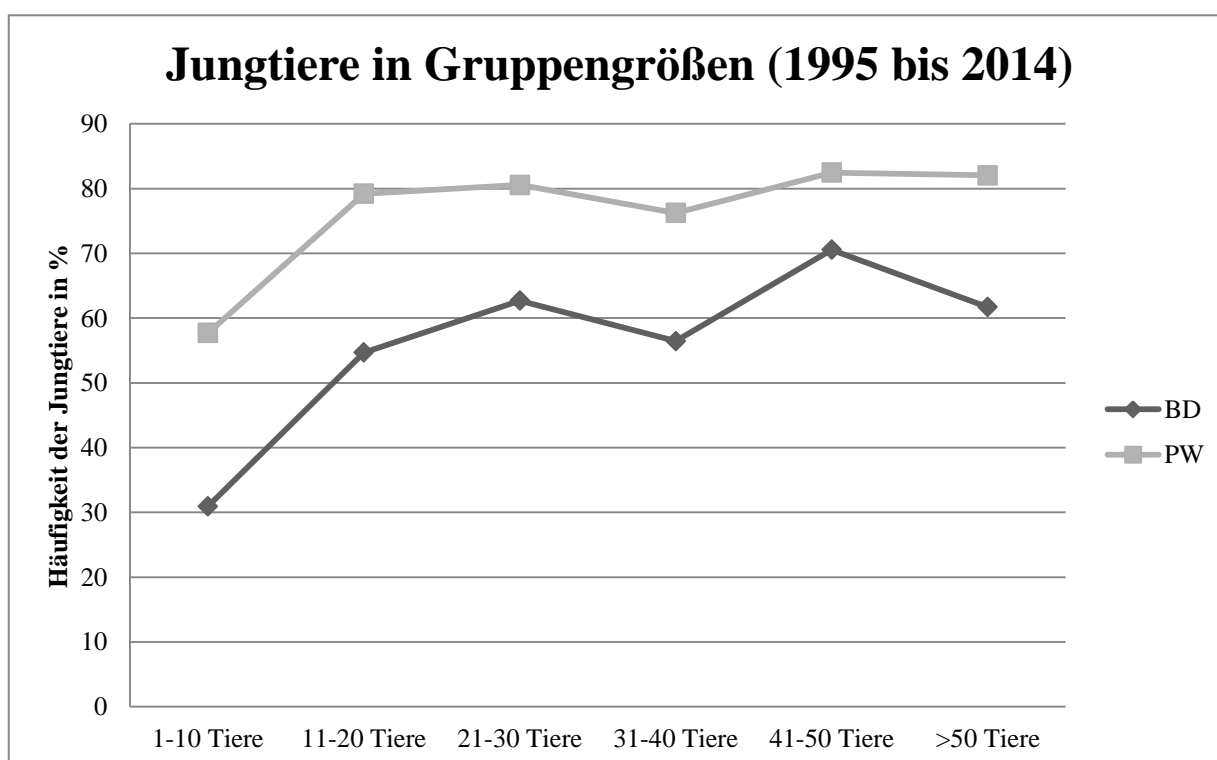


Abbildung 6: Anzahl von Jungtiersichtungen in den verschiedenen Gruppengrößen von Großen Tümmlern und Pilotwalen vor La Gomera (1995-2014). Für n-Werte siehe Anhang (Tabelle 5).

Beim Vergleich der Parameter Tiefe, Neigung des Meeresgrundes und Distanz zur Küste mit den Jungtier-, Kälber- und Neugeborensichtungen ergaben sich ebenfalls wenig Auffälligkeiten. Eine Ausnahme bildeten Jungtiere in BDinBDPW Gruppen über Steilhängen (Neigung

>12°). Über Steilhängen wurden innerhalb dieser Gruppe häufiger Jungtiere beobachtet (bei 45% der Sichtungen) als im Mittel (30%) dieses Gruppentyps.

In allen Quartalen und Gruppentypen folgte die Sichtungshäufigkeit von Jungtieren den Gesamtsichtungszahlen (siehe Abb. 7 + 8).

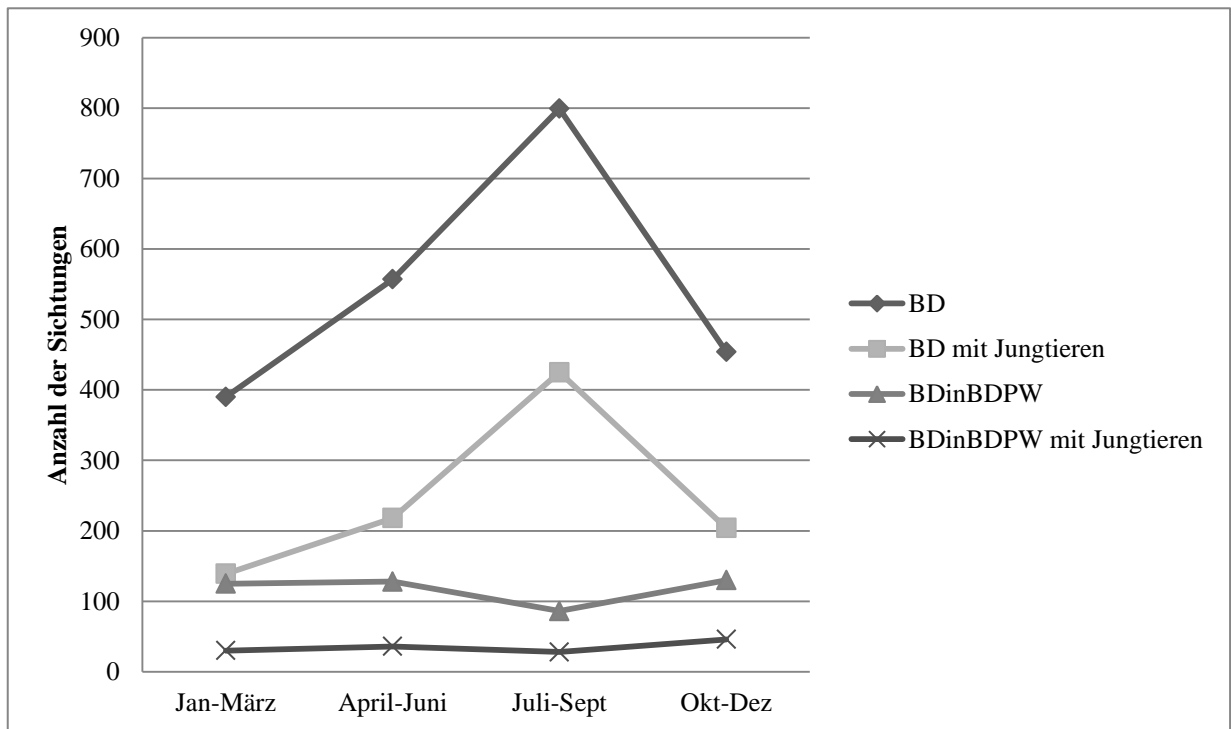


Abbildung 7: Anzahl von Jungtiersichtungen im Vergleich zu Gesamtsichtungen von Großen Tümmern (BD und BDinBDPW) vor La Gomera (1995-2014).

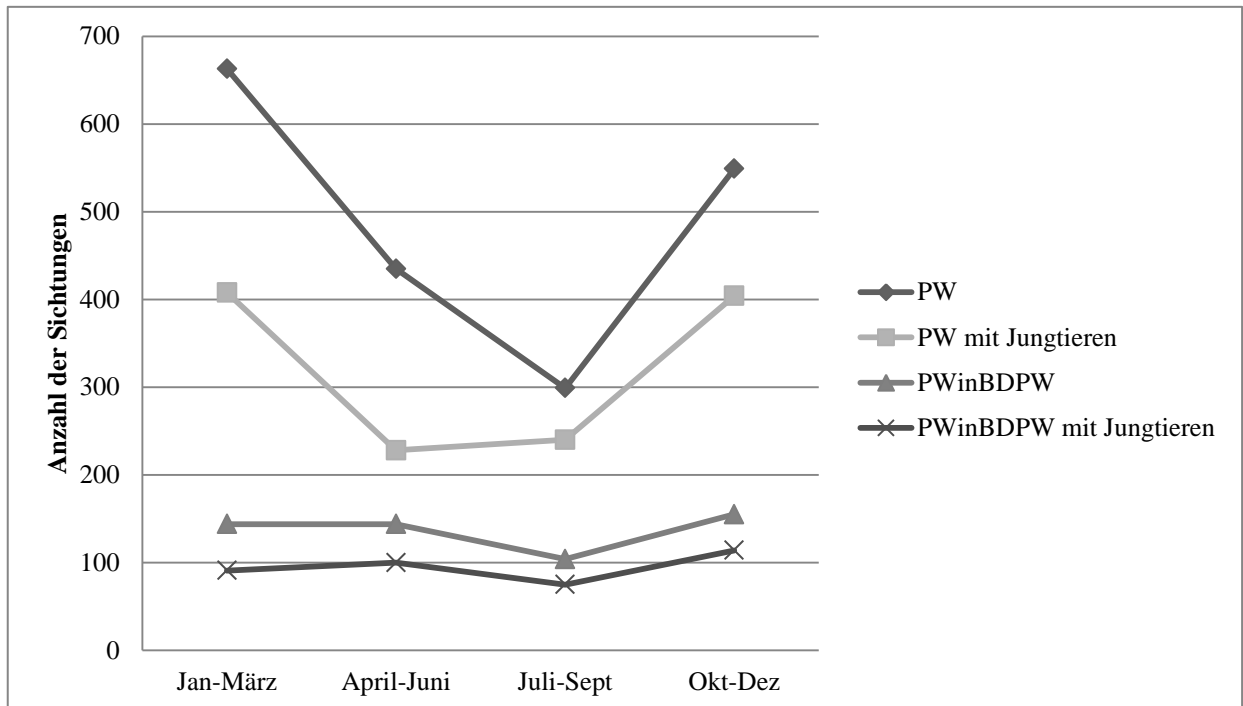


Abbildung 8: Anzahl von Jungtiersichtungen im Vergleich zu Gesamtsichtungen von Pilotwalen (PW und PWinBDPW vor La Gomera (1995-2014).

Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs der Kälber und der Neugeborenen konnten keine statistisch gesicherten Aussagen über die Verteilung der Tiefen-, Neigungs- und Distanzstufen, sowie der Gruppengrößen getroffen werden. Unter Beachtung dieser möglichen Fehlerquelle wurden jedoch einige Tendenzen ausgemacht. Im dritten Quartal wurde eine erhöhte Sichtungshäufigkeit von Kälbern in PW und BD Gruppen, sowie bei PWinBDPW Gruppen registriert. Bei den BDinBDPW Gruppen war eine Häufung von Kälbern im dritten und vierten Quartal zu verzeichnen (*siehe Abb. 9*). Insgesamt wurden öfter Neugeborene bei Pilotwalen ($n=91$) als bei Großen Tümmlern ($n=24$) gesichtet. Es zeigte sich, dass die Neugeborenen in BD Gruppen im dritten Quartal einen deutlichen Peak hatten, während in den PW Gruppen im ersten, dritten und vierten Quartal regelmäßig Neugeborene gesichtet wurden, mit einem Minimum im zweiten Quartal. Mit einem Maximum im vierten Quartal wurden in PWinBDPW Gruppen deutlich häufiger Pilotwalneugeborene beobachtet als in den PW Gruppen (*siehe Abb. 10*).

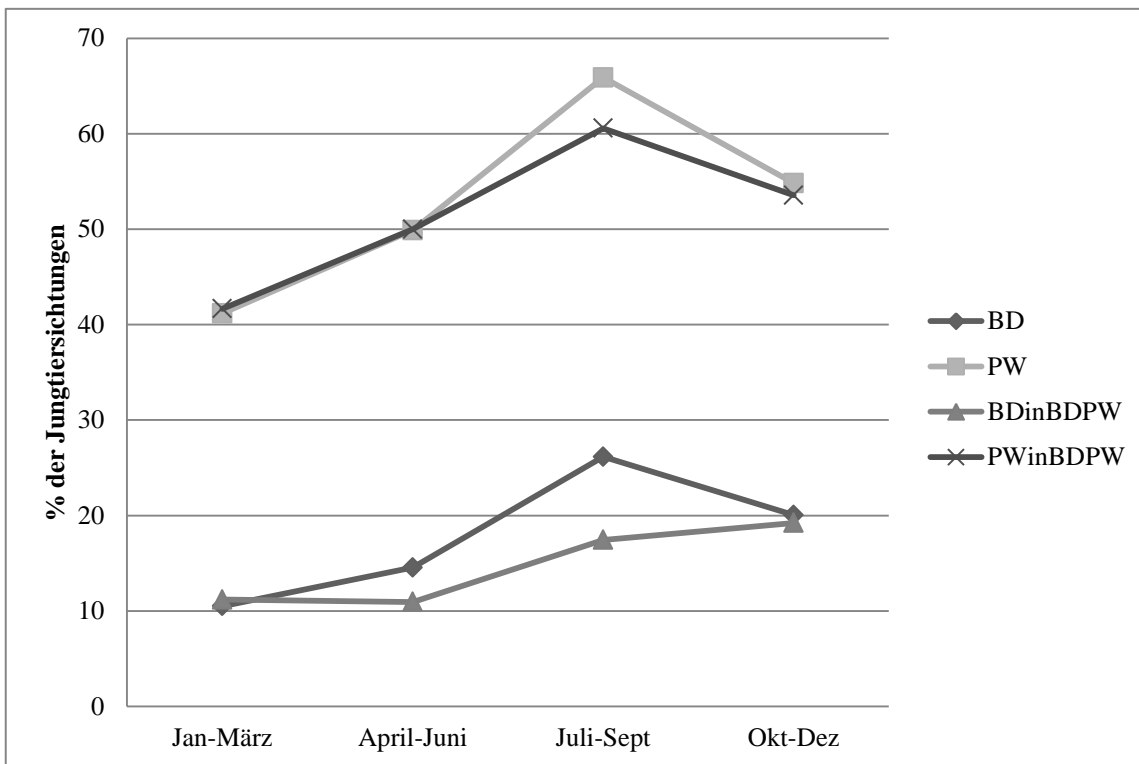


Abbildung 9: Sichtungshäufigkeit der Kälber von Großen Tümmlern (BD: n= 41-209; BDinBDPW: n= 14-25) und Pilotwalen (PW: n= 197-301; PWinBDPW: n= 60-83) vor La Gomera (1995-2014).

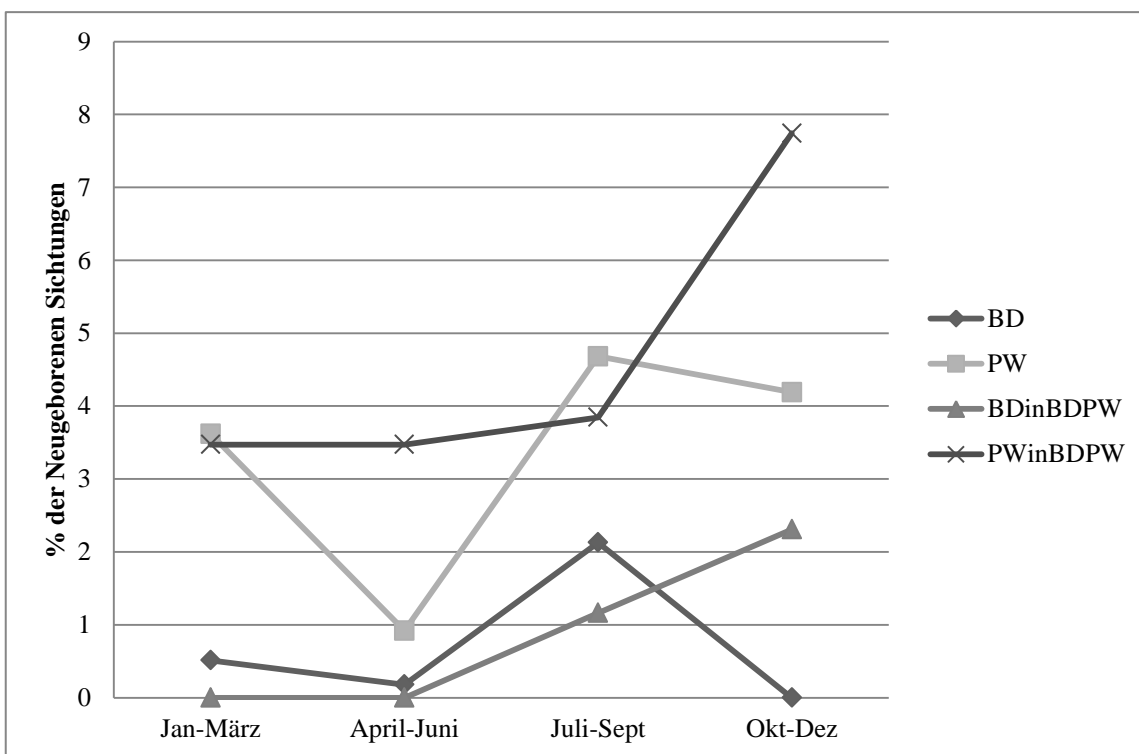


Abbildung 10: Sichtungshäufigkeit der Neugeborenen von Großen Tümmlern (BD: n= 0-17; BDinBDPW: n= 0-3) und Pilotwalen (PW: n= 4-24; PWinBDPW: n= 4-12) vor La Gomera (1995-2014).

3.6 Gruppenformation

Bei der Betrachtung der Gruppenformationen in den fünf Gruppentypen fiel auf, dass die BD Gruppen bevorzugt in der Formation „loose“ (29%) beziehungsweise „dispersed“ (32%) schwammen, während die PW Gruppen meist „widely dispersed“ (44%) auftraten (*siehe Anhang Tabelle 6*). Im Zusammenhang mit der Tiefe, Distanz zur Küste und Neigung des Meeresgrundes während der Sichtungen konnten keine klaren Tendenzen ausgemacht werden.

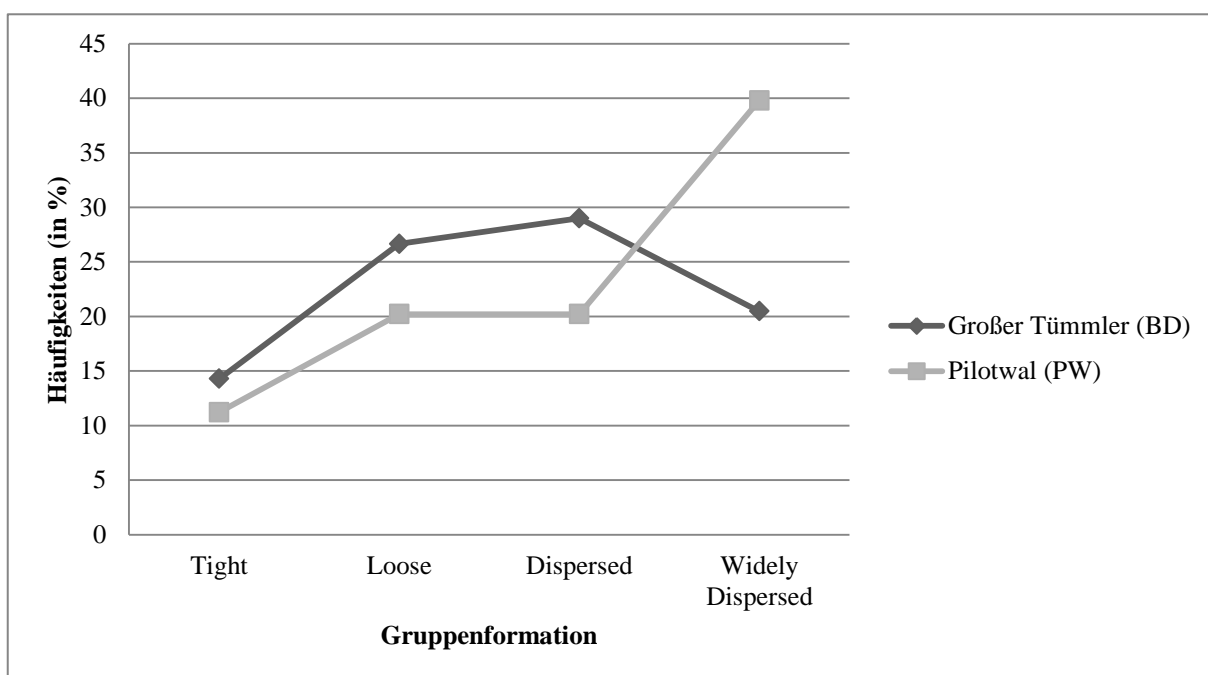


Abbildung 11: Gruppenformationen von Großen Tümmlern (BD: n= 67-136) und Pilotwalen (PW: n= 55-195) vor La Gomera (2011-2014).

4 Diskussion

Laut der „Nischen-Theorie“ konkurrieren Arten, die ähnliche ökologische Ansprüche haben und im gleichen Lebensraum vorkommen, um Ressourcen (HUTCHINSON, 1957; PIANKA, 1974; ROUGHGARDEN, 1976). Jede Art hat jedoch spezifische Ansprüche an die Umwelt, wodurch eine Koexistenz von zwei oder mehreren Arten möglich wird. Das besiedeln von unterschiedlichen Nischen innerhalb eines Lebensraumes nennt man Sympatrie (BEARZI, 2005). Einige Arten entfliehen der Konkurrenz durch die Nutzung der Ressourcen zu unterschiedlichen Zeiten. Eine weitere Möglichkeit des Umgehens der direkten Konkurrenz spielt sich auf kleinräumiger Ebene (engl.: „fine scale“) ab. Durch das Präferieren von entweder tiefem oder flachem Wasser, sowie ebenem oder steilem Grund kann ein Lebensraum optimal ausgenutzt werden und eine Sympatrie von beispielsweise Delfinen möglich werden (BEARZI, 2005). Neben allen anderen Faktoren scheint der Entscheidende jedoch die Divergenz der Nahrung beziehungsweise des jeweiligen Beutespektrums zu sein (HERZING et al., 2003; QUÉROUIL et al., 2008).

Innerhalb des Untersuchungsgebietes besetzen die nebeneinander vorkommenden Großen Tümmler und Pilotwale unterschiedliche Nischen. Trotz der kleinräumigen Aufteilung der Habitate und Ressourcen sind Pilotwale und Große Tümmler vor La Gomera häufig vergesellschaftet (SMIT et al., 2010).

Um die Vergesellschaftung zwischen Großen Tümmlern und Pilotwalen zu diskutieren, ist zunächst eine Betrachtung der generellen Vor- und Nachteile von Gruppen und Vergesellschaftungen angebracht.

4.1 Gruppen

In der Tierwelt gibt es verschiedene Typen von Gruppen. Auf der einen Seite stehen Gruppen, in denen sich die Individuen gegenseitig positiv oder negativ beeinflussen, sogenannte „mutualistic groups.“ Auf der anderen Seite gibt es sogenannte „non-mutualistic groups.“ Diese Gruppen entstehen nicht durch das gegenseitige Beeinflussen sondern zufällig an vorteilhaften Orten mit beispielsweise hohem Nahrungsaufkommen, günstigen energetischen Verhältnissen (Wind-, Strömungsschatten, Sonne/Schatten, etc.), sogenannten „Hotspots“ oder in Gebieten, die für Räuber schlecht oder nicht erreichbar sind. Wie von Connor (2000) vorgeschlagen werden im weiteren Verlauf der Arbeit die Begriffe „Ansammlung“ für „non-mutualistic groups“ und „Gruppe“ für „mutualistic groups“ verwendet.

In Bezug auf soziale Bindungen, Gruppengrößen und –strukturen muss jedes Individuum abwägen, ob die Nutzen des Zusammenschlusses größer sind als die Kosten. Kosten wären in diesem Falle Nachteile durch den Gruppenzusammenschluss wie unter anderem erhöhte intraspezifische Konkurrenz um Ressourcen (Nahrung, Partner, Raum, Licht, etc.), Übertragungsgefahr von Krankheiten oder Parasiten, sowie die erhöhte Entdeckungsfahr durch Prädatoren. Je weiter der Nutzen die Kosten übersteigt, desto stabiler können Zusammenschlüsse und die bei vielen Säugern damit einhergehenden sozialen Bindungen werden (KRAUSE & RUXTON, 2002). Vorteile beim Anschluss an eine Gruppe können ein erhöhter Schutz vor Prädatoren, eine effektivere Nahrungssuche oder aber physikalischen Ursprungs sein. Des Weiteren können Gruppierungen soziale Vorteile wie unter anderem erhöhter Bruterfolg, Informationsaustausch, Spiel, Neugierde, erleichtertes Auffinden von Geschlechtspartnern, weniger innerartliche Aggressionen und ein geringeres Risiko von Kindesmord haben (DUNN et al., 2002; STENSLAND et al., 2003; WISZNIIEWSKI, 2009; SMIT et al., 2010). Im Falle einiger Cetaceenarten können sogar kulturelle Gründe eine Rolle spielen, so können durch die Weitergabe von gruppenspezifischem Wissen horizontal (innerhalb derselben Generation) sowie vertikal (von einer Generation zur nächsten) zahlreiche Überlebensvorteile entstehen (WHITEHEAD & RENDELL, 2014).

4.2 Vergesellschaftungen

Als Vergesellschaftung, in dieser Arbeit auch als interspezifische Assoziation bezeichnet, nennt man das temporäre, in unmittelbarer Nähe gemeinsame Auftreten von Individuen verschiedener Arten, das unter Vögeln, Primaten und Walen weit verbreitet ist (TERBORGH, 1990; STENSLAND et al., 2003).

4.2.1 „Foraging advantages hypothesis“

Die Chancen des Auftretens interspezifischer Assoziationen steigen, wenn sich die Habitate und das Nahrungsspektrum von Arten überschneiden (NORRIS & DOHL, 1980). So kann ein ähnliches Beutespektrum zweier Delfinarten kann die Vergesellschaftung dieser fördern. Der Zusammenschluss von zwei Gruppen bedeutet eine Erhöhung der Gesamtgruppenzahl, die zu Vorteilen bei der Nahrungssuche führen kann, wie das effektivere Aufspüren von verstreut vorkommenden Fischschwärmen. Diese Theorie bezeichnet man als „foraging advantages hypothesis“ (CONNOR, 2000).

Die Interaktionen während der gemeinsamen Nahrungssuche können bei Delfinen sehr unterschiedlich sein und von kooperativer Jagd, über friedliche parallele Nahrungsaufnahme bis hin zu aggressivem Verhalten mit Vertreiben der anderen Art aus bestimmten Gebieten reichen (HERZING & JOHNSON, 1997). Ob und in welcher Form die Delfine miteinander interagieren bleibt für den Beobachter meist unklar. Bei Großen Tümmlern wurde beispielsweise beobachtet, dass sie erst später zu bereits fressenden kleineren Delfinen dazu stoßen und dann ebenfalls zu jagen beginnen. In diesem Fall läge somit keine interspezifische Kooperation mehrerer Arten beim Aufspüren der Nahrung vor, sondern lediglich einseitige Vorteile für die Großen Tümmler (STENSLAND et al., 2003; QUÉROUIL et al., 2008).

4.2.2 „Predator avoidance hypothesis“

Laut der „predator avoidance hypothesis“ entsteht durch die Vergesellschaftung von mehreren Arten ein erhöhter Schutz vor Prädatoren. Neben Verdünnungs-, Verwirrungs- und Entdeckungseffekten (CONNOR, 2000; QUÉROUIL et al., 2008), kann durch die größeren Gruppen der Schutz durch die Nähe zu gegebenenfalls wehrhafteren oder physisch stärkeren Arten ebenfalls eine Rolle spielen (QUÉROUIL et al., 2008). Die interspezifische Kooperation beim Schutz gegen Räuber findet neben Cetaceen (NORRIS et al., 1978; WÜRSIG, 1986; CORKERON, 1990) ebenfalls bei anderen Tieren wie Primaten statt (STRUHSAKER, 1981; JOLLY, 1985; WASER, 1987). Dabei werden zwei Typen der Kooperation unterschieden: A) Der Nutzen der Interaktion kann entweder einseitig sein, wenn beispielsweise eine Art durch Alarmrufe einer anderen Art gewarnt wird, ohne einen Vorteil für den Warnenden zu bringen (MUNN, 1986; WILEY, 1980; MANSER, 2001), oder B) kooperativ, wenn beide Arten beispielsweise gemeinsam einen Prädatoren attackieren. Beide Typen wurden ebenfalls bei Delfinen beobachtet (PERRIN et al., 1973; CORKERON, 1990; CONNOR & NORRIS, 1981). Auch wenn Angriffe von Prädatoren auf Delfine selten wissenschaftlich dokumentiert wurden, gibt es Grund zur Annahme, dass die Sterblichkeitsrate von Delfinen durch Haie oder Schwertwale negativ beeinflusst wird und somit Prädation einen nicht zu vernachlässigenden Faktor darstellt (SCOTT et al., 1996; RICHARDS, 1993).

4.2.3 „Social advantages hypothesis“

Die „social advantages hypothesis“ besagt, dass ein Zusammenschluss von verschiedenen Arten soziale Vorteile für die Individuen bringen kann. Smit et al. (2010) beschrieb soziale Interaktionen zwischen Großen Tümmlern und Raubzahndelfinen vor La Gomera. Sie beo-

bachteten, dass sich das arttypische Verhalten nach Zusammenschluss der Arten veränderte und die gemischten Gruppen interspezifische Interaktionen ohne Hinweise auf gemeinsame Nahrungssuche oder Schutz vor Prädatoren zeigten. Um welche sozialen Vorteile es sich bei diesen Zusammenschlüssen genau handelte, blieb ungeklärt und ist bei Cetaceen nur schwerlich zu bestimmen (SMIT et al., 2010).

Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass bei Verhaltensbeobachtungen vom Boot aus ein großer Teil der Interaktionen zwischen den Tieren nicht dokumentiert werden kann, da sie unter Wasser stattfinden und dem menschlichen Auge verborgen bleiben. Insofern kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Großteil der Interaktionen aus methodologischen Gründen unentdeckt bleibt.

4.3 Große Tümmler und Pilotwale vor La Gomera

Die Entwicklung der Sichtungen zwischen 1995 und 2014 unterlag nicht vorhersehbaren Fluktuationen, da die Populationsdynamiken von Großen Tümmlern und Pilotwalen einer Vielzahl von Faktoren unterliegen. Plötzliche Veränderungen in der Nahrungsverfügbarkeit könnten Einbrüche in den Sichtungen der PW und BD Gruppen, wie beispielsweise im Jahre 2002, erklären. Um dies zu überprüfen müsste man die Daten der Fisch- und Cephalopodenbestände von vor La Gomera auswerten oder die örtlichen Fischer nach guten und schlechten Fangjahren befragen.

Schwankungen in den prozentualen Sichtungshäufigkeiten zwischen den Jahren und Quartalen, sowie über bestimmten Tiefen, Neigungen des Meeresgrundes und Distanzen zur Küste, sind ebenfalls schwer zu erklären. Die Variationen können eine Menge verschiedener Ursachen haben, die naturgemäß bei einem solch dynamischen Ökosystem wie dem Meer auftreten. Ritter et al. (2011) zeigen die Dynamik im Vorkommen von Cetaceen vor La Gomera deutlich auf, die Ursachen sind jedoch nicht Gegenstand dieser Masterarbeit.

Die Großen Tümmler vor La Gomera gehören zu einer Population, die über den gesamten Kanarischen Archipel verteilt ist, weswegen es nicht abwegig ist, dass sich einige Individuen nur zu bestimmten Jahreszeiten in den Gewässern vor der Insel aufhalten (TOBEÑA et al., 2014). Ein Grund für das vermehrte Vorkommen der Großen Tümmler im Sommerhalbjahr könnte das erhöhte Nahrungsangebot im Frühjahr sein (RITTER, 2003). Der Fakt, dass im gesamten Jahresverlauf Neugeborene und Kälber gesichtet wurden, weist darauf hin, dass die Großen Tümmler die Gewässer als Aufzuchtgebiet nutzen (siehe auch RITTER, 2003). Die Ver-

mutung liegt nahe, dass sich die Tiere in dem Gebiet sammeln, um das erhöhte Nahrungsangebot zu nutzen und im Verlauf des Jahres den Nachwuchs zur Welt zu bringen. Diese Vermutung wird dadurch bekräftigt, dass die meisten Neugeborenen im dritten Quartal beobachtet wurden. In den Wintermonaten verteilen sich die Tiere möglicherweise wieder weiter über den gesamten Archipel und werden vor La Gomera seltener gesehen. Ähnliches könnte auch für die anderen Inseln des Archipels gelten. Dieser Hypothese nach würden die ruhigen Gewässer im Windschatten (süd-westlich) der Inseln besonders im Herbst, aber auch generell als Anziehungspunkte für trüchtige Weibchen wirken.

Eine in Relation zu den Gesamtsichtungen erhöhte Anzahl von Jungtieren konnte in keinem Quartal ausgemacht werden. Schwankungen der Anzahl von Jungtiersichtungen verliefen parallel zu den Schwankungen der Gesamtsichtungen. Dies deutet darauf hin, dass keine präferierte Jahreszeit für Jungtiere im Untersuchungsgebiet vorliegt.

Die vor La Gomera vorkommenden Pilotwale gehören zu einer großen Population, dessen Verbreitungsgebiet sich bis vor Teneriffa und darüber hinaus erstreckt (HEIMLICH-BORAN, 1993; AGUILAR SOTO et al., 2008; CARILLO et al., 2002). Teile dieser Population vollziehen möglicherweise Wanderungen innerhalb des Verbreitungsgebiets, die der Grund für die geringeren Sichtungszahlen im Sommerhalbjahr sein könnten. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Hauptgeburtszeit der Pilotwale und dem Vorkommen vor La Gomera scheint nur teilweise zu bestehen. Während im ersten, dritten und vierten Quartal eines Jahres regelmäßig Neugeborene bei den Gruppen gesehen wurden, war im zweiten Quartal ein Minimum zu erkennen. Dies würde die Schlussfolgerung zulassen, dass die Hauptgeburtszeit der Pilotwale vor La Gomera in den Wintermonaten ist und sie das Gebiet als Geburtsstätte für ihre Nachkommen nutzen. Aufgrund des geringen Stichprobenumfangs der Daten der Neugeborenen Sichtungen kann keine klare Aussage dazu getroffen und eine zufällige Datenverteilung nicht ausgeschlossen werden. Die Schwankungen der Anzahl von Jungtiersichtungen verliefen parallel zu den Schwankungen der Gesamtsichtungen. Das deutet darauf hin, dass es keine präferierte Zeit für Jungtiere im Untersuchungsgebiet gibt.

Die Meerestiefe, die Neigung des Meeresgrundes und die Distanz zur Küste während der Sichtungen sind nützliche Parameter zur Charakterisierung der Lebensräume von Cetaceen (CAÑADAS et al., 2002; INGRAM & ROGAN, 2002, SMIT et al., 2010). Während Große Tümmler im Durchschnitt eher flachere, küstennähere Regionen mit ebenerem Meeresgrund bevorzugen, ist das Habitat der Pilotwale durch tiefes Wasser, Unterwassersteilhänge und größere

Distanzen zur Küste charakterisiert (z.B. SMIT et al. 2010). Diese Beobachtungen werden durch diese Arbeit bestätigt.

Aufgrund der Häufungen der Sichtungen der beiden Arten in den verschiedenen Tiefenbereichen wurde der Tiefenbereich zwischen 0-200m als „bevorzugter Lebensraum/Habitat“ der Großen Tümmler definiert. Der Bereich zwischen 500-1.500m wurde als „bevorzugter Lebensraum/Habitat“ der Pilotwale definiert. Diese Definitionen werden im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendet.

Eine Eingrenzung der Gründe dafür, dass Große Tümmler eher flachere und Pilotwale tiefere Gewässerabschnitte bevorzugen ist schwer möglich. Auch wenn bei der Verbreitung von Großen Tümmlern und Pilotwalen weitaus mehr Faktoren von Bedeutung sind, ist die Verfügbarkeit der Nahrung der Hauptgrund dafür, dass sich die „bevorzugten Habitate“ der beiden Arten unterscheiden (CONNOR et al., 2000; HERZING et al., 2003; BEARZI, 2005; GOWANS et al. 2008; QUÉROUIL et al., 2008; WISZNIEWSKI, 2009).

Bei der Betrachtung der Verteilung der Sichtungen der BDPW Gruppen auf die Parameter Tiefe, Neigung des Meeresgrundes und Distanz zur Küste fiel auf, dass BDPW Gruppen meist über größerer Tiefe, steilerem Meeresgrund und weiter entfernt von der Küste als BD Gruppen gesichtet wurden, jedoch auf vergleichbarem Niveau der PW Gruppen. Eine logische Erklärung ist, dass sich Pilotwale fast nie in Küstennähe aufhielten und demnach die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von gemischten Gruppen in Küstennähe sehr gering war. Auf der anderen Seite überschneidete sich das „bevorzugte Habitat“ der Pilotwale zwar nicht mit dem der Großen Tümmler, jedoch kamen Große Tümmler in diesem Gebiet regelmäßig vor, was die Wahrscheinlichkeit von Vergesellschaftungen erhöhte. Eine Erklärung dafür, warum die Pilotwale ihr „bevorzugtes Habitat“ fast nie verließen, während dies beim Großen Tümmler beobachtet wurde, könnte wiederum im Beutespektrum der beiden Arten liegen. Während die Pilotwale Nahrungsspezialisten sind, hat der Große Tümmler ein breiteres Nahrungsspektrum und findet als Nahrungsopportunist auch über tieferem Wasser genug Nahrung (BARROS & ODELL, 1990; GANNON & WAPLES, 2004, SPITZ et al., 2006).

Des Weiteren fiel auf, dass es eine Häufung aller Großer Tümmler Sichtungen (BD + BDPW) bei Neigungen um die 13° gab, obwohl diese Neigung eher das Habitat der Pilotwale charakterisierte als das der Großen Tümmler. Einen eindeutigen Hinweis auf die teilweise Verlagerung des Lebensraumes der Großen Tümmler in Richtung des Lebensraumes der Pilotwale gab dieser Parameter allerdings nicht. Die Neigung war mit der Tiefe positiv korreliert, je-

doch nur mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,23$. Da die Korrelation erst bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,7 gesetzmäßig gewesen wäre, konnte nicht ausgeschlossen werden, dass Steilhänge auch in flacheren Bereichen vorkamen. Wesentlich stärker war die Neigung mit der Distanz zur Küste korreliert ($R^2=0,69$). Das bedeutet, dass die Neigung des Meeresgrundes anstieg, je weiter man von der Küste entfernt war. Die Korrelation war annähernd gesetzmäßig, jedoch konnten Ausnahmen nicht ausgeschlossen werden.

4.4 Forschungsfrage I

Trafen die Großen Tümmler und Pilotwale zufällig aufeinander?

Ein Indiz für ein zufälliges Zusammentreffen wären unveränderte durchschnittliche Gruppengrößen während der Vergesellschaftungen im Vergleich zu Gruppen mit nur einer Art. Die durchschnittlichen Gruppengrößen der BD und BDinBDPW Gruppen, sowie der PW und PWinBDPW Gruppen waren jedoch nicht identisch. Wurden Große Tümmler vergesellschaftet mit Pilotwalen gesichtet, war ihre durchschnittliche Gruppengröße signifikant geringer als wenn die Gruppen nur aus Großen Tümmlern bestanden. Bei den Pilotwalen zeigte sich ein umgekehrtes Bild. Waren die Pilotwale mit den Großen Tümmlern vergesellschaftet, war ihre durchschnittliche Gruppengröße signifikant größer, als wenn die Gruppen nur aus Pilotwalen bestanden.

Ebenso würde die Gruppenzusammensetzung unabhängig von der Vergesellschaftung bei zufälligem Aufeinandertreffen gleich sein. Während das bei den Pilotwalen zutraf (PW: 69% Jungtiere, 51% Kälber, 3% Neugeborene. PWinBDPW: 69% Jungtiere, 51% Kälber, 5% Neugeborene) wich die Gruppenzusammensetzung der Großen Tümmler in den BDinBDPW Gruppen von der in den BD Gruppen ab (BD: 45% Jungtiere, 19% Kälber, 1% Neugeborene. BDinBDPW: 30% Jungtiere, 14% Kälber, 1% Neugeborene). Dies ist ein deutliches Zeichen dafür, dass die Großen Tümmler und Pilotwale nicht zufällig häufig zusammen gesichtet wurden.

Betrachtet man die Gruppengrößen während der Quartale genauer, ergaben sich weitere Hinweise, dass es sich nicht um zufällige Ansammlungen handelte. Die durchschnittliche Gruppengröße der gemischten Gruppen blieb zwischen dem ersten und dritten Quartal konstant und erreichte im vierten Quartal mit über 25 Tieren ein Maximum. Geht man davon aus, dass die beiden Arten sich zufällig trafen, müssten die mittleren BDinBDPW und PWinBDPW Gruppengrößen ebenfalls in den vier Quartalen auf dem gleichen Niveau der durchschnittlichen BD und PW Gruppengrößen sein. Das war nicht der Fall. Der erwartete Wert,

ausgehend von den PW Gruppengröße lag im vierten Quartal bei 20 Individuen. Des Weiteren erreichte die Individuenanzahl der BDinBDPW kein Maximum im dritten Quartal, so wie es ausgehend von den BD Gruppen zu erwarten gewesen wäre. Dasselbe galt für das Minimum der durchschnittlichen Gruppengrößen im zweiten Quartal. Diese Unterschiede sind ein deutliches Zeichen dafür, dass die beiden Arten nicht zufällig aufeinander trafen.

Die Hypothese der zufälligen Ansammlungen würde ebenfalls bekräftigt, wenn sich die Gruppengrößen der BDPW Gruppen aus den Gruppengrößen der BD und PW Gruppen errechnen ließen. Die sich bei einem zufälligen Aufeinandertreffen ergebende BDPW Gruppengröße ergäbe sich dann aus der Addition der beiden einzelnen Gruppengrößen (BD + PW). Das war nicht der Fall. Weder die Mittelwerte der Gruppengrößen der BD und PW Gruppen, noch die Mittelwerte der Gruppengrößen der einzelnen Quartale ergaben addiert den Mittelwert der Gruppengrößen der BDPW Gruppen. Die größte Differenz zeigte sich im dritten Quartal, in dem die durchschnittliche Gruppengröße der BD und PW Gruppen addiert 46 Individuen ergaben, während die beobachteten durchschnittlichen Gruppengrößen der BDPW Gruppe mit 36 Individuen signifikant darunter lagen. Dies bekräftigte ebenfalls, dass es sich um gezielte Vergesellschaftungen handelte und nicht um zufällige Ansammlungen.

Eine andere Argumentation für ein zufälliges Aufeinandertreffen wäre folgende:

Kleine Gruppen Großer Tümmler drangen beispielsweise zur Jagd in tiefere Gewässer vor. Diese Gruppen waren gekennzeichnet durch einen geringeren Anteil von Jungtieren und eine enge Gruppenformation. Im „bevorzugten Lebensraum“ der Pilotwale trafen sie auf verschiedenen große Pilotwalgruppen und mischten sich unter die größeren Gruppen, da in diesen Gruppen die Pilotwale in weit verstreuter Formation schwammen. Dies wäre eine mögliche Erklärung für differierenden Gruppengrößen und –zusammensetzungen zwischen Gruppen einer Art und gemischten.

Fazit Forschungsfrage I

Aufgrund der genannten Hinweise ist es sehr wahrscheinlich, dass die Großen Tümmler und Pilotwale vor La Gomera nicht zufällige Ansammlungen, sondern gezielte Vergesellschaftungen bilden.

4.5 Forschungsfragen II + III: Wer folgt wem?

Es stellt sich die Frage, ob die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen suchen oder andersherum. Um dies genauer zu diskutieren muss man sich zunächst mit der Gruppendynamik innerhalb der beiden Arten befassen.

4.5.1 Gruppenstrukturen

Große Tümmler

Große Tümmler leben in sogenannten Fission-Fusion-Gesellschaften (CONNOR et al., 2000; QUÉROUIL et al., 2008; LUSSEAU, 2006; WISZNIEWSKI, 2009), in denen sich die Gruppengröße und -zusammensetzung variabel auf externe Einflüsse anpasst (WRANGHAM, 1982; VAN SCHAIK, 1999; RAMOS-FERNANDEZ et al. 2006). Die beiden stärksten Faktoren scheinen für Große Tümmler die Nahrungsverfügbarkeit, sowie der herrschende Prädationsdruck zu sein (CONNOR et al., 2000; WISZNIEWSKI, 2009; GOWANS et al. 2008).

In Bezug auf die beobachteten Werte bestätigte sich bei den Großen Tümmlern das variable Gruppengefüge. Es wurden deutliche Unterschiede der Gruppengrößen zwischen den Quartalen eines Jahres beobachtet, was darauf schließen lässt, dass sich die Gruppen dynamisch an die sich ändernden saisonalen Einflüsse anpassen. Die mittlere Gruppengröße der Großen Tümmler erreichte im dritten Quartal ein Maximum. Da im dritten Quartal zudem ein Maximum an Sichtungen von Großen Tümmlern registriert wurde, könnten die überdurchschnittlich großen Gruppengrößen in diesem Quartal durch Vorteile bei der Nahrungssuche sowie beim Schutz des Nachwuchses, insbesondere nach der strapaziösen Zeit der Austragung der Jungen, erklärt werden. Statistisch untermauert wurde dies durch eine Häufung von Neugeborenen der Großen Tümmler im dritten Quartal.

Einen Zusammenhang der Gruppengröße mit der Meerestiefe, Neigung des Meeresgrundes oder der Distanz zur Küste konnte nicht festgestellt werden. Insofern scheinen die Gruppengrößen sozial determiniert zu sein.

Pilotwale

Pilotwalgruppen leben matrifokal und matrilinear, das heißt, dass die älteren Weibchen eine führende Rolle in der Gruppe einnehmen, während die Männchen eine untergeordnete Rolle spielen (AMOS et al., 1991; FULLARD et al., 2000; ALVES et al., 2013). Die weiblichen Nachkommen bleiben zeitlebens in der Gruppe der Mutter, während geschlechtsreife männliche

Nachkommen die Gruppe zumindest zeitweise verlassen um sich mit Weibchen aus anderen Gruppen zu paaren (AMOS et al., 1993; Martin & ROTHERY, 1993; HEIMLICH-BORAN, 1993). Insgesamt ist über die Beziehungen innerhalb der Pilotwalgruppen der Kanaren wenig bekannt. Die beobachteten Pilotwalgruppen zeichneten sich durch eine hohe Anwesenheit von Jungtieren (69%) und Kälbern (51%) aus, was damit zu erklären ist, dass die Pilotwale in Familienverbänden leben, die alle Generationen repräsentieren.

Die durchschnittlichen Gruppengrößen der Pilotwale vor La Gomera waren das ganze Jahr über auf einem gleichbleibenden Niveau. Das kann dadurch erklärt werden, dass Pilotwale in hochsozialen, stabilen Familienverbänden leben und sich nicht an sich ändernde Umweltfaktoren in den verschiedenen Jahreszeiten anpassen (ALVES et al., 2013). Dies wurde dadurch bekräftigt, dass es keine Unterschiede der Gruppengrößen über verschiedenen Meerestiefen, Distanzen zur Küste oder Neigungen des Meeresgrundes gab.

BDPW Gruppen

Die gemischten Gruppen zeichneten sich neben den bereits genannten Unterschieden in der Zusammensetzung der durchschnittlichen Individuenzahl (Großer Tümmler 14, Pilotwal 24) durch differierende Häufigkeiten von Jungtieren, Kälbern und Neugeborenen, im Vergleich zu den BD und PW Gruppen, aus. Während die prozentuale Anzahl der Jungtiere, Kälber und Neugeborenen zwischen den PW und PWinBDPW Gruppen gleich war, unterschied sie sich zwischen den BD und BDinBDPW Gruppen. In den BDinBDPW Gruppen wurden 15% weniger Jungtiere und 5% weniger Kälber gesichtet als in den BD Gruppen. Der Ursprung für die veränderte Gruppenzusammensetzung könnte darin liegen, dass sich die Großen Tümmler innerhalb den Vergesellschaftungen nicht in ihrem „bevorzugten Lebensraum“ aufhielten, weswegen sie möglicherweise einem erhöhten Prädationsdruck ausgesetzt waren und daher seltener Jungtiere oder Kälber in den Gruppen zu finden waren. Ferner könnte eine von den Pilotwalen ausgehende Gefahr für den Nachwuchs eine Rolle spielen. Dagegen spricht allerdings, dass es bisher keine Beobachtungen von offensichtlich aggressiven Interaktionen zwischen den beiden Arten gab (RITTER, PERS. MITTEILUNG, 2015).

4.6 Forschungsfrage II

Suchten die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen und welche Vorteile oder gegebenenfalls Nachteile entstanden dadurch?

Ein Hinweis dafür, dass die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen suchten war, dass die Anzahl der BDPW Sichtungen der Anzahl der PW Sichtungen ähnelte und nicht der Anzahl der BD Sichtungen. Gab es viele PW Sichtungen, lag die Sichtungshäufigkeit der BDPW Gruppen ebenfalls auf einem hohen Niveau. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit für die Großen Tümmler Pilotwale zu finden größer war, wenn sich viele Pilotwalgruppen in dem Gebiet aufhielten und folglich die Häufigkeit der Pilotwale ausschlaggebend für die Häufigkeit der gemischten Gruppen war. Auch wenn sich die BDPW Sichtungen nicht proportional zu den PW Sichtungen verhielten, war dieser Zusammenhang doch annähernd erkennbar. Der Grund dafür, dass keine klare Proportionalität nachgewiesen werden konnte, lag vermutlich an der geringen Stichprobe. Mit einer deutlich größeren Stichprobe könnte möglicherweise Proportionalität zwischen BDPW und PW Gruppen nachgewiesen werden.

Ein weiteres Indiz für die Annäherung seitens der Großen Tümmler war, dass die bevorzugt im flacheren Wasser vorkommenden Großen Tümmler, gehäuft im „bevorzugten Lebensraum“ der Pilotwale vorkamen. Die Großen Tümmler mussten demnach aktiv einen Teil des von ihnen genutzten Habitats verlassen, um sich mit den Pilotwalen zu vergesellschaften. Die Vermutung liegt nahe, dass sie dies taten, weil sie Vorteile durch die Vergesellschaftung erlangten.

Des Weiteren deutet der Fakt, dass sich in dem „bevorzugten Lebensraum“ der Pilotwale etwa 41% der Gruppen der Großen Tümmler in der Nähe von Pilotwalen aufhielten, auf der anderen Seite bei nur etwa 23% aller Pilotwal Sichtungen Großen Tümmlern im nahen Umfeld waren, darauf hin, dass Große Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen suchten.

Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Großen Tümmler die Nähe zu Pilotwalen suchten um effizienter an Nahrung zu kommen („foraging advantages hypothesis“) war schwer einzuschätzen. Dagegen sprach, dass Pilotwale und Große Tümmler unterschiedliche Nahrung bevorzugen und zu unterschiedlichen Tageszeiten auf Beutezug gehen (Großer Tümmler: BARROS & ODELL, 1990; GANNON & WAPLES, 2004, SPITZ et al., 2006. Pilotwale: REILLY & SHANE, 1986; SINCLAIR, 1992; CLARKE, 1996; BARAFF & ASMUTIS-SILVIAA, 1998; DE STEPHANIS et al., 2008b). Auf der anderen Seite gibt es diverse Gründe, die dafür sprachen. Die Großen Tümmler könnten sich das effiziente Auffinden von Nahrung der Pilotwale (SHANE, 1995) zunutze

machen und in der Dämmerung oder am Morgen nach Tintenfischen jagen, die durch die Pilotwale aufgespürt werden (REILLY & SHANE, 1986). Da der Große Tümmler ein Nahrungsopportunist ist, ist eine solche Anpassung nicht abwegig. Des Weiteren könnten die Großen Tümmler Jagd auf oberflächennah vorkommende Fischschwärme machen, die durch Reste der Nahrungsaufnahme, Kot oder Schutz vor Prädatoren durch die unmittelbare Nähe zu den Pilotwale, angelockt werden.

Die Möglichkeit, dass es Große Tümmler auf Nahrungstücke abgesehen haben, welche von den Pilotwalen mit an die Oberfläche gebracht werden, ist ebenfalls gegeben. Spielte sich ein solcher „Mundraub“ nicht direkt an der Oberfläche sondern in einiger Tiefe ab, würde er jedoch durch die Beobachtungen vom Boot aus nicht erkannt werden. Direkte Indizien für ein solches Verhalten liegen nicht vor (RITTER, PERS. MITTEILUNG, 2015)

Der Große Tümmler könnte die Nähe zu den größeren Pilotwalen suchen, um sich vor Prädatoren wie Haien oder Schwertwalen zu schützen. Auch wenn Haipopulationen in den letzten Jahrzehnten deutlich zurückgegangen sind (FAO, 2015) und keine Übergriffe von Schwertwalen auf Delfine in den Gewässern um La Gomera bekannt sind, könnte es sich wie von De Stephanis (2014) beschrieben um weitergegebene Verhaltensweisen (kulturelles Verhalten) aus Zeiten mit höherem Prädationsdruck handeln und würde für die „predator avoidance hypothesis“ sprechen. Statistisch zu bekräftigen ist diese These damit, dass Großen Tümmler, wenn man sie in kleineren Gruppen antraf häufiger in der Formation „tight“ schwammen, während sonst ihre häufigsten Gruppenformationen „loose“ und „dispersed“ waren. Die Formation „tight“ ermöglicht ihnen den bestmöglichen Schutz der Jungtiere, Kälber und Neugeborenen. Der Fakt, dass die BDinBDPW Gruppen eine geringere durchschnittlichen Gruppengröße als die BD Gruppen aufwiesen, weswegen sie möglicherweise weniger wehrhaft gegenüber Haien waren, spricht dafür, dass die Große Tümmler aus Gründen des Schutzes die Nähe zu den Pilotwalen suchten, zumindest aber eine Schutzfunktion eine Rolle bei der Vergesellschaftung spielte.

Die Möglichkeit, dass Große Tümmler außerhalb ihres „bevorzugten Lebensraumes“ den Schutz der Pilotwale nutzen um größere Strecken zurückzulegen, ist ebenfalls denkbar, kann aber nicht abschließend geklärt werden. Um dies zu überprüfen, müsste man die Daten im Hinblick auf diese Frage untersuchen und die jeweiligen GPS Punkte vom Beginn und Ende der Sichtungen vergleichen, sowie mithilfe von Fotoidentifikation oder Peilsendern gezielt

Tiere in BDPW Gruppen verfolgen. Dies war in dieser Arbeit nicht vorgesehen und würde den Umfang übersteigen.

Neben der „foraging advantages“ und „predator avoidance hypothesis“ können soziale Vorteile den Zusammenschluss zu interspezifischen Assoziationen rechtfertigen und für die „social advantages hypothesis“ sprechen. Die Großen Tümmler könnten die Nähe zu den Pilotwalen angetrieben durch Neugierde, Spieltrieb oder Ähnlichem suchen (DEAKOS et al., 2010). Die Motivation der Tiere und das Bestimmen der exakten Interaktionen sind jedoch nicht möglich. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist aber gegeben, da Große Tümmler als sehr neugierig gelten. Um dies statistisch zu belegen müsste man das Verhalten der Tiere während der Assoziationen mit dem Verhalten vergleichen, wenn die Arten jeweils alleine angetroffen werden. Häufiges „spyhopping“, klare Annäherungen, eine erhöhte Ruf- und Klickfrequenz oder Sprünge könnten Indizien für neugieriges oder spielerisches Verhalten sein.

Die Wahrscheinlichkeit der sexuellen Interaktion zwischen Großen Tümmlern und Pilotwalen erscheint gering, da sich wissenschaftlich dokumentierte interspezifische sexuelle Annäherungen von Großen Tümmlern ausschließlich an körperlich unterlegene Delfine richteten (HERTZING & JOHNSON, 1997). Während adulte Pilotwale Großen Tümmlern körperlich deutlich überlegen sind, kommen Jungtiere und Kälber von Pilotwalen der Körpergröße bzw. Masse der Großen Tümmler gleich oder sind unterlegen. Es liegen jedoch keine direkten Beobachtungen von solchen Interaktionen vor (RITTER, PERS. MITTEILUNG, 2015). Dagegen spricht zudem, dass der starke Gruppenzusammenhalt der Pilotwale ein Zu-Hilfe-kommen größerer Tiere wahrscheinlich macht, sollte es zu ungewünschten sexuellen Übergriffen seitens der Großen Tümmler kommen. Andere aggressive interspezifische Interaktionen seitens der Großen Tümmler in Richtung der Pilotwale sind aus diesem Grund ebenfalls unwahrscheinlich und wurden zwischen Großen Tümmlern und Pilotwalen um La Gomera nicht beobachtet (RITTER, PERS. MITTEILUNG, 2015).

Fazit Forschungsfrage II

Die Wahrscheinlichkeit, dass die Großen Tümmler die Nähe zu den Pilotwalen suchten ist aufgrund der angeführten Hinweise recht hoch. Diesem Verhalten zugrunde liegende Motivationen blieben jedoch weitestgehend spekulativ.

4.7 Forschungsfrage III

Forschungsfrage III: Suchten die Pilotwale die Nähe zu den Großen Tümmlern und welche Vorteile oder gegebenenfalls Nachteile entstanden dadurch?

Trotz der vielen Hinweise auf das Annähern seitens der Großen Tümmler ist es nicht ausgeschlossen, dass die Pilotwale die Nähe zum Großen Tümmler suchten. Der Fakt dass die Pilotwale ihren „bevorzugten Lebensraum“ nicht verließen schließt nicht aus, dass sie nicht innerhalb ihres „bevorzugten Lebensraumes“ die Nähe zu den Großen Tümmlern suchten. Da sie als Nahrungsspezialisten an das Vorkommen der Cephalopoden gebunden sind, sind sie viel enger an ihren Lebensraum gebunden. Um diese These zu bestätigen müsste die Anzahl der gemischten Gruppen im Lebensraum der Pilotwale proportional mit der Anzahl der Großen Tümmler steigen beziehungsweise sinken. Dieser Zusammenhang ließ sich aus den Daten nicht bestätigen. Man muss jedoch erwähnen, dass bei der Untersuchung dieses Zusammenhangs die Stichprobengröße nicht groß genug war, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Um diese Vermutung zu überprüfen müsste, man gezielt im Lebensraum der Pilotwale Daten aufnehmen, damit die Stichprobengröße groß genug würde.

Die Möglichkeit, dass die Pilotwale aus Gründen der Nahrungssuche die Nähe zu den Großen Tümmlern suchten ist unwahrscheinlich, da die Pilotwale auf Cephalopoden spezialisiert sind, während die Großen Tümmler vorwiegend Fische fressen (Große Tümmler: BARROS & ODELL, 1990; GANNON & WAPLES, 2004, SPITZ et al., 2006. Pilotwale: REILLY & SHANE, 1986; SINCLAIR, 1992; CLARKE, 1996; BARAFF & ASMUTIS-SILVIAA, 1998; DE STEPHANIS et al., 2008b). Somit sind Große Tümmler beim Aufspüren von Tintenfischen für die Pilotwale nicht von Nutzen. Die „foraging advantages hypothesis“ ist demnach seitens der Pilotwale mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zutreffend.

Die Vorteile einer Assoziation mit Großen Tümmlern könnten für die Pilotwale in der „predator avoidance hypothesis“ begründet liegen. So könnte beispielsweise die erhöhte Alarmbereitschaft der Großen Tümmler für die Pilotwale von Nutzen sein. Während Pilotwale nachts jagen und tagsüber häufig in ruhenden oder schlafenden Zuständen anzutreffen sind, jagen Große Tümmler oft tagsüber. Die Pilotwale würden demnach in einer gemischten Gruppe auf das Verhalten oder Lautäußerungen der Großen Tümmler achten und könnten sich von der nächtlichen Nahrungssuche erholen. Ob das Verhalten der Pilotwale in gemischten Gruppen vermehrt ruhend oder schlafend war, müsste in einer weiteren Studie untersucht werden. Des Weiteren müsste geklärt werden, ob Pilotwale eher in größeren Gruppen ru-

hen, was den Fakt erklären würde, dass die Pilotwalgruppen in gemischten Gruppen im Durchschnitt größer waren als wenn die Pilotwalgruppen alleine angetroffen wurden. Diese Fragen würden den Umfang dieser Arbeit jedoch übersteigen.

In Hawaiianischen Gewässern wurden Interaktionen zwischen Kurzflüssen Grindwalen (*Globicephala macrorhynchus*) und Breitschnabeldelfinen (*Peponocephala electra*) beobachtet, die weder aggressiv, noch mit der Nahrungsaufnahme verbunden waren. Eine erhöhte Klick- und Ruffrequenz und sogenanntes „spyhopping“ wurde registriert, was auf neugieriges Verhalten schließen ließ. Der genaue Grund für das Zusammentreffen und die Art der Interaktionen blieb jedoch ungeklärt (MIGURA & MEADOWS, 2002). Da ein ähnliches Verhalten in anderen Regionen ebenfalls beobachtet wurde (REILLY & SHANE, 1986), ist es nicht abwegig, dass die Pilotwale auch vor La Gomera die Nähe zu den Großen Tümmlern aus Neugierde suchen.

Für die „social advantages hypothesis“ würde ebenfalls sprechen, dass in anderen Regionen vom Anschluss einzelner Pilotwalen an artfremde Gruppen berichtet wurde. Diese meist nur kurze Zeit dauernden Vergesellschaftungen stehen einem Fall gegenüber, bei dem sich ein männlicher Pilotwal (*Globicephala melas*) einer Gruppe von Weißseitendelfinen (*Lagenorhynchus acutus*) über sechs aufeinanderfolgende Jahre anschloss. Während dieser Zeit kam es zu diversen Interaktionen (BARAFF & ASMUTIS-SILVIA, 1998). Die Gründe für dieses Verhalten blieben unklar, schienen jedoch ähnlich wie bei Zusammenschlüssen zu größeren Gruppen zu sein. Neben den bereits genannten Vorteilen durch den Zusammenschluss zu einer größeren Gruppe könnte auch der Fakt, dass Pilotwale extrem sozial sind, eine Rolle spielen (AMOS et al., 1991). Der einzelne Pilotwal könnte sich aus Geselligkeit und dem Drang nach sozialen Kontakten den artfremden Delfinen angeschlossen haben (BARAFF & ASMUTIS-SILVIA, 1998). Die Wahrscheinlichkeit für den Anschluss einzelner Tiere an Gruppen aus Großen Tümmlern ist vor La Gomera als gering einzuschätzen, da keine Beobachtungen eines solchen Verhaltens vorliegen (RITTER, PERS. MITTEILUNG, 2015). Die Möglichkeit, dass die Pilotwale die Nähe zu den Großen Tümmlern aus Neugierde und Drang nach Geselligkeit suchen ist jedoch gegeben.

Aggressives Verhalten wurde vor La Gomera ausgehend von Pilotwalen in den seltensten Fällen beobachtet, während dies in anderen Regionen eher die Regel als die Ausnahme ist (BARNETT et al, 2009; BEARZI, 2005; COSCARELLA & CRESPO, 2010). Die Wahrscheinlichkeit von aggressivem Verhalten jeglicher Art ist demnach gering, allerdings nicht auszuschließen, da

wie schon erwähnt ein großer Teil der unter Wasser stattfindenden Interaktionen zwischen Delfinen dem Beobachter entgehen.

Fazit Forschungsfrage II

Aufgrund der Hinweise ist es unwahrscheinlich, allerdings nicht auszuschließen, dass die Pilotwale die Nähe zu den Großen Tümmlern suchten.

4.8 Fazit

Die komplexe soziale Organisation beider Arten, ihre Neugier und die gemeinsame Nutzung von Echolokation zur Orientierung und zur Kommunikation liefern grundsätzlich eine Menge von möglichen Erklärungen für die Vergesellschaftung. Welche davon im Einzelfall zu tragen kommt (Kombinationen sind ebenfalls denkbar) bzw. welche primäre Motivation hinter der Vergesellschaftung steht, kann hier nicht abschließend geklärt werden.

4.9 Weiterführende Forschung

Weiterführende Forschung, die eine genauere Beantwortung der Forschungsfragen, sowie die Bearbeitung weiterer Forschungsfragen ermöglichen würde, wäre beispielsweise die Aufnahme von akustischen Signalen unter Wasser, wie Klickfrequenzen und Lautäußerungen. Migura und Meadows (2002) berichteten beispielsweise, dass sich beim Zusammentreffen von Pilotwalen und Breitschnabeldelfinen die Frequenz der Rufe und Klicks teilweise verdoppelte, was auf Interaktionen hindeutete.

Des Weiteren würde die Auswertung und der gezielte Abgleich von Verhaltensdaten möglicherweise genaueren Aufschluss über die Natur der Assoziationen geben.

Um genauere Aussagen zur Populationsdynamik und größer flächigen Zusammenhängen machen zu können wären Datenaufnahmen über den gesamten kanarischen Archipel, sowie die Aufnahme und Auswertung von Fotoidentifikationen bzw. die Verwendung von Peilsendern notwendig.

A Literaturverzeichnis

Alves, F., Quérouil, S., Dinis, A. (2013). Population structure of short-finned pilot whales in the oceanic archipelago of Madeira based on photo-identification and genetic analyses: Implications for conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 23:758–776.

Amos, B., Schlotterer, C., Tautz, D. (1991). Social structure of pilot whales revealed by analytical DNA profiling. *Science* 260:670-672.

Amos, B., Barrett, J., Dover, G. (1993). Breeding system and social structure in the Faroese pilot whale as revealed by DNA fingerprinting. Report of the International Whaling Commission. Special Issue 13:255-268.

Baraff, L. S., Asmutis-Silvia, R. A. (1998). Long-term association of an individual long-finned pilot whale and Atlantic white-sided dolphins. *Marine Mammal Science* 14(1):155-161.

Barnett, J., Davison, N., Deaville, R., Monies, R., Loveridge, J., Tregenza, N., Jepson, P. D. (2009). Postmortem evidence of interactions of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) with other dolphin species in south-west England. *Veterinary Record* 165:441–444.

Barros, N. B., Odell, D. K. (1990). Food habits of bottlenose dolphins in southwestern United States. In S. Leatherwood, S., Reeves, R., R. (Eds.). *The bottlenose dolphin* (pp. 309-328). San Diego: Academic Press.

Bearzi, G., Politi, E., Notarbartolo di Sciara, G. (1999). Diurnal behavior of free-ranging bottlenose dolphins in the Kvarneric (northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science* 15:1065–1097.

Bearzi, M. (2005). Dolphin sympatric ecology. *Marine Biology Research* 1:165-175.

Bigg, M. A., Olesiuk, P.F., Ellis, G. M., Ford, J. K. B., Balcomb, K. C. (1990). Social organization and genealogy of resident killer whales (*Orcinus orca*) in the coastal waters of British Columbia and Washington State. In Hammond, P. S., Mizroch, S. A., Donovan, G. P. (Eds.). Report of the International Whaling Commission. Special Issue 12:383-405.

Birkun A., Jr. (2006). Common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus ponticus*), Black Sea subspecies. In Reeves, R., Notarbartolo di Sciara, G. (Eds.), *The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea* (pp. 74-83). Malaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation.

Ca adas, A., Sagarminaga, R., García-Tiscar, S. (2002). Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research I* 49:2053–2073.

Clarke, M. R. (1996). Cephalopods as prey III. Cetaceans. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Science* 351:1053-1065.

Clapham, P. (2000). The humpback whale: seasonal feeding and breeding in a baleen whale. In Mann, J., Conner, R. C., Tyack, P. L., Whitehead, H. (Eds.) *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales* (pp. 173–196). Chicago: University of Chicago Press.

Connor, R. C., Norris K. S. (1981). Are dolphins reciprocal altruists? *American Naturalist* 199:358–374.

Connor, R. C. (2000). Group living in whales and dolphins. In Mann, J., Conner, R. C., Tyack, P. L., Whitehead, H. (Eds.) *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales* (pp. 199–218). Chicago: University of Chicago Press.

Connor, R. C., Wells, R. S., Mann, J., Read, A. J. (2000). The bottlenose dolphin: social relationships in a fission–fusion society. In Mann, J., Conner, R. C., Tyack, P. L., Whitehead, H. (Eds.) *Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales* (pp. 91–126). Chicago: University of Chicago Press.

Corkeron, P. J. (1990). Aspects of the behavioral ecology of inshore *dolphins* *Tursiops truncatus* and *Sousa chinensis* in Moreton Bay, Australia. In Leatherwood, S., Reeves, R. R. (Eds.) *The Bottlenose Dolphin* (pp. 285–294). New York: Academic Press

Coscarella, M. A., Crespo, E. A. (2010). Feeding aggregation and aggressive interaction between bottlenose (*Tursiops truncatus*) and Commerson's dolphins (*Cephalorhynchus commersonii*) in Patagonia, Argentina. *Journal of Ethology* 28:183–187.

Deakos, M. H., Branstetter, B. K., Mazzuca, L., Fertl, D., Mobley, J. R., Jr. (2010). Two unusual interactions between a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and a humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) in Hawaiian waters. *Aquatic Mammals* 36(2):121–128.

De Stephanis, R., Cornulier, T., Verborgh, P., Salazar Sierra, J., Pérez Gimeno, N., Guinet, C. (2008a). Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series* 353:275–288.

De Stephanis R, García-Tíscar S, Verborgh P et al (2008b). Diet of the social groups of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the Strait of Gibraltar. *Marine Biology* 154:603–612.

De Stephanis, R., Giménez, J., Esteban, R., Gauffier, P., García-Tiscar, S., Sinding, M.H.S., Verborgh, P. (2014). Mobbing-like behavior by pilot whales towards killer whales: a response to resource competition or perceived predation risk? *Acta Ethologica* 18(1):69–78.

Donovan, G. P., Lockyer, C. H., Martin, A. R. (1993). Biology of Northern Hemisphere pilot whales. Report of International Whaling Commission. Special Issue 14:479pp.

Dunn, D. G., Barco, S. G., Pabst, D. A., McLellan, W. A. (2002). Evidence for infanticide in bottlenose dolphins of the Western North Atlantic. *Journal of Wildlife Diseases* 38:505–510.

FAO (2015). World markets and industry of selected commercially-exploited aquatic species. Produziert von: Fisheries and aquaculture department. URL (aufgerufen am 07.09.2015): <http://www.fao.org/docrep/006/y5261e/y5261e08.htm>

Fernandopullé, D. (1976). Climatic Characteristics of the Canary Islands. In Kunkel, G. (Eds.) Biogeography and Ecology in the Canary Islands (pp. 185-206). Dr. W. Junk b. v. Publishers: The Hague

Fullard, K., Early, G., Heide-Jørgensen, M. P., Bloch, D., Rosing-Asvid, A., Amos, W. (2000). Population structure of long-finned pilot whales in the North Atlantic: A correlation with sea surface temperature? *Molecular Ecology* 9:949–958.

Gannon, D.P, Waples D.M (2004). Diets of coastal bottlenose dolphins from the US mid-Atlantic coast differ by habitat. *Marine Mammal Science* 20:527–545.

Gowans, S., Würsig, B., Karczmarski, L. (2008). The social structure and strategies of delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in Marine Biology* 53:195–294.

Hammond, P.S., Bearzi, G., Bjørge, A., Forney, K.A., Karczmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W.F., Scott, M.D., Wang, J.Y., Wells, R.S., Wilson, B. (2012). *Tursiops truncatus*. Produziert von: The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. URL (aufgerufen am 07.10.2015): <http://www.iucnredlist.org/details/22563/0>

Heimlich-Boran, J. R., Heimlich-Boran, S. L. (1991). Social structure and behavioral ecology of short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) off Tenerife, Canary Islands. 9th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Dezember, Chicago, Illinois.

Heimlich-Boran, J. R. (1993). Social organisation of the short-finned pilot whale (*Globicephala macrorhynchus*), with a special reference to the social ecology of delphinids. Ph.D. thesis, Cambridge University.

Hershkovitz, P. (1966). Catalog of living whales. Bulletin United States National Museum. 246:1-259.

Herzing, D.L., Johnson, C.M. (1997). Interspecific interactions between Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Bahamas, 1985–1995. *Aquatic Mammals* 23:85–99.

Herzing, D. L., Moewe, K., Brunnick, B.J. (2003). Interspecies interactions between Atlantic spotted dolphins, (*Stenella frontalis*) and bottlenose dolphins, (*Tursiops truncatus*), on Great Bahama Bank, Bahamas. *Aquatic Mammals* 29(3):335-341.

Hutchinson, G. (1957). Concluding remarks. Cold Spring Harbour Symposia on Quantitative Biology 22:415–427

Ingram, S. N., Rogan, E. (2002). Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins (*Tursiops truncates*). *Marine Ecology Progress Series* 244: 247–255.

Jaquet, N., Whitehead, H., Lewis, M. (1995). Relationships between sperm whales distribution and primary productivity over large spatial scales in the Pacific Ocean. *European Research on Cetaceans* 9: 180-190.

- Jolly, A. (1985).** The evolution of primate behavior. Second Edition. New York: Macmillan Press.
- Kenney, R. D. (1990).** Bottlenose dolphins off the northeastern United States. In Leatherwood, S., Reeves, R. (Eds.), The bottlenose dolphin (pp. 369–386). London: Academic Press.
- Krause, J., Ruxton, G. D. (2002).** Living in Groups. Oxford: Oxford University Press.
- Lusseau, D., Wilson, B., Hammond, P. S., Grellier, K., Durban, J. W., Parsons, K. M., Barton, T. R. & Thompson, P. M. (2006).** Quantifying the influence of sociality on population structure in bottlenose dolphins. *Journal of Animal Ecology* 75:14–24.
- Mann, J., Conner, R. C., Tyack, P. L., Whitehead, H. (2000).** Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales. Chicago: University of Chicago Press.
- Manser, M. B. (2001).** The acoustic structure of suricates' alarm calls varies with predator type and the level of response urgency. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences* 268:2315–2324.
- Martin, A. R., Rothery, P. (1993).** Reproductive parameters of female long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) around Faroe Islands. Report of the International Whaling Commission. Special Issue 14:263-304.
- Masson, D. G. (2006).** Submarine landslides: processes, triggers and hazard prediction. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 364(1845):2009-2039
- Mead, J. G., Potter, C.W. (1995).** Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off the Atlantic coast of North America: morphologic and ecologic considerations. International Marine Biology Institute, Kamogawa, Japan. IBI Reports 5:31–44.
- Migura, K. A., Meadows, D. W. (2002).** Short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) interact with melon-headed whales (*Peponocephala electra*) in Hawaii. *Aquatic Mammals* 28(3):294-297.
- Moura, A. E., Nielsen, S. C. A., Vilstrup, J. T., Moreno-Mayar, J. V., Gilbert, M. T. P., Gray, H. (2013).** Recent diversification of a marine genus (*Tursiops spp.*) tracks habitat preference and environmental change. *Systematic Biology* 62:865-877
- Munn, C. A. (1986).** Deceptive use of alarm calls by sentinel species in mixed-species flocks of neo-tropical birds. In Mitchell, R. W., Thompson, N. S. (Eds.) *Deception: Perspectives on human and non human deceit*. Suny Press: Albany.
- Norris, K. S., Stuntz, W. E., Rogers, R. W. (1978).** The behavior of porpoises and tuna in the Eastern tropical Pacific yellowfin tuna fishery: Preliminary studies. Marine Mammal Commission Final Report NTIS. PB-283 970:86pp.
- Norris, K. S., Dohl, T. P. (1980).** The structure and function of cetacean schools. In Herman, L. M. (Eds.), *Cetacean behaviour: Mechanism and functions* (pp. 211-262). New York: John Wiley and Sons.

- Pate, S. P. (2008).** Stomach content analysis of stranded bottlenose dolphins in South Carolina. M. S. Thesis. College of Charleston, Charleston, South Carolina.
- Pate, M., McFee, W. (2012).** Prey Species of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) from South Carolina Waters. *Southeastern Naturalist* 11(1):1–22.
- Perrin, W. F., Warner, R. R., Fiscus, C. H. & Holts D. B. (1973).** Stomach contents of porpoise, *Stenella spp.* And yellowfin tuna, *Thunnus albacores*, in mixed species aggregations. *Fishery Bulletin US* 71:1077–1092.
- Pianka, E. R. (1974).** Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academic Science USA* 71:2141–2145.
- Quérouil, S., Silva, M. A., Cascao, I., Magalhaes, S., Seabra, M. I., Machete, M. A., Santos, R. S. (2008).** Why do dolphins form mixed-species associations in the Azores? *Ethology* 114:1183-1194.
- Overholtz, W. J., Waring, G. T. (1991).** Diet composition of pilot whales (*Globicephala spp.*) and common dolphins (*Delphinus delphis*) in the mid-Atlantic Bight during spring 1989. *Fishery Bulletin* 89:723-728.
- Ramos-Fernández, G., Boyer, D., Gómez, V. P. (2006).** A complex social structure with fission–fusion properties can emerge from a simple foraging model. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 60(4):536–549.
- Reeves, R. R., Stewart, B. S., Clapham, P. J., & Powell, J. A.(2002).** National Audubon Society guide to marine mammals of the world. New York: Alfred A. Knopf
- Reilly, S. B., Shane, S. H. (1986).** Pilot Whale. In Haley, D (Eds.) *Marine Mammals of Eastern North Pacific and Arctic Waters* (pp. 133–139). Washington: Pacific Search Press.
- Rice, D W., and Scheffer, W. B. (1968).** A list of the marine mammals of the world. U. S. Fish Wildlife Service, Special Scientific Report Fisheries 579:16pp.
- Rice, D. W. (1977).** A list of the marine mammals of the world (3rd Eds.) NOAA Technical Report NMFS SSRF 711.
- Rice, W. R. (1989).** Analysing tables of statistical tests. *Evolution* 43:223–225.
- Richards, A. F. (1993).** Reproductive parameters of bottlenose dolphins in Shark Bay, Western Australia. Abstract: Proceedings of the 10th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, November, Texas, Galveston.
- Ritter, F. (2001).** 21 cetacean species off La Gomera (Canary Islands): possible reasons for an extraordinary species diversity. In Evans, P.G.H., Vella, A. and Stockin, K. (Eds.) *European Research on Cetaceans 15. Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the European Cetacean Society, Rome, Italy* pp. 270–276.

- Ritter, F. (2003).** Interactions of Cetaceans with Whale Watching Boats – Implications for the Management of Whale Watching Tourism. M.E.E.R. e.V., Berlin, Germany, 91pp.
- Ritter, F., Ernert, A., Smit, V. (2011).** A long-term cetacean sighting data set from whale watching operations as a reflection of the environmental dynamics in a multi-species cetacean habitat. Poster presented at the Annual Conference of the ECS, Cadiz, Spain, March 2011.
- Ross, H. H., Graham, J.B, Cockcroft, V. G. (1990).** Comments on Australian Bottlenose Dolphins and the Taxonomiy Status of *Tursiops aduncus* (Ehrenberg, 1832). In Leatherwood, S., Reeves, R. (Eds.), The bottlenose dolphin (pp. 101–128). London: Academic Press.
- Roughgarden, J. (1976).** Resource partitioning among competing species: a coevolutionary approach. *Theoretical Population Biology* 9:388–424.
- Scott, M. D., Wells, R. S., Irvine, A. B. (1996).** Longterm studies of bottlenose dolphins in Florida. *International Marine Biological Research Institute Reports* 6: 73–81.
- Scott, M.D., Chivers, S. J., Olson, R. J., Fiedler, P. C., Holland, K. (2012).** Pelagic predator associations: tuna and dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 458:283–302.
- Shane, S. H. (1995).** Relationship between pilot whales and Risso’s dolphins at Santa Catalina Island, California, USA. *Marine Ecology Progress Series* 123:5-11.
- Sinclair, E. H. (1992).** Stomach contents of four short- finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) from the southern California Bight. *Marine Mammal Science* 8:76–81.
- Smit, V., Ritter, F., Ernert, A., Strüh, N. (2010).** Habitat partitioning by cetaceans in a multi-species ecosystem around the oceanic island of La Gomera (Canary Islands). Poster presented at the Annual Conference of the ECS, Stralsund, Germany, March 2010.
- Aguilar Soto, N., Johnson, M. P., Madsen, P. T., Diaz, F., Dominguez, I., Brito, A., Tyack, P. (2008).** Cheetahs of the deep sea: deep foraging sprints in short-finned pilot whales off Tenerife (Canary Islands). *Journal of Animal Ecology* 77:936–947.
- Spitz, J., Rousseau, Y., Ridoux, V. (2006).** Diet overlap between harbour porpoise and bottlenose dolphin: an argument in favour of interference competition for food? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 70:259-270.
- Stensland, E., Angerbjorn, A., Berggren, P. (2003).** Mixed species groups in mammals. *Mammal Review* 33:205–223.
- Strüh, N. (2008).** Abundanz und Verbreitung von Cetaceen vor La Gomera im Zusammenhang mit der Oberflächentemperatur und dem Chlorophyllgehalt. Master Thesis to the University of Marburg, Faculty of Biology, 109pp.
- Struhsaker, T. T. (1981).** Polyspecific association among tropical rainforest primates. *Zeitschrift für Tierpsychology* 57:268–304.

Taylor, B. L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S. M., Ford, J., Mead, J. G., Notarbartolo di Sciarra, G., Wade, P., Pitman, R. L. (2011). *Globicephala macrorhynchus*. Produziert von: The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. URL (aufgerufen am 07.10.2015): <http://www.iucnredlist.org/details/9249/0>

Terborgh, J. (1990). Mixed flocks and polyspecific associations: costs and benefits of mixed groups to birds and monkeys. *American Journal of Primatology* 21:87–100.

Tobeña, M., Escánez, A., Rodríguez, Y., López, C., Ritter, F., Aguilar, N. (2014). Inter-island movements of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) among the Canary Islands: online catalogues and implications for conservation and management. *African Journal of Marine Science* 36:137–141.

Van Schaik, C. P. (1999). The socioecology of fission-fusion sociality in Orangutans. *Biomedical and Life Sciences* 40(1):69–86.

Walker, J. L., Potter, C. W., Macko, S. A. (1999). The diets of modern and historic bottlenose dolphin populations reflected through stable isotopes. *Marine Mammal Science* 15:335–350.

Waser, P. M. (1987). Interactions among Primate Species. In Smuts, B. B., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W., Struhsaker, T. T. (Eds.) *Primate Societies* (pp. 210–226). Chicago and London: University of Chicago Press.

Wells, R.S., Scott, M. D. (2002). Bottlenose dolphins: *Tursiops aduncus* and *Tursiops truncatus*. In Perrin, W.F., Würsig, B., Thewissen, J. G. M. (Eds.). *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 122-128). San Diego: Academic Press.

Whitehead, H., Rendell, L. (2014). *The Cultural Lives of Whales and Dolphins*. Chicago: University of Chicago Press.

Wiley, R. H. (1980). Multi-species antbird societies in lowland forests of Surinam and Ecuador: Stable membership and foraging differences. *Journal of Zoology* 191:127–145.

Wiszniewski, J., Allen, S. J., Möller, L. M. (2009). Social cohesion in a hierarchically structured embayment population of Indo-Pacific bottlenose dolphins. *Animal Behaviour* 77(6):1449-1457.

Wrangham, R. W. (1982). Mutualism, kinship and socialevolution. In King's College Sociobiology Group (Eds.). *Current Problems in Sociobiology* (pp. 269-289). Cambridge: Cambridge University Press.

Würsig, B. (1986). Delphinid Foraging Strategies. In Schusterman, R. J., Thomas, J. A., Wood, F. G. (Eds.). *Dolphin cognition and behavior: a comparative approach* (pp. 347–360). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Würsig, B., Cipriano, F., Würsig, M. (1991). Dolphin movement patterns: information from radio and theodolite tracking studies In Pryor, K., Norris, K. S. (Eds.), *Dolphin societies: discoveries and puzzles* (pp. 79-111). Berkeley: University of California Press.

B Anhang

Gruppentyp	n	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardfehler des Mittelwertes
BD	1979	20,52	1	250	,406
PW	1747	20,24	1	1000	,318
BDPW	342	37,41	3	151	1,119
BDinBDPW	393	15,37	1	510	,597
PWinBDPW	503	24,38	1	1000	,687

Tabelle 1: Durchschnittliche Gruppengrößen, Minima, Maxima und Standardfehler der Mittelwerte der fünf Gruppentypen vor La Gomera (1995-2014).

Gruppentyp	Jungtiere	Kälber	Neugeborene
BD (n=2200)	986 (45%)	422 (19%)	20 (1%)
PW (n=1946)	1340 (69%)	988 (51%)	65 (3%)
BDinBDPW (n=469)	140 (30%)	68 (14%)	4 (1%)
PWinBDPW (n=547)	380 (69%)	278 (51%)	26 (5%)

Tabelle 2: Sichtungshäufigkeiten der Jungtiere, Kälber und Neugeborenen von Großen Tümmler (BD und BDinBDPW) und Pilotwale (PW und PWinBDPW) vor La Gomera (1995-2014).

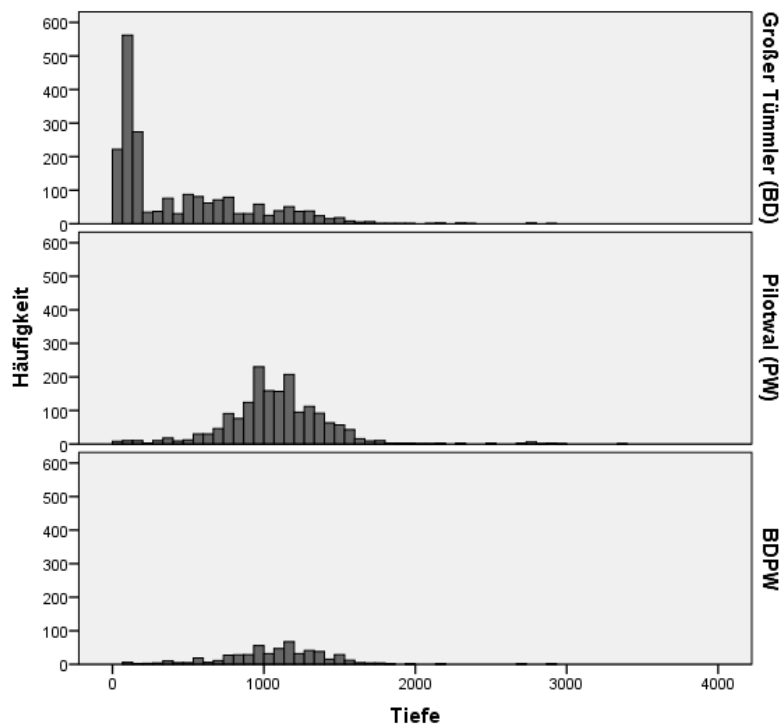


Abbildung 12: Die Meerestiefe während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014).

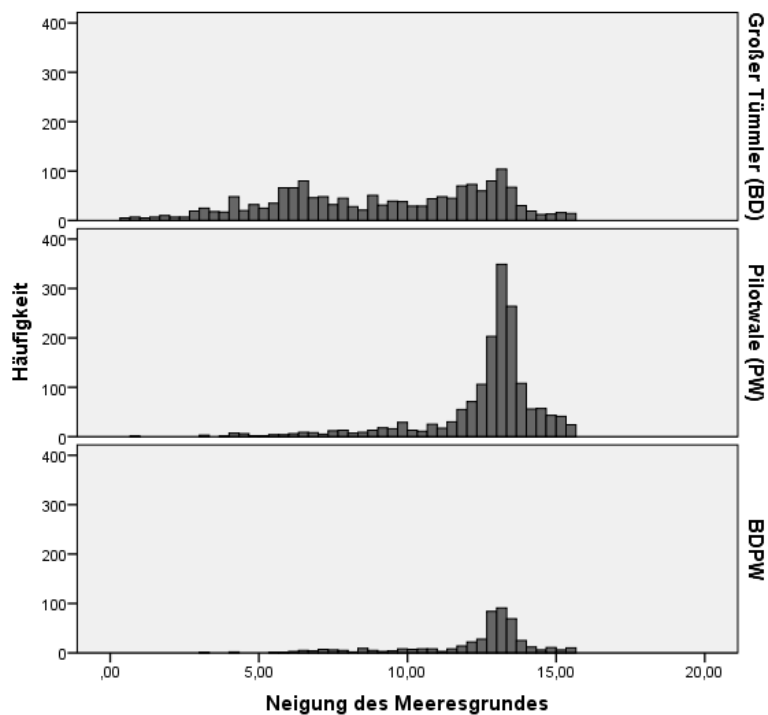


Abbildung 13: Die Neigung des Meeresgrundes während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014).

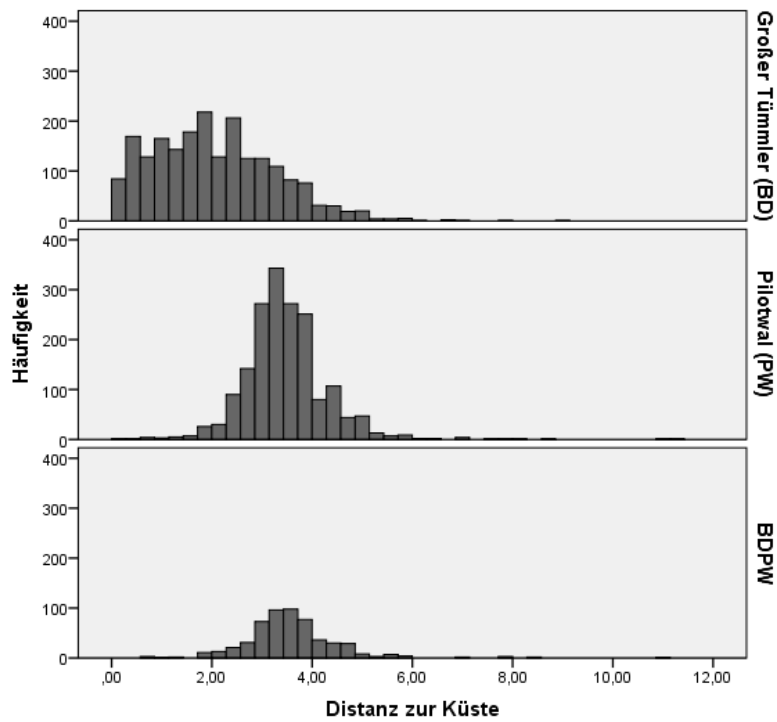


Abbildung 14: Die Distanz zur Küste während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD), Pilotwalen (PW) und gemischten Gruppen (BDPW) vor La Gomera (1995-2014).

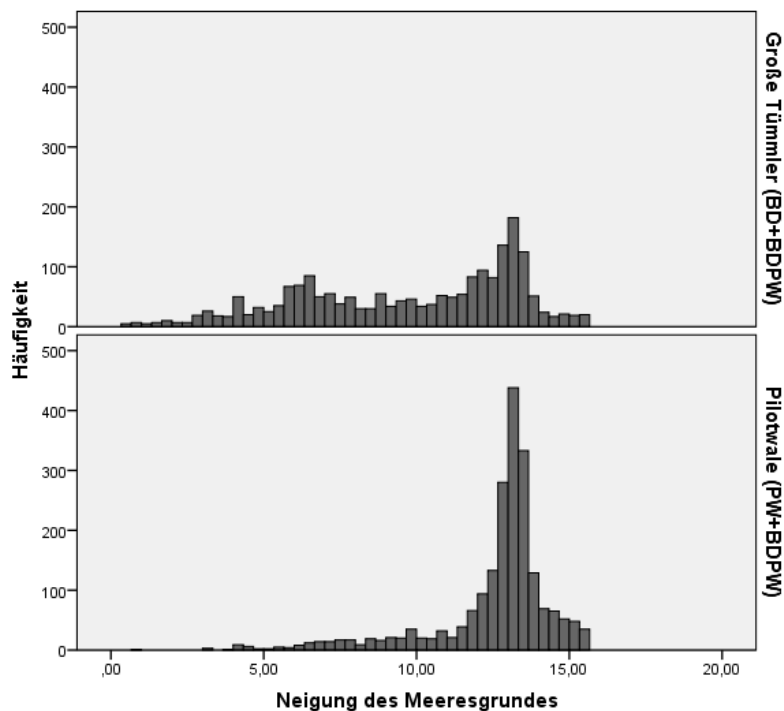


Abbildung 15: Die Neigung des Meeresgrundes während der Gesamtsichtungen von Großen Tümmler (BDgesamt) und Pilotwale (PWgesamt) vor La Gomera (1995-2014).

Gruppentyp	Parameter	Tiefe [m]	Distanz [sm]	Neigung [°]
BD	n	2012	2055	1631
BD	Mittelwert	441	2,06	9,18
BD	Minimum	5	,01	,51
BD	Maximum	2900	9,00	15,62
BD	Standardfehler des Mittelwertes	9,962	,027	,088
PW	n	1757	1768	1648
PW	Mittelwert	1089	3,48	12,6
PW	Minimum	20	,20	,82
PW	Maximum	3400	11,40	15,62
PW	Standardfehler des Mittelwertes	8,310	,02	,049
BDPW	n	542	551	478
BDPW	Mittelwert	1082	3,59	12,31
BDPW	Minimum	80	,60	3,14
BDPW	Maximum	2900	11	15,59
BDPW	Standardfehler des Mittelwertes	14,722	,041	,096
BDinBDPW	n	445	452	379
BDinBDPW	Mittelwert	1095	3,67	12,12
BDinBDPW	Minimum	80	,60	3,14
BDinBDPW	Maximum	2700	11	15,59

BDinBDPW	Standardfehler des Mittelwertes	16,268	,047	,113
PWinBDPW	n	518	528	455
PWinBDPW	Mittelwert	1086	3,62	12,37
PWinBDPW	Minimum	100	,70	4,02
PWinBDPW	Maximum	2900	11	15,62
PWinBDPW	Standardfehler des Mittelwertes	14,550	,042	,096

Tabelle 3: Durchschnittliche Meerestiefe, Neigung des Meeresgrundes und Distanz zur Küste während der Sichtungen und deren Minima, Maxima und Standardabweichungen der fünf Gruppentypen vor La Gomera (1995-2014).

Gruppentyp	Sichtungen	% von BDgesamt	% von PWgesamt
BD	667	59	-
PW	1563	-	77
BDPW	471	41	23
BDgesamt	1138	-	-
PWgesamt	2034	-	-

Tabelle 4: Sichtungen der fünf Gruppentypen im „bevorzugten Lebensraum“ der Pilotwale (500-1.500m Tiefe) vor La Gomera (1995-2014).

Gruppengröße	BD mit Jungtieren	PW mit Jungtieren
1-10 Tiere	n=251	n=262
11-20 Tiere	n=280	n=579
21-30 Tiere	n=173	n=294
31-40 Tiere	n=79	n=77
41-50 Tiere	n=103	n=47
>50 Tiere	n=58	n=32

Tabelle 5: Sichtungshäufigkeiten von BD und PW Gruppen mit Jungtieren, aufgeteilt nach Gruppengrößen vor La Gomera (1995-2014).

Gruppentyp	„tight“	„loose“	„dispersed“	„widely dispersed“
BD (n=424)	67 (16%)	125 (29%)	136 (32%)	96 (23%)
PW (n=448)	55 (12%)	99 (22%)	99 (22%)	195 (44%)
BDinBDPW (n=58)	13 (22%)	14 (24%)	13 (23%)	18 (31%)
PWinBDPW (n=151)	18 (12%)	20 (13%)	31 (21%)	82 (54%)

Tabelle 6: Gruppenformationen während der Sichtungen von Großen Tümmlern (BD und BDinBDPW) und Pilotwalen (PW und PWinBDPW) vor La Gomera (1995-2014).

Gruppentyp	Quartal	n	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardfehler des Mittelwertes
BD	1	326	14,83	1	101	,847
PW	1	562	20,50	1	1000	1,829
BDPW	1	93	35,17	6	151	2,008
BDinBDPW	1	108	16,58	1	510	4,717
PWinBDPW	1	127	23,40	4	150	1,430
BD	2	496	17,53	1	200	,753
PW	2	382	20,88	1	130	,754
BDPW	2	86	35,06	3	80	1,753
BDinBDPW	2	99	11,99	1	40	,942
PWinBDPW	2	132	23,45	1	60	1,067
BD	3	741	25,85	1	250	,828
PW	3	289	20,00	2	128	,790
BDPW	3	60	36,05	11	115	2,801
BDinBDPW	3	69	15,81	1	55	1,718
PWinBDPW	3	98	23,00	2	100	1,529
BD	4	416	19,03	1	240	1,099
PW	4	514	19,62	1	100	,548
BDPW	4	103	42,20	12	150	2,581
BDinBDPW	4	117	16,86	2	210	2,049
PWinBDPW	4	146	27,00	4	120	1,428

Tabelle 7: Durchschnittliche Gruppengrößen, sowie die Anzahl der gesichteten Gruppen, Minima, Maxima und die Standardfehler der jeweiligen Mittelwerte von den fünf Gruppentypen vor La Gomera (1995-2014).

C Danksagung

In erster Linie möchte ich mich bei Prof. Dr. Klaus Fischer bedanken, der es mir, obwohl er unzählige eigene Arbeiten zu vergeben hatte, ermöglichte ein externes Thema zu bearbeiten. Außerdem geht mein herzlicher Dank an Fabian Ritter (Vorsitzender M.E.E.R. e.V.), der wie durch einen Zufall mir eine Arbeit anbot, die nicht besser auf meine Wünsche hätte zugeschnitten sein können. Für die intensive, keinesfalls selbstverständliche Betreuung und die Möglichkeit diese Arbeit in Form eines Papers zu veröffentlichen, möchte ich mich besonders bedanken. Nicht weniger bin ich dem gemeinnützigen Verein M.E.E.R. e.V. zu Dank verpflichtet, der mir eine der größten Datenbanken von Cetaceensichtungen für meine Arbeit zur Verfügung stellte. Des Weiteren bedanke ich mich bei Dr. Pawel Kolyschkow, der mir bei dem Umgang mit SPSS sehr half. Zum Schluss dieser Arbeit spreche ich meinen Dank all denjenigen aus, die mir mit Rat und Tat während und neben der Arbeit zur Seite standen (Florin, Phillip, Moritz, Malte, Linus, Johanna, und so viele mehr!) und natürlich meinen Eltern und Großeltern, die mir, wo es nur geht, helfen meine Träume zu verwirklichen und bei jeder meiner Entscheidungen hinter mir stehen.