

Einfluss der Tourismusboote auf das Verhalten und die
Energetik der Großen Tümmler (*Tursiops truncatus*)
vor der Insel Choros, Chile

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von *Parissa Yazdi*
Kiel 2005



Referent:	Prof. Dr. B. Culik
Korreferent:	Prof. Dr. M. Spindler
Tag der mündlichen Prüfung:	15. Dezember 2005
Zum Druck genehmigt:	15. Dezember 2005
Gezeichnet:	Prof. Dr. J. Grottemeyer Der Dekan

El mar

Un solo ser, pero no hay sangre.
Una sola caricia, muerte o rosa.
Viene el mar y reúne nuestras vidas
y solo ataca y se reparte y canta
en noche y día y hombre y criatura.
La esencia: fuego y frío: movimiento.

Das Meer

Ein einziges Wesen, doch es gibt kein Blut.
Eine einzige Zärtlichkeit, Tod oder Rose.
Es kommt das Meer und vereint unsere Leben
und es rollt heran und verströmt sich und singt
Tag und Nacht zu Mensch und Tier.
Sein Wesen: Feuer und Kälte: Bewegung.

Pablo Neruda

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Material und Methoden	11
2.1	Das Studiengebiet	12
2.1.1	Die Insel Choros	12
2.1.2	Die Großen Tümmeler	14
2.1.3	Die Tourismusboote	14
2.2	Die Datenaufnahme	15
2.2.1	Methoden der Verhaltensaufnahme	15
2.2.2	Beobachtungszeiten	16
2.2.3	Definitionen	18
2.2.4	Theodolit-Tracking	21
2.2.5	Ablauf der Datenerhebung	26
2.3	Fehlerbetrachtung	27
2.3.1	Höhe über dem Meeresspiegel	27
2.3.2	Dünung	28
2.3.3	Bodennahe Refraktion und Flimmern	30
2.3.4	Stehachse des Theodolits	30
2.4	Auswertung	31
2.4.1	Schwimmgeschwindigkeit	31
2.4.2	Tauch- und Aufenthaltszeiten an der Wasseroberfläche	32
2.4.3	Frequenz von Sprüngen und Flukenschlägen	32
2.4.4	Energiebedarf beim Schwimmen	32
2.4.5	Energiebedarf beim Springen	33
2.5	Statistik	36
2.5.1	Grafische Darstellungen und statistische Tests	36
2.5.2	Sequenzanalyse	37
3	Ergebnisse	41
3.1	Delfinsichtungen	42
3.2	Boote im Beobachtungsgebiet	43
3.2.1	Bootsrouten und -geschwindigkeiten	43
3.2.2	Anzahl und Aufenthaltsdauer der Boote	45
3.3	Aktivitätswechsel	49
3.3.1	Verhaltensänderungsraten	49
3.3.2	Verhaltenssequenzen	50
3.4	Fallbeispiele	53
3.4.1	Ruheverhalten	53
3.4.2	Langsames Schwimmen	56
3.4.3	Tauchverhalten	59

3.4.4	Schnellschwimmen.....	63
3.4.5	Sozialverhalten.....	66
3.4.6	Jagdverhalten.....	69
3.5	Schwimmgeschwindigkeiten	70
3.5.1	Bei verschiedenen Aktivitäten	70
3.5.2	Einfluss der Boote	72
3.6	Tauchen	73
3.6.1	Tauchen ohne Boote.....	73
3.6.2	Einfluss der Boote auf die Tauchdauer	74
3.6.3	Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche	75
3.7	Sprünge	76
3.7.1	Bei verschiedenen Aktivitäten	76
3.7.2	Einfluss der Boote auf die Sprungfrequenz	77
3.8	Flukenschläge	78
3.8.1	Gruppengrößen und -formationen	80
3.8.2	Verteilung der Gruppengrößen	80
3.8.3	Gruppenformation bei verschiedenen Aktivitäten	80
3.8.4	Bootseinfluss auf die Gruppenformation	81
3.9	Aktivitäten der Großen Tümmler	82
3.9.1	Aktivitäten im Tagesverlauf.....	82
3.9.2	Aktivitätsbudget	84
3.10	Energetik	85
3.10.1	Energiebedarf beim Springen.....	86
3.10.2	Energiebudget.....	88
3.10.3	Energiebedarf im Tagesverlauf	89
4	Diskussion	91
4.1	Methodik	92
4.1.1	Methoden der Geschwindigkeitsmessung.....	92
4.1.2	Vorteile des Theodolit-Tracking.....	93
4.2	Habitatnutzung	94
4.2.1	Die neritischen Großen Tümmler.....	94
4.2.2	Ortstreue und Residenz	95
4.2.3	Habitatpräferenz.....	95
4.3	Das Verhalten der Delfine ohne Boote	97
4.3.1	Ruheverhalten	97
4.3.2	Langsames und Schnelles Schwimmen.....	97
4.3.3	Tauchen und Jagen.....	102
4.3.4	Sozialverhalten.....	104
4.3.5	Aktivitätsbudget	105
4.3.6	Tageszeitliche Aktivitätsmuster	107
4.3.7	Sprünge.....	108

4.3.8	Flukenschläge	110
4.3.9	Das Gruppenverhalten	110
4.4	Reaktionen der Delfine auf Boote	113
4.4.1	Annäherung an Boote	115
4.4.2	Aktivitätswechsel.....	116
4.4.3	Ausweichverhalten.....	118
4.5	Energetische Kosten	122
4.5.1	Täglicher Energieverbrauch.....	122
4.5.2	Energetische Kosten des Delfintourismus	124
4.6	Langzeitliche Folgen von Störungen	126
4.7	Management	128
4.7.1	„Marine Mammal Protection Act“	128
4.7.2	Richtlinien.....	129
4.8	Ausblick	133
5	Zusammenfassung	135
6	Summary	137
7	Danksagung.....	139
8	Literatur	141
9	Anhang	167
A.1	Fotoidentifikation	167
A.2	Tourismusboote vor der Insel Choros	170
A.3	Beaufort-Skala	171
A.4	Ergebnisse der statistischen Tests	172
A.5	Fallbeispiele	176
A.6	Potenzielle Beutefische	187
A.7	Reaktionen von Walen und Delfinen auf Boote	188
A.8	Richtlinien in Chile	192
A.8.1	Offizielle Richtlinien der Gerichtsbarkeit von Valparaíso	192
A.8.2	Richtlinien des Programms „Turismo seguro“	193

1 Einleitung



Mythen und Legenden über Wale und Delfine aus der Zeit der Antike – vor ca. 3500 Jahren – bezeugen, dass diese Meeressäuger seit frühester Zeit eine große Faszination auf Menschen ausübten (BREIER & REITER 1992). Bis heute sind sie eine Quelle der Inspiration von Künstlern, Dichtern und Schriftstellern. Manche Kulturen verehren sie als Reinkarnation der menschlichen Seele und halten sie für die Lebenskraft des Meeres (BREIER & REITER 1992). Schon für Aristoteles waren Wale Gegenstand von Betrachtungen, und er erkannte, dass es sich um Säugetiere handelte (BREIER & REITER 1992).

In der heutigen Zeit ist das Beobachten von Walen in ihrem natürlichen Lebensraum, das sogenannte „Whale Watching“ sehr beliebt. Die Anfänge der kommerziellen Walbeobachtung reichen bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts zurück. 1950 wurde in San Diego, Kalifornien, der erste öffentliche Beobachtungsposten eröffnet (HOYT 2002). Zehntausend Besucher kamen schon im ersten Winter, um Grauwale (*Eschrichtius robustus*) zu sehen (HOYT 2002). Seitdem hat sich das Whale Watching zu einer bedeutenden Tourismusindustrie entwickelt. Heute ist es in mindestens 87 Ländern und rund 500 Orten möglich Wale und Delfine zu beobachten (HOYT 2001).

Die Hälfte der Weltbevölkerung lebt in einem 60 km breiten Küstenstreifen entlang der Ozeane (FOTH 2005). Und auch für touristische Aktivitäten sind Meeresküsten die bevorzugten Regionen. Wegen der Kombination von starker Küstenbesiedlung, dem rasanten Wachstum der touristischen Intensität in diesen Gebieten und dem hohen Stellenwert von Naturerlebnissen als Reisemotiv sowie der anhaltenden Popularität von Walen und Delfinen ist auch weiterhin von einer Zunahme des Whale Watchings auszugehen (SELTSMANN 2005). In den neunziger Jahren wies der Walbeobachtungstourismus Wachstumsraten auf, die dreimal so hoch lagen wie die des globalen Tourismuswachstums (HOYT 2003). 1998 suchten 9 Millionen Menschen die Meeressäuger gezielt in ihrem Lebensraum auf und sorgten für Gesamteinnahmen von über einer Milliarde US Dollar (HOYT 2002). Schätzungen sagen ein kontinuierliches, jährliches Wachstum des Walbeobachtungstourismus von über 5% für die nächsten Jahre voraus (HOYT 2001).

Whale Watching kann als ein Segment des Ökotourismus angesehen werden (SELTSMANN 2005). Allerdings gelten für das Konzept „Ökotourismus“ bestimmte Kriterien: 1.) Es sollte Umwelt- und soziokulturell verträglich sein. 2.) Es sollte materielle oder immaterielle Vorteile für Schutzgebiete und Naturschutzprojekte bringen. 3.) Es sollte ein höheres Umweltbewusstsein schaffen (SELTSMANN 2005). In der Praxis zeigt sich jedoch ein sehr unterschiedliches Niveau des kommerziellen Whale Watchings. Von Reisen mit dem Charakter wissenschaftlicher Expeditionen bis zu Kurzausflügen mit „Partyatmosphäre“ wird alles angeboten und genutzt (SELTSMANN 2005). Ökotouristische Prinzipien werden dabei nur teilweise angewendet, z. B. wurden 1998 in nur 35% der Fälle naturkundliche Mitarbeiter beschäftigt (HOYT 2002). Die Beteiligung von Wissenschaftlern an der Konzeption und Durchführung von Whale Watching-Touren kann zu einem wirksamen Instrument des Artenschutzes werden. Darüber hinaus kann der Walbeobachtungstourismus einen bedeutenden Beitrag zur Entwicklung von Regionen leisten (SELTSMANN 2005). Somit hat sich Whale Watching in einigen Ländern im Vergleich zum Walfang als die langfristig ökonomisch sinnvollere und profitablere Nutzungsform herausgestellt. In manchen Orten wird inzwischen mit Whale Watching mehr verdient, als zuvor auf den gleichen Schiffen mit konventioneller Fischerei (SELTSMANN 2005).

Der größte Teil des heutigen Whale Watching basiert nach wie vor auf der Beobachtung der großen Wale (HOYT 2001). Die Beobachtung von Delfinen („Dolphin Watching“) nimmt besonders in den letzten Jahren an Bedeutung zu. Das liegt vor allem daran, dass residente Delfingemeinschaften in der Regel verlässlicher anzutreffen sind als wandernde Großwale. Große Tümmler (*Tursiops truncatus*) sind am häufigsten dem Dolphin Watching ausgesetzt (SAMUELS et al. 2003). Diese Delfinart (Unterordnung: Odontoceti; Fam. Delphinidae) lebt in sehr verschiedenen Habitaten. Sie ist kosmopolitisch von den gemäßigten bis tropischen Zonen zu finden und bewohnt sowohl offene Küsten, Lagunen, Estuare als auch ozeanische Inselküsten und pelagische Gewässer (ROSS 1977; LEATHERWOOD & REEVES 1982; SCOTT & CHIVERS 1990). Trotz der weltweiten Verbreitung lebt diese Art häufig in isolierten Populationen, deren Streifgebiete auf bestimmte Küstengebiete beschränkt sind (SHANE et al. 1986; WELLS et al. 1987; WILSON et al. 1999; CONNOR et al. 2000b).

In den Gewässern Chiles gibt es zwei bekannte residente Gemeinschaften von Großen Tümmlern (AGUAYO-LOBO et al. 1998; CONTRERAS et al. 1999; HANSHING 1999). Eine davon besteht aus einer Gruppe von Delfinen, die seit 1994 regelmäßig vor der Insel Choros gesichtet wird (HANSHING 2001). Seit Ende 1995 begannen chilenische Fischer, Touristen vor die Insel Choros zu fahren, um diesen die Beobachtung von Tümmlern zu ermöglichen (CMMR LEVIATHAN 2005). Die meisten der ca. 180 Einwohner von Punta Choros leben vom Fisch- und Muschelfang (NUÑEZ MONTANER 2000a). Der Delfintourismus bedeutet deshalb für sie eine willkommene zusätzliche Einnahmequelle.

Die meisten Beobachtungen von Walen und Delfinen finden von Booten aus statt (72%, HOYT 2001). Mit Zunahme des Bootsverkehrs steigt jedoch die Verletzungsgefahr von Meeressäugern (WELLS & SCOTT 1997). Parallele Schnittwunden an den Finnen und Rücken der Tiere belegen, dass es Delfinen nicht immer gelingt, den Booten rechtzeitig auszuweichen (WELLS & SCOTT 1997) – was häufig zu ihrem Tod führen kann (SHANE 1977; REYNOLDS 1985; HAUBOLD et al. 1994; STONE & YOSHINAGA 2000).

Oft werden beim Whale Watching leider falsche Erwartungen bei den Besuchern geweckt und zum Beispiel Sichtungsgarantien gegeben. Hinzu kommt, dass manche Touristen nicht nur das Verhalten der wildlebenden Meeressäuger beobachten wollen, sondern sich wünschen, mit ihnen auch in näheren Kontakt zu treten. Das fördert den Druck auf Touristenführer, dem zahlenden Publikum eine gute „Show“ zu bieten. Häufig rasen manche Bootsführer absichtlich durch Delfingruppen, um die Tiere zu Wellenreiten, Sprüngen oder anderen spektakulären Aktivitäten zu animieren (REYNOLDS et al. 2000; LUSSEAU 2002). Dadurch entsteht bei den Touristen oft ein falsches Bild über das Verhalten von Delfinen. Sprünge werden dann mit Übermut oder Freude gleichgesetzt, und es entsteht der Eindruck, dass Delfine an Begegnungen mit Menschen ebenso Gefallen finden. Dieses ist allerdings häufig nicht der Fall, denn Studien belegen, dass Oberflächenaktivitäten oft ein Zeichen von Aufregung, Störung oder Verärgerung sind (LOCKYER 1978; WÜRSIG & WÜRSIG 1980; WHITEHEAD 1985; BLACK 1994; SLOOTEN 1994; BRISTOW & REES 2001; DUDZINSKI et al. 2002). WÜRSIG & WÜRSIG (2003) beschreiben diese Situation ganz treffend: Wenn Delfine auf der Bugwelle der Boote reiten oder umherspringen, handelt es sich meistens nur um einen kleinen Teil der anwesenden Tiere. In einer Gruppe von hundert hawaiianischen Ostpazifischen Delfinen (*Stenella longirostris*), die zur Tageszeit küstennah in einer Bucht ruhen, gibt es vielleicht zehn Tiere, die die Anwesenheit von Menschen „genießen“. Und auch diesen zehn Tieren wird durch die Interaktionen mit den Menschen die Zeit für Ruhen, soziale Interaktionen oder Jungenaufzucht genommen. Der kleine Teil der gesamten Gruppe, der sich Booten nähert – und sei es auch nur für kurze Zeit – verstärkt den Glauben, dass „alle Delfine uns mögen“.

Die indirekten Einflüsse der Boote auf Delfine sind im Gegensatz zu den direkten, wie Bootskollisionen, schwerer zu erfassen. Zahlreiche Studien dokumentieren wie Große Tümmler auf Boote reagieren: Neben den „positiven“ Reaktionen, wie Annäherung und Bugwellenreiten (BRISTOW & REEVES 2001; GREGORY & ROWDEN 2001; RITTER 2003b), kam es zu Aktivitätswechsel (CONSTANTINE & BAKER 1997; ENGLUND 2001; LUSSEAU 2003a) und Veränderungen des Aktivitätsbudgets (LUSSEAU 2003a). Die Delfine reagierten mit einer Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit (NOWACEK et al. 2001) oder einer Verlängerung der Tauchzeit (LÜTKEBOHLE 1995a; JANIK & THOMPSON 1996; CASCÃO et al. 2004). Außerdem führten Boote zu Änderungen der Vokalisation (SCARPACI et al. 2000; BUCKSTAFF 2004) und Gruppenstabilität (BEJDER et al. 2004) sowie zu Ausweichmanövern (CONSTANTINE & BAKER 1997; BRISTOW & REEVES 2001; IVERSEN & LOCKYER 2002; GOODWIN & COTTON 2004). Die biologische Signifikanz und die langfristigen Folgen von Verhaltensänderungen sind allerdings in nur wenigen Fällen untersucht worden (BEJDER 2005; LUSSEAU 2004b; LUSSEAU 2005).

Die hier genannten Studien basierten größtenteils auf Verhaltensbeobachtungen der Tümmler von einem Boot aus. Das bedeutet, dass es für die Messung der Reaktionen freilebender Delfine auf Tourismusboote keine adäquate Kontrolle gab. Erst der Vergleich der Aktivitäten in den Situationen vor, bei und nach Ankunft der Boote erlaubt jedoch eine Aussage über Veränderungen des Verhaltens. Ziel meiner Arbeit war daher, alle Beobachtungen ohne Beeinflussung der Tiere von Land aus durchzuführen. Vor der chilenischen Insel Choros waren die Bedingungen für das Theodolit-Tracking ideal: Ca. 35 Große Tümmler hielten sich die meiste Zeit im Süden der Insel auf, und die Steilküste an der Südspitze der Insel Choros erlaubte den freien Blick auf ein relativ großes Sichtungsgebiet.

Gegenüber früheren Studien verfolgte meine Arbeit darüber hinaus das Ziel, die Auswirkungen der Verhaltensänderungen auf die Tiere zu quantifizieren. Ein Energiebudget wurde für wildlebende Delfine bislang nicht aufgestellt. Basierend auf Daten, die ich im Vorfeld dieser Arbeit an *Tursiops* in Gefangenschaft sammeln konnte (YAZDI 1998) und den im Freiland registrierten Schwimmgeschwindigkeiten sowie Sprungfrequenzen von Großen Tümmlern, konnte ich den Energiebedarf der Tiere quantifizieren. Im Mittelpunkt stand dabei, wie hoch die energetischen Kosten des Ausweichens der Delfine gegenüber Booten sind. Schließlich sollte auf Basis von verhaltensbiologischen und energetischen Untersuchungen Richtlinien erstellt werden, die einerseits eine zufriedenstellende Begegnung der Menschen mit Delfinen ermöglichen und andererseits die Tiere vor einer signifikanten Beeinträchtigung ihrer Gesundheit schützen.

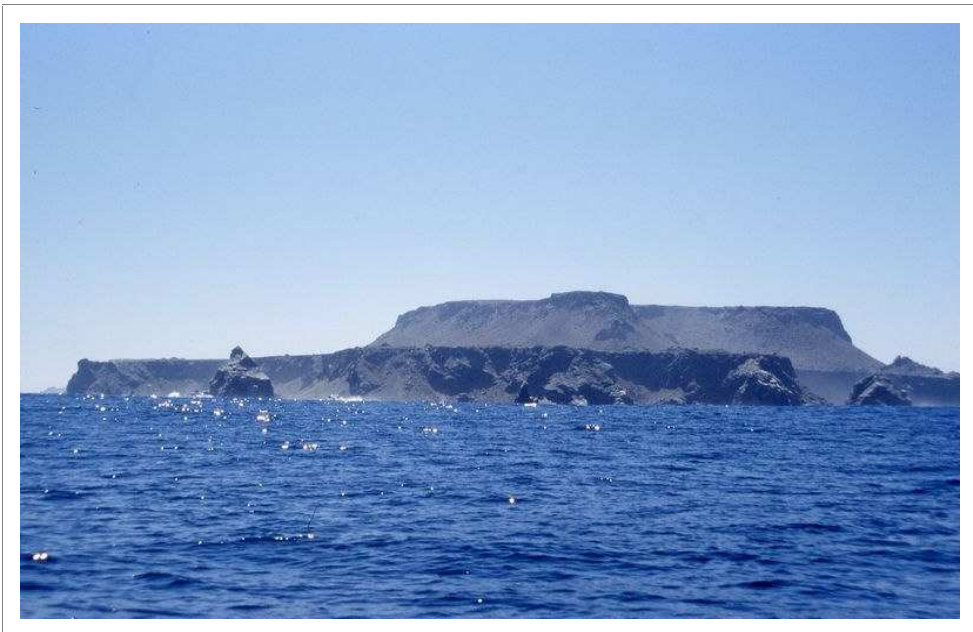
Die Fragestellungen dieser Studie sind im Einzelnen:

1.) In welchem Maße beeinflussen Tourismusboote das natürliche Verhalten der Großen Tümmler vor der Insel Choros in Bezug auf

- das Aktivitätsbudget,
- die Schwimmgeschwindigkeit,
- das Tauchverhalten,
- die Bewegungsmuster,
- die Sprünge,
- Flukenschläge und
- die Gruppenformation?

- 2.) Wie reagieren Große Tümmler auf die Anwesenheit von fernem und nahen Booten?
- 3.) Welche Strategien verfolgen die Delfine, um den Booten auszuweichen?
- 4.) In welchem Maße wird das Energiebudget der Delfine durch die Anwesenheit von Booten verändert? Wie hoch sind die energetischen Kosten des Ausweichens gegenüber Booten?
- 5.) Welche Richtlinien für das Dolphin Watching können anhand der Ergebnisse aufgestellt werden?

2 Material und Methoden



2.1 Das Studiengebiet

2.1.1 Die Insel Choros

Die Insel Choros ($29^{\circ}16'S / 71^{\circ}32'W$) befindet sich in der IV. Region Chiles in der Provinz Elqui. Sie liegt im Pazifik ca. 7 Kilometer vor der Küste vom nächstgelegenen Ort Punta Choros entfernt und 80 Kilometer nördlich von Coquimbo.

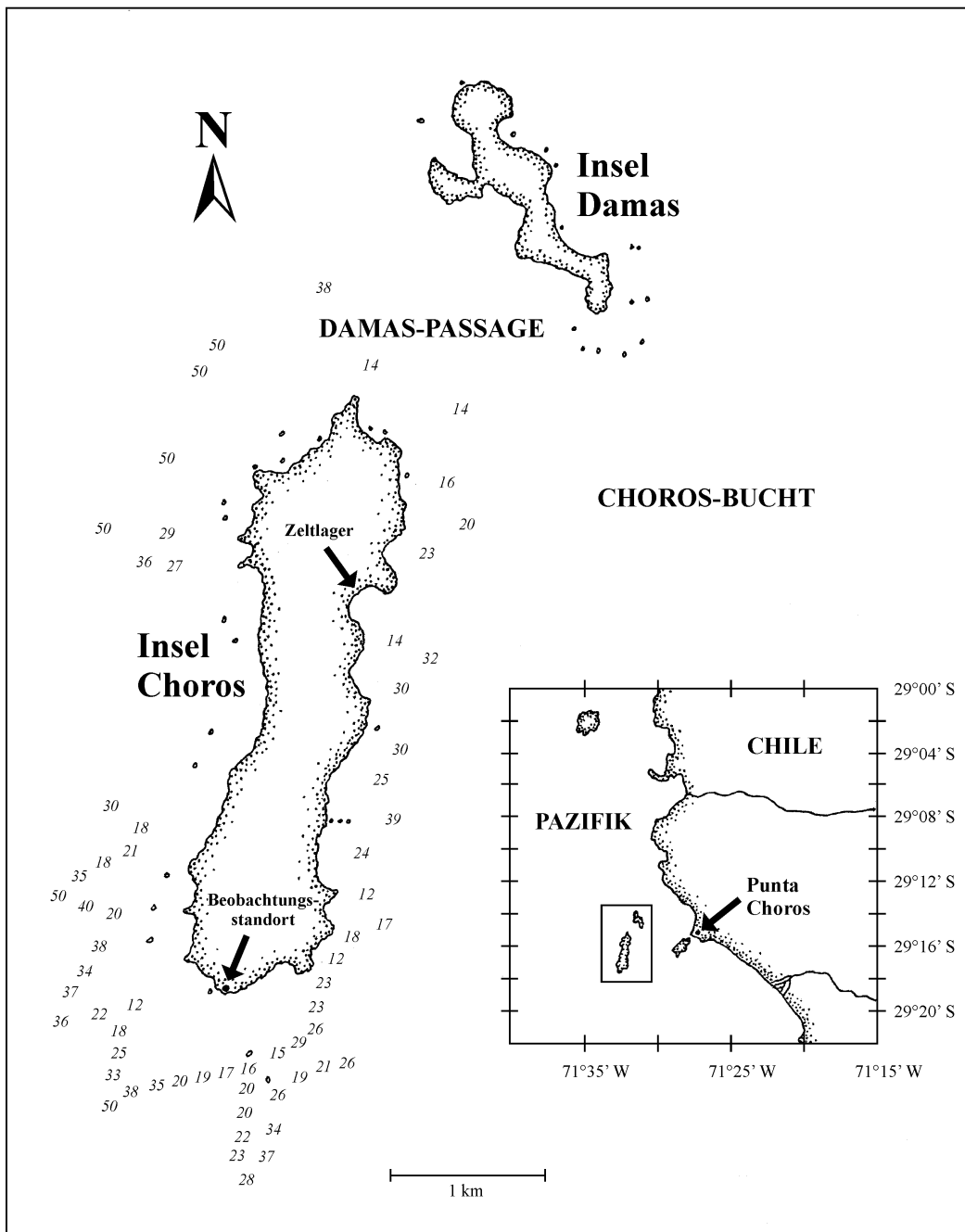


Abb. 2.1: Geografische Lage der Insel Choros in Chile. Angaben der Wassertiefen nach SHOA (1997) in Metern.

Humboldt-Pinguine (*Spheniscus humboldti*) brüten auf der Insel Choros, die zusammen mit den zwei benachbarten Inseln – Isla Damas und Isla Gaviota – das Naturschutzgebiet „Reserva Nacional Pingüino de Humboldt“ (NUÑEZ MONTANER 2000a) bildet. Forschungsaufenthalte auf der Insel erfordern daher die ausdrückliche Erlaubnis der chilenischen Umweltschutzbehörde CONAF (Corporación Nacional Forestal). Es gibt keinerlei Bebauung auf der Insel, weder Strom, Süßwasser noch Telefonverbindung.

Die Insel Choros ist 291,7 Hektar groß. Das Relief der Insel besteht aus drei Plateaus, wobei eine Bergkette das Zentrum der Insel bildet (maximale Höhe: 359 m). Steilufer mit schmalen Felsstränden sind die Regel (Abb. 2.2). Im Südosten bevölkern Mähnenrobben (*Otaria flavescens*) die Felsen am Meer (NUÑEZ MONTANER 2000b). Küstenotter (*Lutra felina*) sind in der Litoralzone der gesamten Insel anzutreffen (NUÑEZ MONTANER 2000a). Humboldt-Pinguine brüten vor allem in den zahlreichen kleinen Erdhöhlen auf dem ersten Hochplateau der Insel (NUÑEZ MONTANER 2000a).

Das Klima ist durch eine hohe Luftfeuchtigkeit gekennzeichnet: Nebel und Dunst kommen häufig vor, Regen ist im Sommer jedoch selten. Die Lufttemperaturen im Sommer schwankten während des Tages zwischen 17°C morgens und 30°C nachmittags (eigene Messung: $\bar{x} = 21,5^{\circ}\text{C}$; $n=60$). Der Humboldtstrom sorgt für kühle Wassertemperaturen. Im Sommer 2001 (29.1.01-4.4.01) betrug die durchschnittlichen Wassertemperaturen in einer Tiefe von 5 m 15°C ($n=25$) und in 15 m Tiefe 13,4°C ($n=10$). Die mit einer Secci-Scheibe gemessenen Sichttiefen bewegten sich zwischen 7 und 19 m ($\bar{x} : 12,7$; $n=7$). Der Südwesten der Insel ist der exponierteste Ort und ist durch starke Brandung gekennzeichnet.



Abb. 2.2: Der Beobachtungsstandort an der Südspitze der Insel Choros.

Der Beobachtungsstandort ($29^{\circ}17,08\text{ S} / 71^{\circ}32,83\text{ W}$) befand sich an der Südspitze der Insel (Abb. 2.2) auf dem Steilufer in einer Höhe von ca. 43 m. Von diesem Standpunkt aus war die Sichtung einer Delfingruppe bei sehr guten Witterungsbedingungen bis zu einer Distanz von 2,3 km möglich. Die Sicht auf das Meer wurde an den Seiten durch Hügel verdeckt. So ergab sich ein Sichtungswinkel von 214° (Abb. 2.8).

Die Überfahrten und die Transporte zur Insel organisierte ich mit einem Fischer aus Punta Choros. Boote können an der schwer zugänglichen Insel nur im Osten an einen Felsstrand anlegen. Unser Zeltlager hatten wir deshalb dort aufgeschlagen und mussten somit täglich zum ca. vier Kilometer entfernten Beobachtungsstandort laufen (Abb. 2.1).

2.1.2 Die Großen Tümmler

Vor der Insel Choros leben 35 bis 40 Große Tümmler, die sich in vorhergehenden Studien in über 88% der Beobachtungszeit im Süden der Insel aufhielten (NUÑEZ MONTANER 2000a, HANSHING 2001). Aufgrund der starken Ortstreue werden sie als resident bezeichnet (BALLANCE 1990; HANSHING 1999). Zusammen mit einer anderen Gemeinschaft vor dem Juan-Fernández-Archipel sind sie die einzigen bekannten residenten Großen Tümmler in Chile (AGUAYO-LOBO et al. 1998; CONTRERAS et al. 1999; HANSHING 1999). In der IV. Region Chiles wird die Anzahl der Großen Tümmler auf ca. 2000 Individuen geschätzt (HUCKE-GAETE 1998).

Mit Ausnahme von jungen Tieren tragen die meisten Großen Tümmler individuelle Merkmale, an denen sie unterschieden werden können. Diese Merkmale können z. B. sein: Einkerbungen der Rückenfinne, Schrammen, Narben, Wunden, Pigmentflecke oder Ekzeme am Körper (WÜRSIG & WÜRSIG 1977; WÜRSIG & JEFFERSON 1990; WILSON et al. 1999). Der caudale Rand der Rückenfinne ist sehr dünn und wird im Laufe des Delfinlebens regelrecht zerfetzt, da er sich offensichtlich nicht regeneriert (WÜRSIG & WÜRSIG 1977). Parallele, helle Linien auf der Haut der Delfine zeugen von Bissen und können ebenfalls zur Identifikation herangezogen werden. Sie verblassen jedoch innerhalb eines Zeitraumes von 6-12 Monaten (LOCKYER & MORRIS 1990). Bei der Foto-Identifikation werden die Rückenfinnen der Delfine fotografiert und katalogisiert (HAMMOND et al. 1990; WÜRSIG & JEFFERSON 1990; BEARZI 1994b; HEIMLICH-BORAN & HEIMLICH-BORAN 1994).

Auf sieben Bootsausfahrten zwischen dem 16.12.2000 und 4.4.2001 machte ich vor der Insel Choros ca. 300 Aufnahmen von den Großen Tümmlern. Ich benutzte dabei eine Spiegelreflexkamera (NIKON[®] F 601, AF) mit Zoom-Objektiv (ASPHERICAL[®], 28-200 mm), Dia- (KODAK[®]-Ektachrome 200) und Schwarz-Weiß-Filme (ILFORD[®]200).

Vor der Insel Choros konnten 24 Große Tümmler anhand der unterschiedlichen Rückenfinnen identifiziert werden (Anhang A.1). Ein Tümmler besaß eine relativ schmale und spitz zulaufende Rückenfinne, eine Hautgeschwulst und Ekzeme auf der Körperoberseite (Anhang Abb. A.1.1). Anhand dieser Merkmale konnte ich diesen Tümmler mit dem Theodolit in einer Entfernung von bis zu 2 km von den anderen Gruppenmitgliedern unterscheiden.

2.1.3 Die Tourismusboote

In den Sommermonaten Januar und Februar suchen Touristen den kleinen Ort auf, um auf der Insel Damas zu campen oder vor der Insel Choros Humboldt-Pinguine und Große Tümmler zu beobachten (NUÑEZ MONTANER 2000a). Die Bootsfahrt zu den Inseln übernehmen die ortsansässigen Fischer, die dadurch ihren Lebensunterhalt verbessern.

Als Tourismusboot bezeichne ich ein motorisiertes Fahrzeug, dessen Bootsführer die Absicht hat, die Großen Tümmler an der Südspitze der Insel aufzusuchen. In den meisten Fällen handelte es sich dabei um ca. acht Meter lange Holzboote der Fischer (Abb. 2.3), die zwischen 6 und 10 Personen und zusätzlich zwei Mann Besatzung aufnehmen konnten. Die Außenbord-Motorenstärke der Boote lag zwischen 15 und 55 Pferdestärken (Anhang Tab. A.2.1). In der Region besaßen insgesamt 38 Fischer die Zulassung zur Touristenbeförderung. Es gab auch zwei Schlauchboote, die regelmäßig in der Nähe der Delfine gesichtet wurden. Eines davon („Zodiak negro“) war im Besitz einer Tauchschule. Beide Schlauchboote hatten Motorenstärken von 55 PS.



Abb. 2.3: Fischer mit Touristen an Bord beim Beobachten der Delfine vor der Insel Choros.

2.2 Die Datenaufnahme

2.2.1 Methoden der Verhaltensaufnahme

Für die Untersuchung des Verhaltens der Großen Tümmler beobachtete ich immer die Aktivitäten einer Delfingruppe („focal group“). Die Gruppe ist definiert als ein Verbund von Tieren, die sich in die gleiche Richtung bewegen und häufig der gleichen Aktivität nachgehen (SHANE 1990a). Bei der Aufnahme des Gruppenverhaltens („**focal group sampling**“) war die vorherrschende Aktivität die, welche zur selben Zeit mehr als 50% der Gruppenmitglieder nachgingen (MANN et al. 1999; MANN 2000). Wenn sich die Gruppe während der Datenaufnahme spaltete, folgte ich immer der größeren Teil der Gruppe („**group follow**“: MANN et al. 1999). Das Einhalten dieser Regel war wichtig, damit die Auswahl der Delfingruppen nicht willkürlich verlief. Das gesamte Beobachtungsgebiet wurde mit Hilfe von Ferngläsern nach Delfingruppen abgesucht (Kap. 2.2.5). Wenn es im Beobachtungsgebiet mehrere Gruppen von Delfinen gab, nahm ich das Verhalten der größten Gruppe auf. Praktisch gesehen macht diese Entscheidung Sinn, da der Beobachter einer großen Gruppe besser folgen kann und deshalb die Daten in Bezug auf die Schwimmgeschwindigkeit zuverlässiger sind. Darüber hinaus zielen die Ergebnisse dieser Studie darauf, das Verhalten der Mehrzahl der Großen Tümmler vor der Insel Choros zu repräsentieren.

Während der Datenaufnahme wurde das Verhalten durchgehend registriert, indem genau der Zeitpunkt notiert wurde, wann welche Aktivität begann und endete („**continuous recording**“: MARTIN & BATESON 1993). Anzahl und Höhe der Sprünge und Flukenschläge („aerial behavior“) wurden innerhalb jeder Aktivität in der Gruppe gezählt und notiert („**incident sampling**“: ALTMANN 1974; MANN et al. 1999).

Eine Einheit der Datenaufnahme (=Scan) dauerte in der Regel 10 Min. (nach MANN 2000). Ein Scan wurde vorzeitig beendet, wenn 1.) die Delfine das Beobachtungsgebiet verließen – dieses geschah zum Beispiel, wenn die Tiere in hoher Geschwindigkeit in Richtung Osten der Insel (Kap. 3.4.4.1) schwammen, oder 2.) die Beobachter die Gruppe aus den Augen verloren, z. B. wenn die Tümmler während langen Tauchgängen größere Distanzen zurücklegten. Auch Scans, die nicht ganze zehn Minuten dauerten, wurden ausgewertet. Im Falle der Ausschließung der unvollständigen Scans vom Datensatz, wären sonst bestimmte Verhaltenskategorien (wie Schnellschwimmen oder Tauchen; Def. Kap. 2.2.3.1) unterrepräsentiert.

Die Beobachtungen konnten nur stattfinden, wenn die Großen Tümmler im Sichtungsgebiet (Abb. 2.8) anwesend waren und die Umweltbedingungen (Kap. 2.2.2; Def. siehe Kap. 2.2.3.8) es zuließen. Ein vorbestimmter Zeitplan für die Datenaufnahme ließ sich deshalb nicht realisieren. Vor jedem Scan wurden alle relevanten Daten (Kap. 2.2.5) notiert und die notwendigen Absprachen zwischen den Mitarbeitern gehalten, um eine synchrone Datenerhebung zu gewährleisten. Die Pausendauer zwischen den Scans hing davon ab, wie lange die Registrierung der Daten und die technischen Vorbereitungen (z. B. das Wechseln der Akkus des Theodolits) dauerten. Deshalb waren die Pausen zwischen den Scans unterschiedlich lang (ohne Boote: $\bar{x} = 22,9$ Min.; $\tilde{x} = 8,8$ Min.; Q= 1,5-26,7 Min.; R=0,2-192,3 Min.; n=65; mit Booten: $\bar{x} = 27,1$ Min.; $\tilde{x} = 11,5$ Min.; Q=3,8-27,3 Min.; R=0,1-198,0 Min.; n=73). Aufgrund dieser Tatsache wird die zeitliche Verteilung der Scans als zufällig angesehen.

Trotz langanhaltenden, sozialen Beziehungen zwischen den Individuen (z. B. bei Mutter-Kalb-Paaren: WELLS 1991; SMOLKER et al. 1992; ROGERS et al. 2004), gehen die Großen Tümmler verschiedene Verbindungen miteinander ein („individual association fluidity“: BRÄGER et al. 1994). Die Größe und Zusammensetzung der Gruppen ist instabil (BRÄGER 1992) und kann sich schnell und häufig verändern („fission-fusion society“: SMOLKER et al. 1992; CONNOR et al. 2000b) – sogar von Minute zu Minute variieren (TYACK 2002). Aber auch das Verhalten ist fließend und kann innerhalb eines kurzen Zeitraumes wechseln (SHANE 1990a). Deshalb gehe ich davon aus, dass die Pausen zwischen den Scans ausreichen, um die Daten als unabhängig anzusehen.

2.2.2 Beobachtungszeiten

Zwischen dem 16. Dezember 2000 und 30. März 2001 führte ich vier Exkursionen auf der Insel Choros durch (Tab. 2.1). Die erste Exkursion diente 1.) der Installation des Prisma-Apparates (Abb. 2.5) am Felsstrand, 2.) der praktischen Übung an den Geräten und 3.) der ersten Datenaufnahme. Ab der zweiten Exkursion wurden die aufgenommenen Daten für die Auswertung verwendet.

Tab. 2.1: Übersicht zu den Beobachtungen der Großen Tümmler vor der Insel Choros.

Exkursionsdauer	Anzahl der Beobachtungstage	Anzahl der ausgewerteten Beobachtungsstunden	Anzahl der ausgewerteten Scans
16.12.-21.12.2000	3	-	-
20.1.-28.1.2001	6	2,5	31
12.2.-21.2.2001	8	12,1	85
19.3.-30.3.2001	9	6,7	49
Summe:	26	21,3	165

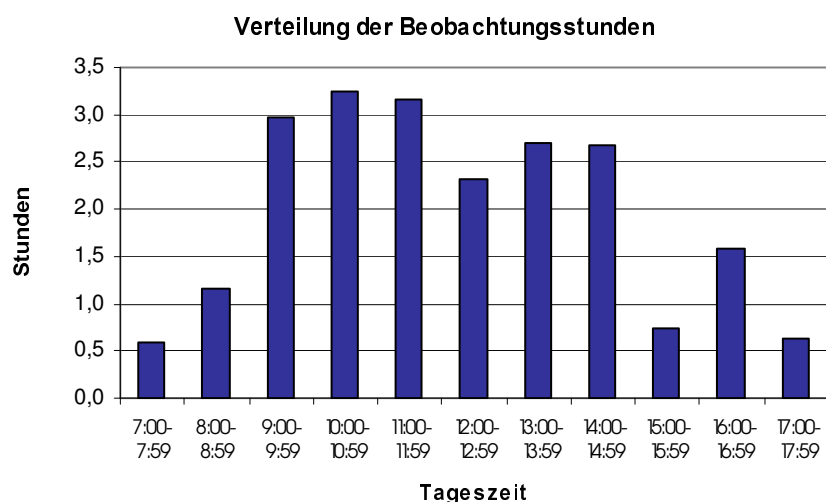


Abb. 2.4: Die Verteilung der ausgewerteten Beobachtungsstunden nach der Tageszeit (Beobachtungsstunden: 21,3).

Vorzugsweise begannen wir die Datenaufnahme morgens so früh wie möglich und beobachteten solange, wie die Witterungsbedingungen es zuließen. Nebel und Dunst am Morgen verhinderten oft die Datenaufnahme (Abb. 2.4), und oft kam um die Mittagszeit stärkerer Wind (Beaufort: >3; Anhang A.3) auf. Aber auch zu hohe Dünung und Reflexion der Sonne auf dem Meer zwang uns zu Unterbrechung der Beobachtungen.

Während 106 Beobachtungsstunden entstanden 165 Scans (263 Sektionen), die zur Auswertung herangezogen wurden. (Tab. 2.1). Die Gesamtzeit der Scans beträgt 21,3 Stunden¹. In 12,8 Stunden (120 Sektionen) waren keine Boote im Beobachtungsgebiet (Abb. 2.8) anwesend. Das Verhalten der Delfine in dieser Zeit diente mir als „Kontrolle“. In 4,1 Stunden (71 Sektionen) gab es ferne Boote und in 4,4 Stunden (72 Sektionen) hielten sich Boote in der Nähe der Delfine auf (Definitionen siehe Kap. 2.2.3.7).

¹ Theoretisch ergeben 165 Scans – mit 10 Min. pro Scan – eine Gesamtzeit von 27,5 Stunden. Da jedoch unter gewissen Umständen nicht alle Scans 10 Min. dauerten (siehe Kap. 2.2.1), ist die Gesamtzeit mit 21,3 Stunden kürzer.

2.2.3 Definitionen

2.2.3.1 Verhaltenskategorien

„Verhaltenskategorie“ und „Aktivität“ werden in dieser Arbeit als Synonyme verwendet. Ich definiere die Verhaltenskategorien in Anlehnung von SHANE (1990a) folgendermaßen:

1.) Ruhen („rest“): Die Delfine einer Gruppe bleiben ruhig auf engem Raum an der Wasseroberfläche oder schwimmen sehr langsam ($\leq 1,4 \text{ m s}^{-1}$). Es kommen keine Sprünge vor.

2.) Langsames Schwimmen („slow travel“): Die Delfine einer Gruppe schwimmen alle in eine Richtung, in einer Geschwindigkeit² von über $1,4 \text{ m s}^{-1}$ bis $3,2 \text{ m s}^{-1}$. Sprünge können vorkommen.

3.) Schnellschwimmen („fast travel“): Die Delfine einer Gruppe schwimmen alle in eine Richtung, in einer Geschwindigkeit von über $3,2 \text{ m s}^{-1}$. Beim Luftholen ist ein großer Teil des Körpers der Delfine sichtbar.

4.) Tauchen („dive travel“): Die Delfine einer Gruppe tauchen gemeinsam ab und bleiben mindestens 20 s unter Wasser. Nach dem Auftauchen bleiben die Tiere einige Zeit an der Wasseroberfläche, um wieder als geschlossene Gruppe abzutauchen. Die Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche von maximal zwei Minuten zwischen zwei Tauchgängen zähle ich zur Verhaltenskategorie „Tauchen“³. (Eine Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche von über zwei Minuten ordne ich anderen Verhaltenskategorien zu). Sprünge können während des Aufenthaltes an der Wasseroberfläche vorkommen.

5.) Jagen („feed“): Die Delfine einer Gruppe schwimmen in verschiedene Richtungen und in unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Sprünge sind dabei sehr häufig. Oft begleiten Vögel die Jagdaktivität der Delfine.

6.) Sozialverhalten („socialize“): Zum Sozialverhalten gehören das Affiliativ-, Sexual-, Spiel-, und Aggressionsverhalten. Die Delfine stehen dabei im engen physischen Kontakt miteinander. Aktivitäten über der Wasseroberfläche („aerial behavior“), wie Sprünge sind sehr häufig. Die Delfine einer Gruppe schwimmen dabei in verschiedenen Richtungen.

² Die optimale Reisegeschwindigkeit der Großen Tümmler – d. h. der Bereich von $\pm 10\%$ der minimalen Transportkosten – befindet sich zwischen $1,9\text{-}3,2 \text{ m s}^{-1}$ (Yazdi 1998; Yazdi et al. 1999). Deswegen wurde bei $3,2 \text{ m s}^{-1}$ die Grenze zwischen Langsamem und Schnellem Schwimmen gezogen.

³ Der Begriff „Tauchgang“ oder „Tauchdauer“ bezeichnet die Zeit unter der Wasseroberfläche. Die Angaben zur Schwimmgeschwindigkeit beim „Tauchen“ beziehen sich auf die Geschwindigkeit während des Aufenthaltes an der Wasseroberfläche zwischen zwei Tauchgängen. In den Fallbeispielen (Kap. 3.4) sind die Tauchgänge als gestrichelte Linie markiert, während der Aufenthalt an der Wasseroberfläche zwischen den Tauchgängen als durchgezogene Linie gekennzeichnet ist.

2.2.3.2 Gruppengrößen

Ich habe folgende acht Kategorien zur Einschätzung der Gruppengröße verwendet:

1-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30, 31-35, 35-40 Delfine

2.2.3.3 Gruppenformationen

- 1.) sehr kompakt (“very tight“):** Die Delfine einer Gruppe sind im Mittel weniger als eine Körperlänge (<3 m) voneinander entfernt.
- 2.) kompakt (“tight“):** Der mittlere Abstand zwischen den Delfinen einer Gruppe liegt zwischen eine und zwei Körperlängen (3-6 m).
- 3.) dispers (“spread“):** Der mittlere Abstand zwischen den Delfinen einer Gruppe liegt zwischen zwei und fünf Körperlängen (6-15 m).
- 4.) sehr dispers (“dispersed“):** Der mittlere Abstand zwischen den Delfinen liegt bei über fünf Körperlängen (>15 m).

2.2.3.4 Sprünge

Zur Schätzung der Sprunghöhe über dem Meeresspiegel wurde die Körperlänge der Großen Tümmler als Maßstab genommen. Nimmt man die durchschnittliche Länge eines ausgewachsenen Großen Tümmlers von rund drei Metern Länge an (CARWARDINE 1996; JEFFERSON et al. 1993), so kommt man auf folgende Sprunghöhen:

Tab. 2.2: Die Definitionen und Kategorien der Sprünge. Die Sprunghöhe bezieht sich auf die durchschnittliche Körperlänge eines Großen Tümmlers von 3 m.

Sprung [Körperlänge]	Sprunghöhe [m]	Kategorie
¼	0,75	niedriger Sprung
½	1,5	
1	3	hoher Sprung
1 ½	4,5	
2	6	sehr hoher Sprung
3	9	

2.2.3.5 Flukenschlag

Die Fluke erhebt sich über dem Wasser und schlägt mit der dorsalen oder ventralen Seite auf die Wasseroberfläche, so dass ein lauter Klatschton entsteht („tail slap“: SHANE 1990a; MÜLLER et al. 1998).

2.2.3.6 Subadulte Tiere

1.) Neugeborenes: Große Tümmler werden mit einer Länge von 0,9 bis 1,3 m geboren (GUNTER 1942; CARWARDINE 1996; JEFFERSON et al. 1993) und erreichen somit ca. ein Drittel der Körperlänge eines adulten Tieres. Sie tragen vertikale, hellpigmentierte Streifen („fetal folds“: MCBRIDE & KRITZLER 1951; TAVOLGA & ESSAPIAN 1957), die bis drei Wochen gut zu sehen sind (COCKROFT & ROSS 1990). In dieser Zeit schwimmen die Neugeborenen dicht neben ihrer Mutter („echolon swimming“: NORRIS & PRESCOTT 1961) und zeigen noch ein unkoordiniertes Auftauchverhalten (MANN & SMUTS 1999). Beim Atmen heben sie den gesamten Kopf aus dem Wasser („chin-ups“: MANN & SMUTS 1999) und schlagen beim Abtauchen mit dem Unterkiefer auf die Wasseroberfläche („jaw slaps“: MANN & SMUTS 1999).

2.) Kalb: Kälber nennt man junge Tiere, die bis zu zwei Drittel der Körperlänge eines adulten Tieres aufweisen (SHANE 1990a). Die Farbe der Kälber ist hellgrau, gelegentlich gelb oder bräunlich (TAYLER & SAAYMAN 1972; BEARZI et al. 1997). Über 3-4 Wochen alte Delfinkälber schwimmen meistens unter einem erwachsenen Delfin in typischer Mutter-Kalb-Stellung („infant position swimming“: MANN & SMUTS 1999) und tauchen mit ihm gemeinsam auf (BEL'KOVITCH 1991).

3.) Juvenile Delfine sind zwei Drittel so lang wie Erwachsene. Sie schwimmen oft mit einem erwachsenem Tier – bewegen sich jedoch schon unabhängig (BEARZI et al. 1997; SHANE 2004). Die Farbe ist etwas heller, als die eines erwachsenen Tümmlers (BEARZI et al. 1997).

2.2.3.7 Bootskategorien

Als „Boote“ bezeichne ich im Folgenden alle motorisierten Fahrzeuge, die sich im Beobachtungsgebiet (Abb. 2.8) aufhielten. Ich unterscheide grundsätzlich zwischen „Tourismusboot“ (Def. siehe Kap. 2.1.3) und „Fischerboot“.

1.) Ohne Boot: Im Beobachtungsgebiet (Abb. 2.8) befinden sich keine Boote. Es gab Fischer, die im Beobachtungsgebiet nach Muscheln tauchten und dabei ihr Boot ufernah stationierten und den Motor abstellten. Während der Anfahrt eines Fischerbootes in das Beobachtungsgebiet wurde dieses Boot definitionsgemäß als „fernes Boot“ registriert. Stellte der Fischer den Motor ab, galt die Kategorie „ohne Boot“.

2.) Ferne Boote: Im Beobachtungsgebiet befindet sich mindestens ein Boot, aber keines innerhalb eines Radius von 100 m (geschätzt vom Zentrum der Delfingruppe).

3.) Nahe Boote: Innerhalb eines Radius von 100 m (geschätzt vom Zentrum der Delfingruppe) gibt es mindestens ein Boot.

2.2.3.8 Umweltparameter

Die Kombinationen der folgenden Umweltparameter sind ein Maß für die Güte der Beobachtungsbedingungen.

- 1.) Die **Windstärke** wurde nach der Beaufort-Skala definiert (Anhang A.3). Bei mehr als Beaufort 3 waren Beobachtungen nicht mehr möglich.
- 2.) Die **Dünung** wurde eingeteilt in einer Skala von 1-5 (1: keine Dünung; 2: 0-0,5 m; 3: 0,5-1,0 m; 4: 1-1,5 m; 5: >1,5 m). Ab einer Dünung von 3 wurden die Beobachtungen eingestellt.
- 3.) Die **Wolkenbedeckung** wurde in % angegeben (0%: keine Wolken bis 100%: bedeckter Himmel). Die Wolkenbedeckung hat einen Einfluss auf den Farbkontrast zwischen Delfinkörper und Wasser. Ein hellbedeckter Himmel war für die Datenaufnahme von Vorteil, da in diesem Fall das Meer hellgrau und die Delfine schwarz erschienen und somit der Kontrast am stärksten war.
- 4.) Die **Sichtweite** wurde innerhalb einer Skala von 1-5 beurteilt (1: Sichtweite bis mindestens 2,5 km; 2: bis 2 km; 3: bis 1,5 km; 4: bis 1 km; 5: <1 km). Beobachtungen waren bis einer Sichtweite von 3 möglich.
- 5.) Die **Reflexion** des Sonnenlichtes auf dem Wasser war nachmittags, bei tiefstehender Sonne, ein Problem. Befand sich die Delfingruppe im Lichtkegel waren Beobachtungen nicht möglich.

2.2.4 Theodolit-Tracking

Wenn man das natürliche Verhalten von Delfinen und Walen untersuchen will, bietet die Beobachtung von Land aus einen entscheidenden Vorteil: Die Auswirkungen eines Beobachters (auf einem Boot) in der Nähe der Tiere entfallen (STONE et al. 1995). Das Theodolit-Tracking ist eine geeignete Methode, um die Wanderungen, Bewegungsmuster und Geschwindigkeiten von Delfinen und Walen aufzuzeichnen (WÜRSIG & WÜRSIG 1979, SUMICH 1983; JEFFERSON 1987; WÜRSIG et al. 1991; KRUSE 1991; CIPRIANO 1992; SMULTEA 1994; KOSCHINSKI 1996; YIN 1999, SCHEIDAT 2001).

Mit Hilfe eines elektronischen Theodolits (Totalstation ATS 105, PENTAX[®]GmbH; Winkelgenauigkeit: $\pm 0,0015$ gon) registrierte ich die Positionen der verschiedenen Delfingruppen, in dem ich die Vertikal- und Horizontalwinkel bezüglich eines Referenzpunktes registrierte. Die relevanten Daten (Punktnummer, Horizontal- und Vertikalwinkel, Datum, Uhrzeit) speicherte das Gerät per Knopfdruck elektronisch ab.

2.2.4.1 Horizontaldistanz

Als Referenzpunkt diente ein Spiegelprisma (Rundumprisma, SURVEYER EXPRESS[®]), das gleichzeitig auch zur Messung der Schrägdistanz S'_p (d. h. die Strecke zwischen Prisma und Theodolit) verwendet wurde (Abb. 2.6). Beim Anpeilen des Prismas sendet der Theodolit per Knopfdruck eine Lichtwelle aus. Diese Trägerfrequenz wird vom Prisma reflektiert und gelangt phasenverschoben zurück zum Theodolit. Anhand dieser Phasenverschiebung berechnet das Gerät die Distanz zum Prisma (KOSCHINSKI 1996).

Anhand der Schrägdistanz kann das Gerät die horizontale Strecke zwischen Theodolit und Prisma (Horizontaldistanz) ermitteln. Diese ist zur Berechnung der Höhe des Theodolits über dem Meeresspiegel notwendig.

2.2.4.2 Höhe über dem Meeresspiegel

Die genaue Bestimmung der Gerätehöhe ist unerlässlich, da es sonst zu einer fehlerhaften Berechnung der Koordinaten von Delfingruppen kommt (WÜRSIG et al. 1991). Durch die Gezeiten kommt es zu einer Schwankung des Meeresspiegels. Um den Wasserstand zu messen, konstruierte ich einen Prisma-Apparat, den ich an einem vor Brandung geschützten Ort aufstellte.



Abb. 2.5: Der Prisma-Apparat mit Prismastab (rechts) und Lotleine (links), einzementiert auf einen Felsen unterhalb des Beobachtungsstandortes auf der Insel Choros.

Ich zementierte einen zwei Meter langen Prismastab (Spezialanfertigung der Firma MADEMET, Coquimbo) in eine Holz-Einschalung auf einen Felsen am Ufer unterhalb der Steilküste. An einer zwei Meter langen Metallstange, die waagrecht auf dem Felsen zementiert war, befestigte ich eine dicke, skalierte Leine. Das Ende war mit einem Stein beschwert und hing in ein geschütztes Becken. Das Wasser in diesem Becken konnte dabei auch während der Ebbe zu- und abfließen und zeigte somit die Höhe des Meeresspiegels an. Der Prisma-Apparat war so konstruiert, dass von der Blickrichtung des Beobachtungsstandortes – trotz der 1,65 m langen horizontalen Verlängerung – die Lotleine genau unter dem Prisma lag.

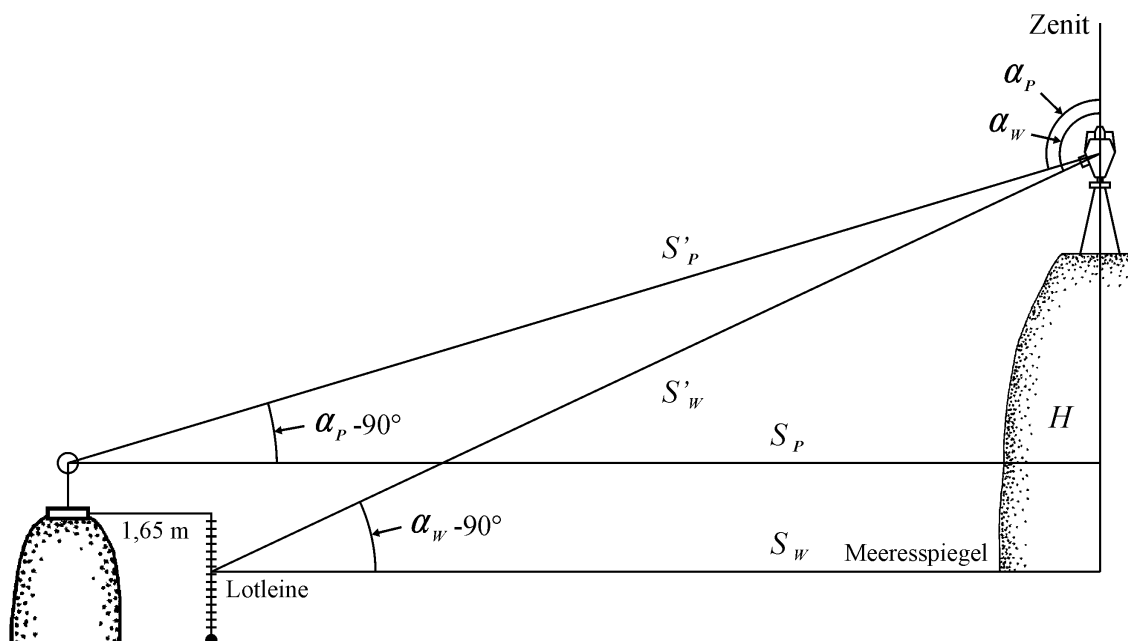


Abb. 2.6: Bestimmung der Höhe über dem Meeresspiegel H mit einem Theodolit. Die Höhe wird über die Messung des Wasserstandes an der Lotleine berechnet.

H = Höhe des Theodolits über dem Meeresspiegel [m]

S'_P = Schrägdistanz zwischen Theodolit und Prisma [m]

S'_W = Schrägdistanz zwischen Theodolit und Berührungspunkt der Lotleine mit der Wasseroberfläche [m]

S_P = Horizontaldistanz zwischen Theodolit und Prisma [m]

S_W = Horizontaldistanz zwischen Theodolit und Berührungspunkt der Lotleine mit der Wasseroberfläche [m] ergibt sich aus $S_P - 1,65$ m

α_P = Vertikalwinkel vom Zenit bis zum Prisma [grad]

α_W = Vertikalwinkel vom Zenit bis zum Berührungspunkt der Lotleine mit der Wasseroberfläche [grad]

Das Winkelmaß des benutzten Theodolits besaß die 400^{gon} -Teilung. Deshalb mussten die gelieferten Winkel zunächst für die nachfolgenden Berechnungen umgewandelt werden:

$$\alpha [\text{gon}] \frac{1}{400} \times 360 = \alpha [\text{grad}] \quad \text{Formel 2.1}$$

$$\beta [\text{gon}] \frac{1}{400} \times 360 = \beta [\text{grad}] \quad \text{Formel 2.2}$$

α = Vertikalwinkel

β = Horizontalwinkel

Anhand trigonometrischer Formeln (SIEBER & HUBER 1980) kann man anhand der ermittelten Horizontaldistanz S_W und des gemessenen Vertikalwinkels α_W die Höhe des Theodolits über dem Meeresspiegel berechnen. Die Winkelbeziehung lautet:

$$H = S_w \times \tan(\alpha_w - 90^\circ)$$

Formel 2.3

Im Rahmen der hier dargestellten Untersuchungen variierte die Höhe des Theodolits über dem Meeresspiegel je nach Tide zwischen 43,0 und 44,4 m. Um Fehler in der Höhenbestimmung zu vermeiden, achtete ich auf einen ruhigen Pegelstand des Wassers und führte mindestens jede halbe Stunde eine Wasserstandsmessung durch. Zwischen diesen Messungen ermittelte ich die jeweilige Theodolithöhe durch Interpolation. Dabei wurde vereinfacht ein linearer Verlauf der Wasserstandsänderung zwischen den Messwerten angenommen.

2.2.4.3 Position der Delfine

Der Theodolit speichert pro Punktnummer einen Vertikal- und einen Horizontalwinkel, der sich auf einen gewählten Referenzpunkt bezieht. In dieser Arbeit diente das Prisma nicht nur zur Bestimmung der Horizontaldistanz, sondern auch als Referenzpunkt. Das Prisma wurde dabei immer an derselben Stelle vor Beginn der Datenaufnahme anvisiert und dessen Horizontalwinkel auf 0^{gon} gestellt. Den Vertikalwinkel ermittelte das Gerät vom Zenit aus.

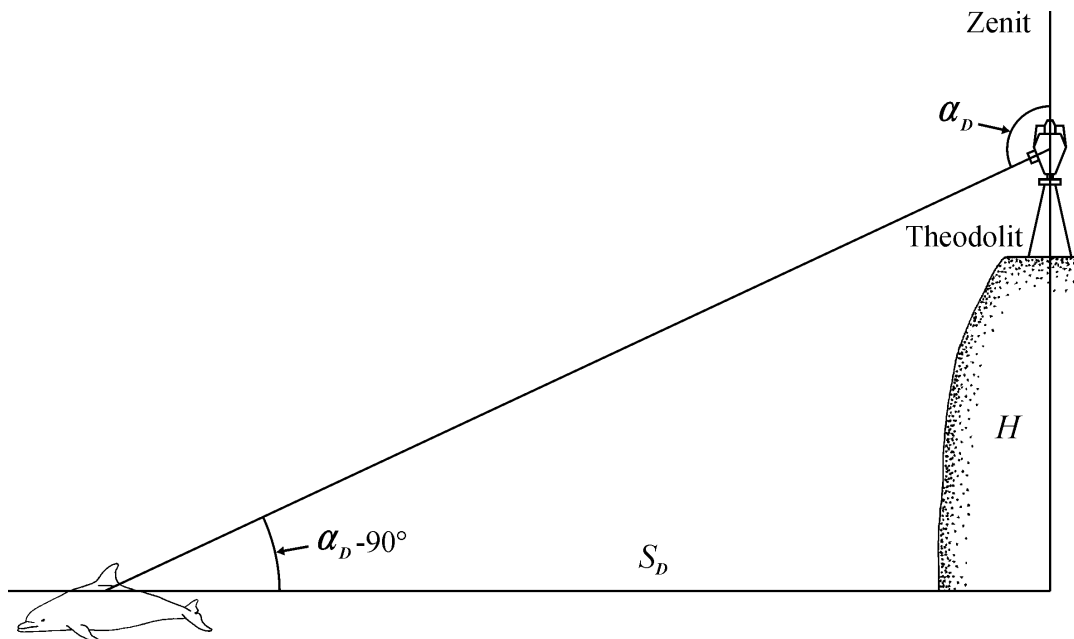


Abb. 2.7: Bestimmung der Horizontaldistanz S_D zwischen Theodolit und Delfin.

Bei bekannter Höhe des Meeresspiegels und gemessenem Vertikalwinkel lässt sich die Horizontaldistanz zwischen dem Theodolit und Delfin wie folgt berechnen:

$$S_D = H \times \frac{1}{\tan(\alpha_D - 90^\circ)}$$

Formel 2.4

H = Höhe des Theodolits über dem Meeresspiegel [m]

S_D = Horizontaldistanz zwischen Theodolit und Delfin [m]

α_D = Vertikalwinkel vom Zenit bis zum Delfin [grad]

Anhand der Formel 2.4 berechneten Horizontaldistanz S_D lassen sich nun die Vertikal- und Horizontalwinkel in Koordinaten folgendermaßen umrechnen:

$$x = \sin \beta_D \times S_D \tag{Formel 2.5}$$

$$y = \cos \beta_D \times S_D \tag{Formel 2.6}$$

x = x-Koordinate [m]

y = y-Koordinate [m]

β_D = Horizontalwinkel vom Referenzpunkt zum Delfin [grad]

Die Umrechnung der Winkel in reale Positionen geschieht anhand eines Koordinatensystems, das auf das Untersuchungsgebiet projiziert wird (Abb. 2.8). Dabei handelt es sich um ein rechtsläufiges System, wie es in der Vermessungstechnik üblich ist: Die positive Y-Achse liegt rechts von der positiven X-Achse, woher der Name rechtsläufig kommt (WITTGE 1971). Die positive X-Achse zeigt Richtung Norden (WITTGE 1971) und schneidet die Y-Achse beim Theodolitstandort, der damit die Koordinaten p(0/0) erhält.

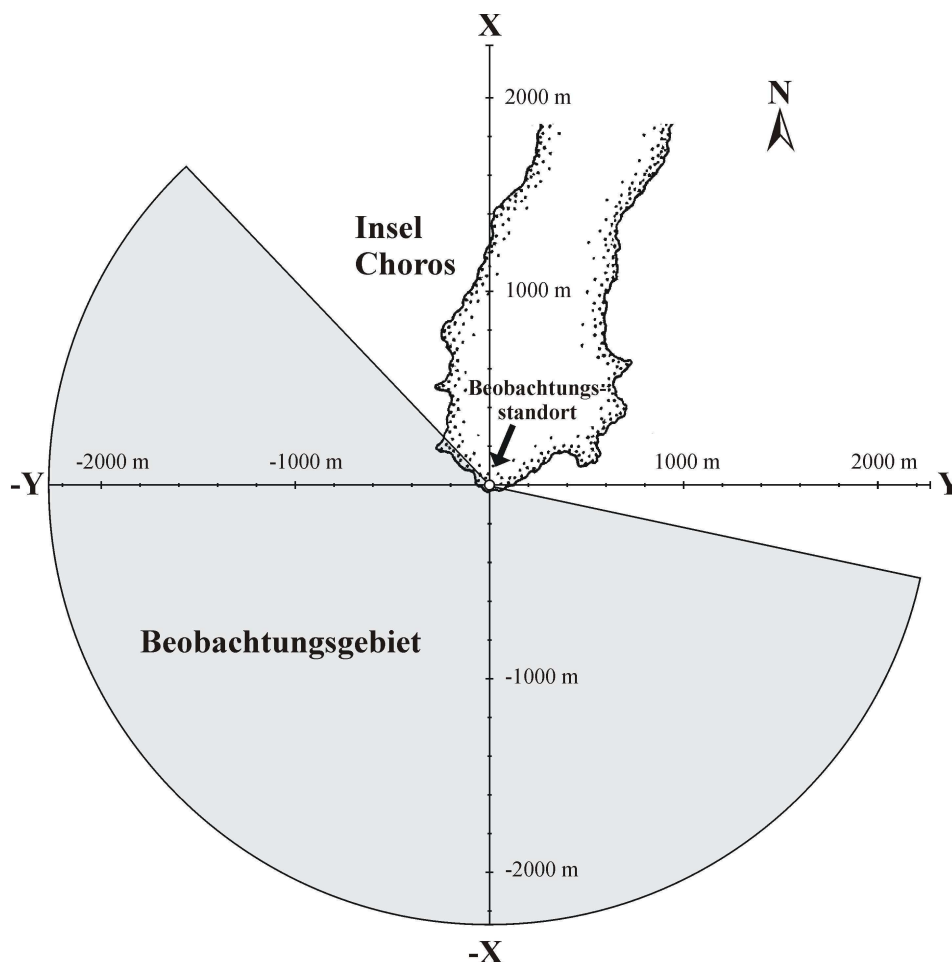


Abb. 2.8: Das Beobachtungsgebiet im Süden der Insel Choros. Eingezeichnet ist das rechtshändige Koordinatensystem für die Positionsbestimmung der Delfine.

Die ermittelten x/y-Koordinaten geben somit die Position der Delfingruppe innerhalb dieses Koordinatensystems an. Die Positionen können bei bekannter Lage des Theodolits und des Referenzpunkts problemlos auf eine Landkarte übertragen werden (Abb. 2.8).

2.2.5 Ablauf der Datenerhebung

Morgens, wenn die Luft noch kühl war und kein Luftflimmern herrschte, justierte ich vor Beginn der ersten Datenaufnahme den Theodolit. Dabei zentrierte ich ihn möglichst genau auf immer denselben Standort. Alle Uhren der Beobachter und Geräte wurden synchronisiert. Die erste Messung war stets die Ermittlung der Horizontaldistanz (Kap. 2.2.4.1). Alle Beobachtungsbedingungen wie Windgeschwindigkeit (Beaufort), Windrichtung, Wolkenbedeckung, Dunst und Dünung wurden unmittelbar vor jedem Scan auf einem Formblatt notiert.

Das gesamte Beobachtungsgebiet suchten wir mit Hilfe von Ferngläsern (SUPER ZENITH[®]7x50; BUSHNELL[®]7-15x35, MINOLTA[®]8x25) nach Delfingruppen ab. Wurde eine Gruppe gesichtet, ermittelte ich die Gruppengröße und Aktivität der Großen Tümmler. Gab es mehrere Gruppen im Beobachtungsgebiet verfolgten wir stets die größte Gruppe (Kap. 2.2.1). Das Objektiv des Theodolits mit 32-facher Vergrößerung, (Gesichtsfeld: 1 Grad 30 Min.) ermöglichte mir bei guten Witterungsbedingungen sogar individuelle Delfine – bis zwei Kilometer Entfernung – anhand natürlicher Markierungen wiederzuerkennen (Kap. 2.1.2). Dieses hatte für mich einen entscheidenden Vorteil: Ich konnte einem markierten Delfin folgen und somit stellvertretend für die Gruppe, die genaue Geschwindigkeit ermitteln. Wenn dies nicht möglich war, visierte ich immer die gleiche Stelle in der Gruppe an, z. B. die Spitze.

Erfahrungsgemäß ist das gleichzeitige Folgen mehrerer, sich bewegender Objekte schwierig und führt zu keinen zuverlässigen Daten. Deshalb beschränkte ich mich auf die kontinuierliche Positionsbestimmung der Delfingruppe und schätzte die Entfernung des Bootes (oder mehrerer Boote) vom Zentrum der Delfingruppe (Kap. 2.2.3.7).

In der Regel hatte ich mehr als drei Mitarbeiter, die mir bei der Datenaufnahme behilflich waren. Die Aufgaben innerhalb des Teams waren folgendermaßen aufgeteilt: Ich beobachtete die Delfingruppe durch das Objektiv des Theodolits und speicherte die Winkeldaten der Positionen etwa alle 10-20 s ab. Gleichzeitig sagte ich bei jedem Messvorgang meiner Assistentin die jeweilige Positionsnummer an, die sie mit mir synchron in einen Feldcomputer (HUSKY HUNTER[®]II, Coventry, England) eingab. Dieses Gerät zeichnet mit jedem Tastendruck das Zeichen und die jeweilige Zeit mit einer Genauigkeit von 0,1 s auf. Als Zeichen stand die Dezimalstelle der fortlaufenden Positionsnummer oder ein Buchstabe als Code für eine Verhaltenskategorie. Auch die Anzahl der fernen und nahen Boote wurden als codierte Zeichen in den Feldcomputer eingegeben. Ein erfahrener Delfinbeobachter zählte die Anzahl der Sprünge und Flukenschläge und schätzte die jeweilige Sprunghöhe ab. Ein vierter Mitarbeiter notierte die angesagten Daten und alle Zusatzinformationen (z. B. die Anwesenheit von Kälbern und juvenilen Delfinen sowie die Gruppenformation), füllte das Formblatt zu den Umweltdaten aus und beobachtete die Zu- und Abfahrt der Boote.

Die Datenaufnahme wurde abgebrochen, wenn die Delfine das Beobachtungsgebiet verließen oder wenn die Umweltbedingungen keine Beobachtungen mehr zuließen (z. B. Nebel, Regen, Beaufort >3).

Das Aufladen der Akkus besorgte ein Stromgenerator (SUZUKI® SE 700A). Jeden dritten Tag mussten die Daten des Theodolits auf einen PC (COMPAQ®, Contura 400C) übertragen werden (Abb. 2.9).



Abb. 2.9: Die Daten des Theodolits wurden jeden dritten Tag auf einen PC übertragen.

2.3 Fehlerbetrachtung

2.3.1 Höhe über dem Meeresspiegel

Nach WÜRSIG et al. (1991) ist die größte Fehlerquelle beim Theodolit-Tracking die ungenaue Bestimmung der Gerätehöhe über dem Meeresspiegel. Dabei gilt: Je höher der Beobachtungsstandort, desto geringer wird der Fehler (WÜRSIG et al. 1991). Je nach Tide variierte die Höhe des Theodolits über dem Meeresspiegel zwischen 43,0 und 44,4 m (Kap. 2.2.4.2). Zur Bestimmung der Höhe wurde ein Prisma-Apparat eingesetzt (Abb. 2.5) und anhand des Theodolits die Schrägdistanz zwischen dem Gerät und dem Berührungspunkt der Lotleine mit der Wasseroberfläche gemessen (Abb. 2.6). Die Lotleine hing in einem vor Brandung geschützten Becken. Trotzdem kam es durch den Wasserzu- und abfluss zu Wellenbewegungen. Dabei könnte es gelegentlich zu Ablesefehler des „wahren“ Wasserstandes gekommen sein. Wie stark wirkt sich in diesem Fall eine fehlerhafte Höhenbestimmung auf die berechnete Distanz zwischen Delfingruppe und Theodolit und auf die Geschwindigkeit der Tümmler aus?

Zur Berechnung der Abweichungen von der wahren Distanz wurde in konkreten Beispielen verschiedene Höhen (± 10 cm und ± 50 cm) zu der jeweiligen aktuellen Höhe der Tide addiert oder subtrahiert und die abweichenden Distanzen ermittelt (Tab. 2.1).

Um die Auswirkungen des Fehlers bei verschiedenen Entfernungen zwischen Delfingruppe und Theodolit miteinander zu vergleichen, wurden folgende Scans ausgewählt:

- 1.) 19.2.01; Scan 2: 542,9 m → Minimale Distanz aller Sichtungen
- 2.) 20.2.01; Scan 7: 1065,5 m → Durchschnittliche Distanz aller Sichtungen
- 3.) 18.2.01; Scan 17: 1891,7 m → Maximale Distanz aller Sichtungen

Dabei handelt es sich bei den Distanzangaben um den Mittelwert der Strecken innerhalb eines Scans. (Die nahesten Position einer Delfingruppe zum Beobachtungsstandort war in einer Entfernung von 423 m und die weiteste in 2265 m).

Tab. 2.3: Abweichungen von der wahren Distanz zwischen Theodolit und Delfingruppe bei einer fehlerhaften Höhenbestimmung; Höhe des Beobachtungsstandortes ca. 43 m über NN.

Fehler in der Höhe ± [m]	Abweichung bei einer Distanz von <u>542,9 m</u> ± [m]	Abweichung bei einer Distanz von <u>1065,5 m</u> ± [m]	Abweichung bei einer Distanz von <u>1891,7 m</u> ± [m]
0,1	1,24	2,4	4,3
0,5	6,2	12,2	21,4

Je größer die Distanz zwischen Theodolit und der beobachteten Delfingruppe ist, desto stärker wirkt sich eine fehlerhafte Höhenbestimmung auf die Positionsbestimmung der Tümmler aus. Bei einem realistischen Ablesefehler von 10 cm beträgt die maximale Abweichung in der Distanz 4,3 m und ist somit als vernachlässigbar gering einzustufen. Ein hypothetischer Fehler von 50 cm in der Höhenbestimmung würde eine maximale Distanzabweichung von 21,4 m hervorrufen.

Die Höhenbestimmung erfolgte nur einmal vor einem Scan. Somit gab es zwischen den Positionsbestimmungen der Delfine keine Höhenfehler. Kam es zu einem Ablesefehler des Wasserstandes an der Lotleine, handelte es sich somit um einen systematischen Fehler, der sich jedoch nicht auf die relativen Positionswerte und somit auf die Geschwindigkeitsberechnungen auswirkte. Anders ausgedrückt: Die gemessenen Abstände zwischen den Positionen auf der Landkarte stimmten mit den wahren Abständen überein – nur wäre durch den Höhenfehler die gesamte Landkarte etwas „verschoben“.

2.3.2 Dünung

Unabhängig vom Wind kann der Wellengang vor der Insel Choros beträchtlich hoch sein. Für das Theodolit-Tracking bedeutet dies konkret, dass es allein durch das Schwanken der Delfine zwischen Wellental und Wellenkamm zu einer Abweichung von der „wahren“ Distanz kommt. Abb. 2.10 zeigt, wie es bei einer Dünung zu einer Verlängerung der Teilstrecken zwischen zwei Positionen kommt.

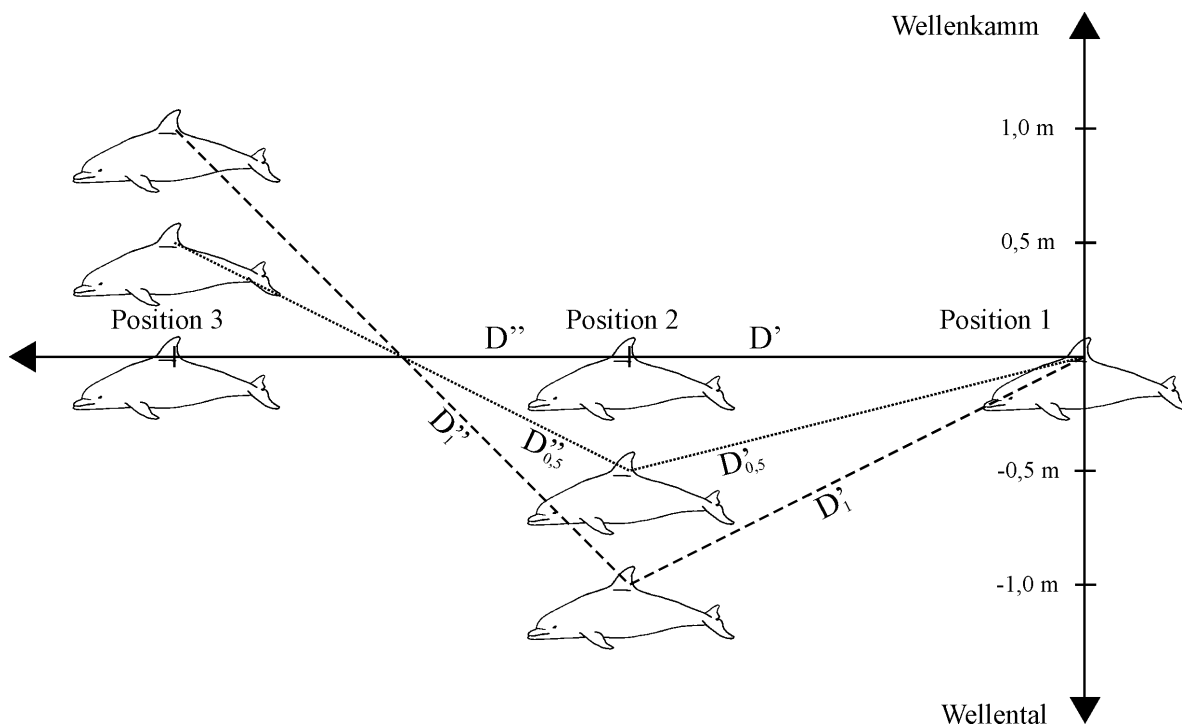


Abb. 2.10: Auswirkungen der Dünung auf die Teilstrecken D' und D'' zwischen zwei Positionen eines schwimmenden Delfins.

Um den Fehler der Dünung zu quantifizieren, wurden für die folgenden Berechnungen nur Scans ausgewählt, die bei sehr guten Beobachtungsbedingungen (Beaufort: 1-2, Dünung: ≤ 2 ; Kap. 2.2.3.8) aufgenommen wurden:

Beispiel 1: 18.2.01; Scan 1; Sektion A (Geschwindigkeit: $1,37 \text{ m s}^{-1}$; Distanz: 1040,7 m)

Beispiel 2: 18.2.01; Scan 1; Sektion B (Geschwindigkeit: $1,83 \text{ m s}^{-1}$; Distanz: 1040,7 m)

Beispiel 3: 17.2.01; Scan 14 (Geschwindigkeit: $2,92 \text{ m s}^{-1}$; Distanz: 1230,5 m)

Beispiel 4: 20.2.01; Scan 11 (Geschwindigkeit: $6,62 \text{ m s}^{-1}$; Distanz: 627,2 m)

Die Koordinaten und Geschwindigkeiten der Scans wurden zunächst mit korrektem Wasserstand berechnet (Kap. 2.2.4.3). Danach wurden die Positionen ermittelt, die sich aus der Anpeilung eines Delfins im Wellental (-1 bzw. -0,5 m) und im Wellenkamm (+1 bzw. +0,5 m) ergeben würden. Durch den Wechsel der Koordinaten von Wellental und Wellenkamm ergeben sich die verlängerten Teilstrecken der Positionen (D'_{-1} und D''_{-1} bzw. $D'_{0,5}$ und $D''_{0,5}$). Die Geschwindigkeit berechnet sich aus der zurückgelegten Strecke pro Zeit.

Tab. 2.4: Auswirkungen der Dünung auf die Berechnung der Geschwindigkeit. Hierbei wurde die Position immer im Wechsel zwischen Wellental und Wellenkamm gemessen.

Beispiel	Korrekte Geschwindigkeit [m s ⁻¹]	Abweichung der Geschwindigkeit bei einer Dünung von		Faktor der Abweichung bei einer Dünung von	
		0,5 m [m s ⁻¹]	1 m [m s ⁻¹]	0,5 m [m s ⁻¹]	1 m [m s ⁻¹]
1	1,37	0,86	2,74	1,63	3,00
2	1,83	1,16	3,25	1,64	2,78
3	2,92	0,75	1,87	1,26	1,64
4	6,62	0,87	2,43	1,13	1,37

Bei fehlerhafter Messung kann eine Dünung von 1 m (d. h. ein Höhenunterschied von 2 m), den Wert der wahren Geschwindigkeit von 1,37 m s⁻¹, um das 3-fache erhöhen (Tab. 2.4) – vorausgesetzt die Position des Delfins wurde immer im Wechsel im Wellental und Wellenkamm gemessen. Die Berechnungen zeigen auch: Je höher die Geschwindigkeit, desto kleiner wird der Faktor des Fehlers (Tab. 2.4).

Mit etwas Praxis im Theodolit-Tracking war es mir jedoch möglich, den Fehler durch das Auf und Ab der Dünung in den meisten Fällen zu vermeiden. So speicherte ich die Positionen des Tümmers immer in gleicher Stellung, also entweder im Wellenkamm oder Wellental. Wenn der Delfin in der Horizontalen schwamm, fixierte ich das Objektiv so, dass es nur horizontal bewegt werden konnte. Alle Tracks der Delfine habe ich grafisch aufgetragen und kontrolliert. Wenn zwischen zwei Messungen auffällig hohe Einzelgeschwindigkeiten zustande kamen, habe ich diese Ausreißer vom Datensatz ausgeschlossen (Kap. 2.4.1).

2.3.3 Bodennahe Refraktion und Flimmern

Bodennahe Refraktion und Flimmern sind die wichtigsten Fehlerquellen der optischen Distanzmessung (GROßMANN 1975). Durch die Sonneneinstrahlung erwärmt sich die auf dem Erdboden lagernde Luft am stärksten, so dass von unten nach oben die Temperatur ab- und die Dichte zunehmen. Durch das Wärmegefälle und den Wind werden kleinere und größere Luftteile mehr oder weniger schnell ausgetauscht und das Flimmern entsteht. Die unterschiedlichen Luftdichten haben wechselnde Brechungskoeffizienten zur Folge. Der Zielstrahl von Theodolit und Prisma ist dann nicht geradlinig, sondern gebogen, d. h. er unterliegt der bodennahen Refraktion (GROßMANN 1975).

Um diese Fehlerquelle zu vermeiden, habe ich das Gerät immer morgens justiert, wenn noch kein Luftflimmern auftrat.

2.3.4 Stehachse des Theodolits

Ein Stehachsenfehler kann die Winkelmessung stark verfälschen (WITTKKE 1971). Deshalb habe ich vor jedem Scan den korrekten senkrechten Stand des Theodolits anhand der eingebauten, zweidimensionalen Wasserwaage kontrolliert.

2.4 Auswertung

Anhand des Theodolits erhielt ich die Vertikal- und Horizontalwinkel der Positionen einer Delfingruppe. Die digitalen Daten übertrug ich auf einen PC in ein Tabellenkalkulations-Programm (MICROSOFT[®] EXCEL) und berechnete die Koordinaten der Auftauchpunkte der Delfine (Kap. 2.2.4.3). Verbindet man grafisch die einzelnen Positionen miteinander, erhält man die Schwimmroute (=Track) der Delfin-Gruppe (siehe Fallbeispiele im Kap. 3.4).

Insgesamt entstanden rund 6000 Positionsmessungen. Die Messungen der ersten drei Beobachtungstage und Scans (n=9), die unter zu schlechten Umweltbedingungen (Kap. 2.2.3.8) entstanden waren, entfernte ich vom Datensatz. Insgesamt wurden somit 4800 Positionsmessungen für die Auswertung verwendet.

2.4.1 Schwimmgeschwindigkeit

Mit dem Feldcomputer ließen sich die genauen Zeitpunkte jeder Position registrieren. Gemeinsam mit den Winkeldaten, übertragen in eine EXCEL-Tabelle, berechnete ich die Teilstrecken und die Zeit zwischen zwei Positionen, um die Schwimmgeschwindigkeiten zu ermitteln. Das Verhalten der Delfin-Gruppe (Kap. 2.2.3.1) und die Anzahl der nahen und fernen Boote (Kap. 2.2.3.7) wurden ebenfalls im Feldcomputer gespeichert. So erhielt ich den exakten Zeitpunkt, wann eine Aktivität begann und endete und wieviele Boote dabei anwesend waren. Änderten sich während der Datenaufnahme die Parameter Verhalten oder Bootsanzahl, teilte sich der Scan – von 10 Min. Länge – in kleinere Abschnitte (=Sektionen). Die durchschnittliche Geschwindigkeit ergibt sich aus dem arithmetischen Mittelwert der Einzelwerte innerhalb einer Sektion, bzw. eines Scans, wenn die Bootsanzahl und das Verhalten gleich blieben. Die maximale Zeitdauer für eine Geschwindigkeitsangabe beträgt somit 10 Minuten.

Die mittleren Geschwindigkeiten wurden nur von den Sektionen berechnet, in denen mindestens drei Einzelgeschwindigkeiten vorlagen. Da ich meistens die Positionen einer Delfin-Gruppe alle 10 bis 20 s aufzeichnete (Kap. 2.2.5), beträgt die Mindestzeit für eine Sektion 30 s. Bei einer Unterbrechung der Positionsbestimmung um 30 s habe ich die Werte nicht mehr für die Kalkulation der Geschwindigkeit verwendet.

Während eines Tauchgangs ließen sich die Schwimmroute und somit auch die Geschwindigkeit der Tümmler nicht ermitteln. Die Angaben zur Schwimmgeschwindigkeit beim „Tauchen“ beziehen sich deshalb immer auf die Geschwindigkeit während des Aufenthaltes an der Wasseroberfläche zwischen zwei Tauchgängen. Nur in den Zeitprofilen der Fallbeispiele (Kap. 3.4.3) wurden Geschwindigkeitsangaben gemacht, die sich aus der Strecke zwischen der Abtauch- und Auftauchposition pro Zeiteinheit ergaben.

Die Geschwindigkeitsangaben in Kap. 3 basieren auf der Auswertung von 4159 Einzelgeschwindigkeiten. Folgende Einzelgeschwindigkeitsdaten wurden von der Auswertung ausgeschlossen:

- 1.) Der jeweils erste Wert nach einem Tauchgang (4,5%), da die zurückgelegte Strecke unter Wasser nicht gemessen werden kann;
- 2.) Werte, die unrealistisch hoch waren (Ausreißer: 4% des Datensatzes; Kap. 2.3.2) und
- 3.) Werte einer Sektion, die kürzer als 30 s war (1,7%).

2.4.2 Tauch- und Aufenthaltszeiten an der Wasseroberfläche

Die Dauer der Tauchgänge eines Scans können womöglich ähnliche Werte zeigen („Autokorrelation“: ENGEL 1997) – z. B. wenn die Delfine mehrere Male hintereinander einen bevorzugten Ort in einer bestimmten Wassertiefe aufsuchten. Um eine Pseudoreplikation der Daten auszuschließen, verwendete ich für die statistischen Tests die arithmetischen Mittelwerte einer Beobachtungseinheit (Scan bzw. Sektion, Kap. 2.2.1) anstatt die Zeitdauer aller Tauchgänge (HURLBERT 1984). Dieses Verfahren wurde ebenfalls für die Berechnung der Aufenthaltszeiten an der Wasseroberfläche angewendet.

2.4.3 Frequenz von Sprüngen und Flukenschlägen

Zur Berechnung der Frequenzen von Sprüngen und Flukenschlägen wurden pro Sektion die Anzahl der Sprünge und Flukenschläge (=Events) gezählt und notiert. Die Wahrscheinlichkeit eines Events ist in großen Gruppen höher als in kleinen. Deshalb wurden für die Berechnung der Frequenzen die Anzahl der Events durch die Zeitdauer des Verhaltens dividiert und anschließend durch die Anzahl der Tiere innerhalb einer Gruppe geteilt. Auf diese Weise ist es außerdem möglich, die Werte von unterschiedlich großen Gruppen miteinander zu vergleichen. Man erhält so die Frequenz des Events pro Zeiteinheit und Delfin. Für die Kalkulation der Frequenzen wurden auch die Sektionen berücksichtigt, in denen keine Sprünge vorkamen.

Rechenbeispiel (24.1.01; Scan 1):

Sektion-Dauer: 7,35 Min.

Gruppengröße: 26-30 ($\bar{x} = 28$)

Anzahl der Sprünge: 7

Sprunghöhe: 1,50 m

$7 \div 7,35 = 0,952 \text{ Sprünge Min.}^{-1} \hat{=} 57,1 \text{ Sprünge h}^{-1}$

$57,1 \text{ Sprünge h}^{-1} / 28 \text{ Delfine} = \mathbf{2,04 \text{ Sprünge h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}}$

Für die statistische Auswertung wurden die Sprünge nach ihrer Höhe (von 0,75 m bis 9 m) in drei verschiedene Kategorien (niedrige, hohe und sehr hohe Sprünge) unterteilt (Kap. 2.2.3.4).

2.4.4 Energiebedarf beim Schwimmen

In meiner Diplomarbeit (YAZDI 1998) bestimmte ich den Energieverbrauch von zwei trainierten Großen Tümmlern mittels Respirometrie. Die Delfine schwammen zu verschiedenen Positionen und tauchten anschließend in einer Respirationskammer auf, um zu atmen. Aus dem Sauerstoffverbrauch [$\text{ml O}_2 \text{ s}^{-1}$] ließ sich die Leistung [W kg^{-1}] der Tümmler bei verschiedenen Schwimgeschwindigkeiten [m s^{-1}] berechnen. Anhand dieser Werte wurde die angepasste polynomiale Regression dritten Grades modelliert (YAZDI et al. 1999):

$$P = (0,083v^3 - 0,073v^2 - 0,021v + 2,154) \quad \text{Formel 2.7}$$

P = Leistung [W kg^{-1}]

v = Schwimmggeschwindigkeit [m s^{-1}]

Mit Formel 2.7 lässt sich nun auch der Energieverbrauch wilder Tümmler anhand der gemessenen Schwimmggeschwindigkeit bestimmen. Zum Aufstellen des Energiebudgets ermittelte ich mittels der Durchschnittsgeschwindigkeit bei jeder Verhaltenskategorie die Leistung der Delfine (Formel 2.7) und multiplizierte das Ergebnis jeweils mit dem zeitlichen Anteil der Aktivitäten am Gesamtverhalten. Der Gesamtenergiebedarf ergibt sich aus der Summe der Leistungen, die für die Aktivitäten aufgewendet wurden.

2.4.5 Energiebedarf beim Springen

Vor dem Ausführen von hohen Sprüngen müssen die Delfine beschleunigen und je nach Sprunghöhe kurzfristig hohe Geschwindigkeiten erreichen. Dabei hängt die Absprunggeschwindigkeit von der Sprunghöhe und vom Flugneigungswinkel α (Winkel vom Austrittspunkt des Delfins zur Wasseroberfläche) ab. Je flacher α ist, desto höher muss die Geschwindigkeit sein, um eine definierte Höhe zu erreichen. Deshalb verliefen die höchsten beobachteten Delfinsprünge vor der Insel Choros (ca. 9 m) nahezu senkrecht zur Wasseroberfläche – denn die Tiere sind naturgemäß geschwindigkeitslimitiert. Die Maximalgeschwindigkeit eines wilden Großen Tümmlers wurde mit 15 m s^{-1} für 20 s beschrieben (LOCKYER & MORRIS 1987).

2.4.5.1 Die Arbeit für die Ausführung von Sprüngen

Die Arbeit eines Sprunges setzt sich zusammen aus dem Energieverbrauch bzw. Arbeit [$\text{J} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \text{kg}$] der Beschleunigung und der Arbeit des Schwimmens in Absprunggeschwindigkeit:

$$W_{\text{Sprung}} = W_{\text{Beschleunigung}} + W_{\text{Geschwindigkeit}} \quad \text{Formel 2.8}$$

1.) Die Formel für die Beschleunigungsarbeit (bzw. kinetischen Energie) $W_{\text{Beschleunigung}}$ für einen schrägen Wurf mit parabelförmigem Verlauf lautet nach BÖGE (1984):

$$W_{\text{Beschleunigung}} = \frac{m}{2} \times (v_2 - v_1)^2 \quad \text{Formel 2.9}$$

m = Masse [kg]

v_1 = Ausgangsgeschwindigkeit [m s^{-1}]

v_2 = Absprunggeschwindigkeit [m s^{-1}]

Die Absprunggeschwindigkeit berechnet sich folgendermaßen:

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \alpha} \quad \text{Formel 2.10}$$

h = Sprunghöhe [m]

g = Fallbeschleunigung (9,81 m s⁻²)

α = Flugneigungswinkel

Nach meinen Beobachtungen waren im Allgemeinen die hohen Sprünge steiler als die niedrigen. Die geschätzten Flugneigungswinkel α für die verschiedenen Sprunghöhen sind in Tab. 2.5 aufgeführt.

Tab. 2.5: Die geschätzten und berechneten Parameter für verschiedene Sprunghöhen von Großen Tümmlern. Die Flugneigungswinkel beruhen auf Beobachtungen im Feld. Die Absprunggeschwindigkeiten ergeben sich aus Formel 2.10. Für die Berechnung der Beschleunigungszeiten für diese Tabelle wird von einer Ausgangsgeschwindigkeit von 1,9 m s⁻¹ (Median der Geschwindigkeitsverteilung, Kap. 3.5.1) und einer gleichmäßigen Beschleunigung von 2,7 m s⁻² (VIDELER & KAMERMANS 1985) ausgegangen. (Berechnung siehe Text).

geschätzte Sprunghöhe [m]	geschätzter Flugneigungswinkel α	berechnete Absprunggeschwindigkeit [m s ⁻¹]	berechnete Beschleunigungsdauer [s]
0,75	50°	5,0	1,1
1,5	60°	6,3	1,6
3,0	70°	8,2	2,3
4,5	75°	9,7	2,9
6,0	80°	11,0	3,4
9,0	80°	13,5	4,3

2.) Die Leistung, die Große Tümmler aufwenden, um mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu schwimmen, ergibt sich aus Formel 2.7 (Kap. 2.4.4). Mit Einsetzen der Absprunggeschwindigkeit v_2 in Formel 2.7 erhalten wir den Energieverbrauch in der Einheit Watt pro Kilogramm. Bei Multiplikation dieses Wertes mit der durchschnittlichen Masse der Delfine (200 kg: KIRTLAND 1993) erhalten wir die Einheit Watt bzw. Joule pro Sekunde:

$$P' = P \times m \quad \text{Formel 2.11}$$

P' = Leistung [W]

P = Leistung [W kg⁻¹]

m = Masse [kg]

In Untersuchungen von VIDELER & KAMERMANS (1985) betrug die durchschnittliche Beschleunigung eines Großen Tümmlers 2,7 m s⁻². Das bedeutet, dass bei einer gleichmäßigen Beschleunigung die Geschwindigkeit der Delfine pro Sekunde um 2,7 m s⁻¹ zunimmt. Dieses deckt sich auch mit meinen Beobachtungen im Delfinarium: Die Großen Tümmler benötigten ca. 3 s, um vom Stand aus auf eine Absprunggeschwindigkeit von 7,7 m s⁻¹ (Sprunghöhe: 3 m: $\alpha = 90^\circ$) zu beschleunigen (YAZDI 1998).

Die Delfine in freier Wildbahn springen jedoch meistens nicht senkrecht aus dem Wasser. Folglich erfordert dies höhere Absprunggeschwindigkeiten (Tab. 2.5). Allerdings bewegen sich meistens die Tiere bereits in einer Grundgeschwindigkeit und benötigen deshalb weniger Zeit, um auf die Absprunggeschwindigkeit zu beschleunigen. Für die Berechnung der Beschleunigungsdauer nehme ich als Ausgangsgeschwindigkeit v_1 den Median der Schwimmgeschwindigkeitsverteilung ($\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$, Kap. 3.5.1) an und ziehe diesen Betrag von der Absprunggeschwindigkeit v_2 (Tab. 2.5) ab. Die Beschleunigungsszeiten für die verschiedenen Sprunghöhen ergeben sich aus den Geschwindigkeitsdifferenzen ($v_2 - v_1$), die durch die mittlere Beschleunigung ($2,7 \text{ m s}^{-2}$: VIDELER & KAMERMANS 1985) dividiert werden (Tab. 2.5).

Ich berechnete die Arbeit, die ein Delfin benötigt, um die Absprunggeschwindigkeit $W_{\text{Geschwindigkeit}}$ zu erreichen folgendermaßen: Vorausgesetzt, die Tiere beschleunigen gleichmäßig von der Ausgangsgeschwindigkeit bis zur Absprunggeschwindigkeit, dann kann die Differenz der Geschwindigkeitswerte (Absprunggeschwindigkeit v_2 - Ausgangsgeschwindigkeit v_1) durch die Sekundenzahl dividiert werden. Für jeden Sekundenabschnitt wird nun dieser Betrag zur vorherigen Geschwindigkeit addiert und dieser Wert in Formel 2.11 eingesetzt. Das Ziel ist, eine gute Näherung für die Geschwindigkeitswerte während der Beschleunigung zu erhalten. Die Einzelleistungen der Sekundenabschnitte werden nun aufsummiert und die Arbeit $W_{\text{Geschwindigkeit}}$ in Joule berechnet.

Rechenbeispiel: Arbeit eines sehr hohen Sprungs

gegeben: Ausgangsgeschwindigkeit $v_1 = 1,9 \text{ m s}^{-1}$

Sprunghöhe = 9 m

angenommen: Flugneigungswinkel $\alpha = 80^\circ$

Masse des Delfins = 200 kg

Beschleunigungsdauer: 4 s

gesucht: $W_{\text{sehr hoher Sprung}}$

Berechnung der Absprunggeschwindigkeit v_2 :

$$v_2 = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{2 \times 9,81 \text{ m s}^{-2} \times 9 \text{ m}}}{\sin 80^\circ} = 13,5 \text{ m s}^{-1}$$

Berechnung der Beschleunigungsarbeit $W_{\text{Beschleunigung}}$:

$$W_{\text{Beschleunigung}} = \frac{m}{2} \times (v_2 - v_1)^2 = \frac{200 \text{ kg}}{2} \times (13,5 - 1,9)^2 = 13456 \text{ J}$$

Berechnung der Arbeit des Schwimmens $W_{\text{Geschwindigkeit}}$:

Die Differenz der Ausgangsgeschwindigkeit ($1,9 \text{ m s}^{-1}$) und Absprunggeschwindigkeit ($13,5 \text{ m s}^{-1}$) beträgt $11,6 \text{ m s}^{-1}$. Bei einer Beschleunigungsdauer von 4 s erhöht sich somit die Geschwindigkeit pro Sekunde um ($11,6 \text{ m s}^{-1} \div 4 =$) $2,9 \text{ m s}^{-1}$. Die mittleren Geschwindigkeiten für jede Sekunde werden in Formel 2.11 eingesetzt und man erhält die Leistung in W pro Delfin:

1. Sekunde: $v = 4,8 \text{ m s}^{-1} \rightarrow 1910 \text{ W}$
2. Sekunde: $v = 7,7 \text{ m s}^{-1} \rightarrow 7111 \text{ W}$
3. Sekunde: $v = 10,6 \text{ m s}^{-1} \rightarrow 18516 \text{ W}$
4. Sekunde $v = 13,5 \text{ m s}^{-1} \rightarrow 38556 \text{ W}$

Die Einzelleistungen werden summiert und man erhält die Arbeit $W_{\text{Geschwindigkeit}}$ in 66093 J pro Delfin.

Gesamtarbeit für einen sehr hohen Sprung nach Formel 2.8:

$$W_{\text{sehr hoher Sprung}} = W_{\text{Beschleunigung}} + W_{\text{Geschwindigkeit}} = 13456 \text{ J} + 66093 \text{ J} = 79549 \text{ J} = \mathbf{79,5 \text{ KJ pro Delfin.}}$$

2.4.5.2 Die Leistung für die Ausführung von Sprüngen

Für die Leistung P beim Springen wird die berechnete Arbeit W_{Sprung} mit der jeweiligen Frequenz der Sprünge einer Sektion (Kap. 2.4.3) multipliziert:

$$P = W_{\text{Sprung}} \times f \quad \text{Formel 2.12}$$

P = Leistung [W]

f = Frequenz der Sprünge pro Delfin [s^{-1}]

Rechenbeispiel: Berechnung der Leistung $P_{\text{sehr hoher Sprung}}$ während des Sozialverhaltens:

gegeben: Arbeit für einen Sprung in 9 m Höhe $W_{\text{sehr hoher Sprung}} = 79,5 \text{ KJ pro Delfin}$

Sprungfrequenz $f = 0,0002528 \text{ s}^{-1}$

$$P_{\text{sehr hoher Sprung}} = W_{\text{sehr hoher Sprung}} \times f = 79549 \text{ J} \times 0,0002528 \text{ s}^{-1} = \mathbf{20,1 \text{ W pro Delfin}}$$

2.5 Statistik

2.5.1 Grafische Darstellungen und statistische Tests

Die Verteilungen der metrischen Daten waren asymmetrisch und meist rechtsschief (bzw. linkssteil). Die zulässigen Transformationen bei rechtsschiefen Verteilungen mit Null-Werten sind:

- 1.) die logarithmische Transformation: $y = \log((0,5 + x) \times 10)$ (LOZÁN & KAUSCH 1998) und
- 2.) die Wurzel-Transformation: $y = \sqrt{0,5 + x}$ (LOZÁN & KAUSCH 1998).

Die Transformierung der Daten führte jedoch zu keinen Normalverteilungen.

Die Abweichung zur Normalverteilung prüfte ich anhand der Bestimmung der Schiefe und des Ekzeses (LOZÁN & KAUSCH 1998). Als Verteilungsschwerpunkt wurde der Median und als Variabilitätsmaß der Quartilsabstand angegeben (LORENZ 1996; ENGEL 1997; LOZÁN & KAUSCH 1998). Zur grafischen Darstellung wählte ich hierfür „Box-and-Whisker-Plots“ (TUKEY 1977).

Die Konfidenzintervalle in den Säulendiagrammen des Aktivitäts- und Energiebudgets sind nach der Methode von WILSON (1927) erstellt, die von NEWCOMBE (1998) beschrieben und empfohlen wird. (Minitab Macro: http://www.cardiff.ac.uk/medicine/epidemiology_statistics/research).

Jede Sektion (Kap. 2.2.1) beinhaltet alle relevanten Informationen (wie Datum, Uhrzeit, Verhaltenskategorie, Anzahl der fernen und nahen Boote, Gruppengröße, Gruppenformation, Schwimmgeschwindigkeit, Frequenz der Sprünge und Flukenschläge, sowie ggf. Tauchdauer) und wurden unabhängig voneinander getestet. Die Fragmentation reduziert den Grad der Autokorrelation (gegen $p < 0,05$) und verringert die Pseudoreplikation (CONSTANTINE et al. 2004).

Da die Daten nicht normalverteilt sind, konnten keine parametrischen Tests verwendet werden. Bei metrischen Messwerten (Schwimmgeschwindigkeit, Tauchzeit, Frequenz, Leistung) testete ich zunächst mit einem Kruskal-Wallis-Test, ob sich mindestens eine Gruppe in ihrem Median von den übrigen unterscheidet (ENGEL 1997). Gab es ein signifikantes Ergebnis ($p < 0,05$), führte ich paarweise Vergleiche der Gruppen anhand des Mann-Whitney U-Tests, bzw. Kruskal-Wallis-Tests durch. Zur Kontrolle des multiplen Signifikanzniveaus (BENDER et al. 2002) wendete ich die Bonferroni-Methode (SOKAL & ROHLF 1995) an. Im speziellen Fall bediente ich mich der Methode von Bonferroni-Holm (HOLM 1979), nach der sich die multiplen Signifikanzniveaus genauer berechnen lassen (BENDER et al. 2002). Die statistischen Tests führte ich mit der Software MEDCALC[®], Version 8.1.0.0 durch.

Zur Erstellung des Aktivitätsbudgets führte ich innerhalb der 10-Min.-Scans, in denen die Tiere kontinuierlich beobachtet wurden (Kap. 2.2.1), ein „instantaneous sampling“ (ALTMANN 1974) durch. Jede drei Minuten wurde die Aktivität der Delfingruppe notiert und gezählt. Für die Aufnahme des Verhaltens von Delfinen wird von SHANE (1990a) der Abstand von drei Minuten empfohlen (BEARZI 1994a). Die somit gewonnenen Nominaldaten wurden anhand eines Chi-Quadrat-Tests miteinander auf Signifikanz ($p < 0,05$) verglichen. (Online-Chi-Quadrat-Test: <http://www.unc.edu/~preacher/chisq/chisq.htm>). Auch die Gruppenformationen und Bewegungsmuster der Delfine innerhalb der verschiedenen Bootskategorien wurden mit einem Chi-Quadrat-Test auf Unterschiede geprüft. Waren die Anzahl der Werte zu gering, bzw. die Erwartungswerte zu klein, um einen Chi-Quadrat-Test durchzuführen, wendete ich den Fisher-Test an – vorausgesetzt die Daten ließen sich in einer Vierfeldertafel darstellen (Online-Fisher-Test: <http://faculty.vassar.edu/lowry/fisher.html>).

2.5.2 Sequenzanalyse

Die Verhaltensmuster der Delfine in Bezug auf die Anwesenheit von Booten untersuchte ich anhand der Sequenzanalyse (GOTTMAN 1980; ALLISON & LIKER 1982; SLOOTEN 1994; BAKEMAN & GOTTMAN 1997). Dafür notierte ich jeweils alle Verhaltensänderungen einer Delfingruppe, die innerhalb eines Scans auftraten. Ebenso wurden die Veränderungen der Bootsanzahl – sowohl im fernen als auch im nahen Bereich der Delfingruppe – registriert. Die Häufigkeiten der Verhaltenssequenzen wurden in eine Tabelle (Tab. 2.6) übertragen (BAKEMAN & GOTTMAN 1997).

Als Beispiel sind die Frequenzen der Verhaltenskombinationen aufgeführt, die bei einer konstanten Bootszahl in der Nähe der Delfine auftraten (Tab. 2.6). Die erste Spalte zeigt das Ausgangsverhalten (A) und die erste Zeile das Zielverhalten (Z) der Delfine. Zum Beispiel wenn die Tiere langsam schwammen und die Anzahl der Boote in der Nähe über eine gewisse Zeit konstant blieb, wechselten sie besonders häufig zum Schnellschwimmen (6-mal), aber nur zweimal zum Tauchen und einmal zum Ruhen. Beim Ausgangsverhalten Ruhen wechselten die Tümmler zum Tauchen (2-mal).

Tab. 2.6: Häufigkeiten der Verhaltenssequenzen bei einer konstanten Anzahl von Booten in der Nähe der Delfine (Tauch = Tauchen, Langs = Langsames Schwimmen, Schnell = Schnellschwimmen, Sozial = Sozialverhalten, Z = Zielverhalten, A = Ausgangsverhalten, F_A = Frequenz des Ausgangsverhaltens, F_Z = Frequenz des Zielverhaltens).

A↓/Z→	Jagen	Tauch	Ruhen	Langs	Schnell	Sozial	F_A ↓
Jagen							
Tauch				2	2		4
Ruhen		2					2
Langs		2	1		6		9
Schnell				3			3
Sozial				1			1
F_Z →		4	1	6	8		Σ 19

Nach BAKEMAN & GOTTMAN (1997) kann man anhand der Frequenzen die Wahrscheinlichkeit (den z -Wert) jeder Verhaltenssequenz berechnen. Liegt der z -Wert außerhalb des Bereichs von -1,96 bis 1,96, ist er als signifikant ($p < 0,05$) anzusehen (BAKEMAN & GOTTMAN 1997), d. h. die jeweilige Verhaltenssequenz kam bedeutend häufiger vor als erwartet.

Der z -Wert lässt sich nach BAKEMAN & GOTTMAN (1997) folgendermaßen berechnen:

$$z = \frac{F_{AZ} - \left(\frac{F_A \times F_Z}{N} \right)}{\sqrt{\frac{F_A \times F_Z}{N} \left(1 - \frac{F_A}{N} \right) \left(1 - \frac{F_Z}{N} \right)}} \quad \text{Formel 2.13}$$

F_{AZ} = Frequenz der Sequenz vom Ausgangsverhalten und Zielverhalten

F_A = Frequenz aller Ausgangsverhaltenskategorien

F_Z = Frequenz aller Zielverhaltenskategorien

N = Gesamtanzahl der Verhaltenssequenzen

Formel 2.13 gilt für Sequenzen mit Verhaltenskategorien, die sich wiederholen dürfen. Dieses ist bei einer Zu- oder Abnahme von Booten der Fall, da sich hier das Verhalten auch bei einer Änderung der Bootszahl nicht unbedingt verändern muss. Wenn jedoch keine Boote anwesend sind oder die Bootszahl konstant bleibt (Tab. 2.6), kann sich nur ein Parameter verändern, nämlich das Wechseln in eine andere Verhaltenskategorie. Das bedeutet, dass sich Verhaltenssequenzen nicht wiederholen können. Der z -Wert berechnet sich in diesem Fall folgendermaßen (ALLISON & LIKER 1982; BAKEMAN & GOTTMAN 1986; SLOOTEN 1994):

$$z = \frac{\frac{F_{AZ}}{F_A} - \left(\frac{F_Z}{N - F_A} \right)}{\sqrt{\frac{\left(\frac{F_Z}{N - F_A} \right) \left(1 - \frac{F_Z}{N - F_A} \right) \left(1 - \frac{F_A}{N - F_Z} \right)}{N \left(\frac{F_A}{N - F_Z} \right)}}}$$

Formel 2.14

Anhand der z -Werte lassen sich Sequenzdiagramme erstellen (BAKEMAN & GOTTMAN 1997; SLOOTEN 1994), die veranschaulichen, welche Verhaltenskategorien miteinander assoziiert sind.

3 Ergebnisse



3.1 Delfinsichtungen

Gemessen vom Beobachtungsstandort an der Südspitze der Insel Choros betrug die größte Distanz zu einer Delfingruppe 2265 m. Die kürzeste Distanz zum Beobachtungspunkt lag bei 423 m, als Delfine bis in die Brandungszone der Insel schwammen. Das Beobachtungsgebiet hatte einen Sichtungswinkel von 214° (Abb. 2.8). Die maximale Sichtungsentfernung der Delfingruppe markierte den Außenrand des Beobachtungsbogens, der eine Länge von 8417 m aufwies. Die überschaubare Fläche des Beobachtungsgebietes war somit $9,5 \text{ km}^2$ groß. Zieht man die Fläche des Strandabschnittes von der Gesamtfläche des Sichtungsgebiets ab, ergibt dies eine Fläche von $9,2 \text{ km}^2$. Dies entspricht der Fläche des Beobachtungsgebietes, in dem Delfine gesichtet werden konnten.

Auf das Beobachtungsgebiet projizierte ich ein rechtshändiges Koordinatensystem (Abb. 2.8), wobei der Beobachtungsstandort die Position (0/0) erhielt (Kap. 2.2.4.3). In den folgenden Abbildungen ist jeweils nur das Koordinatensystem angegeben. Die Kreuze markieren die Positionen der Delfingruppen.

Vor jedem Scan wurde das gesamte Beobachtungsgebiet (Abb. 2.8) von der westlichen bis östlichen Grenze des Sichtungsfeldes von mehreren Personen systematisch nach Delfinen abgesucht. Wenn es im Beobachtungsgebiet mehrere Gruppen von Delfinen gab, nahm ich das Verhalten der größten Gruppe auf (Kap. 2.2.1). Die folgenden Abbildungen zu den Sichtungen der Großen Tümmler vor der Insel Choros spiegeln deshalb zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht den Aufenthaltsort aller aufgetretenen Gruppen wider. Die Mehrzahl der Delfine ist in diesen Sichtungen jedoch vertreten.

Die Auftragung der Sichtungen ohne Präsenz von Booten zeigt, dass die Delfine ein bestimmtes Areal im Südwesten der Insel als Aufenthaltsgebiet bevorzugten (Abb. 3.1). 91% der insgesamt 76 Sichtungen lagen in einem Gebiet mit einer Fläche von $(900 \text{ m} \times 900 \text{ m} =) 0,81 \text{ Quadratkilometern}$, das ca. 9% der Fläche des Beobachtungsgebiets entspricht. Das von den Tümmlern bevorzugte Gebiet ist anhand eines roten Rahmens gekennzeichnet (Abb. 3.1). Einfachheitshalber wird für das erwähnte Gebiet die Abkürzung „**BA**“ (= bevorzugtes Aufenthaltsgebiet) eingeführt. Die 7 Sichtungen außerhalb dieses Rahmens verteilten sich auf den Nordwesten und Osten des Beobachtungsgebiets.

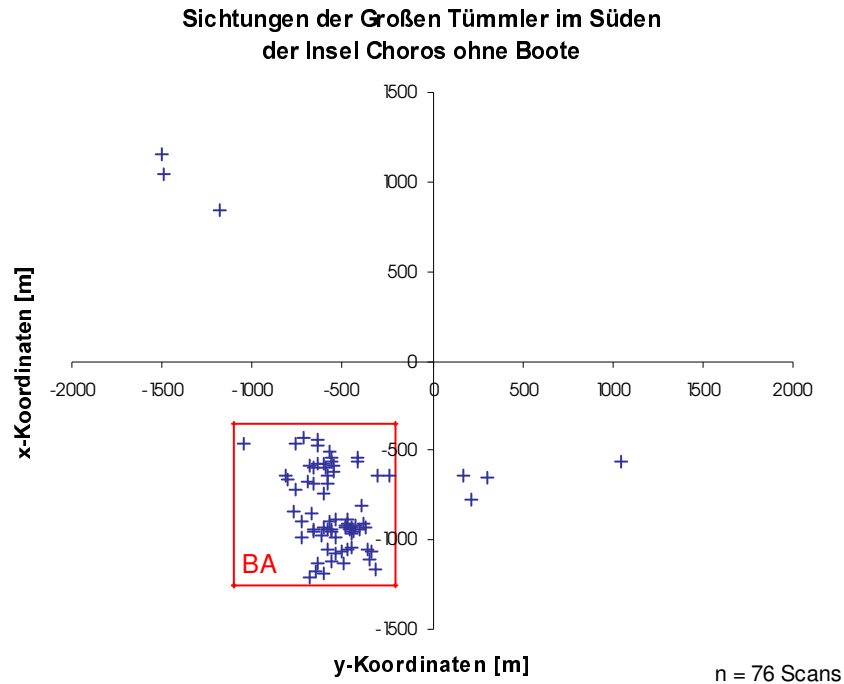


Abb. 3.1: Sichtungen der Großen Tümmler im Süden der Insel Choros ohne Präsenz von Booten. Die Kreuze markieren jeweils die erste Position eines Scans. 91% der Delfinsichtungen liegen innerhalb des roten Rahmens, das somit das bevorzugte Aufenthaltsgebiet (BA) der Delfine darstellt (Fläche: $900\text{ m} \times 900\text{ m} = 0,81\text{ km}^2$).

3.2 Boote im Beobachtungsgebiet

3.2.1 Bootsrouen und -geschwindigkeiten

Die meisten Boote fahren von dem Ort Punta Choros los, um Touristen zu den Delfinen zu befördern (Abb. 2.1). In Abb. 3.2 sind neun verschiedene Routen von Tourismus-Booten dargestellt. (Dabei wurden nicht immer die gesamte Strecke der Bootsroute aufgenommen). Die Boote näherten sich immer vom Osten der Insel Choros, und fuhren dann zur Südspitze der Insel in das Gebiet, wo sich die Großen Tümmler bevorzugt aufhielten. Wenn die Bootsführer im BA keine Delfine sichten konnten, fuhren sie weiter in Richtung Westen und Nordwesten der Insel Choros.

Die Distanz vom östlichen Rand des Sichtfeldes bis zum Eintritt im BA beträgt 1380 m, für die die Fischerboote (mit 25 PS) ca. 6,8 Min. benötigten. Das entspricht ungefähr der Maximal-Distanz zwischen einer Delfingruppe im BA und den „fernen“ Booten.

In Tab. 3.1 sind die Pferdestärken (PS) der Bootsmotoren genannt sowie die durchschnittlichen Geschwindigkeiten bei der Anfahrt zu den Tümmlern, während des Folgens der Delfingruppe und der Rückfahrt, aufgeführt. Sechs der insgesamt acht untersuchten Boote besaßen Motoren mit 25 PS und eines mit 40 PS. Die sieben Fischerboote hatten vergleichbare Durchschnittsgeschwindigkeiten. Ein Schlauchboot mit dem Namen „Gravedad Cero“ besaß einen Motor mit 55 PS und fuhr deutlich schneller als die Fischerboote.

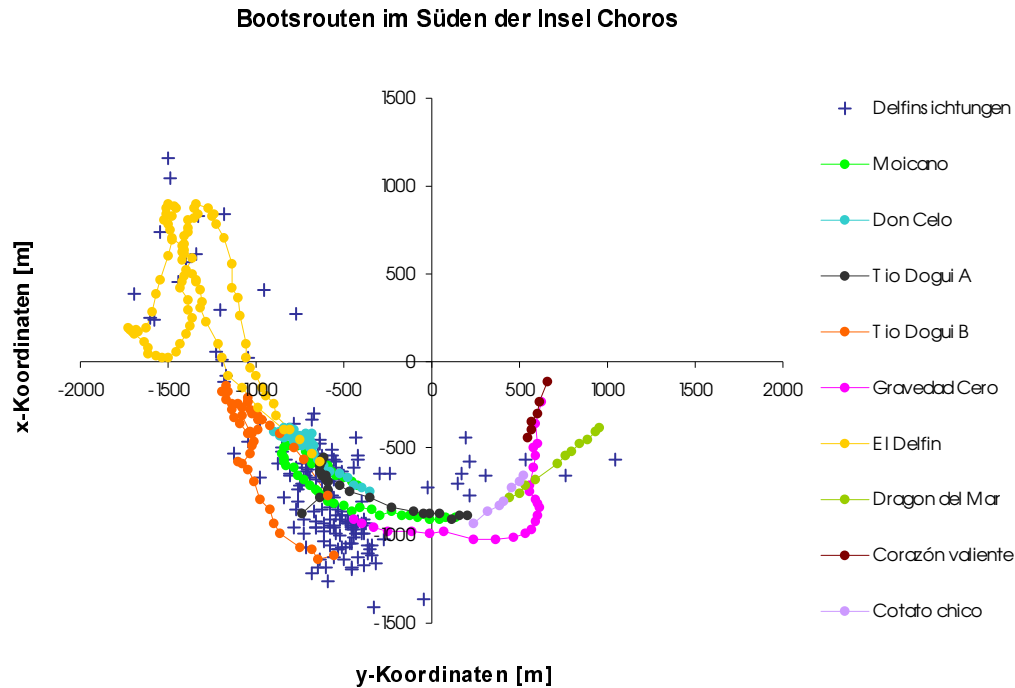


Abb. 3.2: Summarische Darstellung von neun Routen von Booten, die die Großen Tümmler im Süden der Insel Choros im Sommer 2000/2001 aufsuchten. Die Aufzeichnungen fanden an verschiedenen Tagen und zu unterschiedlichen Uhrzeiten statt. Nicht immer wurde die gesamte Strecke der Bootsroute aufgenommen. Ein Kreuz markiert die erste Position eines Scans einer Delfingruppe, bei Ab- oder Anwesenheit von Booten (n gesamt = 165 Scans).

In Tab. A.2.1 (Anhang A.2) sind alle 43 Boote aufgeführt, die zwischen dem 23.1.01 und 29.3.01 vor der Südspitze der Insel Choros die Delfine aufgesucht haben. Durch Befragung der Bootsführer konnte ich die PS einiger Bootsmotoren erfahren. Die Mehrzahl der Boote (52%) hatten Motoren mit 25 PS. 24% der Boote fuhren mit 40 PS, 14% mit 55 PS und 10% mit 15 PS. Eine hohe PS-Zahl des Motors bedeutete nicht zwangsläufig, dass die Bootsführer auch schnell fuhren. Das Fischerboot „Moicano“ mit 40 PS fuhr mit der geringsten Geschwindigkeit im Folgen der Delfine und in der Abfahrt im Vergleich zu den anderen untersuchten Booten. Das Schlauchboot „Gravedad Cero“ mit 55 PS fuhr jedoch immer schneller als die Fischerboote. Beim Folgen der Delfine fuhr es im Zick-Zack und schneller als die Gruppe selbst ($7,0 \text{ m s}^{-1}$; Tab. 3.1).

Die durchschnittliche Anfahrtsgeschwindigkeit der Boote betrug $5,9 \text{ m s}^{-1}$ (bzw. $21,2 \text{ km h}^{-1}$; $11,4 \text{ kn}$; $n=4$). Hatten die Boote die Delfingruppe erstmal erreicht, folgten sie ihr mit einer mittleren Geschwindigkeit von $3,4 \text{ m s}^{-1}$ (bzw. $12,2 \text{ km h}^{-1}$; $6,6 \text{ kn}$; $n=5$). Beim Verlassen der Delfingruppe fuhren sie mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $4,6 \text{ m s}^{-1}$ (bzw. $16,6 \text{ km h}^{-1}$; 9 kn ; $n=8$).

Tab. 3.1: Durchschnittliche Geschwindigkeiten der Boote bei der Anfahrt zu den Delfinen, des Folgens der Delfingruppe und der Rückfahrt.

Bootsname	Anfahrts- geschwindigkeit [m s ⁻¹]	Folge- geschwindigkeit [m s ⁻¹]	Abfahrts- geschwindigkeit [m s ⁻¹]	PS der Boots- motoren
Moicano	3,2	1,5	2,5	40
Don Celso	-	2,1	2,9	25
Tío Dogui	2,9	2,7	4,1	25
Gravedad Cero	13,2	7,0	10,9	55
El Delfin	4,4	3,6	4,8	25
Dragon del Mar	-	-	3,4	25
Corazón Valiente	-	-	5,0	25
Cotato Chico	-	-	3,3	25
Insgesamt: 8 Boote	$\bar{x} = 5,9$	$\bar{x} = 3,4$	$\bar{x} = 4,6$	$\bar{x} = 30,6$

3.2.2 Anzahl und Aufenthaltsdauer der Boote

Die Hauptsaison des Tourismus vor der Insel Choros beschränkt sich auf die Sommermonate zwischen Januar und März. In Tab. 3.2 sind die Anzahl der Boote aufgeführt, die an jedem Beobachtungstag ab dem 16.2.01 bis 29.3.01 täglich im angegebenen Zeitraum gezählt wurden. (Dabei war das Registrieren der Boote unabhängig von der Aufnahme der Scans). Es gab dabei Boote, die mehrmals täglich zu den Delfinen hinausfahren.

Nur an einem Beobachtungstag (am 23.3.2001) wurden zwischen 9:00 und 13:00 Uhr keine Boote gesichtet. Die höchste Anzahl von Booten wurde am 18.2.01 verzeichnet. Zwischen 9:30 und 17:00 kamen 38-mal Boote in das Beobachtungsgebiet. 34 Boote waren mit der Suche nach Delfinen erfolgreich und hielten sich in der Nähe der Delfine auf (Tab. 3.2).

Die Anzahl der Tage mit keinem Boot oder wenigen Booten (<5 Boote pro Tag) sowie die Anzahl der Tage mit vielen Booten (≥ 5 Boote pro Tag) betragen in beiden Fällen sechs. Somit war der Datensatz ausgeglichen.

Tab. 3.2: Anzahl der täglich gesichteten Boote im Beobachtungsgebiet vor der Insel Choros. Das Zählen der Boote war von der Aufnahme der Scans unabhängig. Anzahl der Tage mit keinem Boot oder wenigen Booten (<5 Boote pro Tag): n=6; Anzahl der Tage mit vielen Boote (≥5 Boote pro Tag): n=6.

Datum	Zeitraum der Beobachtung	Gesamtanzahl der Boote	Anzahl der Boote bei den Delfinen
16.2.2001	9:30-14:20	18	16
17.2.2001	9:30-17:00	25	25
18.2.2001	9:30-17:00	38	34
19.2.2001	7:00-14:00	15	12
20.2.2001	7:00-12:30	10	10
22.3.2001	9:00-17:30	3	2
23.3.2001	9:00-13:00	0	0
24.3.2001	8:30-17:00	4	1
25.3.2001	11:00-18:30	6	6
27.3.2001	10:00-15:50	1	1
28.3.2001	9:00-18:00	2	2
29.3.2001	8:15-17:30	1	1

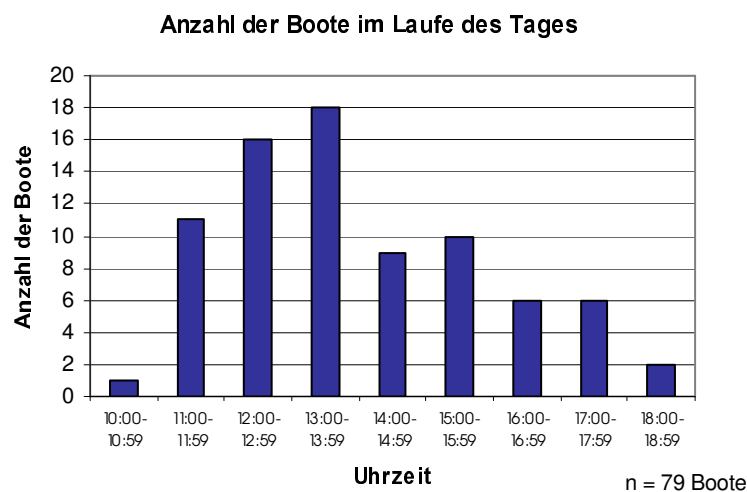


Abb. 3.3: Anzahl der gesichteten Boote im Beobachtungsgebiet im Laufe des Tages zwischen dem 16.2. und 29.3.2001. (Es sind nur die Tage berücksichtigt, in denen das Sichtungsgebiet mindestens in der Zeit von 11:00-17:00 Uhr beobachtet wurde⁴; \bar{x} = 13:26 Uhr; \tilde{x} = 13:24 Uhr; Q: 12:20-15:15 Uhr; R: 10:42-18:47 Uhr).

⁴ Nicht an jedem Beobachtungstag wurde das Sichtungsgebiet von morgens bis abends beobachtet (Tab. 3.2). Um die Ergebnisse nicht zu verfälschen, wurden in Abb. 3.3 nur die Tage berücksichtigt, in denen das Sichtungsgebiet mindestens in der Zeit von 11:00-17:00 Uhr beobachtet wurde. Bei Einschließung aller Daten würde der Zentralwert mehr nach links rücken.

In Abb. 3.3 ist die Anzahl der gesichteten Boote im Beobachtungsgebiet zu den verschiedenen Tageszeiten aufgeführt. Die meisten Boote wurden zwischen 13:00 und 14:00 gezählt. 50% der Boote besuchten die Delfine zwischen 12:20 und 15:15 Uhr.

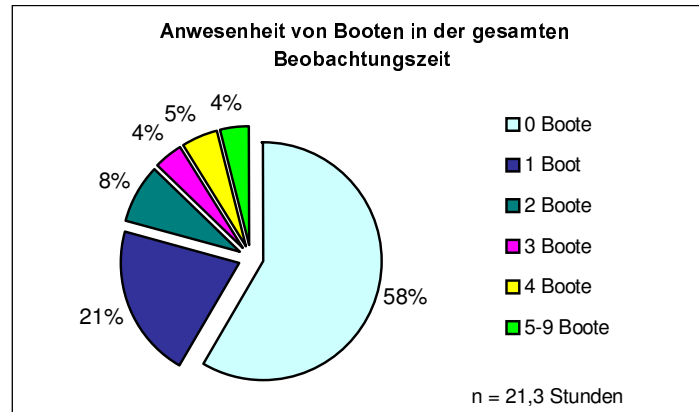


Abb. 3.4: Prozentualer Anteil der Bootsanzahl während der gesamten Beobachtungszeit.

In 58% der gesamten Beobachtungszeit standen die Großen Tümmler nicht unter dem Einfluss von Booten (Abb. 3.4). Ein Boot gab es im Beobachtungsgebiet in 21% der Zeit. In den übrigen 21% der Beobachtungszeit waren mehrere Boote anwesend, während 9 Boote gleichzeitig im Sichtungsfeld (0,8% der Zeit) das Maximum der Bootsanzahl waren. Die Aufenthaltsdauer der Boote bei den Delfinen lag zwischen 3 und 45 Min. (Abb. 3.5), wobei der Median bei 11 Min. lag.

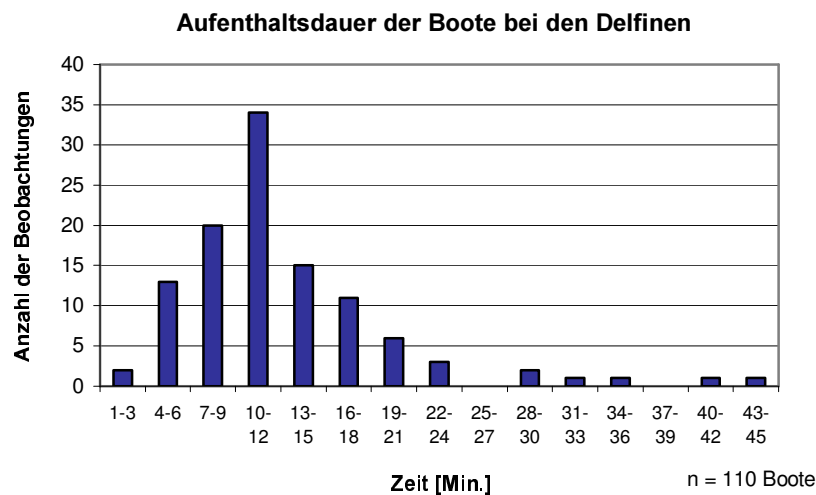


Abb. 3.5: Aufenthaltsdauer der Boote bei den Delfinen (\bar{x} = 12 Min.; \tilde{x} = 11 Min.; Q: 8-15 Min.; R: 3-45 Min.).

Zwischen 13:00 und 14:00 Uhr waren in 91% der Beobachtungszeit Boote im Sichtungsgebiet anwesend (Abb. 3.6). Der Anteil der nahen Boote war erwartungsgemäß auch am frühen Nachmittag zwischen 13:00 und 14:00 Uhr am stärksten vertreten (Abb. 3.7). Über die Hälfte der Zeit (57%) befand sich mindestens ein Boot in der Nähe der Delfine. In 32% der Zeit waren die Delfine mehr als zwei Booten in ihrem nahen Umfeld ausgesetzt. Zwischen 14:00 und 15:00 Uhr nahm der Anteil der Zeit mit nahen Booten auf 26% ab, stieg jedoch wieder zwischen 15:00 und 16:00 Uhr auf 49% an.

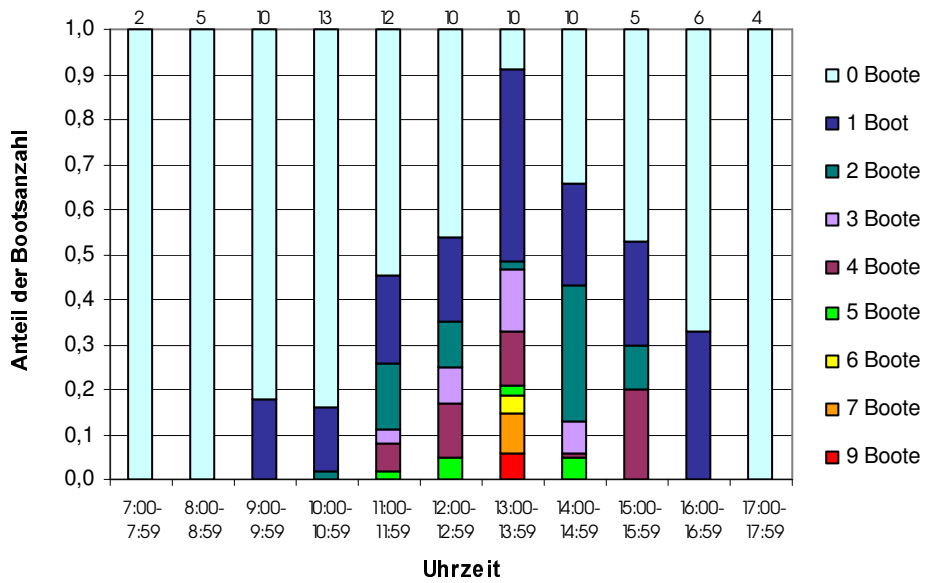


Abb. 3.6: Prozentuale Verteilung der Bootsanzahl im gesamten Beobachtungsgebiet im Tagesverlauf. Die Zahlen über den Säulen geben die Anzahl der Beobachtungstage an, die in die Berechnung für die jeweilige Stunde mit eingingen. Wenn sich eine Sektion über die Grenze zwischen zwei Uhrzeiten erstreckte, wurde sie geteilt; n = 276 Sektionen).

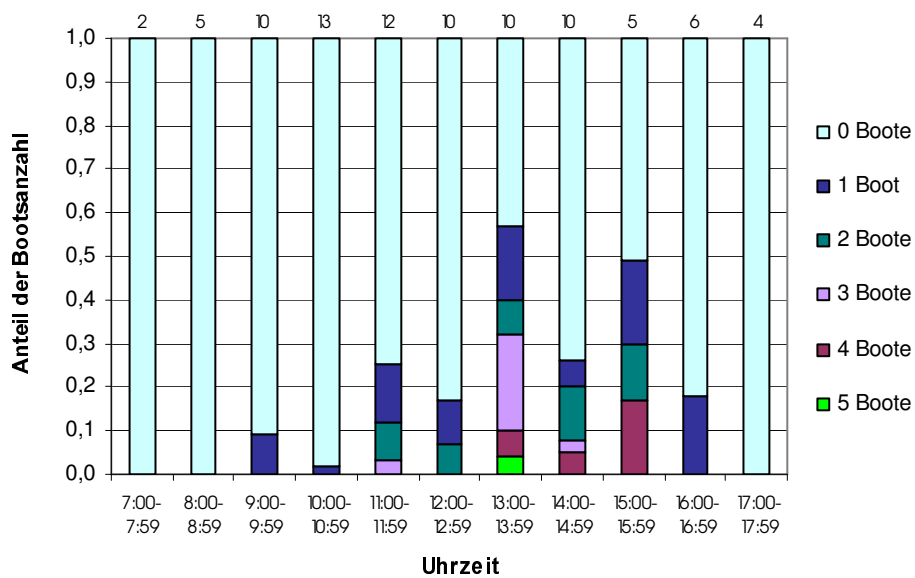


Abb. 3.7: Prozentuale Verteilung der nahen Boote im Tagesverlauf. Die Zahlen über den Säulen geben die Anzahl der Beobachtungstage an, die in die Berechnung für die jeweilige Stunde mit eingingen. Wenn sich eine Sektion über die Grenze zwischen zwei Uhrzeiten erstreckte, wurde sie geteilt; n = 276 Sektionen).

3.3 Aktivitätswechsel

Während der Datenaufnahme kam es innerhalb eines Scans (Kap. 2.2.1) bei den Delfinen immer wieder zu Aktivitätswechsel. Im folgenden Kapitel (Kap. 3.3.1) wird erläutert, in welchem Maße ferne und nahe Boote die Häufigkeiten der Verhaltensänderungen beeinflussen. Anschließend (Kap. 3.3.2) werden die Ergebnisse der Sequenzanalyse vorgestellt. Darin wird der Frage nachgegangen, welche Aktivitätswechsel bei Präsenz von Booten am häufigsten beobachtet wurden.

3.3.1 Verhaltensänderungsraten

Während eines Scans blieb das Verhalten der Großen Tümmler unverändert oder es wechselte in eine andere Aktivität. Die Scans wurden nach den Bootskategorien (Kap. 2.2.3.7) getrennt ausgewertet. Zum Beispiel blieben die Delfine in 89% der Scans, in denen nur ferne Boote anwesend waren, bei ihrem Ruheverhalten (Anzahl der anfänglichen Ruhe-Scans mit fernen Booten = 9; mit nahen Booten = 6 Scans). In 11% der Fälle wechselten sie von Ruhen in ein anderes Verhalten, als ein drittes Boot in das Beobachtungsgebiet eintrat. Näherte sich dagegen ein Boot der ruhenden Delfingruppe weniger als 100 m, führte dies zu 83% der Fälle zu einem Aktivitätswechsel.

Zur Berechnung der Verhaltensänderungsrate wurde die Anzahl der Aktivitätswechsel innerhalb eines Scans durch die Gesamtzeit des Scans dividiert. Die Auftragung der Verhaltensänderungsraten nach ihrer Häufigkeit ergibt eine rechtsschiefe Verteilung (Abb. 3.8). Dieses lässt sich durch die hohe Anzahl der Scans erklären, in denen keine Wechsel der Aktivitäten stattgefunden haben. Der Median dieser Verteilung ist deshalb null. Die folgenden Frequenzangaben beziehen sich deshalb auf den arithmetischen Mittelwert der einzelnen Verteilungen.

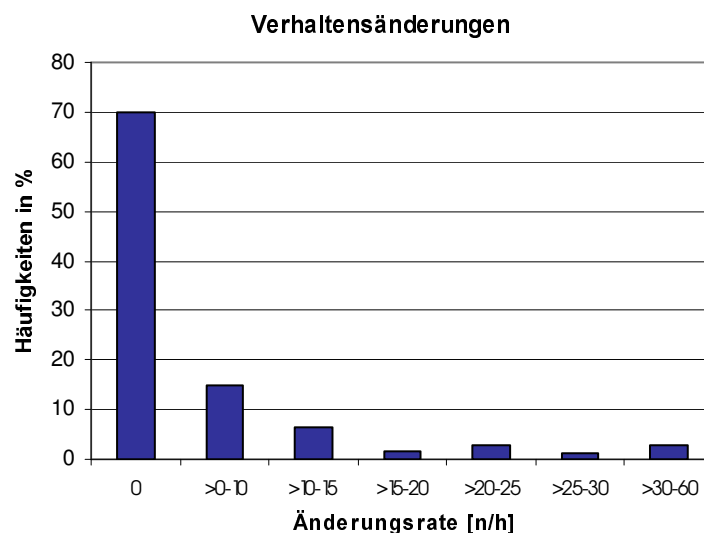


Abb. 3.8: Verteilung aller Verhaltensänderungsraten ($\tilde{x} = 0$; $\bar{x} = 4,3 \text{ h}^{-1}$; $Q = 0-6,6 \text{ h}^{-1}$; $R = 0-58,0 \text{ h}^{-1}$; $n=165$ Scans).

Interessant ist die Frage, ob Delfine unter dem Einfluss von fernen und nahen Booten öfter ihr Verhalten wechseln als unter Kontrollbedingungen. Für die Berechnungen der Verhaltensänderungsraten bei fernen Booten wurden nur die Aktivitätswechsel bei Booten außerhalb des 100 m-Radius von der Delfingruppe gezählt. Für die Ermittlung der Änderungsrate bei nahen Booten wurden Verhaltenswechsel registriert, wenn 1.) sich mindestens ein Boot der Delfingruppe weniger als 100 m näherte (Zunahme der Bootzahl in der Nähe); 2.) mindestens ein nahes Boot die Delfingruppe verließ (Abnahme der Bootzahl in der Nähe); 3.) während der gesamten Zeit sich mindestens ein Boot in der Nähe der Delfine aufhielt (konstante Bootzahl in der Nähe).

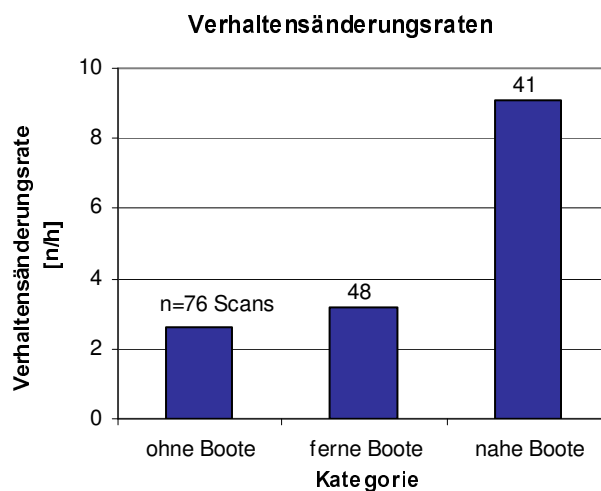


Abb. 3.9: Frequenz der Verhaltensänderungen. Aufgetragen sind jeweils die arithmetischen Mittelwerte der Frequenzen. (Ohne Boote: $\bar{x} = 2,6 \text{ h}^{-1}$, $\tilde{x} = 0$, $Q = 0-0$, $R = 0-22,5 \text{ h}^{-1}$; ferne Boote: $\bar{x} = 3,2 \text{ h}^{-1}$, $\tilde{x} = 0$, $Q = 0-0$, $R = 0-28,1 \text{ h}^{-1}$; nahe Boote: $\bar{x} = 9,1 \text{ h}^{-1}$, $\tilde{x} = 5,6 \text{ h}^{-1}$, $Q = 0-8,9 \text{ h}^{-1}$, $R = 0-58,0 \text{ h}^{-1}$; Statistischer Vergleich: ohne Boote – ferne Boote: n. s., ohne Boote – nahe Boote: signifikant, ferne Boote – nahe Boote: signifikant; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.1).

Bei Präsenz von fernen Booten stieg die Änderungsrate im Vergleich zur Kontrolle nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test: $Z = -0,255$; $p = 0,789$; Abb. 3.9). Nahe Boote führten jedoch im Vergleich zur Kontrolle zu einem Anstieg der Verhaltensänderungsrate auf das 3,5-fache (Mann-Whitney U-Test: $Z = 2,926$; $p = 0,0034$).

3.3.2 Verhaltenssequenzen

Zur Beantwortung der Frage, ob bei Anwesenheit von Booten Aktivitätswechsel auftraten, die im Vergleich zu Kontrollbedingungen häufiger sind, bediente ich mich der Sequenzanalyse (Kap. 2.5.2).

Die folgenden Diagramme (Abb. 3.10 - Abb. 3.12) stellen die Verhaltenssequenzen der Großen Tümmler unter verschiedenen Bedingungen (Kap. 3.3.1) dar. Die Pfeile zwischen den Verhaltenskategorien geben an, ob es zu einem Wechsel von einer Aktivität zur anderen kam. Die roten Pfeile markieren die Signifikanz der aufgetretenen Sequenzen. Ein Pfeil um dieselbe Verhaltenskategorie bedeutet, dass es zu Veränderungen der Bootzahl kam, das Verhalten jedoch gleich blieb.

Unter folgenden Bedingungen lagen zu wenige Verhaltenssequenzen vor, um eine Sequenzanalyse durchzuführen:

- a.) bei konstanter Bootszahl in der Ferne (n=8)
- b.) bei einer Abnahme der Bootszahl in der Ferne (n=5)
- c.) bei einer Abnahme der Bootszahl in der Nähe (n=6)

In Abb. 3.10 sind die Verhaltenssequenzen ohne Anwesenheit von Booten aufgeführt. In diesem Fall wurden Veränderungen durch einen natürlichen oder spontanen Wechsel der Aktivitäten hervorgerufen (Kap. 2.5.2). Signifikant waren die Wechsel von Jagen zu Schnellschwimmen, Ruhen zu Langsamem Schwimmen sowie Tauchen zu Langsamem Schwimmen (n=33; detaillierte Teststatistik im Anhang Tab. A.4.2).

Ein Boot (mit 25 PS) benötigte vom östlichen Rand des Beobachtungsgebiets bis zum bevorzugten Aufenthaltsgebiet der Delfine durchschnittlich 6,8 Min. – vorausgesetzt der Bootsführer wählte den direkten Weg (Kap. 3.2). In dieser Zeit wurde es bis zu einer Entfernung von 100 m zur Delfingruppe als fernes Boot bezeichnet. Bei einer Zunahme der Anzahl der fernen Boote gab es keine überdurchschnittlich häufigen Verhaltenssequenzen (n=13; Anhang Tab. A.4.3).

Bei konstanter Bootszahl in der Nähe der Delfine gab es vor allem überdurchschnittlich häufige Verhaltensänderungen von Langsamem Schwimmen zu Schnellschwimmen und umgekehrt. Signifikant war ebenfalls der Wechsel von Ruhen zu Tauchen sowie der Wechsel von Sozialverhalten zu Langsamem Schwimmen (Abb. 3.11; Anhang Tab. A.4.4). Bei einer Zunahme der nahen Boote kam es zu einem signifikanten Aktivitätswechsel von Langsamem Schwimmen zu Schnellschwimmen oder zu Tauchen. Wenn die Delfine bereits tauchten blieben sie mit hoher Wahrscheinlichkeit beim Tauchen (Abb. 3.12).

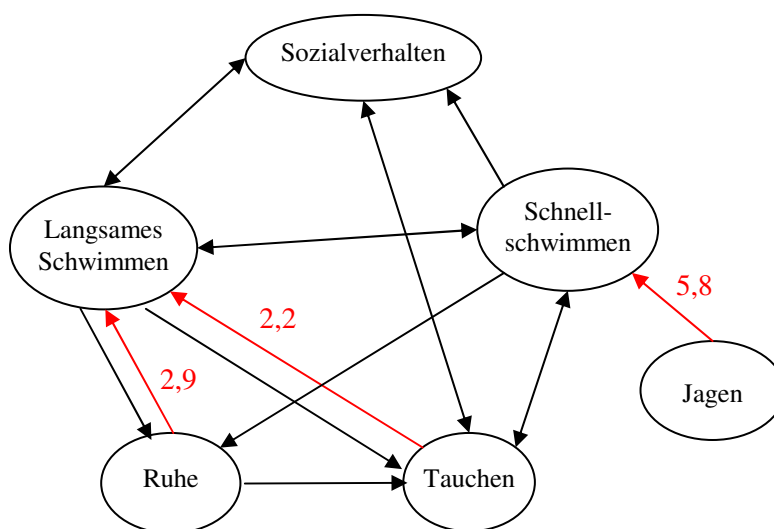


Abb. 3.10: Aktivitätswechsel der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten. Die roten Pfeile markieren die signifikanten Sequenzen ($p < 0,05$); die Zahlen geben die signifikanten z -Werte an (berechnet nach Formel 2.10, Kap. 2.5.2); detaillierte Teststatistik im Anhang Tab. A.4.2; n=33.

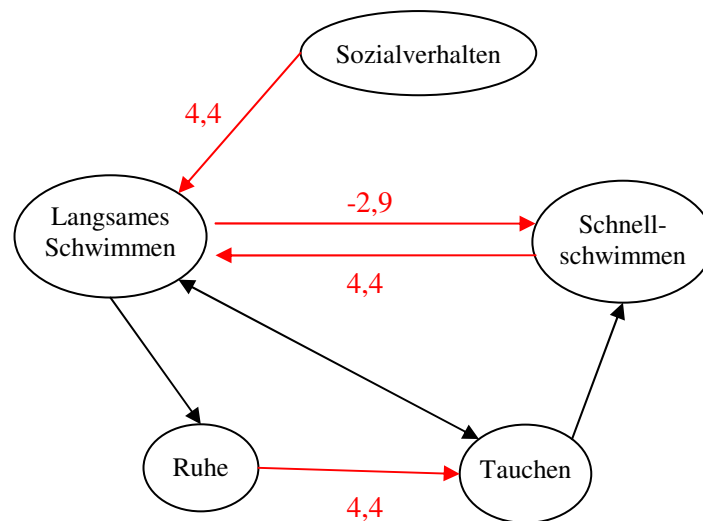


Abb. 3.11: Aktivitätswechsel der Großen Tümmler bei konstanter Bootsanzahl in der Nähe der Delfine. Die roten Pfeile markieren die signifikanten Sequenzen ($p < 0,05$); die Zahlen geben die signifikanten z -Werte an (berechnet nach Formel 2.10; Kap. 2.5.2); detaillierte Teststatistik im Anhang Tab. A.4.4; $n=19$.

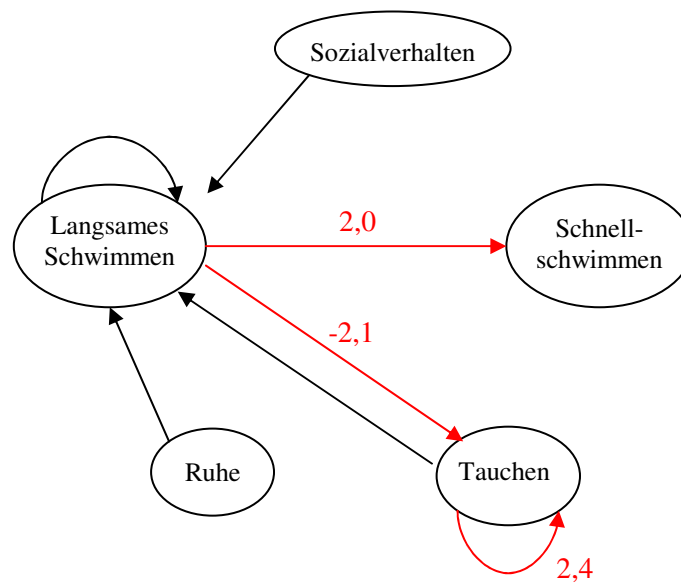


Abb. 3.12: Aktivitätswechsel der Großen Tümmler bei Zunahme der Bootsanzahl in der Nähe der Delfine. Die roten Pfeile markieren die signifikanten Sequenzen ($p < 0,05$); die Zahlen geben die signifikanten z -Werte an (berechnet nach Formel 2.9; Kap. 2.5.2); detaillierte Teststatistik im Anhang Tab. A.4.5; $n=22$.

3.4 Fallbeispiele

Im Folgenden werden Fallbeispiele zu den verschiedenen Verhaltenskategorien vorgestellt. Erstens werden Beispieltracks gezeigt, welche die typischen Bewegungsmuster ungestörter Delfine während verschiedener Aktivitäten repräsentieren. Zweitens werden zum Vergleich Fallbeispiele vorgestellt, die unter dem Einfluss von fernen und nahen Booten standen.

In den Abbildungen kennzeichnen die Kreuze die gemessenen Positionen der Delfine. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Eine gestrichelte Linie ergibt sich als die Verbindungslinie zwischen der Abtauch- und Auftauchposition. Sie markiert somit einen Tauchgang – stellt aber nicht den Verlauf der wahren Bewegungen der Delfine unter Wasser dar. In manchen Diagrammen ist das bevorzugte Aufenthaltsgebiet anhand eines Rechtecks mit rotgestrichelter Linie dargestellt. Die Nummern markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, während eines Tracks.

Die Anwesenheit von fernen und nahen Booten kann bei den Delfinen zu unterschiedlichen Verhaltensweisen führen. Um den Zusammenhang zwischen der Anzahl der Boote und der Geschwindigkeit im Zeitprofil darzustellen, habe ich den **Bootsfaktor** eingeführt. Er setzt sich zusammen aus 1.) der Anzahl der nahen Boote mit dem Faktor 1 und 2.) der Anzahl der fernen Boote mit dem Faktor 0,25. (Zum Beispiel ergeben 3 ferne und 2 nahe Boote im Beobachtungsgebiet einen Bootsfaktor von 2,75). Die unterschiedliche Gewichtung von nahen und fernen Boote begründet sich aus den vorherigen (Kap. 3.3) und nachfolgenden (Kap. 3.5-Kap. 3.9) Ergebnissen, in denen gezeigt wird, dass nahe Boote das Verhalten der Großen Tümmler stärker beeinflussen, als ferne Boote.

In den Abbildungsbeschriftungen der Fallbeispiele wird erwähnt, wenn ein oder zwei Kälber in der Gruppe anwesend waren. Wenn keine Angaben gemacht werden, bedeutet dies allerdings nicht, dass es mit 100-prozentiger Sicherheit keine Kälber in der Gruppe gab. In großer Entfernung ist es nicht immer möglich alle Gruppenmitglieder zu identifizieren. Deshalb wurden die Gruppen mit und ohne gesichtete Kälber nicht getrennt ausgewertet.

3.4.1 Ruheverhalten

3.4.1.1 Ohne Boote

Die Großen Tümmler ruhten ausschließlich in ihrem bevorzugten Aufenthaltsgebiet. Sie bewegten sich dabei sehr langsam (bis max. $1,4 \text{ m s}^{-1}$) und schwammen in kleinen Kreisen (Abb. 3.13, Scan 7) oder im Zick-Zack (Abb. 3.13, Scan 8). Wenn die Delfine in Kreisen schwammen, war ihre bevorzugte Schwimmrichtung in 75% der Fälle im Uhrzeigersinn (n=20).

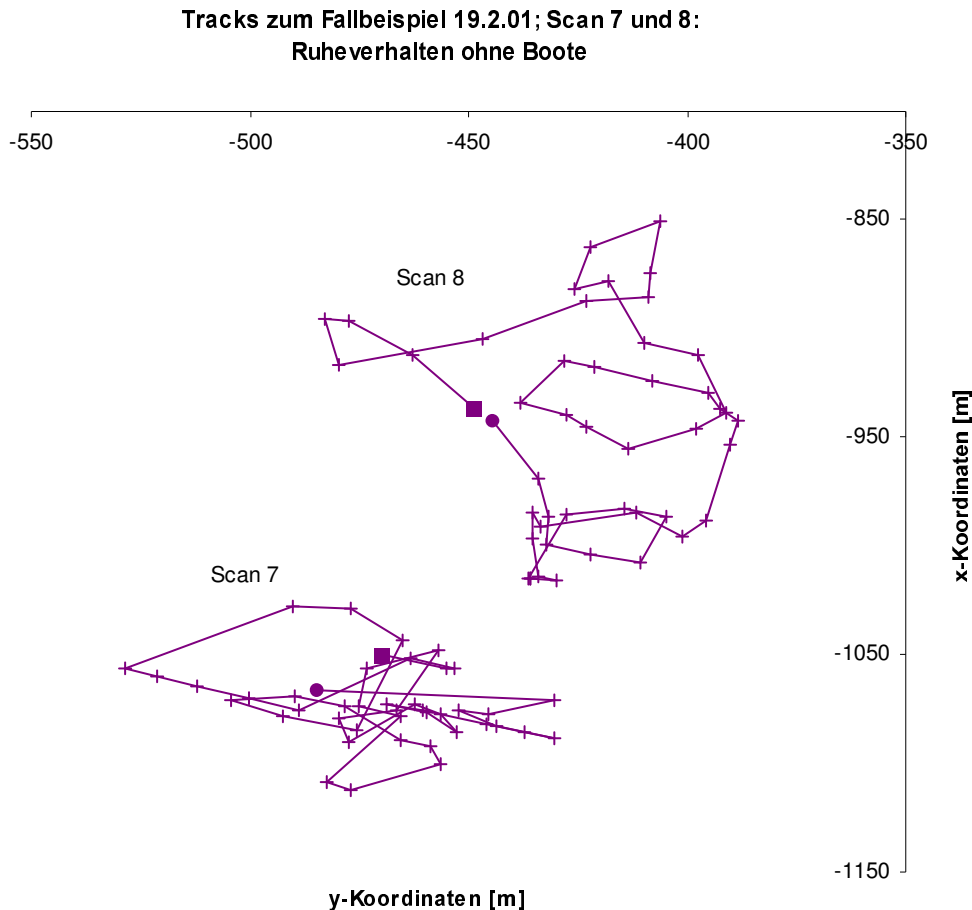


Abb. 3.13: Tracks zum Ruheverhalten der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Beide Tracks befanden sich innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. Fallbeispiel 19.2.01; Scan 7; 9:43-9:53 Uhr; zurückgelegte Strecke: 697 m; Gruppengröße: 16-20 Delfine; Gruppenformation: kompakt; Durchschnittsgeschwindigkeit: $\bar{x} = 1,2 \text{ m s}^{-1}$. Fallbeispiel 19.2.01; Scan 8; 10:41-10:51 Uhr; 741 m; 16-20 Delfine; Gruppe kompakt; $\bar{x} = 1,3 \text{ m s}^{-1}$.

3.4.1.2 Beenden des Ruheverhaltens durch Boote

Waren die Großen Tümmler vor der Insel Choros ungestört, konnte ihr Ruheverhalten mehr als eineinhalb Stunden andauern. Am 19.2.01 waren die Delfine in den Morgenstunden ab 7:30 Uhr mit Sozialverhalten, Schnellschwimmen und Langsamem Schwimmen beschäftigt. Ab 9:30 Uhr begannen sie sehr langsam in Kreisen zu schwimmen (Abb. 3.13). Das Ruheverhalten wurde um 10:06 Uhr durch das Annähern eines Bootes unterbrochen (Anhang Abb. A.5.1). Beim Erreichen der Delfingruppe schaltete der Bootsführer den Motor aus. Sofort verlangsamten die Tümmler ihre Schwimmgeschwindigkeit und begannen wieder zu ruhen.

Im Fallbeispiel in Abb. 3.14 und Abb. 3.15 reagierten die Großen Tümmler auf die Anwesenheit eines Bootes mit Tauchen. Zu Beginn ruhten sie (1) und taten dies auch weiterhin, als ein Boot langsam die Delfingruppe erreichte (2). Nach 2,7 Min. begannen sie jedoch mit dem ersten Tauchgang (3). Nach 1,2 Min. tauchten sie zum Atmen auf und tauchten sofort wieder für 48 s ab (4). Danach schwammen sie langsam Richtung Westen (5) und sprangen dabei aus dem Wasser (4-mal in 0,8 m, 2-mal in 1,5 m und 2-mal in 4,5 m Höhe). Sie tauchten noch zweimal (6-8) bis das Boot die Tümmler verließ. Daraufhin begannen die Tiere wieder zu ruhen (9).

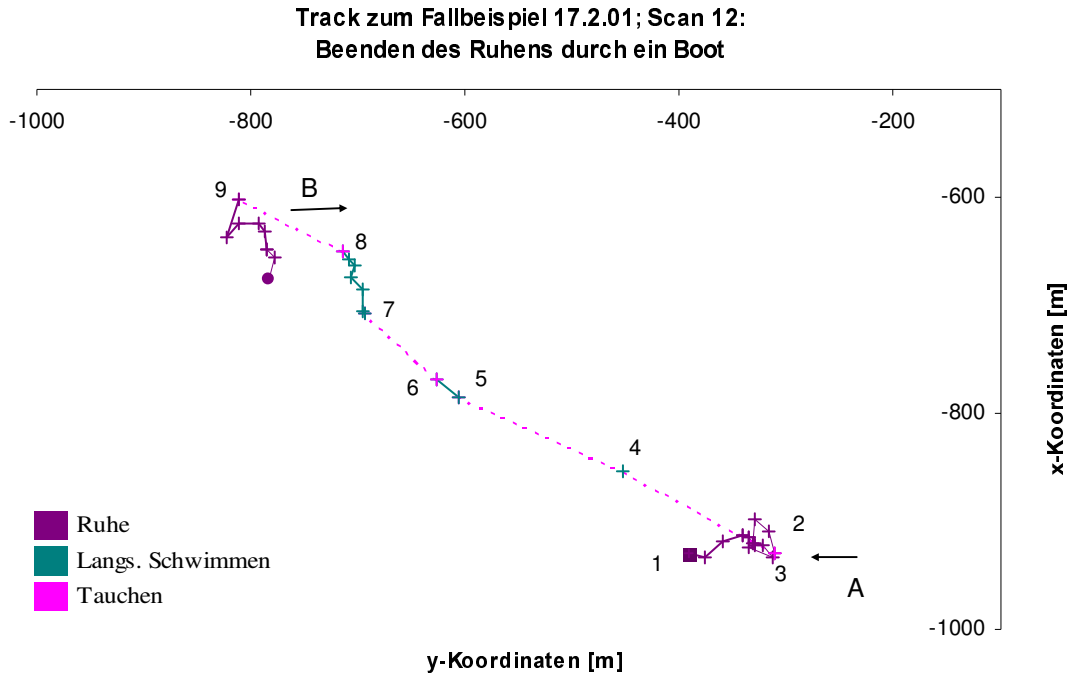


Abb. 3.14: Track zum Fallbeispiel 17.2.01; Scan 12; 16:06-16:17 Uhr: Beenden des Ruhens durch Tauchen bei Annäherung eines Bootes an die Delfingruppe. Die Pfeile geben die Richtungen an, von der sich das Boot genähert (A) und wieder entfernt hat (B). Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel oder Bootsankunft, auf die im Text näher eingegangen wird. Der gesamte Track befand sich innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (Gruppengröße: 6-10; Gruppenformation: kompakt; 2 Kälber anwesend; Sprünge während des Langsamens Schwimmens: 4-mal in 0,8 m, 2-mal in 1,5 m und 2-mal in 4,5 m Höhe).

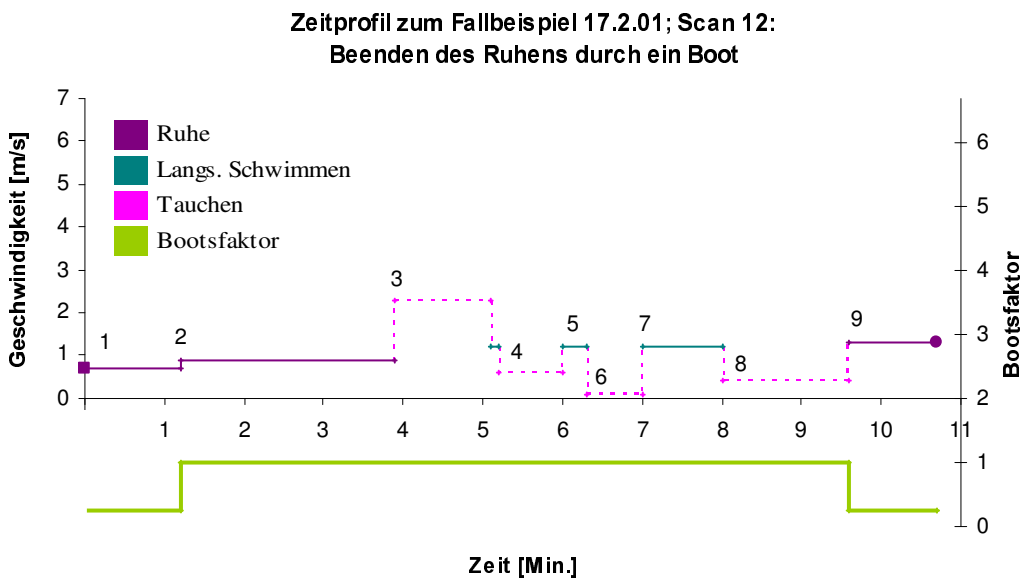


Abb. 3.15: Zeitprofil zum Fallbeispiel 17.02.01, Scan 12: Beenden des Ruhens durch Tauchen bei Annäherung eines Bootes an die Delfingruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel oder Bootsankunft, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Boots faktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

3.4.2 Langsames Schwimmen

3.4.2.1 Ohne Boote

Der typische Verlauf einer Schwimmroute beim Langsamen Schwimmen ohne Anwesenheit von Booten war die Zick-Zack-Form, die im bevorzugten Aufenthaltsgebiet der Delfine stattfand (Abb. 3.16).

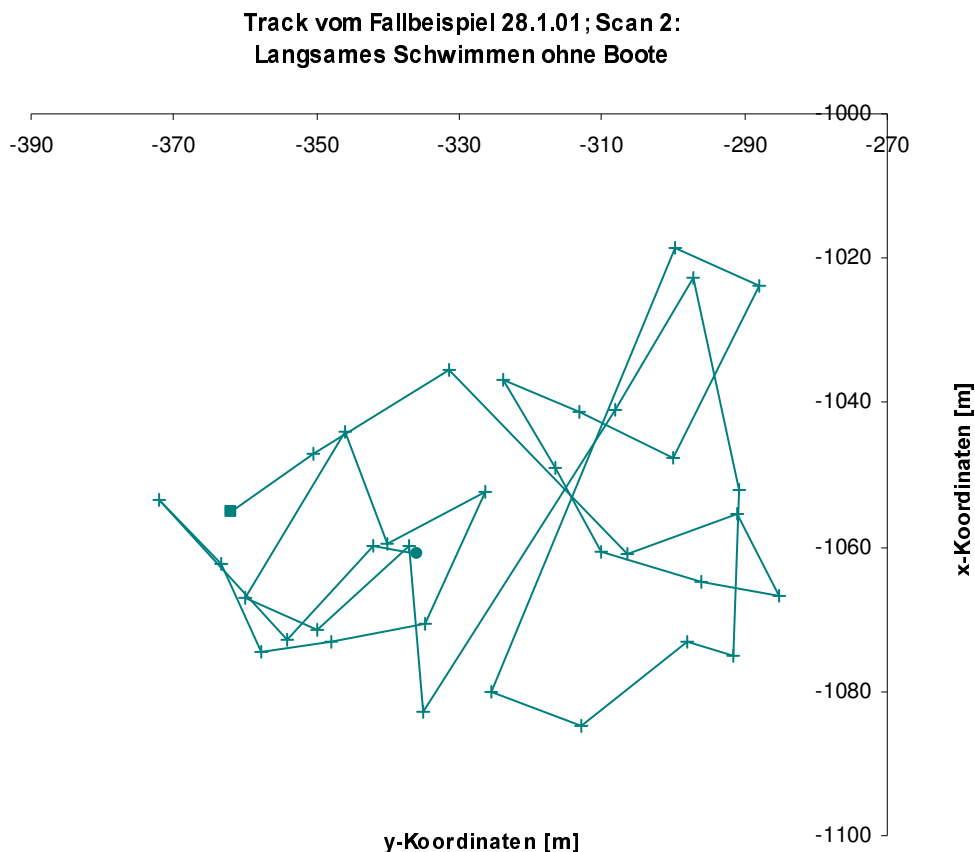


Abb. 3.16: Fallbeispiel 28.1.01; Scan 2; 9:06-9:15 Uhr: Track in Zick-Zack-Form beim Langsamen Schwimmen der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfin-Gruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Der gesamte Track befand sich innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (zurückgelegte Strecke: 681 m; Gruppengröße: 21-25 Delfine; Gruppenformation: kompakt; Durchschnittsgeschwindigkeit: $\bar{x} = 1,8 \text{ m s}^{-1}$; Sprung: 1-mal in 0,8 m Höhe).

3.4.2.2 Mit Booten

Ohne Boote befanden sich 89% der beobachteten Tracks der Großen Tümmler innerhalb ihres bevorzugten Aufenthaltsgebiets (Abb. 3.17). Waren Boote im Beobachtungsgebiet anwesend, kamen weniger Tracks (61%) im BA vor (Chi-Quadrat-Test: Yate's $\chi^2=5,42$; $df=1$; Yate's $p=0,02$). Die Delfine wanderten entweder nach Westen (8%), vom Westen in den Nordwesten (19%), blieben im Westen (2%) oder hielten sich im Süden des BAs auf (4%). Ohne Boote kamen Wanderungsbewegungen in den Westen (7%) und in den Nordwesten (4%) der Insel weniger häufig vor (Tab. 3.3). Die Tracks außerhalb des BAs stammen von Delfingruppen, die überwiegend unter dem Einfluss von mehreren fernen Booten oder mindestens einem nahen Boot standen (Bootsfaktor: 0,5: 18%; 1: 35%; 2-5: 46%; $n=20$).

Auch die Bewegungsmuster unterschieden sich, wenn Boote anwesend waren. Während ohne Boote 59% (n=27) der Tracks in Zick-Zack-Form verliefen, waren es mit Booten nur 29% (n=51; Chi-Quadrat-Test: Yate's $\chi^2=5,38$; df=1; Yate's p=0,02).

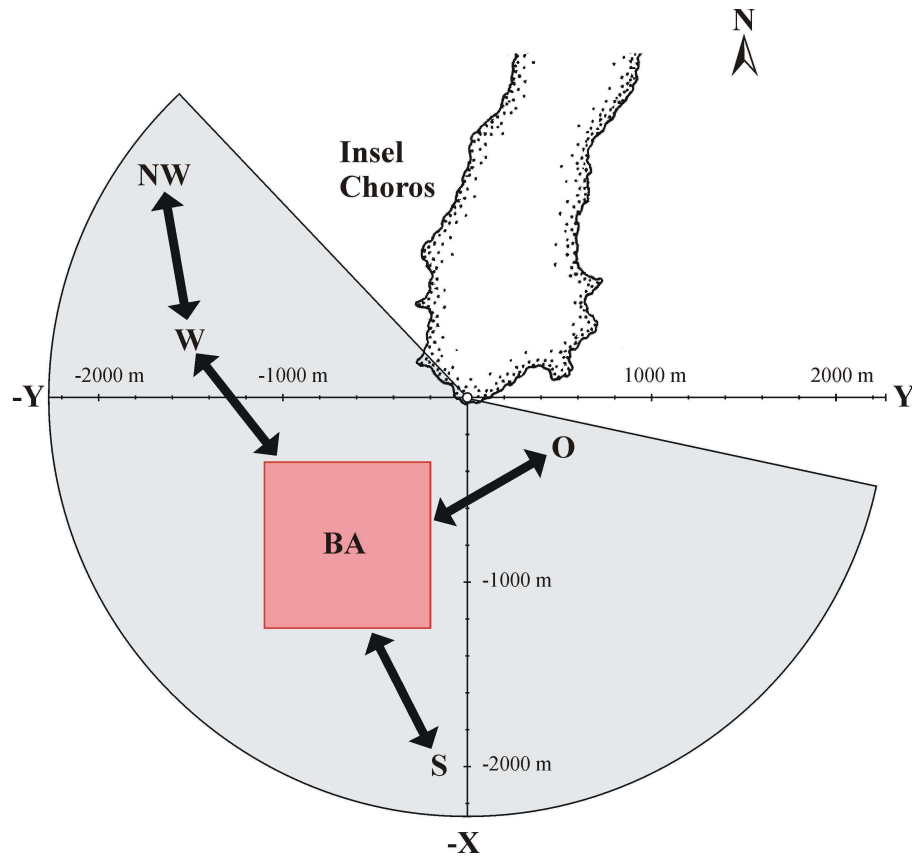


Abb. 3.17: Beobachtete Bewegungsrichtungen der Großen Tümmler im Süden der Insel Choros. Ausgangsbereich der Wanderbewegungen ist das bevorzugte Aufenthaltsgebiet der Delfine (BA).

Tab. 3.3: Bewegungsrichtungen der Großen Tümmler beim Langsamen Schwimmen. Ausgangsbereich der Wanderbewegungen ist das bevorzugte Aufenthaltsgebiet der Delfine (BA). Anzahl der Tracks ohne Boote: 27; mit Booten: 51.

Bewegungen	ohne Boote [%]	mit Booten [%]
innerhalb des BAs	89	61
vom BA in Richtung Westen	7	8
vom Westen in Richtung Nordwesten	4	19
vom Westen in Richtung BA	0	6
innerhalb des Westens	0	2
innerhalb des Südens	0	4
in eine Richtung	41	71
im Zick-Zack	59	29

Die Wanderung der Delfine in den Westen bzw. Nordwesten der Insel Choros war eher eine langfristige Antwort auf die Anwesenheit von Booten. Näherte sich ein Boot der Delfingruppe, war die Änderung der Schwimmroute eine sofortige Reaktion. Im Fallbeispiel in Abb. 3.18 befanden sich zu Anfang des Tracks (1) zwei Boote in der Nähe, die den Delfinen in Richtung Süden folgten. Dann näherte sich ein drittes Boot („Gravedad Cero“; Kap. 3.4.1.2) mit hoher Geschwindigkeit den Tümmelern, fuhr durch die Delfingruppe und schneidete ihnen dabei den Weg ab (2). Die Tiere wechselten daraufhin sofort den Kurs um 180° . Im Zeitprofil (Abb. 3.19) erkennt man, dass die Geschwindigkeit von $2,6 \text{ m s}^{-1}$ gleich geblieben war. Die Route führte jedoch nun in Richtung Westen der Insel.

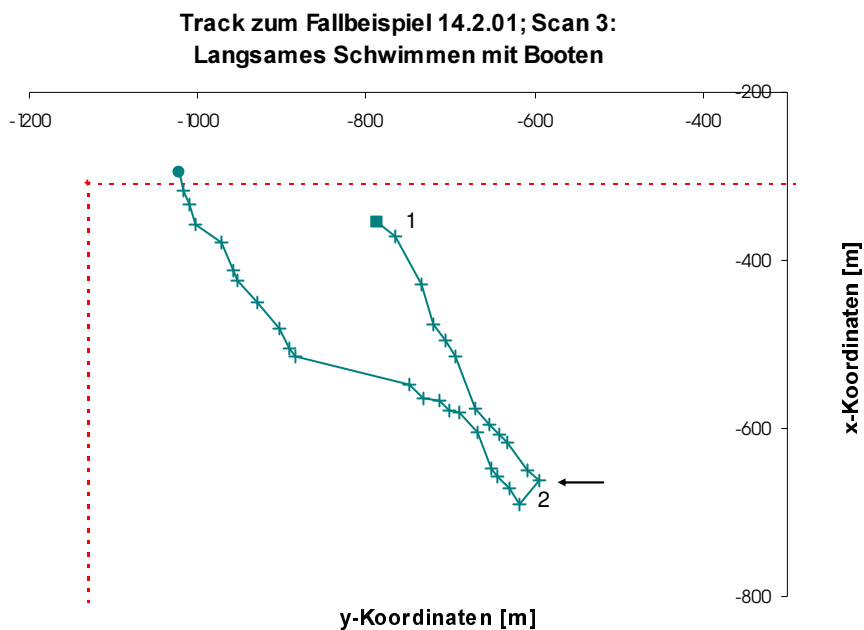


Abb. 3.18: Track zum Fallbeispiel 14.2.01; Scan 3; 11:57-12:05 Uhr: Langsames Schwimmen bei Anwesenheit von Booten; Kurswechsel der Delfine beim Fahren eines dritten Bootes („Gravedad Cero“) durch die Gruppe, dessen Bewegungsrichtung durch einen schwarzen Pfeil gekennzeichnet ist. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen (Nr. 2: Bootsankunft), auf die im Text näher eingegangen wird. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Grenze des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (Gruppengröße: 11-15 Delfine; Gruppenformation: kompakt; Durchschnittsgeschwindigkeit: $\bar{x} = 2,6 \text{ m s}^{-1}$; 2 Kälber anwesend; Sprung: 1-mal in 0,8 m Höhe).

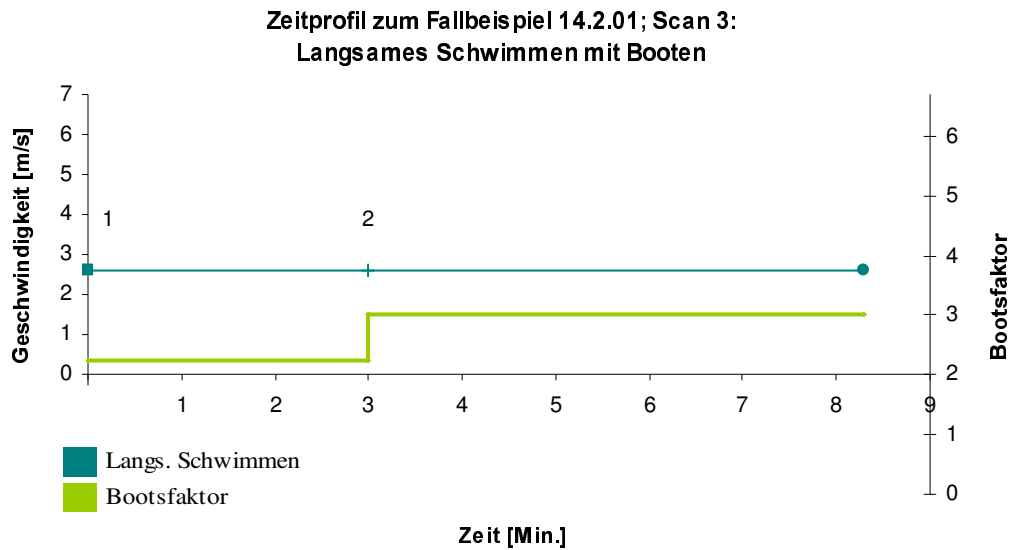


Abb. 3.19: Zeitprofil zum Fallbeispiel 14.2.01, Scan 3: Langsames Schwimmen bei Anwesenheit von Booten; Kurswechsel der Delfingruppe beim Fahren eines dritten Bootes durch die Gruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen (Nr. 2: Bootsankunft), auf die im Text näher eingegangen wird. Der Bootsfaktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

3.4.3 Tauchverhalten

3.4.3.1 Ohne Boote

Beim Tauchen hielten sich die Delfine meist in ihrem bevorzugten Aufenthaltsgebiet auf. 89% der insgesamt 27 Tauchtracks fanden im BA statt, wenn keine Boote anwesend waren. Davon waren 70% in Zick-Zack-Form, wie sie im Fallbeispiel in Abb. 3.20 dargestellt sind. Die restlichen Tauchrouten geschahen in vorwiegend gerichteter Form.

Die Auftauchpositionen konnten in einiger Entfernung von den Abtauchpositionen liegen (3 und 4; Abb. 3.20) oder die Delfine tauchten an der gleichen Stelle wieder auf, an der sie abgetaucht waren (13 und 14). Während eines Tauchgangs ließen sich die Schwimmroute und somit auch die Geschwindigkeit der Tümmeler nicht ermitteln. Deshalb sind die Tauchgänge in Abb. 3.20 und Abb. 3.21 als gestrichelte Linie dargestellt. Die Geschwindigkeitsangaben in Abb. 3.21 während der Tauchgänge ergeben sich aus der Strecke pro Zeiteinheit zwischen der Abtauch- und Auftauchposition. Auffällig ist, dass dabei die berechnete Geschwindigkeit sehr viel niedriger ist, als die Schwimmgeschwindigkeit an der Wasseroberfläche. Dafür gibt es mehrere Erklärungen: 1.) Entweder tauchten die Delfine ab und schwammen sehr langsam direkt zur nächsten Auftauchposition oder 2.) sie schwammen unter Wasser schnell, aber nicht geradlinig umher und tauchten zum Atmen an einem Ort auf, der dem Abtauchort verhältnismäßig nahe lag.

Bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros beobachtete ich verschiedene Abtauchformen: 1.) die Tiere zeigten nur das Blasloch, die Rückenfinne und einen kleinen Teil des Rückens; 2.) die Delfine beugten beim Abtauchen den Rücken und zeigten anschließend die Schwanzwurzel oder 3.) sie hoben den gesamten kaudalen Teil (bis 1/3 der Körperlänge) über Wasser. Die Tauchaktivitäten mit den beiden zuletzt genannten Abtauchformen habe ich nur beobachten können, wenn keine Boote im Beobachtungsgebiet anwesend waren. Somit waren die Delfine in 53% der Sektionen (n gesamt=30) mit dem „Schwanzwurzel“- bzw. „Fluken-Tauchen“ beschäftigt.

Am 28.3.01 beobachtete ich zwischen 17:08 und 17:56 bei einer sehr kompakten Gruppe von 21-25 Delfinen ein auffälliges Tauchverhalten. Die Tiere hatten die Köpfe ins Zentrum der Gruppe gerichtet und tauchten synchron - mit der Fluke aus dem Wasser - ab. Die Tauchgänge dauerten während dieser Zeit zwischen 1,5 und 3,2 Min.

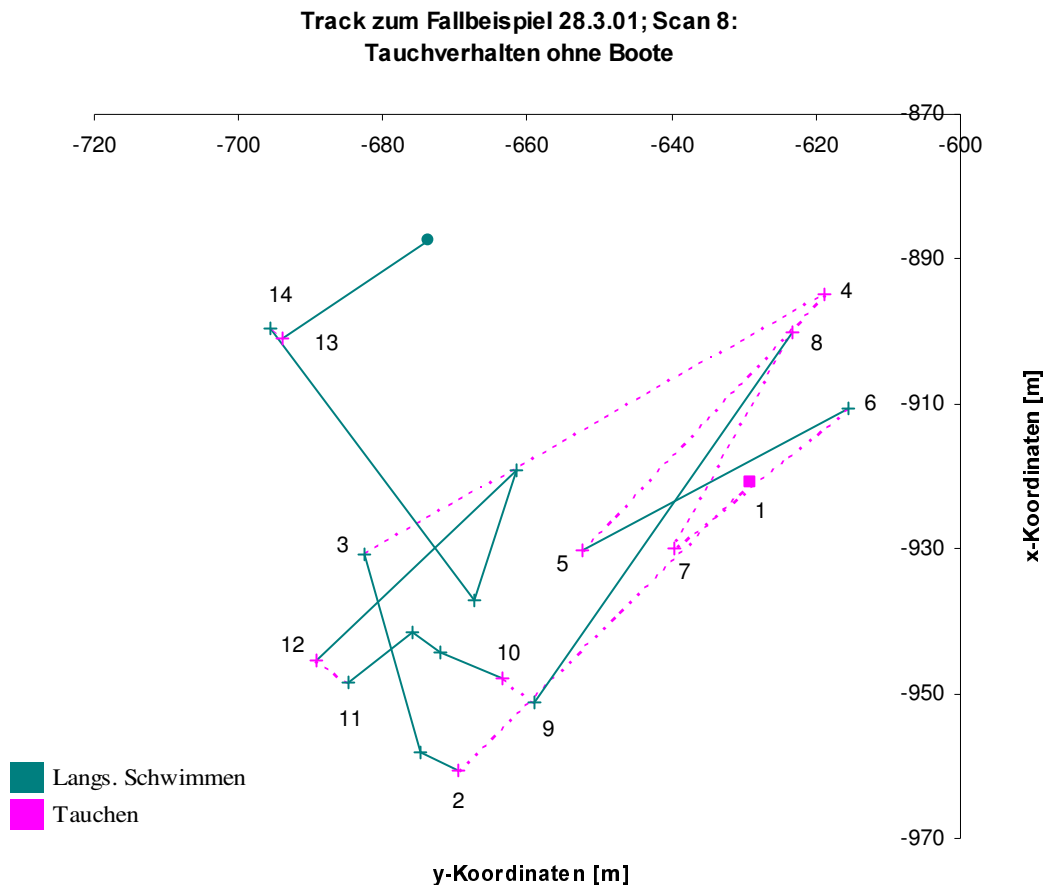


Abb. 3.20: Track zum Fallbeispiel 28.3.01; Scan 8; 16:01-16:13 Uhr: Tauchverhalten der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Zahlen markieren Auf- und Abtauchpositionen der Delfine, auf die im Text näher eingegangen wird. (Gruppengröße: 16-20 Delfine; Gruppenformation: kompakt; Durchschnittsgeschwindigkeit beim Langsamem Schwimmen: $\bar{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$; Sprünge: 2-mal in 0,8 m, 1-mal in 1,5 m Höhe).

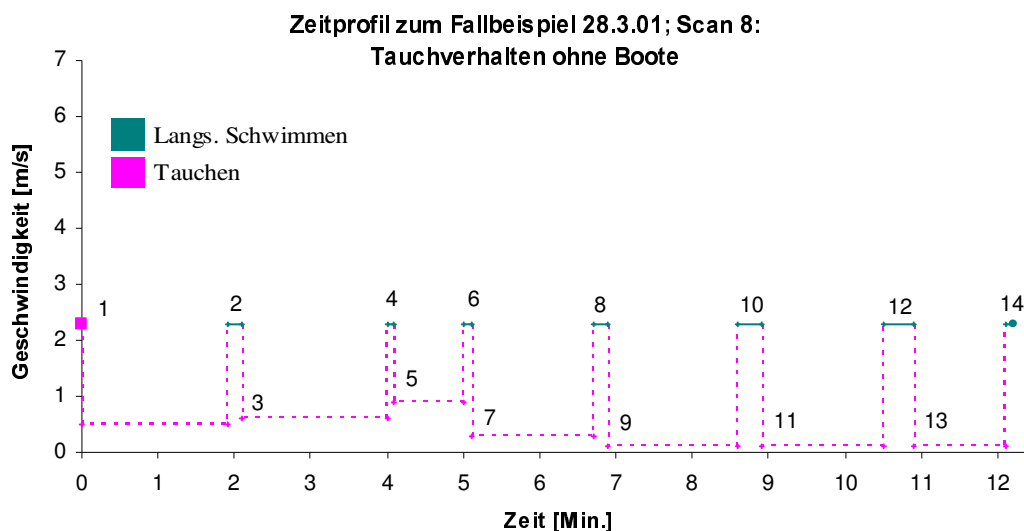


Abb. 3.21: Zeitprofil für Fallbeispiel 28.3.01; Scan 8: Tauchverhalten der Großen Tümmler vor der Insel Choros ohne Anwesenheit von Booten. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Auf- und Abtauchpositionen der Delfine, auf die im Text näher eingegangen wird.

Am 29.3.01 waren die Tümmler schon am Morgen um 8:39 Uhr bis Mittags um 11:45 Uhr mit dem „Schwanzwurzel“- und „Fluken-Tauchen“ beschäftigt. Dabei bestand die Gruppe aus 21-25 Delfinen und war sehr kompakt formiert. Die Tiere tauchten vorwiegend synchron am gleichen Ort. Ab 11:45 Uhr zogen ca. 500 Vögel auf und die Delfingruppe wurde dispers. Die Tümmler schwammen nun in verschiedenen Richtungen, zeigten dabei zahlreiche Sprünge und tauchten zwischen 36 s bis 3,3 Min. lang. Nach 38,8 Min. waren die Vögel verschwunden und die Delfine tauchten wieder in der vorherigen Weise bis zum Nachmittag (14:46 Uhr).

3.4.3.2 Mit Booten

Bei Anwesenheit von Booten unterschieden sich die Tauch-Tracks in der Häufigkeit ihrer Form (Zick-Zack oder direktional) nicht von denen der Kontrolle (Fisher-Test: $p=0,39$; ohne Boote: $n=27$ Tracks; mit Booten: $n=25$ Tracks). Auch kamen, wie bei Abwesenheit von Booten, die meisten Tauch-Tracks im bevorzugten Aufenthaltsgebiet vor (Fisher-Test: $p=1,0$). Allerdings wurden mit Booten keine Abtauchformen beobachtet, die mit Beutesuche und Jagd assoziiert werden (Kap. 3.4.3.1; Fisher-Test: $p<0,0001$; ohne Boote: $n=30$ Sektionen, mit Booten: $n=32$ Sektionen).

Das Fallbeispiel in Abb. 3.22 und Abb. 3.23 veranschaulicht, wie bei einem sehr hohen Bootsfaktor die Tauchgänge kürzer wurden und sich die Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche auf einen Atemzug beschränkte. Während des gesamten Scans waren 9 Boote im Beobachtungsgebiet anwesend. Die Delfingruppe schwamm zunächst langsam (1) und in kompakter Formation. Dann folgte ein Tauchgang für 65 s (2). Als sich fünf ferne Boote in Richtung der Tümmler bewegten, beschleunigten die Tiere ihr Schwimmtempo (3). Die Gruppe wurde nun dispers, tauchte für 38 s ab (4) und schwamm danach langsam (5). Fünf Boote erreichten nun die Delfingruppe. Nach einer Minute tauchten die Tiere (6). Es folgten vier weitere, relativ kurze Tauchgänge zwischen 18 und 62 s, in denen die Tiere nur für einen Atemzug an die Wasseroberfläche kamen und sofort wieder abtauchten (7-10). Dabei hatten sie zum Teil unter Wasser ihr Tempo beschleunigt. (Sprünge während des Scans: 4-mal in 0,8 m Höhe).

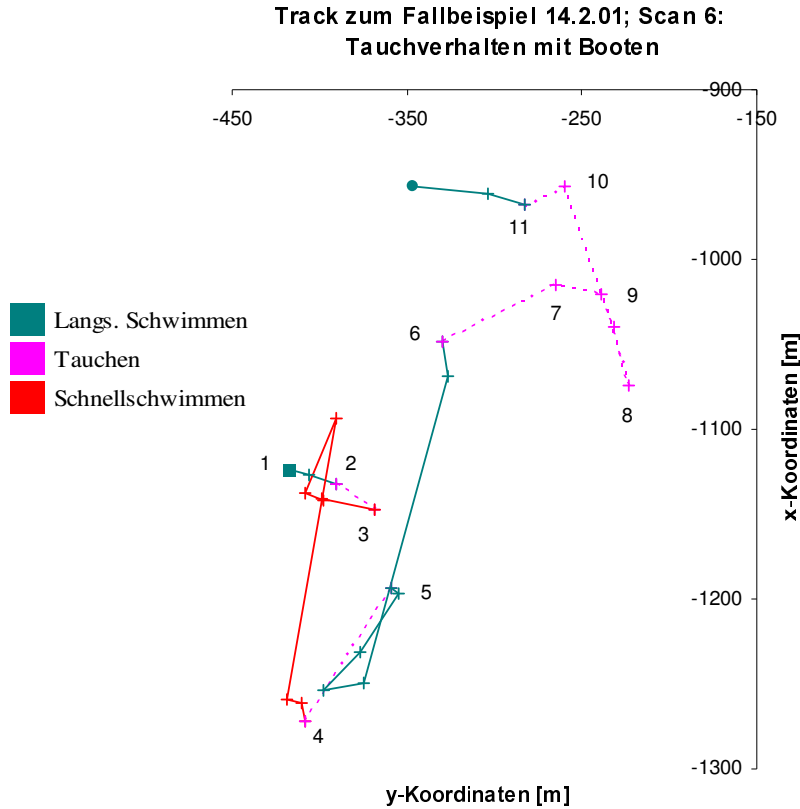


Abb. 3.22: Track zum Fallbeispiel 14.2.01; Scan 6; 13:32-13:42 Uhr: Tauchen und Schnellschwimmen bei Annäherung von fünf Booten (Gesamtzahl der Boote: 9). Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfin-Gruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Track fand innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets statt. (Gruppengröße: 11-15 Delfine; Gruppenformation: Nr. 1-4: kompakt; Nr. 4-11: dispers; 1 Kalb anwesend; Sprünge: 4-mal in 0,8 m Höhe).

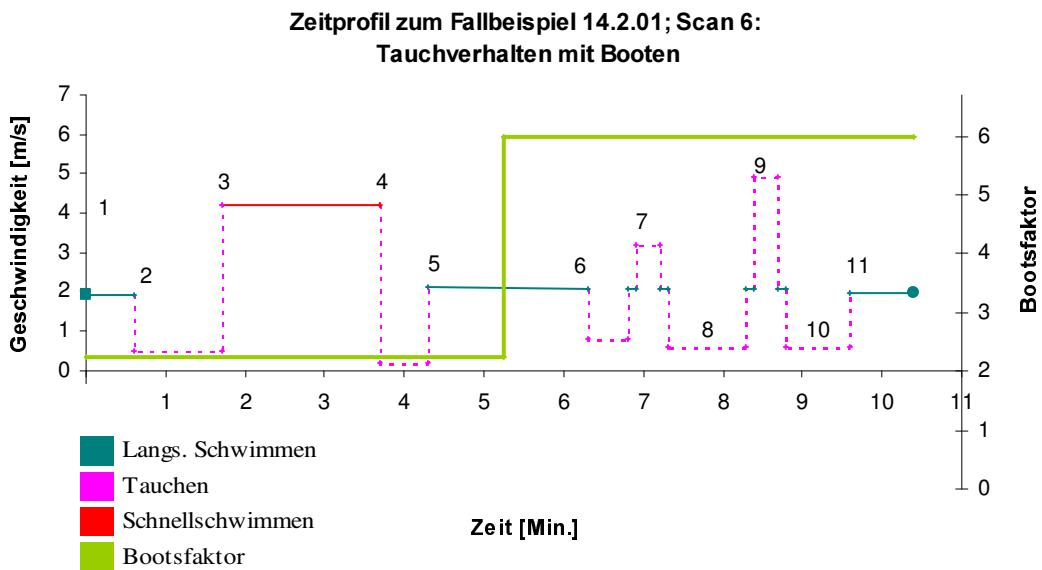


Abb. 3.23: Zeitprofil zum Fallbeispiel 14.2.01; Scan 6: Tauchen und Schnellschwimmen bei Annäherung von fünf Booten (Gesamtzahl der Boote: 9). Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Boots-faktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

3.4.4 Schnellschwimmen

3.4.4.1 Ohne Boote

Ohne Anwesenheit von Booten kam Schnellschwimmen bei den Großen Tümmlern nur außerhalb ihres bevorzugten Aufenthaltsgebiets vor. Die häufigste Bewegungsrichtung beim Schnellschwimmen (50%; n gesamt= 8 Tracks) führte vom BA in Richtung Osten der Insel (Fallbeispiel 23.3.01 in Abb. 3.24). Sie verschwanden aus dem Gesichtsfeld des Beobachters, bis sie nach einiger Zeit vom Osten (12%) oder Westen (38%) der Insel in das Beobachtungsgebiet zurück schwammen, wie es am Fallbeispiel 24.1.01 in Abb. 3.24 dargestellt ist.

Die Höchstgeschwindigkeit von $7,6 \text{ m s}^{-1}$ wurde am 28.1.01 bei einer Gruppe von 21-25 Tümmlern registriert, die sich südlich des Beobachtungsgebiets in Richtung Osten bewegten. Dabei schwammen sie in Strömungsrichtung (Kap. 2.1.1) bis in die Brandungszone der Insel und surfen dabei auf den Wellen. Weitere Tracks mit hohen Geschwindigkeiten von $6,8 \text{ m s}^{-1}$ und $6,6 \text{ m s}^{-1}$ führten ebenfalls vom bevorzugten Aufenthaltsgebiet in Richtung Osten der Insel (Tab. 3.4). Die Delfine schwammen im Mittel von Süden Richtung Osten ($\tilde{x} = 5,9 \text{ m s}^{-1}$; n=8) um $1,1 \text{ m s}^{-1}$ schneller, als in andere Richtungen ($\tilde{x} = 4,8$; n=17; Mann-Whitney U-Test: $Z=2,62$; $p=0,0088$).

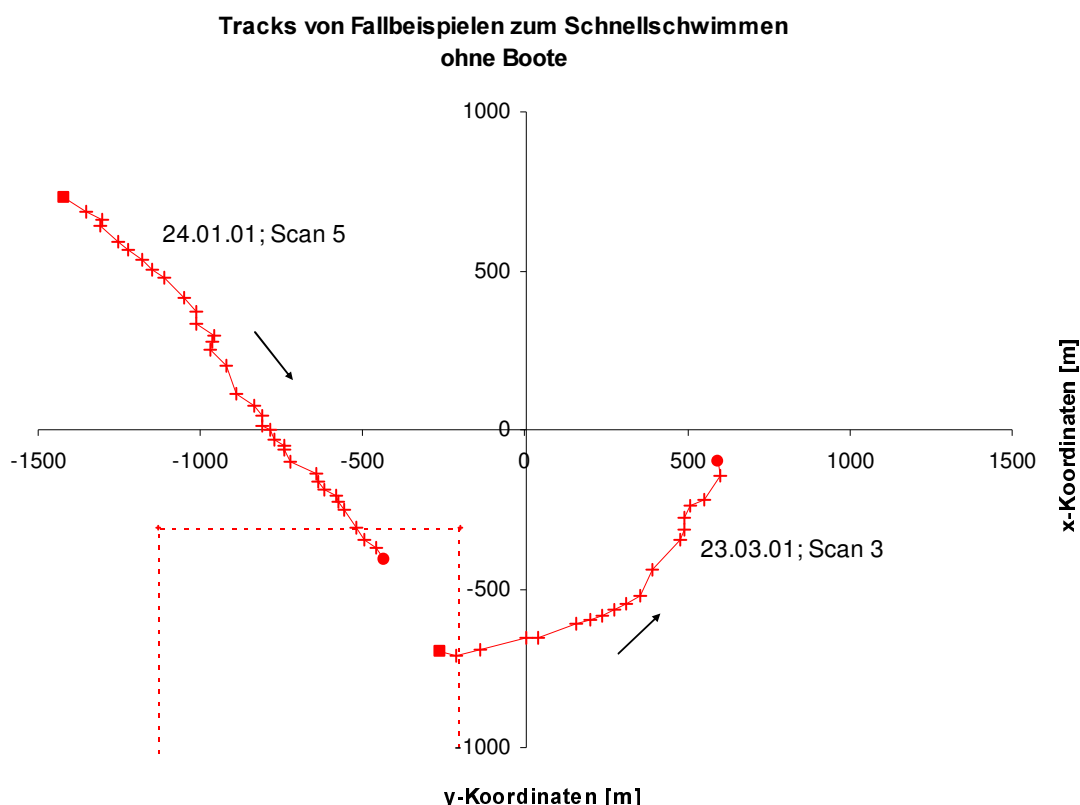


Abb. 3.24: Tracks zum Schnellschwimmen der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten. Die Pfeile geben die Bewegungsrichtungen der Delfine an. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Grenze des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. Fallbeispiel 24.1.01; Scan 5; 11:49-11:54 Uhr; Gruppengröße: 31-35 Delfine; zurückgelegte Strecke: 1674 m; Durchschnittsgeschwindigkeit: $\bar{x} = 6,4 \text{ m s}^{-1}$. Fallbeispiel 23.3.01; Scan 3; 11:30-11:36 Uhr; 21-25 Delfine; 1441 m; $\bar{x} = 5,2 \text{ m s}^{-1}$; Sprünge: porpoising während beider Scans.

Die höchste Geschwindigkeit, die bei einem Track vom Nordwesten der Insel in Richtung BA registriert wurde, war $6,4 \text{ m s}^{-1}$ (Tab. 3.4). Die Gruppe von 31-35 Delfinen schwamm dabei 4,9 Min. lang senkrecht zur Strömungsrichtung.

Tab. 3.4: Die erzielten Höchstgeschwindigkeiten von Großen Tümmlern vor der Insel Choros im Zeitraum zwischen Januar und März 2001 (BA=bevorzugtes Aufenthaltsgebiet der Delfine).

Geschw. [m s ⁻¹]	Dauer [Min.]	Datum (Scan)	Bewegungs- richtung	Boots- anzahl	Gruppen- größe	Bemerkung
7,6	2	28.1.2001 (4)	BA→Osten	keine	21-25	Bewegung in Stömungsrichtung; Wellensurfen im letzten Ab- schnitt
6,8	2,5	15.2.2001 (5)	BA→Osten	2 ferne 2 nahe	11-15	Verfolgung durch Boote; Wel- lensurfen im letzten Abschnitt
6,6	2,8	20.2.2001 (11)	BA→Osten	keine	21-25	Wellensurfen im letzten Ab- schnitt
6,4	4,9	24.1.2001 (5)	Nordwesten →BA	keine	31-35	Bewegung im rechten Winkel zur Strömungsrichtung
6,1	2,6	19.2.2001 (2)	BA→Osten	keine	21-25	Bewegung in Stömungsrichtung; Wellensurfen im letzten Ab- schnitt
6,1	1,1	19.2.2001 (13)	Westen→ Norden	4 ferne 2 nahe	10	Verfolgung durch Boote; Bewe- gungen im Zick-Zack;

3.4.4.2 Mit Booten

Die Geschwindigkeiten der Schnellschwimm-Tracks mit Booten unterschieden sich ($\tilde{x} = 4,9 \text{ m s}^{-1}$; $n=17$) nicht signifikant von denen ohne Anwesenheit von Booten ($\tilde{x} = 6,0 \text{ m s}^{-1}$; $n=7$; Mann-Whitney U-Test: $Z=1,365$; $p=0,172$). Allerdings waren die Schnellschwimm-Tracks der Delfine bei Präsenz von Booten ($\tilde{x} = 501 \text{ m}$; $n=17$) um 40% kürzer als die ohne Boote ($\tilde{x} = 842 \text{ m}$; $n=7$; Mann-Whitney U-Test: $Z=3,08$; $p=0,002$). Und die Delfine schwammen mit Booten eine um 50% kürzere Dauer ($\tilde{x} = 1,5 \text{ Min.}$; $n=17$) als ohne Präsenz von Booten ($\tilde{x} = 3,0 \text{ Min.}$; $n=7$; Mann-Whitney U-Test: $Z=2,826$; $p=0,0047$).

Ohne Boote bewegten sich die Tiere immer in gerader Form ($n=8$), während sie dies mit Booten in 59% der Fälle taten und sonst in Zick-Zack-Form schwammen (41%; $n=17$). Der Fisher-Test zeigt jedoch, dass diese Beobachtung nicht signifikant ist ($p=0,057$).

Abb. 3.25 und Abb. 3.26 zeigen ein Fallbeispiel in dem die Delfine seit vier Stunden (10:00 Uhr) von insgesamt 16 Booten besucht wurden. In dem dargestellten Track hielten sich während der gesamten Zeit permanent drei Boote auf, die die Tiere auch in den Phasen des Schnellschwimmens verfolgten (1-6). Relativ kurze Strecken des Schnellschwimmens wechselten sich mit Abschnitten des Langsamen Schwimmens ab. Die Tümmler schwammen einen Zick-Zack-Kurs und sprangen dabei relativ häufig aus dem Wasser (beim Langsamen Schwimmen: 10-mal in 0,8 m und 6-mal in 1,5 m Höhe; beim Schnellschwimmen: 3-mal in 1,5 m Höhe).

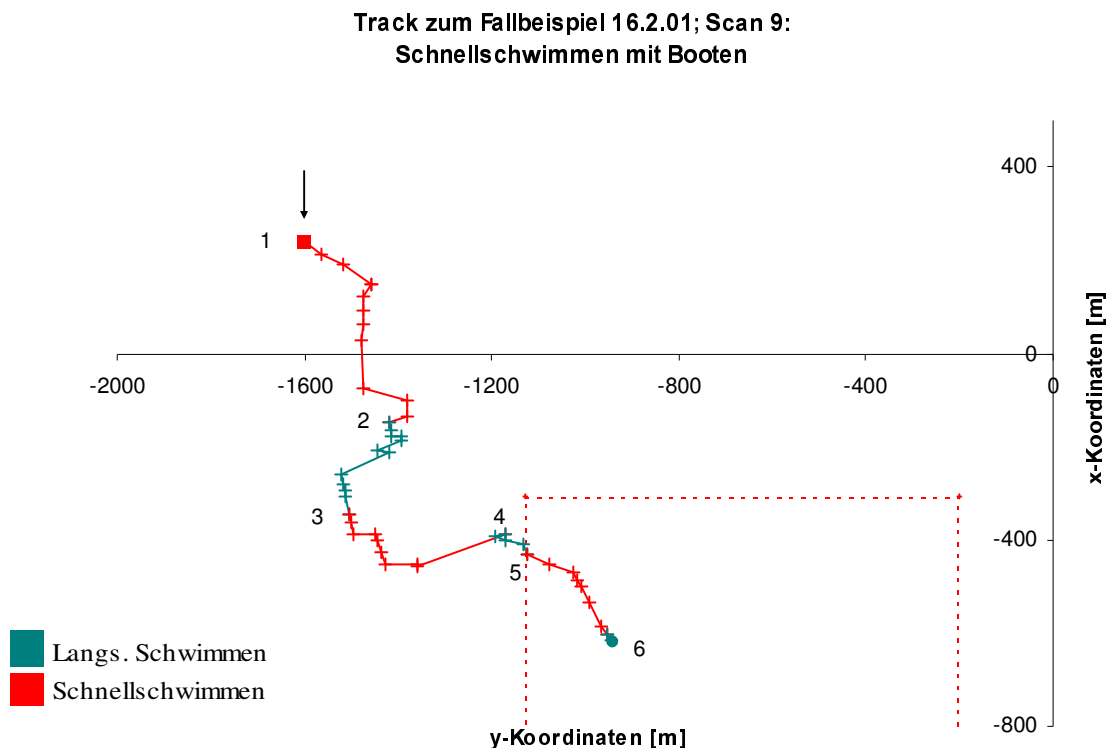


Abb. 3.25: Track zum Fallbeispiel 16.2.01; Scan 9; 13:55-14:05 Uhr: Wechsel zwischen Schnellem und Langsamem Schwimmen bei Anwesenheit von drei nahen Booten. Der Pfeil gibt die Bewegungsrichtung der Boote an. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfine. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Grenze des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. Die Delfine waren seit 10:00 Uhr von 16 Booten besucht worden. (Gruppengröße: 16-20; Gruppenformation: sehr dispers; 2 Kälber anwesend; zurückgelegte Strecke: 1699 m; Anzahl der Sprünge: siehe Text).

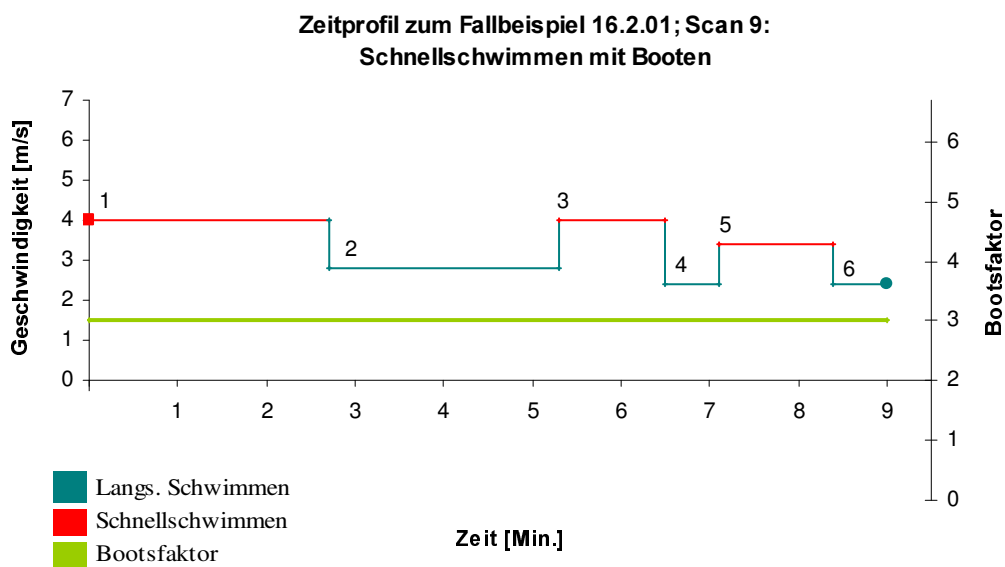


Abb. 3.26: Zeitprofil zum Fallbeispiel 16.2.01, Scan 9: Wechsel zwischen Schnellem und Langsamem Schwimmen bei Anwesenheit von drei nahen Booten. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Boots faktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

3.4.5 Sozialverhalten

3.4.5.1 Ohne Boote

Typisch für das Sozialverhalten war der enge Körperkontakt zwischen den Tieren. Sie streiften und rieben sich aneinander und berührten sich gegenseitig. Manchmal hoben sie ihre Köpfe aus dem Wasser („spy hopping“). Die Gruppenmitglieder schwammen meistens in verschiedene Richtungen. Einige Tiere konnten sich jedoch als Paare oder Trios synchron bewegen und auftauchen. Häufig schwammen die Delfine in seitlicher Lage oder mit dem Bauch nach oben gerichtet. Sie verfolgten sich gegenseitig, umkreisten einander, ramnten oder überrollten sich und schleuderten sich aus dem Wasser. Diese Aktivitäten erzeugten meist viele Wasserpritzer. Soziales Spielverhalten kam zwischen den Tümmlern vor – häufig mit Beteiligung der Kälber und den juvenilen Tieren. Einmal beobachtete ich auch spielerische Interaktionen zwischen einem Delfin und einer Mähnenrobbe.

Während des Sozialverhaltens kamen Sprünge sehr häufig vor. Dabei sprangen oft zwei oder mehrere Tiere gleichzeitig. Ich beobachtete vor allem Kälber und juvenile Tiere in der Gruppe häufig beim Springen. Flukenschläge kamen ebenfalls oft vor. Dabei war ein großes, markantes Tier ein auffälliger Flukenschläger. Beim ruhigen Sozialverhalten bewegte sich die Gruppe an sich nur sehr langsam ($0,8\text{--}1,4\text{ m s}^{-1}$) fort. Das sehr aktive Sozialverhalten konnte dagegen auch Phasen des Schnellschwimmens beinhalten.

Das Fallbeispiel in Abb. 3.27 zeigt zwei Tracks, bei denen sich die Tümmler innerhalb 20 Min. in einem Gebiet von ca. ($180\text{ m} \times 180\text{ m} =$) $0,032\text{ km}^2$ aufgehalten haben. Im Scan 2 sind die Tiere sternförmig immer wieder zu einem Zentrum zurückkehrt, im Scan 3 sind sie kleine Kreise geschwommen. Dabei sind die Delfine in beiden Scans sehr häufig und hoch gesprungen, wobei viele Synchronsprünge dabei waren (Scan 2: 7-mal in 0,8 m; 5-mal in 1,5 m; 3-mal in 3 m; 1-mal in 6 m Höhe. Scan 3: 17-mal in 0,8 m; 17-mal in 1,5 m; 1-mal in 4,5 m Höhe).

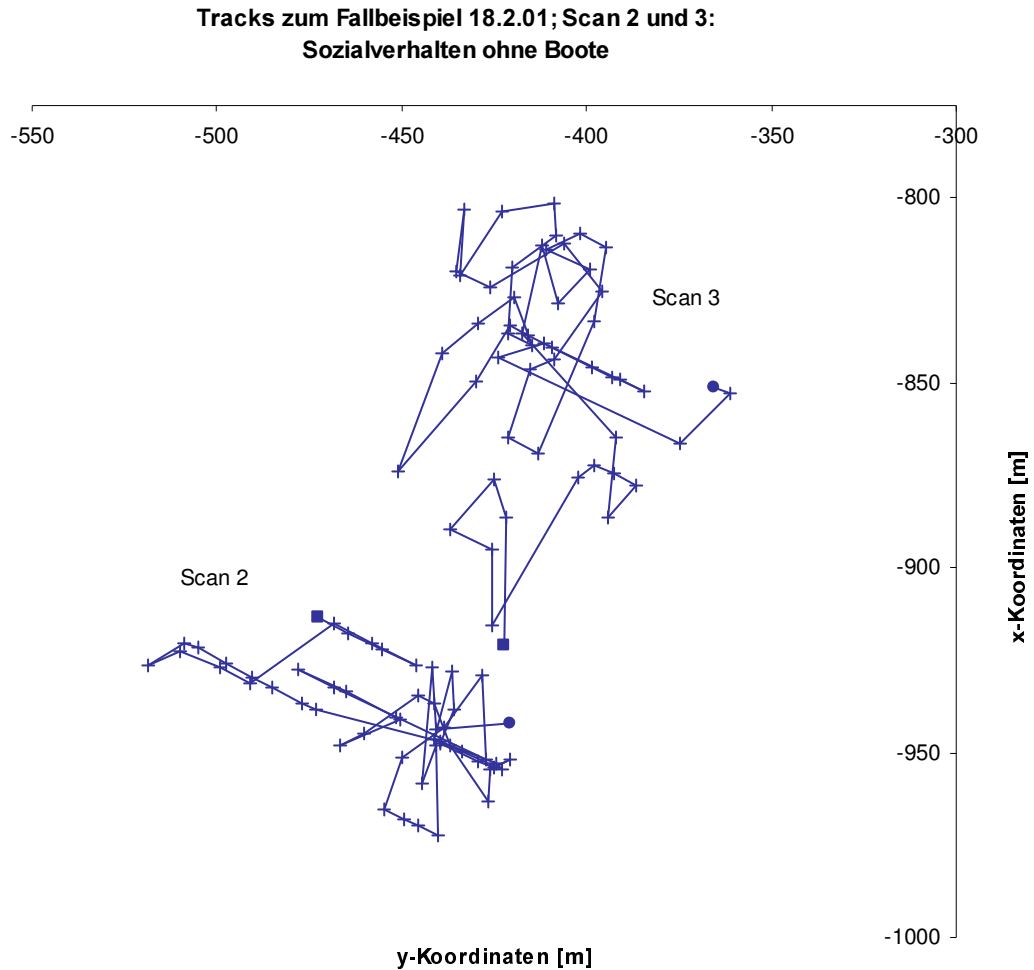


Abb. 3.27: Tracks zum Sozialverhalten der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Beide Tracks fanden im bevorzugten Aufenthaltsgebiet der Delfine statt. Fallbeispiel 18.02.01; Scan 2; 9:58-10:08 Uhr; Gruppengröße: 16-20 Delfine; Gruppenformation: sehr kompakt; zurückgelegte Strecke: 665 m; Durchschnittsgeschwindigkeit: $\bar{x} = 1,2 \text{ m s}^{-1}$; Sprünge: 7-mal in 0,8 m, 5-mal in 1,5 m, 3-mal in 3 m, 1-mal in 6 m Höhe; 1 Kalb anwesend. Scan 3: 10:09-10:19 Uhr; 11-15 Delfine; Gruppe: kompakt; 913 m; $\bar{x} = 1,6 \text{ m s}^{-1}$; Sprünge: 17-mal in 0,8 m, 17-mal in 1,5 m, 1-mal in 4,5 m Höhe.

3.4.5.2 Beenden des Sozialverhaltens durch Boote

Meistens endete das Sozialverhalten, wenn sich Boote den Delfinen näherten (6 von $n=7$ Bootsannäherungen). Entweder tauchten die Tiere ($n=3$) oder schwammen langsam ($n=3$) weiter.

Im Fallbeispiel in Abb. 3.28 und Abb. 3.29 wurde das Sozialverhalten der Delfine (1) mit der Annäherung eines Bootes (A) beendet, indem die Tiere für 49 s abtauchten (2). Nachdem sich das Boot wieder entfernt hatte (B), begannen die Tümmler wieder mit dem Sozialverhalten (3).

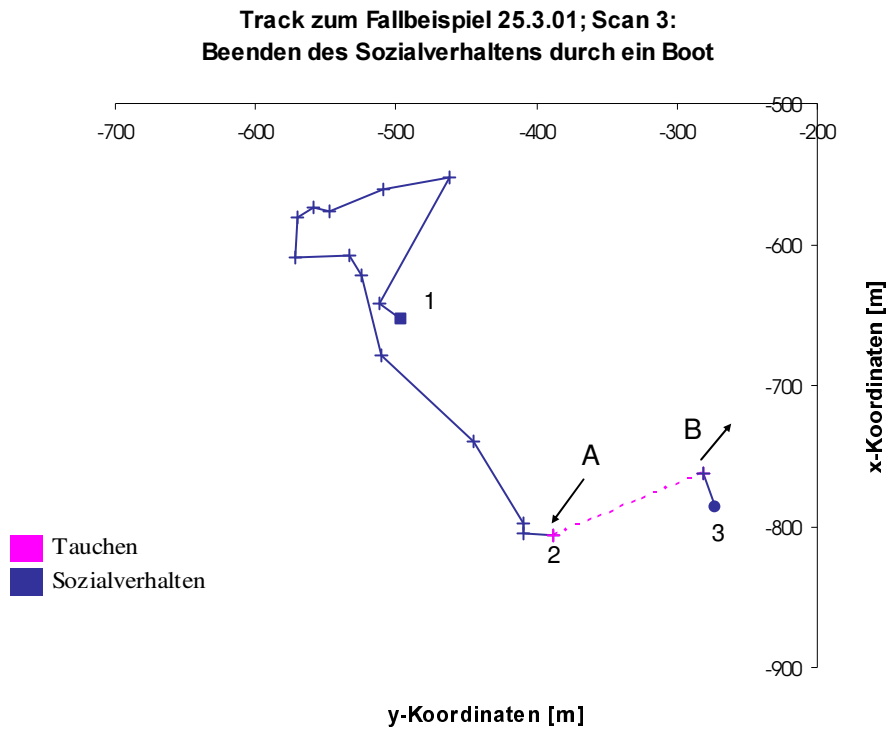


Abb. 3.28: Track zum Fallbeispiel 25.3.01; Scan 3; 12:43-12:51 Uhr: Beenden des Sozialverhaltens der Delfine bei Annäherung eines Bootes. Die Pfeile geben die Richtung an, von der sich das Boot genähert (A) und wieder entfernt hat (B). Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Track befand sich innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (Gruppengröße: 26-30 Delfine; zurückgelegte Strecke: 705 m; Gruppenformation: sehr dispers; 2 Kälber anwesend; Sprünge: 7-mal in 1,5 m, 10-mal in 3 m Höhe).

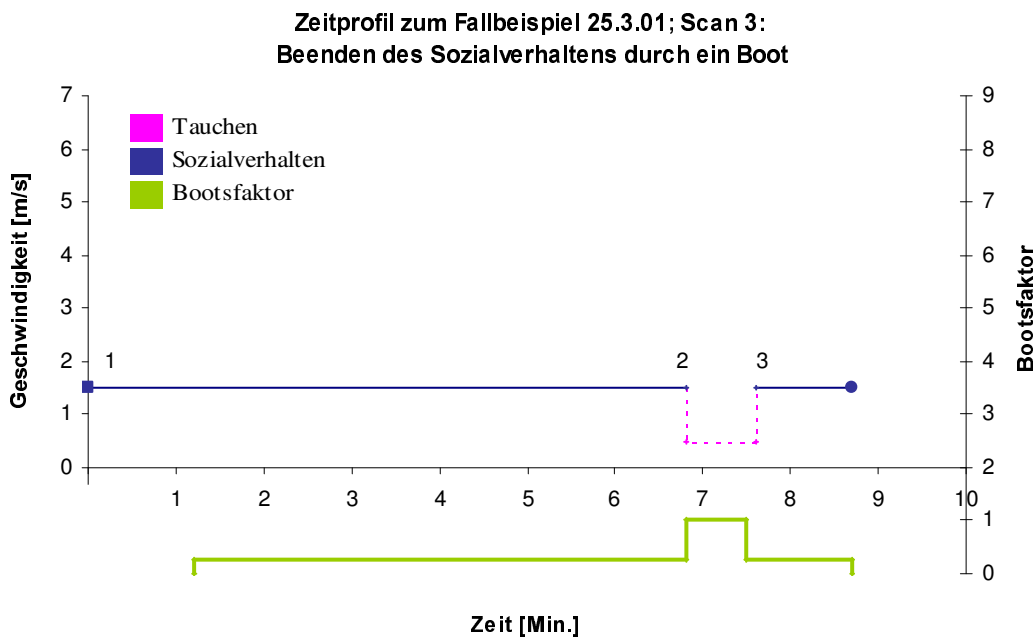


Abb. 3.29: Zeitprofil zum Fallbeispiel 25.3.01, Scan 3: Beenden des Sozialverhaltens der Delfine bei Annäherung eines Bootes. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Die Zahlen markieren Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Boots faktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

3.4.6 Jagdverhalten

Jagdverhalten wurde im gesamten Sichtungsgebiet beobachtet. Von den insgesamt 7 Jagd-Tracks fanden zwei im BA statt (Abb. 3.30), zwei im Nordwesten, ein Track im Westen und zwei im Osten. Bei vier Scans begleiteten Vögel, wie Chilepelikane (*Pelecanus thagus*), Guanotöpel (*Sula variegata*), Humboldt-Pinguine und Kormorane (*Phalacrocorax* sp.) die Jagdaktivitäten der Tümmler (Bestimmung der Vögel nach TUCK & HEINZEL 1980). Beim Jagen schwammen die einzelnen Delfine in verschiedene Richtungen und unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Dabei wurden häufig Sprünge beobachtet.

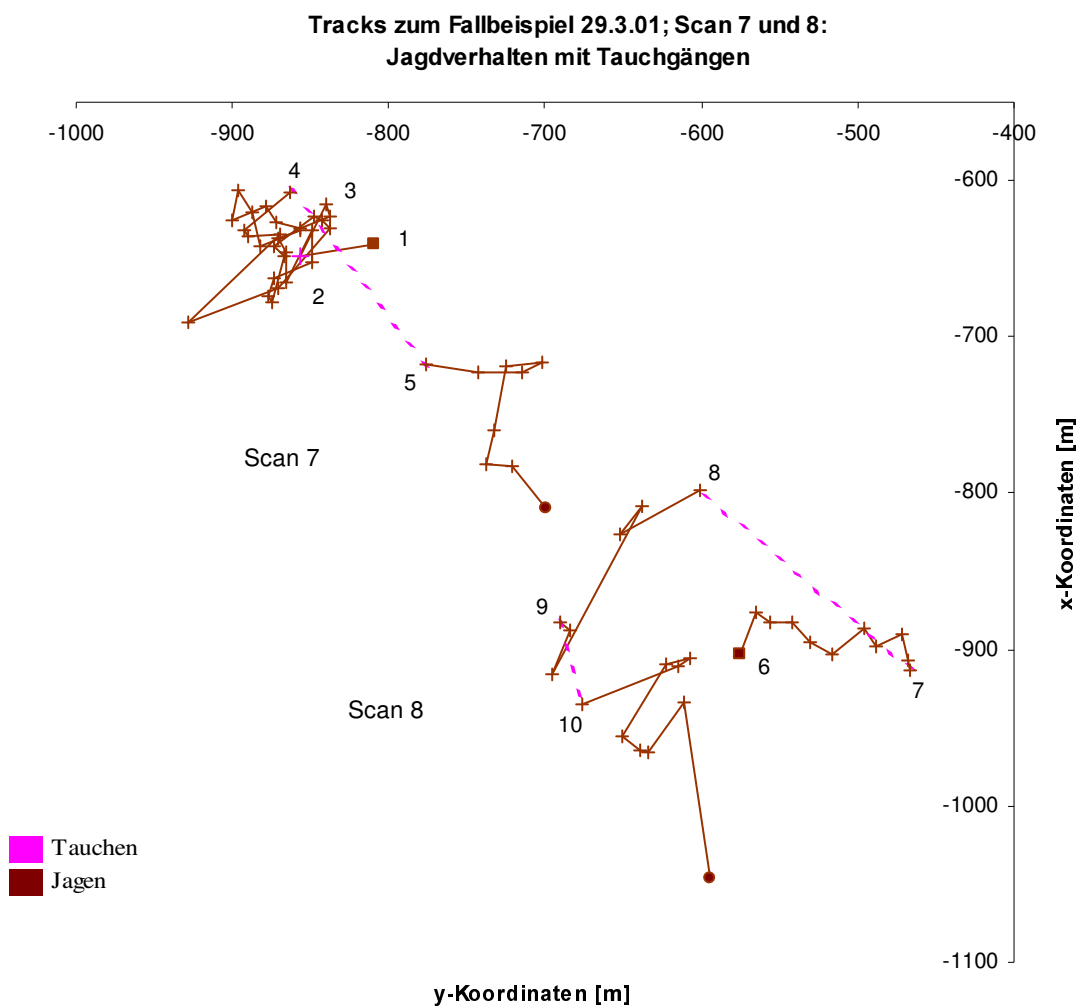


Abb. 3.30: Tracks zum Jagdverhalten der Großen Tümmler vor der Insel Choros ohne Anwesenheit von Booten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Auf- und Abtauchpositionen, auf die im Text näher eingegangen wird. Während den Scans waren insgesamt ca. 500 Kormorane und Pinguine anwesend. Fallbeispiel 29.3.01; Scan 7; 11:56-12:06 Uhr; Gruppengröße: 21-25 Delfine; Gruppenformation: kompakt-dispers; zurückgelegte Strecke: 1088 m; Sprünge: 1-mal in 0,8 m, 3-mal in 3 m Höhe. Scan 8: 12:24-12:34 Uhr; 26-30 Delfine; Gruppe sehr kompakt; 960 m; 1 Kalb; Sprünge: 4-mal in 3 m Höhe.

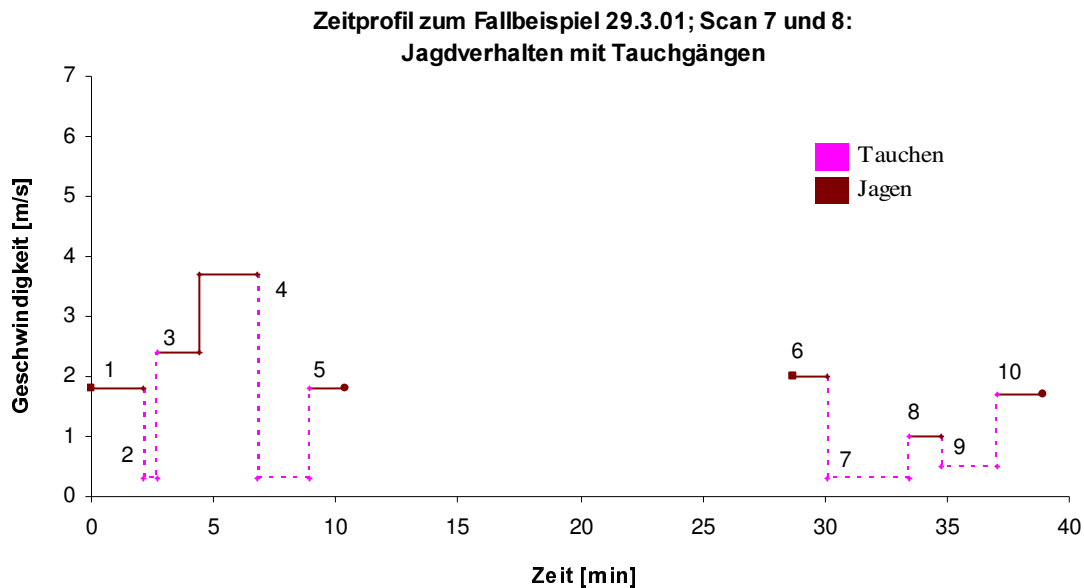


Abb. 3.31: Zeitprofil zum Fallbeispiel 29.3.01, Scan 7 und 8: Jagdverhalten mit Tauchgängen ohne Anwesenheit von Booten. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Die Zahlen markieren Veränderungen, wie Auf- und Abtauchpositionen, auf die im Text näher eingegangen wird. Die Gesamtzeit des Jagens dauerte 38,8 Min. Die Lücke zwischen der 10ten und 29ten Minute erklärt sich durch eine Pause zwischen den beiden Scans.

In Abb. 3.30 und Abb. 3.31 sind zwei Jagd-Tracks mit Tauchgängen vorgestellt. Dabei dauerten die Tauchgänge zwischen 36 s bis 3,3 Min. und die Schwimmggeschwindigkeiten variierten von 1-3,7 m s⁻¹. Vor diesen beiden Scans beobachtete ich bei der gleichen Delfingruppe 4,1 h lang Tauchaktivität. Dabei zeigten die Tiere ein bestimmtes Abtauchverhalten: Sie krümmten vor jedem Tauchgang ihren Rücken und hoben anschließend ihre Schwanzwurzel und Fluke aus dem Wasser (Kap. 3.4.3.1). Die Tauchgänge dauerten während dieser Zeit im Mittel (\bar{x} und \tilde{x}) 2,1 Min. (n=13 Tauchzeiten). Nachdem die Tiere gejagt hatten (Abb. 3.30, Abb. 3.31) zeigten sie wieder 1,8 h lang das oben beschriebene Tauchverhalten.

Jagdaktivität kam ausschließlich dann vor, wenn sich keine Boote in der Nähe der Delfine aufhielten. Lediglich bei zwei Scans waren zwei ferne Boote anwesend.

3.5 Schwimmggeschwindigkeiten

3.5.1 Bei verschiedenen Aktivitäten

Die Auftragung der registrierten Schwimmggeschwindigkeiten ergeben eine rechtsschiefe Verteilung (Abb. 3.32). Die mittlere Geschwindigkeit der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten war 2,3 m s⁻¹, während der Median bei 1,9 m s⁻¹ lag. Fünfzig Prozent der Schwimmggeschwindigkeiten bewegten sich zwischen 1,5 und 2,8 m s⁻¹.

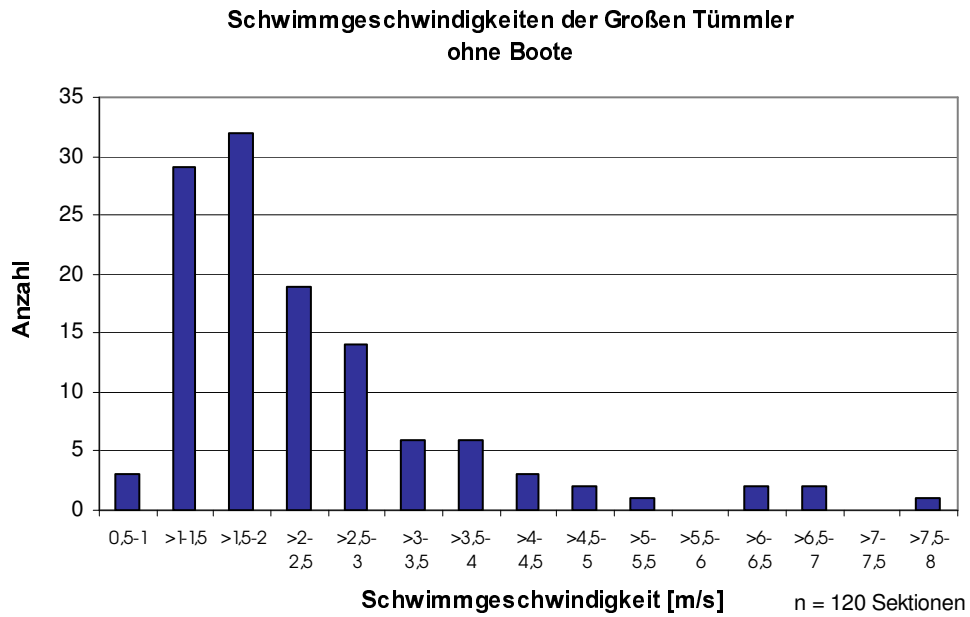


Abb. 3.32: Verteilung der Schwimmgeschwindigkeiten von Großen Tümmlern ohne Anwesenheit von Booten ($\bar{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$; $\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$; Q = 1,5-2,8; R = 0,9-7,6).

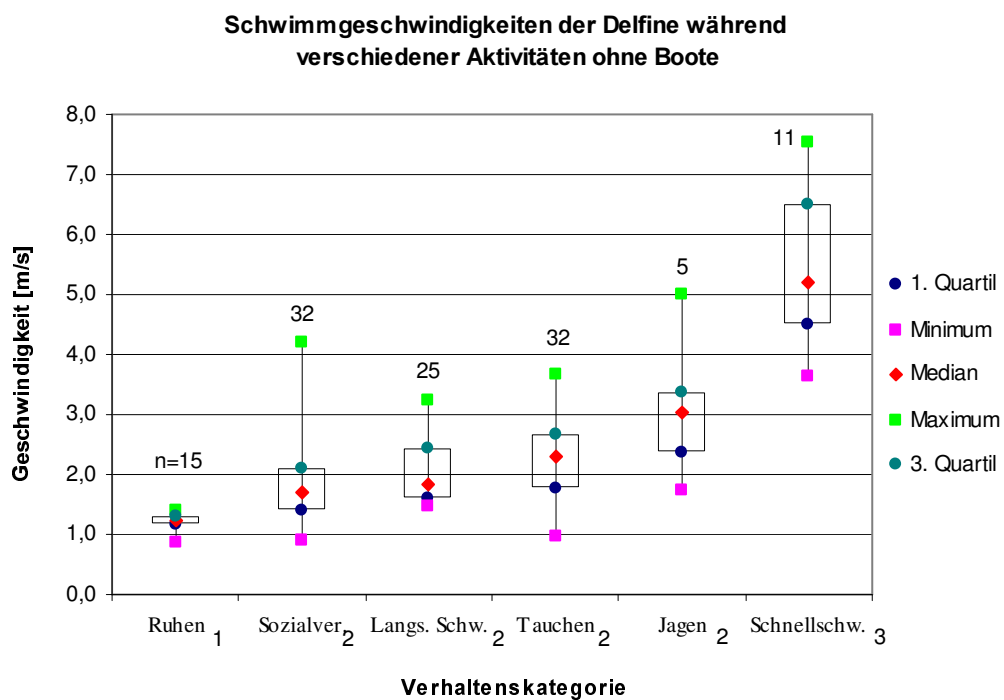


Abb. 3.33: Schwimmgeschwindigkeiten von Großen Tümmlern während verschiedener Aktivitäten ohne Anwesenheit von Booten (Ruhen: $\tilde{x} = 1,2 \text{ m s}^{-1}$, $\bar{x} = 1,2 \text{ m s}^{-1}$; Langsames Schwimmen: $\tilde{x} = 1,8 \text{ m s}^{-1}$, $\bar{x} = 2,0 \text{ m s}^{-1}$; Tauchen: $\tilde{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$, $\bar{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$; Schnellschwimmen: $\tilde{x} = 5,2 \text{ m s}^{-1}$, $\bar{x} = 5,5 \text{ m s}^{-1}$; Jagen: $\tilde{x} = 3,1 \text{ m s}^{-1}$, $\bar{x} = 2,8 \text{ m s}^{-1}$; Sozialverhalten: $\tilde{x} = 1,7 \text{ m s}^{-1}$; $\bar{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$; n gesamt = 120 Sektionen). Gleiche Zahlen neben den Verhaltenskategorien geben an, welche Geschwindigkeiten der Aktivitäten sich nicht signifikant unterscheiden (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.6).

Die Geschwindigkeiten der Aktivitäten Langsames Schwimmen, Tauchen, Sozialverhalten und Jagen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (Abb. 3.33; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.6). Die Verteilungen der Geschwindigkeiten des Ruhens ($\tilde{x} = 1,2 \text{ m s}^{-1}$) und Schnellschwimmens ($\tilde{x} = 5,2 \text{ m s}^{-1}$) unterscheiden sich von allen anderen Aktivitäten. Allerdings muss erwähnt werden, dass die Verhaltenskategorien Ruhen, Langsames Schwimmen und Schnellschwimmen u. a. auch über die Schwimmgeschwindigkeiten definiert wurden (Kap. 2.2.3.1). Deshalb gibt es bei diesen Kategorien keine Überschneidungen der Geschwindigkeiten (Abb. 3.33).

3.5.2 Einfluss der Boote

Die Schwimmgeschwindigkeiten der Kategorie „ferne Boote“ ($\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$) unterscheiden sich nicht signifikant von der „ohne Boote“ ($\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$; Abb. 3.34). Hielten sich jedoch Boote in der Nähe der Delfine auf, schwammen die Tiere um 21% schneller ($\tilde{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$), als wenn keine oder ferne Boote anwesend waren (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.7).

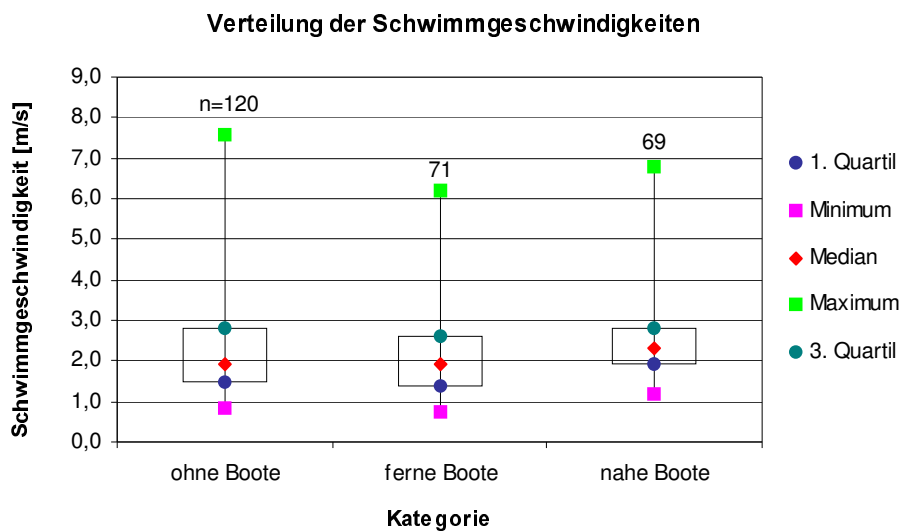


Abb. 3.34: Verteilung der Schwimmgeschwindigkeiten (ohne Boote: $\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$, ferne Boote: $\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$, nahe Boote: $\tilde{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$; n gesamt = 260 Sektionen; Statistischer Vergleich: ohne Boote – ferne Boote: n. s., ohne Boote – nahe Boote: signifikant; ferne Boote – nahe Boote: signifikant (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.7).

Nahe Boote scheinen somit einen signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Schwimmgeschwindigkeiten zu besitzen. Aber in welchem Maße spielt dabei die Bootsanzahl in der Nähe der Tümmler eine Rolle?

Abb. 3.35 zeigt die Verteilung der Schwimmgeschwindigkeiten bei verschiedener Anzahl von nahen Booten. Mit einem nahen Boot oder zwei nahen Booten unterschieden sich die Geschwindigkeiten nicht von der ohne nahe Boote bzw. nur fernen Booten (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.8). Wenn sich jedoch 3-5 Boote in der Nähe der Delfine aufhielten, kam es zu einer Geschwindigkeitserhöhung um 37% (ferne Boote: $1,9 \text{ m s}^{-1}$; 3-5 nahe Boote: $\tilde{x} = 2,6 \text{ m s}^{-1}$; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.8).

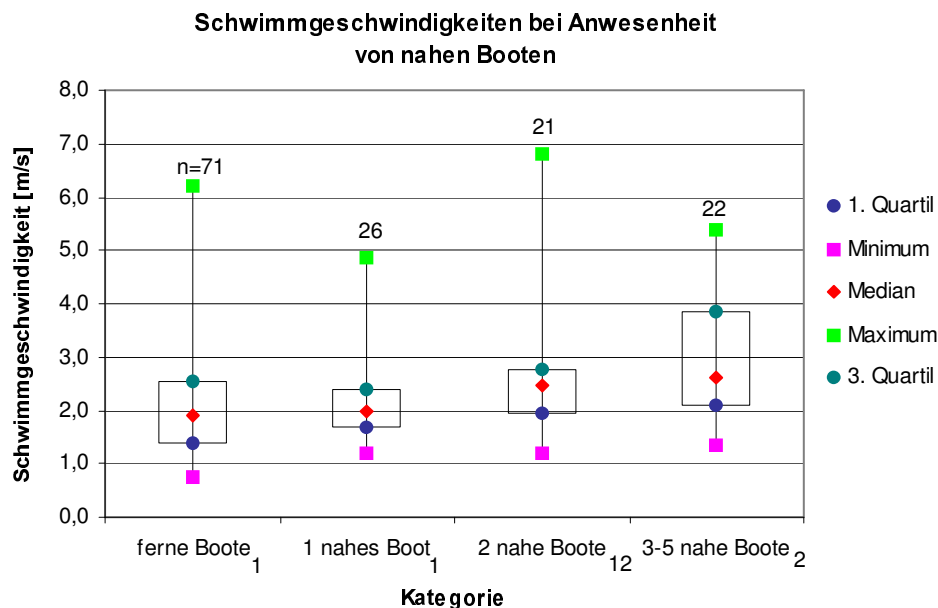


Abb. 3.35: Schwimmgeschwindigkeiten bei Anwesenheit von nahen Booten. (ferne Boote: $\tilde{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$, 1 nahes Boot: $\tilde{x} = 2,0 \text{ m s}^{-1}$, 2 nahe Boote: $\tilde{x} = 2,5 \text{ m s}^{-1}$, 3-5 nahe Boote: $\tilde{x} = 2,6 \text{ m s}^{-1}$; n gesamt = 140 Sektionen; Gleiche Zahlen neben den Bootskategorien geben an, welche Geschwindigkeiten sich nicht signifikant unterscheiden; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.8).

3.6 Tauchen

Als „Tauchen“ bezeichne ich den Aufenthalt unter der Wasseroberfläche einer gesamten Delfingruppe (>20 s) und die Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche (<2 Min.) zwischen zwei Tauchgängen (Kap. 2.2.3.1). Die Tauchdauer bezieht sich allerdings nur auf die Dauer eines Tauchgangs zwischen dem Ab- und Auftauchen. Als Tauchzeit bezeichne ich den Mittelwert aller Tauchgänge einer Sektion bzw. Scans (Kap. 2.4.2).

3.6.1 Tauchen ohne Boote

In Abb. 3.36 sind die Tauchzeiten der Großen Tümmler ohne Boote nach der Anzahl der Beobachtungen aufgetragen. Der arithmetische Mittelwert beträgt 110,5 s; der Median liegt bei 108,1 s bzw. 1,80 Min. Fünfzig Prozent aller Tauchzeiten hatten eine Dauer von 93,1 bis 134,8 s.

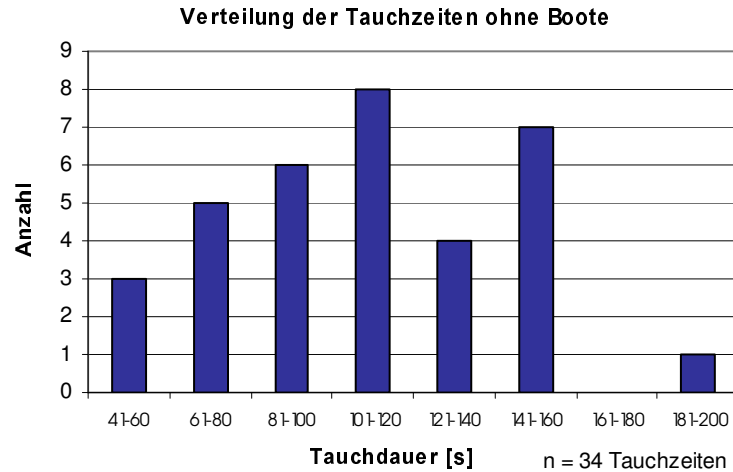


Abb. 3.36: Verteilung der Tauchzeiten der Großen Tümmler ohne Anwesenheit von Booten ($\bar{x} = 110,5$ s; $\tilde{x} = 108,1$ s; Q = 93,1-134,8 s; R = 43,4-191,5 s).

3.6.2 Einfluss der Boote auf die Tauchdauer

Die Verteilung der Tauchzeiten der Kategorie „ferne Boote“ zeigt eine breitere Streuung als die Tauchzeiten der Kontrolle (Abb. 3.37). Dieses beruht darauf, dass die drei längsten Tauchgänge (mit max. 6,3 Min.) innerhalb einer Sektion stattfanden, in der ein fernes Boot anwesend war.

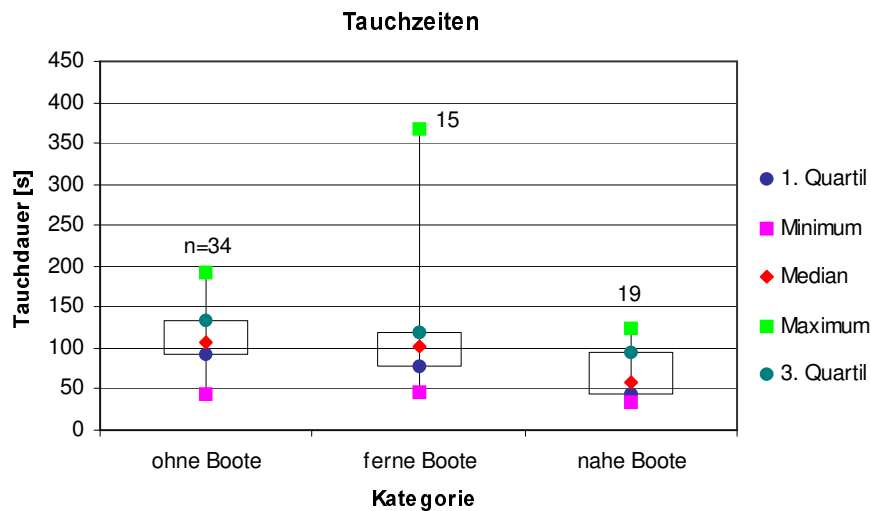


Abb. 3.37: Verteilung der Tauchzeiten. (ohne Boote: $\tilde{x} = 108$ s, ferne Boote: $\tilde{x} = 103$ s, nahe Boote: $\tilde{x} = 59$ s; n gesamt = Mittelwert von 186 Tauchgänge in 68 Sektionen; Statistischer Vergleich: ohne Boote – ferne Boote: n. s., ohne Boote – nahe Boote: signifikant; ferne Boote – nahe Boote: signifikant; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.9).

Die Delfine tauchten bei Anwesenheit von fernen Booten nicht kürzer oder länger als ohne Boote (Abb. 3.37; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.9). Hielten sich jedoch Boote in der Nähe der Delfine auf, war die Tauchdauer mit 59 s um 45% kürzer, als wenn keine Boote ($\tilde{x} = 108$ s) oder ferne Boote ($\tilde{x} = 103$ s) anwesend waren. Nahe Boote besitzen somit einen signifikanten Einfluss auf die Tauchzeit der Tümmler (Anhang Tab. A.4.9).

3.6.3 Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche

Als Aufenthaltszeit an der Wasseroberfläche bezeichne ich den Mittelwert der Zeiten zwischen zwei Tauchgängen einer Beobachtungseinheit (Kap. 2.4.2). Die Verteilung der Aufenthaltszeiten – bis maximal zwei Minuten (Kap. 2.2.3.1) – sind in Abb. 3.38 aufgetragen. Der arithmetische Mittelwert beträgt 40,6 s; der Median liegt bei 35,8 s. Die Hälfte aller Aufenthaltszeiten hatten eine Dauer von 17,2 bis 62,3 s.

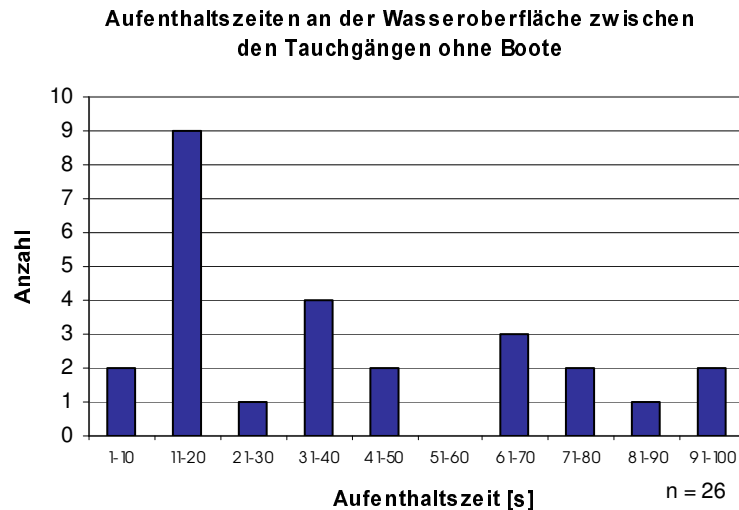


Abb. 3.38: Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche zwischen den Tauchgängen ohne Anwesenheit von Booten ($\bar{x} = 40,6$ s; $\tilde{x} = 35,8$ s; Q = 17,2-62,3 s; R = 7,6-100,1 s; Aufenthaltszeiten über 2 Min. wurden nicht gewertet).

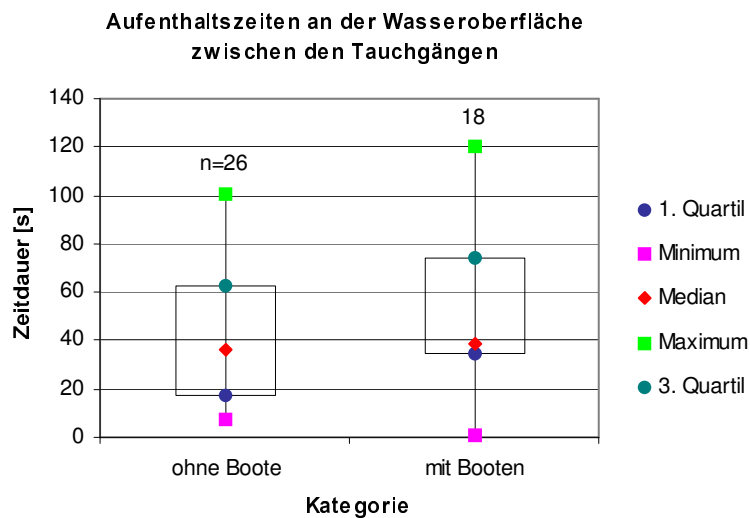


Abb. 3.39: Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche zwischen den Tauchgängen. (Ohne Boote: $\tilde{x} = 35,8$ s, mit Booten: $\tilde{x} = 39,0$ s; Mann-Whitney U-Test: $Z=1,558$; $p=0,1193$; $n = 44$ Aufenthaltszeiten an der Wasseroberfläche).

Auf die Einteilung in die Kategorien „ferne“ und „nahe“ Boote wurde diesmal verzichtet, weil die Anzahl der Werte in den genannten Kategorien zu gering war, um einen statistischen Test zu ermöglichen. „Ferne“ und „nahe Boote“ sind deshalb in der Kategorie „mit Booten“ zusammengefasst (Abb. 3.39). Statistisch gesehen unterscheiden sich die Aufenthaltszeiten der Kategorie „mit Booten“ nicht signifikant von der „ohne Boote“ (Abb. 3.39; Mann-Whitney U-Test: $Z=1,558$; $p=0,1193$). Somit hielten sich die Delfine bei Anwesenheit von Booten nicht kürzer oder länger an der Wasseroberfläche auf als ohne Boote.

3.7 Sprünge

Sprünge können je nach Anzahl und Höhe als Maß für die Aktivität der Delfine gelten. Deshalb werden in dieser Arbeit die Sprünge nach ihrer Höhe kategorisiert (Kap. 2.2.3.4.). Beim Ruhen kommen definitionsgemäß keine Sprünge vor (Kap. 2.2.3.1).

3.7.1 Bei verschiedenen Aktivitäten

Die Auftragung der niedrigen Sprünge nach ihrer Häufigkeit, ergibt eine extrem rechtsschiefe Verteilung (Beispiel in Abb. 3.40). Dieses erklärt sich durch die hohe Anzahl der Sektionen, in denen keine Sprünge stattgefunden haben. Der Median dieser Verteilung ist deshalb null. Die folgenden Frequenzangaben beziehen sich deshalb auf den arithmetischen Mittelwert der einzelnen Verteilungen.

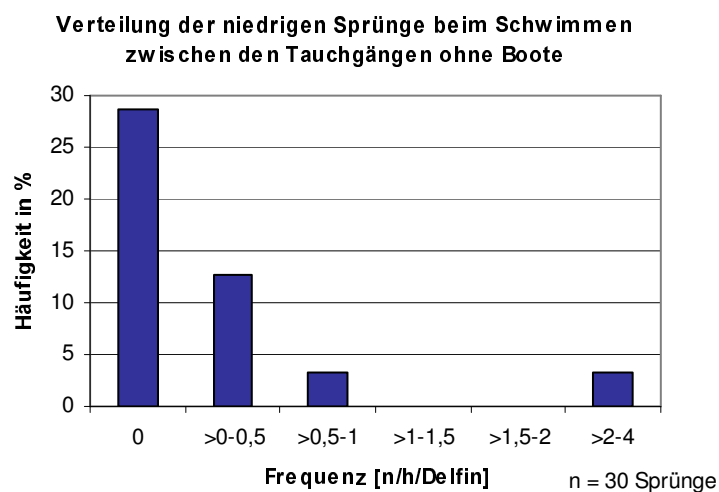


Abb. 3.40: Verteilung der niedrigen Sprünge beim Schwimmen zwischen den Tauchgängen ohne Anwesenheit von Booten ($\tilde{x} = 0$; $\bar{x} = 0,34 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; $Q = 0-0,46 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; $R = 0-3,1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$).

Ab einer Geschwindigkeit von 5 m s^{-1} begannen die Delfine zum Atmen aus dem Wasser zu springen. Dieses Verhalten bezeichnet man als „porpoising“ (FISH & HUI 1991). Da alle Gruppenmitglieder dabei aus dem Wasser sprangen, gestaltete sich das Zählen der niedrigen Sprünge schwierig und somit unzuverlässig. In Tab. 3.5 werden deshalb in der Kategorie „niedrige Sprünge“ beim Schnellschwimmen und Jagen keine Angaben gemacht. Beim Sozialverhalten waren niedrige Sprünge signifikant häufiger als beim Tauchen und Langsamen Schwimmen (Tab. 3.5; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.10).

Beim Jagen kamen hohe Sprünge ($1,9 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) signifikant häufiger vor, als beim Tauchen ($0,02 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; Anhang Tab. A.4.11). Sehr hohe Sprünge kamen nur während des Schnellschwimmens und Sozialverhaltens vor, die bei diesen Aktivitäten gleich häufig waren (Mann-Whitney U-Test: $Z=-0,125$; $p=0,9003$).

Tab. 3.5: Mittlere Frequenzen der niedrigen, hohen und sehr hohen Sprünge bei verschiedenen Aktivitäten ohne Anwesenheit von Booten (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.10; Tab. A.4.11).

Verhaltenskategorie	Anzahl der Sektionen	niedrige Sprünge [$1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$]	hohe Sprünge [$1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$]	sehr hohe Sprünge [$1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$]
Tauchen	30	0,34	0,02	0,00
Langsames Schwimmen	25	1,63	0,13	0,00
Schnellschwimmen	11	porpoising	1,84	0,43
Jagen	5	porpoising	1,90	0,00
Sozialverhalten	32	6,48	0,64	0,58

3.7.2 Einfluss der Boote auf die Sprungfrequenz

Interessant ist die Frage, in welchem Maße Boote die Häufigkeit und Höhe der Sprünge innerhalb eines Verhaltens beeinflussen. Zur Untersuchung der Sprungfrequenzen konnten nur Verhaltenskategorien berücksichtigt werden, die auch bei Anwesenheit von fernen und nahen Booten in ausreichender Häufigkeit vorkamen. Das Jagen wurde eher selten beobachtet und kam bei Anwesenheit von nahen Booten überhaupt nicht mehr vor. Beim Schnellschwimmen waren niedrige und hohe Sprünge die Regel – somit kann die Anzahl der Sprünge nicht zum Vergleich zwischen den Bootskategorien dienen. Sozialverhalten ging bei Anwesenheit von nahen Booten stark zurück ($n=3$ Sektionen). Das Langsame Schwimmen und Tauchen sind Verhaltenskategorien, die sowohl ohne Boote, als auch mit fernen und nahen Booten die höchsten Anteile am Gesamtverhalten besaßen (Kap. 3.9.2).

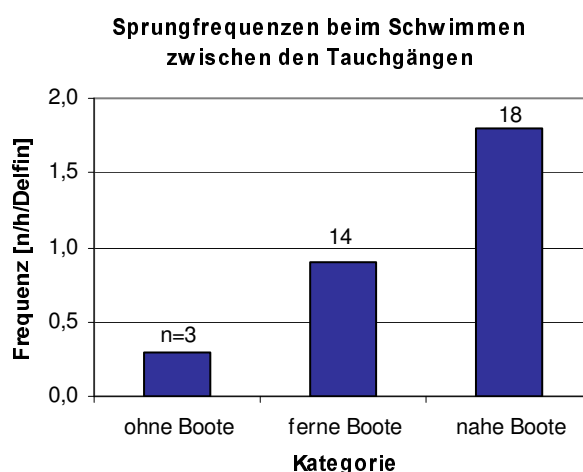


Abb. 3.41: Frequenzen der niedrigen Sprünge beim Schwimmen zwischen den Tauchgängen. Aufgetragen sind jeweils die arithmetischen Mittelwerte der Frequenzen. (Ohne Boote: $\bar{x} = 0,3 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $\tilde{x} = 0$, $Q = 0-0,5 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $R = 0-3,1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; ferne Boote: $\bar{x} = 0,9 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $\tilde{x} = 0$, $Q = 0-0$, $R = 0-9,4 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; nahe Boote: $\bar{x} = 1,8 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $\tilde{x} = 0,8 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $Q = 0-3,1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $R = 0-6,9 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; Kruskal-Wallis-Test: $H=5,206$; $df=2$; $p=0,0340$).

Beim Schwimmen zwischen den Tauchgängen unterschieden sich die Frequenzen der Sprünge zwischen den Bootskategorien signifikant voneinander (Abb. 3.41; Kruskal-Wallis-Test: $H=5,206$; $df=2$; $p=0,0340$). Mit nahen Booten stieg die Frequenz ($\bar{x} = 1,8 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) auf den 6-fachen Wert der Kontrolle ($\bar{x} = 0,3 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) an. Beim Langsamen Schwimmen nahmen bei Anwesenheit von Booten die Häufigkeit der Sprünge nicht zu (Kruskal-Wallis-Test: niedrige Sprünge: $H=1,56$; $df=2$; $p=0,34$; hohe Sprünge: $H=0,27$; $df=2$; $p=0,68$).

3.8 Flukenschläge

Die Auftragung der Flukenschläge beim Langsamen Schwimmen nach ihrer Häufigkeit ergibt eine extrem rechtsschiefe Verteilung (Abb. 3.42). Diese erklärt sich durch die hohe Anzahl der Sektionen, in denen keine Flukenschläge auftraten. Der Median dieser Verteilung ist deshalb null. Die folgenden Frequenzangaben beziehen sich deshalb auf den arithmetischen Mittelwert der einzelnen Verteilungen.

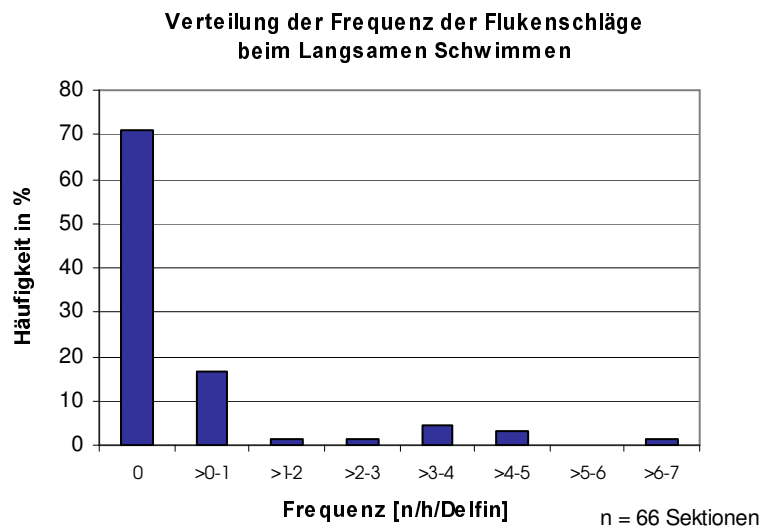


Abb. 3.42: Häufigkeitsverteilung der Frequenz der Flukenschläge beim Langsamen Schwimmen ($\tilde{x} = 0$; $\bar{x} = 0,55 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; $Q = 0-0,37 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; $R = 0-6,19 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$).

Tab. 3.6: Mittlere Frequenzen der Flukenschläge während verschiedener Aktivitäten in den Bootskategorien. Gleiche Zahlen neben den n-Werten (in der Spalte „Flukenschläge ohne Boote“) geben an, welche Frequenzen sich statistisch nicht voneinander unterscheiden. (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.12; Tab. A.4.13; Tab. A.4.14).

Verhaltenskategorie	Flukenschläge ohne Boote [1 h ⁻¹ Delfin ⁻¹]	Flukenschläge ferne Boote [1 h ⁻¹ Delfin ⁻¹]	Flukenschläge nahe Boote [1 h ⁻¹ Delfin ⁻¹]
Langsames Schwimmen	0,27 (n=25) ₁	0,31 (n=15)	0,97 (n=26)
Ruhen	0,30 (n=13) ₂	0,22 (n=13)	0,00 (n=4)
Tauchen	0,58 (n=30) ₂	0,03 (n=14)	0,39 (n=18)
Sozialverhalten	1,13 (n=32) ₂	0,45 (n=8)	0,00 (n=3)
Jagen	1,23 (n=5) ₂	1,32 (n=3)	(n=0)

Die Häufigkeit der Flukenschläge kann je nach Aktivität der Delfine variieren (Tab. 3.6). Die Frequenz der Flukenschläge beim Schnellschwimmen konnte beim porpoising nicht zuverlässig bestimmt werden und ist deshalb nicht aufgeführt. Ohne Anwesenheit von Booten waren Flukenschläge beim Tauchen ($0,58 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$), Sozialverhalten ($1,13 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) und Jagen ($1,23 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) häufiger als beim Langsamen Schwimmen ($0,27 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.12).

Zur Untersuchung des Bootseinflusses auf die Frequenz der Flukenschläge konnten nur die Aktivitäten herangezogen werden, die genügend Daten in allen Bootskategorien aufwiesen. Das war nur beim Tauchen und Langsamen Schwimmen der Fall (Tab. 3.6).

Beim Tauchen war die Häufigkeit der Flukenschläge mit fernen Booten ($0,03 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) niedriger als die Kontrolle ($0,58 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.13). Ohne Präsenz von Booten wurde häufig ein bestimmtes Abtauchverhalten beobachtet: Die Tümmler beugten vor dem Tauchen ihre Körper nach innen, und reckten die Fluke anschließend in die Höhe, so dass ca. ein Drittel des hinteren Körpers aus dem Wasser ragte – bevor sie senkrecht ins Wasser glitten. Bei dieser Art des Abtauchens wurde bei manchen Tieren vor der Hebung der Schwanzflosse Flukenschläge beobachtet. Das erklärt, warum die Häufigkeit der Flukenschläge ohne Boote höher liegt, als bei Präsenz von fernen Booten. Mit nahen Booten ($0,39 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) waren Flukenschläge häufiger, als mit fernen Booten (Anhang Tab. A.4.13).

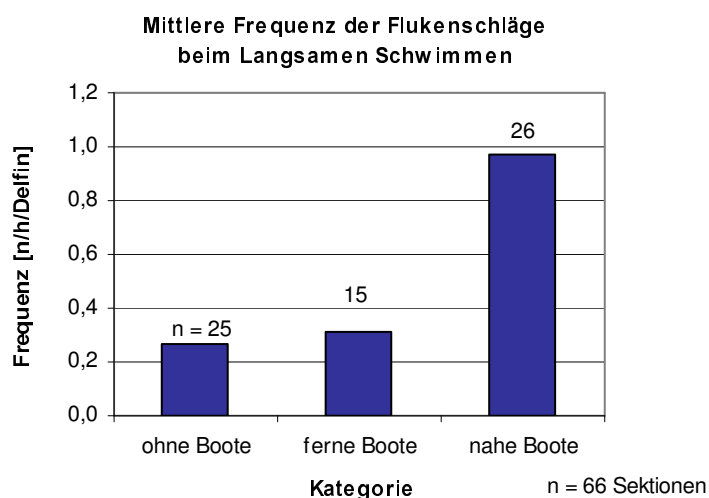


Abb. 3.43: Frequenz der Flukenschläge beim Langsamen Schwimmen. Aufgetragen sind jeweils die arithmetischen Mittelwerte der Frequenzen. (Ohne Boote: $\bar{x} = 0,27 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $\tilde{x} = 0$, $Q=0-0$; $R=0-4,82 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; ferne Boote: $\bar{x} = 0,31 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $\tilde{x} = 0$, $Q=0-0$; $R=0-3,93 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; nahe Boote: $\bar{x} = 0,97 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $\tilde{x} = 0,15 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$, $Q=0-1 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; $R=0-6,19 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; statistischer Vergleich: ohne Boote – ferne Boote: n. s., ohne Boote – nahe Boote: signifikant; ferne Boote – nahe Boote: n. s.; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.14).

Wenn sich beim Langsamen Schwimmen Boote in der Nähe der Delfine aufhielten, schlugen die Tiere im Vergleich zur Kontrolle ($\bar{x} = 0,27 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$) 3,6-mal häufiger mit ihrer Fluke ($\bar{x} = 0,97 \text{ h}^{-1} \text{ Delfin}^{-1}$; Abb. 3.43). Mit fernen Booten nahm die Häufigkeit der Flukenschläge im Vergleich zur Kontrolle nicht zu (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.14).

3.8.1 Gruppengrößen und -formationen

Zur Untersuchung des Verhaltens der Großen Tümmler beobachtete ich immer die Aktivitäten einer Delfingruppe (Kap. 2.2.1). Da die Anzahl der Individuen innerhalb einer Gruppe nicht immer exakt bestimmt werden konnte, wurden die Gruppengrößen in Kategorien eingeteilt (Kap. 2.2.3.2). Wenn es im Beobachtungsgebiet mehrere Delfingruppen gab, wählte ich immer die größte Gruppe für die Datenaufnahme aus (Kap. 2.2.1). Die Angaben in den folgenden Kapiteln beziehen sich deshalb immer auf die Mehrzahl der Delfine im Beobachtungsgebiet.

3.8.2 Verteilung der Gruppengrößen

Die Verteilung der Gruppengrößen sind in Abb. 3.44 aufgetragen. Die meisten Gruppen, von denen die Daten aufgenommen wurden, hatten eine Größe von 21-25 Delfinen.

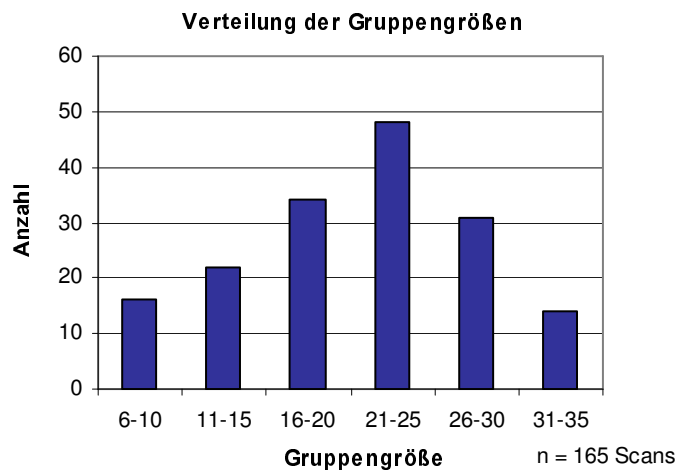


Abb. 3.44: Verteilung der Gruppengrößen der jeweils größten beobachteten Delfingruppen.

3.8.3 Gruppenformation bei verschiedenen Aktivitäten

Die Gruppenformation wird anhand des mittleren Abstandes der Delfine zueinander definiert (Kap. 2.2.3.3). Die Gruppen ohne Boote weichen von einer Gleichverteilung ab (Chi-Quadrat-Anpassungstest: $\chi^2=150,6$; $df=3$; $p=0$). 76% der Gruppen ($n=108$) waren kompakt formiert, disperse Gruppen kamen in 12% der Fälle vor. Sehr kompakte (8%) und sehr disperse (5%) wurden weniger häufig beobachtet.

In Abb. 3.45 sind die Verteilungen der Gruppenformationen bei verschiedenen Aktivitäten ohne Präsenz von Boote gezeigt. Aufgrund der geringen Anzahl von Jagd- und Schnellschwimmgruppen ist ein statistischer Vergleich anhand eines Chi-Quadrat-Tests jedoch nicht möglich, da die Voraussetzungen für diesen Test nicht erfüllt sind.

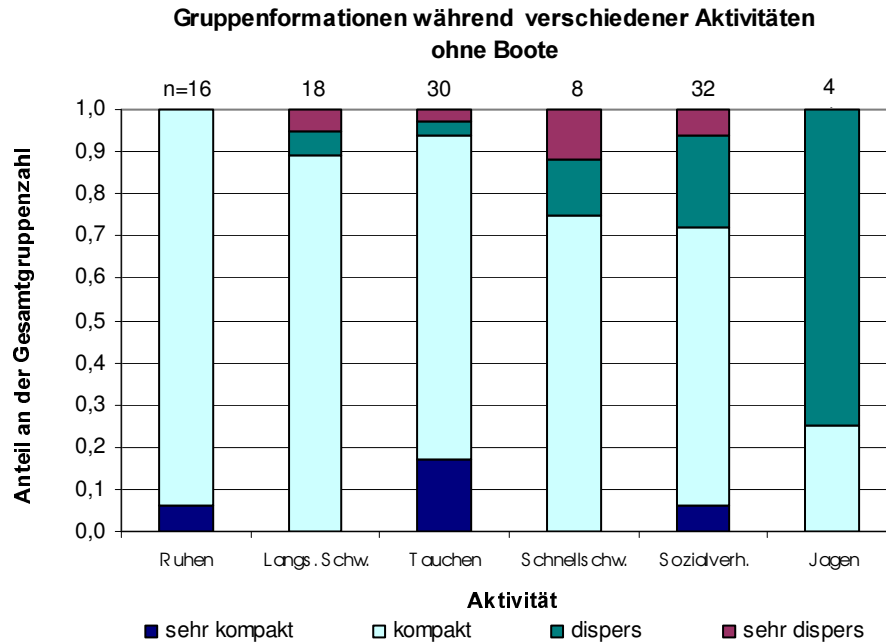


Abb. 3.45: Gruppenformationen der Großen Tümmler vor der Insel Choros während verschiedener Aktivitäten ohne Anwesenheit von Booten; n gesamt = 108 Gruppen).

3.8.4 Bootseinfluss auf die Gruppenformation

Die meisten Delfingruppen schwammen sowohl ohne als auch mit Booten in kompakter Gruppenformation (Abb. 3.46). Wenn sich über zwei Boote in der Nähe der Tümmler aufhielten, kam es im Vergleich zur Kontrolle zu einer signifikanten Veränderung der Gruppenformation (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.15). Dabei nahm der Anteil der sehr dispersen Gruppen auf das Doppelte (ohne Boote: 5%; 2-5 nahe Boote: 10%) und die dispersen Gruppen auf das 2,2-fache (ohne Boote: 11%; 2-5 nahe Boote: 24%) zu, während die kompakten Gruppen abnahmen (ohne Boote: 76%; 2-5 nahe Boote: 66%). Sehr kompakte Gruppen wurden bei 2-5 nahen Booten überhaupt nicht mehr beobachtet.

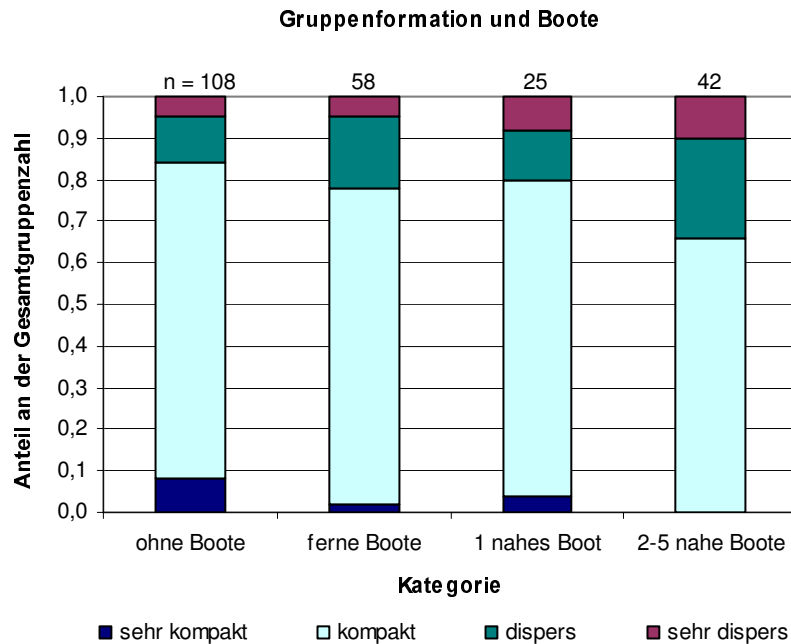


Abb. 3.46: Gruppenformationen der Großen Tümmler vor der Insel Choros bei Anwesenheit von Booten. (Statistischer Vergleich: Ohne Boote – 2-5 nahe Boote: signifikant; alle anderen Verteilungen der verschiedenen Bootskategorien unterscheiden sich nicht signifikant von der Kontrolle; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.15; n gesamt = 233 Gruppen).

3.9 Aktivitäten der Großen Tümmler

Die Aktivitäten der Großen Tümmler vor der Insel Choros wurden auf unterschiedliche Weise beeinflusst. Im folgenden Kap. 3.9.1 wird die Verteilung der Aktivitäten im Tagesverlauf vorgestellt. Im Kap. 3.9.2 wird der Frage nachgegangen, in welchem Maße die fernen und nahen Boote das Aktivitätsbudget der Delfine beeinflussen.

3.9.1 Aktivitäten im Tagesverlauf

Ohne Anwesenheit von Booten war morgens zwischen 7:00-9:00 Uhr Sozialverhalten mit einem Anteil von 87% bzw. 68% die vorherrschende Aktivität (Abb. 3.47). Von 9:00-11:00 Uhr nahm das Sozialverhalten ab und die Tiere ruhten mehr (29% bzw. 21%) oder schwammen langsam (24% bzw. 14%). Am Vormittag zwischen 11:00 und 12:00 Uhr nahm der Anteil des Ruhens auf 10% ab und es gab mehr Schnellschwimmen (19%). Mittags zwischen 11:00 und 13:00 Uhr kam Jagen vor (13% bzw. 41%), wobei Tauchen und Langsames Schwimmen die vorherrschenden Aktivitäten waren. Der Anteil des Tauchens war zwischen 13:00 und 15:00 Uhr mit 50% bzw. 82% am höchsten.

Am Nachmittag zwischen 15:00 und 18:00 Uhr waren ohne Anwesenheit von Booten das Tauchen und Langsame Schwimmen die vorherrschenden Aktivitäten (zusammengezählt: 78%, 83% bzw. 69%). Sozialverhalten kam zwischen 16:00 bis 17:00 Uhr in 14% der Zeit vor, während Jagen in den frühen Abendstunden zwischen 17:00 und 18:00 Uhr beobachtet wurde (13%).

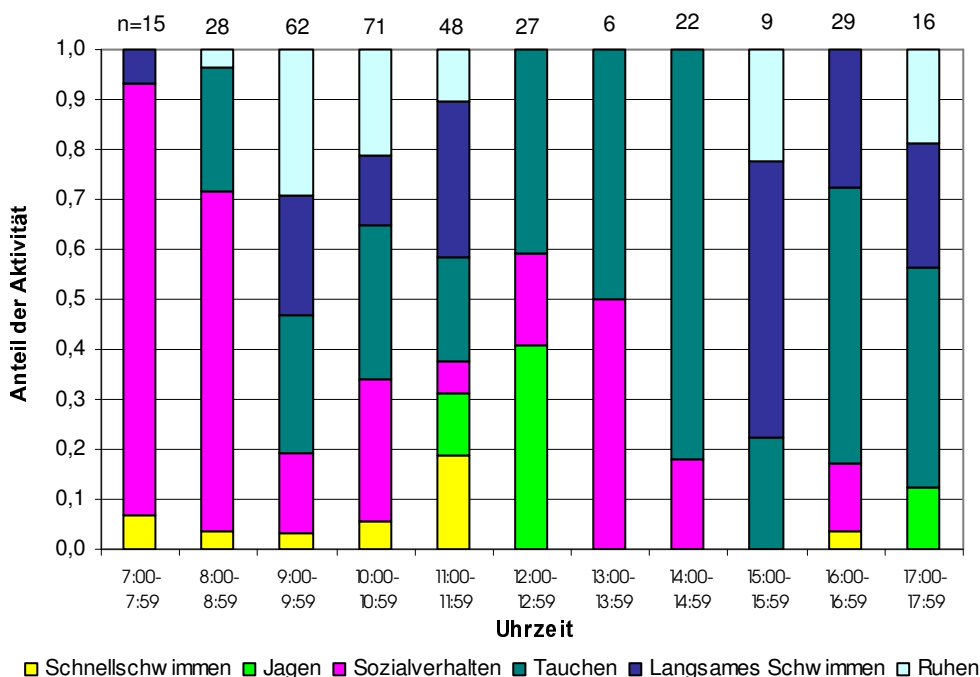


Abb. 3.47: Verteilung der Aktivitäten der Großen Tümmler im Tagesverlauf in den Sommermonaten (20.1.-30.3.2001) ohne Anwesenheit von Booten. Die Proportionen ergeben sich aus den Häufigkeiten der Aktivitäten anhand des 3-Min.-Samplings. Die Zahlen über den Säulen geben die Anzahl der 3-Min.-Scans an, die für die Berechnung der Aktivitätsanteile in die jeweilige Stunde mit eingingen.

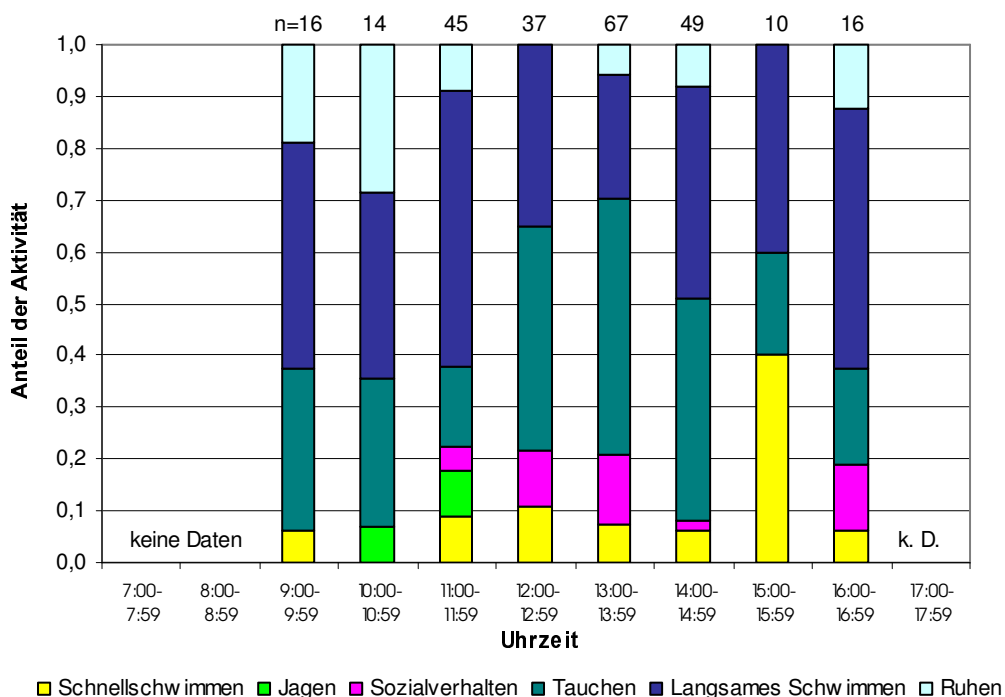


Abb. 3.48: Verteilung der Aktivitäten der Großen Tümmler im Tagesverlauf in den Sommermonaten (20.1.-30.3.2001) bei Anwesenheit von Booten. Die Proportionen ergeben sich aus den Häufigkeiten der Aktivitäten anhand des 3-Min.-Samplings. Die Zahlen über den Säulen geben die Anzahl der 3-Min.-Scans an, die für die Berechnung der Aktivitätsanteile in die jeweilige Stunde mit eingingen.

Abb. 3.48 zeigt die Tagesaktivitäten der Großen Tümmler bei Anwesenheit von Booten. Von Januar bis März 2001 wurden zwischen 7:00 und 9:00 Uhr keine Boote bei den Delfinen beobachtet. Nach 17:00 Uhr wurden zwar Boote gesichtet (Kap. 3.2.2), aber es wurden in der Zeit keine Scans durchgeführt. Deswegen liegen für die frühen Morgen- und Abendstunden keine Daten vor.

Zwischen 9:00 und 10:00 Uhr bildeten Tauchen (31%) und Langsames Schwimmen (44%) die Hauptaktivitäten der Großen Tümmler. Ruhen kam in 19% der Zeit vor, während Schnellschwimmen mit 6% am wenigsten vorkam. Zwischen 10:00 und 11:00 Uhr ruhten die Tiere relativ viel (29%). Jagen war in 7% der Zeit vertreten. Am Vormittag (11:00 bis 12:00 Uhr) nahm der Anteil des Ruhens ab (9%), während Langsames Schwimmen (53%) zunahm. In der Mittagszeit, 12:00 bis 13:00 Uhr, wurde kein Ruhen und Jagen bei den Delfinen beobachtet, wobei der Anteil des Schnellschwimmens (11%) gegenüber den Vormittagsstunden leicht anstieg. Etwas Sozialverhalten (11%) kam vor. Zwischen 13:00 und 15:00 Uhr waren Tauchen (49% bzw. 43%) und Langsames Schwimmen (24% bzw. 41%) die vorherrschenden Aktivitäten. Ruhen kam nur zu einem geringen Teil (6% bzw. 8%) vor. Zwischen 15:00 und 16:00 Uhr kam es zu einem starken Anstieg des Schnellschwimmens auf 40% und einem Ausbleiben des Ruhens. Nach 16:00 Uhr nahm der Anteil des Schnellschwimmens wieder ab (6%) und die Tiere zeigten wieder Ruhen (13%) und Sozialverhalten (13%).

Ein statistischer Vergleich der Aktivitätsverteilungen (pro Stunde; ohne Boote – mit Booten) war anhand eines Chi-Quadrat-Tests nicht möglich. Die Voraussetzungen für diesen Test waren nicht erfüllt (ENGEL 1997), da meistens zu wenige Daten pro Stunde vorlagen. In den Mittags- und Nachmittagsstunden stieg die Anzahl der Boote (Kap. 3.2.2), so dass es relativ wenig Scans gab, in denen keine Boote anwesend waren. Umgekehrt gab es morgens und vormittags keine oder nur wenige Boote, so dass es in diesen Zeiten wenige Scans gab, in denen Boote präsent waren.

Die Aktivitäten der Delfine könnten einem natürlichen Tagesrhythmus folgen. Deshalb wurden für die Erstellung des Aktivitätsbudgets die Morgenstunden vor 9:00 und die Nachmittagsstunden nach 17:00 (in denen für die Aktivitätsverteilung mit Booten keine Daten vorliegen) nicht berücksichtigt.

3.9.2 Aktivitätsbudget

Ohne Anwesenheit von Booten waren die häufigsten Aktivitäten der Großen Tümmler das Tauchen (39%; Abb. 3.49) und das Langsame Schwimmen (20%). Sozialverhalten und Ruhen hatten beide einen Anteil von 15%. In 6% der Gesamtzeit jagten die Delfine. Am geringsten war der Anteil des Schnellschwimmens mit 5%.

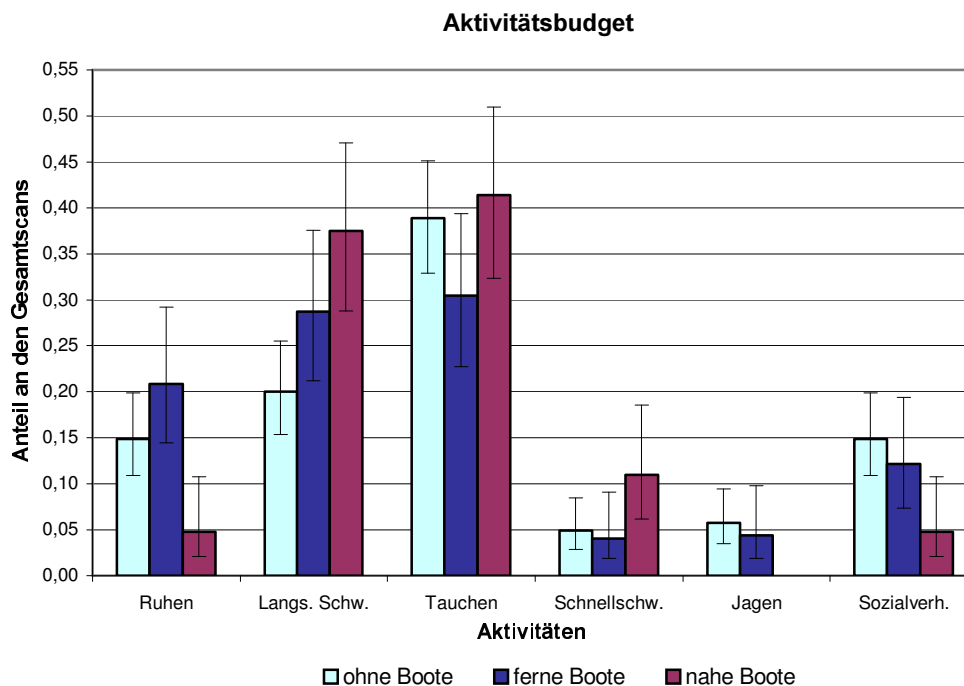


Abb. 3.49: Aktivitätsbudget der Großen Tümmler vor der Insel Choros in den Sommermonaten (20.1.-30.3.2001) in einer Beobachtungszeit zwischen 9:00 und 17:00 Uhr. Die Proportionen ergeben sich aus den Häufigkeiten der Aktivitäten anhand des 3-Min.-Samplings. Die Fehlerbalken geben die 95%igen Konfidenzintervalle (nach WILSON 1927, beschrieben in NEWCOMBE 1998) der jeweiligen Proportionen an. (Anzahl der 3-Min.-Scans: ohne Boote: $n = 242$; ferne Boote: $n=115$; nahe Boote: $n=104$).

Das Aktivitätsbudget der Großen Tümmler vor der Insel Choros wurde durch die Anwesenheit von fernen Booten im Vergleich zur Kontrolle nicht verändert (Chi-Quadrat-Test: $X^2=6,45$; $df=5$; $p=0,27$). Die Präsenz von nahen Booten wirkte sich jedoch signifikant auf die prozentuale Verteilung der Verhaltenskategorien aus. Das Aktivitätsbudget mit nahen Booten unterschied sich von dem der Kontrolle (Chi-Quadrat-Test: $X^2=31,14$; $df=5$; $p<0,0001$) und von dem mit fernen Booten (Chi-Quadrat-Test: $X^2=26,55$; $df=5$; $p<0,0001$).

Ruhen und Sozialverhalten nahmen beide mit nahen Booten um 10% des Kontrollwerts ab (von 15% auf 5%). Jagen fand bei Anwesenheit von Booten überhaupt nicht mehr statt (von 6% auf 0%). Langsames Schwimmen gewann dagegen um 18% Zuwachs (von 20% auf 38%). Das Schnellschwimmen stieg ebenfalls bei Präsenz von nahen Booten an (von 5% auf 11%).

3.10 Energetik

In welchem Maße wird der Energieverbrauch der Großen Tümmler vor der Insel Choros durch die Anwesenheit von Booten verändert? Um dieser Frage nachzugehen, werden im Kap. 3.10.1 die Leistungen der Sprünge bei Ab- und Anwesenheit von Booten vorgestellt. In Kap. 3.10.2 wird auf der Basis der Leistungen beim Schwimmen und Springen ein Energiebudget aufgestellt. Der Energiebedarf zu den verschiedenen Tageszeiten ist im Kap. 3.10.3 von Interesse.

3.10.1 Energiebedarf beim Springen

Die Leistungen der Sprünge lassen sich anhand der Ausgangs- und Absprunggeschwindigkeit berechnen (Kap. 2.4.5). Im Vergleich zur durchschnittlichen Geschwindigkeit ($\bar{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$; $\tilde{x} = 1,90 \text{ m s}^{-1}$; Kap. 3.5.1) der Großen Tümmler vor der Insel Choros werden beim Springen für einige Sekunden hohe Geschwindigkeiten erreicht, die einen gesteigerten Energieverbrauch zur Folge haben. So benötigt ein niedriger Sprung auf 1,5 m eine Geschwindigkeit von $6,3 \text{ m s}^{-1}$ (Abb. 3.50) und erfordert eine Arbeit von 7,1 KJ (Abb. 3.51). Ein sehr hoher Sprung auf 9 m benötigt eine Absprunggeschwindigkeit von $13,5 \text{ m s}^{-1}$ (Abb. 3.50) und fordert eine Arbeit von 79,5 KJ (Abb. 3.51).

Nach meinen Beobachtungen springen die Großen Tümmler ab einer Geschwindigkeit von ca. 5 m s^{-1} regelmäßig zum Atmen aus dem Wasser („porpoising“: FISH & HUI 1991). Diese Tatsache deckt sich auch mit meinen Berechnungen: Für einen niedrigen Sprung auf 0,75 m Höhe (mit Annahme eines Flugneigungswinkel von 50°) ist eine Absprunggeschwindigkeit von $5,0 \text{ m s}^{-1}$ nötig (Kap. 2.4.5, Tab. 2.5). Bei einem Sprung auf 1,5 m müssen die Delfine auf $6,3 \text{ m s}^{-1}$ (Flugneigungswinkel: 60°) beschleunigen (Kap. 2.4.5, Tab. 2.5). Wenn die Tiere sich bereits mit hoher Geschwindigkeit ($>5 \text{ m s}^{-1}$) fortbewegen, verbrauchen die niedrigen Sprünge bis 1,5 m Höhe keine zusätzliche Energie. Das Porpoising trat hauptsächlich während des Schnellschwimmens und Jagens auf. In diesem Fall gingen deshalb die niedrigen Sprünge nicht mit in die Berechnung der Sprungleistung ein. Bei Sprüngen über 3 m müssen die Delfine auf über 8 m s^{-1} beschleunigen (Kap. 2.4.5, Tab. 2.5). Die gemessene Maximalgeschwindigkeit der Großen Tümmler vor Chile betrug $7,6 \text{ m s}^{-1}$ (Kap. 3.4.4.1). Aus diesem Grund müssen die Tiere auch während des Schnellschwimmens und Ausführens der hohen und sehr hohen Sprünge zusätzlich auf Absprunggeschwindigkeit beschleunigen, was sie zusätzliche Energie kostet.

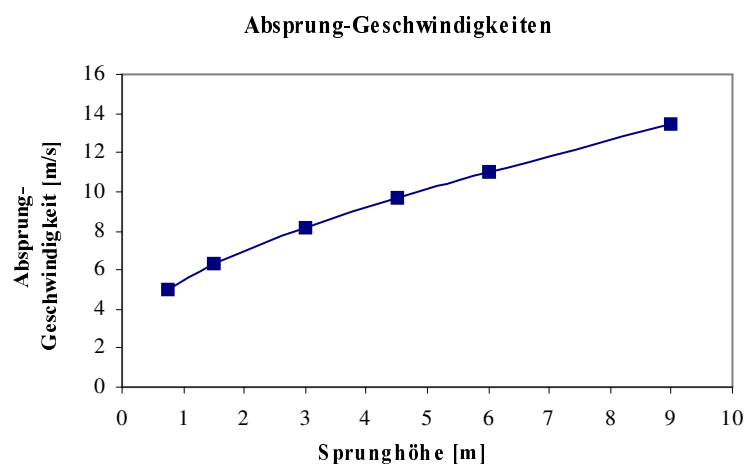


Abb. 3.50: Die berechneten Absprung-Geschwindigkeiten (nach Formel 2.10, Kap. 2.4.5) zum Erreichen der vorgegebenen Sprunghöhen.

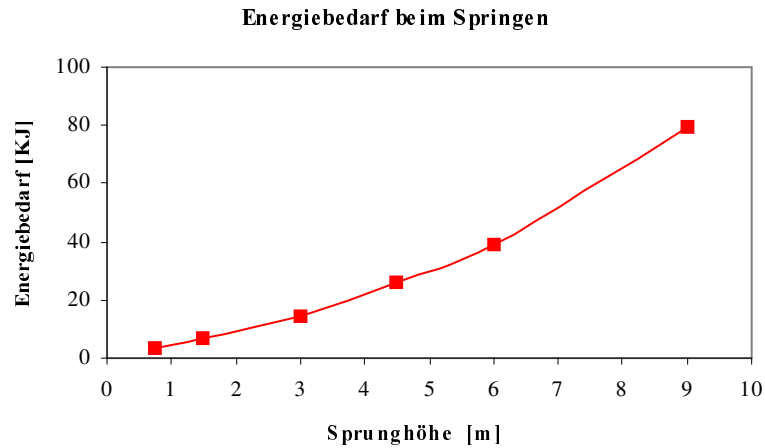


Abb. 3.51: Der berechnete Energiebedarf (Kap. 2.4.5) bei verschiedenen Sprunghöhen; Sprunghöhe 0,75 m: 3,1 kJ; 1,5 m: 7,1 kJ; 3 m: 14,5 kJ; 4,5 m: 27,7 kJ; 6 m: 39,1 kJ; 9 m: 79,5 kJ. Die Werte beziehen sich auf ein durchschnittliches Körpergewicht von 200 kg.

Innerhalb einer Delfingruppe konnte es sein, dass nur ein Tier springt oder dass mehrere oder alle Gruppenmitglieder springen. Vor der Insel Choros war es nicht möglich, die Delfine während des Springens zu unterscheiden. Deshalb wurde die Sprungfrequenz auf die Anzahl der Tiere innerhalb einer Gruppe bezogen (Kap. 2.4.3). Die Daten in Tab. 3.7 beziehen sich deshalb immer auf jedes Gruppenmitglied. Der Energieverbrauch eines springenden Tieres mag beim Springen steigen – bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum und den einzelnen Delfin innerhalb einer Gruppe ist er jedoch relativ gering (Tab. 3.7).

Die Sprungleistung während des Sozialverhaltens (ohne Boote) unterschied sich von der beim Langsamen Schwimmen und Tauchen signifikant (Tab. 3.7; Teststatistik im Anhang Tab. A.4.16).

Während des Schwimmens zwischen den Tauchgängen unterschieden sich die Sprungleistungen zwischen den Bootskategorien (Kruskal-Wallis-Test: $H=6,1$; $df=2$; $p=0,023$). Mit nahen Booten ($4,28 \text{ W Delfin}^{-1}$) war sie ca. 8-mal höher als ohne Boote ($0,55 \text{ W Delfin}^{-1}$). Die Sprungleistungen der verschiedenen Bootskategorien in den anderen Verhaltenskategorien unterschieden sich jedoch nicht signifikant voneinander (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.17).

Tab. 3.7: Die durchschnittlichen Leistungen beim Springen während verschiedener Aktivitäten und bei Ab- und Anwesenheit von Booten. Die Angaben sind arithmetische Mittelwerte und beziehen sich auf einen Großen Tümmler mit 200 kg. Die unterschiedlichen Zahlen neben den n-Werten (in der Spalte „Sprungleistungen ohne Boote“) geben an, welche Sprungleistungen der Aktivitäten sich signifikant voneinander unterscheiden. (Teststatistik im Anhang Tab. A.4.16; Tab. A.4.17).

Verhaltenskategorie	Sprungleistung ohne Boote [W pro Delfin]	Sprungleistung ferne Boote [W pro Delfin]	Sprungleistung nahe Boote [W pro Delfin]
Tauchen	0,55 (n=30) ₁	1,35 (n=14)	4,28 (n=18)
Langsames Schwimmen	2,95 (n=25) ₁	8,66 (n=15)	5,13 (n=25)
Jagen	6,56 (n=5) _{1,2}	22,78 (n=3)	(n=0)
Schnellschwimmen	8,00 (n=13) _{1,2}	11,67 (n=5)	3,54 (n=11)
Sozialverhalten	19,45 (n=32) ₂	13,33 (n=8)	40,13 (n=3)

3.10.2 Energiebudget

Der mittlere Energieverbrauch der Großen Tümmler betrug ohne Anwesenheit von Booten $2,93 \text{ W kg}^{-1}$. Mit fernen Booten lag die Leistung mit $2,82 \text{ W kg}^{-1}$ um nur 3,8% niedriger. Mit nahen Booten war der Energiebedarf der Delfine mit $3,38 \text{ W kg}^{-1}$ um 15,4% höher als die Leistung der Kontrolle. Für einen Delfin mit 200 kg Körpergewicht bedeutet ein Wert von $2,93 \text{ W kg}^{-1}$ (ohne Boote), eine Leistung von ($2,93 \text{ W kg}^{-1} \times 200 \text{ kg} =$) 586 W und einen Energiebedarf von 50,6 MJ pro Tag.

Die Berechnungen ergaben, dass die Anteile des Energiebedarfs der Sprünge für ein Gruppenmitglied (Kap. 3.10.1) in allen drei Bootskategorien lediglich 1% des Gesamtenergieverbrauchs ausmachten.

Bei Anwesenheit von nahen Booten nehmen im Aktivitätsbudget die Anteile des Jagens, Ruhens und des Sozialverhaltens im Vergleich zur Kontrolle stark ab (Abb. 3.49), was sich auch im Energiebudget bemerkbar macht (Abb. 3.52). Die Anteile des Langsamen Schwimmens und Schnellschwimmens nehmen dagegen im Aktivitäts- und Energiebudget zu. Vergleicht man das Aktivitätsbudget der Delfine (Abb. 3.49) mit dem Energiebudget (Abb. 3.52), wird ersichtlich, dass die Aktivitäten mit hohen Geschwindigkeiten einen höheren Energiebedarf fordern, als sie zeitlich am Gesamtverhalten einnehmen. Das Schnellschwimmen hatte im Aktivitätsbudget ohne Boote einen Anteil von 5% der Gesamtzeit, aber einen Anteil von 16% am Gesamtenergieverbrauch. Mit nahen Booten steigert sich der Anteil des Schnellschwimmens im Vergleich zur Kontrolle auf mehr als das Doppelte (34%) des Gesamtenergiebedarfs.

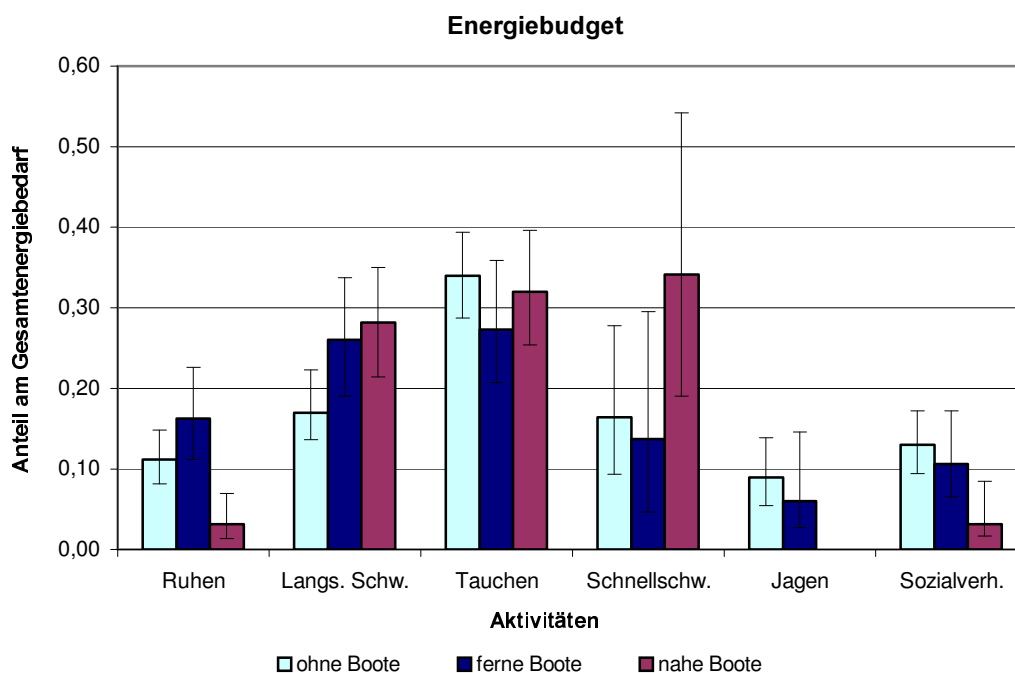


Abb. 3.52: Energiebudget der Großen Tümmler vor der Insel Choros in den Sommermonaten (20.1.-30.3.2001) in einer Beobachtungszeit zwischen 9:00 und 17:00 Uhr. Die Höhe der Säulen geben die Anteile am Gesamtenergiebedarf pro Bootskategorie an. Die Proportionen berechnen sich nach den Durchschnittsgeschwindigkeiten der Delfine innerhalb der einzelnen Aktivitäten und der Leistung der Sprünge, bei Annahme eines durchschnittlichen Körpergewichts von 200 kg. Die Fehlerbalken geben die 95%igen Konfidenzintervalle (nach WILSON 1927, beschrieben in NEWCOMBE 1998) der jeweiligen Proportionen an. (Gesamtenergiebedarf pro Delfin: ohne Boote = 586 W; ferne Boote = 564 W; nahe Boote = 676 W).

3.10.3 Energiebedarf im Tagesverlauf

Ohne Anwesenheit von Booten blieb der Energieverbrauch der Tümmler von 7:00 bis 11:00 Uhr zwischen 2,6 und 2,9 W kg⁻¹ (Abb. 3.53). Von 11:00 bis 12:00 Uhr war ein Anstieg der Leistung auf 4,0 W kg⁻¹ zu verzeichnen. In dieser Zeit nahm der Anteil des Schnellschwimmens auf 19% zu und die Tiere zeigten Jagdverhalten (13%; Abb. 3.47). Nach 12:00 nahm der Energieverbrauch auf 3,1 W kg⁻¹ ab und blieb ab 13:00 bis 18:00 relativ konstant zwischen 2,4 und 2,8 W kg⁻¹ – in einem Zeitraum, in dem die Delfine hauptsächlich tauchten oder langsam schwammen.

Bei Anwesenheit von Booten blieb während der meisten Zeit des Tages die Leistung der Delfine zwischen 2,5 und 3,3 W kg⁻¹ (Abb. 3.54). Zwischen 15:00 und 16:00 Uhr kam es jedoch zu einem extremen Anstieg des Energiebedarfs auf 5,3 W kg⁻¹. In dieser Zeit stieg der Anteil des Schnellschwimmens auf 40% (Abb. 3.48) – gleichzeitig mit einer Erhöhung der Anzahl von nahen Booten (Kap. 3.2.2). In diesem Zeitraum war die Aufenthaltsdauer von vier nahen Booten, im Vergleich zu einer Stunde davor, von 5% auf 17% gestiegen (Abb. 3.7).

Ein statistischer Vergleich der Leistungen im Tagesverlauf ist nicht möglich, da die Werte Summenhäufigkeiten darstellen, für die keine Varianzen erstellt werden können.

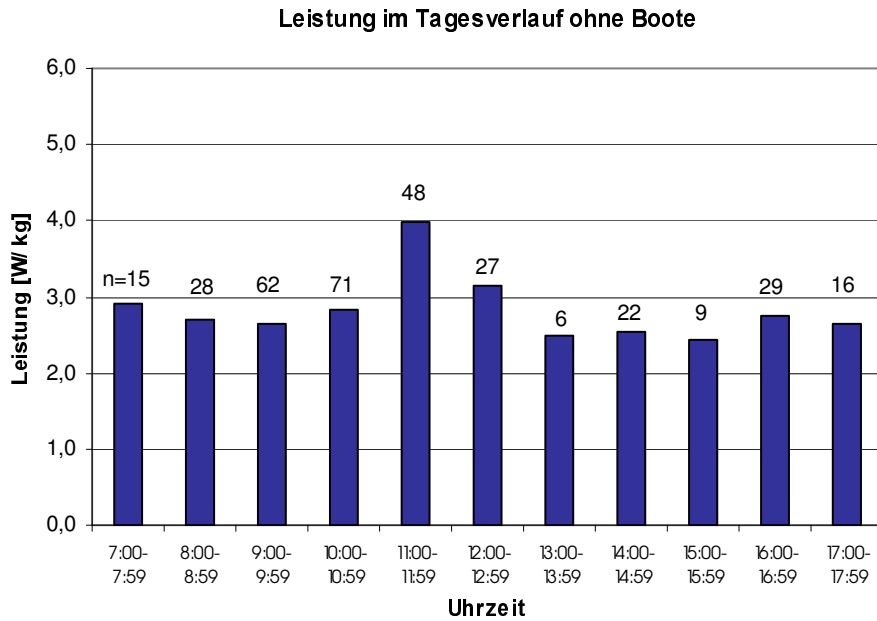


Abb. 3.53: Der Energiebedarf der Großen Tümmler im Tagesverlauf in den Sommermonaten (20.1.-30.3.2001) ohne Anwesenheit von Booten. Die Zahlen über den Säulen geben die Anzahl der 3-Min.-Scans an, die für die Berechnung der Leistung in die jeweilige Stunde mit eingingen. Die Leistung berechnet sich nach den Durchschnittsgeschwindigkeiten und Häufigkeiten der Aktivitäten (Kap. 2.4.4).

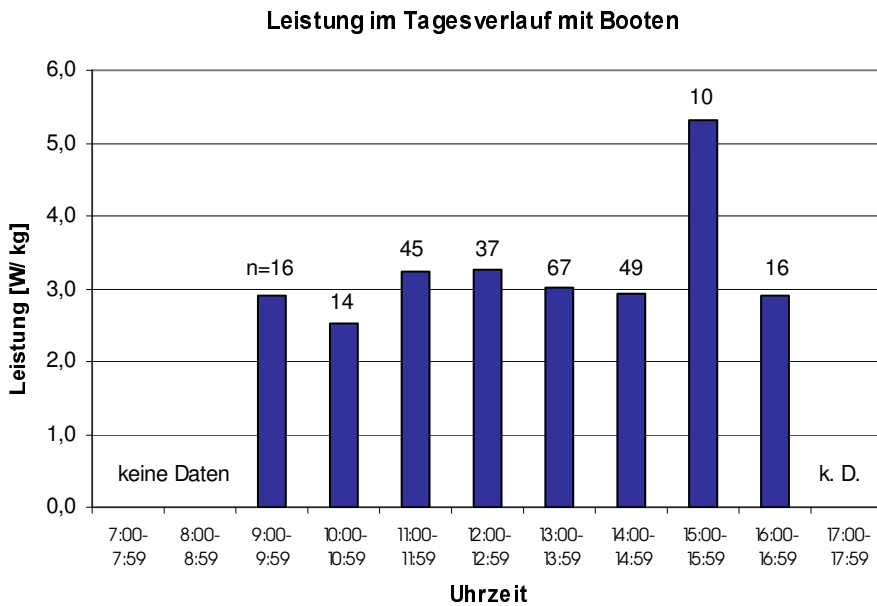


Abb. 3.54: Der Energiebedarf der Großen Tümmler im Tagesverlauf in den Sommermonaten (20.1.-30.3.2001) bei Anwesenheit von Booten. Die Zahlen über den Säulen geben die Anzahl der 3-Min.-Scans an, die für die Berechnung der Leistung in die jeweilige Stunde mit eingingen. Die Leistung berechnet sich nach den Durchschnittsgeschwindigkeiten und Häufigkeiten der Aktivitäten (Kap. 2.4.4).

4 Diskussion



4.1 Methodik

Zur Bearbeitung der Fragestellungen meiner Dissertation war es wichtig, eine Methode der Verhaltensaufnahme zu wählen, die folgende Kriterien erfüllt: 1.) Es durfte durch die Anwesenheit des Beobachters zu keiner Beeinflussung des Verhaltens von Delfinen kommen. 2.) Die zuverlässige Bestimmung der Schwimgeschwindigkeit und somit der Position sowie des Zeitpunktes war notwendig, um kleinskalige Bewegungen registrieren zu können. Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten der Verhaltensaufnahme und Geschwindigkeitsmessungen vorgestellt.

4.1.1 Methoden der Geschwindigkeitsmessung

Genauere Angaben über die Schwimgeschwindigkeiten von wildlebenden Meeressäugern sind schwer zu finden. Viele frühe Berichte über Geschwindigkeiten von Walen und Delfinen sind unzuverlässig und eher anekdotischer Natur. Der Grund dafür ist, dass die Schätzungen der Geschwindigkeiten von Schiffen, Flugzeugen oder Küstenufern erfolgten, ohne einen festen Referenzpunkt zu haben. Auch fehlten häufig genaue Zeitmesser und die Informationen zu den Strömungsverhältnissen der Gewässer (FISH 2002).

In den letzten Jahren haben sich – dank ausgefeilter Technik – die Methoden der Geschwindigkeitsmessung verbessert. Bei Tümmelern in Gefangenschaft kann die Schwimgeschwindigkeit über eine definierte Strecke und der gemessenen Zeit ermittelt werden (LANG & NORRIS 1966; YAZDI 1998; ROHR et al. 2002). Der Vorteil im Delfinarium ist, dass die Bewegungen der Tiere genau verfolgt und gegebenenfalls antrainiert werden können (YAZDI 1998). Im Freiland ist man auf die Sichtungen der Tiere an der Wasseroberfläche angewiesen. LOCKYER & MORRIS (1987) bestimmten von Land aus die Geschwindigkeit eines Tümmlers anhand einer Stoppuhr und Seekarte.

Das Beobachten von wildlebenden Delfinen in unmittelbarer Nähe von einem Boot aus, ist in ethologischen Studien weitverbreitet (SHANE 1990a; BEARZI et al. 1999; ROSSBACH & HERZING 1999; YAZDI 2002; CHILVERS et al. 2003; LUSSEAU et al. 2003a; GAZDA et al. 2005). Die Schwimgeschwindigkeit der Gruppe wird dabei indirekt über die Bootsgeschwindigkeit abgelesen. Allerdings hat die Beobachtung von einem Boot aus folgende Nachteile: 1.) Es können nur die Aktivitäten beobachtet werden, die in der Nähe des Bootes vorkommen. 2.) Es können nur die Tiere beobachtet werden, die ein Boot tolerieren. 3.) Es gibt keine Kontrolle (Situation ohne Boote), mit der das beobachtete Verhalten verglichen werden könnte (BEJDER & SAMUELS 2003).

NOWACEK et al. (2001) entwickelten eine erhöhte Video-Plattform, um Meeressäuger in größerer Distanz zum Boot beobachten zu können und trotzdem eine detaillierte Aufzeichnung des Verhaltens zu erhalten. Eine Videokamera war an einem heliumgefüllten Ballon befestigt, der bis zu 60 m hoch über der Wasseroberfläche schwebte und selbst mit einem Boot verbunden war. ROHR et al. (2002) nutzten diese Technik, um die Schwimgeschwindigkeiten von Großen Tümmlern zu messen. Ein Referenzstab im Blickfeld der Videoaufnahme ermöglichte ihm die Berechnung der Geschwindigkeit (ROHR et al. 2002).

Radio- und Satelliten-Telemetrie bieten die Möglichkeit großräumige Bewegungen und das Tauchverhalten von Großen Tümmlern kontinuierlich aufzuzeichnen (IRVINE et al. 1981; TANAKA 1987; MATE 1989; SCOTT et al. 1990b; MATE et al. 1995; WELLS et al. 1999b). Allerdings müssen hierfür die Tiere eingefangen werden, damit ein Sender an die Rückenfinne angebracht werden kann. Einige der ausgerüsteten Delfine zeigten nach Freilassung für mehrere Tage abnormales Schwimmverhalten (IRVINE et al. 1981; TANAKA et al. 1987; MATE et al. 1995). Nach TANAKA et al. (1987) lag das vermutlich an dem erhöhten Wasserwiderstand, der durch die angebrachten Sender verursacht wurde. Auch kam es bei den Tieren zu Verletzungen und Nekrosen der Rückenfinne (IRVINE et al. 1981; TANAKA et al. 1987). Ein weiterer Nachteil von Radio- und Satelliten-Telemetrie ist, dass die Anzahl der Messungen zu gering ist, um genaue Geschwindigkeitsdaten über kurz andauernde Aktivitäten zu erhalten; z. B. können schnelle Sprints dadurch nicht erfasst werden. (FISH 2002). Mit hoher Wahrscheinlichkeit schwimmen die Tiere zwischen den Positionen der Satellitenmessungen nicht in geraden Strecken. Auch können mit dieser Methode die vertikalen Bewegungen bei Tauchgängen nicht erfasst werden. Deshalb repräsentieren die Angaben nur die minimalen Reisegeschwindigkeiten (FISH 2002).

„Time-depth-recorder“ (TDR) sind Instrumente zur Messung der Zeit und der Wassertiefe und können gegebenenfalls auch andere Parameter, wie Lichtstärke, Temperatur und Salzgehalt des Wassers sowie die Geschwindigkeit der ausgerüsteten Meeressäuger registrieren (READ 2002). Sie wurden erfolgreich in Studien mit Weddellrobben (*Leptonychotes weddellii*; DAVIS et al. 2003), Kerguelen-Seebären (*Arctocephalus gazella*; STANILAND et al. 2004) und Seehunden (*Phoca vitulina*; HICKS et al. 2004; LESAGE et al. 2004) eingesetzt. Während den Robben die TDR's einfach ans Fell geklebt werden, gestaltet sich die längerfristige Befestigung der Geräte an Walen jedoch als schwierig (READ 2002; STEWART 2002). SCHNEIDER et al. (1998) rüsteten Große Tümmler mit TDRs anhand Saugnäpfen aus, die jedoch bei den Tieren heftige Reaktionen auslösten: Die Tiere erhöhten ihre Schwimmgeschwindigkeit, tauchten ab und sprangen aus dem Wasser, bis sie die Geräte entfernt hatten. SCHNEIDER et al. (1998) kommen zum Schluss, dass die TDR's in den ersten Wochen keine repräsentativen Daten liefern, da die Tiere sich erst an den Fremdkörper gewöhnen müssen. Da die Instrumente mit Saugnäpfen jedoch nur für ein paar Stunden an den Delfinen haften (STONE et al. 1994), ist die Zeit zur Habituation zu kurz.

RIDOUX et al. (1997) ermittelten die Geschwindigkeiten von Tümmlern anhand Videosonar-Technik. Die Geräte waren an einem Schlauchboot befestigt und dienten zur Messung der horizontalen Bewegungen der Delfine, die im starken Gezeitenstrom nach Fischen jagten. Ein Strömungsmesser ermöglichte die Berechnung der „geleisteten“ Schwimmgeschwindigkeit der Delfine – relativ zum Wasser. Allerdings konnten mit dieser Methode die vertikalen Bewegungen der Delfine nicht erfasst werden; womöglich kam es deshalb zu einer Unterschätzung der Geschwindigkeit (RIDOUX et al. 1997).

4.1.2 Vorteile des Theodolit-Tracking

Theodolite sind seit 1973 in der Verhaltensforschung an Delfinen im Einsatz (WÜRSIG & WÜRSIG 1979). Allerdings handelte es sich noch um manuelle Geräte und die Winkeldaten mussten handschriftlich notiert werden. Elektronische Geräte haben den Vorteil, alle relevanten Daten per Knopfdruck abzuspeichern. Von einem feststehenden Referenzpunkt ausgehend misst ein Theodolit alle Horizontal- und Vertikalwinkel eines fixierten Objektes (Kap. 2.2.4), die später in Koordinatenpunkte umgerechnet werden (Kap. 2.2.4.3). Mit einem leistungsstarken Objektiv kann das Verhalten der Tiere beobachtet und gleichzeitig deren Positionen registriert werden.

Mit synchroner Eingabe der Positionsnummer in einen Feldcomputer, der mit jedem Tastendruck das Zeichen und die jeweilige Zeit aufzeichnet (Kap. 2.2.5), lassen sich anhand der berechneten Teilstrecken und der Zeit zwischen zwei Positionen die Schwimgeschwindigkeiten ermitteln. Eine kontinuierliche Messung der Positionen einer Delfingruppe in kurzen Zeitabständen (alle 10-20 s) verbessert die Qualität der Geschwindigkeitsdaten, da der Verlauf der geschwommenen Gesamtstrecke besser „aufgelöst“ wird (Kap. 2.4.1). Vertikale Bewegungen der Delfine können mit einem Theodolit nicht erfasst werden, da die Positionsmessungen nur beim Auftauchen der Tiere an der Wasseroberfläche geschieht. Deshalb kann es zu einer Unterschätzung der Schwimgeschwindigkeit kommen, wenn die Delfine nach dem Atmen mehrere Meter tief abtauchen. Ferner kann man nicht davon ausgehen, dass die Delfine unter Wasser gerade Strecken schwimmen. Aus diesem Grund sollten die Daten bei Tauchgängen (Def. Kap. 2.2.3.1), die länger als 30 s dauern, nicht mehr für die Geschwindigkeitsberechnung verwendet werden.

Die Benutzung eines Theodolit setzt einen hohen Standort über dem Meer voraus (WÜRSIG et al. 1991) und kann nur bei Meeressäugern eingesetzt werden, die sich regelmäßig nahe der Küste aufhalten. Ein sachgemäßer und geübter Umgang mit dem Theodolit liefert präzise Daten über die Bewegungsmuster und Geschwindigkeiten von Walen und Delfinen (WÜRSIG & WÜRSIG 1979; WELLS et al. 1980; SUMICH 1983; JEFFERSON 1987; ACEVEDO 1991b; KRUSE 1991; WÜRSIG et al. 1991; CIPRIANO 1992; SMULTEA 1994; IFAW et al. 1995; LÜTKEBOHLE 1995a, 1995b; STONE et al. 1995; KOSCHINSKI 1996; HARZEN 1998; BEJDER et al. 1999; YIN 1999, CULIK et al. 2001; RICHTER et al. 2001; SCHEIDAT 2001; HARZEN 2002; WILLIAMS et al. 2002a, 2002b). Der entscheidende Vorteil der Datensammlung von Land aus ist, dass die Anwesenheit des Beobachters auf einem Boot entfällt. Dieses ist vor allem dann relevant, wenn man die Reaktionen der Tiere auf die Präsenz von Booten untersuchen will. Somit ist das Theodolit-Tracking auf dem gegenwärtigen Stand der Forschung die optimale Methode, um das Verhalten von Küstendelfinen gegenüber Booten zu untersuchen.

4.2 Habitatnutzung

Große Tümmler bewohnen sowohl offene Küsten, Lagunen, Estuare als auch ozeanische Inselküsten und pelagische Gewässer, die 2000 km von der Küste entfernt sein können. (ROSS 1977; LEATHERWOOD & REEVES 1982; SCOTT & CHIVERS 1990). Im Allgemeinen findet man kleine Populationen von hoch residenten Delfinen in geografisch geschlossenen Habitaten und große Populationen von transienten Tieren in offenen Habitaten (BALLANCE 1987).

4.2.1 Die neritischen Großen Tümmler

Bei den Großen Tümmlern unterscheidet man zwischen zwei Ökotypen: einer neritischen („inshore“) und einer ozeanischen („offshore“) Form (SAAYMAN & TAYLER 1973; DUFFIELD et al. 1983; HANSEN 1990; HERSH & DUFFIELD 1990; MEAD & POTTER 1995; CURRY & SMITH 1997; LEDUC & CURRY 1997; HOELZEL et al. 1998; BARCO et al. 1999; BAUMGARTNER et al. 2001; TORRES et al. 2003).

Die Küstendelfine suchen ihre Nahrung hauptsächlich in flachen Gewässern, während die ozeanischen Delfine hauptsächlich in der Tiefe nach pelagischer Beute jagen (MEAD & POTTER 1995). Nach WALKER et al. (1999) ernähren sich die neritischen Tümmler hauptsächlich von Fisch, während die ozeanischen meist Tintenfische erbeuten.

Die beiden Ökotypen der Großen Tümmler unterscheiden sich auch in ihrem Verhalten. Die ozeanischen Delfine wandern schneller und in engerer Formation als die neritischen Gruppen – vermutlich wegen der kooperativen Jagd und dem höherem Schutz der Einzelnen vor Predatoren (BARCO et al. 1999). Auch tendiert der ozeanische Typ zu größeren Gruppen (>30 Individuen) als die Küstenform (WELLS et al. 1980; SHANE et al. 1986; SILBER et al. 1994; BARCO et al. 1999). Geschützte Habitate begünstigen die Bildung von relativ kleinen Gruppen und die Tiere zeigen eine ausgeprägte Ortstreue und nur eingeschränkte Bewegungsmuster (WELLS et al. 1987; SHANE 1980). Ozeanischen Tümmler konzentrierten sich oftmals entlang des Kontinentalschelfs (bei einer Tiefe von ca. 200 m; KENNEY 1990). Küstendelfine dagegen bevorzugen flache Gewässer (WÜRSIG & WÜRSIG 1979; KENNEY 1990; ROSS & COCKROFT 1990; TORRES et al. 2003).

Die untersuchten Großen Tümmler vor der Insel Choros gehören vermutlich zum neritischen Ökotyp: 1.) Diese Tümmler bildeten meist kleine Gruppen unter 30 Tieren (Kap. 3.8.2) und 2.) die beobachteten Delfine wurden hauptsächlich in einem engbegrenzten Gebiet (von 0,81 km²) im Südwesten der Insel Choros gesichtet (Kap. 3.1), dessen Wassertiefe zwischen 18 und 50 m liegt (SHOA 1997; Abb. 2.1).

4.2.2 Ortstreue und Residenz

Die Tendenz eines Tieres sich in einem Gebiet über längere Zeit aufzuhalten, oder immer wieder an den vorher besetzten Ort zurückzukehren, bezeichnet man als Ortstreue („side fidelity“: WHITE & GARROTT 1990). Langzeit-Ortstreue wurde bei mehreren Küsten-*Tursiops* beobachtet (CONNOR & SMOLKER 1985; SHANE et al. 1986; WÜRSIG & HARRIS 1990; WELLS 1991; WELLER 1998; SIMOES-LOPES & FABIAN 1999; ROGERS et al. 2004).

1994 wurde erstmals eine Gruppe von Tümmlern vor der Insel Choros gesichtet (HANSHING 2001). Die Abundanz der Delfine wurde jedoch erst 1999 wissenschaftlich untersucht (NUÑEZ MONTANER 2000b; HANSHING 2001). Die Beobachtungen erfolgten im Februar, März und August 1999 (NUÑEZ MONTANER 2000b) und zwischen September 1999 bis Juni 2000 (HANSHING 2001). Die Anzahl der Großen Tümmler wurde dabei auf 35 bis 39 Tiere geschätzt.

Auf sieben Bootsausfahrten zwischen dem 16.12.01 und 4.4.02 machte ich vor der Insel Choros Fotos von Großen Tümmlern. Dabei konnten 24, der mindestens 35 Tiere, anhand der unterschiedlichen Rückenfinnen identifiziert werden (Anhang A.1). Im Dezember 1998 wurden Große Tümmler vor der Insel Choros von Dr. Stefan Bräger fotografiert. Der Vergleich seiner Aufnahmen mit meinen Identifikationsfotos zeigte, dass sich mindestens fünf der Großen Tümmler (Anhang Abb. A.1.1; Abb. A.1.3; Abb. A.1.4; Abb. A.1.7; Abb. A.1.8) zwei Jahre vor meinen Beobachtungen ebenfalls vor der Insel Choros aufhielten. Aufgrund der regelmäßigen Sichtungen dieser Großen Tümmler vor der Insel Choros scheint es daher, dass diese Delfine vor der Insel Choros ortstreu sind.

4.2.3 Habitatpräferenz

Wenn ein Tier mehr Zeit in einem Habitatbereich verbringt als erwartet, zeigt es eine Habitatpräferenz (BJØRGE 2001). Das Tier wählt aktiv ein Gebiet aus („habitat selection“: LACK 1933), während es sich im übrigen Streifgebiet nur zeitweise aufhält (GRIER & BURK 1992).

Zahlreiche Studien belegen, dass Große Tümmler ihre Aktivitäten in bestimmten Gebieten konzentrieren (IRVINE & WELLS 1972, WELLS et al. 1980, SHANE 1980, GRUBER 1981, IRVINE et al. 1981, BALANCE 1987; CAMPBELL 1998). So nutzen die meisten Individuen ein bestimmtes Kerngebiet („core area“: WELLS et al. 1987; DOS SANTOS & LACERDA 1987; SCOTT et al. 1990a) innerhalb ihres Streifgebietes. Zum Beispiel finden sich an der Westküste Floridas besonders viele Mutter-Kalb-Paare in einer geschützten Bucht, das als Aufzuchtgebiet ideal ist: Das flache Gewässer bietet Schutz vor Haien und in den ausgedehnten Seegraswiesen gibt es für die Weibchen genügend Beute, um ihre energetischen Laktationskosten zu decken (SCOTT et al. 1990a).

Die grafische Auftragung aller Delfinsichtungen vor der Insel Choros zeigt, dass die Großen Tümmler ein relativ kleines Areal innerhalb ihres Streifgebietes als Aufenthaltsgebiet bevorzugten (Abb. 3.1). In einem Gebiet von 0,81 km² befanden sich 91% der Delfinsichtungen.

Die Frage ist, aus welchem Grund bevorzugten die Tümmler dieses Areal? Das Kerngebiet liegt exponiert im Südwesten der Insel (Abb. 3.17) und ist zwischen 18 und 50 m tief (SHOA 1997; Abb. 2.1). Der Untergrund ist hauptsächlich felsig und steinig und z. T. mit grob zerbrochenen Muschelschalen bedeckt (HANSHING 2001). Nach Aussagen des Fischers Jaime de la Cruz (pers. Mitt.) finden sich vor der Insel Choros mehrere Fischarten, die als Beutefische für Delfine in Frage kommen (Anhang Tab. A.6.1) – also im Juvenil- oder Adultstadium eine Länge von 5 bis 30 cm besitzen (BARROS & ODELL 1990): Zum Beispiel Peru-Sardellen (*Engraulis ringens*), Sardinen (*Strangomera bentincki*), Heringe (*Sardinops sagax*), Makrelen (*Trachurus murphyi*), Seehechte (*Merluccius gayi*) und der Unechte Bonito (*Auxis thazard*).

Der Fischreichtum vor der Insel Choros ist mit dem Auftrieb zu erklären, der für eine hohe Produktivität in dieser Küstenregion sorgt (CUBILLOS 2000). Außerdem bietet das Habitat potenziellen Beutefischen Schutz und Nahrung. Zum Beispiel lebt der Prächtige Morwong (*Cheilodactylus variegatus*) in kleinen Schulen in den Algenwäldern (*Macrocystis integrifolia*) der Sublitoralzone (SERNATUR 1999), die auch die Insel Choros säumen. *Sebastes oculatus* und *Graus nigra* leben in der Sublitoralzone in Habitaten mit felsigem Grund und Höhlen (SERNATUR 1999).

Nach einer Studie von SYKES et al. (2003) waren die Chlorophyll a-Verteilung und das Fischvorkommen die Hauptfaktoren, die die *Tursiops*-Verbreitung beeinflussten. Nach BEARZI et al. (1999) ist das hohe Auftreten von Tauchgängen ein Indiz für ein Gebiet mit relativ hoher Beutedichte. Auch in der Adria wurde beobachtet, dass sich die Delfine die meiste Zeit in beliebten Bereichen bewegten, die oft in der Nähe der 50 m-Isobathe lagen (BEARZI et al. 1995). Nach HASTIE et al. (2003a, 2004) ist das Vorkommen der Großen Tümmler stark von der Topografie beeinflusst. Die Delfine jagten am häufigsten in den Regionen mit dem steilsten Meeresgrund-Gradienten – wahrscheinlich weil es dort am meisten Fische gab (HASTIE et al. 2003a, 2004). Vor der Insel Choros fanden die meisten langen Tauchgänge (>20 s) innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets (Abb. 3.1), das zwischen 18 und 50 m tief war (Abb. 2.1). Das reiche Nahrungsangebot scheint zumindest ein Faktor zu sein, warum die Großen Tümmler sich im Süden der Insel Choros bevorzugt aufhielten.

4.3 Das Verhalten der Delfine ohne Boote

4.3.1 Ruheverhalten

Das Ruhen ist durch das Fehlen jeglicher Aktivität und durch langsame Bewegungen gekennzeichnet (HANSON & DEFRAN 1993). In Gefangenschaft wurden bei Delfinen verschiedene Ruheverhalten beobachtet: 1.) Die Tiere blieben ruhig am Grund des Beckens und tauchten alle 2-4 Min. zum Atmen auf („bottom-rest“). 2.) Sie lagen nahezu bewegungslos an der Wasseroberfläche („surface-rest“). 3.) Sie schwammen langsam im Kreis („swim-rest“; MCBRIDE & HEBB 1948; SLIJPER 1962; TAYLER & SAAYMAN 1972; SAAYMAN et al. 1973; BATESON 1982; COCKROFT & ROSS 1990; YAZDI 1998; SEKIGUCHI & KOHSHIMA 2003; STAFNE & MANGER 2004). TAYLER & SAAYMAN (1972) meinen, dass wilde *Tursiops* auch beim Ruhen immer in Bewegung bleiben. In der Tat habe ich das längere, stationäre Verweilen an der Wasseroberfläche bei den Tümmlern vor der Insel Choros nicht beobachten können. Beim Ruhen schwammen die Delfine sehr langsam ($0,7-1,4 \text{ m s}^{-1}$) in kleinen Kreisen oder im Zick-Zack (Abb. 3.13). Vermutlich ist das langsame Kreisen ein wirksamer Schutz gegen Haie und andere Gefahren, denn dabei hat jedes Tier ein Auge geöffnet, um nach allen Richtungen hin Wache zu halten (BATESON 1982).

4.3.2 Langsames und Schnelles Schwimmen

4.3.2.1 Reisegeschwindigkeiten

Für Meeressäuger ist das Schwimmvermögen der wichtigste Überlebensfaktor (FISH 2002). Hohe Geschwindigkeiten ermöglichen ihm eine aktive Verfolgung der Beute und die Flucht vor Räubern. Beim Wandern und bei der Nahrungssuche schwimmen die Tiere jedoch mit einer Geschwindigkeit, bei der sie bei minimalen Transportkosten ein Maximum an Strecke zurücklegen (FISH 2002). Die von Delfinen bevorzugte Reisegeschwindigkeit („cruising speed“: VIDELER & KAMERMANS 1985) wird somit auch als „sustained swimming speed“ (FISH 2002) bezeichnet. Sie umfasst die Aktivitäten, die mit Wandern und Tauchen assoziiert sind (FISH 2002).

Nach SHANE (1990a) wird eine stetige Bewegung in eine Richtung als Wandern („travel“) bezeichnet. Dabei sind nicht die großräumigen Wanderungen der Tiere gemeint, sondern lediglich die gerichtete Bewegung aller Gruppenmitglieder ist dabei charakteristisch (HANSON & DEFRAN 1993). Im Gegensatz zum Wandern, bei dem sich Delfine als eine Einheit bewegen (BALLANCE 1992), schwimmen die Tiere z. B. während des Jagens und des Sozialverhaltens in verschiedene Richtungen (Kap. 2.2.3.1). Allerdings kann eine Delfingruppe auch mehreren Aktivitäten gleichzeitig nachgehen. So können die Tiere während des Wanderns Tauchgänge unternehmen („dive travel“: SHANE 1990a; BEARZI et al. 1999). In diesem Fall bezeichnete ich in dieser Arbeit diese Verhaltenskategorie als „Tauchen“ (Kap. 2.2.3.1). Delfine können während der gerichteten Fortbewegung auch Jagdaktivitäten nachgehen („feed travel“) oder Sozialverhalten („social travel“) zeigen (SHANE 1990a; BEARZI et al. 1999). Diese gemischten Aktivitäten sind jedoch bei den Tümmlern vor der Insel Choros in der Beobachtungszeit von Januar bis März 2001 nicht aufgetreten.

Das Wandern lässt sich auch nach der Schwimmgeschwindigkeit kategorisieren. So bezeichnet das Langsame Wandern („slow travel“) die gerichtete und ruhige Fortbewegung (BEARZI et al. 1999). In dieser Arbeit bezeichnete ich die gerichtete Bewegung in einer Geschwindigkeit von über $1,4 \text{ m s}^{-1}$ bis $3,2 \text{ m s}^{-1}$ als Langsames Schwimmen (Kap. 2.2.3.1). Die directionale Fortbewegung einer Gruppe über $3,2 \text{ m s}^{-1}$ definierte ich als Schnellschwimmen („fast travel“). Die Schwimmgeschwindigkeiten dieser Verhaltenskategorie wurden jedoch nicht für die Ermittlung der Reisegeschwindigkeit berücksichtigt, da sie kurze und schnelle Sprints beinhalten.

In Tab. 4.1 sind die Reisegeschwindigkeiten von wildlebenden Großen Tümmlern aus verschiedenen Lebensräumen aufgeführt. Dabei handelt es sich bei den angegebenen Werten um mittlere Geschwindigkeiten⁵ von Aktivitäten, die ausdrücklich als Wandern („travel“) bezeichnet wurden.

TANAKA (1987) ermittelte anhand Satelliten-Telemetrie eine durchschnittliche Reisegeschwindigkeit der Großen Tümmler von $0,6$ bis $0,8 \text{ m s}^{-1}$. Die Positionsmessungen fanden ca. alle 100 Min. statt und die Geschwindigkeitsberechnungen basierten auf der Annahme, dass die Tiere in geraden Strecken schwammen. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht der Fall (FISH 2002). TANAKA (1987) schlägt deshalb vor, die gemessene maximale Reisegeschwindigkeit von $1,8$ bis $2,1 \text{ m s}^{-1}$ als durchschnittliche Schwimmgeschwindigkeit anzunehmen.

MATE et al. (1995) rüsteten ebenfalls Große Tümmler mit Satellitensendern aus und ermittelten eine mittlere Reisegeschwindigkeit bis zu $1,4 \text{ m s}^{-1}$. Nach (FISH 2002) stellt dieser Wert jedoch nur die minimale Reisegeschwindigkeit dar (Kap. 4.1.1).

Nach WÜRSIG & WÜRSIG (1979) korreliert die Schwimmgeschwindigkeit von argentinischen Großen Tümmlern mit der Wassertiefe. In Tiefen über 10 m war sie mit $3,9 \text{ m s}^{-1}$ signifikant höher, als unter 10 m ($1,6 \text{ m s}^{-1}$). Die mittlere Reisegeschwindigkeit von $1,7 \text{ m s}^{-1}$, war mit der Angabe von SHANE (1990a) für die Tümmler vor den Küstengewässern Floridas ($\leq 1,5 \text{ m s}^{-1}$) vergleichbar. Beide Autoren erwähnen jedoch, dass es z. T. starke Gezeitenströmungen gab. Wegen des Tidestroms könnte es zu einer Unterschätzung der Schwimmgeschwindigkeiten gekommen sein. RIDOUX et al. (1997) zeigten, dass unter Einbeziehung der Gezeitenströmung die mittlere Schwimmgeschwindigkeit ($2,2 \text{ m s}^{-1}$) der Delfine um $0,4 \text{ m s}^{-1}$ höher lag, als die gemessene über Grund ($1,8 \text{ m s}^{-1}$).

Langsames Schwimmen („slow travel“) und Tauchen („dive travel“) repräsentieren in dieser Arbeit das Wandern. Für diese Verhaltenskategorien ermittelte ich Schwimmgeschwindigkeiten von $\bar{x} = 2,0 \text{ m s}^{-1}$ (Langsames Schwimmen) und $\bar{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$ (Tauchen; Abb. 3.33), die mit den Reisegeschwindigkeiten von Großen Tümmlern in Frankreich ($2,2 \text{ m s}^{-1}$: RIDOUX et al. 1997) und der Adria ($2,0 \text{ m s}^{-1}$: BEARZI et al. 1999) vergleichbar sind.

⁵ In den vorherigen Studien ist von „Durchschnittswert“ die Rede und ich gehe davon aus, dass damit der arithmetische Mittelwert gemeint ist. Nach meinen Ergebnissen ist die Verteilung der Schwimmgeschwindigkeiten rechtsschief (Abb. 3.32). Die Angabe des Medians wäre deshalb sinnvoller (WILSON 1994). Um jedoch einen Vergleich mit den Literaturwerten zu ermöglichen, habe ich in Tab. 4.1 unter „vorliegende Arbeit“ den arithmetischen Mittelwert angegeben. (Median für Langsames Schwimmen: $\tilde{x} = 1,8 \text{ m s}^{-1}$; Tauchen: $\tilde{x} = 2,3 \text{ m s}^{-1}$; Abb. 3.33).

Vor Chile fließt der nordwärtsgerichtete Humboldtstrom. Genaue Messungen der Strömungsgeschwindigkeit vor der Insel Choros liegen mir nicht vor, so dass eine Berücksichtigung der Strömung nicht möglich war. Allerdings halte ich die gemessenen Reisegeschwindigkeiten trotzdem für zuverlässig, da das Langsame Schwimmen und Tauchen hauptsächlich innerhalb eines kleinen Gebietes stattfand (Kap. 3.1). Die Tiere schwammen innerhalb eines Scans meistens im Zick-Zack (Abb. 3.16; Abb. 3.20) und somit mal mit und mal gegen die Strömung. Da es sich bei den Geschwindigkeitswerten um Mittelwerte handelt, müsste sich deshalb der Strömungseffekt ausgleichen.

Tab. 4.1 Reisegeschwindigkeiten von wildlebenden *Tursiops truncatus*, die dem neritischen Ökotyp zugeordnet werden. Die Angaben zu den Geschwindigkeiten sind arithmetische Mittelwerte.

Mittlere Geschw. [m s^{-1}]	Bemerkungen	Messmethode	Ort	Referenz
1,7 1,6 3,9	Durchschnittswert „travel“ „travel“ bei Wassertiefe <10 m „travel“ bei Wassertiefe >10 m	Theodolit	Golfo San José / Argentinien	WÜRSIG & WÜRSIG 1979
$\leq 2,1$	„travel“	Satellitensender	Insel Iki & Taiji / Japan	TANAKA 1987
$\leq 1,5$	„travel“	Folgen eines Bootes	Sanibel Island / Florida	SHANE 1990a
$\leq 1,4$	„travel“; Weibchen mit Juveniles	Satellitensender	Tampa Bay / Florida	MATE et al. 1995
2,2	„travel“ & „feed travel“ Geschwindigkeit relativ zur Strömung	Videosonar	île de Sein / Frankreich	RIDOUX et al. 1997
2,0	„travel“ & „dive travel“	Folgen eines Bootes	Insel Lošinj & Cres / Adria	BEARZI et al. 1999
2,0 2,3	„Langsames Schwimmen“; „Tauchen“	Theodolit	Insel Choros / Chile	VORLIEGENDE ARBEIT

In meiner Diplomarbeit (YAZDI 1998) bestimmte ich anhand respiratorischer Versuche an zwei trainierten Großen Tümmlern die minimalen Transportkosten bei einer Geschwindigkeit von $2,5 \text{ m s}^{-1}$. WILLIAMS et al. (1993a, 1993b) hatten ein ähnliches Ergebnis: Die minimalen Transportkosten ihrer beiden Tümmler lagen bei einer Geschwindigkeit von $2,1 \text{ m s}^{-1}$. In einem Bereich von $\pm 10\%$ der minimalen Transportkosten befindet sich die optimale Reisegeschwindigkeit („maximum range speed“: WILLIAMS 1987), in der die Tiere die größte Distanz pro Leistungseinheit erreichen. Nach WILLIAMS et al. (1993b) liegt demzufolge die optimale Reisegeschwindigkeit für *Tursiops* bei einer Geschwindigkeit von $1,7$ bis $2,3 \text{ m s}^{-1}$, während nach meinen Experimenten der Bereich von $1,9$ bis $3,2 \text{ m s}^{-1}$ etwas höher liegt (YAZDI 1998). Die Diskrepanz der Ergebnisse kommt wahrscheinlich durch die unterschiedlichen Messmethoden und Versuchsdurchführungen zustande (YAZDI 1998; YAZDI et al. 1999). So befestigten WILLIAMS et al. (1993a, 1993b) externe Messgeräte am Delfinkörper, die vermutlich zu einem höheren Wasserwiderstand und folglich zu einem gesteigerten Energieverbrauch geführt haben. Dass die optimale Reisegeschwindigkeit über $2,3 \text{ m s}^{-1}$ hinausgehen muss, bestätigen VIDELER & KAMERMANS (1985) mit ihren Untersuchungen am Schwimmverhalten eines Großen Tümmlers im 27 m langen Becken. Die durchschnittlichen Geschwindigkeiten des Delfins lagen zwischen $1,8$ und $3,2 \text{ m s}^{-1}$ (VIDELER & KAMERMANS 1985) – ein Bereich, der sich fast mit der von mir ermittelten optimalen Reisegeschwindigkeit deckt.

Auch die Messungen der Reisegeschwindigkeiten von wildlebenden Großen Tümmlern (Tab. 4.1) bestätigen, dass die Geschwindigkeiten beim Wandern ($2,2 \text{ m s}^{-1}$: RIDOUX et al. 1997; $2,0 \text{ m s}^{-1}$: BEARZI et al. 1999; $2,0 \text{ m s}^{-1}$, $2,3 \text{ m s}^{-1}$: vorliegende Arbeit) innerhalb der experimentell ermittelten optimalen Reisegeschwindigkeit liegen – die Tiere bevorzugen naturgemäß die Geschwindigkeit, die für sie am energetisch günstigsten ist.

4.3.2.2 Höchstgeschwindigkeiten

Hohe Schwimgeschwindigkeiten erfordern einen enormen Energieverbrauch, weil die Leistung für den Vorwärtsantrieb mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt (FISH 1993b). Sprints treten deshalb bei Delfinen nur für kurze Zeit auf (LANG 1975), wenn die Motivation dafür hoch genug ist: z. B. während der Jagd oder der Flucht vor Räufern (FISH 2002).

Die Spitzengeschwindigkeit von 15 m s^{-1} wurde einmalig von LOCKYER & MORRIS (1987) bei einem wilden, solitär lebenden Großen Tümmlern gemessen (Tab. 4.2). Dabei fanden LOCKYER & MORRIS (1987) eine Korrelation zwischen Geschwindigkeit und Zeitdauer der Schwimmlistung. Während der Delfin die Geschwindigkeit von $2,8 \text{ m s}^{-1}$ für eine Dauer von 7,8 Min. schwamm, wurden $5,6 \text{ m s}^{-1}$ für 6 Min. und 15 m s^{-1} nur für 20 s beobachtet.

Trainierte Große Tümmler erreichten in einem Schwimmkanal eine Geschwindigkeit von $8,3 \text{ m s}^{-1}$, die jedoch nur für 7,5 s andauerte (LANG & NORRIS 1966). Auch ROHR et al. 2002 konnten die Tiere in einem Delfinarium zu hohen horizontalen Schwimgeschwindigkeiten von bis zu $8,2 \text{ m s}^{-1}$ bewegen. Freilebende Große Tümmler vor Argentinien wurden von WÜRSIG & WÜRSIG (1979) bei der Flucht vor Schwertwalen (*Orcinus orca*) mit einer Geschwindigkeit von $8,3 \text{ m s}^{-1}$ beobachtet (Tab. 4.2).

Tab. 4.2: Höchstgeschwindigkeiten von trainierten und wildlebenden *Tursiops truncatus*, die dem neritischen Ökotyp zugeordnet werden. Die angegebenen Daten stammen aus direkten Messungen.

Höchstgeschw. [m s ⁻¹]	Bemerkungen	Messmethode	Referenz
8,3	Dauer: 7,5 s; trainiertes 3-jähriges Männchen	in einer 300 m langen Lagune, Schwimmstrecke: 61 m	LANG & NORRIS 1966
10,3	wild; nicht beim Wellenreiten; Dauer: ca. 3 Min.	Folgen eines Boot	LOCKYER 1978
8,3	wild; bei der Flucht vor Schwertwalen	Theodolit	WÜRSIG & WÜRSIG 1979
15	wild; Dauer: 20 s	vom Steilufer anhand Stoppuhr und Seekarte	LOCKYER & MORRIS 1987
8,0	wild; Geschwindigkeit während des Abtauchens, nach Ausrüstung mit dem TDR	„time-depth recorder“ (TDR)	SCHNEIDER et al. 1998
8,3	wild	Folgen eines Bootes	BEARZI et al. 1999
8,2	trainiert; horizontales Schwimmen	im 38 m langen Becken per Videoaufnahme	ROHR et al. 2002
8,2-11,2	trainiert; vertikales Schwimmen vor dem Sprung	im 38 m langen Becken per Videoaufnahme	ROHR et al. 2002
7,6	wild; Dauer: 2 Min.; letzter Abschnitt in der Brandungszone	Theodolit	VORLIEGENDE ARBEIT

LOCKYER (1978) berichtet, dass ein Großer Tümmler ihrem Boot mit 10,3 m s⁻¹ für eine Strecke von einer Meile (also einer Dauer von ca. 3 Min.) folgte und sich dabei nicht in der Nähe der Bugwelle befand. Anhaltend hohe Geschwindigkeiten wurden bei Delfinen bislang nur dann beobachtet, wenn sie sich mit den Bugwellen von Schiffen (9,3 m s⁻¹: JOHANNESSEN & HARDER 1960; 7,7 m s⁻¹: GRAY 1936; 7,2 m s⁻¹: FEJER & BACKUS 1960; 5,3 m s⁻¹: RIDGWAY & JOHNSTON 1966; 5,1 m s⁻¹: WOODCOCK 1948), und U-Booten (LANG 1966) sowie mit den Heckwellen von kleinen Booten bewegten (LANG & NORRIS 1966; RIDGWAY et al. 1969). Das Wellenreiten erlaubt den Tieren mit weniger Energieaufwand höhere Geschwindigkeiten zu schwimmen (WILLIAMS et al. 1992), welches die Delfine als ein günstiges Transportmittel nutzen (LANG 1966). Delfine reiten aber auch auf Wellen, die von großen Walen erzeugt werden (MCBRIDE & KRITZLER 1951; LANG 1966) sowie auf Wind- (WOODCOCK & MCBRIDE 1951; LANG 1966) und Brandungswellen (CALDWELL & FIELDS 1959; SAAYMAN et al. 1973; WÜRSIG & WÜRSIG 1979; DOS SANTOS & LACERDA 1987; BANKS & COCKCROFT 2005). Offensichtlich macht den Tieren das Surfen („surf riding“: CALDWELL & FIELDS 1959) Spaß, so dass man das Wellenreiten auch als Spielverhalten deuten kann (CALDWELL & FIELDS 1959; HERTEL 1966; HANSON & DEFRAN 1993; WÜRSIG 2002a).

Vor der Insel Choros wurde die Höchstgeschwindigkeit von 7,6 m s⁻¹ bei einer Gruppe von Großen Tümmlern erreicht, die sich vom Süden der Insel in Richtung Osten bewegte. Dabei schwammen sie in Strömungsrichtung bis in die Brandungszone der Insel und surfen auf den Wellen. Vermutlich konnten sie die hohe Geschwindigkeit für eine Dauer von 2 Min. aufrechterhalten, weil sie mit der vorherrschenden Strömung von Süden nach Osten und in Richtung der Brandungswellen schwammen und dabei Energie sparten. Weitere Tracks mit hohen Geschwindigkeiten von 6,8 m s⁻¹ und 6,6 m s⁻¹ führten ebenfalls vom BA in Richtung Osten der Insel (Kap. 3.4.4.1, Tab. 3.4).

Die höchste Geschwindigkeit, die von Delfinen nicht in Strömungsrichtung geschwommen wurde, lag bei $6,4 \text{ m s}^{-1}$. Die Tümmler bewegten sich innerhalb von 4,9 Min. vom Nordwesten der Insel Choros in Richtung BA; schwammen demnach rechtwinklig zur Strömungsrichtung (Fallbeispiel Abb. 3.24). Die Geschwindigkeit von $6,4 \text{ m s}^{-1}$ würde ich deshalb als die höchst gemessene für das langandauernde (>4 Min., LOCKYER & MORRIS 1987) Schnellschwimmen („fast travel“) betrachten.

4.3.3 Tauchen und Jagen

Alle Meeressäuger müssen in zeitlichen Abständen an die Wasseroberfläche, um zu atmen. Die natürliche Selektion bewirkte eine Minimierung der Zeit an der Wasseroberfläche und die Maximierung der Zeit unter Wasser, um nach Beute zu suchen und zu jagen (STEWART 2002).

4.3.3.1 Tauchzeiten

Je länger die Delfine tauchen, desto länger ist auch ihre Aufenthaltszeit an der Wasseroberfläche (LOCKYER & MORRIS 1987; PRAETSCH 1991) und desto höher ist die Anzahl ihrer Atemzüge (RIDGWAY & HARRISON 1986; LOCKYER & MORRIS 1987; PRAETSCH 1991; FORTUNA et al. 1996).

Die Großen Tümmler vor der Insel Choros tauchten ohne Anwesenheit von Booten im Mittel 1,8 Min. (Kap. 3.6.1), und hielten sich zwischen den Tauchgängen durchschnittlich 41 s (Median: 36 s) an der Wasseroberfläche auf (Kap. 3.6.3). Vor Portugal und Mexiko tauchten die Großen Tümmler im Mittel etwas länger (2,5-3 Min.: DOS SANTOS & LACERDA 1987; BALLANCE 1992), die Aufenthaltszeit an der Wasseroberfläche deckt sich jedoch mit meinem Ergebnis (30-40 s: DOS SANTOS & LACERDA 1987; BALLANCE 1992).

Der längste Tauchgang vor der Insel Choros dauerte 6,3 Min. (Kap. 3.6.2). Die maximale Tauchdauer scheint für wilde neritische *Tursiops* um diesen Wert zu liegen, denn in der Adria waren die längsten Tauchgänge 6,1 Min. (FORTUNA et al. 1996) und 6,6 Min. (BEARZI et al. 1999) lang. Ein trainierter, pazifischer Großer Tümmler konnte 8 Min. lang tauchen (RIDGWAY & HARRISON 1986) und auch CORKERON & MARTIN (2004) verzeichneten bei zwei wilden, ozeanischen *Tursiops* eine maximale Tauchdauer von ca. 8 Min. Bei den genannten Tümmlern handelte es sich jedoch vermutlich um Tiere, die eine größere Sauerstoffkapazität als die neritischen Tümmler besitzen (DUFFIELD et al. 1983; HERSH & DUFFIELD 1990; MEAD & POTTER 1995).

4.3.3.2 Beutesuche und Jagd

Welcher Tätigkeit Wale und Delfine während eines Tauchgangs nachgehen, kann man durch die Beobachtung über Wasser nur vermuten. Die Wissenschaftler sind sich jedoch einig, dass lange Tauchgänge (>30 s) mit der Beutesuche und Jagd in Beziehung stehen (GUNTER 1954; NORRIS & PRESCOTT 1961; HUSSENOT 1980; DOS SANTOS & LACERDA 1987; WÜRSIG 1989; SHANE 1990a; BEL'KOVICH 1991; PRAETSCH 1991; BEARZI et al. 1999; ACEVEDO-GUTIÉRREZ & PARKER 2000).

SHANE (1990a) beschreibt erstmals verschiedene Abtauchformen von *Tursiops*. Bei einem gewöhnlichen Tauchgang („regular dive“: SHANE 1990a) sind nur das Blasloch, die Rückenfinne und ein kleiner Teil des Rückens zu erkennen. Beugt der Delfin beim Abtauchen den Rücken („humping“: TYACK 1976) und zeigt dabei die Schwanzwurzel – ohne dass die Fluke aus dem Wasser tritt – spricht man von einem „tail-stock dive“ (SHANE 1990a). Ist beim Abtauchen die Fluke sichtbar, so handelt es sich um einen „flukes-up dive“ (SHANE 1990a). Bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros beobachtete ich alle drei Abtauchformen (Kap. 3.4.3.1). Das „tail-stock diving“ und „flukes-up diving“ habe ich nur beobachten können, wenn keine Boote im Beobachtungsgebiet anwesend waren. Sie machten 53% der Kontrollzeit der Aktivität Tauchen aus (Kap. 3.4.3.1). Beide Abtauchweisen werden mit tiefen Tauchgängen und Jagdaktivitäten in Verbindung gebracht (HANSON & DEFRAN 1993; SMOLKER et al. 1997; BEARZI et al. 1999; ROSSBACH 1999; ROSSBACH & HERZING 1999; CHILVERS & CORKERON 2001; CONNOR 2001; CHILVERS et al. 2003). Durch das Beugen des Körpers beim Abtauchen ist der Delfin in der Lage, mit einem steileren Winkel abzutauchen, um sich auf die Suche nach benthischer und epibenthischer Beute zu machen (SHANE 1990a).

Der Große Tümmler ist ein opportunistischer Jäger, der hochgradig flexibel in seiner Beuteauswahl ist und sich sowohl von pelagischen als auch von demersalen Arten ernähren kann (NORRIS & PRESCOTT 1961; CALDWELL & CALDWELL 1972; LEATHERWOOD 1975; BLANCO et al. 2001). Entsprechend groß ist die Anzahl der verschiedenen Jagdmethoden, die für *Tursiops* aus verschiedenen Regionen der Welt beschrieben wurden (HOESE 1971; TAYLER & SAAYMAN 1972; LEATHERWOOD 1975; WÜRSIG 1986; PRYOR et al. 1990; SHANE 1990a; BEL'KOVICH 1991; SILBER & FERTL 1995; HERZING 1996; FERTL & WILSON 1997; SMOLKER et al. 1997; ROSSBACH & HERZING 1999; CONNOR et al. 2000a; REYNOLDS et al. 2000; CONNOR 2001; LEWIS & SCHROEDER 2003; BEARZI et al. 2004). Ich vermute deshalb, dass die Tümmler vor der Insel Choros auch nach Fischen am Meeresgrund jagen. Nach ACEVEDO-GUTIÉRREZ & PARKER (2000) tauchen die Delfine synchron und in einem größeren Gebiet (>50 m Durchmesser), wenn die Beute in der Tiefe dispers verteilt ist. Tauchen die Tiere jedoch an einem Ort (<20 m Durchmesser) ab und auf, befindet sich die Beute konzentriert im tiefen Wasser. Diese Verhaltensweisen habe ich auch bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros beobachten können (Kap. 3.4.3.1; Kap. 3.4.6). Nach Aussagen des Fischers Jaime de la Cruz (pers. Mitt.) gibt es mehrere pelagische und benthische Fischarten, die als Beutefische für Delfine vor der Insel Choros in Frage kommen (Anhang Tab. A.6.1). Ich nehme deshalb an, dass die Verhaltenskategorie „Tauchen“ ebenfalls Jagdaktivität beinhaltet.

4.3.3.3 Oberflächennahes Jagen

In dieser Arbeit bezeichne ich als Jagen („feed“: SHANE 1990a; BALLANCE 1992) das Schwimmen der Gruppenmitglieder in meistens verschiedenen Richtungen und unterschiedlichen Geschwindigkeiten, das asynchrone oder synchrone Auftauchen der Tiere mit einer meist dispersen Gruppenformation (Kap. 2.2.3.1). Oft begleiteten Vögel die Jagdaktivität der Delfine – ein Indiz, dass sich die Fische an der Wasseroberfläche und somit in Reichweite der Meeresvögel (bis 10 m Tiefe) befanden (MARTIN 1986; EVANS 1987; WÜRSIG 1986; BALLANCE 1992; BRÄGER 1998; WELLS et al. 1999a; ACEVEDO-GUTIÉRREZ & PARKER 2000).

Nach ACEVEDO-GUTIÉRREZ & PARKER (2000) kann das Verhalten der Delfine an der Wasseroberfläche eine Aussage über die räumliche Verteilung der Beute ermöglichen. Schwimmen die Delfine schnell und gerichtet, springen sie dabei häufig und tauchen dispers voneinander auf, befindet sich die Beute an der Wasseroberfläche zerstreut. Schwimmen die Tümmler dagegen in verschiedene Richtungen und tauchen gemeinsam an einem Ort (<20 m Durchmesser) auf, sind die Beutefische an der Wasseroberfläche geballt. Nach meinen Beobachtungen traten die oben genannten Verhaltensweisen bei den jagenden Tümmlern vor der Insel Choros auf (Kap. 3.4.6). Demzufolge handelte es sich hierbei um die oberflächennahe Jagd auf Beute.

Möglicherweise arbeiteten die Gruppenmitglieder in organisierter Weise zusammen, die als kooperativer Jagd beschrieben wird (LEATHERWOOD 1975; IRVINE et al. 1981; SHANE 1990a; BALLANCE 1992; ROSSBACH 1999; GAZDA et al. 2005). Vor dem oberflächennahen – für den Beobachter sichtbaren – Jagen geht eine Phase der Tauchaktivität voraus (Kap. 3.4.3.1). Wenn der Kreis einen Durchmesser von 8-10 m besitzt, bleiben die Delfine 30-90 s unter Wasser (IRVINE et al. 1981; BEL'KOVICH 1991; ROSSBACH 1999). Sie tauchen dabei gewöhnlich synchron auf und mit den Köpfen ins Zentrum gerichtet wieder ab (BALLANCE 1992). Dabei sind häufig ihre Schwanzwurzel oder auch die Fluken sichtbar (IRVINE et al. 1981). Während der Tauchgänge kreisen die Delfine um einen Fisch-Schwarm und treiben diesen gegen die Wasseroberfläche, die in diesem Fall als Barriere fungiert (EVANS 1987; WELLS et al. 1999a). Einige Delfine schießen dann durch den zusammengedrängten Fischball, um einzelne Tiere herauszufangen (LEATHERWOOD 1975; EVANS 1987; „kettle hunting“: BEL'KOVICH 1991). Vor der Insel Choros war die Jagdaktivität der Tümmler anhand der oberflächennahen Sprints und der verstärkten Oberflächenaktivität der Tiere erkennbar.

4.3.4 Sozialverhalten

Soziale Interaktionen zwischen Delfinen können sehr vielfältig und komplex sein (REYNOLDS et al. 2000). Vor der Insel Choros beobachtete ich bei den Großen Tümmlern eine Reihe von Verhaltenselementen (Kap. 3.4.5.1), die dem Affiliativ- oder Sexualverhalten zugeordnet werden können: z. B. das Berühren beim Schwimmen („contact swimming“: SAMUELS & TYACK 2000) sowie das Streicheln mit den Flippers, der Rückenfinne oder anderen Körperteilen. Sexuelle Interaktionen dienen bei Delfinen nicht nur der Fortpflanzung (ÖSTMAN 1991), sondern haben auch die Funktion der Kommunikation oder Festigung von sozialen Beziehungen zwischen den Gruppenmitgliedern (CONNOR 2000b). Sexualverhalten kann über das gesamte Jahr sowie innerhalb jeden Alters und Geschlechts beobachtet werden (TAVOLGA 1966; ÖSTMANN 1991).

Vor der Insel Choros waren die Kälber immer in enger Begleitung von mindestens einem adulten Tier, das mit hoher Wahrscheinlichkeit die Mutter war. Die meisten Delfinmütter verbringen viel Zeit, um sich mit ihrem Jungen zu beschäftigen (TAVOLGA & ESSAPIAN 1957). Sie schwimmen eng mit ihrem Kalb zusammen (NORRIS & PRESCOTT 1961; CHIRIGHIN 1987; EASTCOTT. & DICKINSON 1987; MANN & SMUTS 1999; WHITEHEAD & MANN 2000), säugen es und halten das Junge aktiv von Gefahren wie Haien und aggressiven Artgenossen fern (MCBRIDE & HEBB 1948; MCBRIDE & KRITZLER 1951; CALDWELL & CALDWELL 1966; TAVOLGA 1966; NORRIS 1967; MANN & BARNETT 1999).

Nicht alle taktile Begegnungen zwischen Delfinen sind affiliativer Natur. Bissspuren („rake marks“: REYNOLDS et al. 2000) auf der Haut der Delfine, wie ich sie auch bei den Tümmlern vor der Insel Choros beobachten konnte (Anhang Abb. A.1.13; Abb. A.1.14; Abb. A.1.19; Abb. A.1.24), zeugen von aggressiven Auseinandersetzungen (MCBRIDE 1940; NORRIS 1967; SCOTT et al. 2005). Aggressionsverhalten kommt im Kontext mit der Festsetzung der Hierarchie, zum Schutz der Jungen sowie Verteidigung von Beute vor (NORRIS 1967; SHANE et al. 1986) oder wenn Männchen in der Fortpflanzungszeit miteinander um die Weibchen konkurrieren (WELLS et al. 1999a).

Spiele kommen bei Delfinen häufig vor. Ich beobachtete bei den Tümmlern vor der Insel Choros gegenseitiges Jagen, hohe Sprünge, Überrollen, Flukenschläge und konkurrenzorientiertes Wettschwimmen. Häufig waren dabei Kälber und subadulte Tiere daran beteiligt. Ausgeprägtes Spielverhalten bis ins Erwachsenenalter kommt nur bei hochentwickelten Säugern vor (EIBL-EIBESFELDT 1967; FAGEN 1981; FRANCK 1985; GOODALL 1990). Bei adulten Delfinen stehen Spiele häufig im Zusammenhang mit der Paarung (TAYLER & SAAYMAN 1972; BEL'KOVICH 1991).

Vor der Insel Choros beobachtete ich spielerische Interaktionen zwischen Großen Tümmlern und einer Mähnenrobbe (Kap. 3.4.5.1). Tümmler spielen auch mit Pinguinen, Schildkröten und Aalen (MCBRIDE & HEBB 1948; BROWN & NORRIS 1956; CALDWELL 1956; TAYLER & SAAYMAN 1972) oder Objekten (YAZDI 1995; WÜRSIG 2002c). Vor der Insel Choros beobachtete ich einen Tümmler, der eine Braunalge an der Rückenfinne mit sich führte.

4.3.5 Aktivitätsbudget

Mehrere Studien an Küsten-*Tursiops* zeigen, dass sich die Aktivitätsbudgets in verschiedenen Regionen unterscheiden (Tab. 4.3). Die Anteile des Wanderns reichen von 9% - 67%. Zur Jagdaktivität wird von den Autoren auch das Tauchen gezählt, das zusammen einen Anteil von 13% - 78% des Aktivitätsbudgets ausmachen kann. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Anteile der Aktivitäten Wandern, Jagen und Ruhen sich innerhalb der Resultate anderer Studien einordnen lassen (Tab. 4.3). Der Anteil des Sozialverhaltens bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros ist im Vergleich mit 24% am größten.

Die Abweichungen in den Anteilen könnten auf die unterschiedlichen Definitionen der Verhaltenskategorien oder auf die Datensammlung während verschiedener Jahreszeiten begründet sein (REYNOLDS et al. 2000). Ferner können Große Tümmler während des Tages und der Nacht aktiv sein (TAYLER & SAAYMAN 1972, IRVINE et al. 1981, SHANE et al. 1986). MATE et al. (1995) beobachteten Ruhen während der Nacht und nicht während des Tages. Somit können Daten, die nur während des Tages gesammelt wurden nicht die Aktivitäten während der Nacht berücksichtigen und das Gesamt-Aktivitätsbudget verfälschen. Die Verschiebungen der Aktivitäten im Tagesrhythmus bewirken, dass Vergleiche zwischen verschiedenen Regionen oftmals schwierig sind (BEARZI et al. 1999).

Die Unterschiede des Nahrungsvorkommens in den verschiedenen Habitaten wirken sich auch auf die Aktivitätsverteilung der Delfine aus (BEARZI et al. 1995). In texanischen Gewässern begründet sich ein erhöhtes Jagdverhalten (einschließlich des Tauchens) der Tümmler daher, dass es weniger Beute gibt (BRÄGER 1993). SHANE (1990b) meint ebenfalls, dass eine Abnahme der Beuteabundanz zu einer erhöhten Nahrungssuche und Jagdaktivität der Delfine führt.

Die jährlichen und saisonalen Fluktuationen der nahrungsbezogenen Aktivitäten („feed related activities“: BEARZI et al. 1999), wie Jagen und Wandern, reflektieren vermutlich die jährliche und saisonale Verfügbarkeit der Beutetiere. Bei *Tursiops* in der Adria wurde ein niedrigeres Vorkommen von langen Tauchgängen durch erhöhte Wanderaktivität ausgeglichen (BEARZI et al. 1999). Dieses scheint auch auf Studien aus anderen Gebieten zuzutreffen. Addiert man die Anteile der Verhaltenskategorien Wandern und Jagen erhält man interessanterweise meistens einen Wert zwischen 80% und 87%. Bei HART (1997) machen beide Aktivitäten nur 71% aus; und in der vorliegenden Arbeit sind es mit 62% noch weniger. Die Unterschiede in den Anteilen könnten darauf begründet sein, dass die Daten dieser Studie nur innerhalb der Sommermonate von Januar bis März 2001 gesammelt wurden. Vielleicht war in dieser Zeit das Nahrungsangebot größer, so dass die Delfine weniger ihres Aktivitätsbudgets für die Jagd und Nahrungssuche aufwenden mussten. So zeigten Große Tümmler in Texas eine deutlich geringere Jagdaktivität im Sommer als zu anderen Jahreszeiten, während das Sozialverhalten im Sommer einen relativ hohen Anteil im Aktivitätsbudget hatte. (SHANE 1990b; GRUBER 1981) Auch HANSON & DEFRAN (1993) beobachteten bei *Tursiops* in der Adria, dass soziale Interaktionen während des Sommers zunahmen.

Tab. 4.3: Tages-Aktivitätsbudgets von wildlebenden *Tursiops truncatus* aus verschiedenen Küstengebieten. (Um einen Vergleich der Literaturwerte zu ermöglichen, wurden gemischte Aktivitäten zu einer Verhaltenskategorie gezählt: „travel/social = social; travel/feed = feed“. Tauchen wird im Allgemeinen von den Autoren nicht als eigenständige Aktivität genannt, sondern als Jagdverhalten gedeutet).

Ort	Wandern [%]	Jagen [%]	Sozialverh. [%]	Ruhen [%]	Referenz
Sanibel Island / Florida	45	38	17	-	SHANE 1990a
Golf of California / Mexiko: < 5,5 km	61	22	7	10	BALLANCE 1992
> 5,5 km	23	61	8	8	
San Diego / Kalifornien	63	19	15	3	HANSON & DEFRAN 1993 ¹
Sarasota Bay / Florida	67	13	4	16	WAPLES 1995 ²
Indian River Lagoon / Florida	57	14	13	16	HART 1997 ²
Insel Lošinj & Cres / Adria	9	78	9	2	BEARZI et al. 1999 ³
Insel Choros / Chile	22	40	24	14	VORLIEGENDE ARBEIT ⁴

¹ Im Sozialverhalten sind 3% Spielaktivität enthalten.

² „Milling“ (Def. nach SHANE 1990b: Aktivität mit unklarer Funktion; Tiere einer Gruppe schwimmen in verschiedene Richtungen) und Ruhen sind hier zusammengefasst.

³ „Travel“ und „travel fast“ sind unter der Kategorie Wandern zusammengefasst; „travel slow“ entspricht meiner Definition für Ruhe; Die fehlenden 2% des Aktivitätsbudgets werden von den Autoren als gemischte oder nicht-klassifizierte Aktivitäten ausgewiesen.

⁴ Dieses Aktivitätsbudget enthält die Daten, die innerhalb einer Beobachtungszeit von 7:00-18:00 ermittelt worden sind. (Deshalb unterscheiden sich diese Prozentzahlen von denen im Aktivitätsbudget im Kap. 3.9.2). Langsames und Schnelles Schwimmen sind als Wandern zusammengefasst. Unter der Kategorie Jagen sind 39% Tauchaktivität enthalten.

4.3.6 Tageszeitliche Aktivitätsmuster

Delfine zeigen tageszeitliche Aktivitätsmuster, die von biologischen und klimatischen Parametern abhängen (REYNOLDS et al. 2000). So beeinflussen die täglichen Wanderungen der Beutefische stark das Verhaltensmuster der Delfine (SHANE 1990a). Gemeine Delfine (*Delphinus delphis*) tauchen regelmäßig nachts bis zur Tiefenstreuung („DSL=Deep Scattering Layer“) bis maximal 260 m Tiefe (EVANS 1971). Da die DSL nachts näher an der Wasseroberfläche liegt, können die Delfine von der Aggregation der Beutefische profitieren (EVANS 1971). Große Tümmler jagten nachmittags im tiefen Wasser nach schulbildenden Fischen und ruhten morgens, wenn die Beutefische nicht verfügbar waren (WÜRSIG & WÜRSIG 1979). Vor Afrika jagten die Tümmler vor allem am frühen Morgen und späten Nachmittag, wobei soziale Interaktionen vom Vormittag bis zum frühen Nachmittag andauerten (SAAYMAN et al. 1973).

Ebbe und Flut können das Verhalten der Großen Tümmler beeinflussen (SHANE et al. 1986; LÜTKEBOHLE 1995a; GREGORY & ROWDEN 2001; HARZEN 2002). In Texas stellten sich die Delfine oft gegen den Gezeitenstrom, um Fische zu fangen (SHANE et al. 1986). Tidenabhängige Rhythmen wurden auch bei *Tursiops* in Georgia beobachtet. Hier ist die Jagd auf Fische in den Marschbänken nur auf eine halbe Stunde vor und nach Niedrigwasser beschränkt (HOESE 1971).

Weitere Beispiele zeigen, dass die tageszeitlichen Aktivitätsmuster von Großen Tümmlern sehr variabel sind und sich von Ort zu Ort unterscheiden (Tab. 4.4). Die Jagdaktivitäten der Delfine scheinen sich stark nach den Wanderungen und Verhaltenszyklen der Beutefische zu richten, während Ruhen und soziale Interaktionen häufiger dann auftreten, wenn die Nahrungsressourcen nicht verfügbar sind.

Tab. 4.4: Tageszeitliche Aktivitätsmuster von wildlebenden *Tursiops truncatus* aus verschiedenen Küstengebieten. (Um einen Vergleich der Literaturwerte zu ermöglichen, wurden gemischte Aktivitäten zu einer Verhaltenskategorie gezählt: „travel/social = social; travel/feed = feed“. Tauchen wird im Allgemeinen von den Autoren nicht als eigenständige Aktivität genannt, sondern als Jagdverhalten gedeutet).

Ort	Wandern vorwiegend	Jagen vorwiegend	Sozialverh. vorwiegend	Ruhen vorwiegend	Referenz
Plettenberg Bay / Afrika	mittags	früh morgens, spät nachmittags	vormittags bis nachmittags		SAAYMAN et al. 1973
Golfo San José / Argentinien		nachmittags	nachmittags	morgens	WÜRSIG & WÜRSIG 1979
Sanibel Island / Florida	nachmittags	morgens bis mittags	abends		SHANE 1990b
Aransas Pass / Texas	nachmittags	morgens, abends	abends		SHANE 1990b
Galveston Bay / Texas	nachmittags bis abends	morgens	nachmittags		BRÄGER 1993
San Diego / Kalifornien	mittags	früh morgens, spät nachmittag			HANSON & DEFRAN 1993
Golfo Dulce / Costa Rica	vormittags	morgens	mittags, nach- mittags		CUBERO PARDO 1998
Cardigan Bay/ Wales		morgens, abends	nachmittags, abends		BRISTOW & REES 2001
Insel Choros / Chile	nachmittags	mittags, nachmittags	früh morgens	morgens bis vormittags	VORLIEGENDE ARBEIT

4.3.7 Sprünge

Die Funktion der Sprünge ist bei Walen und Delfinen nicht immer eindeutig. Springen könnte aus purer Lebensfreude geschehen und somit als Spielverhalten gedeutet werden (HUSSENOT 1980; BEL' KOVICH 1991; WÜRSIG 2002b). In der Tat springen Kälber und juvenile Tiere 3-mal häufiger als adulte Tümmler (WÜRSIG & WÜRSIG 1979). Allerdings gibt es verschiedene Gründe, warum Delfine aus dem Wasser springen. Das Entfernen von Ektoparasiten (bei Bartenwalen) und Schiffshaltern (*Remora spec.*) wird als ein Grund für das Springen der Meeressäuger angesehen (WELLS et al. 1999a; WHITEHEAD 2002).

Die Notwendigkeit zum Luftholen wird bei den Delfinen häufig mit einem Sprung verbunden; z. B. wenn die Tiere bei bewegter See gischtfreie Luft einatmen wollen (HUI 1989; SLOOTEN 1994; WHITEHEAD 2002). Vor der Insel Choros war während der Jagd die Frequenz der hohen Sprünge relativ hoch (Kap. 3.7). Dabei kamen, wie beim Sozialverhalten häufig, die „stationären“ Sprünge („stationary leap“: WÜRSIG 2002b) vor. Die Delfine tauchten dabei aus mehreren Metern Tiefe auf, sprangen ca. 1-2 Körperlängen hoch und traten mit dem Kopf wieder an der Absprungstelle ein. Diese Sprünge treten dann auf, wenn die Tiere ihre Aktivitäten unterbrechen müssen, um zum Atmen an die Wasseroberfläche zu kommen. Bei einem hohen Sprung nutzen sie ihr Körpergewicht in der Luft, um schnell wieder zum Ort des Geschehens in mehreren Metern Tiefe zurückzukehren (ACEVEDO-GUTIÉRREZ 1999; WÜRSIG 2002b).

Sprünge könnten beim Jagen auch die Funktion besitzen, mehr Delfine anzulocken, um die Beute vor anderen Räubern zu schützen (ACEVEDO-GUTIÉRREZ 1999). Nach WÜRSIG & WÜRSIG (1980) springen Schwarzdelfine (*Lagenorhynchus obscurus*) hoch, um über der Wasseroberfläche nach jagenden Vögelschwärmen Ausschau zu halten, die einen Hinweis auf Fischvorkommen an der Wasseroberfläche und somit der Jagdaktivität von Artgenossen geben. Während der Jagd kommt es vor allem zu Sprüngen, die zu einem Klatschen auf der Wasseroberfläche führten (SAAYMAN et al. 1973; WÜRSIG & WÜRSIG 1979; WÜRSIG 1986; BEL'KOVICH 1991). Vermutlich helfen die lauten Sprünge, die Beute zusammen zu treiben oder zu betäuben (WÜRSIG 1986; BEL'KOVICH 1991).

Weite, horizontale Sprünge treten regelmäßig beim Schnellschwimmen auf („running leap“: WÜRSIG 2002b). Nach meinen Beobachtungen springen die Großen Tümmler vor der Insel Choros ab einer Geschwindigkeit von ca. 5 m s^{-1} regelmäßig aus dem Wasser („porpoising“: FISH & HUI 1991). Nach AU & WEIHS (1980) liegt die Mindestgeschwindigkeit für das Porpoising („crossover speed“: AU & WEIHS 1980) für *Stenella spec.* und *Delphinus delphis* ebenfalls bei 5 m s^{-1} . Ab einer Geschwindigkeit von $3,2 \text{ m s}^{-1}$ nehmen bei Großen Tümmlern die Transportkosten beim Schwimmen zu (YAZDI 1998), was auf den gesteigerten hydrodynamischen Widerstand zurückzuführen ist. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit ist es dann für die Tiere energetisch günstiger, zwischen den Phasen des schnellen Schwimmens weite Sprünge einzulegen (AU & WEIHS 1980). Nach WEIHS (2002) besteht das porpoising aus drei Phasen: 1.) in der Sprungphase befindet sich das Tier in der Luft; 2.) in der nachfolgenden Gleitphase durchbricht der Delfin die Wasseroberfläche ohne jegliche Schwimmbewegungen; 3.) in der Beschleunigungsphase gewinnt das Tier an Geschwindigkeit und setzt zum erneuten Sprung an. Die Delfine müssen zwar beim Schwimmen nahe der Wasseroberfläche einen 3 bis 5-fach höheren Widerstand überwinden (LANG & DAYBELL 1963; HERTEL 1966; FISH 1993a), da sie jedoch zum Atmen an die Wasseroberfläche müssen, steigert das Springen die Effizienz der Fortbewegung (HUI 1987). Nach WEIHS (2002) sparen die Delfine bei einer Geschwindigkeit von 7 m s^{-1} durch das Springen bei hohen Geschwindigkeiten ca. 25% der Energie ein.

Vor der Insel Choros kamen während des Sozialverhaltens auch sehr hohe Sprünge vor (Kap. 3.7). Dabei sprangen manchmal mehrere Tiere synchron, was man als Spielverhalten deuten kann (BEL'KOVICH 1991). Die hohen Sprünge werden vor allem mit dem Sexualverhalten in Verbindung gebracht (SAAYMAN et al. 1973; NORRIS et al. 1994). Das Zusammentreffen von zwei Gruppen führt häufig zu zahlreichen Sprüngen der Delfine (BEL'KOVICH 1991). Möglicherweise dienen sie als eine Form von Begrüßungsverhalten (HUSSENOT 1980). Sprünge spielen vor allem während sozialen Interaktionen eine Rolle und dienen als Kommunikationsmittel zwischen den Tieren (WHITEHEAD 1985; GORDON & TYACK 2002). Ein „ehrliches Signal“ („honest signaling“: WHITEHEAD 2002) ist besonders dann nützlich, wenn es wichtige Attribute des Senders vermittelt, die nicht gefälscht werden können. Zum Beispiel sind die Laute eines springenden Buckelwals für seine Artgenossen ein Indiz für seine physischen Fähigkeiten. Dieser verlässt für einen Sprung mit nahezu maximaler Geschwindigkeit ($\sim 8 \text{ m s}^{-1}$) die Wasseroberfläche und verbraucht dabei schätzungsweise 1% seines täglichen Ruhemetabolismus an Energie (WHITEHEAD 1985; WHITEHEAD 2002). Das Springen wird somit bei den Männchen zur Demonstration der Stärke sowie indirekt der genetischen Fitness (WHITEHEAD 1985). Aber auch Aggressionen und Frustrationen nach sozialen Interaktionen sowie extreme Verärgerung (z. B. bei Annäherung eines Bootes) können bei Walen zur Sprungaktivität führen (WHITEHEAD 2002; DUDZINSKI et al. 2002).

4.3.8 Flukenschläge

Flukenschläge stellen vermutlich eine Form der Kommunikation dar (CALDWELL & CALDWELL 1977; GORDON & TYACK 2002). Der Flukenschlag produziert ein lautes Geräusch und dient somit als ein nonvokales Signal gegenüber Artgenossen. So zeigen Tiere in komplexen Sozialverbänden eine höhere Frequenz der Flukenschlagrate als Arten, die eher solitär leben (JAQUET 2002).

Bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros wurden Flukenschläge häufig während des Jagens beobachtet (Kap. 3.8, Tab. 3.5). Bei einigen Delfinarten informiert das Flukenschlagen andere Gruppenmitglieder über die Ortung von Beutefischen (JAQUET 2002). Schwarzdelfine verwenden schnelle Flukenschläge während der kooperativen Jagd, um das Ausbrechen des Fisch-Schwarms zu verhindern (WÜRSIG & WÜRSIG 1980). Schwertwale setzen Flukenschläge ein, um miteinander zu kommunizieren, die Bewegungen zu koordinieren und Beutefische zusammenzutreiben (FELLEMAN et al. 1991).

Vor der Insel Choros trat manchmal ein bestimmtes Abtauchverhalten auf: Die Großen Tümmler beugten vor dem Tauchen ihre Körper nach innen und reckten die Fluke anschließend in die Höhe, so dass ca. ein Drittel des hinteren Körpers aus dem Wasser ragte – bevor sie senkrecht unter Wasser glitten (Kap. 3.4.3.1). Dabei schlugen sie vor Erhebung der Fluke häufig mit dieser auf die Wasseroberfläche (Kap. 3.8). Dieses Verhalten wurde ebenfalls bei Ostpazifischen Delfinen beobachtet (NORRIS et al. 1994).

Während des Sozialverhaltens kamen bei den Großen Tümmler vor der Insel Choros häufiger Flukenschläge vor, als beim Langsamen Schwimmen (Kap. 3.8). Bei Walen kann das Schlagen mit der Fluke ein Zeichen von Frustration und Ärger bedeuten (CALDWELL & CALDWELL 1977) oder auch als ein Element des Aggressionsverhaltens verstanden werden (TAYLER & SAAYMAN 1972; OVERSTROM 1983; SHANE et al. 1986; EVANS 1987; HERZING 1988; SLOOTEN 1994; WELLS et al. 1999a; DUDZINSKI et al. 2002; PARSONS et al. 2003; WEDEKIN et al. 2004). Dabei setzt das dominante Tier die Flukenschläge zur Einschüchterung eines unterlegenen Artgenossen ein (WOOD 1953; BATESON 1982; TERRY 1984).

4.3.9 Das Gruppenverhalten

4.3.9.1 Definition „Gruppe“

Eine Gruppe ist eine Vereinigung von Individuen gleicher Art, die für eine gewisse Zeit zusammenbleiben und im höheren Maße miteinander interagieren, als mit anderen Artgenossen (WILSON 1975). Für den Zusammenschluss von Delfinen gibt es unterschiedliche Bezeichnungen und Definitionen. Nach WELLS et al. (1999a) besteht eine Gemeinschaft (=„community“) aus Delfinen, die ein gemeinsames Streifgebiet teilen und sozial miteinander in Verbindung stehen. Im Gegensatz zu einer Population besteht jedoch ein genetischer Austausch mit anderen Artgenossen außerhalb der Gemeinschaft.

SMOLKER et al. (1992) bezeichnet als Gruppe die Tiere, die einen Abstand von innerhalb 10 m zueinander haben. Nach meiner Beurteilung ist diese Definition für eine Gruppe nicht ausreichend, da keine weiteren Parameter in Betracht gezogen werden. Ich stützte mich deshalb auf SHANE (1990a), die als Gruppe ein Verbund von Tieren bezeichnet, die sich in die gleiche Richtung bewegen und meistens derselben Aktivität nachgehen (Kap. 2.2.1). Nach dieser Definition kann eine Gruppe auch aus mehreren Subgruppen bestehen und eine sehr diperse Formation (Def. Kap. 2.2.3.3) annehmen.

4.3.9.2 Gruppengrößen

Vor der Insel Choros beobachtete ich Gruppengrößen von einem Tier bis 35 Delfine. Die Gesamtzahl der residenten Großen Tümmler schätze ich deshalb auf mindestens 35 Delfinen. Die meisten Gruppen, von denen die Daten aufgenommen wurden, hatten eine Größe von 21-25 Delfinen (Kap. 3.8.2) und enthielten oftmals 1-2 Kälber. Allerdings spiegelt dies nicht die Häufigkeit der Gruppengröße für die Tümmler-Gemeinschaft vor der Insel Choros wider. Denn während der Datenaufnahme hielt ich mich an die Regel, immer die größte Gruppe im Beobachtungsgebiet auszuwählen und ihr zu folgen (Kap. 2.2.1). In der Mehrzahl der Fälle war jedoch die registrierte Gruppe auch die einzige im Sichtungsgebiet.

In anderen Küstenregionen reichten die mittleren Gruppengrößen von 2 bis 35 Tieren (EVANS & BASTIAN 1969; CALDWELL & CALDWELL 1972; WÜRSIG 1978; IRVINE et al. 1981; HANSEN 1983; DOS SANTOS & LACERDA 1987; BALLANCE 1990; SCOTT et al. 1990a; BRÄGER et al. 1994; FERTL 1994; BEARZI et al. 1997; ACEVEDO-GUTIÉRREZ 1999; DEFRAN & WELLER 1999; EISFELD 2003; LUSSEAU et al. 2003; HANSON & DEFRAN 1993; GRIFFIN & GRIFFIN 2003; IRWIN & WÜRSIG 2004; SHANE 2004; KERR et al. 2005). Neben den Habitateigenschaften und Aktivitäten der Tümmler (SHANE et al. 1986; WÜRSIG 1989; SHANE 1990a), beeinflussen auch die Anwesenheit von Kälbern die Gruppengröße der Delfine (SHANE 2004). So sind die Gruppen mit Kälbern wesentlich größer als ohne Junge (DOS SANTOS & LACERDA 1987; WELLS et al. 1987; WEIGLE 1990; SCOTT et al. 1990a; BEARZI et al. 1997; EISFELD 2003; SHANE 2004; KERR et al. 2005), wobei die Anzahl der Tiere mit höherem Alter der Kälber abnimmt (WELLS et al. 1987). Größere Gruppen bieten vermutlich einen höheren Schutz vor Haien (CORKERON et al. 1987; COCKCROFT et al. 1989; MANN & BARNETT 1999).

4.3.9.3 Gruppenzusammensetzung

Die Gruppen von Großen Tümmlern sind dynamische Einheiten, die sich ständig in ihrer Größe und Zusammensetzung verändern (WÜRSIG 1978; BALLANCE 1990; BRÄGER 1992). Die Individuen vereinigen sich zu einem temporären, größeren Verband und teilen sich dann wieder in kleinere Subgruppen („fission-fusion“: KUMMER 1968, 1971; STRUHSACKER & LELAND 1979; SMOLKER et al. 1992). Innerhalb dieser offenen und fließenden Gruppen von *Tursiops* gibt es langanhaltende Bindungen zwischen Individuen, die vom Alter und Geschlecht abhängen (WÜRSIG & WÜRSIG 1977; WELLS et al. 1980; IRVINE et al. 1981; BALLANCE 1990; SCOTT et al. 1990a; SMOLKER et al. 1992).

Das Alter- und das Geschlecht der Großen Tümmler vor der Insel Choros konnten nicht bestimmt werden. Allerdings gibt es Hinweise auf die Zusammensetzung dieser Delfingemeinschaft. In mindestens 23% der registrierten Gruppen (n=165) waren ein oder zwei Kälber anwesend⁶, die ca. ein Drittel der Körperlänge der adulten Tiere erreichten. Beide besaßen bei der ersten Sichtung im Januar 2001 keine auffälligen, vertikalen und hellpigmentierten Streifen („fetal folds“: MCBRIDE & KRITZLER 1951; TAVOLGA & ESSAPIAN 1957) und waren demzufolge über drei Wochen alt (COCKROFT & ROSS 1990). Ein Kalb war lateral gelb gefärbt und erhob beim Atmen den gesamten Kopf aus dem Wasser. Dieses Auftauchverhalten ist für Neugeborene typisch, denn es dauert 1-2 Monate bis die Delfine lernen, zum Atmen sanft an die Wasseroberfläche zu rollen (MCBRIDE & KRITZLER 1951; WHITEHEAD & MANN 2000). Das zweite Kalb war von hellgrauer Farbe und war offensichtlich über zwei Monate alt, denn es zeigte das beschriebene Auftauchverhalten nicht.

In der Delfingemeinschaft vor der Insel Choros gab es mindestens ein juveniles Tier, das ca. zwei Drittel so lang war wie ein adulter Delfin. Anhand der Identifikationsfotos (Kap. 2.1.2) vermute ich, dass es mehrere subadulte Tiere gab. Einige Delfine zeigten kaum Einkerbungen, aber verschiedene Formen der Rückenfinne und unterschiedliche Kratzspuren. (Anhang Abb. A.1.19 bis Abb. A.1.24). Da der caudale Rand der Rückenfinne sehr dünn ist und sich offensichtlich nicht regeneriert, wird er im Laufe des Delfinlebens regelrecht zerfetzt (WÜRSIG & WÜRSIG 1977). Deshalb finden sich nur bei den Rückenfinnen junger Tiere keine individuellen Markierungen (WÜRSIG & WÜRSIG 1977; WILSON et al. 1999).

Ausgewachsene männliche Tümmler sind etwas länger und um ein Drittel schwerer, als ausgewachsene Weibchen (READ et al. 1993; TOLLEY et al. 1995; FERNANDEZ & HOHN 1998). Sie sind häufig stark zerkratzt und tragen viele Kerben in der Finne (WELLS 1991; SCOTT et al. 2005; STEINER & BOSSLEY 2005). Ein Tümmler besaß eine relativ schmale und spitz zulaufende Rückenfinne, eine Hautgeschwulst und Ekzeme auf der Körperoberseite (Anhang Abb. A.1.1.). Dieser Delfin wurde in mindestens 37% der registrierten Gruppen (n=165) gesichtet.

Aufgrund der relativ geringen Anzahl der Tümmler in der Choros-Gemeinschaft kamen in den registrierten Gruppen vermutlich Tiere verschiedenen Alters und Geschlechts zusammen. Sogenannte „Säuglingsgruppen“, die nur aus Weibchen mit ihren Kälbern bestehen, sind bei der Choros-Gemeinschaft mit zwei Jungen eher unwahrscheinlich. So sichtete ich nur einmal eine Gruppe, die aus 6-10 Tieren bestand und zwei Kälber mit sich führte. In den meisten Fällen enthielten die Gruppen mit Kälbern über 15 Tiere.

⁶ Die Prozentzahl bezieht sich auf die Mindestzahl von Gruppen, in denen ein Kalb (16%) oder zwei Kälber gleichzeitig (7%) gesichtet wurden. Es ist aber nicht auszuschließen, dass die Anzahl der Gruppen mit Kälbern höher lag, da nicht immer alle Tiere einer Gruppe innerhalb eines Scans von 10 Min. identifiziert werden konnten.

4.3.9.4 Gruppenformation

Die Großen Tümmler vor der Insel Choros schwammen hauptsächlich in kompakter Gruppenformation (Kap. 3.8.3). Aufgrund der geringen Anzahl von Jagd- und Schnellschwimmgruppen ist ein statistischer Vergleich der Gruppenformationen bei verschiedenen Aktivitäten nicht möglich. Ich vermute jedoch, dass beim Langsamen Schwimmen und Tauchen kompakte Gruppen häufiger waren, als beim Sozialverhalten und Jagen. Anderen Studien zur Folge sind Große Tümmler beim Ruhen und Wandern meistens in kompakten Gruppen formiert, während Jagdgruppen oft dispers oder sehr dispers sind. (SHANE 1990a; HANSON & DEFRAN 1993; BEARZI et al. 1999; HARZEN 2002).

Möglicherweise gibt es bei Aktivitäten mit uniformen Bewegungsrichtungen (z. B. beim Langsamen Schwimmen und Tauchen) häufiger kompakte Gruppen als bei Aktivitäten, in denen die Tiere in verschiedene Richtungen schwimmen (z. B. beim Sozialverhalten und Jagen). Wenn alle Gruppenmitglieder in die gleiche Richtung schwimmen, erhöht sich die Wachsamkeit, da jedes Individuum in der Lage ist, bei Gefahr schneller zu reagieren („polarized school“: WÜRSIG 1989). Deshalb geschieht das Ruhen meist in polarisierten Gruppen, während Jagen und Sozialverhalten in nicht polarisierten Gruppen stattfindet. Hier haben die Individuen mehr Bewegungsfreiheit, um z. B. den Fisch-Schwarm zusammenzutreiben oder Paarungsaktivitäten nachzugehen (WÜRSIG 1989).

4.4 Reaktionen der Delfine auf Boote

Wale und Delfine reagieren besonders auf die Geräusche der Schiffe und Boote (EVANS et al. 1992; BLANE & JAAKSON 1995; RICHARDSON 1995). Segelboote und Kayaks lösten in manchen Studien kaum aversive Reaktionen aus (CORKERON 1995; BRISTOW & REES 2001; NICHOLS et al. 2001). Ein Fallbeispiel (Anhang Abb. A.5.1, Abb A.5.2) zeigt, dass weniger die Anwesenheit des Bootes selbst, sondern der verursachte Lärm der Grund für die Störung zu sein scheint. Beim Ankommen des Bootes an der Delfingruppe schaltete der Bootsführer den Motor aus. Die Tiere nahmen wieder ihre vorherige Aktivität auf, indem sie zu ruhen angingen. Leider ist das Ausschalten des Motors keine gängige Praxis der Bootsführer, so dass ich diese Beobachtung auch nur einmal machen konnte.

Einige Wissenschaftler unterteilen die Reaktionen der Wale und Delfine in verschiedenen Kategorien: Als „positive“ Reaktionen werden das Schwimmen in Richtung des Bootes, das Reiben am Boot oder das Bug- und Heckwellenreiten bezeichnet (SHANE 1990a; HENNINGSSEN 1991; BRISTOW & REES 2001; GREGORY & ROWDEN 2001; RITTER 2003b; GOODWIN & COTTON 2004). „Negative“ Reaktionen sind Verhaltensänderungen, Richtungswechsel, Wegschwimmen, Tauchgänge >5 Min., Beenden der Vokalisation und Aggressionsverhalten, wie lautes Ausblasen oder Flukenschlagen (WATKINS 1986; SHANE 1990a; HENNINGSSEN 1991; BRISTOW & REES 2001; GREGORY & ROWDEN 2001; RITTER 2003b; GOODWIN & COTTON 2004). Wenn die Tiere keine erkennbaren Reaktionen zeigen und ihre Aktivitäten fortsetzen, wird es als „neutrales“ oder „uninteressiertes Verhalten“ gedeutet (WATKINS 1986; HENNINGSSEN 1991; GREGORY & ROWDEN 2001). Ich beschränke mich in meiner Arbeit auf wertfreie Begriffe. Studien haben gezeigt, dass sogenannte positive Reaktionen längerfristig negative Auswirkungen haben können (FERTL 1994; JANIK & THOMPSON 1996; MANN et al. 2000). Manchmal verhalten sich Tiere äußerlich völlig neutral, reagieren aber physiologisch stark auf Störungen (MACARTHUR et al. 1982; CULIK et al. 1989, 1990; WILSON et al. 1991; NIMON et al. 1995; REGEL & PÜTZ 1997; RATZ & THOMPSON 1999).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit beruhen auf Verhaltensbeobachtungen. Deshalb ermöglichen sie auch nur Aussagen über Reaktionen, die anhand meiner verfügbaren Instrumente gemessen werden konnten (Kap. 2.2.4; Kap. 2.2.5). „Keine Reaktionen“ bedeutet deshalb nicht zwangsläufig, dass die Tiere nicht reagiert hätten. Zum Beispiel haben Studien gezeigt, dass sich bei Anwesenheit von Booten die Vokalisation der Delfine verändert (HELWEG 1995; SCARPACI et al. 2000; VAN PARIJS & CORKE-RON 2001; BUCKSTUFF 2004). Wie auch immer: Auf ferne Boote reagierten die Großen Tümmler vor der Insel Choros in 56% (n=23) der Fälle nicht (messbar)⁷. Nahe Boote führten jedoch in 95% (n=82) der Fälle zu einer Reaktion⁸.

Tab. 4.5: Reaktionen von *Tursiops truncatus* gegenüber Schiffen und Booten.

Reaktionen der Tiere	Referenz
Boote >5 m: keine Verhaltensänderungen; Boote <5 m: Abtauchen. Reaktion auf folgende Boote: unberechenbare Bewegungen der Tiere	ACEVEDO 1991a
Forschungsboot: 70% neutrale; 9% positive; 22% negative Reaktionen	HENNINGSEN 1991
Schiffe/Boote: die direkte Ansteuerung und Kreuzung der Schwimmroute hatte fast immer eine Verlängerung der Tauchzeit und Richtungswechsel zur Folge	LÜTKEBOHLE 1995a, 1995b
Boote <50 m: Abnahme der Auftauchrate; längere Tauchgänge; Abwanderung	JANIK & THOMPSON 1996
Tourismusboote <100 m: Verhaltensänderungen (Sozialverhalten wurde am häufigsten unterbrochen); Ausweichverhalten vor allem dann, wenn Boote sich in den Wanderweg stellten	CONSTANTINE & BAKER 1997
„Survey“- Schiff: hauptsächlich Annäherung und Wellenreiten	WÜRSIG et al. 1998
hohe Anzahl von Booten: signifikant weniger Delfine → Verdrängung aus dem bevorzugten Aufenthaltsgebiet	ALLEN & READ 2000
Tourismusboote: Erhöhung der Pfeifftrate	SCARPACI et al. 2000
Tourismusboote: bei Verstoß gegen die Richtlinien häufiger Verhaltensänderungen (kein Jagen, weniger Ruhen, mehr Wandern); höhere Anzahl von Flukenschlägen	ENGLUND 2001
Boote <100 m: gegenüber Yachten und kleinen Fischerbooten meistens positive Reaktionen, wie Wellenreiten; gegenüber Tourismusbooten meistens negative Reaktionen, wie Verhaltensänderungen und Ausweichen.	BRISTOW & REES 2001
Tourismusboote: hauptsächlich neutrales Verhalten, z. B. keine Richtungswechsel; 23% positive Reaktionen, wie Schwimmen in Richtung des Bootes; Kayaks: 57% negative Reaktionen wie Wegschwimmen	GREGORY & ROWDEN 2001
Boote <100 m: längere Intervalle zwischen den Atemzügen; kompaktere Gruppenformation; Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit; Richtungswechsel weg vom Boot	NOWACEK et al. 2001
Boote <50 m: Ausweichen durch Richtungswechsel, Veränderung der Schwimmgeschwindigkeit und des Tauchverhaltens	IVERSEN & LOCKYER 2002
Tourismusboote: Veränderungen der Gruppenkohesion und Gruppenorientierung	DÍAZ et al. 2003

⁷ Ferne Boote führten bei den Delfinen in 9% der Fälle (n=23) zu einer Geschwindigkeitszunahme (über 20% der Ausgangsgeschwindigkeit), in 35% zu Aktivitätswechsel und in 56% zu keinen Reaktionen.

⁸ Nahe Boote führten in 26% der Fälle (n=82) zu einer Geschwindigkeitszunahme (mehr als 20% der Ausgangsgeschwindigkeit), in 26% zu Aktivitätswechsel, in 16% zum Tauchen, in 13% zum Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets, in 9% zu einer Geschwindigkeitsabnahme (weniger als 20% der Ausgangsgeschwindigkeit), in 5% zu Kurswechsel und in 5% zu keinen Reaktionen.

Reaktionen der Tiere	Referenz
Boote: Erhöhung der Synchronisation des Auftauchens	HASTIE 2003b
Tourismusboote <400 m: weniger Ruhe- und Sozialverhalten; mehr Wanderverhalten; längere Tauchdauer → Meidung des bevorzugten Fjords bei starkem Bootsverkehr	LUSSEAU 2003a, 2003b, 2004a; 2005
Tourismusboote: in 53% keine Reaktion; in 40% Annäherung und Interaktion (wie Bugwellenreiten); 7% Ausweichverhalten wie Wegschwimmen, Tauchen	RITTER 2003b
Schiffe: höhere Pfeifrate zu Anfang der Schiffsannäherung	BUCKSTAFF 2004
Tourismusboote: Abnahme der Respirationsrate; längere Tauchgänge; höhere Anzahl von Flukenschlägen; Verhaltensänderungen; Veränderungen der Gruppenkomposition und -orientierung	CASCÃO et al. 2004
Tourismusboote: Schwimgeschwindigkeiten und -richtungen unberechenbarer; mehr Gruppenfusionen und -spaltungen; Verdrängungen der weniger toleranten Tiere aus dem Habitat	BEJDER et al. 2004
Boote <300 m: je mehr Boote, desto weniger Ruheverhalten	CONSTANTINE et al. 2004
schnelle Boote, Jet-Skis <100 m: Ausweichen durch Richtungswechsel, Tauchgänge >5 Min.	GOODWIN & COTTON 2004
Tourismusboote: in 6% Aktivitätswechsel; in 4% Änderung der Bewegungsrichtung; in 10% beide Reaktionen gleichzeitig; in 80% keine Reaktion	COPE MATTSON et al. 2005
Jet-Skis: in 56% Aktivitätswechsel; in 11% Änderung der Bewegungsrichtung und Aktivitätswechsel gleichzeitig; in 33% keine Reaktion	
Tourismusboote <100 m: Aktivitätswechsel; Zunahme der Geschwindigkeit; Änderung der Bewegungsrichtung; Tauchen; Erhöhung der Frequenz von Sprüngen und Flukenschlägen; Dispersion der Gruppenmitglieder; Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets	VORLIEGENDE ARBEIT

Große Tümmler reagieren ganz unterschiedlich auf die Anwesenheit von Schiffen und Booten (Tab. 4.5). Die häufigsten Reaktionen, die in anderen Studien genannt werden (Tab. 4.5; Anhang Tab. A.7.1, Tab. A.7.2), wurden auch von mir bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros registriert. In den folgenden Kapiteln werden die Reaktionen der Delfine im Näheren vorgestellt.

4.4.1 Annäherung an Boote

Von der Insel Choros aus, beobachtete ich nur einmal eine Gruppe von Großen Tümmlern, die in Richtung eines Bootes schwammen und sich somit aktiv genähert haben. Ein Delfin, der auffällig groß war (Anhang Abb. A.1.1), hielt sich oft als einziger in unmittelbarer Nähe der Boote auf. Dabei sprang er häufig und schlug mit der Fluke auf die Wasseroberfläche. Aufgrund seiner Größe und seines Verhaltens vermute ich, dass es ein männliches und das dominante Tier der Gruppe war. Dominante Männchen vollführen charakteristische „Überwachungs-Manöver“, wenn sich etwas Ungewöhnliches ereignet und befinden sich immer am nächsten zum Alarmzeichen (TAYLER & SAAYMAN 1972).

BEL'KOVICH (1991) beobachtete, dass ein sehr großes Tier sich dem Forschungsboot bis auf 15-20 m näherte, während die Gruppe in einer Entfernung von 300-400 m schwamm. Dominante Tiere sind offensichtlich diejenigen, die Unbekanntes untersuchen, um die potenzielle Gefahr einzuschätzen (BEL'KOVICH 1991).

Ich schließe nicht aus, dass innerhalb der Beobachtungszeit einzelne Delfine zu den Booten schwammen. Mein Fokus war jedoch hauptsächlich auf das Verhalten der Gruppe – also auf die Mehrzahl der Tiere – gerichtet (Kap. 2.2.1). Die Annäherung an Boote schätze ich deshalb für die Tümmler vor der Insel Choros über den Beobachtungszeitraum (Januar bis März 2001) als nicht signifikant ein.

4.4.2 Aktivitätswechsel

Die Präsenz von fernen und nahen Booten führte bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros zu einer Zunahme der Aktivitätswechsel (Kap. 3.3.1). Während mit fernen Booten, die Verhaltensänderungsrate im Vergleich zur Kontrolle nicht signifikant anstieg, kam es mit nahen Booten zu 3,5-mal so vielen Verhaltensänderungen.

Bei konstanter Bootszahl in der Nähe der Delfine waren folgende Sequenzen signifikant⁹: *Ruhen* → *Tauchen*; *Sozialverhalten* → *Langsames Schwimmen*; *Langsames Schwimmen* → *Schnellschwimmen*; *Schnellschwimmen* → *Langsames Schwimmen*. Bei einer Zunahme der Bootszahl im nahen Bereich kam es zu signifikanten Verhaltenssequenzen von *Langsamen Schwimmen* → *Schnellschwimmen*; *Langsamen Schwimmen* → *Tauchen* und *Tauchen* → *Tauchen* (Kap. 3.3.2). Diese Ergebnisse interpretiere ich folgendermaßen:

- 1.) *Ruhen* und *Sozialverhalten* wurden bei Anwesenheit von nahen Booten mit hoher Wahrscheinlichkeit durch *Tauchen* und *Langsames Schwimmen* ersetzt. Die Tiere waren somit während des *Ruhens* und *Sozialverhaltens* gegenüber Störungen empfindlich.
- 2.) Die Delfine reagierten bei Anwesenheit von Booten mit häufigen Geschwindigkeitsänderungen. Eine Zunahme der Bootsanzahl in der Nähe führte signifikant oft zum Wechsel von *Langsamen Schwimmen* zu *Schnellschwimmen*. Blieb die Bootsanzahl konstant, gab es Wechsel von *Langsamen Schwimmen* zu *Schnellschwimmen* und umgekehrt. Die Tiere schwammen schnell, um auszuweichen – reduzierten dann aber wieder die Geschwindigkeit, wenn sie ausreichend Abstand zu den Booten gewonnen hatten.
- 3.) Erhöhte sich die Anzahl der nahen Boote, wichen langsam schwimmende Delfine aus, indem sie zum *Tauchen* wechselten.
- 4.) Wenn die Tiere bereits tauchten, blieben sie mit hoher Wahrscheinlichkeit beim *Tauchen*.

Die Aktivitätswechsel wirkten sich direkt auf das Aktivitätsbudget der Tiere aus. Während sich bei Anwesenheit von fernen Booten die prozentuale Verteilung der Verhaltenskategorien im Vergleich zur Kontrolle nicht veränderte, führten nahe Boote zu einer signifikanten Abnahme des *Jagens*, *Ruhens* und *Sozialverhaltens* (Kap. 3.9.2). *Langsames Schwimmen* und *Schnellschwimmen* nahmen dagegen in ihren Anteilen zu.

⁹ Das *Jagen* von Fischen kam mit nahen Booten überhaupt nicht mehr vor, so dass diese Aktivität auch bei der Sequenzanalyse nicht berücksichtigt werden konnte.

4.4.2.1 Abnahme der Jagdaktivität

In Abwesenheit von Booten kam Jagen in 6% der Zeit vor. Mit nahen Booten wurde überhaupt keine Jagdaktivität mehr beobachtet (Kap. 3.9.2). Die Delfine scheinen bei der oberflächennahen Jagd nach Fischen gegenüber Störungen durch Boote besonders empfindlich zu sein. Ein Abbrechen der Jagd könnte eine direkte Reaktion der Delfine sein, um Booten auszuweichen. Es könnte jedoch auch eine Folge der Reaktion der Beutefische auf Boote sein. Dorsche (*Gadus morhua*), Heringe (*Clupea harengus*) und Ohrensardinen (*Sardinella aurita*) schwimmen bei Bootslärm in die Tiefe (GERLOTTO & FRÉON 1992; ENGÅS et al. 1995). Das würde bedeuten, dass die Tümmler vielleicht Schwierigkeiten hätten, den Fisch-Schwarm an der Wasseroberfläche zu halten. RITTER (2003b) fand ebenfalls heraus, dass die Jagdaktivitäten von *Tursiops* empfindlich gegenüber Störungen sind. Große, jagende Schulen von *Delphinus* jedoch waren beim Jagen am wenigsten zu stören (CONSTANTINE & BAKER 1997). In Argentinien beobachtete ich, dass Schwarzdelfine in großen Gruppen mit bis zu über 100 Tieren jagten und sich dabei von der Anwesenheit eines nahen Bootes wenig stören ließen. Vielleicht gelingt es einer großen Anzahl von Delfinen eher, den Fisch – auch bei Bootslärm – unter Kontrolle zu halten. Die Großen Tümmler vor der Insel Choros jagten jedoch in kleinen Gruppen, maximal bis 35 Tiere.

Bootslärm kann die Vokalisation der Zahnwale zur Orientierung, Kommunikation und Nahrungssuche verdecken und somit beeinträchtigen (KRUSE 1991; BAIN & DAHLHEIM 1994; BOWLES 1995; RICHARDSON et al. 1995; LESAGE et al. 1999; ERBE 2000; ERBE & FARMER 1998). Dadurch werden die Koordination der Gruppenmitglieder bei der kooperativen Jagd und die Ortung der Beute erschwert. Sind die Delfine vor der Insel Choros durch ein Boot zur Unterbrechung der Jagd gezwungen, führt dies zu weniger Nahrungszufuhr. Dadurch könnten ihnen energetische Langzeitdefizite entstehen.

4.4.2.2 Abnahme des Ruheverhaltens

Wurden die Großen Tümmler vor der Insel Choros nicht von Booten besucht, konnte ihr Ruheverhalten mehr als eineinhalb Stunden andauern (Kap. 3.4.1.2). Näherte sich ein Boot der Delfingruppe, führte das in 83% der Fälle zum Beenden des Ruhens (Kap. 3.3.1). Ohne Boote ruhten die Tümmler 15% ihrer Tageszeit, mit nahen Booten waren es nur noch 5%. LUSSEAU (2003a) stellte ebenso fest, dass die Anwesenheit von Booten das Aktivitätsbudget neuseeländischer Große Tümmler veränderte: Während die Delfine ohne Tourismusboote 12% ihres Tages mit Ruhen verbrachten, waren es mit Booten nur 1%. Auch andere Studien bestätigen, dass Ruhen bei Walen und Delfinen ein sehr störanfälliges Verhalten ist (WATKINS 1986; WÜRSIG et al. 1989; CONSTANTINE & BAKER 1997; BARR & SLOOTEN 1999; LUSSEAU 2003a; CONSTANTINE et al. 2004; LUSSEAU 2004b).

Beim Ruhen ist die Herzschlagfrequenz und Stoffwechselrate von Vögeln und Säugern wesentlich niedriger als im aktiven Zustand (BISHOP 1999). Die Abnahme des Ruhens der Delfine könnte zu einer Verringerung ihrer Energiereserven führen, was wiederum die Wachsamkeit, die Effizienz der Futtersuche und Jungenaufzucht negativ beeinflusst (CONSTANTINE et al. 2004).

4.4.2.3 Abnahme des Sozialverhaltens

Delfine sind besonders dann für Touristen attraktiv, wenn sie Sozialverhalten zeigen, da sie an der Wasseroberfläche aktiv sind. Und gerade darin, besteht das Dilemma: Beim Sozialverhalten sind Große Tümmler besonders empfindlich gegenüber Störungen (CONSTANTINE & BAKER 1997; LUSSEAU 2003a; RITTER 2003a, 2003b; vorliegende Arbeit). Vor der Insel Choros endeten meistens die sozialen Aktivitäten, wenn sich Boote den Delfinen näherten. Sie wechselten dann mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Langsamen Schwimmen (Kap. 3.3.2, Abb. 3.11). Offensichtlich stört die Anwesenheit von Booten die sozialen Interaktionen zwischen den Tieren, da sich die Delfine nicht mehr auf sich selbst konzentrieren. Entweder versuchen sie durch Wanderaktivität (Langsames Schwimmen) den Booten auszuweichen (Kap. 3.3.2, Abb. 3.11) und/oder sie beziehen ihr soziales Verhalten auf das Boot. Dieses äußerte sich z. B. in einer Zunahme von Flukenschlägen (Kap. 3.8), das bei Walen und Delfinen als ein Element des Aggressionsverhaltens gedeutet werden kann (Kap. 4.3.8).

CONSTANTINE (2001) beobachteten, dass juvenile Delfine öfter mit Menschen in Kontakt traten, als adulte Tiere. Zum Beispiel kann man die Interaktion mit Schwimmern auch als Spiel mit einem neuen Objekt deuten (CONSTANTINE 2001). Bei hochentwickelten Säugern ist Neugier- und Spielverhalten ein Teil der sozialen Entwicklung (MARTIN & CARO 1985; PAGEL & HARVEY 1993), doch steigt dabei das Risiko verletzt zu werden (CONSTANTINE 2001). STONE & YOSHINAGA (2000) berichten, dass besonders Kälber letale Opfer von Boots-kollisionen werden, da sie oft nicht schnell genug reagieren.

Störungen durch Boote scheinen sich auch nachteilig auf die soziale Ordnung auszuwirken und zur erhöhten Aggression zwischen den Tieren zu führen (RICHARDSON & WÜRSIG 1995). Zeit und Energie sind nötig, um die soziale Ordnung wiederherzustellen (LEUNG NG & LEUNG 2003). Bei weniger Interaktionen und weniger Spielverhalten könnte das für die Tümmler vor der Insel Choros bedeuten, dass die soziale Entwicklung der juvenilen Tiere und Kälber leidet. Vermutlich wirken sich auch das Abbrechen des Säugens der Kälber und des Paarungsverhaltens negativ auf die Jungenaufzucht und Fortpflanzung aus.

4.4.3 Ausweichverhalten

In freier Wildbahn wurden bei *Tursiops* zwei verschiedene koordinierte Ausweichreaktionen gegenüber Haien beobachtet:

- 1) Die Delfinherde teilte sich in zwei Gruppen. Sie zogen rechts und links in sicherer Entfernung an den Hammerhaien (*Sphyrna zygaena*) vorbei und trafen anschließend wieder zusammen (TAYLER & SAAVMAN 1972) – die Tümmler wichen somit der potenziellen Gefahr horizontal aus.
- 2) Beim Zusammentreffen mit einem Blauspitzhai (*Carcharodon carcharias*) tauchten die Delfine über 10 m tiefer (TAYLER & SAAVMAN 1972) und wichen somit dem Räuber vertikal aus.

Wale und Delfine reagieren auf Boote mit Ausweichmanövern, die den Techniken der Räubervermeidung ähnlich sind (HOWLAND 1974; WEIHS & WEBB 1984). Vor der Insel Choros zeigten die Großen Tümmler gegenüber nahen Booten mit 37% hauptsächlich ein horizontales Ausweichen (Abb. 4.1). Dazu gehörten die schwachen Reaktionen wie Kurswechsel – bei gleichbleibender Geschwindigkeit (Fallbeispiel: Abb. 3.18; Abb. 3.19) – bis fluchtartigen Reaktionen wie Schnellschwimmen (Fallbeispiele: Abb. 3.25; Abb. 3.26; Anhang Abb. A.5.2; Abb. A.5.3; Abb. A.5.4; Abb. A.5.5; Abb. A.5.8; Abb. A.5.9).

Vertikales Ausweichen zeigte sich in Form von Tauchen (Fallbeispiele: Abb. 3.28; Abb. 3.29; Anhang Abb. A.5.6; Abb. A.5.7), das in 16% der Interaktionen mit Booten ausmachte (Abb. 4.1). In 14% der Fälle gab es ein gleichzeitiges Auftreten beider Ausweichverhalten: Zum Beispiel wenn die Delfine tauchten und dabei den Schwimmkurs in Richtung Westen einschlugen, um das Gebiet des Bootverkehrs zu verlassen (Fallbeispiele: Anhang Abb. A.5.1; Abb. A.5.2; Abb. A.5.10). Das trat vor allem dann auf, wenn sich mehrere Boote längere Zeit in der Nähe der Delfine aufhielten (Kap. 3.4.2.2). Im Extremfall (Fallbeispiel: Abb. 3.22, Abb. 3.23) befanden sich insgesamt 9 Boote im Beobachtungsgebiet – davon fünf Boote in der Nähe der Delfine. Die Tiere machten relativ kurze Tauchgänge und erhöhten ihr Schwimmtempo. Vermutlich greifen die Tiere zu einer Kombination der beiden Ausweichstrategien, wenn viele Boote sie bedrängen.

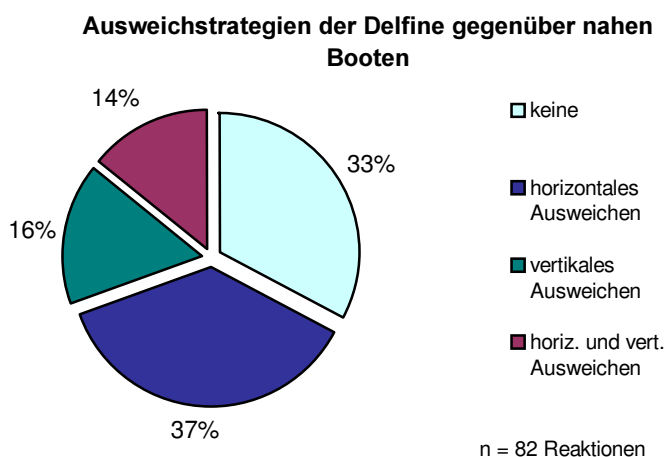


Abb. 4.1.: Ausweichstrategien der Großen Tümmler gegenüber nahen Booten (horizontales Ausweichen: Kurswechsel, Geschwindigkeitszunahme höher als 40% der Ausgangsgeschwindigkeit, Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsortes; vertikales Ausweichen: Tauchen; keine: bloße Verhaltensänderungen, Geschwindigkeitszunahme kleiner als 40% der Ausgangsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsabnahme).

4.4.3.1 Horizontales Ausweichen

Horizontales Ausweichen machte sich bei den Tümmlern vor der Insel Choros schon durch Veränderungen der Bewegungsmuster beim Wandern bemerkbar. So verliefen ohne Anwesenheit von Booten die Bewegungen der Delfine während des Langsamen Schwimmens meist im Zick-Zack-Muster (59%; n=27) und fanden meist innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets statt (Kap. 3.4.2). Bei Präsenz von Booten verliefen die Bewegungen jedoch vorwiegend (71%; n=51) direktional – und zwar am häufigsten in den Westen bzw. Nordwesten der Insel Choros (Kap. 3.4.2.2), da sich die Boote immer von Osten den Delfinen näherten (Kap. 3.2.1). Die Delfine verließen vor allem dann ihr bevorzugtes Aufenthaltsgebiet, wenn viele Boote sich längere Zeit in ihrer Umgebung aufhielten (Kap. 3.4.2.2; Fallbeispiele: Abb. 3.18; Abb. 3.19; Anhang Abb. A.5.1; Abb. A.5.2; Abb. A.5.3; Abb. A.5.10; Abb. A.5.11). Andererseits, wenn die Delfine ruhten, genügte schon ein nahes Boot, um einen Kurs in Richtung Westen einzuschlagen (Fallbeispiel Abb. 3.14; Anhang Abb. A.5.4; Abb. A.5.5). Diese Beobachtungen bestätigen, dass die Bootstoleranz der Tiere von ihrer jeweiligen Aktivität abhängt.

Wenn die Anzahl der nahen Boote zunahm, reagierten die Großen Tümmler mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einer Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit (Kap. 3.3.2; Kap. 3.5.2). Außerdem führte die Präsenz von Booten bei den Tieren zu einer signifikanten Veränderung der Bewegungsmuster: Die Tümmler schwammen ohne Boote offensichtlich nur dann schnell, wenn sie von ihrem bevorzugten Aufenthaltsgebiet in andere Gebiete gelangen wollten (und umgekehrt) – denn alle Strecken waren lang und gerade (Kap. 3.4.4.1, Abb. 3.24). Somit hatte das Schnellschwimmen ohne Boote die Funktion des zügigen Wanderns. Mit Booten waren jedoch die Strecken und die Dauer der Schnellschwimm-Tracks signifikant kürzer, als ohne Anwesenheit von Booten (Kap. 3.4.4.2). Dabei gab es einen Trend zu Bewegungen in Zick-Zack-Form (Kap. 3.4.4.2).

Wenn die Anzahl der nahen Boote steigt, geraten die Delfine vielleicht unter Stress, so dass sie dann eine andere Strategie des horizontalen Ausweichens anwenden: die Flucht. Statt langsam ihr Aufenthaltsgebiet zu verlassen, erhöhen sie ihre Schwimmgeschwindigkeit, um möglichst schnell Abstand zu den Booten zu gewinnen. Nach WEIHS & WEBB (1984) ist das Einschlagen eines kleinen Winkels (bis 20°) bei der Flucht vor einem Räuber optimal. Vermutlich versuchten die Delfine vor der Insel Choros mit einem Zick-Zack-Kurs den Booten auszuweichen, so wie sie vor einem Räuber flüchten würden.

Irrawadi-Delfine (*Orcaella brevirostris*) flohen in verschiedene Richtungen, wenn sich ein schnelles Boot ihnen näherte (LEUNG NG & LEUNG 2003). REYNOLDS et al. (2000) beobachteten, dass schnell nahende Boote zu einer Zerstreuung der Delfingruppe führten. Vielleicht führen extreme Stresssituationen bei Delfinen zu einer Fluchtreaktion, die als „Springbrunnen-Effekt“ beschrieben wird („fountain effect“: WEIHS & WEBB 1984). Vor der Insel Choros kam es bei Anwesenheit von mehr als zwei nahen Booten zu einer Zunahme der Dispersion von Gruppenmitgliedern (Kap. 3.8.4), bzw. zum Zerfall in Subgruppen. (Dabei schließe ich nicht aus, dass innerhalb der Subgruppen sich die Tiere kompakter formierten). Nach BEJDER et al. (1999) führt die Präsenz von Booten zu weniger sozialer Stabilität, die sich als erhöhte Gruppenspaltungen und -verschmelzungen bemerkbar macht. Je geringer die Distanz der Tourismusboote zu den Delfinen und je höher die Anzahl der Boote, desto größer sind die Veränderungen der Gruppenkohäsion und -orientierung (DÍAZ et al. 2003). Schwarzdelfine spalteten sich in einigen Fällen bei einem nahenden Boot in kleine Gruppen (WÜRSIG et al. 1997). Grönlandwale (*Balaena mysticetus*), die vorher kompakt formiert waren, reagierten auf Boote mit Dispersion von bis zu 37 Körperlängen (RICHARDSON et al. 1985).

Denkbar wäre, dass Gruppendispersion eine Strategie der Delfine ist, die Auftauchpositionen zu streuen und die Bewegungen der Tiere unberechenbarer zu machen. Auch ist es möglich, dass einzelne Tiere oder Subgruppen verschiedene Ausweichstrategien verfolgen. Zum Beispiel schwimmen weibliche Schwertwale (*Orcinus orca*) bei Präsenz von Booten schneller als Männchen, während diese dafür länger tauchen als Weibchen (WILLIAMS 1999). Das Fallbeispiel (Anhang Abb. A.5.2) zeigt, wie bei einer Verfolgung der Delfine durch drei Boote die Subgruppen in unterschiedlicher Weise den Booten ausgewichen sind: Während ein Teil der Gruppe unter Wasser blieb, tauchten 10 Tiere der Gruppe nach 1,8 Min. auf und schwammen schnell in Richtung Norden. Wenn weibliche und männliche Große Tümmler verschiedene Ausweichstrategien bevorzugten (LUSSEAU 2003b), dann ist es wahrscheinlich, dass die einzelnen Tiere innerhalb einer gemischten Gruppe verschiedene Verhaltensweisen zeigen und dies somit zu einer Spaltung der Gruppe führt.

4.4.3.2 Vertikales Ausweichen

Mehrere Studien zeigten, dass Große Tümmler auf Boote mit einer Verlängerung der Zeit unter der Wasseroberfläche reagieren (LÜTKEBOHLE 1991; JANIK & THOMPSON 1996; NOWACEK et al. 2001; LUSSEAU 2003b; CASCAO et al. 2004). Nach meinen Beobachtungen spielt die Aktivität vor der Störung eine Rolle für die Strategiewahl der Delfine. Die Annäherung eines Bootes an eine ruhende Delfingruppe führte mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Abtauchen der Tiere (Kap. 3.3.2). Offensichtlich ist beim Ruhen die Toleranzgrenze gegenüber einem Boot so niedrig, dass die Delfine sofort mit einem vertikalen Ausweichen reagieren (Fallbeispiel: Kap. 3.4.1.2). Große Tümmler in einem Fjord Neuseelands, wechselten mit hoher Wahrscheinlichkeit vom Sozialverhalten zum Tauchen, wenn sich Boote ihnen näherten (LUSSEAU 2003a). Möglicherweise gehen die Delfine weiterhin ihren sozialen Aktivitäten nach – verlegen jedoch diese in die Tiefe (LUSSEAU 2003a). Bei den Tümmlern vor der Insel Choros beobachtete ich in einem Fall (Fallbeispiel: Abb. 3.28), dass die Delfine ihr Sozialverhalten beendeten und abtauchten, als sich ein Boot ihnen näherte. Nachdem sich das Boot nach 40 s wieder entfernt hatte, tauchten die Tiere auf und zeigten weiter Sozialverhalten.

Wenn sich Boote den bereits tauchenden Großen Tümmlern vor der Insel Choros näherten, blieben die Delfine mit hoher Wahrscheinlichkeit beim Tauchen (Kap. 3.3.2). Allerdings veränderte sich dabei ihr Tauchzyklus: Es kam zu einer signifikanten Verkürzung der Tauchzeit um 45% (Kap. 3.6.2). Das mag zunächst paradox klingen, da man bei Präsenz von nahen Booten eher eine Verlängerung der Tauchzeiten erwarten würde. Mehrere Studien belegen jedoch, dass auch Wale bei Anwesenheit von Booten kürzere Tauchgänge machten (RICHARDSON et al. 1985; STONE et al. 1992; FLEMING 1999). Es gibt bei Walen und Delfinen einen Zusammenhang zwischen Tauchdauer und Respirationsrate (DOLPHIN 1987; SHAFFER et al. 1997) und der damit verbundenen Zeit an der Wasseroberfläche. Nach JAHODA et al. (2003) tauchen gestörte Wale nicht länger, wenn sie den Booten in vertikaler Richtung ausweichen wollen. Denn ein langer Tauchgang bedeutet auch gleichzeitig eine längere Zeit an der Wasseroberfläche (JAHODA et al. 2003), um die Sauerstoffreserven wieder aufzufüllen. Das bedeutet, dass Meeressäuger durch kürzere Tauchgänge verhindern, sich längere Zeit an der Wasseroberfläche aufzuhalten und sich somit der Störung durch Boote auszusetzen. Wie auch immer: Vor der Insel Choros veränderten sich bei Präsenz von Booten die Aufenthaltszeiten an der Wasseroberfläche nicht signifikant (Kap. 3.6.3). Ich beobachtete jedoch in einem Fall, dass bei einer sehr hohen Anzahl von Booten (5 nahe und 4 ferne) die Tümmler ihre Oberflächenzeit auf einen Atemzug beschränkten (Fallbeispiel: Abb. 3.23).

Ob Delfine auch bei Präsenz von Booten nach Beute suchten oder jagten, kann in dieser Arbeit nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Akustische Unterwasseraufnahmen würden möglicherweise über die Aktivitäten der Delfine während eines Tauchgangs mehr Aussagen zulassen. Zum Beispiel erhöht sich nach ACEVEDO-GUTIÉRREZ & STIENESSEN (2002) die Pfeiftrate der Tümmler beim Jagen. Die verschiedenen Abtauchformen können jedoch einen Hinweis geben, welche Absicht die Delfine beim Tauchen verfolgen (Kap. 4.3.3). Abtauchweisen, die mit Jagdaktivitäten in Verbindung stehen, habe ich bei Anwesenheit von Booten nicht beobachten können (Kap. 3.4.3.1). Bootslärm kann die Kommunikations- und Echolokationslaute von Delfinen stören (RICHARDSON et al. 1995). Vielleicht kam es zu einem Abbrechen der Beutesuche und Jagd, wenn sich Boote den bereits tauchenden Tümmlern näherten. Bei Präsenz von nahen Booten tauchten die Tümmler vermutlich nicht mehr um zu jagen, sondern sie tauchten um den Booten auszuweichen.

4.5 Energetische Kosten

Tiere benötigen Energie, um aktiv zu sein, zu wachsen, sich fortzupflanzen und gewisse Körperfunktionen, wie Stoffwechsel, Verdauung sowie Thermoregulation aufrechtzuerhalten (COSTA & WILLIAMS 1999). In den folgenden Kapiteln wird der tägliche Energiebedarf der Großen Tümmler diskutiert und eine Schätzung der energetischen Kosten des Delfintourismus vorgenommen.

4.5.1 Täglicher Energieverbrauch

4.5.1.1 Ruhestoffwechsel

Der basale Stoffwechsel (BMR: „basal metabolic rate“) eines Tieres dient der Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen des Organismus im Ruhezustand. Bei Säugetieren ist er direkt vom Körpergewicht abhängig (KLEIBER 1932). Zur Ermittlung des Basalstoffwechsels eines Tieres müssen nach KLEIBER (1932) vier Standardkriterien erfüllt sein: Das Tier muss sich 1.) in Ruhe, 2.) in seiner thermoneutralen Zone und 3.) im postabsorbiven Zustand befinden sowie 4.) adult sein. Oft ist es jedoch nicht möglich, den Stoffwechsel eines Tieres nach Abschluss der Verdauungstätigkeit zu messen. Deshalb greift man eher auf die Messung des Ruhestoffwechsels (RMR: „resting metabolic rate“) zurück. Dieser ist definiert, als der Stoffwechsel eines Tieres unter Standardbedingungen, wobei sich das Tier nicht im postabsorbiven Zustand befindet (BLAXTER 1998).

In meiner Diplomarbeit ermittelte ich den Ruhestoffwechsel von Großen Tümmlern, der bei $5,8 \text{ ml O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ Min.}^{-1}$ lag (YAZDI 1998). Umgerechnet bedeutet dies¹⁰, dass ein Delfin bei Ruhe $1,87 \text{ W kg}^{-1}$ verbraucht, bzw. mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 200 kg (KIRTLAND 1993) $32,3 \text{ MJ d}^{-1}$ für seinen Ruhestoffwechsel benötigt.

¹⁰ Umrechnung vom Sauerstoffverbrauch $\dot{V}O_2$ ($= 5,8 \text{ ml O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ Min.}^{-1}$; YAZDI 1998) zur Stoffwechselrate MR (in W kg^{-1}); energetisches Äquivalent $e. \ddot{A}$. ($= 19,32 \text{ J ml}^{-1}$; YAZDI 1998); Formel umgewandelt nach KLEIBER (1932):

$$MR = \frac{\dot{V}O_2 \times e. \ddot{A}}{60} = 1,867 \text{ W kg}^{-1}$$

Für einen Delfin mit 200 kg Körpergewicht entspricht dies $(1,867 \text{ W kg}^{-1} \times 200 \text{ kg} \times 60 \times 60 \times 24 =) 32,26 \text{ MJ d}^{-1}$.

4.5.1.2 Energetische Kosten der Aktivitäten

Innerhalb eines Tages gehen Delfine verschiedenen Aktivitäten nach: Zum Beispiel suchen sie nach Beute, jagen, säugen ihre Jungen, paaren sich und pflegen soziale Kontakte. Basierend auf dem Aktivitätsbudget sowie den Durchschnittsgeschwindigkeiten und Sprungfrequenzen habe ich für die Delfine vor der Insel Choros einen Energieverbrauch von $2,93 \text{ W kg}^{-1}$ bzw. $50,6 \text{ MJ d}^{-1}$ berechnet (Kap. 3.10.2), der im Vergleich zum Energieverbrauch von Großen Tümmlern im Delfinarium um nur 3,4% höher lag¹¹.

Die Differenz des Gesamtenergieverbrauchs und der Stoffwechselrate beim Ruhen ist ($50,6 \text{ MJ d}^{-1} - 32,3 \text{ MJ d}^{-1} = 18,3 \text{ MJ d}^{-1}$). Dieser Wert entspricht ca. einem Drittel (36%) der Gesamtenergie, die die Delfine für die Ausführung ihrer Aktivitäten verbrauchten. Das Schwimmen in Reisegeschwindigkeit mit $2,2 \text{ m s}^{-1}$ (Mittelwert der Angaben für Langsames Schwimmen und Tauchen; Kap. 4.3.2.1) erfordert eine Leistung von $2,6 \text{ W kg}^{-1}$ bzw. Transportkosten von ($2,6 \text{ W kg}^{-1} \div 2,1 \text{ m s}^{-1} = 1,24 \text{ J kg}^{-1} \text{ m}^{-1}$) und liegt somit nur 7% über den geringsten Transportkosten ($1,16 \text{ J kg}^{-1} \text{ m}^{-1}$; YAZDI 1998). Je höher die Geschwindigkeit, desto höher die Transportkosten und die benötigte Energiemenge. Deshalb bilden Aktivitäten mit höheren Durchschnittsgeschwindigkeiten, wie Schnellschwimmen, einen größeren Anteil im Energiebudget, als sie im Aktivitätsbudget einnehmen (Kap. 3.9.2; Kap. 3.10.2). Die Berechnungen der Leistungen im Tagesverlauf zeigen (Kap. 3.10.3, Abb. 3.53), dass in einer Zeit zwischen 11:00 und 12:00 der Energiebedarf aufgrund des Anstiegs des Schnellschwimmens (Kap. 3.9.1, Abb. 3.47) zunahm.

Das Springen über $>1,5 \text{ m}$ Höhe ist mit hohen energetischen Kosten verbunden. Der Stoffwechsel von zwei trainierten Großen Tümmlern steigerte sich bei einem 3-m-Sprung auf bis zum 2,5-fachen ihres Ruhemetabolismus (YAZDI 1998). Um aus dem Wasser zu gelangen, müssen die Tiere vor jedem Sprung stark beschleunigen und somit hohe Geschwindigkeiten erreichen. ROHR et al. (2002) registrierte beim vertikalen Schwimmen von trainierten Großen Tümmler Geschwindigkeiten von bis zu $11,2 \text{ m s}^{-1}$. Bei sehr hohen Sprüngen kann dies bis an die Leistungsgrenze der Delfine gehen (Kap. 3.10.1). Zum Beispiel erfordert ein Sprung auf 9 m Höhe sogar $13,5 \text{ m s}^{-1}$ (Abb. 3.50) und steigert den Energiebedarf im Vergleich zu einem 3-m-Sprung auf das 5,5-fache (Abb. 3.51). Ein Sprung auf 9 m Höhe kostet einen Tümmler mit 200 kg Körpergewicht ($79,5 \text{ kJ} \div 32272 \text{ kJ d}^{-1} = 0,0025$) 0,25% seines täglichen Ruhemetabolismus. Ein Delfin der mehrmals hintereinander hoch springt, steigert somit seinen Energiebedarf drastisch.

Für die Kalkulation der Leistung von Sprüngen (Kap. 2.4.5.2) ging auch die Frequenz der Sprünge mit in die Berechnung ein. Da diese sich nicht nur auf den einzelnen springenden Delfin bezieht, sondern über alle Gruppenmitglieder gemittelt wird, machen Sprünge nur 1% des Gesamtenergieverbrauchs aus.

¹¹ Die täglich konsumierte Menge an Nahrung von zwei weiblichen Großen Tümmlern im Delfinarium lag bei durchschnittlich 5 kg. Die ermittelte Energiemenge betrug $38,2 \text{ MJ d}^{-1}$ (YAZDI 1998), wobei die Delfine im Mittel ca. 160 kg wogen. Berechnet man den täglichen Energiebedarf der Tümmler vor Choros mit einem Gewicht von 160 kg ($2,86 \text{ W kg}^{-1} \times 160 \text{ kg} = 457,6 \text{ W}$), erhält man einen Wert von ($457,6 \text{ W} \times 60 \times 60 \times 24 =$) $39,5 \text{ MJ d}^{-1}$.

4.5.2 Energetische Kosten des Delfintourismus

4.5.2.1 Kosten der Aktivitätswechsel

Die Beziehung zwischen wertvollen Ressourcen, wie Zeit und Energie, spielen in vieler Hinsicht für das Verhalten der Tiere eine wichtige Rolle (MCFARLAND 1989). Die Zeitspanne eines Aktivitätswechsels, in der ein Tier weder aus der vorausgegangenen, noch aus der folgenden Aktivität Nutzen ziehen kann, ist mit einem Anstieg der energetischen Kosten verbunden (MCFARLAND 1989).

Generell kann man also davon ausgehen, dass Delfine eine Verhaltensänderung erst dann durchführen, wenn sie es für unbedingt notwendig halten. Aktivitätswechsel kamen ohne Boote im Mittel 2,6-mal pro Stunde vor, während dies bei Anwesenheit von Booten bis auf das 3,5-fache anstieg (Kap. 3.3.1). Verhaltenswechsel fallen vor allem dann ins Gewicht, wenn sie essentielle Aktivitäten wie Beutesuche und Jagd abbrechen. Wenn Boote sich den Tümmelern näherten, wurde die Beutesuche und Jagd beendet und die Tiere wechselten in Aktivitäten, die ein horizontales oder vertikales Ausweichen gegenüber Booten ermöglichten. In diesem Fall wurde also nicht nur die Nahrungsaufnahme und somit Energiezufuhr verhindert, sondern es fielen zusätzliche energetische Kosten an, um den Booten auszuweichen.

4.5.2.2 Kosten des Ausweichens gegenüber Booten

Große Tümmeler vor Chile reagierten auf mehr als zwei nahen Booten mit einer Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit um 37% (Kap. 3.5.2, Abb. 3.35). Das Schwimmen über den optimalen Reisesegeschwindigkeiten führt bei Delfinen zu einem erhöhten Energieverbrauch (YAZDI 1998; YAZDI et al. 1999). Folglich stieg der Energieverbrauch der Tiere mit nahen Booten im Vergleich zur Kontrolle um 15,4% (Kap. 3.10.2). Die Leistungen im Tagesverlauf mit Booten (Kap. 3.10.3, Abb. 3.54) lassen erkennen, dass ein starker Anstieg der Bootszahl im nahen Bereich der Tümmeler zu einem extremen Anstieg des Energiebedarfs führte. Schnellschwimmen bildete im Energiebudget mit nahen Booten einen Anteil von 34% – mehr als den doppelten Anteil in der Kontrolle (16%; Abb. 3.52). Da sich die Bewegungsmuster beim Schnellschwimmen mit Booten von der Kontrolle unterschieden (Kap. 3.4.4.2), gehe ich davon aus, dass Schnellschwimmen mit Booten hauptsächlich dem Ausweichen diene. Die Delfine wendeten also bei Präsenz von nahen Booten mindestens ein Drittel ihres Energiebudgets dem Ausweichen auf.

Die Delfine waren in den Sommermonaten Januar bis März 2001 fast täglich nahen Booten ausgesetzt (Kap. 3.2.2). Berechnet man den erhöhten Energieverbrauch für eine Stunde¹², so erhält man einen Wert von 324 kJ h^{-1} , was der Energiemenge von ca. 65 g Fisch (mit 5 MJ kg^{-1} ; CAUFFOPÉ & HEYMANS 2005) entspricht¹³. Zugegeben: Dieser Energiebetrag scheint nicht groß zu sein. Allerdings repräsentiert dieser Wert die quantifizierbaren zusätzlichen Momentankosten, die den Delfinen vermutlich durch das Ausweichen gegenüber den Booten entstanden sind. Die kumulativen Kosten des Ausweichens könnten jedoch wesentlich höher liegen. Wenn sich die Anwesenheit der Boote nicht einmal pro Tag durchgehend, sondern über acht Stunden verteilt (Kap. 3.2.2, Abb. 3.7), werden die Tiere über einen längeren Zeitraum gestört.

Anhand eines Fallbeispiels möchte ich die Kumulativkosten des Ausweichens erläutern: Am 17.02.2001 begann ich meine Verhaltensbeobachtungen um 9:37 Uhr. Eine Gruppe von 16-20 Delfinen unternahm lange Tauchgänge, die mit Beutesuche und Jagd assoziiert werden (Kap. 4.3.3.2). Um 14:25 Uhr näherte sich ein Boot den Tümmern und erreichte sie um 14:30 Uhr. Die Delfine veränderten daraufhin ihr Tauchverhalten (Anhang Abb. A.5.8, Abb. A.5.9). Um 14:58 Uhr näherten sich zwei Boote den Delfinen, die daraufhin schnell in Richtung Nordwesten der Insel Choros schwammen und erst 27 Min. später zu ihrem bevorzugten Aufenthaltsgebiet langsam zurückkehrten. Um 16:06 Uhr ruhten die Tiere, bis sich ein Boot ihnen näherte und sie diesem vertikal auswichen (Kap. 3.4.1.2). Nachdem das Boot verschwand, begannen sie wieder zu ruhen. Ab 16:41 Uhr zeigten sie Sozialverhalten, das jedoch von einem nahenden Boot um 16:55 Uhr beendet wurde.

An diesem Tag wurden die Tümmel von insgesamt 25 Booten besucht (Kap. 3.2.2, Tab. 3.2). Die Folgen waren: 1.) morgens wurde ihre Beutesuche und Jagd beendet und somit ihre Energiezufuhr abgebrochen; 2.) sie verließen ihr bevorzugtes Aufenthaltsgebiet in hoher Geschwindigkeit, was sie zusätzliche Energie kostete; 3.) sie schwammen den Weg wieder zurück, als keine Boote mehr anwesend waren; 4.) nachmittags wurde ihre Ruhe unterbrochen, was ihren Energiebedarf wieder ansteigen ließ; 5.) ihr Sozialverhalten wurde beendet, was vielleicht zu einer Verhinderung des Säugens der Kälber führte (Kap. 4.4.2.3). Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass vielmehr Zeit und Energie verloren gingen, als anhand der erhöhten energetischen Kosten mit nahen Booten quantifiziert werden kann¹⁴.

¹² Berechnung der zusätzlichen energetischen Kosten für eine Stunde mit nahen Booten:

$$3,38 \text{ W kg}^{-1} \text{ (Leistung mit nahen Booten)} - 2,93 \text{ W kg}^{-1} \text{ (Leistung Kontrolle)} = 0,45 \text{ W kg}^{-1}$$

$$0,45 \text{ W kg}^{-1} \times 3600 = 1620 \text{ J h}^{-1} \text{ kg}^{-1}$$

$$1620 \text{ J h}^{-1} \text{ kg}^{-1} \times 200 \text{ kg} = 324 \text{ kJ h}^{-1}$$

¹³ Energiegehalt von einigen potenziellen Beutfischen (Anhang Tab. A.6.1):

Unechter Bonito (*Auxis thazard*): $4,83 \text{ MJ kg}^{-1}$ (Peterson 1979; Durbin & Durbin 1981, zitiert in CAUFFOPÉ & HEYMANS 2005).

Heringe (Clupeidae): $6,1 - 9,7 \text{ MJ kg}^{-1}$ (WORTHY 1990; REDDY et al. 1991; HUNT et al. 2000).

Plattfische (Pleuronectiformes): $3,0 - 5,0 \text{ MJ kg}^{-1}$ (Miller 1978; Smith et al. 1988, 1990; Paul et al. 1993, 1998a, 1998b, zitiert in CAUFFOPÉ & HEYMANS 2005).

¹⁴ Die energetischen Kumulativkosten sind jedoch mit der Methodik dieser Arbeit nicht statistisch berechenbar, weil die Delfine nicht über den gesamten Tag kontinuierlich beobachtet wurden, sondern ihre Aktivitäten in 10-Min.-Einheiten aufgenommen wurden (Kap. 2.2.1).

4.5.2.3 Kosten der physiologischen Reaktionen

Störungen durch Lärm können zu Stress bei Tieren führen, was z. B. eine Erhöhung der Herzschlagrate hervorrufen kann (BOWLES 1995). Auch wenn die Tiere sich langsam an den Lärm gewöhnen, ganz verschwinden die physiologischen Reaktionen nicht (HOFFMANN & SEARLE 1968).

Physiologische Reaktionen wurden bei den Großen Tümmlern vor der Insel Choros nicht gemessen. Allerdings gibt es Hinweise, dass sich die Delfine bei Anwesenheit von nahen Booten gestört fühlten:

1.) Bei Präsenz von nahen Booten kam es zu einer signifikanten Erhöhung der Sprungaktivität. Die Frequenz der niedrigen Sprünge (beim Schwimmen zwischen den Tauchgängen) stieg im Vergleich zur Kontrolle auf das 6-fache (Kap. 3.7.2). Eine Zunahme der Sprungaktivität kann bei Walen und Delfinen ein Zeichen von Aufregung, Störung oder extremer Verärgerung sein (LOCKYER 1978; WÜRSIG & WÜRSIG 1980; WHITEHEAD 1985; BLACK 1994; SLOOTEN 1994; BRISTOW & REES 2001; DUDZINSKI et al. 2002).

2.) Bei Anwesenheit von nahen Booten schlugen die Delfine (beim Langsamen Schwimmen) 3,6-mal häufiger mit ihrer Fluke (Kap. 3.8). Dabei zeigte ein markantes und relativ großes Tier, das sich anhand seiner Rückenfinne leicht identifizieren ließ (Anhang A.1.1), die häufigsten Flukenschläge und Sprünge neben den Booten. Das Flukenschlagen wird als ein Zeichen von Erregung, Verärgerung oder Angst gegenüber einer Störung verstanden (NORRIS & PRESCOTT 1961; NORRIS 1965; CALDWELL & CALDWELL 1977; WÜRSIG & WÜRSIG 1979; NICHOLS et al. 2001; DUDZINSKI et al. 2002; JAQUET 2002). Vermutlich führen dominante Tiere die Flukenschläge aus: als Warnsignal gegenüber einem Eindringling (DUDZINSKI et al. 2002; NORRIS & PRESCOTT 1961; CALDWELL & CALDWELL 1972; WÜRSIG & WÜRSIG 1979).

Anhand dieser Informationen vermute ich, dass die Großen Tümmler bei Präsenz von (mehreren) nahen Booten unter Stress gestanden haben. Untersuchungen an Pinguinen haben gezeigt, dass Störungen physiologische Reaktionen hervorrufen, die den Energieverbrauch von Tieren auf das 5-fache des Ruhemetabolismus ansteigen lassen (CULIK 1994). Wäre dieses bei Delfinen auch der Fall, könnte der Energiebedarf bei Anwesenheit von Booten wesentlich höher liegen.

4.6 Langzeitliche Folgen von Störungen

Störung ist definiert als jede Aktivität, die das normale Verhalten von Tieren verändert (SURYAN & HARVEY 1999). Studien belegen, dass die Anwesenheit von Menschen zu Verhaltensänderungen bei Wildtieren führt (KOVACS & INNES 1990; LOTT & MCCOY 1995; DUCHESNE et al. 2000; KERLEY et al. 2002). Idealerweise zielt die Verhaltensforschung darauf, von kurzfristigen Reaktionen der Tiere auf langzeitliche Folgen schließen zu können. Die Fragen dieser Studie sind demzufolge:

- 1.) Wie könnte sich eine Abnahme des Jagens, der Ruhe und des Sozialverhaltens langfristig auf die Delfingemeinschaft auswirken?
- 2.) Welchen Einfluss könnte eine Veränderung des Energiebudgets auf die Fitness der Tiere haben?
- 3.) Zu welchen Konsequenzen könnte das Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets für die Tümmler führen?

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass Jagen, Ruhe und Sozialverhalten von Großen Tümmlern bei Anwesenheit von Booten unterbrochen wurden und in ihren Anteilen abnahmen (Kap. 3.3.2; Kap. 3.9.2). Jagen, Ruhen und Sozialverhalten werden als die „kritischen Aktivitäten“ („critical behaviours“: BARR & SLOOTEN 1999) bezeichnet, da ihre ständige Unterbrechung oder Verhinderung langfristig die Gesundheit und den Reproduktionserfolg einer Population bedrohen kann (RICHARDSON et al. 1995; BEJDER & SAMUELS 2003; LUSSEAU 2004b; Abb. 4.2). Bei weniger Sozialverhalten finden wahrscheinlich weniger Paarungen statt, die zu einer geringeren Trächtigkeits- und somit Fortpflanzungsrate führen könnten (LUSSEAU 2004b). Unterbrechungen des Säugens könnten bedeuten, dass Kälber schlechter versorgt werden und dadurch ihre Überlebensrate abnimmt (BEJDER & SAMUELS 2003). Nach BEJDER (2005) nimmt der Reproduktionserfolg von weiblichen *Tursiops* mit der Steigerung des Bootsverkehrs signifikant ab.

Boote störten das Ruhen der Tiere, die mit hoher Wahrscheinlichkeit vertikal auswichen (Kap. 3.3.2) – mit dem Ergebnis, dass sich dadurch ihr Energieverbrauch erhöhte. Außerdem kam es bei Präsenz von Booten zu einer Unterbrechung der Jagd und Veränderung des Tauchverhaltens (Kap. 4.4.2.1; Kap. 4.4.3.2) – Resultat war eine Verhinderung der Nahrungszufuhr. Wenn Jagdbedingungen nicht häufig sind, können auch temporäre Störungen bedeutende energetische Folgen haben, vor allem wenn sie häufiger vorkommen (RICHARDSON & WÜRSIG 1995). Das spielt vor allem bei Weibchen in der Trag- und Stillzeit eine Rolle (CHEAL & GALES 1991; REDDY et al. 1991; RICHARDSON & WÜRSIG 1995). Bei Delfinen, die dazu gezwungen werden, einen großen Teil der Zeit und Energie zum Ausweichen der Boote aufzuwenden, könnte sich vielleicht ihre biologische Fitness verringern – als Folge des Zusammenbruchs ihres Energiebudgets (BEJDER et al. 1999).

Ein erhöhter Bootsverkehr kann die Habitatnutzung der Wale und Delfine verändern und zu einem Verlassen des vorher bevorzugten Aufenthaltsgebiets führen (BAKER et al. 1988; SALDEN 1988; KRUSE 1991; CORKERON 1995; REUSSMANN 1999; ALLEN & READ 2000; JELINSKI et al. 2002; LUSSEAU 2004b; BEJDER 2005). Große Tümmler vor Neuseeland mieden ihr bevorzugtes Gebiet, wenn weniger Zeit als 69 Min. zwischen zwei Bootsannäherungen vergingen (LUSSEAU 2004b). Wenn Bootsbesuche häufiger werden, gleichen die Nachteile, die durch die Ausweichreaktionen entstehen, die Vorteile der Habitateigenschaften nicht mehr aus (LUSSEAU 2004b). Folglich ist es dann für die Delfine vorteilhafter, das Gebiet ganz zu meiden.

Das Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets aufgrund des anthropogenen Lärms wird normalerweise als eine negative Folge beschrieben (RICHARDSON & WÜRSIG 1995). Andererseits reduziert oder vermeidet womöglich ein Abwandern weitere Störungen und weiteren Stress (RICHARDSON & WÜRSIG 1995). Das Problem jedoch ist, dass die Tiere womöglich in andere Areale ausweichen müssen, die für das Jagen und Ruhen sowie der Aufzucht der Jungen weniger geeignet sind (BEJDER & SAMUELS 2003). Außerdem können Störungen dazu führen, dass sich die Delfine innerhalb einer Gemeinschaft umverteilen. Die weniger toleranten Mitglieder einer bestimmten Altersgruppe oder eines Geschlechts würden in Regionen verdrängt, die vielleicht weniger optimal sind; z. B. in Gebiete, in denen es weniger Nahrungsressourcen oder mehr Predatoren gibt (BEJDER & SAMUELS 2003). In Neuseeland werden Große Tümmler durch starken Bootsverkehr aus ihrem bevorzugten Fjord verdrängt, wo die geringe Salinität großen Haien den Zutritt verhindert (LUSSEAU 2005). Da sie nun mehr Zeit am Eingang des Fjords verbringen, sind sie vermutlich einem höherem Risiko ausgesetzt, von Räubern angegriffen zu werden (LUSSEAU 2005).

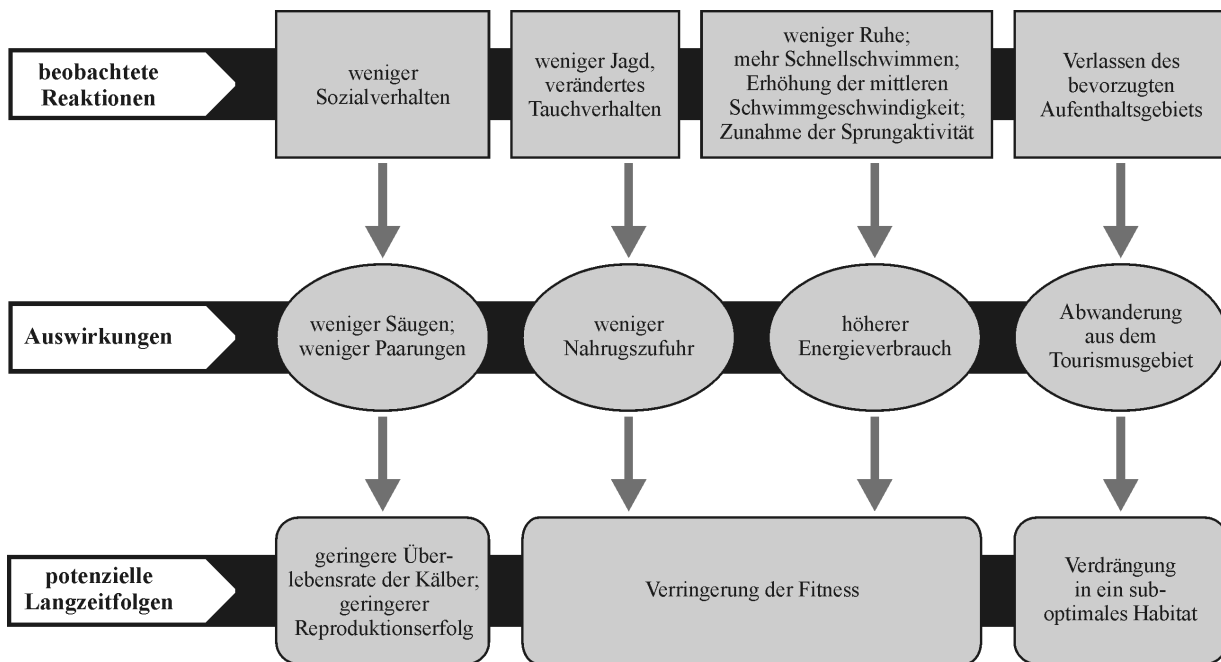


Abb. 4.2: Die beobachteten Reaktionen der Großen Tümmler vor der Insel Choros bei Präsenz von Booten und deren Auswirkungen (vorliegende Arbeit). Die potenziellen Langzeitfolgen wurden ermittelt nach MCFARLAND (1989); RICHARDSON et al. (1995); RICHARDSON & WÜRSIG (1995); BEJDER et al. (1999); BEJDER & SAMUELS (2003); LUSSEAU (2004b, 2005).

4.7 Management

In welcher Art und Stärke Delfine auf Boote reagieren, hängt oftmals vom Verhalten der Bootsführer ab. In den folgenden Kapiteln werden die bestehenden Bestimmungen zur Beobachtung von Walen und Delfinen vorgestellt und anschließend Empfehlungen für die Ergänzung der Richtlinien ausgesprochen.

4.7.1 „Marine Mammal Protection Act“

Zum Schutz der Meeressäugtiere wurde 1972 in den U.S.A. ein Gesetz unter dem Namen „Marine Mammal Protection Act“ (MMPA) verabschiedet. Das Ziel der eingeführten Bestimmungen war, den Rückgang der Meeressäuger unterhalb der tragbaren Populationsgrößen zu verhindern. Die Änderungen bzw. Erweiterungen des MMPAs im Jahre 1994 bestimmen seitdem auch die Richtlinien des Verhaltens gegenüber Meeressäugern. Belästigung („harrassment“) ist darin definiert als „jegliche Art von Verfolgung, Qual oder Ärger, die potenziell zu Verletzungen von Meeressäugern führen“ sowie „das Verhalten stören bzw. Aktivitäten, wie Wandern, Atmen, Säugen und Jagen abbrechen“ (DOE 1997).

4.7.2 Richtlinien

Mittlerweile gibt es in vielen Ländern Richtlinien, die den Wal- bzw. Delfintourismus regeln (CARLSON 2004). In Chile sind die Bestimmungen streng (siehe Anhang A.8.1) und erlauben offiziell keinen Walbeobachtungstourismus: Außer den Booten der „Armada de Chile“, dürften sich höchstens zwei Boote pro Tag den Delfinen nähern – und das nur außerhalb der Reproduktionszeit. Außerdem sollte ein Mindestabstand von 300 m zu den Tieren eingehalten werden. Der Delfintourismus vor der Insel Choros wird jedoch offensichtlich von den Behörden stillschweigend geduldet.

Die Organisation „Centre of Marine Mammal Research Leviathan“ startete 1999 ein Programm („Turismo seguro“: CMMR Leviathan 2005) mit dem Ziel, die Fischer über bestimmte Verhaltensregeln gegenüber Delfinen zu unterrichten (Anhang A.8.2). Nach Aussage von Guido Balbarán (pers. Mitt.) wurde das Programm von den Fischern angenommen. Trotzdem beobachtete ich während des Sommers 2000/2001 Touristenführer, die den Verhaltenskodex des CMMR Leviathan nicht befolgten.

Studien belegen, dass das Einhalten der Verhaltensregeln den Einfluss der Boote auf das Verhalten von Walen und Delfinen minimieren kann (BAKER et al. 1982; WEINRICH 1988; LUSSEAU 2003b). Ein Forschungsboot, das seit acht Jahren die Tümmler in einem Fjord Neuseelands besucht hatte, schien das Verhalten der Tiere nicht signifikant zu beeinflussen (LUSSEAU 2003b). Dabei hielten sich die Wissenschaftler immer strikt an die geltenden Richtlinien, so dass die Delfine offenbar dieses Boot nicht als potenzielle Gefahr ansahen (LUSSEAU 2003b). Im gleichen Gebiet operierten jedoch mehrere Tourismusboote, die größtenteils den Verhaltenskodex nicht respektierten (LUSSEAU 2002). Die Delfine wichen den Booten aus, bevor diese in ihre unmittelbare Nähe gelangen konnten (LUSSEAU 2003b). Delfine scheinen die Boote anhand ihrer verschiedenen Motorengeräusche zu unterscheiden (WÜRSIG & RICHARDSON 2002). Bootsgeräusche, die mit Gefahr in Verbindung gebracht werden, lösen starke Ausweichreaktionen aus (AU & PERRYMAN 1982; IRVINE et al. 1981).

Vorherige Erfahrungen bestimmen in welcher Art und Stärke die Delfine auf Boote reagieren. Die Gewöhnung bzw. Habituation („habituation“: THORPE 1963) führt zu einer Schwächung von Reaktionen, wenn Tiere lernen, dass ein Reiz weder nützliche noch nachteilige Folgen besitzt (BEJDER 2005). Umgekehrt führt eine Sensibilisierung („sensitization“: MANNING & DAWKINS 1992; KEMP 1996) zu einer verstärkten Reaktion auf Reize, die bedeutende Konsequenzen für die Tiere haben (RICHARDSON et al. 1995). Demzufolge werden Boote verstärkt gemieden, die sich aggressiv und rücksichtslos gegenüber Delfinen verhalten. Richtlinien sorgen deshalb langfristig nicht nur für den Schutz der Tiere, sondern erhöhen auch – im Interesse der Touristenführer – die Wahrscheinlichkeit einer Begegnung mit Delfinen.

Nach den Erkenntnissen dieser Arbeit und in Anlehnung an andere Studien sowie bestehenden Verhaltensregeln schlage ich folgende Richtlinien vor:

1.) Boote sollten innerhalb des 500 m-Radius (=Annäherungszone, Abb. 4.3) maximal mit einer Geschwindigkeit von 6 kn ($<3,1 \text{ m s}^{-1}$) fahren.

Begründung: Langsam fahrende Boote scheinen Delfine weniger zu stören, da die Boote hauptsächlich Frequenzen $<300 \text{ Hz}$ produzieren (CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT 2000). Schnell fahrende Boote erzeugen dagegen hochfrequente Töne (300 Hz - 100 kHz ; CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT 2000), die z. T. innerhalb der Hörempfindlichkeit der Großen Tümmler liegen (15 - 110 kHz ; AU 1993). Der Verhaltenskodex von SEA WATCH FOUNDATION (2003) empfiehlt deshalb eine Bootsgeschwindigkeit von max. 6 kn im Annäherungsbereich von Delfinen.

2.) Bootsführer sollten nicht direkt auf Delfine zufahren, ihren Weg nicht kreuzen, abschneiden und abrupt den Kurs wechseln sowie stark beschleunigen.

Begründung: Wenn Boote direkt auf Wale und Delfine zufahren, sich in den Wanderweg stellen, abrupt den Kurs wechseln oder plötzlich die Geschwindigkeit ändern, führt dies zu starken Ausweichreaktionen der Tiere (WATKINS 1986; RICHARDSON 1995; NOWACEK et al. 2001; WILLIAMS et al. 2002b; LUSSEAU 2003b; LUSSEAU & HIGHAM 2004). Die Reaktionen von Großen Tümmlern sind weniger stark, wenn sich Bootsgeräusche langsam erhöhen und nicht plötzlich ansteigen (EVANS et al. 1992).

3.) Boote sollten sich Delfinen nicht näher als 30 m nähern. Nach dem Erreichen der Tiere sollte der Bootsmotor vorzugsweise abgeschaltet oder in den Leerlauf bei niedrigster Drehzahl geschaltet werden. Ausnahme: Wenn Delfine von sich aus näher als 30 m herankommen, dürfen Kurs und Geschwindigkeit beibehalten werden.

Begründung: Der Mindestabstand von 30 m wird von BEACH & WEINRICH (1989) empfohlen. Nach meiner Beobachtung nahmen die Tümmler vor der Insel Choros ihre Aktivität wieder auf, wenn Bootsführer den Motor abschalteten (Fallbeispiel: Anhang Abb. A.5.1). Delfine nähern sich manchmal aus Neugier oder um auf der Bug- oder Heckwelle zu reiten (Kap. 4.3.2.2).

4.) Das Folgen der Tiere sollte in einem konstantem Tempo mit höchstens 6 kn und einem Mindestabstand von 30 m, parallel zur Wanderrichtung geschehen (Abb. 4.3). Besonders achtsam sollten Bootsführer fahren, wenn ein Kalb in der Gruppe anwesend ist.

Begründung: Das Folgen mit einer Geschwindigkeit unter 6 kn ($<3,1 \text{ m s}^{-1}$) halte ich für sinnvoll, da ab $3,2 \text{ m s}^{-1}$ die Delfine definitionsgemäß schnell schwimmen (Kap. 2.2.3.1) und ihr Energieverbrauch dabei ansteigt (Kap. 4.5.1.2). Kälber werden häufig letale Opfer von Bootskollisionen, da sie oft nicht schnell genug reagieren (STONE & YOSHINAGA 2000).

5.) Es sollten sich nicht mehr als zwei Boote innerhalb der Beobachtungszone ($<100 \text{ m}$) aufhalten. Weitere Boote sollten im Umkreis von über 100 m solange bei abgeschaltetem Motor warten, bis ein Boot den nahen Bereich der Delfine verlässt.

Begründung: Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Anwesenheit von mehr als zwei Booten im Umkreis von $<100 \text{ m}$, 1.) zu dispersen Gruppen (Kap. 3.8.4) und 2.) zu erhöhten Geschwindigkeiten der Tiere führen (Kap. 3.5.2). Dadurch steigt der Energieverbrauch der Delfine (Kap. 3.10.3).

6.) *Wenn Delfine über $3,2 \text{ m s}^{-1}$ schwimmen oder ihre Schwimgeschwindigkeit erhöhen, sollten Touristenführer nicht ebenfalls ihr Fahrtempo steigern und die Tiere verfolgen. Die Beobachtungen sollten in dem Fall abgebrochen werden.*

Begründung: Das Schnellschwimmen ist eine Form des horizontalen Ausweichens der Delfine gegenüber Störfaktoren (Kap. 4.4.3.1).

7.) *Verlassen Delfine ihr bevorzugtes Aufenthaltsgebiet, sollten Touristenführer die Tiere nicht verfolgen. Die Beobachtungen sollten in dem Fall abgebrochen werden.*

Begründung: Mit dem Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets versuchen Delfine den Booten auszuweichen (Kap. 4.4.3.1).

8.) *Wenn Delfine ruhen, also an der Wasseroberfläche treiben oder sehr langsam schwimmen ($<1,4 \text{ m s}^{-1}$), sollte ein Boot nur bis auf 50 m an sie heranfahren.*

Begründung: Beim Ruhen sind Delfine gegenüber Störungen besonders empfindlich und wechseln mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Tauchen (Kap. 3.3).

9.) *Wenn Delfine Oberflächenaktivitäten nachgehen, also springen (Sozialverhalten) oder mit der Fluke schlagen (agonistisches Verhalten), sollte sich ein Boot nur bis auf 50 m nähern.*

Begründung: Beim Sozialverhalten sind Delfine gegenüber Störungen besonders empfindlich und wechseln mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Langsamen Schwimmen (Kap. 3.3.2). Flukenschläge deuten darauf hin, dass sich Delfine gestört fühlen (Kap. 4.5.2.3).

10.) *Ich empfehle, in den Sommermonaten den Bootsaufenthalt in der Beobachtungszone auf 15 Min. und in den übrigen Monaten auf 30 Min. zu begrenzen. Ausnahme: Wird der Motor abgeschaltet und die Delfine bleiben freiwillig in der Nähe des Bootes, kann die Beobachtungszeit ausgedehnt werden.*

Begründung: Das Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets trat vor allem dann auf, wenn sich mehrere Boote längere Zeit in der Nähe der Delfine aufhielten (Kap. 4.4.3).

Die genannten Verhaltensregeln setzen voraus, dass Bootsführer Distanzen einschätzen und das Verhalten der Delfine einordnen können. Erfahrungsgemäß ist es schwierig, Entfernungen zwischen Boot und Delfinen einzuschätzen (PHILLIPS & BAIRD 1993). Und auch das Deuten der Aktivitäten der Tiere bedarf einiger Übung. Aus diesem Grunde wäre es sinnvoll, Schulungen für Bootsführer anzubieten. Fischer und Bootsführer könnten durch Teilnahme an der Schulung die Lizenz als qualifizierte Touristenführer erwerben. Mit dem Erhalt der Lizenz müssten sich die Fischer verpflichten, den Verhaltenskodex einzuhalten. Dabei ist wichtig, den Teilnehmern das Bewusstsein zu vermitteln, dass der rücksichtsvolle Umgang mit Delfinen sich direkt auf ihr Geschäft auszahlt: Indem Touristenführer den Tieren negative Erfahrungen mit Booten ersparen, sorgen sie dafür, dass ihnen die Tümmeler nicht ausweichen oder womöglich ihr Habitat ganz verlassen.

Der Delfin-Tourismus stellt eine wichtige Einnahmequelle der Bevölkerung von Punta Choros dar. Ich bin deshalb der Meinung, dass Delfintourismus möglich sein sollte. Aber dieser sollte kontrolliert geschehen, damit beides möglich ist: Die zufriedenstellende Begegnung zwischen Menschen und Delfinen, aber auch der Schutz der Tiere vor einer signifikanten Beeinträchtigung ihres Wohlergehens.

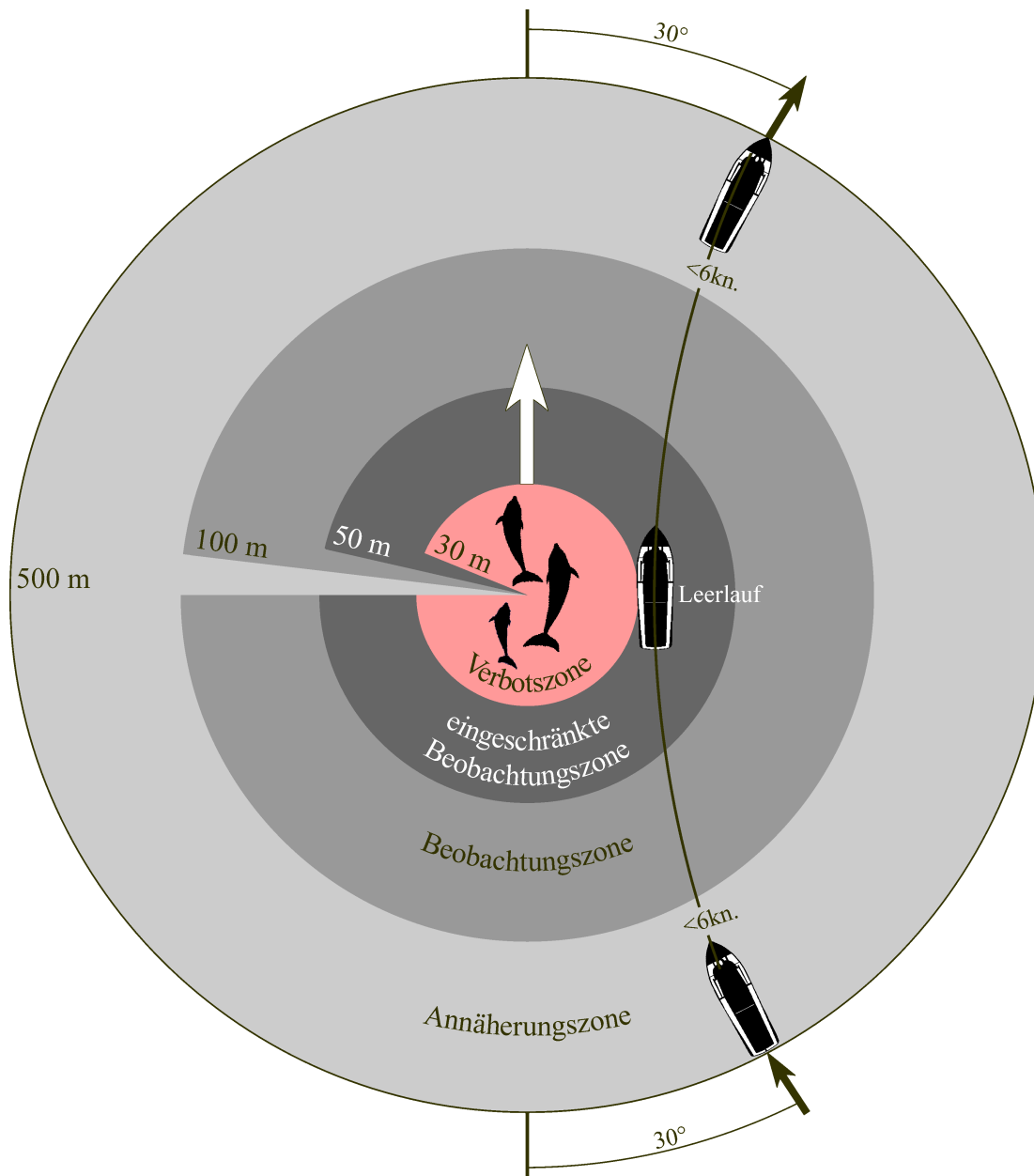


Abb. 4.3: Empfohlene Annäherungsweise (nach TUCKER 1989) und -geschwindigkeit an eine Delfin-Gruppe. Innerhalb der Beobachtungszone (<math><100\text{ m}</math>) sollten sich nur maximal zwei Boote aufhalten. Boote sollten sich nur dann bis auf 30 m den Delfinen nähern, wenn die Tiere in einer Geschwindigkeit zwischen $1,5$ bis $3,2\text{ m s}^{-1}$ schwimmen. Wenn die Delfine ruhen, springen sowie mit der Fluke schlagen, sollte ein Mindestabstand von 50 m eingehalten werden.

4.8 Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, wie und in welchem Ausmaß die Großen Tümmler auf die Präsenz von Booten reagieren. Erstmals konnte auf Grundlage von Messungen der Schwimmgeschwindigkeiten und Sprungfrequenzen der Energiebedarf von wildlebenden Großen Tümmlern sowie der energetischen Kosten des Ausweichens gegenüber Booten quantifiziert werden. Allerdings basieren die Berechnungen dieser Studie auf rein verhaltensbiologischen Parametern.

Allein Verhaltensänderungen belegen nicht, ob ein Tier unter Stress steht. Und umgekehrt: Ein Ausbleiben von bestimmten Verhaltensweisen beweist nicht, dass die Tiere keinen Stress empfinden. Studien an Dickhornschafen (*Ovis canadensis*) (MACARTHUR 1982) und Pinguinen (CULIK et al. 1989, 1990; WILSON et al. 1991; NIMON et al. 1995; REGEL & PÜTZ 1997; RATZ & THOMPSON 1999) haben gezeigt, dass anthropogene Störungen bei Wildtieren zu keinen oder nur geringen Verhaltensänderungen führen, aber starke physiologische Reaktionen hervorrufen können. Bei Stress kann der Energieverbrauch von Tieren stark ansteigen (CULIK 1994). Ein Ziel wäre somit, zu untersuchen, in welchem Ausmaß Bootslärm zu Stress bei Delfinen führt.

Nach MOBERG (2000) gibt es vier verschiedene Systeme, die auf Stress reagieren: 1.) das autonome Nervensystem; 2.) das neuroendokrine System; 3.) das Immunsystem; 4.) das Verhalten. Um eine Einschätzung des Stressfaktors zu liefern, sollten idealerweise die Veränderungen dieser vier Mechanismen gemessen werden – denn die biologischen Reaktionen der Tiere werden individuenspezifisch kombiniert (MOBERG 2000). Nach meinem Wissen gibt es jedoch bis zu diesem Zeitpunkt keine physiologischen Messungen von Stress an wildlebenden Cetacea.

Anhand verhaltensbiologischer und physiologischer Daten wäre eine umfassende Bewertung von Störungen und deren langfristigen Auswirkungen auf die Gesundheit und Fitness der Delfingemeinschaft möglich. Dies setzt jedoch die Entwicklung von modernen Instrumenten voraus, um z. B. die Herzschlagrate von Delfinen und/oder Hormonkonzentrationen im Blut zu messen. Schwierigkeiten bereiten ferner die dauerhafte Anbringung von Messgeräten an wildlebenden Delfinen (SCHNEIDER et al. 1998; READ 2002; STEWART 2002). Diese Probleme wurden jedoch für die Untersuchung von Pottwalen (*Physeter macrocephalus*) überwunden (JOHNSON & TYACK 2003).

5 Zusammenfassung

Das Beobachten von Walen und Delfinen in ihrem natürlichen Lebensraum nimmt weltweit zu. Da Große Tümmler in Küstenregionen weit verbreitet sind, werden sie am häufigsten von Tourismusbooten aufgesucht. Boote beeinflussen das Verhalten von Delfinen. Inwiefern sie das Energiebudget der Großen Tümmler verändern, war jedoch unbekannt. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war daher, zu untersuchen, in welchem Maße Boote die Aktivitäten und die Energetik der Großen Tümmler beeinflussen. Ferner war von Interesse, wie Delfine auf ferne und nahe Boote reagieren und welche Ausweichstrategien sie anwenden. Die Beobachtungen fanden in den Sommermonaten 2000/2001 in Chile vor der Insel Choros statt. Anhand des Theodolit-Trackings wurden die Schwimmgeschwindigkeiten und Bewegungen der Delfine registriert.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass nahe Boote (<100 m) das Verhalten von Großen Tümmlern stärker beeinflussen, als ferne Boote (>100 m). Während Delfine auf ferne Boote in 44% (n=23) der Fälle reagierten, führten nahe Boote in 95% (n=82) der Fälle zu einer Reaktion. Das Aktivitätsbudget veränderte sich mit fernen Booten im Vergleich zur Kontrolle nicht signifikant. Nahe Boote führten jedoch zu einer Abnahme des Jagens (von 6% auf 0%), Ruhens (von 15% auf 5%) und Sozialverhaltens (von 15% auf 5%). Die Anteile des Schnellschwimmens (von 5% auf 11%) und Langsamen Schwimmens (von 20% auf 38%) nahmen dagegen zu.

Bei Präsenz von nahen Booten kam es zu 3,5-mal so vielen Verhaltensänderungen als bei der Kontrolle. Dabei wechselten die Tiere bei einer konstanten Anzahl von nahen Booten von Ruhen zu Tauchen sowie von Sozialverhalten zu Langsamem Schwimmen ($p < 0,05$). Die Delfine reagierten außerdem mit häufigen Geschwindigkeitsveränderungen: Langsames Schwimmen wechselte zu Schnellschwimmen und umgekehrt. Eine Zunahme der Bootsanzahl in der Nähe führte zum Wechsel von Langsamem Schwimmen zu Schnellschwimmen oder zu Tauchen. Wenn die Tiere tauchten, blieben sie mit hoher Wahrscheinlichkeit beim Tauchen. Ihre Tauchdauer verkürzte sich jedoch bei Anwesenheit von nahen Booten um 45% (ohne Boote: $\bar{x} = 108$ s; nahe Boote: $\bar{x} = 59$ s), während die Aufenthaltsdauer an der Wasseroberfläche gleich blieb (ohne Boote: $\bar{x} = 35,8$ s, mit Booten: $\bar{x} = 39,0$ s). Abtauchverhalten, das mit Jagd in Verbindung gebracht wird, machten vor Choros 53% der Kontrollsektionen aus. Mit Booten wurden jedoch diese Verhaltensweisen nicht beobachtet.

Bei Anwesenheit von nahen Booten sprangen die Delfine (beim Schwimmen zwischen den Tauchgängen) 6-mal öfter und schlugen 3,6-mal häufiger (beim Langsamem Schwimmen) mit ihrer Fluke auf die Wasseroberfläche als bei der Kontrolle – ein Hinweis, dass die Tümmler sich gestört fühlten.

Die Großen Tümmler vor Choros reagierten auf nahe Boote mit Ausweichmanövern, die den Techniken der Räubermeidung ähnlich sind. Sie zeigten mit 37% (n=82) hauptsächlich ein horizontales Ausweichen. Dazu gehörten schwache Reaktionen, wie Änderungen der Bewegungsmuster beim Langsamem Schwimmen. Ohne Anwesenheit von Booten verliefen die Bewegungen der Delfine während des Langsamem Schwimmens meist im Zick-Zack-Muster (59%; n=27) und fanden meist innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets statt. Bei Präsenz von Booten verliefen die Bewegungen jedoch vorwiegend (71%; n=51) direktional – und zwar am häufigsten in den Westen bzw. Nordwesten der Insel Choros, da sich die Boote immer von Osten näherten. Die Delfine verließen vor allem dann ihr bevorzugtes Aufenthaltsgebiet, wenn viele Boote sich längere Zeit in ihrer Umgebung aufhielten.

Die Anzahl der nahen Tourismusboote hatte einen signifikanten Einfluss auf die mittlere Schwimmgeschwindigkeit der Delfine. Bei mehr als zwei nahen Booten schwammen die Tümmler um 37% schneller (3-5 nahe Boote: $\bar{x} = 2,6 \text{ m s}^{-1}$) als ohne Präsenz von nahen Booten (ohne / ferne Boote: $\bar{x} = 1,9 \text{ m s}^{-1}$). Während die Tümmler ohne Boote lange und gerade Strecken schnell schwammen, waren mit Booten die Distanzen (ohne Boote: $\bar{x} = 842 \text{ m}$; mit Booten: $\bar{x} = 501 \text{ m}$) und die Dauer (ohne Boote: $\bar{x} = 3,0 \text{ Min.}$; mit Booten: $\bar{x} = 1,5 \text{ Min.}$) der Schnellschwimm-Tracks signifikant kürzer. Dabei gab es einen Trend zu Bewegungen in Zick-Zack-Form. Hierbei zeigte sich eine zweite Strategie des horizontalen Ausweichens: die Flucht.

Vor der Insel Choros kam es bei Anwesenheit von mehr als zwei Booten in der Nähe der Großen Tümmler zu einer Zunahme der Dispersion von Gruppenmitgliedern bzw. zum Zerfall in Subgruppen. Vielleicht ist Gruppendispersion eine weitere Strategie der Delfine, die Auftauchpositionen zu streuen und die Bewegungen der Tiere unberechenbarer zu machen. Ferner könnten einzelne Tiere oder Subgruppen verschiedene Ausweichstrategien verfolgen, so dass eine Spaltung der Gruppe herbeigeführt wird.

Tauchen als vertikale Ausweichstrategie machte 16% der Delfinreaktionen (n=82) gegenüber nahen Booten aus. In 14% der Fälle gab es ein gleichzeitiges Auftreten von horizontalem und vertikalem Ausweichverhalten: Zum Beispiel, wenn die Delfine tauchten und dabei den Schwimmkurs in Richtung Westen einschlugen, um das Gebiet des Bootverkehrs zu verlassen. Das trat vor allem dann auf, wenn sich mehrere Boote längere Zeit in der Nähe der Delfine aufhielten.

Basierend auf dem Aktivitätsbudget, den Durchschnittsgeschwindigkeiten sowie Sprungfrequenzen wurde für die Großen Tümmler vor der Insel Choros ein Energieverbrauch von $2,93 \text{ W kg}^{-1}$ berechnet. Dies entspricht einen täglichen Energiebedarf von 50,6 MJ für einen Delfin mit 200 kg Körpergewicht. Die Tümmler verbrauchten 36% ihrer Energie für die Ausführung ihrer täglichen Aktivitäten. Ein Sprung auf 9 m Höhe kostet einen Delfin 79,5 KJ, das ca. 0,25% seines täglichen Ruhemetabolismus entspricht. Werden die Sprungleistungen über alle Gruppenmitglieder gemittelt, machten Sprünge nur 1% des Gesamtenergieverbrauchs aus.

Der mittlere Energiebedarf der Tümmler war mit nahen Booten im Vergleich zur Kontrolle um 15,4% höher. Die quantifizierbaren zusätzlichen Momentankosten betragen pro Stunde 324 kJ, was der Energiemenge von ca. 65 g Fisch entspricht. Bei Präsenz von nahen Booten wandten die Delfine ein Drittel ihres Energiebudgets, in Form von Schnellschwimmen, dem Ausweichen auf. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird diskutiert, welche noch nicht berücksichtigten energetischen Kosten den Delfinen durch Tourismusboote entstehen und welche langfristigen Folgen möglicherweise zu erwarten sind.

Basierend auf den Erkenntnissen dieser Arbeit wurden Richtlinien für das Dolphin Watching aufgestellt. Dazu gehören u. a. die Begrenzung der Bootsanzahl in der Nähe der Delfine (<100 m) auf maximal zwei Boote und das Einhalten eines Mindestabstandes von 30 Metern bzw. 50 Metern, wenn die Tiere ruhen oder Sozialverhalten zeigen. Diese Richtlinien sollen langfristig nicht nur dem Schutz der Tiere zugute kommen, sondern auch die Wahrscheinlichkeit auf zufriedenstellende Begegnungen zwischen Touristen und Delfinen erhöhen.

6 Summary

Watching whales and dolphins in their natural habitat has increased throughout the world. Since bottlenose dolphins are common in coastal regions, they are visited frequently by tour boats. Boats can affect the behaviour of dolphins. To what degree their presence changes the dolphins' energy budget was still unknown. Therefore, the aim of the present work was to examine how the activities and energetics of bottlenose dolphins are affected by boats. Furthermore, the focus was on the different reactions of dolphins to boats far away and nearby as well as on the dolphins' strategies to avoid boats. Observations were conducted in Chile off Choros Island in the summer months of 2000/2001. Swimming speeds and movements of the dolphins were recorded via theodolite tracking.

The results of this study show that close boats (<100 m) affect the behaviour of bottlenose dolphins more strongly than boats further away (>100 m). Whereas dolphins reacted to distant boats in 44% (n=23) of observations, they responded to close boats 95% (n=82) of the time. Their activity budget did not change significantly with distant boats compared to controls. Close boats, however, induced a decrease of feeding (from 6% to 0%), resting (from 15% to 5%) and social behaviour (from 15% to 5%). The proportions of high-speed swimming (from 5% to 11%) and slow swimming (from 20% to 38%) increased.

Close boats caused behavioural changes 3.5 times more often than controls. With a constant number of close boats, resting changed to diving and social behaviour to slow swimming ($p < 0.05$). In addition, dolphins reacted with frequent speed changes: slow swimming changed to high-speed swimming and vice versa. As a result of an increasing number of boats in the proximity, the transitions of slow swimming to high-speed swimming and slow swimming to diving showed an increase. If the animals were diving, they most often maintained this activity. However, dive time decreased with the presence of close boats by 45% (without boats: $\bar{x} = 108$ s; with close boats: $\bar{x} = 59$ s), while the duration at the surface remained unchanged (without boats: $\bar{x} = 35.8$ s, with boats: $\bar{x} = 39.0$ s). Off Choros Island, all types of diving behaviour strongly associated with feeding constituted 53% of the controls. With close boats, however, these kinds of submergings were not observed.

In the presence of close boats, dolphins were observed 6 times more frequently to leap (when swimming at the surface between dives) and 3.6 times more frequently to tail-slap (when swimming slowly) than under control conditions – an indication of disturbance.

Bottlenose dolphins off Choros Island responded to close boats with evasive manoeuvres similar to techniques used for avoiding predators. They mostly showed horizontal avoidance in 37% (n=82) of the cases. This also includes weak reactions such as changes of movement patterns during slow swimming. In the absence of boats, dolphins swam slowly often in a zigzag-pattern (59%; n=27) usually within their preferred residence area. With boats, however, movements predominantly followed (71%; n=51) a direct path – most frequently to the west or northwest of Choros Island as boats always approached from the east. Primarily dolphins left their preferred residence area, when many boats stayed for a longer time in their surroundings.

The number of close tour boats had a significant influence on the mean swim speed of the dolphins. With more than two close boats, animals swam approx. 37% faster (3-5 close boats: $\tilde{x} = 2.6 \text{ m s}^{-1}$) than without close boats (without/ distant boats: $\tilde{x} = 1.9 \text{ m s}^{-1}$). Without boats, dolphins swam long distances and straight at high speed. With boats the distances (without boats: $\tilde{x} = 842 \text{ m}$; with boats: $\tilde{x} = 501 \text{ m}$) and the durations (without boats: $\tilde{x} = 3.0 \text{ min}$; with boats: $\tilde{x} = 1.5 \text{ min}$) of the high-speed tracks were significantly shorter. There was a trend to movements in zigzag pattern. Here a second strategy of horizontal avoidance was displayed: escape.

Bottlenose dolphins off Choros Island showed an increase of group dispersion or a tendency to split into subgroups, when exposed to more than two boats. Possibly group dispersion is a further avoidance strategy of dolphins: scattered emerging positions make movements more unpredictable. Furthermore, individuals or subgroups could follow different avoidance strategies, causing the splitting of a group.

Diving as a vertical avoidance strategy constituted 16% of dolphin reactions ($n=82$) towards close boats. In 14% of the cases, there was a simultaneous occurrence of horizontal and vertical avoidance behaviour, for example when dolphins dove and swam westward, in order to leave the boat traffic area. That was mostly the case, when several boats stayed a long time in the proximity of the dolphins.

Based on activity budget, average swim speeds, and leap frequencies of the bottlenose dolphins off Choros Island, an energy consumption of 2.93 W kg^{-1} was calculated. This corresponds to a daily energy demand of 50.6 MJ per dolphin with 200 kg body weight. Animals utilized 36% of their energy for the execution of their daily activities. A leap to a height of 9 m costs a dolphin 79.5 KJ, corresponds to approximately 0.25% of its daily resting metabolism. If the power of leaps is averaged over all group members, they constituted only 1% of the total energy consumption.

With boats at close range, the mean power requirement of dolphins was around 15.4% higher than during controls. The quantifiable additional momentary costs amounted to 324 kJ per hour, which corresponds to the energy content of approximately 65 g fish. With close boats, dolphins used a third of their energy budget to avoid boats by swimming at high speed. Whether additional energetic costs could be induced by tour boats and which long-term consequences might have to be expected is discussed.

In the light of these findings, recommendations for dolphin-watching guidelines are given. These contain among others the restriction of the number of boats in the proximity of dolphins (<100 m) to a maximum of two boats. Boats should keep a minimum distance of 30 meters or 50 meters, respectively, if bottlenose dolphins show resting or social behaviour. Guidelines would not only provide for the protection of the animals on a long-term basis, they would also increase the probability of satisfying encounters between tourists and these small cetaceans.

7 Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Boris Culik für die wissenschaftliche Betreuung dieser Arbeit. Ich schätzte vor allem die konstruktiven Gespräche und seine spontane Hilfsbereitschaft. Selbst die Pausen einer Konferenz in La Serena nutzte er dafür – im Hotelgarten unter den verdutzten Gesichtern der Gärtner – mich in die Bedienung des Theodolits einzuweisen.

Bei Herrn Dr. Guillermo Luna-Jorquera (Universidad Católica del Norte Coquimbo) bedanke ich mich sehr für die Betreuung während meines Aufenthaltes in Chile. Er gewährte mir sowohl logistische, als auch finanzielle Unterstützung für die Exkursionen zur Insel Choros.

Herrn Prof. Dr. Dietrich Schnack danke ich für seinen wertvollen Rat zu der statistischen Auswertung dieser Arbeit.

Allen voran danke ich dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD), der dieses Forschungsprojekt erst ermöglicht hat.

Der chilenischen Umweltbehörde „Corporación Nacional Forestal“ (CONAF) danke ich für die Genehmigung des Forschungsaufenthaltes auf der Insel Choros. Estoy muy agradecida a la Corporación Nacional Forestal por la autorización de investigación en la Isla Choros.

Die Firma PENTAX[®] GMBH stellte mir freundlicherweise ein Theodolit zur Verfügung und löste sogar per Ferndiagnose meine technischen Probleme. Vielen Dank an das „Team Hamburg“!

Ich danke der Firma SURVEYORS EXPRESS[®], die mich mit einem Rundumprisma unterstützte.

Dem Leibniz-Institut für Meereswissenschaften in Kiel bin ich für die Anschaffung einiger Geräte dankbar.

Ich danke besonders den Studenten der Universidad Católica del Norte in Coquimbo, die mir mit sehr viel Engagement bei der anstrengenden Feldarbeit und Datenaufnahme halfen. ¡Muchas gracias a todos que me ayudaron con el trabajo duro del campo! Doy las gracias especialmente a Erika Hanshing, Tamara Ponce, Claudia Avila, Helmo y Sebastian Perèz Ortiz por sus esfuerzos incansables en la toma de datos.

Herzlichen Dank an Guido Balbarán und Jaime de la Cruz für die zuverlässigen Überfahrten zur Insel Choros und für die Informationen über die Fische und Delfine sowie für ihre Gastfreundschaft. Guido y Jaime: muchas gracias a ustedes por las navegadas seguras a la Isla Choros, las informaciones valiosas con respecto a los peces y delfines y por la hospitalidad.

Dr. Stefan Bräger danke ich ganz besonders für die genaue Durchsicht des Manuskripts und für die konstruktive Kritik. Dankeschön, Stefan, auch für die Bereitstellung der Identifikationsfotos aus dem Jahr 1998.

Meine Freundin Ina Heller hat mein wichtigstes Instrument – den Theodolit – bei ihrem Besuch nach Südamerika mitgebracht. Dabei verzichtete sie auf den größten Teil ihres persönlichen Gepäcks, um meine schwere Ausrüstung mitzunehmen. Liebe Ina, herzlichen Dank für dein Engagement!

Christof Hansen, mein „Computer-Admin“, hatte jederzeit ein offenes Ohr für meine Probleme und war immer zur Stelle, wenn es mal wieder „brannte“. Lieber Christof, tausend Dank für die zahlreichen, nächtlichen Stunden, die du mir zuliebe geopfert hast!

Mein allerherzlichster Dank gilt Gert Berrisch, der mir vor allem in der aufreibenden Endphase stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Lieber Gert, ich danke dir nicht nur für die schönen Grafiken und den vielen, mühevollen Stunden, sondern auch für deine Unterstützung in allen Lebenslagen. Ohne dich wäre alles viel schwerer gewesen!

Mein Bruder Kian half mir mit zahlreichen Tipps und Tricks in puncto Excel-Funktionen weiter. Danke, Kian, für deine Hilfe!

Ich danke meinem Vater für die schönen Erlebnisse in Persien. Mit ihm konnte ich meine Zuneigung zu Tieren und das Interesse an der Verhaltensbiologie teilen.

Meine Mutter korrigierte mit viel Geduld meine Arbeit. Ich danke ihr aus tiefem Herzen, dass sie immer an mich geglaubt hat und mich lehrte, auf meine Fähigkeiten zu vertrauen.

8 Literatur

- ACEVEDO, A. (1991a): Interactions between boats and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada De La Paz, Mexico. *Aquatic Mammals* 17(3): 120-124.
- ACEVEDO, A. (1991b): Behaviour and movements of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada De La Paz, Mexico. *Aquatic Mammals* 17(3): 137-147.
- ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. (1999): Aerial behavior is not a social facilitator in bottlenose dolphins hunting in small groups. *Journal of Mammalogy* 80(3): 768-776.
- ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. & N. PARKER (2000): Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangements of prey. *Marine Mammal Science* 16(2): 287-298.
- ACEVEDO-GUTIÉRREZ, A. & S. C. STIENESSEN (2002): Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase number of whistles when feeding. *Aquatic Mammals* 30(3): 357-362.
- AGUAYO-LOBO, A., TORRES, D. & J. ACEVEDO (1998): Los Mamíferos de Chile: I. Cetacea Serie Científica INACH 48: 19-159.
- ALLEN, M. C. & A. J. READ (2000): Habitat selection of foraging bottlenose dolphins in relation to boat density near Clearwater, Florida. *Marine Mammal Science* 16(4): 815-824.
- ALLISON, P. D. & J. K. LIKER (1982): Analysing sequential categorical data on dyadic interaction: a comment on Gottman. *Psychological Bulletin* 91: 393-403.
- ALTMAN, J. (1974): Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.
- AN ILLUSTRATED DICTIONARY OF FISH AND SHELLFISH (2003): Scandinavian Fishing Year Book (available from: www.scandfish.com).
- AU, D. & W. PERRYMAN (1982): Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. *Fishery Bulletin* 80(2): 371-379.
- AU, D. & D. WEIHS (1980): At high speeds dolphins save energy by leaping. *Nature* 284: 548-550.
- AU, W. W. L (1993): The sonar of dolphins. Springer-Verlag, New York.
- AU, W. W. L. & M. GREEN (2000): Acoustic interaction of humpback whales and whale watching boats. *Marine Environmental Research* 49: 469-481.
- BAIN, D. E. & M. E. DAHLHEIM (1994): Effects of masking noise on detection threshold of killer whales. In "Marine Mammals and the Exxon Valdez" (Loughlin, T. R., ed.), pp 243-256. Academic Press, San Diego.
- BAKEMAN, R. & J. M. GOTTMAN (1997): Observing interaction: An introduction to sequential analysis. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- BAKER, C. S. & L. M. HERMAN (1989): Behavioral responses of summering humpback whales to vessel traffic: Experimental and opportunistic observations. NPS-NR-TRS-89-01, Report to the U.S. National Park Service, Anchorage.
- BAKER, C. S., HERMAN, L. M., BAYS, B. G. & W. F. STIFEL (1982): The impact of vessel traffic on the behavior of humpback whales in southeast Alaska. Report from Kewalo Basin Marine Mammal Laboratory, University Hawaii, Honolulu, HI, for U. S. National Marine Fisheries Service, Seattle.
- BAKER, C. S., PERRY, A., & G. VEQUIST (1988): Humpback whales of Glacier Bay, Alaska. *Whale-watcher* 21(2): 13-17.

- BAKER, S. (1988): Behavioral responses of humpback whales to vessels in Glacier Bay. In "Proceedings of the Workshop to Review and Evaluate Whale Watching Programs and Management Needs, Monterey, California, November 14-16", p 16. Center for Marine Conservation, Washington, DC, and the National Marine Fisheries Service, Silver Spring.
- BALLANCE, L. T. (1987): Ecology and behavior of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Gulf of California, Mexico. MSc. thesis. Moss Landing Marine Labs and San Jose State University, Moss Landing.
- BALLANCE L.T. (1990): Residence patterns, group organisation, and surfacing associations of bottlenose dolphins in Koni Bay, Gulf of California, Mexico. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 267-283. Academic Press, San Diego.
- BALLANCE L.T. (1992): Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science* 8(3): 262-274.
- BANKS, A. M. & V. G. COCKCROFT (2005): Diurnal patterns of habitat use and behaviour of inshore bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), in Plettenburg Bay, South Africa. Poster presented at the 19th Annual Conference of the European Cetacean Society, La Rochelle, France, April 2-7.
- BARCO, S. G., SWINGLE, W. M., MCLELLAN, W. A., HARRIS, R. N. & D. A. PABST (1999): Local abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the nearshore waters of Virginia Beach, Virginia. *Marine Mammal Science* 15(2): 394-408.
- BARR, K. & E. SLOOTEN (1998): Effects of tourism on dusky dolphins at Kaikoura. International Whaling Commission Scientific Committee, SC/50/WW10.
- BARR, K. & E. SLOOTEN (1999): Effects of tourism on dusky dolphins at Kaikoura. *Conservation Advisory Science Notes* 229: 1-28.
- BARROS, N. B. & D. K. ODELL (1990): Food habits of bottlenose dolphins in southeastern United States. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 309-328. Academic Press, San Diego.
- BATESON, G. (1982): Beobachtungen an einer Cetaceen-Gemeinschaft. In „Der Geist in den Wassern. Ein Buch zu Ehren des Bewußtseins der Wale und Delphine“ (McIntyre, J., ed.), pp 146-165. Zweitausendeins, Frankfurt am Main.
- BAUER, G. B., MOBLEY, J. R. & L. M. HERMAN (1993): Responses of wintering humpback whales to vessel traffic. *Journal of the Acoustic Society of America* 94(3): 1848.
- BAUMGARTNER, M. F., MULLIN, K. D., MAY, L. N. & T. D. LEMING (2001): Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 99: 219-239.
- BEACH, D. W. & M. T. WEINRICH (1989): Watching the whales: Is an educational adventure for humans turning out to be another threat for endangered species? *Oceanus* 32(1): 84-88.
- BEARZI, G. (1994a): Behavioural states: terminology and definitions. In "Proceedings of the Workshop: Methods for the study of bottlenose dolphins" (Notarbartolo di Sciara, G., Evans, P. G. H. & E. Politi, eds.), pp 9-12. ECS Newsletter No. 23 (Special Issue), 8th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Montpellier, March 3.
- BEARZI, G. (1994b): Photo-identification: matching procedures. In "Proceedings of the Workshop: Methods for the study of bottlenose dolphins" (Notarbartolo di Sciara, G., Evans, P. G. H. & E. Politi, eds.), pp 27-28. ECS Newsletter No. 23 (Special Issue), 8th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Montpellier, March 3.
- BEARZI, G. & G. NOTARBARTOLO DI SCIARA (1995): A comparison of the present occurrence of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and common dolphins, *Delphinus delphis*, in the Kvarnić (Northern Adriatic Sea). *Annals for Istrian and Mediterranean Studies* 7: 61-68.

- BEARZI, G., NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. & E. POLITI (1997): Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarnerić (Northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science* 13(4): 650-668.
- BEARZI, G., POLITI, E. & G. NOTARBARTOLO-DI-SCIARA (1999): Diurnal behavior of free-ranging bottlenose dolphins in the Kvarnerić (Northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science* 15(4): 1065-1097.
- BEARZI, G., QUONDAM, F. & E. POLITI (2004): Bottlenose dolphins foraging alongside fish farm cages in eastern Ionian Sea coastal waters. *European Research on Cetaceans* 15: 292-293.
- BEJDER, L. (2005): Linking short and long-term effects of nature-based tourism on cetaceans. PhD. dissertation. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
- BEJDER, L. & A. SAMUELS (2003): Evaluating the effects of nature-based tourism on cetaceans. In "Marine Mammals and Humans: Towards a Sustainable Balance" (Gales, N., Hindell, M. & R. Kirkwood, eds.), pp 229-256. CSIRO Publishing, Collingwood.
- BEJDER, L., DAWSON, S. M. & J. A. HARRAWAY (1999): Responses by Hector's dolphins to boats and swimmers in Porpoise Bay, New Zealand. *Marine Mammal Science* 15(3): 738-750.
- BEJDER, L., SAMUELS, A., WHITEHEAD, H., WILLIAMS, R., MANN, J., CONNOR, R. & M. HEITHAUS (2004): Short- and long-term effects of wildlife tourism on bottlenose dolphins in Shark Bay, Australia. Poster presented at the 18th Annual Conference of the European Cetacean Society, Kolmården, Sweden, March 28-31.
- BEL'KOVICH, V. M. (1991): Herd structure, hunting, and play. Bottlenose dolphins in the Black Sea. In "Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles" (Pryor, K. & K. S. Norris, eds.), pp 17-38. University of California Press, Berkeley.
- BENDER, R., LANGE, S. & A. ZIEGLER (2002): Multiples Testen. Artikel Nr. 12 der Statistik-Serie. Deutsches Medizinisches Wochenschriften. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- BISHOP, C. M. (1999): The maximum oxygen consumption and aerobic scope of birds and mammals: Getting to the heart of the matter. *Proceeding of the Royal Society of London B* 266: 2275-2281.
- BJØRGE, A. (2001): How persistent are marine mammal habitats in an ocean of variability? In "Marine Mammals: Biology and Conservation" (Evans, G. H. & J. A. Raga, eds.), pp 63-91. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York.
- BLACK, N. A. (1994): Behaviour and ecology of Pacific white-sided dolphins (*Lagenorhynchus obliquidens*) in Monterey Bay, California. MSc. thesis. San Francisco State University, San Francisco.
- BLANCO, C., SALOMÓN, O. & J. A. RAGA (2001): Diet of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81: 1053-1058.
- BLANE, J. M. & R. JAAKSON (1995): The impact of ecotourism boats on the St. Lawrence beluga whales. *Environmental Conservation* 21(3): 267-269.
- BLAXTER, K. (1998): Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press, Cambridge.
- BÖGE, A. (1984): Physik. 6. durchgesehene Auflage. Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- BOWLES, A. E. (1995): Responses of wildlife to noise. In "Wildlife and Recreationists: Coexistence through Management and Research" (Knight, R. L. & K. L. Gutzwiller, eds.), pp 109-156. Island Press Washington, DC.
- BRÄGER, S. (1992): Untersuchungen zur Ortstreue und zum Vergesellschaftungsmuster des Großen Tümmlers, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). Diplomarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- BRÄGER, S. (1993): Diurnal and seasonal behavior patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science* 9(4): 434-438.

- BRÄGER, S. (1998): Feeding associations between white-fronted terns and Hector's dolphins in New Zealand. *The Condor* 100: 560-562.
- BRÄGER, S., WÜRSIG, B., ACEVEDO, A. & T. HENNINGSEN (1994): Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Galveston Bay, Texas. *Journal of Mammalogy* 75(2): 431-437.
- BREIER, R. & J. REITER (1992): *Delphingeschichten. Von Freunden und Feinden, Mythen und Sprache, Wildnis und Showbusiness.* Verlag Kiepenheuer & Witsch, Köln.
- BRISTOW, T. & E. I. S. REES (2001): Site fidelity and behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Cardigan Bay, Wales. *Aquatic Mammals* 27(1): 1-10.
- BROWN, D. H. & K. S. NORRIS (1956): Observations of captive and wild cetaceans. *Journal of Mammalogy* 37: 311-326.
- BUCKSTAFF, K. C. (2004): Effects of watercraft noise on the acoustic behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 20(4): 709-725.
- CALDWELL, D. K. (1956): Intentional removal of a disturbing object by an Atlantic bottlenose dolphin. *Journal of Mammalogy* 37(3): 454-455.
- CALDWELL, M. C. & D. K. CALDWELL (1966): Epimeletic (care-giving) behavior in Cetacea. In "Whales, Dolphins, and Porpoises" (Norris, K. S., ed.), pp 755-789. University of California Press, Berkeley.
- CALDWELL, M. C. & D. K. CALDWELL (1972): Behavior of marine mammals. In "Mammals of the Sea: Biology and Medicine" (Ridgway, S. H., ed.), pp 419-465. Thomas Springfield III, Springfield.
- CALDWELL, M. C. & D. K. CALDWELL (1977): Cetaceans. In "How Animals Communicate" (Sebeok, T. A., ed.), pp 794-808. Indiana University Press, Bloomington.
- CALDWELL, D. K. & H. M. FIELDS (1959): Surf-riding by Atlantic bottle-nosed dolphins. *Journal of Mammalogy* 40(3): 454-455.
- CAMPBELL, G. S. (1998): Occurrence, site fidelity, and group characteristics of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Drowned Cayes Region of Belize. Scientific Report to the Oceanic Society.
- CARLSON, C. (2004): A review of whale watch guidelines and regulations around the world. Version 2004. International Fund for Animal Welfare. (Available from: www.iwcoffice.org/_documents/scie_com).
- CARWARDINE, M. (1996): *Wale und Delphine.* Delius Klasing Edition Naglschmid, Stuttgart.
- CASCÃO, I., GASPAREL, R. & A. L. CUSTÓDIO (2004): The impact of dolphin-watching on the resident bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Sado Estuary, Portugal. Poster presented at the 18th Annual Conference of the European Cetacean Society, Kolmården, Sweden, March 28-31.
- CHEAL, A. J. & N. J. GALES (1991): Body mass and food intake in captive, breeding bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Zoo Biology* 10: 451-456.
- CHILVERS, B. L. & P. J. CORKERON (2001): Trawling and bottlenose dolphins' social structure. *The Royal Society London B* 268: 1901-1905.
- CHILVERS, B. L., CORKERON, P. J. & M. L. PUOTINEN (2003): Influence of trawling on the behaviour and spatial distribution of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Moreton Bay, Australia. *Canadian Journal of Zoology* 81(2): 1947-1955.
- CHIRIGHIN, L. (1987): Mother-calf spatial relationships and calf development in captive bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals* 13: 5-15.

- CHUFFOPÉ, G. & S. J. J. HEYMANS (2005): Energy contents and conversion factors for sea lion's prey. In "Food Web Models and Data for Studying Fisheries and Environmental Impacts on Eastern Pacific Ecosystems" (Guénette, S. & V. Christensen, eds.) Fisheries Centre Research Reports 13(1): 225-237.
- CIPRIANO, F. W. (1992): Behavior and occurrence patterns, feeding ecology, and life history of dusky dolphins *Lagenorhynchus obscurus* off Kaikoura, New Zealand. PhD. dissertation. University of Arizona, Tucson.
- CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT (2000): Construction of an international theme park in Penny's Bay of North Lantau and its essential associated infrastructure. Environmental Impact Assessment Report.
- CMMR LEVIATHAN (2005): Turismo seguro. Centre for Marine Mammals Research Leviathan. (www.leviathanchile.org).
- COCKCROFT, V. G. & G. J. B. ROSS (1990): Observations on the early development of a captive bottlenose dolphin calf. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 461-478. Academic Press, San Diego.
- COCKCROFT, V. G., CLIFF, G. & G. J. B. ROSS (1989): Shark predation on Indian Ocean bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* off Natal, South African Journal of Zoology 24(4): 305-310.
- CONNOR, R. C. (2000): Group living in whales and dolphins. In "Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales" (Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. & H. Whitehead, eds.), pp 199-218. University of Chicago Press, London.
- CONNOR, R. C. (2001): Individual foraging specializations in marine mammals: culture and ecology. Behavioral and Brain Sciences 24: 309-382.
- CONNOR, R. C. & R. S. SMOLKER (1985): Habituated dolphins (*Tursiops* sp.) in Western Australia. Journal of Mammalogy 66(2): 398-400.
- CONNOR, R. C., HEITHAUS, M. R., BERGGREN, P. & J. L. MIKSIS (2000a): "Kerplunking": Surface fluke-splashes during shallow-water bottom foraging by bottlenose dolphins. Marine Mammal Science 16(3): 646-653.
- CONNOR, R. C., WELLS, R. S., MANN, J. & A. J. READ (2000b): The bottlenose dolphin. Social relationships in a fission-fusion society. In "Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales" (Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. & H. Whitehead, eds.), pp 91-126. The University of Chicago Press, Chicago.
- CONSTANTINE, R. (2001): Increased avoidance of swimmers by wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) due to long-term exposure to swim-with-dolphin tourism. Marine Mammal Science 17(4): 689-702.
- CONSTANTINE, R. & S. BAKER (1997): Monitoring the commercial swim-with-dolphin operations in the Bay of Island. Science for Conservation 56.
- CONSTANTINE, R., BRUNTON, D. H. & T. DENNIS (2004): Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. Biological Conservation 117: 299-307.
- CONTRERAS, M., MORENO, M., MUÑOZ, J., PÉREZ, H., PONCE, T. & F. SEPÚLVEDA (1999): Libro de Resumen. XIX Congreso de Ciencias del Mar, Antofagasta.
- COPE MATTSON, M., THOMAS, J. A. & D. ST. AUBIN (2005): Effects of boat activity on the behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in waters surrounding Hilton Head Island, South Carolina. Aquatic Mammals 31(1): 133-140.
- CORKERON, P. J. (1995): Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in Hervey Bay, Queensland: Behaviour and responses to whale-watching vessels. Canadian Journal of Zoology 73(2): 1290-1299.

- CORKERON, P. J. & A. R. MARTIN (2004): Ranging and diving behaviour of two 'offshore' bottlenose dolphins, *Tursiops* sp., off eastern Australia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 465-468.
- CORKERON, P. J., MORRIS, R. J. & M. M. BRYDEN (1987): Interactions between bottlenose dolphins and sharks in Moreton Bay, Queensland. *Aquatic Mammals* 13(3): 109-113.
- COSTA, D. P. & T. M. WILLIAMS (1999): Marine mammal energetics. In "Biology of Marine Mammals" (Reynolds III, J. E. & S. A. Rommel, eds.), pp 176-217. Smithsonian Institution Press, Washington.
- CUBERO PARDO, P. (1998): Patrones de comportamiento diurnos y estacionales de *Tursiops truncatus* y *Stenella attenuata* (Mammalia: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 46(6): 103-110.
- CUBILLOS, G. (2000): Estudio a mesoescala de frentes costeros en la zona centro Norte de Chile (30-26.2°S) y sus implicancias biológicas. Tesis para optar al título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.
- CULIK, B., ADELUNG, D., HEISE, M., WILSON, R. P., CORIA, N. R. & H. J. SPAIRANI (1989): In situ heart rate and activity of incubing Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*). *Polar Biology* 9: 365-370.
- CULIK, B., ADELUNG, D. & A. J. WOAKES (1990): The effect of disturbance on the heart rate and behaviour of Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*) during the breeding season. In "Antarctic Ecosystems" (Kerry, K. R. & G. Hempel, eds.), pp 177-182. Springer-Verlag, Heidelberg.
- CULIK, B. M. (1994): Der Energiebedarf der Pygoscelis-Pinguine: eine Synopse. *Berichte zur Polarforschung* 150.
- CULIK, B. M., KOSCHINSKI, S., TREGENZA, N. & G. M. ELLIS (2001): Reactions to harbor porpoises *Phocoena phocoena* and herring *Clupea harengus* to acoustic alarms. *Marine Ecology Progress Series* 211: 255-260.
- CURRY, B. E. & J. SMITH (1997): Phylogeographic structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): Stock identification and implications for management. In "Molecular Genetics of Marine Mammals" (Dizon, A. E., Chivers, S. J. & W. F. Perrin, eds.), pp 227-247. Special Publication Number 3, Society for Marine Mammalogy, Lawrence.
- DAHLHEIM, M. (1988): Responses of gray whales to increased noise levels in Mexico. In "Proceedings of the Workshop to Review and Evaluate Whale Watching Programs and Management Needs, Monterey, California, November 14-16", p 14. Center for Marine Conservation, Washington, DC, and the National Marine Fisheries Service, Silver Spring.
- DAVIS, R. W., FUIMAN, L. A., WILLIAMS, T. M., HORNING, M. & W. HAGEY (2003): Classifications of Weddell seal dives based on 3-dimensional movements and video-recorded observations. *Marine Ecology Progress Series* 264: 109-122.
- DEFRAN R. H. & D. W. WELLER (1999): Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off San Diego, California. *Marine Mammal Science* 15(2): 366-380.
- DÍAZ, F., AGUILAR, N. & I. DOMÍNGUEZ (2003): Behavioural impact of whale watching on tropical pilot whales and bottlenose dolphins in the Canary Islands. Paper presented at the 17th Annual Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas, Gran Canaria, March 9-13.
- DOE (1997): DOE Environmental policy & guidance: Marine Mammal Protection Act. U.S. Department of Energy (DOE). (Available from: www.eh.doe.gov/oepa/laws/mmpa.html).
- DOLPHIN, W. E. (1987): Dive behavior and estimated energy expenditure of foraging humpback whales in southeast Alaska. *Canadian Journal of Zoology* 65: 354-362.

- DOS SANTOS, M. E. & M. LACERDA (1987): Preliminary observations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado estuary (Portugal). *Aquatic Mammals* 13(2): 65-80.
- DUCHESNE, M., CÔTÉ, S. D. & C. BARRETTE (2000): Responses of woodland caribou to winter ecotourism in the Charlevoix Biosphere Reserve, Canada. *Biological Conservation* 96: 311-317.
- DUDZINSKI, K. M., FROHOFF, T. G. & N. L. CRANE (1995): Behavior of a lone female bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) with humans off the coast of Belize. *Aquatic Mammals* 21(2): 149-153.
- DUDZINSKI, K. M., THOMAS, J. A. & E. DOUAZE (2002): Communication. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 248-268. Academic Press, San Diego.
- DUFFIELD, D. A., RIDGWAY, S. H. & L. H. CORNELL (1983): Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). *Canadian Journal of Zoology* 61: 930-933.
- EASTCOTT, A. & T. DICKINSON (1987): Underwater observations of the suckling and social behaviour of a new-born bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals* 13: 51-56.
- EIBL-EIBESFELDT, I. (1967): Concepts of ethology and their significance in the study of human behavior. In "Early Behavior: Comparative and Development Approaches" (Stevenson, H. W., ed.), pp 127-146. Wiley and Sons, New York.
- EISFELD, S. M. (2003): The social affiliation and group composition of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the outer southern Moray Firth, NE Scotland. MSc thesis. University of Wales, Bangor.
- ENGÅS, A., MISUND, A., SOLDAL, A. V., HORVEI, B. & A. SOLSTAD (1995): Reactions of penned herring and cod to playback of original, frequency-filtered and time-smoothed vessel sound. *Fisheries Research* 22: 243-254.
- ENGEL, J. (1997): Signifikante Schule der schlichten Statistik. Filander Verlag, Fürth.
- ENGLUND, A. (2001): The impact of tourism of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Menai Bay, Zanzibar. Poster presented at the 15th Annual Conference of the European Cetacean Society, Rome, Italy, May 6-10.
- ERBE, C. & D. M. FARMER (1998): Masked hearing threshold of a beluga whale (*Delphinapterus leucas*) in icebreaker noise. *Deep-Sea Research II* 45: 1373-1388.
- EVANS, P. G. H. (1987): *The Natural History of Whales and Dolphins*. Academic Press Limited, London.
- EVANS, P. G. H., CANWELL, P. J. & E. J. LEWIS (1992): An experimental study of the effects of the pleasure craft noise upon bottlenose dolphins in Cardigan Bay, West Wales. *European Research on Cetaceans* 6: 43-46.
- EVANS, W. E. (1971): Orientation behavior of delphinids: radio telemetric studies. *Annals of the New York Academy of Sciences* 188: 142-160.
- EVANS, W. E. & J. BASTIAN (1969): Marine mammal communication: Social and ecological factors. In "The Biology of Marine Mammals" (Andersen, H. T., ed.), pp 425-475. Academic Press, New York.
- FAGEN, R. (1981): *Animal play behaviour*. Oxford University Press, New York.
- FEJER, A. A. & R. H. BACKUS (1960): Porpoises and the bow-riding of ships under way. *Nature* 188(4752): 700-703.
- FELLEMAN, F. L., HEIMLICH-BORAN, J. R. & R. W. OSBORNE (1991): The feeding ecology of killer whales (*Orcinus orca*) in the Pacific Northwest. In "Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles" (Pryor, K. & K. S. Norris, eds.), pp 113-148. University of California Press, Berkeley.

- FERNANDEZ, S. & A. A. HOHN (1998): Age, growth, and calving season of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, off coastal Texas. *Fishery Bulletin* 96: 375-365.
- FERTL, D. (1994): Occurrence, movements, and behavior of bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Galveston ship channel, Texas. *The Texas Journal of Science* 46(4): 299-317.
- FERTL, D. & B. WILSON (1997): Bubble use during prey capture by a lone bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals* 23(2): 113-114.
- FINLEY, K. J., MILLER, G. W., DAVIS, R. A. & C. R. GREENE (1990): Reactions of belugas, *Delphinapterus leucas*, and narwhales, *Monodon monoceros*, to ice-breaking ships in the Canadian High Arctic. *Canadian Bulletin of Fishery and Aquatic Sciences* 224: 97-117.
- FISH, F. E. (1993a): Power output and propulsive efficiency of swimming bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Biology* 201: 2867-2877.
- FISH, F. E. (1993b): Influence of hydrodynamic design and propulsive mode on mammalian swimming energetics. *Australian Journal of Zoology* 42: 79-101.
- FISH, F. E. (2002): Speed. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 1161-1163. Academic Press, San Diego.
- FISH, F. E. & C. A. HUI (1991): Dolphin swimming – a review. *Mammal Review* 21(4): 181-195.
- FLEMING, V. (1999): Effects of whale watching on sperm whales. In "Whale News" (Sarvas, T. & F. Ugarte, eds.), p 1. Ancru and Hvalsafari AS, Andenes.
- FOOTE, A. D., OSBORNE, R. W. & A. R. HOELZEL (2004): Whale-call response to masking boat noise. *Nature* 428: 910.
- FOREST, A. M. (2001): The Hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*: Effects of tourism. MSc. thesis. Texas A&M University, College Station.
- FORTUNA, C. M., BEARZI, G. & G. DELFINO (1996): Surfacing patterns of bottlenose dolphins following bottom trawler in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). *Research on Cetaceans* 10: 244.
- FOTH, M. (2005): Meere verbinden. Internationale Personalentwicklung für den maritimen Bereich. InWent GmbH, Bremen.
- FRANCK, D. (1985): Verhaltensbiologie. Thieme Verlag, Stuttgart.
- FROESE, R. & D. PAULY (2005): Fish Base. World Wide Web Electronic Publication: www.fishbase.org.
- GAZDA, S. K., CONNOR, R. C., ROBERT, K. E. & F. COX (2005): A deviation of labour with role specialization in group-hunting bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off Cedar Key, Florida. *Proceedings of the Royal Society B* 272(1559): 135-140.
- GERLOTTO, F. & P. FRÉON (1992): Some elements on vertical avoidance of fish schools to a vessel during acoustic surveys. *Fisheries Research* 14: 251-259.
- GLEN, R. (2003): Behavioural responses of the short-finned pilot whale, *Globicephala macrorhynchus*, in relation to the number of surrounding whale watching vessels. Poster presented at the 17th Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas, Gran Canaria, March 9-13.
- GOODALL, J. (1990): *Through a Window: My thirty Years with the Chimpanzees of Gombe*. Houghton Mufflin Company, Boston.
- GOODWIN, L. & P. A. COTTON (2004): Effects of boat traffic on the behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Aquatic Mammals* 30(2): 279-283.
- GORDON, J. & P. L. TYACK (2002): Sound and cetaceans. In "Marine Mammals: Biology and Conservation" (Evans, P. G. H. & J. A. Raga, eds.), pp 139-196. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

- GORDON, J., LEAPER, R., HARTLEY, F. G. & O. CHAPPELL (1992): Effects of whale-watching vessels on the surface and underwater acoustic behaviour of sperm whales off Kaikoura, New Zealand. Science & Research Series 52. New Zealand Department of Conservation, Wellington.
- GRAY, J. (1936): Studies in animal locomotion: The propulsion powers of the dolphin. *Journal of Experimental Biology* 13: 192-199.
- GREEN, M. & R. G. GREEN (1990): Short-term impact of vessel traffic on the Hawaiian humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). Paper presented at the Annual Meeting of the Animal Behavior Society, June 1990, SUNY, Buffalo, New York. (Available from: www.oceanmammalinst.com/w90.htm).
- GREGORY, P. R. & A. A. ROWDEN (2001): Behaviour patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) relative to tidal state, time-of-day, and boat traffic in Cardigan Bay, Wales. *Aquatic Mammals* 27(2): 105-113.
- GRIER, J. W. & T. BURK (1992): *Biology of Animal Behavior*. 2nd edition, Mosby Year Book, S. Louis.
- GRIFFIN, R. B. & N. J. GRIFFIN (2003): Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphin, and loggerhead sea turtles on the Eastern Gulf of Mexico continental shelf. *Gulf of Mexico Science* 1: 23-34.
- GROBMANN, W. (1975): *Vermessungskunde II, Winkel- und Streckenmeßgeräte, Polygonierung, Triangulation und Trilateration*. Sammlung Göschen. 12. Auflage. Walter de Gruyter, Berlin.
- GRUBER, J. A. (1981): Ecology of the Atlantic bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pass Cavallo area of Matagorda Bay, Texas. MSc. thesis. Texas A&M University, College Station.
- GUNTER, G. (1942): Contributions to the natural history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montague), on the Texas coast, with particular reference to food habits. *Journal of Mammalogy* 23: 267-276.
- GUNTER, C. (1954): Mammals of the Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin, U.S.* 55: 543-551.
- HAMMOND, P. S., MIZROCH, S. A. & G. D. DONOVAN (1990): Report of the workshop on individual recognition and the estimation of cetacean population parameters. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 12: 3-17.
- HANSEN, L. J. (1983): Population biology of the coastal dolphin (*Tursiops truncatus*) of southern California. MSc. thesis. California State University, Sacramento.
- HANSEN, L. J. (1990): California coastal bottlenose dolphins. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 403-420. Academic Press, San Diego.
- HANSHING, E. (1999): Descripción preliminar de la conducta superficial de *Tursiops truncatus* (Montagu 1821), residentes en la Isla Choros, en presencia y ausencia de embarcaciones. Seminario de investigación. Universidad Católica del Norte, Coquimbo.
- HANSHING, E. (2001): Efectos de las embarcaciones turísticas en la población residente de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (Cetacea: Delphinidae) en Isla Choros, IV Región. Tesis para optar al título de Biólogo Marino. Universidad Católica del Norte, Coquimbo.
- HANSON, M. T. & R. H. DEFRAN (1993): The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals* 19(3): 127-142.
- HART, K. D. (1997): Foraging ecology and behavior of Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Indian River Lagoon, Florida. PhD. dissertation. Florida Institute of Technology, Melbourne.
- HARZEN, S. (1998): Habitat use by the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary, Portugal. *Aquatic Mammals* 24 (3): 117-128.

- HARZEN, S. (2002): Use of an electronic theodolite in the study of movements of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary, Portugal. *Aquatic Mammals* 28 (3): 251-260.
- HASTIE, G. D., WILSON, B. & P. M. THOMPSON (2003a): Fine-scale habitat selection by coastal bottlenose dolphins: Application of a new land-based video-montage technique. *Canadian Journal of Zoology* 81: 469-478.
- HASTIE, G. D., WILSON, B., TUFFET, L. H. & P. M. THOMPSON (2003b): Bottlenose dolphins increase breathing synchrony in response to boat traffic. *Marine Mammal Science* 19(1): 74-84.
- HASTIE, G. D., WILSON, B., WILSON, L. J., PARSONS, K. M. & P. M. THOMPSON (2004): Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Marine Biology* 144: 397-403.
- HAUBOLD, E. M., WORTHY, G. A. J. & R. J. TARPLEY (1994): Incidence of human interaction in marine mammal strandings on the Texas coast from 1980-1993. *Proceedings of the International Association for Aquatic Animal Medicine* 25: 48.
- HEIMLICH-BORAN, J. R. & S. L. HEIMLICH-BORAN (1994): Methods for cataloguing identified delphinids. In "Proceedings of the Workshop: Methods for the study of bottlenose dolphins" (Notarbartolo di Sciara, G., Evans, P. G. H. & E. Politi, eds.), pp 29-31. ECS Newsletter No. 23 (Special Issue), 8th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Montpellier, March 3.
- HELWEG, D. A. (1995): Acoustic monitoring of commercial swim-with-dolphin operations in the Bay of Island. Investigation No. 1993. Department of Conservation, Wellington.
- HENNINGSEN, T. (1991): Zur Verbreitung und Ökologie des Großen Tümmlers (*Tursiops truncatus*) in Galveston, Texas. Diplomarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- HERSH, S. L. & D. A. DUFFIELD (1990): Distinction between Northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 129-139. Academic Press, San Diego.
- HERTEL, H. (1966): Structure, form and movement. Rheinhold, New York.
- HERZING, D. L. (1988): A quantitative description and behavioral associations of a burst-pulsed sound, the squawk, in captive bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. MSc. thesis. San Francisco State University.
- HERZING, D. L. (1996): Vocalizations and associated underwater behavior of free-ranging Atlantic spotted dolphins, *Stenella frontalis* and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals* 22(2): 61-79.
- HICKS, J. L., O'HARA HINES, R. J., SCHREER, J. F. & M. O. HAMMILL (2004): Correlation of depth and heart rate in harbour seal pups. *Canadian Journal of Zoology* 82: 1147-1156.
- HOELZEL, A. R., POTTER, C. W. & P. B. BEST (1998): Genetic differentiation between parapatric 'near-shore' and 'offshore' populations of the bottlenose dolphin. *Proceeding of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences* 265(1402): 1177-1183.
- HOESE, H. D. (1971): Dolphin feeding out of water in a salt marsh. *Journal of Mammalogy* 52(1): 222-223.
- HOFFMAN, H. S. & J. L. SEARLE (1968): Acoustic and temporal factors in the evocation of startle. *Journal of Acoustical Society of America* 43(2): 269-282.
- HOLM, S (1979): A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 6: 65-70.
- HOWLAND, H. C. (1974): Optimal strategies for predator avoidance: the relative importance of speed and manoeuvrability. *Journal of Theoretical Biology* 47: 333-350.

- HOYT, E. (2001): Whale Watching 2001 – Worldwide Tourism Numbers, Expenditures, and Expanding Socioeconomic Benefits, pp 1-158. International Fund for Animal Welfare, Yarmouth Port.
- HOYT, E. (2002): Whale Watching. In “Encyclopedia of Marine Mammals” (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 1305-1310. Academic Press, San Diego.
- HOYT, E. (2003): Towards a new ethic for watching dolphins and whales. In „Between Species: Celebrating the Dolphin-Human Bond“ (Frohoff, T. & B. Peterson, eds.), pp 168-177. Sierra Club Books, San Francisco.
- HUCKE-GAETE, R. (1998): Crucero de investigación sobre Ballena Azul (*Balaenoptera musculus*) en aguas chilenas. IWC/SOWER 1997/98: Informe de terreno.
- HUI, C. A. (1987): The porpoising of penguins: an energy-conserving behaviour for respiratory ventilation? Canadian Journal of Zoology 65: 209-211.
- HUI, C. A. (1989): Surfacing behavior and ventilation in free-ranging dolphins. Journal of Mammalogy 70: 833-835.
- HUNT, G. L. J., KATO, H. & S. M. MCKINNEL (2000): Predation by marine birds and mammals in the subarctic Pacific Ocean. North Pacific Marine Science Organisation, Sidney, BC, Canada, PICES Scientific Report 14.
- HURLBERT S. H. (1984): Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs. 54(2): 187-211.
- HUSSENOT, E. (1980): Le grand dauphin *Tursiops truncatus* en Bretagne: types de fréquentation. Penn ar Bed 12(103): 355-380.
- IFAW, TETHYS RESEARCH INSTITUTE & EUROPE CONSERVATION (1995): Report of the Workshop on the Scientific Aspects of Managing of Whale Watching, Montecastello di Vibio, Italy.
- IRVINE, A. B. & R. S. WELLS (1972): Results of attempts to tag Atlantic bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Cetology 13: 1-5.
- IRVINE, A. B., SCOTT, M. D., WELLS, R. S. & J. H. KAUFMANN (1981): Movements and activities of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota, Florida. Fishery Bulletin 79(4): 671-688.
- IRWIN, L.-J. & B. WÜRSIG (2004): A small community of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Texas: Monitoring recommendations. Gulf of Mexico Science 1: 13-21.
- IVERSEN, M. & C. LOCKYER (2002): Effects of boat disturbance and tide on the behaviour and occurrence of bottlenose dolphins. Poster presented at the 16th Annual Conference of the European Cetacean Society, Liège, Belgium, April 7-11.
- JAHODA, M., LAFORTUNA, C. L., BIASSONI, N., ALMIRANTE, C., AZZELLINO, A., PANIGADA, S., ZANARDELLI, M. & G. NOTARBARTOLO DI SCIARA (2003): Mediterranean fin whale's (*Balaenoptera physalus*) response to small vessels and biopsy sampling assessed through passive tracking and timing of respiration. Marine Mammal Science 19(1): 96-110.
- JANIK, V. M. & P. M. THOMPSON (1996): Changes in surface patterns of bottlenose dolphins in response to boat traffic. Marine Mammal Science 12(4): 597-602.
- JAQUET, N. (2002): Lobtailing. In “Encyclopedia of Marine Mammals” (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 694-696. Academic Press, San Diego.
- JEFFERSON, T. A. (1987): A study of the behavior of Dall's porpoise (*Phocoenoides dalli*) in the Johnstone Strait, British Columbia. Canadian Journal of Zoology 65: 736-744.
- JEFFERSON, T. A., LEATHERWOOD, S. & M. A. WEBBER (1993): Marine Mammals of the World. FAO species identification guide. FAO, Rome.

- JELINSKI, D. E., KRUEGER, C. C. & D. A. DUFFUS (2002): Geostatistical analysis of interactions between killer whales (*Orcinus orca*) and recreational whale-watching boats. *Applied Geography* 22(4): 393-411.
- JOHANNESSEN, C. L. & J. A. HARDER (1960): Sustained swimming speeds of dolphins. *Science* 132: 1550-1551.
- JOHNSON, M. & P. L. TYACK (2003): A digital acoustic recording tag for measuring the response of wild marine mammals to sound. *IEEE Journal of Oceanic Engineering* 28: 3-12.
- JONES, M. L. & S. L. SWARTZ (1984): Demography and phenology of gray whales and evaluation of whale-watching activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. In "The Gray Whale, *Eschrichtius robustus*" (Jones, M. L., Swartz, S. L. & S. Leatherwood, eds.), pp 309-374. Academic Press, Orlando.
- KEMP, N. J. (1996): Habitat loss and degradation. In "The Conservation of Whales and Dolphins: Science and Practice" (Simmonds, M. P. & J. D. Hutchinson, eds.), pp 263-280. John Wiley and Sons, Chichester.
- KENNEY, R. D. (1990): Bottlenose dolphins off the Northeastern United States. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 369-386. Academic Press, San Diego.
- KERLEY, L. L., GOODRICH, J. M., MIQUELLE, D. G., SMIRNOV, E. N., QUIGLEY, H. B. & M. G. HORNOKER (2002): Effects of roads and human disturbance on amur tigers. *Conservation Biology* 16(1): 97-108.
- KERR, K. A., DEFRAN, R. H. & G. S. CAMPBELL (2005): Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Drowned Cayes, Belize: Group size, site fidelity and abundance. *Caribbean Journal of Science* 41(1): 172-177.
- KIRTLAND, J. (1993): The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *IMATA Soundings* Spring 1993: 22-27.
- KLEIBER, M. (1932): Body size and metabolism. *Hilgardia* 6: 315.
- KOSCHINSKI, S. (1996): Reaktionen von Kleinwalen auf Fischereinetze. Verhaltensuntersuchung zur Beifangvermeidung an Schweinswalen im Clayoquot Sound, Vancouver Island (Kanada). Diplomarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- KOVACS, K. M. & S. INNES (1990): The impact of tourism on harp seals (*Phoca groenlandica*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Applied Animal Behaviour Service* 26: 15-26.
- KREB, D. & K. D. RAHADI (2004): Living under aquatic freeway: Effects of boats on Irrawaddy dolphins (*Orcaella brevirostris*) in a coastal and riverine environment in Indonesia. *Aquatic Mammals* 30(3): 363-375.
- KRUSE, S. (1991): The interactions between killer whales and boats in Johnsons Strait, B.C. In "Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles" (Pryor, K. & S. Norris, eds.), pp 149-159. University of California Press, California.
- KUMMER, H. (1968): Social organization of hamadryas baboons: A field study. *Biblioteca Primatology* 6. University of Chicago Press, Chicago.
- KUMMER, H. (1971): *Primate Societies: Group Techniques of Ecological Adaptions*. Aldine Publishers, Chicago.
- LACK, D. (1933): Habitat selection in birds with special reference to the effects of afforestation on the Breckland avifauna. *Journal of Animal Ecology* 2: 239-262.
- LANG, T. G. (1966): Hydrodynamic analysis of cetacean performance. In "Whales, Dolphins, and Porpoises" (Norris, K. S., ed.), pp 410-432. University of California Press, Berkeley.

- LANG, T. G. (1975): Speed, power, and drag measurements of dolphins and porpoises. In "Swimming and Flying in Nature" (Wu, T. Y., Brokaw, C. J. & C. Brennen, eds.), pp 553-571. Plenum Press, New York.
- LANG, T. G. & D. A. DAYBELL (1963): Porpoise performance tests in a seawater tank. Naval Ordnance Test Station Technical Report 3036.
- LANG, T. G. & K. S. NORRIS (1966): Swimming speed of a Pacific bottlenose porpoise. *Science* 151: 588-590.
- LEATHERWOOD, S. (1975): Some observations of feeding behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Northern Gulf of Mexico and *Tursiops cf. t. gilli* off Southern California, Baja California, and Nayarit, Mexico. *Marine Fishery Review* 37: 10-16.
- LEATHERWOOD, S. & R. R. REEVES (1982): Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* and other toothed cetaceans. In "Wild Mammals of North America: Biology, Management, and Economics" (Chapman, J. A. & G. A. Feldhamer, eds.), pp 369-414. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- LEDUC, R. G. & B. E. CURRY (1997): Mitochondrial DNA sequence analysis indicates need for revision of the genus *Tursiops*. Unpublished meeting document SC/48/ SM27 submitted to Scientific Committee of the International Whaling Commission. (Available from IWC, The Red House 135 Station Road, Histon, Cambridge CB4 4NP, UK).
- LESAGE, V., BARRETTE, C., KINGSLEY, M. C. S. & B. SJARE (1999): The effects of vessel noise on the vocal behavior of belugas in the St. Lawrence River estuary, Canada. *Marine Mammal Science* 15(1): 65-84.
- LESAGE, V., HAMMILL, M. O. & K. M. KOVACS (2004): Long-distance movements of harbour seals (*Phoca vitulina*) from a seasonally ice-covered area, the St. Lawrence River estuary, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 82: 1070-1081.
- LEUNG NG, S. & S. LEUNG (2003): Behavioral response of Indo-Pacific humpback dolphin (*Sousa chinensis*) to vessel traffic. *Marine Environmental Research* 56: 555-567.
- LEWIS, J. S. & W. W. SCHROEDER (2003): Mud plume feeding, a unique foraging behavior of the bottlenose dolphin in the Florida Keys. *Gulf of Mexico Science* 21(1): 92-97.
- LOCKYER, C. (1978): The history and behaviour of a solitary wild, but sociable, bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) on the west coast of England and Wales. *Journal of Natural History* 12: 513-528.
- LOCKYER, C. & R. MORRIS (1987): Observations on diving behaviour and swimming speeds in a wild juvenile *Tursiops truncatus*. *Aquatic Mammals* 13(1): 31-35.
- LOCKYER, C. H. & R. J. MORRIS (1990): Some observations on wound healing and persistence of scars in *Tursiops truncatus*. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 12: 113-118.
- LORENZ, R. J. (1996): Grundbegriffe der Biometrie. 4. durchgesehene Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- LOTT, D. F. & M. MCCOY (1995): Asian rhinos *Rhinoceros unicornis* on the run? Impact of tourist visits on one population. *Biological Conservation* 73: 23-26.
- LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH (1998): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. 2. Auflage, Parey Buchverlag, Berlin.
- LUSSEAU, D. (2002): The state of the scenic cruise industry in Doubtful Sound in relation to a key natural resource: Bottlenose dolphins. In "Proceedings of Ecotourism, Wilderness and Mountain Tourism: Issues, Strategies and Regional Development" (C. M. Hall, ed.), pp 106-117. Conference August 2002, Centre for Tourism, University of Otago, Dunedin.

- LUSSEAU, D. (2003a): The effects of tour boats on the behavior of bottlenose dolphins: Using Markov chains to model anthropogenic impacts. *Conservation Biology* 17: 1785-1793.
- LUSSEAU, D. (2003b): Male and female bottlenose dolphins *Tursiops* spp. have different strategies to avoid interactions with tour boats in Doubtful Sound, New Zealand. *Marine Ecology Progress Series* 257: 267-274.
- LUSSEAU, D. (2004a): Directions in the scientific aspects of whale watching management. Science of Sustainable Whale Watching Workshop. International Whaling Commission, Cape Town, South Africa, March 2004. Document ww/2004/os/6. (Available online from: www.Lusseau.org/publications/publications.html).
- LUSSEAU, D. (2004b): The hidden cost of tourism: Detecting long-term effects of tourism using behavioral information. *Ecology and Society* 9(1): 2. (Available online from: www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art2).
- LUSSEAU, D. (2005): The residency pattern of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Milford Sound, New Zealand, is related to boat traffic. *Marine Ecology Progress Series* 295: 265-272.
- LUSSEAU, D. & J. E. S. HIGHAM (2004): Managing the impacts of dolphin-based tourism through the definition of critical habitats: The case of bottlenose dolphins (*Tursiops* spp.) in Doubtful Sound, New Zealand. *Tourism Management* 25: 657-667.
- LUSSEAU, D., SCHNEIDER, K., BOISSEAU, O. J., HAASE, P., SLOOTEN, E. & S. M. DAWSON (2003): The bottlenose dolphin community of Douptful Sound feature a large proportion of long-lasting associations. Can geographic isolation explain this uniqueness? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54: 396-405.
- LÜTKEBOHLE, T. (1995a): Die lokale Tümmlerpopulation (*Tursiops truncatus*) im Moray Firth, Schottland – eine ethologische Studie. Diplomarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- LÜTKEBOHLE, T. (1995b): Dolphin movements and behaviour in the Kessock Channel and how these are influenced by boat traffic. Report to Scottish Natural Heritage, Iverness.
- MACARTHUR, R. A., GEIST, V. & R. H. JOHNSTON (1982): Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbance. *Journal of Wildlife and Management* 46(2): 351-358.
- MAGALHÃES, S., PRIETO, R., SILVA, M. A. GONÇALVES, J., AFONSO-DIAS, M. & R. S. SANTOS (2002): Short-term reactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) to whale-watching vessels in the Azores. *Aquatic Mammals* 28(3): 267-274.
- MANN, J. (1999): Behavioural sampling methods for cetaceans: A review and critique. *Marine Mammal Science* 15(1): 102-122.
- MANN, J. (2000): Unraveling the dynamics of social life. Long-term studies and observational methods. In "Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales" (Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. & H. Whitehead, eds.), pp 45-64. University of Chicago Press, Chicago.
- MANN, J. & H. BARNETT (1999): Lethal tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) attack on bottlenose dolphin (*Tursiops* sp.) calf: Defense and reactions by the mother. *Marine Mammal Science* 15(2): 568-575.
- MANN, J. R. & B. B. SMUTS (1999): Behavioral development in wild bottlenose dolphin newborns (*Tursiops* sp.) *Behaviour* 136: 529-566.
- MANN, J. R., CONNOR, R. C., BARRE, L. M. & M. R. HEITHAUS (2000): Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): Life history, habitat, provisioning, and group-size effects. *Behavioral Ecology* 11: 210-219.
- MANNING, A. & M. S. DAWKINS (1992): Learning and memory. In "An Introduction to Animal Behaviour" (Manning, A. & M. S. Dawkins, eds), pp 122-149. 4nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.

- MARTIN, A. R. (1986): Feeding association between dolphins and shearwaters around the Azores Islands. *Canadian Journal of Zoology* 64(1): 1372-1374.
- MARTIN, P. & P. BATESON (1993): *Measuring Behaviour. An introduction guide*. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge.
- MARTIN, P. & T. M. CARO (1985): On the functions of play and its role in behavioural development. *Advances in the Study of Behavior* 15: 59-103.
- MATE, B. R. (1989): Satellite-monitored radio tracking as a method for studying cetacean movements and behavior. *Report of the International Whaling Commission* 39: 389-391.
- MATE, B. R., ROSSBACH, K. A., NIEUKIRK, S. L., WELLS, R. S., IRVINE, A. B., SCOTT, M. D. & A. J. READ (1995): Satellite-monitored movements and dive of a bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Tampa Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 11: 452-463.
- MCBRIDE, A. F. (1940): Meet Mr. Porpoise. *Natural History* 45: 16-29.
- MCBRIDE, A. F. & D. O. HEBB (1948): Behavior of the captive bottle-nose dolphin, *Tursiops truncatus*. *Journal of Comparative Physiological Psychology* 41:111-123.
- MCBRIDE, A. F. & H. KRITZLER (1951): Observations on pregnancy, parturition, and postnatal behavior in the bottlenose dolphin. *Journal of Mammalogy* 32: 251-266.
- MCFARLAND, D. (1989): *Biologie des Verhaltens: Evolution, Physiologie, Psychologie*. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim.
- MEAD, J. G. & C. W. POTTER (1995): Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off the Atlantic coast of North America – morphologic and ecologic considerations. *International Marine Biological Institute, Kamagawa, Japan. IBI Reports* 5: 31-44.
- MOBERG, G. P. (2000): Biological Responses to stress: Implications for animal welfare. In “The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare” (Moberg, G. P. & J. A. Mench, eds.), pp 1-21. CABI Publishing, New York.
- MOORE, S. E. & J. T. CLARKE (2002): Potential impact of offshore human activities on gray whales (*Eschrichtius robustus*). *Journal of Research and Management* 4(1): 19-25.
- MÜLLER, M., BOUTIERE, H., WEAVER, A. C. F. & N. CANDELON (1998): Nouvel inventaire du compartement du grand dauphin (*Tursiops truncatus*). Approche comparative des comportements des Dauphins grégaires, solitaire et familiaux. *Vie Milieu* 48(2): 89-104.
- NEWCOMBE, R. G. (1998): Two-sided confidence intervals for the single proportion: Comparison of seven methods. *Statistics in Medicine* 17: 857-872.
- NICHOLS, C., STONE, G., HUTT, A., BROWN, J. & A. YOSHINAGA (2001): Observations of interactions between Hector's dolphins (*Cephalorhynchus hectori*), boats and people at Akaroa Harbour, New Zealand. *Science for Conservation* 178.
- NIMON, A. J., SCHROTER, R. C. & B. STONEHOUSE (1995): Heart rate of disturbed penguins. *Nature* 374: 415.
- NORRIS, K. S. (1965): Trained porpoise released in the open sea. *Science* 147(3661): 1048-1050.
- NORRIS, K. S. (1967): Aggressive behavior in cetacea. In “Aggression and Defense: Neural Mechanisms and Social Patterns” (Clemente, C. D. & D. B. Lindsley, eds.), pp 225-241. *Brain Function, Vol. V. UCLA Forum in Medical Sciences No. 7*. University of California Press, Berkeley.
- NORRIS, K. S. (1974): *The Porpoise Watcher: A Naturalist's Experience with Porpoises and Whales*. W. W. Norton, New York.
- NORRIS, K. S. (1991): *Dolphin Days: The Life and Times of the Spinner Dolphin*. Avon Books, New York.

- NORRIS, K. S. & J. H. PRESCOTT (1961): Observations on Pacific cetaceans of Californian and Mexican waters. *University of California Publications in Zoology* 63: 291-402.
- NORRIS, K. S., WÜRSIG, B., WELLS, R. S. & M. WÜRSIG (1994): Aerial behavior. In "The Hawaiian Spinner Dolphin" (Norris, K. S., Würsig, B., Wells, R. S. & M. Würsig, eds), pp 103-121. University of California Press, Berkeley.
- NOTARBARTOLO DI SCIARA, G., JAHODA, M., BIASSONI, N. & C. LAFORTUNA (1997): Reactions of fin whales to approaching vessels assessed by means of a laser range finders. *European Research on Cetaceans* 10: 38-42.
- NOWACEK, S. M., WELLS, R. S. & A. R. SOLOW (2001): Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 17(4): 673-688.
- NÚÑEZ MONTANER, L. (2000a): Plan de manejo para la implementación de una reserva marina en la localidad de los Choros. Documento de discusión. Dirección Zonal de Pesca III-IV Regiones. Servicio Nacional de Pesca, Coquimbo.
- NÚÑEZ MONTANER, L. (2000b): Fauna asociada a Isla Choros, IV Región. Dirección Zonal de Pesca III-IV Regiones. Servicio Nacional de Pesca, Coquimbo.
- ÖSTMAN, J. (1991): Changes in aggressive and sexual behavior between two male bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in a captive colony. In "Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles" (Pryor, K. & K. S. Norris, eds.), pp 305-317. University of California Press, Berkeley.
- OVERSTROM, N. A. (1983): Association between burst-pulse sounds and aggressive behavior in captive Atlantic bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*). *Zoo Biology* 2: 93-103.
- PAGEL, M. & P. H. HARVEY (1993): Evolution of the juvenile period in mammals. In "Juvenile Primates: Life History, Development, and Behavior" (Pereira, M. E. & L. A. Fairbanks, eds.), pp 28-37. Oxford University Press, New York.
- PARSONS, K. M., DURBAN, J. W., CLARIDGE, D. E., BALCOMB, K. C., NOBLE, L. R. & P. M. THOMPSON (2003): Kinship as a basis for alliance between male bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Bahamas. *Animal behaviour* 66: 185-194.
- PHILLIPS, N. E. & R. W. BAIRD (1993): Are killer whales harassed by boats? *The Victorian Naturalist* 50(3): 10-11.
- POLACHECK, T. & L. THORPE (1990): The swimming direction of harbor porpoise in relationship to a survey vessel. *Report of the International Whaling Commission* (40): 463-470.
- PRAETSCH, F. (1991): Differential site use and diving behaviour of bottlenosed dolphins in the Moray Firth, Scotland. *European Research on Cetaceans* 5: 39-44.
- PRYOR, K., LINDBERGH, J., LINDBERGH, S. & R. MILANO (1990): A dolphin – human fishing cooperative in Brazil. *Marine Mammal Science* 6(1): 77-82.
- RATZ, H. & C. THOMPSON (1999): Who is watching whom? Checks for impacts of tourists on yellow-eyed penguins, *Megadyptes antipodes*. *Marine Ornithology* 27: 205-210.
- READ, A. J. (2002): Telemetry. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 1232-1235. Academic Press, San Diego.
- READ, A. J., WELLS, R. S., HOHN, A. A. & M. D. SCOTT (1993): Patterns of growth in wild bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Journal of Zoology* 231: 107-123.
- REDDY, M., KAMOLNICK, T., SKAAR, D., CURRY, C & S. RIDGWAY (1991): Bottlenose dolphins: Energetic consumption during pregnancy, lactation, and growth. In "Proceedings of the Annual Conference of the International Marine Animal Trainers Association, Valleja, California, November 4-8" (Allen, S., ed.), pp 30-37.

- REGEL, J. & K. PÜTZ (1997): Effects of human disturbance on body temperature and energy expenditure in penguins. *Polar Biology* 18: 246-253.
- REUSSMANN, M. (1999): Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf das Verhalten von Grauwal (*Eschrichtius robustus*) in der Lagune San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. Diplomarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- REYNOLDS, J. E., III. (1985): Evaluation of the nature and magnitude of interactions between bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and fisheries and other human activities in coastal areas of the southeastern United States. NTIS, PB86- 162203.
- REYNOLDS, J. E. III, WELLS, R. S. & S. D. EIDE (2000): *The Bottlenose Dolphin: Biology and Conservation*. University Press of Florida, Gainesville.
- RIBEIRO, S. VIDDI, F. A. & T. R. O. FREITAS (2005): Behavioural responses of Chilean dolphins (*Cephalorhynchus eutropia*) to boats in Yaldad Bay, southern Chile. *Aquatic Mammals* 31(2): 234-242.
- RICHARDSON, W. J. (1995): Documented disturbance reactions. In "Marine Mammals and Noise" (Richardson, W. J., Greene, Jr., J. R., Malme, C. I. & D. H. Thompson, eds.), pp 241-324. Academic Press, San Diego.
- RICHARDSON, W. J. & B. WÜRSIG (1995): Significance of responses and noise impacts. In "Marine Mammals and Noise" (Richardson, W. J., Greene, Jr., J. R., Malme, C. I. & D. H. Thompson, eds.), pp 387-424. Academic Press, San Diego.
- RICHARDSON, W. J., FRAKER, M. A., WÜRSIG, B. & R. S. WELLS (1985): Behaviour of bowhead whales *Balaena mysticetus* summering in the Beaufort Sea: Reactions to industrial activities. *Biological Conservation* 32: 195-230.
- RICHARDSON, W. J., MALME, C. I., BERANEK, B. & I. NEWMAN (1995): Zones of noise influence. In "Marine Mammals and Noise" (Richardson, W. J., Greene, Jr., J. R., Malme, C. I. & D. H. Thompson, eds.), pp 325-386. Academic Press, San Diego.
- RICHTER, C. F., DAWSON, S. M. & E. SLOOTEN (2001): Sperm whale watching off Kaikoura. New Zealand: Effects of current activities on surfacing and vocalisation patterns. Final Report for Research Investigation No. 2370. Department of Conservation, Wellington.
- RICHTER, C. F., DAWSON, S. M. & E. SLOOTEN (2003): Sperm whale watching off Kaikoura. New Zealand: Effects of current activities on surfacing and vocalisation patterns. Science for Conservation 219. Department of Conservation, Wellington.
- RIDGWAY, S. H. & R. J. HARRISON (1986): Diving dolphins. In "Research on Dolphins" (Bryden, M. M. & R. Harrison, eds.), pp 33-58. Oxford University Press, Oxford.
- RIDGWAY, S. H. & D. G. JOHNSTON (1966): Blood oxygen and ecology of porpoises of three genera. *Science* 151(709): 456-457.
- RIDGWAY, S. H., SCRONCE, B. L. & J. KANWISHER (1969): Respiration and deep diving in the bottlenose porpoise. *Science* 166: 1651-1653.
- RIDOUX, V., GUINET, C., LIRET, C., CRETON, P., STENNSTRUP, R. & G. BEAUPLET (1997): A video sonar as a new tool to study marine mammals in the wild: Measurements of dolphin swimming speed. *Marine Mammal Science* 13(2): 196-206.
- RITTER, F. (2002): Behavioural observations of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) off La Gomera, Canary Islands (1995-2000), with special reference to their interactions with humans. *Aquatic Mammals* 28(1): 46-59.
- RITTER, F. (2003a): Boat-related behaviours of cetaceans as a tool for the development of species-specific whale watching guidelines. Poster presented at the 17th Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas, Gran Canaria, March 9-13.

- RITTER, F. (2003b): Interactions of cetaceans with whale watching boats – implications for the management of whale watching tourism. A Report on the Findings of the Research Project M.E.E.R. La Gomera (1995-2001). (Available from: www.m-e-e-r.de).
- RIVAROLA, M., CAMPAGNA, C. & TAGLIORETTE, A. (2001): Demand-driven commercial whalewatching in Península Valdés (Patagonia): Conservation implications for right whales. *Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue) 2*: 145-151.
- ROGERS, C. A., BRUNNICK, B. J., HERZING, D. L. & J. D. BALDWIN (2004): The social structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Bahamas. *Marine Mammal Science 20*(4): 688-708.
- ROHR, J. J., FISH, F. E. & J. W. GILPATRICK (2002): Maximum swim speeds of captive and free-ranging delphinids: Critical analysis of extraordinary performance. *Marine Mammal Science 18*(1): 1-19.
- ROSS, G. J. B. (1977): The taxonomy of bottlenosed dolphins, *Tursiops* sp. in South African waters, with notes on their biology. *Annals of the Cape Provincial Museum of Natural History 11*: 135-194.
- ROSS, G. J. B. & V. G. COCKCROFT (1990): Comments on Australian bottlenose dolphins and the taxonomic status of *Tursiops aduncus* (Ehrenberg, 1832). In “The Bottlenose Dolphin” (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 101-128. Academic Press, San Diego.
- ROSSBACH, K. A. (1999): Cooperative feeding among bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Grand Bahama Island, Bahamas. *Aquatic Mammals 25*(3): 163-167.
- ROSSBACH, K. A. & D. L. HERZING (1999): Inshore and offshore bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) communities distinguished by association patterns near Grand Bahamas Island, Bahamas. *Canadian Journal of Zoology 77*(1): 581-592.
- SAAYMAN, G. S. & C. K. TAYLER (1973): Social organisation of inshore dolphins (*Tursiops aduncus* and *Sousa*) in the Indian Ocean. *Journal of Mammalogy 54*(4): 993-996.
- SAAYMAN, G. S., TAYLER, G. K. & D. BOWER (1973): Diurnal activity cycles in captive and freeranging Indian Ocean bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus* Ehrenburg) *Behaviour 44*: 212-233.
- SALDEN, D. R. (1988): Humpback whales encounter rates offshore of Maui, Hawaii. *Journal of Wildlife Management 52*(2): 301-304.
- SAMUELS, A. & L. BEJDER (1998): Habitual interaction between humans and wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Panama City Beach, Florida. Marine Mammal Commission, Silver Spring, Maryland.
- SAMUELS, A. & P. TYACK (2000): Flukeprints. A history of studying cetaceans societies. In “Cetacean Societies. Field Studies of Dolphins and Whales” (Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. & H. Whitehead, eds.), pp 9-44. University of Chicago Press, Chicago.
- SAMUELS, A., BEJDER, L. & S. HEINRICH (2003): A review of swimming with wild cetaceans with a special focus on the Southern Hemisphere. In “Marine Mammals: Fisheries, Tourism and Management Issues” (Gales, H., Hindell, M & R. Kirkwood, eds.), pp 277-303. CSIRO Publishing, Collingwood.
- SCARPACI, C., BIGGER, S. W., CORKERON, P. J. & D. NUGEGODA (2000): Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase whistling in the presence of ‘swim-with-dolphin’ tour operations. *Journal of Cetacean Research and Management 2*(3): 183-185.
- SCHEIDAT, M. (2001): Abundance, habitat use, behaviour and management of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Machalilla National Park, Ecuador. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.

- SCHNEIDER, K., BAIRD, R. W., DAWSON, S., VISSER, I. & S. CHILDERHOUSE (1998): Reactions of bottlenose dolphins to tagging attempts using a remotely-deployed suction-cup tag. *Marine Mammal Science* 14(2): 316-324.
- SCOTT, E. M., MANN, J., WATSON-CAPPS, J. J., SARGEANT, B. L. & R. C. CONNOR (2005): Aggression on bottlenose dolphins: Evidence for sexual coercion, male-male competition, and female tolerance through analysis of tooth-rake marks and behaviour. *Behaviour* 142: 21-44.
- SCOTT, M. D. & S. J. CHIVERS (1990): Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 387-402. Academic Press, San Diego.
- SCOTT, M. D., WELLS, R. S. & A. B. IRVINE (1990a): A long-term study of bottlenose dolphins on the west coast of Florida. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 235-244. Academic Press, San Diego.
- SCOTT, M. D., WELLS, R. S., IRVINE, A. B. & B. R. MATE (1990b): Tagging and marking studies on small cetaceans. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 489-514. Academic Press, San Diego.
- SEA WATCH FOUNDATION (2003): New Dolphin Code of Conduct, UK. (available from: www.seawatchfoundation.org.uk).
- SEKIGUCHI, Y. & S. KOHSHIMA (2003): Resting behaviors of captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Physiology & Behaviors* 79: 643-653.
- SELTMANN, R. (2005): Whale Watching und mariner Ökotourismus. Fachhochschule Eberswalde. Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz, Eberswalde.
- SERNATUR (1999): Guía de pesca deportiva de Mar – descripción de las especies. Servicio Nacional de Turismo-Chile. Multimedia & Internet Services (www.regiondecoquimbo.cl/region/spanish/gp-es/gp-es-07.htm).
- SHAFFER, S. A., COSTA, D. P., WILLIAMS, T. M. & S. H. RIDGWAY (1997): Diving and swimming performance of white whales, *Delphinapterus leucas*: An assesment of plasma lactate and blood gas levels and respiratory rates. *Journal of Experimental Biology* 200: 3091-3099.
- SHANE, S. H. (1977): The population biology of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Aransas Pass area of Texas. MSc. thesis. Texas A&M University, College Station.
- SHANE, S. H. (1980): Occurrence, movements, and distribution of bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Southern Texas. *Fishery Bulletin* 78(3): 593-601.
- SHANE, S. H. (1990a): Behavior and ecology of the bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. In "The bottlenose dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds), pp 245-265. Academic Press, San Diego.
- SHANE, S. H. (1990b): Comparison of bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds), pp 541-558. Academic Press, San Diego.
- SHANE, S. H. (2004): Residence patterns, group characteristics, and association patterns of bottlenose dolphins near Sanibel Island, Florida. *Gulf of Mexico Science* 1: 1-12.
- SHANE, S. H., WELLS, R. S. & B. WÜRSIG (1986): Ecology, behaviour, and social organization of the bottlenose dolphin: A review. *Marine Mammal Science* 2: 34-63.
- SHOA (1997): Atlas Hidrográfico de Chile. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 5ª Edición. Carta N° 302.
- SIEBER, H. & L. HUBER (1980): *Mathematische Formeln*. Ernst Klett, Stuttgart.

- SILBER, G. K. & D. FERTL (1995): Intentional beaching by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Colorado River Delta, Mexico. *Aquatic Mammals* 21(3): 183-186.
- SILBER, G. K., NEWCOMER, M. W., SILBER, P. C., PÉREZ-CORTÉS, H. & G. M. ELLIS (1994): Cetaceans of the northern Gulf of California: Distribution, occurrence, and relative abundance. *Marine Mammal Science* 10(3): 283-298.
- SIMOES-LOPES, P. C. & M. E. FABIAN (1999): Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 16(4): 1017-1024.
- SLIJPER, E. J. (1962): Behaviour. In "Whales" (Slijper, E. J., ed.), pp 179-201. Hutchinson & Co. LTD, London.
- SLOOTEN, E. (1994): Behavior of Hector's dolphin: Classifying behavior by sequence analysis. *Journal of Mammology* 75(4): 956-964.
- SMOLKER, R. A., RICHARDS, A. F., CONNOR, R. C., MANN, J. & P. BERGGREN (1997): Sponge carrying by dolphins (Delphinidae, *Tursiops* sp.): A foraging specialization involving tool use? *Ethology* 103: 454-465.
- SMOLKER, R. A., RICHARDS, A. F., CONNOR, R. C. & J. W. PEPPER (1992): Sex differences in patterns of associations among Indian Ocean bottlenose dolphins. *Behaviour* 123(1-2): 38-69.
- SMULTEA, M. A. (1994): Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with a calf in coastal habitat near the island of Hawaii. *Canadian Journal of Zoology* 72: 805-811.
- SOKAL, R. R. & F. J. ROHLFS (1995): *Biometry*. 3rd edition. W. H. Freeman and Company, New York.
- STAFNE, G. M. & P. R. MANGER (2004): Predominance of clockwise swimming during rest in Southern Hemisphere dolphins. *Physiology & Behavior* 82: 919-926.
- STANILAND, I. J., REID, K. & I. L. BOYD (2004): Comparing individual and spatial influences on foraging behaviour in Antarctic fur seals *Arctocephalus gazella*. *Marine Ecology Progress Series* 275: 263-274.
- STEINER, A. & M. BOSSLEY (2005): Patterns of fin changes in an inshore bottlenose dolphin population in Adelaide, Australia: Implications for Photo-Identification. Poster presented at the 19th Annual Conference of the European Cetacean Society, La Rochelle, France, April 2-7.
- STEWART, B. S. (2002): Diving behavior. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 333-339. Academic Press, San Diego.
- STONE, G. S. & A. YOSHINAGA (2000): Hector's dolphin *Cephalorhynchus hectori* calf mortalities may indicate new risks from boat traffic and habituation. *Pacific Conservation Biology* 6: 162-170.
- STONE, G. S., BROWN, J. & A. YOSHINAGA (1995): Diurnal movement patterns of Hector's dolphin as observed from clifftops. *Marine Mammal Science* 11(3): 395-402.
- STONE, G. S., GOODYEAR, J. D., HUTT, A. & A. YOSHINAGA (1994): A new non-invasive tagging method for studying wild dolphins. *Marine Technology Society Journal* 28: 11-16.
- STONE, G. S., KATONA, S. K., MAINWARING, A., ALLEN, J. M. & H. D. CORBETT (1992): Respiration and surfacing rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) observed from a lighthouse tower. *Report of the International Whaling Commission* 42: 739-745.
- STRUHSAKER, T. T. & L. LEYLAND (1979): Socioecology of five sympatric monkey species in the Kibale forest, Uganda. *Advances in the Study of Behavior* 9: 159-228.
- SUMICH, J. L. (1983): Swimming velocities, breathing patterns, and estimated costs of locomotion in migrating gray whales, *Eschrichtius robustus*. *Canadian Journal of Zoology* 61(3): 647-652.

- SURYAN, R. M. & J. T. HARVEY (1999): Variability in reactions of Pacific harbor seals, *Phoca vitulina richardsi*, to disturbance. *Fishery Bulletin* 97: 332-339.
- SYKES, R., ALLEN, J. & C. OWENS (2003): Factors influencing the seasonal distribution of sightings of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the Dorset coast. Poster presented at the 17th Annual Conference of the European Cetacean Society, Las Palmas, Gran Canaria, March 9-13.
- TANAKA, S. (1987): Satellite radio tracking of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53: 1327-1338.
- TANAKA, S., TAKAO, K. & N. KATO (1987): Tagging techniques for bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 53(8): 1317-1325.
- TAVOLGA, M. C. (1966): Behavior of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*): Social interactions in a captive colony. In "Whales, Dolphins, and Porpoises" (Norris, K. S., ed.), pp 718-730. University of California Press, Berkeley.
- TAVOLGA, M. C. & F. S. ESSAPIAN (1957): The behavior of the bottle-nosed dolphin (*Tursiops truncatus*): Mating, pregnancy, parturition and mother-infant behavior. *Zoologica* 42: 11-31.
- TAYLER, C. K. & G. S. SAAYMAN (1972): The social organisation and behaviour of dolphins (*Tursiops truncatus*) and baboons (*Papio ursinus*): some comparisons and assessment. *Annals of the Cape Provincial Museum (Natural History)* 9: 11-49.
- TERRY, R. P. (1984): Intergeneric behavior between *Sotalia fluviatilis guianensis* and *Tursiops truncatus* in captivity. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 49: 290-299.
- THORPE, W. H. (1963): *Learning and Instinct in Animals*. 2nd edition. Methuen and Co. Ltd, London.
- TOLLEY, K. A., READ, A. J., WELLS, R. S., URIAN, K. W., SCOTT, M. D., IRVINE, A. B. & A. A. HOHN (1995): Sexual dimorphism in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Sarasota, Florida. *Journal of Mammalogy* 76(4): 1190-1198.
- TORRES, L. G., ROSEL, P. E., D'AGROSA, C. & A. J. READ (2003): Improving management of overlapping bottlenose dolphin ecotypes through spatial analysis and genetics. *Marine Mammal Science* 19(3): 502-514.
- TUCK, G. S. & H. HEINZEL (1980): *Die Meeresvögel der Welt. Ein Taschenbuch für Ornithologen und Naturfreunde*. Verlag Paul Parey, Hamburg.
- TUCKER, M. (1989): *Whales and Whale Watching in Australia*. Australian National Parks and Wildlife Service, Canberra.
- TUKEY, W. (1977): *Exploration data analysis*. Addison-Westley Publishing Co, Reading.
- TYACK, P. (1976): Patterns of vocalization in wild *Tursiops truncatus*. Senior thesis. Harvard University, Cambridge.
- TYACK, P. (1988): Avoidance characteristics of bowhead whales and migrating gray whales. In "Proceedings of the Workshop to Review and Evaluate Whale Watching Programs and Management Needs, Monterey, California, November 14-16", p 14. Center for Marine Conservation, Washington, DC, and the National Marine Fisheries Service, Silver Spring.
- TYACK, P. L. (2002): Behavior, overview. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. F., Würsig, B. & G. M. Thewissen, eds.) pp. 87-94. Academic Press, San Diego.
- VAN PARIJS, S. M. & P. CORKERON (2001): Boat traffic affects the acoustic behaviour of Pacific humpback dolphins, *Sousa chinensis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 81(3): 533-538.
- VIDELER, J. & P. KAMMERMANS (1985): Differences between upstroke and downstroke in swimming dolphins. *Journal of Experimental Biology* 119: 265-274.

- WALKER, J. L., POTTER, C. W. & S. A. MACKO (1999): The diets of modern and historic bottlenose dolphin populations reflected through stable isotops. *Marine Mammal Science* 15(2): 335-350.
- WAPLES, D. M. (1995): Activity budgets of free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. MSc. thesis. University of California, Santa Cruz.
- WATKINS, W. A. (1981): Reactions of three species of whales *Balaenoptera physalus*, *Megaptera novaeangliae*, and *Balaenoptera edeni* to implanted radio tags. *Deep-Sea Research* 28A(6): 589-599.
- WATKINS, W. A. (1986): Whale reactions to human activities in Cape Cod Waters. *Marine Mammal Science* 2(4): 251-262.
- WATKINS, W. A., MOORE, K., WARTZOK, D. & J. H. JOHNSON (1981): Radio tracking of finback (*Balaenoptera physalus*) and humpback (*Megaptera novaeangliae*) whales in Prince William Sound, Alaska. *Deep-Sea Research* 28A(6): 577-588.
- WEDEKIN, L. L., DAURA-JORGE, F. G. & P. C. SIMÕES-LOPES (2004): An aggressive interaction between bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and estuarine dolphins (*Sotalia guianensis*) in Southern Brazil. *Aquatic Mammals* 30(3): 391-397.
- WEIGLE, B. (1990): Abundance, distribution and movements of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Lower Tampa Bay, Florida. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 12): 195-201.
- WEIHS, D. (2002): Dynamics of dolphin porpoising revisited. *Integrative and Comparative Biology* 42: 1071-1078.
- WEIHS, D. & P. W. WEBB (1984): Optimal avoidance and evasion tactics in predator-prey interactions. *Journal of Theoretical Biology* 106: 189-206.
- WEINRICH, M (1988): Guidelines: How well do they work for whales and whale watchers? In "Proceedings of the Workshop to Review and Evaluate Whale Watching Programs and Management Needs, Monterey, California, November 14-16", p 15. Center for Marine Conservation, Washington, DC, and the National Marine Fisheries Service, Silver Spring.
- WELLER, D. W. (1998): Global and regional variation in the biology and behavior of bottlenose dolphins. PhD. dissertation, Texas A&M University, College Station.
- WELLS, R. S. (1991): The role of long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community. In "Dolphin Societies, Discoveries and Puzzles" (Pryor, K. & K. S. Norris, eds.), pp 199-225. University of California Press, Berkeley.
- WELLS, R. S. (1992): The marine mammals of Sarasota Bay. In "Sarasota Bay: 1992 Framework for Action", pp 9.1-9.23. Sarasota Bay National Estuary Program, 5333 N. Tamiami Trail, Suite 104, Sarasota, Florida 34234.
- WELLS, R. S. & M. D. SCOTT (1997): Seasonal incidence of boat strikes on bottlenose dolphins near Sarasota, Florida. *Marine Mammal Science* 13(3): 475-480.
- WELLS, R. S., BONESS, D. J. & G. B. RATHBUN (1999a): Behavior. In "Biology of Marine Mammals" (Reynolds III, J. E. & S. A. Rommel, eds.), pp 324-422. Smithsonian Institution Press, Washington.
- WELLS, R. S., IRVINE, A. B. & M. D. SCOTT (1980): The social ecology of inshore odontocetes. In "Cetacean Behavior. Mechanisms & Functions" (L. H. Herman, ed.), pp 263-317. John Wiley and Sons, New York.
- WELLS, R. S., RHINEHART, H. L., CUNNINGHAM, P., WHALEY, J., BARAN, M., KOBERNA, C. & D. COSTA (1999b): Long distance offshore movements of bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science* 15(4): 1098-1114.

- WELLS, R. S., SCOTT, M. D. & A. B. IRVINE (1987): The social structure of free ranging bottlenose dolphins. In "Current Mammalogy", Vol. 1 (Genoways, H. H., ed.), pp 247-305. Plenum Press, New York.
- WHITE, G. C. & R. A. GARROTT (1990): Analysis of Wildlife Radio-Tracking Data. Academic Press, New York.
- WHITEHEAD, H. (1985): Why whales leap. *Scientific American* 252(3): 70-75.
- WHITEHEAD, H. (2002): Breaching. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 162-164. Academic Press, San Diego.
- WHITEHEAD, H. & J. MANN (2000): Female reproductive strategies of cetaceans: Life histories and calf care. In "Cetacean Societies: Field Studies of Dolphins and Whales" (Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. & H. Whitehead, eds.), pp 219-246. University of Chicago Press, London.
- WILLIAMS, R., BAIN, D. E., FORD, J. K. B. & A. W. TRITES (2002a): Behavioural responses of male killer whales to a 'leapfrogging' vessel. *Journal for Cetacean Research Management* 4(3): 305-310.
- WILLIAMS, R., TRITES, A. W. & D. E. BAIN (2002b): Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. *Journal of Zoology* 256: 255-270.
- WILLIAMS, R. M. (1999): Behavioural responses of killer whales to whale watching: opportunistic observations and experimental approaches. MSc. thesis. University of British Columbia. (Available from: <http://www.marinemammal.org/pub.htm>).
- WILLIAMS, T. M., FRIEDL, W. A., FONG, M. L., YAMADA, R. M., SEDIVY, P. & J. E. HAUN (1992): Travel at low energetic cost by swimming and wave-riding bottlenose dolphins. *Nature* 355: 821-823.
- WILLIAMS, T. M., FRIEDL, W. A. & J. E. HAUN (1993a): The physiology of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): heart rate, metabolic rate and plasma lactate concentration during exercise. *Journal of Experimental Biology* 179(1): 31-46.
- WILLIAMS, T. M., FRIEDL, W. A., HAUN, J. E. & N. K. CHUN (1993b): Balancing power and speed in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Symposium of the Zoological Society London* 66: 383-394.
- WILSON, B. (1994): Behavioural data analysis. In "Proceedings of the Workshop: Methods for the study of bottlenose dolphins" (Notarbartolo di Sciarra, G., Evans, P. G. H. & E. Politi, eds.), pp 16-18. ECS Newsletter No. 23 (Special Issue), 8th Annual Meeting of the European Cetacean Society, Montpellier, March 3.
- WILSON, B., HAMMOND, P. S. & P. S. THOMPSON (1999): Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications* 9(1): 288-300.
- WILSON, D. S. (1975): A theory of group selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 72: 143-146.
- WILSON, E. B. (1927): Probable inference, the law of succession, and statistical inference. *Journal of the American Statistical Association* 22: 209-212.
- WILSON, R. P., CULIK, B., DANFELD, R. & D. ADELUNG (1991): People in Antarctica – How much do Adélie penguins *Pygoscelis adeliae* care? *Polar Biology* 11: 363-370.
- WITTGE, H. (1971): Einführung in die Vermessungstechnik. 4. Auflage der Geodätischen Briefe. Ferdinand Dümmlers Verlag, Bonn.

- WOOD, F. G. JR. (1953): Underwater sound production and concurrent behavior of captive porpoise, *Tursiops truncatus* and *Stenella plagidon*. Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean 3: 120-133.
- WOODCOCK, A. H. (1948): The swimming of dolphins. Nature (Lond.) 161: 602.
- WOODCOCK, A. H. & A. F. MCBRIDE (1951): Wave-riding dolphins. Journal of Experimental Biology 28: 215-217.
- WORTHY, G. A. J. (1990): Nutritional energetics of marine mammals. In "CRC Handbook of Marine Mammal Medicine: Health, Disease, and Rehabilitation" (Dierauf, L. A., ed.), pp 489-520. CRC Press, Boca Raton.
- WÜRSIG, B. (1978): Occurrence and group organization of Atlantic bottlenose porpoises (*Tursiops truncatus*) in an Argentine bay. Biological Bulletin 154: 348-359.
- WÜRSIG, B. (1986): Delphinid foraging strategies. In "Dolphin Cognition and Behavior: A Comparative Approach" (Schustermann, R. J., Thomas, J. A. & F. G. Woods, eds.), pp 347-359. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- WÜRSIG, B. (1989): Cetaceaens. Science 244: 1550-1557.
- WÜRSIG, B. (2002a): Bow-riding. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 131-133. Academic Press, San Diego.
- WÜRSIG, B. (2002b): Leaping behavior. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 689-692. Academic Press, San Diego.
- WÜRSIG, B. (2002c): Playful behavior. In "Encyclopedia of Marine Mammals" (Perrin, W. E., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 942-945. Academic Press, San Diego.
- WÜRSIG, B. & G. HARRIS (1990): Site and association fidelity in bottlenose dolphins off Argentina. In "The Bottlenose Dolphin" (Leatherwood, S. & R. R. Reeves, eds.), pp 361-365. Academic Press, San Diego.
- WÜRSIG, B. & T. A. JEFFERSON (1990): Methods of photo-identification for small cetaceans. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 12: 43-52.
- WÜRSIG, B. & W. J. RICHARDSON (2002): Noise, Effects of. In "Encyclopedia of marine mammals" (Perrin, W. F., Würsig, B. & J. G. M. Thewissen, eds.), pp 794-802. Academic Press, San Diego.
- WÜRSIG, B. & M. WÜRSIG (1977): The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). Science 198: 755-756.
- WÜRSIG, B. & M. WÜRSIG (1979): Behaviour and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the south Atlantic. Fishery Bulletin 77: 399-412.
- WÜRSIG, B. & M. WÜRSIG (1980): Behaviour and ecology of the dusky dolphin, *Lagenorhynchus obscurus*, in the South Atlantic. Fishery Bulletin 77 (4): 871-890.
- WÜRSIG, B. & M. WÜRSIG (2003): Being with dolphins. In „Between Species: Celebrating the Dolphin-Human Bond“ (Frohoff, T. & B. Peterson, eds.), pp 49-55. Sierra Club Books, San Francisco.
- WÜRSIG, B., CIPRIANO, F., SLOOTEN, E., CONSTANTINE, R., BARR, K. & S. YIN (1997): Dusky dolphins (*Lagenorhynchus obscurus*) off New Zealand: Status of present knowledge. Report of the International Whaling Commission. 47: 715-722.
- WÜRSIG, B., CIPRIANO, F. & M. WÜRSIG (1991): Dolphin movements: information from radio and theodolite tracking studies. In "Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles" (Pryor, K. & K. S. Norris, eds.), pp 79-111. University of California Press, Berkeley.
- WÜRSIG, B., SPENCER, K. L., JEFFERSON, T. A. & K. D. MULLIN (1998): Behaviour of cetaceans in the northern Gulf of Mexico relative to survey ships and aircraft. Aquatic Mammals 24(1): 41-50.

-
- YAZDI, P. (1995): Verhalten des Großen Tümmlers (*Tursiops truncatus*) im Alter von 18 Monaten im Delfinarium des Tiergartens Nürnberg. Semesterarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- YAZDI, P. (1998): Energiebedarf trainierter Großer Tümmler (*Tursiops truncatus*) bei verschiedenen Aktivitäten. Diplomarbeit. Christian-Albrechts-Universität, Kiel.
- YAZDI, P. (2002): A possible hybrid between the dusky dolphin (*Lagenorhynchus obscurus*) and the southern right whale dolphin (*Lissodelphis peronii*). *Aquatic Mammals* 28(2): 211-217.
- YAZDI, P., KILIAN, A. & B. M. CULIK (1999): Energy expenditure of swimming bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Biology* 134: 601-607.
- YIN, S. E. (1999): Movement patterns, behaviors, and whistle sounds of dolphin groups off Kaikoura, New Zealand. MSc. thesis. Texas A&M University.

9 Anhang

A.1 Fotoidentifikation

Alle Aufnahmen entstanden zwischen dem 16.12.2000 und 4.4.2001 vor der Insel Choros (Kap. 2.1.2).



Abb. A.1.1: ID # 1 „Marcos“



Abb. A.1.2: ID # 2



Abb. A.1.3: ID # 3

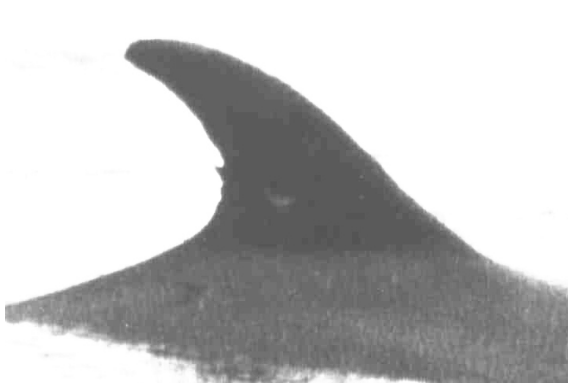


Abb. A.1.4: ID # 4



Abb. A.1.5: ID # 5



Abb. A.1.6: ID # 6



Abb. A.1.7: ID # 7

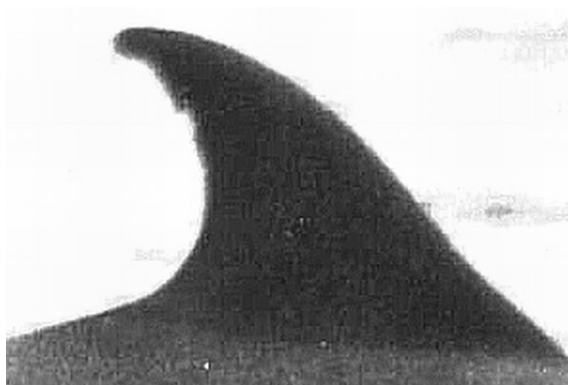


Abb. A.1.8: ID # 8



Abb. A.1.9: ID # 9



Abb. A.1.10: ID # 10

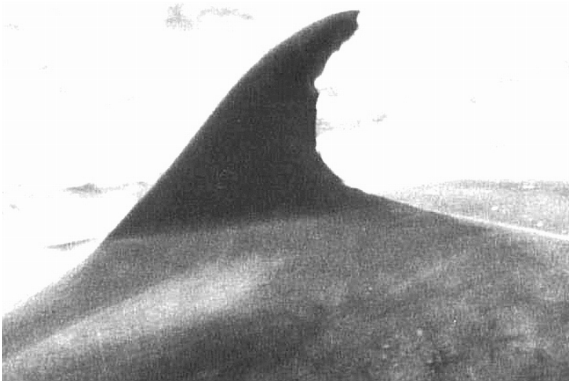


Abb. A.1.11: ID # 11



Abb. A.1.12: ID # 12



Abb. A.1.13: ID # 13



Abb. A.1.14: ID # 14



Abb. A.1.15: ID # 15



Abb. A.1.16: ID # 16



Abb. A.1.17: ID # 17

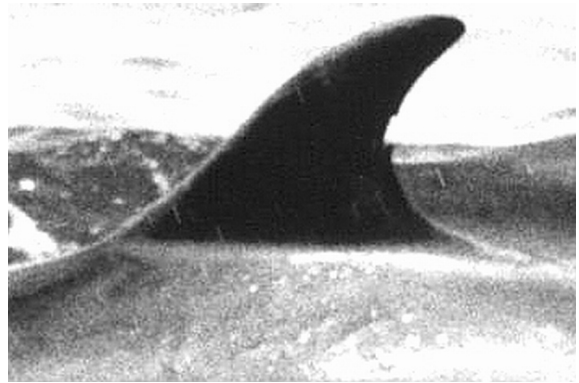


Abb. A.1.18: ID # 18



Abb. A.1.19: ID # 19

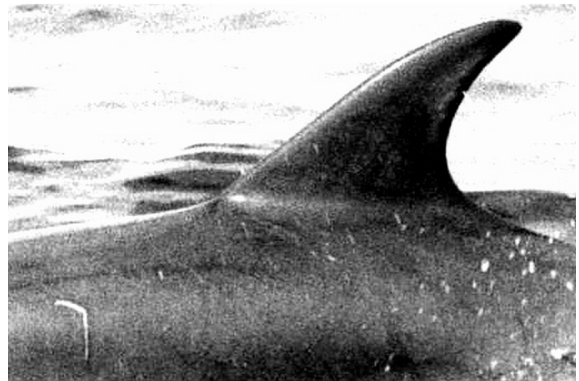


Abb. A.1.20: ID # 20

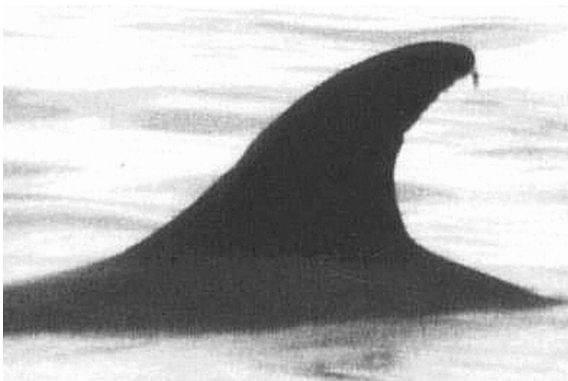


Abb. A.1.21: ID # 21



Abb. A.1.22: ID # 22



Abb. A.1.23: ID # 23



Abb. A.1.24: ID # 24

A.2 Tourismusboote vor der Insel Choros

Tab. A.2.1: Liste der Boote (n=43), die die Großen Tümmeler in der Beobachtungszeit zwischen dem 23.1.2001 und 29.3.2001 vor der Südspitze der Insel Choros besucht haben. (* = Boote ohne Zulassung für Personenbeförderung).

Name des Bootes	Nummer des Bootes	Zugelassene Anzahl der Passagiere	Firma des Motors	Motorenstärke [PS]
Argos	700	8		
Aquaman	1464	8	Suzuki	40
Azul Profundo	1213	6	Suzuki	25
Blanco*				
Chico Hernan	LOS-631	6	Yamaha	15
Corazón Valiente*	1630		Yamaha	25
Cotato Chico	692	8	Yamaha	25
Crazy	35			
Don Celos*			Evinrudi	25
Dragon del Mar	47	8	Suzuki	25
Econauta (CONAF)			Yamaha	40
El Delfín	1498	8	Suzuki	25
El Ganlanzote	48	8		
El Marea Baja	893	6		
El Matute	778	8		
El Peluson	1488	8		
El Venao	999	6		
El Viejo	104	8		55
Enlariz*	833			
Genesis	139	10	Yamaha	40
Gravedad cero*	1638		Evinrudi	55
Jackson	1465	10	Yamaha	40
Jehova*	1048			
Luis Alejandro	605	8		
Madelay*	844			
Maikool	1486	8	Suzuki	25
Moicano	1527	10	Yamaha	40
Mr. Robinson*	1480			55
Procuac*				
Punta Brava*				
Regreso del Lider			Mariner	15
Rodolfito	44	7	Suzuki	25
Santa Alicia	29	8		
Schlomyt	1487	8	Suzuki	25
Siempre estoy ahí	45	6		
Sobia Blanco*				
Sobia Blanco Chico*				
Sobia Negro*				
Tiburón*				
Tío Dogui	1398	10	Johnson	25
Todo por Ella	1388	8		
Tormenta	21	8	Evinrudi	25
Zodiac negro*			Evinrudi	55

A.3 Beaufort-Skala

Tab. A.3.1: Beaufort-Skala nach Petersen; international eingeführt seit 1939.

Beaufort	Windgeschw. [km h ⁻¹]	Auswirkungen des Windes auf die See nach Petersen
0	<1	Spiegelglatte See
1	1-5	Kleine, schuppenförmig aussehende Kräuselwellen ohne Schaumköpfe
2	6-11	Kleine, noch kurze, aber ausgeprägtere Wellen; Kämme sehen glasig aus und brechen sich nicht
3	12-19	Kämme beginnen sich zu brechen; Schaum überwiegend glasig; ganz vereinzelt können kleine weiße Schaumköpfe auftreten
4	20-28	Wellen noch klein, aber länger; weiße Schaumköpfe treten schon ziemlich verbreitet auf
5	29-38	Mäßige Wellen, die eine ausgeprägte lange Form annehmen; überall weiße Schaumkämme; ganz vereinzelt kann schon Gischt vorkommen
6	39-49	Bildung großer Wellen beginnt; Kämme brechen und hinterlassen größere weiße Schaumflächen; etwas Gischt
7	50-61	See türmt sich; der beim Brechen entstehende weiße Schaum beginnt sich in Streifen in die Windrichtung zu legen
8	62-74	Mäßig hohe Wellenberge mit Kämmen von beträchtlicher Länge; von den Kanten der Kämme beginnt Gischt abzuwehen; Schaum legt sich ausgeprägt in die Windrichtung
9	75-88	Hohe Wellenberge; dichte Schaumstreifen in Windrichtung; „Rollen“ der See beginnt; Gischt kann die Sicht schon beeinträchtigen
10	89-102	Sehr hohe Wellenberge mit langen überbrechenden Kämmen; See weiß durch Schaum; schweres stoßartiges „Rollen“ der See; Sicht durch Gischt beeinträchtigt
11	103-117	Außergewöhnlich hohe Wellenberge
12	>118	Luft mit Schaum und Gischt angefüllt; See vollständig weiß; Sicht sehr stark herabgesetzt; jede Fernsicht hört auf

Der englische Admiral Sir Francis Beaufort (1774-1857) entwickelte im Jahre 1806 die nach ihm benannte Windskala, um die verschiedenen Windstärken ohne Messgerät nach optischen Anzeichen der See zu bestimmen. Der deutsche Kapitän Peter Petersen erweiterte die Beaufort-Skala, die 1939 international eingeführt wurde. Sie enthielt nicht nur die allgemein gültige Beobachtervorschrift, sondern auch die ermittelten Windgeschwindigkeitswerte zu den einzelnen Stufen (Quelle: <http://servex.physik.uni-ulm.de>).

A.4 Ergebnisse der statistischen Tests

Tab. A.4.1: Statistischer Vergleich der Verhaltensänderungsraten von verschiedenen Gruppen (Kap. 3.3.1) anhand des Mann-Whitney U-Tests. Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/3=0,0167$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich der Gruppen	Z	p
ohne Boote – ferne Boote	-0,255	0,789
ohne Boote – nahe Boote	2,926	0,0034
ferne Boote – nahe Boote	2,770	0,0056

Tab. A.4.2: Statistischer Vergleich der aufgetretenen Verhaltenssequenzen (Kap. 3.3.2) ohne Anwesenheit von Booten (n=33 Sequenzen). Z-Werte berechnet nach Formel 2.10, Kap. 2.5.2; fettgedruckte z-Werte (>1,96, bzw. <-1,96) sind signifikant.

Verhaltenssequenzen	z	Verhaltenssequenzen	z
Ruhe – Tauchen	1,15	Schnellschwimmen – Ruhe	0,36
Ruhe – Langsames Schw.	2,87	Schnellschwimmen – Tauchen	-0,13
Langsames Schw. – Ruhe	0,46	Schnellschw. – Langsames Schw.	-0,34
Langsames Schw. – Tauchen	-0,86	Schnellschw. – Sozialverhalten	1,04
Langsames Schw. – Schnellschw.	0,66	Sozialverh. – Langsames Schw.	-0,24
Langsames Schw. – Sozialverh.	-0,13	Sozialverhalten – Tauchen	0,36
Tauchen – Langsames Schw.	2,17	Sozialverhalten – Schnellschw.	-0,24
Tauchen – Schnellschwimmen	-1,40	Jagen – Schnellschw.	5,74
Tauchen – Sozialverhalten	0,15		

Tab. A.4.3: Statistischer Vergleich der aufgetretenen Verhaltenssequenzen (Kap. 3.3.2) bei einer Zunahme von fernen Booten (n=13 Sequenzen). Z-Werte berechnet nach Formel 2.9 Kap. 2.5.2; hier sind keine z-Werte signifikant (>1,96, bzw. <-1,96).

Verhaltenssequenzen	z	Verhaltenssequenzen	z
Ruhe – Ruhe	1,37	Tauchen – Langsames Schw.	-0,57
Ruhe – Langsames Schw.	1,46	Tauchen – Tauchen	1,90
Langsames Schw. – Ruhe	1,42	Sozialverh. – Langsames Schw.	0,98
Langsames Schw. – Tauchen	-0,81	Sozialverhalten – Tauchen	0,98
Langs. Schw. – Langs. Schw.	-0,84	Jagen – Tauchen.	1,90

Tab. A.4.4: Statistischer Vergleich der aufgetretenen Verhaltenssequenzen (Kap. 3.3.2) bei konstanter Bootzahl in der Nähe der Delfine (n=19 Sequenzen). Z-Werte berechnet nach Formel 2.10, Kap. 2.5.2; fettgedruckte z-Werte (>1,96, bzw. <-1,96) sind signifikant.

Verhaltenssequenzen	z	Verhaltenssequenzen	z
Ruhe – Tauchen	4,36	Tauchen – Langsames Schw.	0,73
Langsames Schw. – Tauchen	-1,29	Tauchen – Schnellschwimmen	-0,31
Langsames Schw. – Schnellschw.	-2,91	Schnellschw. – Langsames Schw.	4,36
Langsames Schw. – Ruhe	0,05	Sozialverh. – Langsames Schw.	4,36

Tab. A.4.5: Statistischer Vergleich der aufgetretenen Verhaltenssequenzen (Kap. 3.3.2) bei einer Zunahme der Bootzahl in der Nähe der Delfine (n=22 Sequenzen). Z-Werte berechnet nach Formel 2.9, Kap. 2.5.2; fettgedruckte z-Werte (>1,96, bzw. <-1,96) sind signifikant.

Verhaltenssequenzen	z	Verhaltenssequenzen	z
Ruhe – Langsames Schw.	1,50	Tauchen – Tauchen.	2,35
Langs. Schw. – Langs. Schw.	0,75	Tauchen – Langs. Schw.	-1,47
Langsames Schw. – Tauchen	-2,11	Sozialverhalten. – Langs. Schw.	0,06
Langsames Schw. – Schnellschw.	2,04	Sozialverh. – Tauchen	0,45

Tab. A.4.6: Statistischer Vergleich der Schwimmgeschwindigkeiten bei verschiedenen Aktivitäten (Kap. 3.5.1), anhand des Mann-Whitney U-Tests. Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/15=0,003$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich	Z	p	Vergleich	Z	p
Ruhe – Langs. Schw.	-5,238	<0,0001	Langs. Schw. – Jagen	2,170	0,0300
Ruhe – Tauchen	-4,530	<0,0001	Tauchen – Schnellschw.	4,871	<0,0001
Ruhe – Schnellschw.	4,282	<0,0001	Tauchen – Sozialverh.	-2,336	0,0195
Ruhe – Sozialverh.	-3,959	0,0001	Tauchen – Jagen	1,622	0,1049
Ruhe – Jagen	3,273	0,0011	Schnellschw. – Sozialverh.	4,759	<0,0001
Langs. Schw. – Tauchen	-1,431	0,1524	Schnellschw. – Jagen	16,00	0,0005
Langs. Schw. – Schnellschw.	4,722	<0,0001	Sozialverhalten – Jagen	2,221	0,0263
Langs. Schw. – Sozialverh.	1,343	0,1793			

Tab. A.4.7: Statistischer Vergleich von Schwimmgeschwindigkeiten (Kap. 3.5.2) anhand des Mann-Whitney U-Tests. Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/3=0,0167$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich der Gruppen	Z	p
ohne Boote – ferne Boote	-0,264	0,7917
ohne Boote – nahe Boote	2,894	0,0038
ferne Boote – nahe Boote	2,903	0,0037

Tab. A.4.8: Statistischer Vergleich von Schwimmgeschwindigkeiten (Kap. 3.5.2) anhand des Kruskal-Wallis-Tests (df=1). Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni-Holm für 6 Paare: $\alpha/6=0,0083$; $\alpha/5=0,01$; $\alpha/4=0,0125$; $\alpha/3=0,0167$; $\alpha/2=0,025$; $\alpha/1=0,05$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich der Gruppen	H	p
ferne Boote – 3-5 nahe Boote	9,365	0,0022
1 nahes Boot – 3-5 nahe Boote	6,797	0,0091
ferne Boote – 2 nahe Boote	4,759	0,0291
1 nahes Boot – 2 nahe Boote	3,473	0,0624
2 nahe Boote – 3-5 nahe Boote	0,723	0,3949
ferne Boote – 1 nahes Boot	0,605	0,4367

Tab. A.4.9: Statistischer Vergleich der Tauchzeiten (Kap. 3.6.2) anhand des Mann-Whitney U-Tests. Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/3=0,0167$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich der Gruppen	Z	p
ohne Boote – ferne Boote	-0,749	0,4533
ohne Boote – nahe Boote	-4,706	<0,001
ferne Boote – nahe Boote	2,676	0,0075

Tab. A.4.10: Statistischer Vergleich von niedrigen Sprüngen bei verschiedenen Aktivitäten (Kap. 3.7.1) anhand des Kruskal-Wallis-Tests (df=1). Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/3=0,0167$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich der Gruppen	H	p
Langsames Schwimmen – Tauchen	0,714	0,3456
Langsames Schwimmen – Sozialverhalten	14,465	0,0001
Tauchen – Sozialverhalten	28,500	<0,0001

Tab. A.4.11: Statistischer Vergleich von hohen Sprüngen bei verschiedenen Aktivitäten (Kap. 3.7.1) anhand des Kruskal-Wallis-Tests (df=1). Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/10=0,005$. Fettgedruckter p-Wert ist signifikant.

Vergleich	H	p	Vergleich	H	p
Langs. Schw. – Tauchen	0,037	0,7200	Tauchen – Jagen	3,920	0,0026
Langs. Schw. – Schnellschw.	1,659	0,0624	Tauchen – Sozialverh.	3,536	0,0102
Langs. Schw. – Jagen	3,271	0,0096	Schnellschw. – Jagen	0,157	0,6622
Langs. Schw. – Sozialverh.	2,237	0,0477	Schnellschw. – Sozialverh.	0,141	0,6588
Tauchen – Schnellschw.	2,121	0,0263	Sozialverhalten – Jagen	0,955	0,262

Tab. A.4.12: Statistischer Vergleich von Flukenschlägen bei verschiedenen Aktivitäten (Kap. 3.8) anhand des Kruskal-Wallis-Tests (df=1). Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/10=0,005$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich	H	p	Vergleich	H	p
Langs. Schw. – Ruhen	0,104	0,6328	Tauchen – Ruhe	3,329	0,0499
Langs. Schw. – Tauchen	7,452	0,0020	Tauchen – Jagen	0,534	0,4532
Langs. Schw. – Sozialverh.	8,240	0,0012	Sozialverh. – Ruhe	4,064	0,0304
Langs. Schw. – Jagen	4,955	0,0042	Sozialverhalten – Jagen	0,261	0,5994
Tauchen – Sozialverh.	0,622	0,4145	Ruhen – Jagen	2,976	0,0498

Tab. A.4.13: Statistischer Vergleich von Flukenschlägen beim Tauchen (Kap. 3.8) anhand des Kruskal-Wallis-Tests (df=1). Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/3=0,0167$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich der Gruppen	H	p
ohne Boote – ferne Boote	8,251	0,0015
ohne Boote – nahe Boote	0,524	0,4494
ferne Boote – nahe Boote	4,286	0,0118

Tab. A.4.14: Statistischer Vergleich von Flukenschlägen beim Langsamen Schwimmen (Kap. 3.8) anhand des Kruskal-Wallis-Tests ($df=1$). Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/3=0,0167$. Fettgedruckter p-Wert ist signifikant.

Vergleich der Gruppen	H	p
ohne Boote – ferne Boote	0,013	0,8573
ohne Boote – nahe Boote	4,614	0,0104
ferne Boote – nahe Boote	3,641	0,0270

Tab. A.4.15: Statistischer Vergleich von Gruppenformationen (Kap. 3.8.4) anhand des Chi-Quadrat-Tests ($df=1$). Die sehr kompakten und kompakten Gruppen sind zu einer Gruppe sowie die dispersen und sehr dispersen Gruppen zu einer zweiten Gruppe zusammengefasst. Fettgedruckter p-Wert ist signifikant. (Beim Paarvergleich ohne Boote – 1 nahes Boot waren die Voraussetzungen für einen Chi-Quadrat-Test nicht erfüllt).

Vergleich der Gruppen	Yates's X^2	Yate's p
ohne Boote – ferne Boote	0,729	0,3930
ohne Boote – 2-5 nahe Boote	4,686	0,0304

Tab. A.4.16: Statistischer Vergleich von Sprungleistungen bei verschiedenen Aktivitäten (Kap. 3.10.1) anhand des Mann-Whitney U-Tests. Adjustierung des Signifikanzniveaus nach Bonferroni: $\alpha/10=0,005$. Fettgedruckte p-Werte sind signifikant.

Vergleich	Z	p	Vergleich	Z	p
Langs. Schw. – Tauchen	0,718	0,4725	Tauchen – Jagen	2,428	0,0152
Langs. Schw. – Schnell.	0,007	0,9387	Tauchen – Sozialverh.	-5,395	<0,0001
Langs. Schw. – Jagen	1,586	0,1127	Schnellschw. – Jagen	1,134	0,2570
Langs. Schw. – Sozialverh.	-4,133	<0,0001	Schnellschw. – Sozial.	-2,629	0,0086
Tauchen – Schnellschw.	0,528	0,5969	Sozialverhalten – Jagen	-1,111	0,2667

Tab. A.4.17: Statistischer Vergleich von Sprungleistungen zwischen den Bootskategorien (Kap. 3.10.1) anhand des Kruskal-Wallis-Tests. Fettgedruckter p-Wert ist signifikant.

Aktivität	Vergleich der Gruppen	H	df	p
Tauchen	ohne Boote – ferne Boote – nahe Boote	6,099	2	0,0233
Langs. Schwimmen	ohne Boote – ferne Boote – nahe Boote	0,502	2	0,7389
Jagen	ohne Boote – ferne Boote	0,800	1	0,3682
Schnellschwimmen	ohne Boote – ferne Boote – nahe Boote	1,772	2	0,3222
Sozialverhalten	ohne Boote – ferne Boote – nahe Boote	3,355	2	0,1537

A.5 Fallbeispiele

Fallbeispiel 19.2.01 (Scan 10-13)

Abb. A.5.1 bis Abb. A.5.3 zeigen, wie die Annäherung von Booten zum Beenden des Ruhens der Tümmler führte und die Tiere mit einem horizontalen sowie vertikalen Ausweichen reagierten. Um 11:07 erschien ein fernes Boot (Abb. A.5.1), das bei den Tieren jedoch zu keiner Veränderung der Schwimmgeschwindigkeit führte (1). Als 6,4 Minuten später sich zwei Boote im Beobachtungsgebiet aufhielten, ging das Ruhen in Langsames Schwimmen über (2). Ein Delfin sprang ca. 0,8 m aus dem Wasser. Als ein Boot die Delfingruppe erreichte (A), tauchten die Delfine für 67 s (3). Der Bootsführer schaltete den Motor ab, und die Delfine begannen nach dem Auftauchen wieder zu ruhen (4; hellgrün-gestrichelte Linie in Abb. A.5.3).

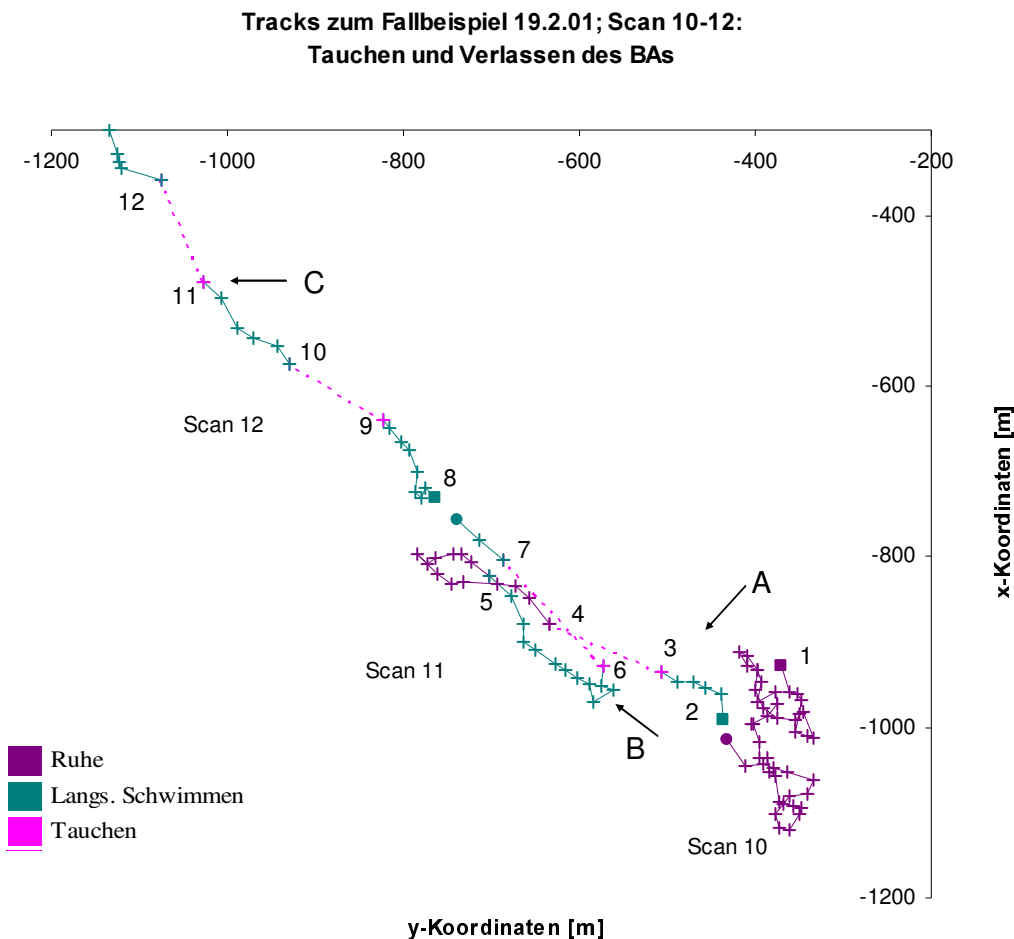


Abb. A.5.1: Tracks zum Fallbeispiel 19.2.01; Scan 10-12; 11:02-11:31 Uhr: Beenden der Ruhe durch Langsames Schwimmen bei zwei fernen Booten; Tauchen und Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets bei Präsenz von 1-3 nahen Booten. Die Pfeile geben die Richtung an, von der sich die Boote näherten; die Buchstaben A, B und C stehen für die Reihenfolge der Bootsannäherung. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. (Gruppengröße Nr. 1-12: 16-20 Delfine; Gruppenformation: Nr. 1-12 kompakt; Anzahl der Sprünge: siehe Text; Fortsetzung des Tracks siehe A.5.2).

Ein drittes Boot (Name: „Gravedad Cero“) fuhr in das Sichtungsfeld und näherte sich den Tümmlern mit hoher Geschwindigkeit. Der Fahrer dieses Schlauchbootes ist bei den Fischern bekannt dafür, sich gegenüber den Tümmlern rücksichtslos zu verhalten. Ich habe selbst beobachtet, wie er stets mit hoher Geschwindigkeit an die Delfingruppe heranfuhr. Die Delfine schwammen schneller und begannen zu tauchen, sobald das Schlauchboot die Gruppe erreichte (6; B). Beim anschließenden Langsam Schwimmen (7) sprangen die Tümmler häufig aus dem Wasser (12-mal in 0,8 m und 2-mal in 4,5 m Höhe). Mit zwei Booten in der Nähe (eines davon „Gravedad Cero“) tauchten die Delfine (9) und schwammen danach langsam (10). Als das dritte Boot die Tiere erreichte (C), tauchten die Delfine für 1,8 Min. (11). Nach dem Auftauchen schwammen sie mit $2,8 \text{ m s}^{-1}$ weiter Richtung Westen und verließen dabei ihr bevorzugtes Aufenthaltsgebiet (12).

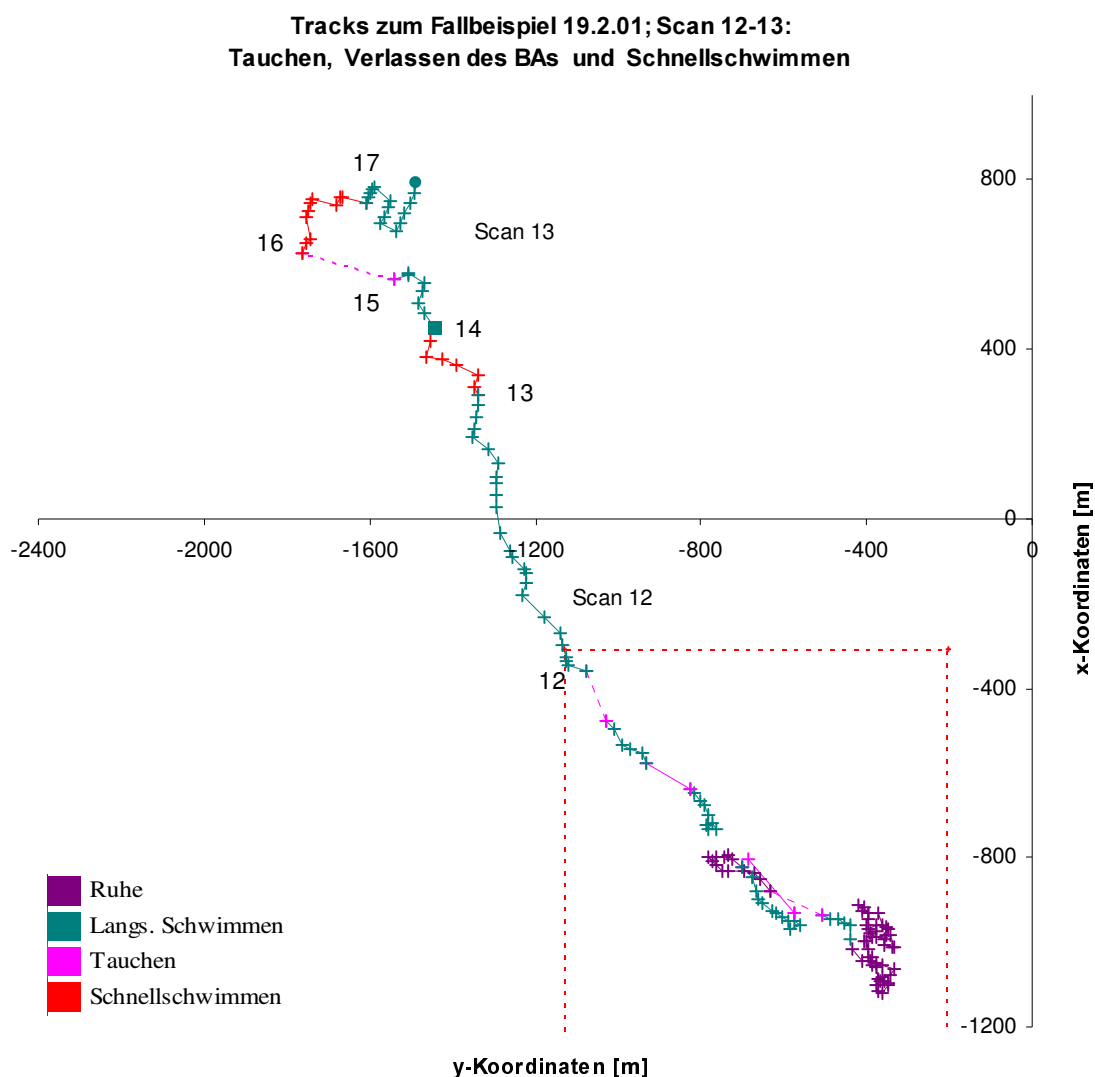


Abb. A.5.2: Tracks zum Fallbeispiel 19.2.01, Scan 10-13; 11:02-11:44 Uhr: Beenden der Ruhe durch Langsames Schwimmen bei zwei fernen Booten; Tauchen, Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets und Schnellschwimmen bei Präsenz von 1-3 nahen Booten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Das Quadrat symbolisiert die erste und der Kreis die letzte Position des Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Grenze des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (Gruppengröße Nr. 12-16: 16-20 Delfine, ab Nr. 16: 10 Delfine; Gruppenformation: Nr. 13: kompakt, Nr. 14-17: sehr dispers; Anzahl der Sprünge: siehe Text).

Die Tümmeler schwammen Richtung Nordwesten und erhöhten dabei ihre Geschwindigkeit auf $3,4 \text{ m s}^{-1}$ (13; Abb. A.5.2; Abb. A.5.3). Die kompakte Delfingruppe wurde nun disperser. Insgesamt befanden sich nun fünf Boote im Beobachtungsgebiet. Drei Boote (eines davon „Gravedad Cero“) verfolgten weiterhin die Tümmeler, die Richtung Nordwesten schwammen (14) und dabei sehr häufig aus dem Wasser sprangen (4-mal in 0,8 m, 22-mal in 1,5 m und 1-mal in 3 m Höhe). Sie tauchten anschließend für 1,8 Min. (15). 10 Delfine trennten sich von der Gruppe und schwammen im Zick-Zack schnell ($6,1 \text{ m s}^{-1}$) in Richtung Norden (16) und zeigten dabei zahlreiche hohe Sprünge (6-mal in 1,5 m, 1-mal in 3 m und 2-mal in 4,5 m Höhe). Nachdem sie zwei Boote „abgehängt“ hatten, schwammen sie wieder langsam (17).

**Zeitprofil zum Fallbeispiel 19.2.01; Scan 10-13:
Tauchen, Verlassen des BAs und Schnellschwimmen**

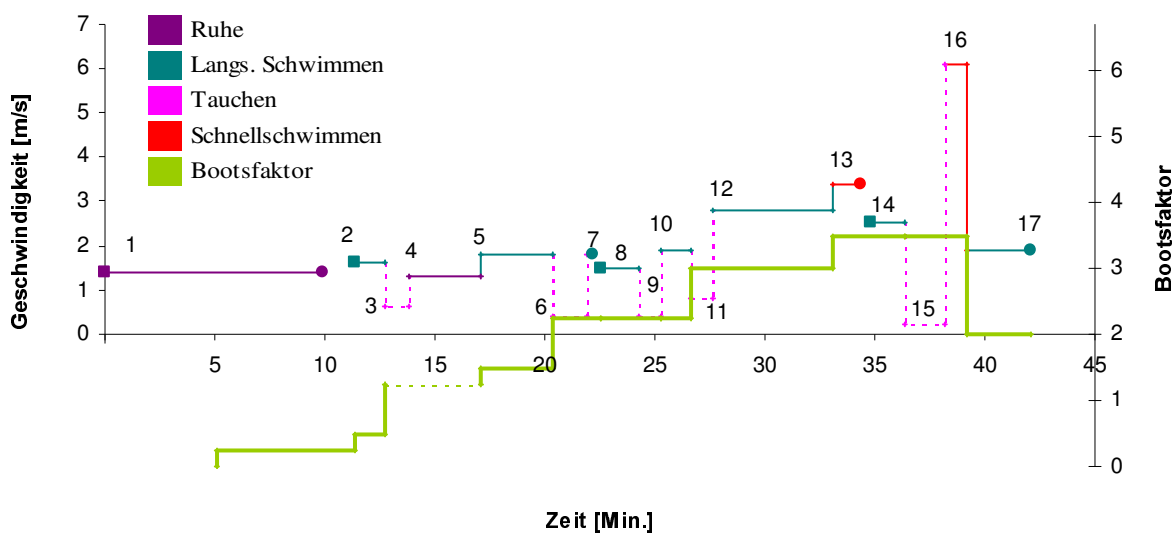


Abb. A.5.3: Zeitprofil zum Fallbeispiel, Scans 10-13: Beenden des Ruheverhaltens durch Langsames Schwimmen, Tauchen bei Annäherung von Booten an die Delfingruppe, Schnellschwimmen bei Anwesenheit von drei nahen Booten. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Bootsfaktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25). Die hellgrün-gestrichelte Linie markiert den Zeitabschnitt, in dem ein nahes Boot anwesend war, der Motor jedoch ausgestellt war.

Fallbeispiel 16.02.01 (Scan 1-3)

Das Fallbeispiel in Abb. A.5.4 und Abb. A.5.5 veranschaulicht, dass schon ein Boot bei Annäherung an die Delfingruppe das Ruheverhalten beenden und zum Schnellschwimmen und Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets führen kann. Zu Beginn war die Gruppe beim Ruhen kompakt (1). Als das Boot die Tümmeler erreichte (A), schwammen diese mit $3,0 \text{ m s}^{-1}$ in Richtung Westen (2). Das Boot folgte den Delfinen, die ihre Geschwindigkeit auf $4,9 \text{ m s}^{-1}$ erhöhten und schnell Richtung Westen schwammen (3; Sprünge: 2-mal in 0,8 m, 1-mal in 1,5 m Höhe). Dabei verließen sie ihr bevorzugtes Aufenthaltsgebiet und wurden dabei disperser (4). Nach 2,1 Min. schwammen sie langsam (5; Sprünge: 4-mal in 0,8 m, 1-mal in 1,5 m Höhe) und das Boot verließ die nun sehr disperse Delfingruppe (B). Die Tümmeler kehrten daraufhin um, formierten sich kompakt und schwammen zum BA genau zur Ausgangsposition dieses Tracks zurück (6-7; Sprünge: 5-mal in 0,8 m, 5-mal in 1,5 m Höhe).

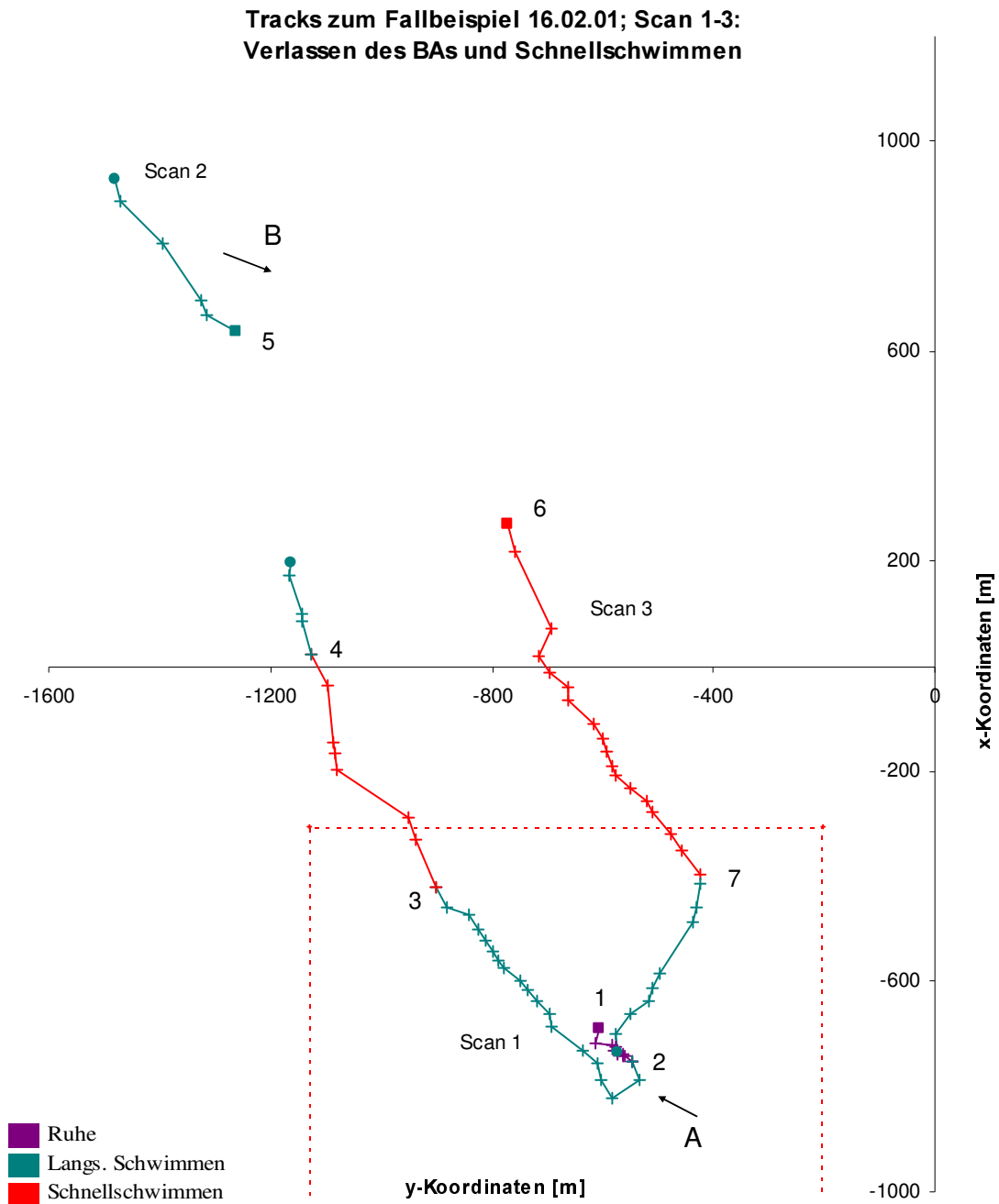


Abb. A.5.4: Tracks zum Fallbeispiel 16.02.01; Scan 1-3; 9:50-10:25 Uhr: Beenden des Ruhens durch Langsames Schwimmen und Schnellschwimmen, Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets (BAs) und anschließende Rückkehr zum BA, nachdem das Boot die Delfingruppe verließ. Die Pfeile geben die Richtung an, von der sich das Boot genähert (A) und wieder entfernt (B) hat. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Grenze des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (Gruppengröße: 11-15 Delfine; Gruppenformation: Nr. 1-3: kompakt; Nr. 4-5: sehr dispers; Nr. 6: dispers, ab Nr. 7: kompakt; 2 Kälber anwesend; Anzahl der Sprünge: siehe Text).

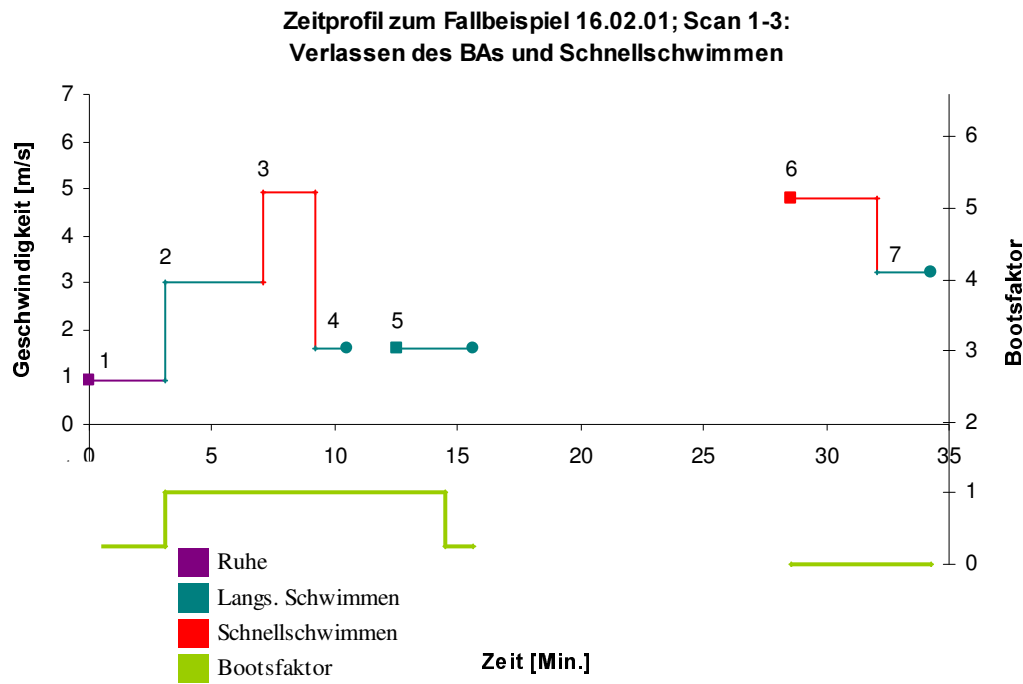


Abb. A.5.5: Zeitprofil zum Fallbeispiel 16.02.01, Scan 1-3: Beenden des Ruhens durch Langsames Schwimmen und Schnellschwimmen bei Annäherung eines Bootes und Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets (BAs). Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Die Lücken kommen durch die Pausen zwischen den Scans zustande. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Bootsfaktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

Fallbeispiel 20.2.01 (Scan 8-9)

Im folgenden Fallbeispiel (Abb. A.5.6; Abb. A.5.7) reagierten die Großen Tümmler schon auf ein fernes Boot mit einer Geschwindigkeitserhöhung. Das anfängliche Ruheverhalten (1) ging in ein Langsames Schwimmen über (2; Sprünge: 8-mal in 0,8 m Höhe). Als das Boot die Delfingruppe erreichte, erhöhten sie ihre Geschwindigkeit auf das 1,5-fache (3). Nach ca. einer Minute schwammen sie wieder langsamer (4; Sprünge: 2-mal in 0,8 m Höhe), tauchten dann aber zweimal (5-7) bis das Boot die Delfingruppe verließ. Die Tiere begannen wieder zu ruhen (8).

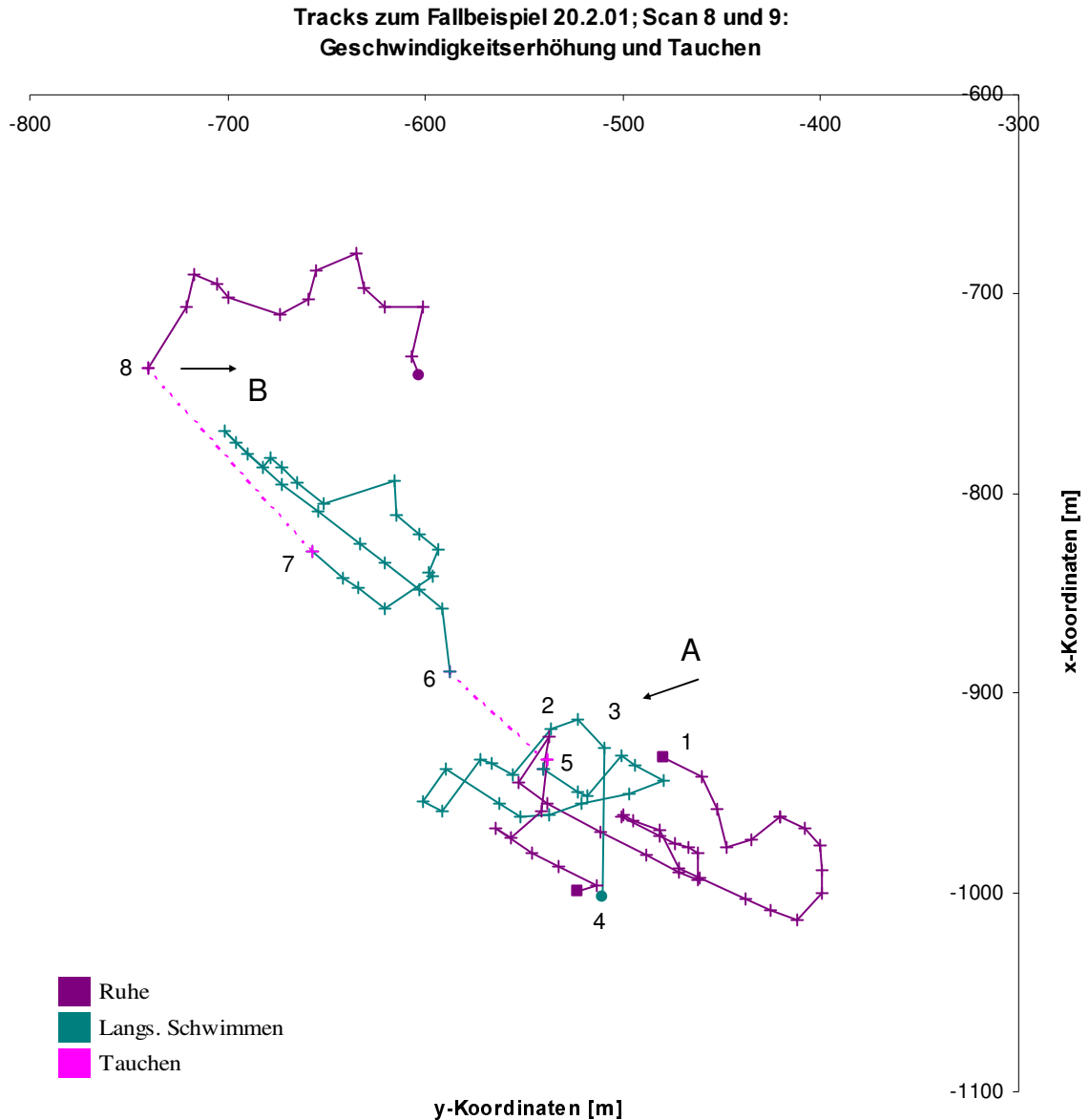


Abb. A.5.6: Tracks zum Fallbeispiel 20.2.01; Scan 8 und 9; 9:11-9:33 Uhr: Beenden des Ruhens, Geschwindigkeitserhöhung und Tauchen bei Annäherung eines Bootes an die Delfingruppe. Die Pfeile geben die Richtung an, aus der sich das Boot genähert (A) und wieder entfernt (B) hat. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der gesamte Track fand innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets statt. (Gruppengröße: 16-20 Delfine; Gruppenformation: Nr. 1-2: sehr kompakt, Nr. 3-8: kompakt, mindestens 1 Kalb anwesend; Sprünge während des Langsamens Schwimmens, Scan 8: 8-mal in 0,8 m; Scan 9: 2-mal in 0,8 m Höhe).

Zeitprofil zum Fallbeispiel 20.2.01; Scan 8 und 9:
Geschwindigkeitserhöhung und Tauchen

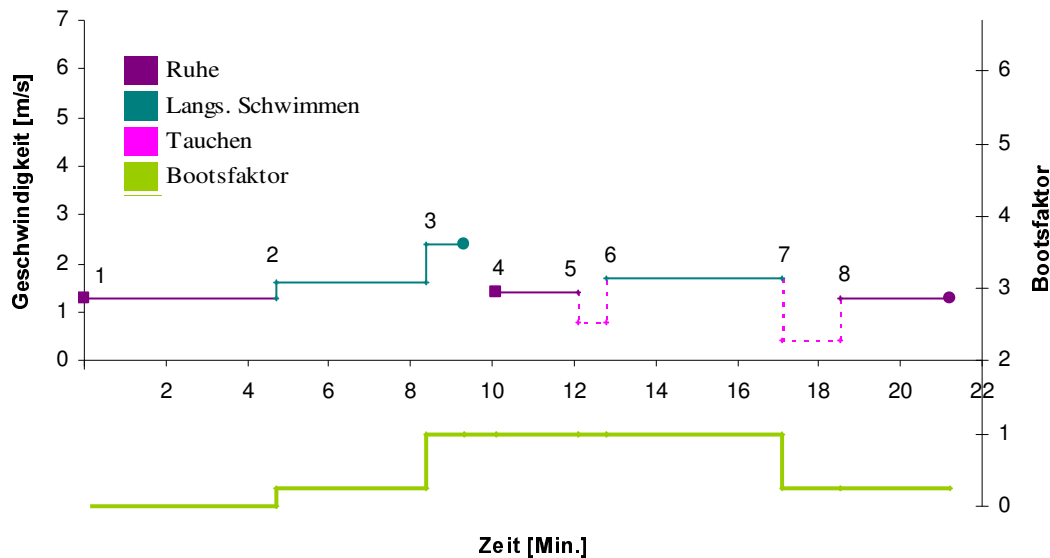


Abb. A.5.7: Zeitprofil zum Fallbeispiel 20.2.01; Scan 8 und 9: Beenden des Ruhens, Geschwindigkeitserhöhung und Tauchen bei Annäherung eines Bootes an die Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Bootsfaktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

Fallbeispiel 17.2.01 (Scan 7-9)

Abb. A.5.8 und Abb. A.5.9 zeigen, wie sich das Tauchverhalten der Delfine als Reaktion auf die Anwesenheit der nahen Boote veränderte. Die Pfeile geben an, aus welcher Richtung sich Boote den Delfinen näherten (A, C), bzw. das erste Boot die Gruppe verließ (B).

Die Delfine unternahm zwei Tauchgänge, während sich ein fernes Boot im Beobachtungsgebiet aufhielt (1-5). Bei 6 erfolgte ein Tauchgang in die entgegengesetzte Richtung des herannahenden Bootes (A). Ab 7 schwammen die Tiere schnell mit $3,4 \text{ m s}^{-1}$ in Richtung Nordwesten. Nach einem Tauchgang (8) verließ das Boot die Delfingruppe (B). Daraufhin folgten ein paar Tauchgänge (9-15). Bei Beginn von Scan 9 gab es ein fernes und ein nahes Boot. Nach einem Tauchgang von 2,5 Min. (16) schwammen sie langsam (17). Bei der Annäherung des zweiten Bootes (C) tauchten die Delfine ab (18), um in nordwestlicher Richtung aufzutauchen (19). In diesem Track fehlt das Zick-Zack-Muster, das für das Tauchen ohne Anwesenheit von Booten typisch ist (Abb. 3.20).

Ohne Anwesenheit von Booten dauerten die Tauchgänge der Tümmler zwischen 1 und 2 Min. Die Aufenthaltszeiten an der Wasseroberfläche lagen zwischen 0,1 und 0,4 Min. (Abb. 3.21). Abb. A.5.9 veranschaulicht, wie sich das Tauchverhalten der Delfine bei Anwesenheit von Booten veränderte. Mit zunehmendem Bootsanzahl wurden die Tauchgänge kürzer (6,18 und 20). Nahm der Bootsanzahl ab, wurden die Tauchgänge wieder länger (10, 12 und 14). Zusätzlich erhöhte sich als Reaktion auf die zunehmende Bootsanzahl die Schwimmgeschwindigkeit auf das Doppelte (7).

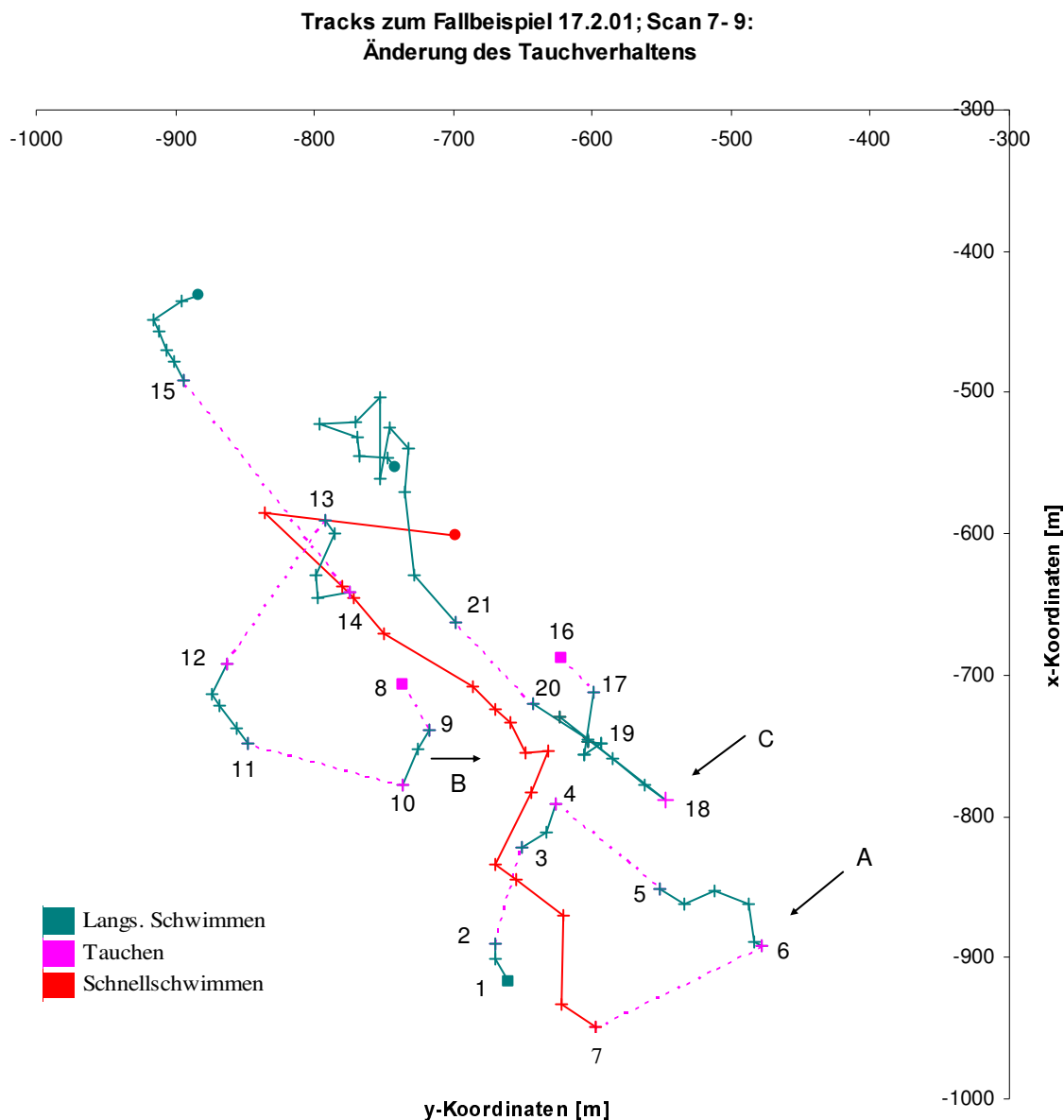


Abb. A.5.8: Tracks zum Fallbeispiel 17.02.01; Scan 7-9; 14:25-15:03 Uhr: Änderung des Tauchverhaltens der Delfine bei Anwesenheit von nahen Booten. Die Pfeile geben an, aus welcher Richtung sich die Boote der Delfin-
gruppe näherten (A, C), und in welche Richtung das erste Boot die Gruppe wieder verließ (B). Kreuze kennzeich-
nen die gemessenen Positionen der Delfin-
gruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Posi-
tion des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher einge-
gangen wird. Die Tracks fanden innerhalb des bevorzugten Aufenthaltsgebiets statt. (Gruppengröße: 16-20 Delfi-
ne; Gruppenformation: Nr. 1-17: kompakt, ab Nr. 18: dispers; mindestens 1 Kalb anwesend; Sprünge während des
Langsamen Schwimmens, Scan 7: 3-mal in 0,8 m, 5-mal in 1,5 m, 2-mal in 4,5 m Höhe; Scan 9: 2-mal in 0,8 m, 7-
mal in 1,5 m, 1-mal in 3 m Höhe).

**Zeitprofil zum Fallbeispiel 17.2.01; Scan 7- 9:
Änderung des Tauchverhaltens**

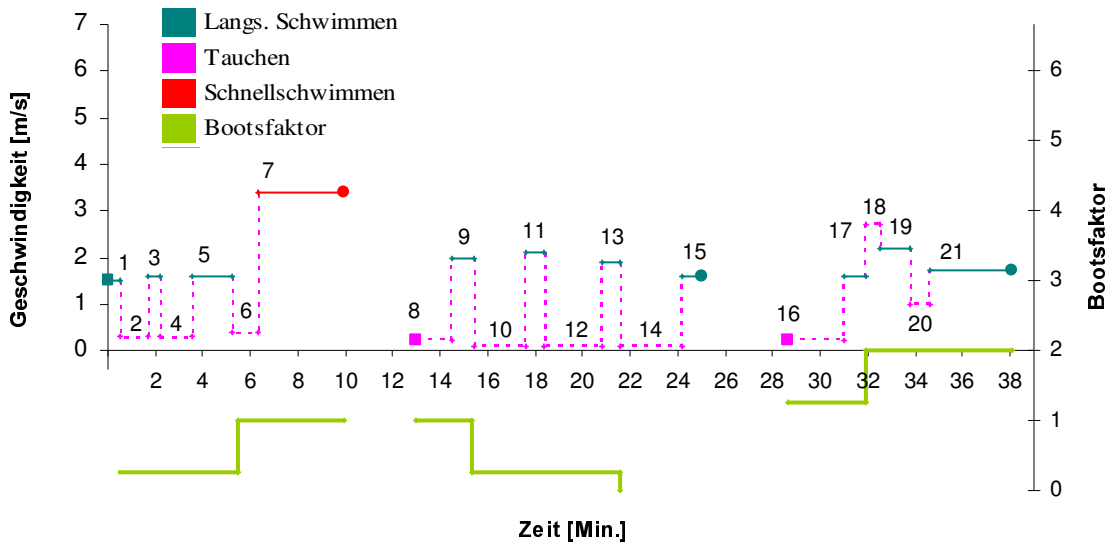


Abb. A.5.9: Zeitprofil zum Fallbeispiel 17.2.01, Scans 7-9: Änderung des Tauchverhaltens bei Anwesenheit von nahen Booten. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Die Lücken erklären sich durch Pausen zwischen den Scans. Der Bootsfaktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

Fallbeispiel 18.2.01 (Scan 16-17)

Ein anhaltend hoher Bootsfaktor führte bei den Delfinen zu verschiedenen Reaktionen, wie Tauchen, Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets, Schnellschwimmen und Dispersion der Gruppenmitglieder. Im Fallbeispiel in den Abb. A.5.10 und Abb. A.5.11 wurden die Delfine in der gesamten Zeit von vier nahen Booten verfolgt. Nach einem Tauchgang (2) folgte eine Phase Langsamens Schwimmens in nördliche Richtung (3). Nach einem weiteren Tauchgang (4) begann die noch kompakte Delfingruppe mit $4,1 \text{ m s}^{-1}$ in Richtung Westen schnell zu schwimmen (5). Im Scan 17 war die Gruppe sehr dispers und schwamm mit $6,4 \text{ m s}^{-1}$ weiter in Richtung Nordwesten der Insel Choros (7). Danach folgte Langsames Schwimmen (8). Nach 7,7 Min. beschleunigten die Delfine wieder ihr Tempo (9). Die letzte Position der Delfingruppe war mit 2264 m die entfernteste Sichtung der Tümmler vom Beobachtungsstandort. (Sprünge während des Schnellschwimmens: 5-mal in 0,8 m, 9-mal in 1,5 m Höhe; Sprünge beim Langsamens Schwimmen: 7-mal in 0,8 m, 11-mal in 1,5 m Höhe).

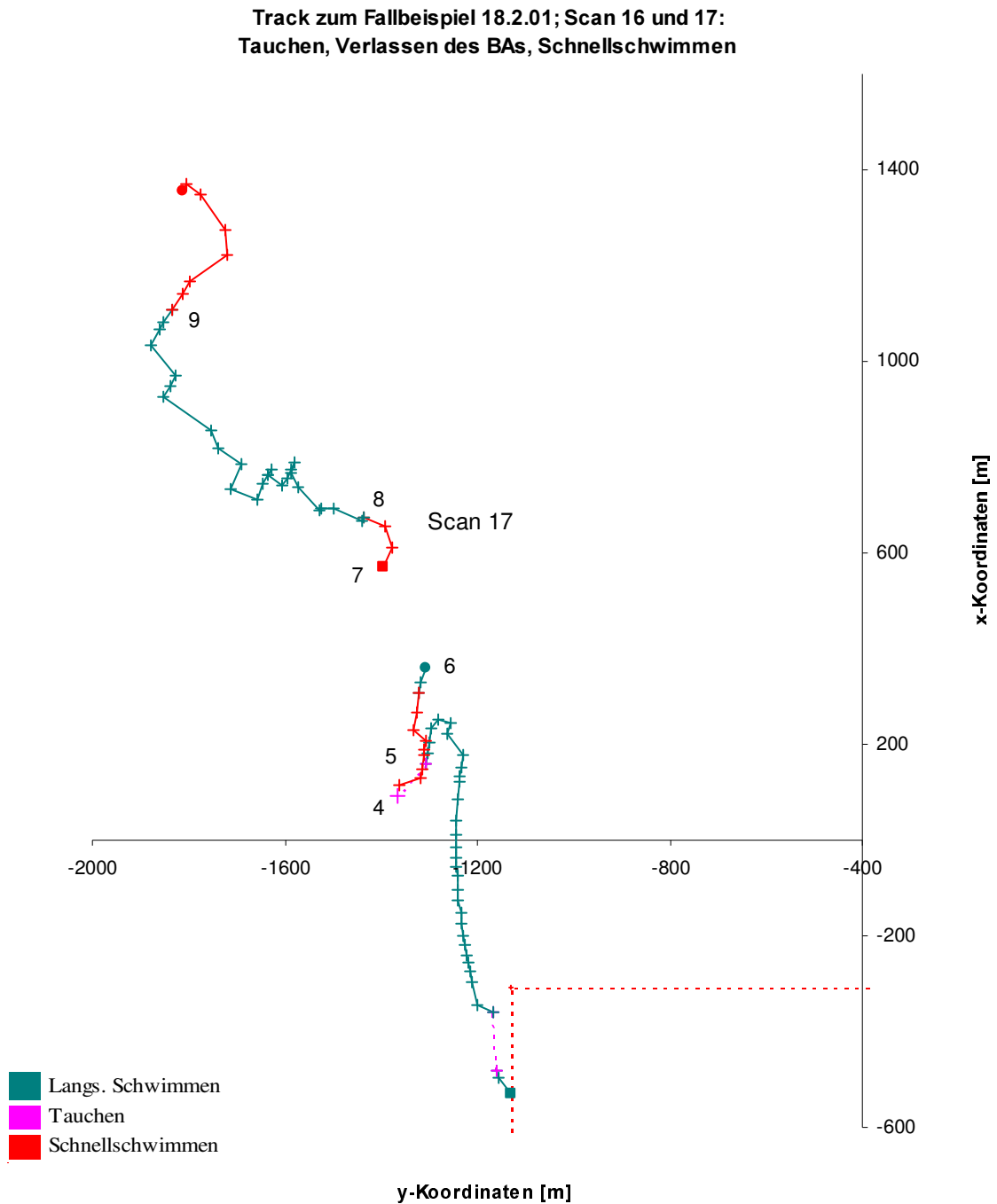


Abb. A.5.10: Track zum Fallbeispiel 18.2.01; Scan 16 und 17; 14:51-15:15 Uhr: Tauchen, Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets und Schnellschwimmen bei Anwesenheit von vier nahen Booten. Der Pfeil gibt die Richtung an, aus der sich die Boote näherten. Kreuze kennzeichnen die gemessenen Positionen der Delfingruppe. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Grenze des bevorzugten Aufenthaltsgebiets. (Gruppengröße: 21-25 Delfine; Gruppenformation: Nr. 1-6: kompakt, Nr. 7-9: sehr dispers; mindestens 1 Kalb anwesend; Anzahl der Sprünge: siehe Text).

Zeitprofil zum Fallbeispiel 18.2.01; Scan 16 und 17:
Tauchen, Verlassen des BAs und Schnellschwimmen

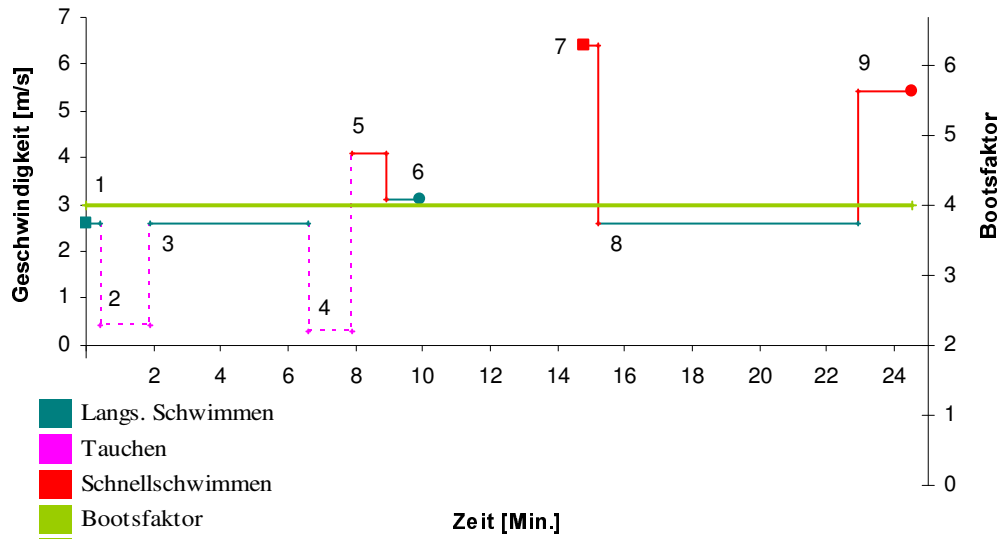


Abb. A.5.11: Zeitprofil zum Fallbeispiel 18.02.01, Scan 16 und 17: Tauchen, Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets und Schnellschwimmen bei Anwesenheit von vier nahen Booten. Ein Quadrat symbolisiert die erste und ein Kreis die letzte Position des jeweiligen Scans. Zahlen markieren Veränderungen, wie Aktivitätswechsel, auf die im Text näher eingegangen wird. Der Bootsfaktor setzt sich aus der Anzahl der fernen und nahen Boote zusammen (ein nahes Boot = Faktor 1; ein fernes Boot = Faktor 0,25).

A.6 Potenzielle Beutefische

Tab. A.6.1: Fischarten vor der Insel Choros, die im Adult- oder Juvenilstadium als Delfinnahrung in Betracht kommen. Die Liste der chilenischen Namen der Fische ist nach dem Fischer Jaime de la Cruz erstellt (pers. Mitt.); weitere Angaben nach * = SERNATUR (1999), ** = AN ILLUSTRATED DICTIONARY OF FISH AND SHELLFISH (2003) und *** = FROESE & PAULY (2005).

wissenschaftlicher Name	deutscher Name	chilen. Name	Länge [m]	Gewicht [kg]	Wassertiefe [m]	Vorkommen / Lebensweise
<i>Auxis thazard</i> **	Unechter Bonito	Cabaña negra	0,4**	5**	bis 50***	epipelagisch; neritisch bis ozeanisch***
<i>Caranx sexfasciatus</i> **		Carangue	1,2**	18**	bis 96***	neritisch bis ozeanisch***
<i>Cheilodactylus variegatus</i> **	Prächtiger Morwong	Bilagay	0,3**	2**		benthopelagisch***; lebt in kleinen Schulen in den Kelpwäldern von <i>Macrocystis spec.</i> *
<i>Cilus gilberti</i> **		Corvina (pampera)	0,6*	8*		demersal***
<i>Cilus montti</i> **		Corvina	0,65**	3**		demersal***
<i>Engraulis ringens</i> **	Peru-Sardelle	Anchoventa	0,2**	0,05**	3-80***	pelagisch***
<i>Graus nigra</i> **		Vieja negra	0,2***		2-35*	demersal***; auf felsigen Grund und in Höhlen*
<i>Isacia conceptionis</i> **		Cabinza	0,6**	3**	0-50***	benthopelagisch; über sandigen und felsigen Böden***
<i>Merluccius gayi</i> **	Chilenescher Seehecht	Merluza	0,75**	5**	50-500***	im Sommer neritisch, im Winter ozeanisch in tiefen Gewässern***
<i>Paralichthys adspersus</i> **		Lenguado fino	0,65**	2**		demersal***
<i>Pinguipes chilensis</i> **		Rollizo	0,5***		bis 100***	demersal auf schlammigen, sandigen und felsigen Böden***
<i>Sardinops sagax</i> **	Chilenesche Sardine	Sardina chilena	0,4***	0,5***	0-200***	pelagisch; bildet große Schulen; neritisch***
<i>Sebastes oculatus</i> **		Cabrilla	0,3**	2**		demersal***; lebt in Höhlen der Sublitoralzone*
<i>Semicossyphus darwinii</i> **		Peje-perro	0,7***	4***	3-100***	neritisch bis ozeanisch***
<i>Seriolella porosa</i> **		Cojinova	0,4**	1**		benthopelagisch***
<i>Strangomera bentincki</i> ***	Chilenescher Hering	Sardina común	0,25**	0,2**	0-70***	schulbildend; neritisch***
<i>Trachurus murphyi</i> **	Chilen. Bastardmakrele	Jurel chileno	0,6**	2**	10-300***	schulbildend; neritisch bis ozeanisch***

A.7 Reaktionen von Walen und Delfinen auf Boote

Tab. A.7.1: Reaktionen von Bartenwalen (Unterordnung: Mysticeti) auf Schiffe und Boote.

Spezies	Reaktionen der Tiere	Referenz
<i>Balaena mysticetus</i>	Boote <4 km: schnelles Wegschwimmen; Verhaltensänderungen; Gruppendispersion; kürzere Tauchgänge; kürzere Zeit an der Wasseroberfläche mit häufig nur einem Atemzug	RICHARDSON et al. 1985
<i>Balaena mysticetus</i>	Boote <4 km: schnelles Wegschwimmen (Reaktionen nur bei gezündetem Motor)	TYACK 1988
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Schiffe: anfänglich mehr Annäherungen, als Ausweichverhalten; später eher uninteressiert	WATKINS 1986 ¹
<i>Balaenoptera physalus</i>	Boote >100 m: keine Reaktion; bei einem langsamen, stetigen Annähern der Boote: geringe Reaktion; bei schnellem Annähern der Boote mit Kurswechsel: Ausweichverhalten	WATKINS 1981; WATKINS et al. 1981
<i>Balaenoptera physalus</i>	Schiffe: anfänglich meist negative Reaktionen, wie Aktivitätsänderungen, Wegschwimmen, Tauchen; später eher uninteressiert; sehr selten Annäherungen in beiden Perioden	WATKINS 1986 ¹
<i>Balaenoptera physalus</i>	Tourismusboote: kürzere Tauch- und Oberflächenzeiten; weniger Atemzüge	STONE et al. 1992
<i>Balaenoptera physalus</i>	Forschungsschiff: Zunahme der Geschwindigkeit um 35%; Abnahme der Respirationsrate um 17%	NOTARBARTOLO DI SCIARA et al. 1997
<i>Balaenoptera physalus</i>	nahes „speed“ Boot: Wechsel von Jagen zu Wandern; höhere Schwimmgeschwindigkeit; Verringerung der Respirationsrate und der Zeit an der Wasseroberfläche	JAHODA et al. 2003
<i>Eubalaena glacialis</i>	Schiffe: anfänglich und später gleichviele negative Reaktionen, wie Wegschwimmen, Tauchen, Beenden der Vokalisation; auch uninteressiertes Verhalten	WATKINS 1986 ¹
<i>Eubalaena australis</i>	Tourismusboote: i. A. höhere Schwimmgeschwindigkeit; wenn Bootsführer sich an Richtlinien hielten: 50% Annäherungen und 50% Wegschwimmen; wenn aggressive Bootsmanöver stattfanden: häufigeres Wegschwimmen	RIVAROLA et al. 2001
<i>Eschrichtius robustus</i>	Tourismusboote (im Leerlauf oder langsam fahrend): von 1980-1982 fast immer „freundliches“ Walverhalten, wie Annäherung und Streicheln lassen	JONES & SWARTZ 1984
<i>Eschrichtius robustus</i>	Boote bzw. Playback von Bootslauten: Erhöhung der Anzahl der Rufe, der Lautstärke, der Frequenzmodulation sowie der Puls- und Repetitionsrate; Wegschwimmen von der Geräuschquelle	DAHLHEIM 1988
<i>Eschrichtius robustus</i>	Boote ≤200 m: geringere Atemfrequenz; Richtungswechsel; häufigere Beschleunigungen der Schwimmgeschwindigkeit; adulte Tiere ohne Kalb setzten häufiger zu steilen Tauchgängen an; nur in 6% „freundliches“ Walverhalten.	REUSSMANN 1999
<i>Eschrichtius robustus</i>	Tourismusboote: manchmal Kurswechsel; Änderungen der Schwimmgeschwindigkeit und Respirationsrate; manchmal Annäherungen	MOORE & CLARKE 2002

Spezies	Reaktionen der Tiere	Referenz
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Schiffe: anfänglich Wegschwimmen, Tauchen, Beenden der Vokalisation, „Trompeten“ (lautes Ausatmen); Annäherungen nur durch Juvenile; später fast nur noch Annäherungen, Sprünge; selten Ausweichverhalten	WATKINS 1986 ¹
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Schiffe ≤4 km: Abnahme der Respirationsrate; Zunahme der Tauchdauer; Ausweichen durch Richtungswechsel	BAKER 1988, BAKER & HERMAN 1989
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Schiffe <900 m: Abnahme der Zeit an der Wasseroberfläche; längere Tauchgänge; Richtungswechsel; Verlassen des bevorzugten Aufenthaltsgebiets bei starkem Bootsverkehr	GRENN & GREEN 1990
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Schiffe/ Boote: Änderungen des Verhaltens, der Geschwindigkeit und Respiration	BAUER et al. 1993
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Tourismusboote <300 m: mehr Tauchaktivität; mehr Flukenschläge	CORKERON 1995
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Tourismusboote: abrupte Kurswechsel; längere Tauchdauer; Geschwindigkeitserhöhung	AU & GREEN 2000
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Tourismus boote: Erhöhung der Schwimmgeschwindigkeit	SCHEIDAT 2001

¹ = WATKINS (1986) verglich die Reaktion der Wale auf Boote in den Perioden vor (1957-1975) und nach dem Beginn (1976-1982) des Waltourismus.

Tab. A.7.2: Reaktionen von Zahnwalen (Unterordnung: Odontoceti) auf Schiffe und Boote.

Spezies	Reaktionen der Tiere	Referenz
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Boote: Erhöhung der Neuorientierung sowie kompaktere Gruppen beim Jagen; Erhöhung der Geschwindigkeit beim Wandern	RIBEIRO et al. 2005
<i>Cephalorhynchus hectori</i>	Tourismusboote: Gruppenformation kompakter; anfängliche Annäherung, aber Meidung, wenn Tourismusboote >70 Min. blieben	BEJDER et al. 1999
<i>Delphinapterus leucas</i>	Eisbrecher ≤50 km: Fluchtreaktion; lange, asynchrone, flache Tauchgänge nahe der Eiskante; Gruppendispersion; Alarmrufe	FINLEY et al. 1990
<i>Delphinapterus leucas</i>	Boote: Abnahme der Auftauchrate; Zunahme der Geschwindigkeit; längere Tauchdauer; geringere Zeit an der Wasseroberfläche; je mehr Boote, desto intensiver das Ausweichverhalten; Annäherung meist durch subadulte Tiere	BLANE & JACKSON 1995
<i>Delphinapterus leucas</i>	Boots- und Schiffsverkehr: längere und häufigere Rufe; Verschiebung der Frequenz in den höheren Bereich	LESAGE et al. 1999
<i>Delphinus delphis</i>	Tourismusboote: in 54% Annäherung und Interaktion (wie Wellenreiten); 46% keine Reaktion; kein Ausweichverhalten	RITTER 2003b
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Tourismusboote: Richtungswechsel; Tauchen; bei 1-2 Booten: 28% Ausweichaktivität, bei ≥3 Booten 62% Ausweichaktivität	GLEN 2003
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Tourismusboote: in 63% Annäherung und Interaktion (wie Orientierung zum Boot); in 32% keine Reaktion; in 5% Ausweichverhalten wie Wegschwimmen und Tauchen	RITTER 2003b
<i>Kogia</i> spp., Ziphiidae	„Survey“- Schiff: in 73% Ausweichverhalten, wie Wegschwimmen und Tauchen; 27% keine Reaktion	WÜRSIG et al. 1998
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Tourismusboote: Wellenreiten von max. 20 Delfinen; Richtungswechsel; Aufspaltung in kleinere Gruppen; Verteilung der Subgruppen in verschiedene Richtungen; Subgruppe dichter; Geschwindigkeitsänderung	WÜRSIG et al. 1997

Spezies	Reaktionen der Tiere	Referenz
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Boote <300 m: Verhaltens- und Richtungsänderungen; Zunahme der Sprünge („clean slaps“)	BARR & SLOOTEN 1998, 1999
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Boote <300 m: häufigere Kurswechsel; Wandern in geraden Strecken	YIN 1999
<i>Mesoplodon densirostris</i>	Tourismusboote: in 75% Ausweichverhalten wie Wegschwimmen und Tauchen; in 13% keine Reaktion; in 12% Annäherung	RITTER 2003b
<i>Monodon monoceros</i>	Eisbrecher-Schiffe ≤50 km: langsame Bewegungen oder bewegungslos; Gruppe kompakter; sinkendes Tauchen; Beenden der Vokalisation → („freeze“ response)	FINLEY et al. 1990
<i>Orcinus orca</i>	Tourismusboote <400 m: 1,4-fach höhere Schwimmgeschwindigkeit; je mehr Boote, desto höher die Geschwindigkeit; bevorzugter Kurs nach Westen Richtung offenes Gewässer	KRUSE 1991
<i>Orcinus orca</i>	Boote = 100 m: Weibchen schwammen um 25% schneller und tauchten unberechenbarer auf	WILLIAMS 1999; WILLIAMS 2002a, 2002b
<i>Orcinus orca</i>	Tourismusboote: Geschwindigkeitserhöhung bei >2 Booten; Richtungswechsel	JELINSKI et al. 2002
<i>Orcinus orca</i>	Tourismusboote: Erhöhung der Ruffdauer um 10-15%	FOOTE et al. 2004
<i>Orcaella brevirostris</i>	Boote ≤50 m: Auftauchrate der Küsten-Irawadi-Delfine nahm ab; Boote ≤300 m: Auftauchrate der Fluss-Irawadi-Delfine nahm ab; aktives Ausweichen gegenüber den Container-Schleppbooten	KREB & RAHADI 2004
<i>Phocoena phocoena</i>	„Survey“- Schiff <400 m: Ausweichenverhalten, wie Richtungswechsel und Wegschwimmen	POLACHECK & THORPE 1990
<i>Physeter macrocephalus</i>	Tourismusboote: Verkürzung der Oberflächenzeit; weniger Atemzüge an der Oberfläche; kürzere Intervalle zwischen den Atemzügen; höhere Frequenz der Tauchgänge ohne „fluking“	GORDON et al. 1992
<i>Physeter macrocephalus</i>	Tourismusboote <50 m: Erhöhung der Atemfrequenz	FLEMING 1999
<i>Physeter macrocephalus</i>	Tourismusboote: Abnahme des Blasintervalls; längere Aufenthaltszeit an der Wasseroberfläche; häufigere Richtungswechsel; Abnahme der Zeitdauer zwischen Abtauchen und erstem Klick	RICHTER et al. 2003
<i>Physeter macrocephalus</i>	Tourismusboot: mehr Geschwindigkeitsänderungen; höhere Frequenz von Oberflächenaktivitäten wie Sprünge, Flukenschläge und „spy hopping“	MAGALHÃES et al. 2002
<i>Sousa chinensis</i>	Boote <1,5 km: Nach dem Verschwinden des Bootes Erhöhung der Pfeifrate vor allem bei Gruppen mit Mutter-Kalb-Paaren	VAN PARIJS & CORKERON 2001
<i>Sousa chinensis</i>	Fischerboote und langsame Tourismusboote: Annäherung; Hochgeschwindigkeitsboote: Flucht; Verhaltensänderungen; längere Tauchdauer	LEUNG NG & LEUNG 2003
<i>Stenella attenuata</i> , <i>S. longirostris</i>	Schiffe ~10 km: Ausweichen durch Richtungswechsel	AU & PERRYMAN 1982
<i>Stenella spec.</i>	„Survey“- Schiff: hauptsächlich Annäherung und Wellenreiten	WÜRSIG et al. 1998
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Tourismusboote: in 80% keine Reaktion; in 20% Annäherung und Interaktion wie Bugwellenreiten; kein Ausweichverhalten	RITTER 2003b
<i>Stenella longirostris</i>	Tourismusboote: Beendigung des Ruheverhaltens; Abnahme der Oberflächenaktivität	FOREST 2001

Spezies	Reaktionen der Tiere	Referenz
<i>Stenella frontalis</i>	Tourismusboote: in 98% Annäherung und Interaktion wie Bugwellenreiten; in 2% keine Reaktion; kein Ausweichverhalten	RITTER 2003b
<i>Steno bredanensis</i>	Tourismusboote: in 65% keine Reaktion; in 35% Annäherung und Interaktion wie Bugwellenreiten; kein Ausweichverhalten	RITTER 2002

A.8 Richtlinien in Chile

A.8.1 Offizielle Richtlinien der Gerichtsbarkeit von Valparaíso

(Auszüge entnommen und übersetzt aus CARLSON 2004):

Das Areal, in dem Cetacea aktiv sind, wird als „Gebiet der marinen Restriktion“ bezeichnet (A.A.M.R. in den spanischen Initialen). Hier gilt der Verhaltenskodex zur Annäherung an Cetacea (siehe unten).

Während der Zeit der Reproduktion, der Geburt oder Säugens dürfen die Cetacea von maximal zwei Booten der „Armada de Chile“ pro Tag besucht werden. Funktionäre des „Servicio Nacional de Pesca“ und Wissenschaftler des „Comité Nacional Pro Defensa de la Flora y Fauna“ (CODEFF) dürfen an Bord präsent sein, um angemessene Studien durchzuführen: Zum Beispiel Fotoidentifikation, Sammeln von Hautproben, akustische Aufzeichnungen und Unterwasser-Aufnahmen. Die Aufenthaltszeit in der Nähe der Cetacea wird anhand des Verhaltens der Tiere eingeschätzt. Wenn die Tätigkeiten beendet sind, sollten sich keine anderen Boote den Cetacea nähern. (Außer, wenn die oben genannten Boote erfolglos waren oder wenn es ein anderes Institut mit wissenschaftlichen Zielen gibt, das amtlich zugelassen und von Wissenschaftlern des CODEFF anerkannt ist). Nach Möglichkeit sollten die Bootsausfahrten mit vier Tagen Abstand stattfinden.

Verhaltenskodex

- 1.) Im AAM (siehe oben) ist die Präsenz von zwei Booten der „Armada de Chile“ erlaubt. In Übereinstimmung mit den Bedingungen sind höchstens zwei private oder kommerzielle Boote erlaubt.
- 2.) Das Schwimmen und Tauchen in der Nähe von Cetacea ist strikt verboten. Tauchende Wissenschaftler dürfen sich den Tieren bis auf 30 m nähern, aber nur unter Aufsicht der Marinen Autorität und einem wissenschaftlichem, von der CODEFF empfohlenem Gutachter.
- 3.) Boote dürfen sich nicht länger als 30 Min. in der Nähe von Cetacea aufhalten.
- 4.) Im Falle, dass mehrere Cetacea beobachtet werden, sollten sie nicht getrennt und nicht verfolgt werden.
- 5.) Die Boote sollten einen Mindestabstand von 300 m einhalten.
- 6.) Bootsführer sollten langsam und in konstanter Geschwindigkeit navigieren und plötzliche Richtungswechsel und Geschwindigkeitsänderungen vermeiden.
- 7.) Die Annäherung sollte vorzugsweise aus post-lateraler Richtung erfolgen und eine parallele Linie zur Wanderrichtung der Tiere einnehmen.
- 8.) Bei Verhaltensänderungen der Cetacea ist jede Art von Bootsaktivität sofort abubrechen.
- 9.) Wenn Boote sich weniger als 300 m zu den Tieren befinden, sollten sie sich selbst langsam entfernen oder anhalten, ohne den Anker zu werfen.

Die Personen, die Cetacea beobachten, sollten diese Regeln respektieren. Diese stimmen mit den internationalen Schutzbestimmungen überein.

A.8.2 Richtlinien des Programms „Turismo seguro“

der Organisation CMMR Leviathan (nach Guido Balbarán, persönl. Mitt.):

- 1.) Verfolge nicht die Delfine!
- 2.) Spiele nicht mit dem Motor!
- 3.) Halte eine konstante Geschwindigkeit!
- 4.) Manövriere das Boot nicht in Kreisen!
- 5.) Delfine nicht füttern!
- 6.) Werfe kein Müll ins Meer!
- 7.) Näher dich nicht an ruhende Delfine!
- 8.) Näher dich nicht weniger als 30 m an die Tiere!
- 9.) Erlaube den Delfinen sich dem Boot zu nähern, wenn sie es wünschen!
- 10.) Verlass das Gebiet sofort, wenn die Delfine agonistisches Verhalten zeigen!

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Dissertation nach Inhalt und Form – abgesehen von der Beratung durch meine wissenschaftlichen Lehrer – meine eigene Arbeit ist. Ich habe keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet.

Die Arbeit hat weder ganz noch zum Teil zuvor einer anderen Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegen.

Kiel, den 2.11.2005