

Die Pilotwalpopulation in der Strasse von Gibraltar 1999 bis 2009: Zustand, Veränderungen und deren Ursachen



Masterarbeit verfasst von Angela Solothurnmann, 05-124-987

Eingereicht am 14. März 2011 an der
Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel

Hauptbetreuerin: Prof. Dr. Patricia Holm, Programm MGU der Universität Basel
Co-Betreuer: Prof. Dr. Jürgen Holm, Departement TI der Fachhochschule Bern

Vorwort

Schon früh in meinem Leben empfand ich eine grosse Faszination für das Meer und die unglaubliche Vielfalt der dort vorkommenden Lebensformen. Im Frühling 2009 entstand schliesslich der Entschluss, meine Masterarbeit im marinbiologischen Bereich zu schreiben, als ich an einer meeresbiologischen Exkursion in Tarifa an der Strasse von Gibraltar teilnahm, deren Inhalt – nebst vielen anderen Aspekten der Meeresbiologie – darin bestand, die in der Meerenge lebenden Wale zu beobachten. Dazu machten wir Whalewatching-Ausfahrten bei der Stiftung Fimm¹ (foundation for information and research on marine mammals), welche von Katharina Hayer 1998 in Tarifa gegründet wurde. Die Stiftung hat sich dem Schutz der Wale und ihres Lebensraums verschrieben, ein Ziel, das mittels Aufklärung und Forschung erreicht werden soll. Das Angebot von Whalewatching-Fahrten für Touristen spielt dabei eine wichtige Rolle, da das Erleben der Wale in ihrem natürlichen Lebensraum immer noch das beste Mittel ist, die Faszination für diese Tiere zu wecken – und die Bereitschaft, sich für ihren Schutz einzusetzen. Im Zuge ihres Engagements für die Erforschung der Wale führt die Stiftung Fimm seit 1999 eine Datenbank über alle Walsichtungen während ihrer Ausfahrten. Auf meine Anfrage hin wurde mir sofort angeboten, diese Daten für meine Masterarbeit zu verwenden.

Bei der konkreten Themenwahl bot es sich – da die Datenbank bisher noch kaum ausgewertet worden war – einerseits an, erst einmal ausgewählte, grundlegende Aspekte zu beschreiben, andererseits interessierte ich mich auch besonders für die Wechselwirkungen des Menschen mit dem Meer. Zuletzt entschied ich mich, den Schwerpunkt auf die Beschreibung grundlegender Grössen zu legen, die entstandenen Ergebnisse aber auch unter dem Gesichtspunkt von möglichen anthropogenen Einflüssen zu diskutieren. Damit entstand schliesslich die vorliegende Arbeit, die gleichzeitig den Abschluss meines Masterstudiums in nachhaltiger Entwicklung darstellt. Ein Studium, welches – wären einige Dinge in meinem Leben anders verlaufen – genauso gut eines in Meeresbiologie hätte sein können. So aber haben nun alle wichtigen Dinge ihren Platz bekommen und ein grosser Kreis konnte sich nach langer Zeit schliessen.

1 Ausführlichere Infos zur Stiftung Fimm finden sich auf deren Homepage: <http://www.fimm.org>

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Zusammenfassung	6
1 Einleitung	7
1.1 Einbettung in die Nachhaltigkeitsthematik und Begründung der Themenwahl	7
1.2 Aufbau der Arbeit	9
1.3 Definitionen und Begriffserklärungen	9
1.3.1 In der Datenbank verwendete Begriffe	9
1.3.2 Biologische Begriffe	10
2 Ziele, Fragen, Hypothesen	12
2.1 Ziele	12
2.2 Fragen und Hypothesen	12
3 Material und Methoden	17
3.1 Untersuchungsgebiet	17
3.2 Walarten	18
3.3 Datenerhebung	19
3.4 Datenanalyse	21
3.4.1 Korrekturgrößen für die Berechnung der Häufigkeit	21
3.4.2 Statistische Analyse des Einflusses natürlicher Faktoren	22
4 Daten	23
4.1 Datenbeschreibung	23
4.2 Konsistenz der Daten	24
4.2.1 Mögliche Fehlerquellen in opportunitätsbasierten Daten	24
4.2.2 Verwendbarkeit der Fimm-Daten	29
5 Resultate der Datenanalyse	31
5.1 Populationsdynamik	31
5.1.1 Häufigkeit	31
5.1.2 Gruppengrößen	32
5.1.3 Alterszusammensetzung	34
5.2 Natürliche Einflüsse	35
5.2.1 Häufigkeit	35
5.2.2 Gruppengrößen	38

6 Diskussion	41
6.1 Populationsdynamik	41
6.1.1 Häufigkeit	41
6.1.2 Gruppengrößen	46
6.1.3 Alterszusammensetzung	51
7 Schlussfolgerungen und Ausblick	55
Dank	58
Quellenverzeichnis	59
Abbildungsverzeichnis	66
Tabellenverzeichnis	69
Anhang	70
Anhang 1: Walarten in der Strasse von Gibraltar	70
Anhang 2: Datenerhebungsblatt von Firmm	75
Anhang 3: Verwendete Boote	77
Anhang 4: Interne Whalewatching-Richtlinien von Firmm vor 2008	79
Anhang 5: Statistische Tests zu natürlichen Faktoren	80
Plagiatserklärung	104

Zusammenfassung

Wale stehen zuoberst in der marinen Nahrungspyramide. Ihr Verständnis ist daher wichtig, wenn es um die Beurteilung des Zustandes der Meeresökosysteme geht. Einen Beitrag hierzu leistet die vorliegende Arbeit, deren Ziel die Beschreibung des Zustandes der Pilotwalpopulation (*Globicephala melas*) in der Strasse von Gibraltar und deren Entwicklung von 1999 bis 2009 war. Betrachtet wurde die Anzahl Tiere und Gruppen, die Gruppengrösse sowie der Jungtieranteil. Bei festgestellten Veränderungen sollten mögliche natürliche und anthropogene Ursachen diskutiert werden. Grundlage ist eine von der Stiftung Fimm bereitgestellte Datenbank aus Whalewatching-Fahrten. Die Daten wurden mittels deskriptiver Statistik sowie Signifikanztests ausgewertet. Sowohl die Anzahl Gruppen als auch der Jungtieranteil zeigen einen Anstieg im Beobachtungszeitraum, dieser lässt sich jedoch durch einen Bias in der Datenerhebung erklären. Die Anzahl Tiere bleibt mit Ausnahme eines Extremwertes 2006 sehr konstant. Die hohe Zahl 2006 könnte eine Annäherung der natürlichen Kapazität der Population darstellen und die Ausbreitung einer Morbillivirus-Epidemie im folgenden Winter begünstigt haben. Die Gruppengrösse, welche im weltweiten Vergleich mit einem Mittelwert von 13 Tieren sehr klein ist, geht im untersuchten Zeitraum um etwa die Hälfte zurück. Da die Strasse von Gibraltar ein besonders stark anthropogen geprägtes Meeresgebiet ist und sich die Belastung, insbesondere der starke Schiffsverkehr, über die Jahre stetig vergrössert hat, wird vermutet, dass häufige Störungen die Tiere veranlassen, sich in kleineren, agileren Gruppen zu bewegen. Weiterführende wissenschaftliche Untersuchungen sind notwendig, um die vermuteten Zusammenhänge zu überprüfen.

1 Einleitung

1.1 Einbettung in die Nachhaltigkeitsthematik und Begründung der Themenwahl

Die Ozeane spielen im aktuellen Nachhaltigkeitsdiskurs in vielerlei Hinsicht eine wichtige Rolle. Ihre Bedeutung für uns Menschen zeigt sich in zahlreichen Ökosystem-Dienstleistungen² auf verschiedenen Ebenen, wie zum Beispiel den folgenden (Miller 2007: 129):

- Nahrung
- Pharmazeutische Substanzen
- Küstennahe Lebensräume für Menschen
- Freizeit und Erholung
- Arbeitsplätze
- Klimaregulation
- CO₂-Speicherung
- Nährstoffkreisläufe
- Genetische Ressourcen, Biodiversität

Viele dieser Ökosystem-Dienstleistungen sind heute aufgrund von nicht nachhaltiger Nutzung durch den Menschen degradiert oder von Zerstörung bedroht (Miller 2007).

Die Wale stehen als Endkonsumenten ganz oben in der marinen Nahrungspyramide (Abbildung 1.2). Daher können sie als Indikator für den Zustand des gesamten marinen Ökosystems dienen, in welchem alles miteinander vernetzt ist (zum Beispiel durch die globalen Meeresströmungen, Abbildung 1.1). Es ist daher sehr wichtig, diese Tiere, ihre Biologie und Ökologie und den Zustand ihrer Populationen wissenschaftlich zu erforschen.

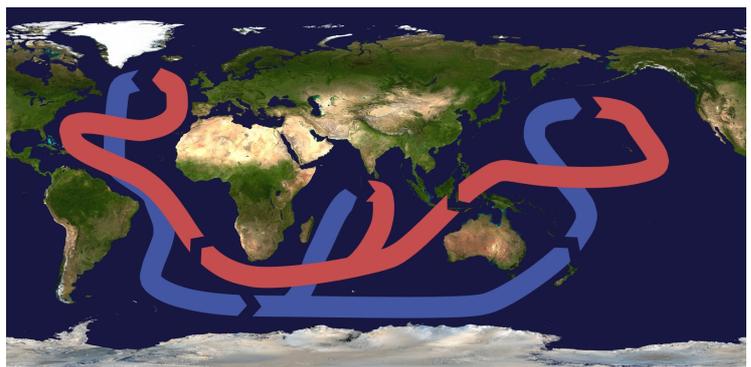


Abbildung 1.1: Globale thermohaline Zirkulation. Blau = Tiefenströmung, rot = Oberflächenströmung (Wikimedia Commons 2009).

² genauere Ausführungen dazu finden sich im *Millennium Ecosystem Assessment 2003*

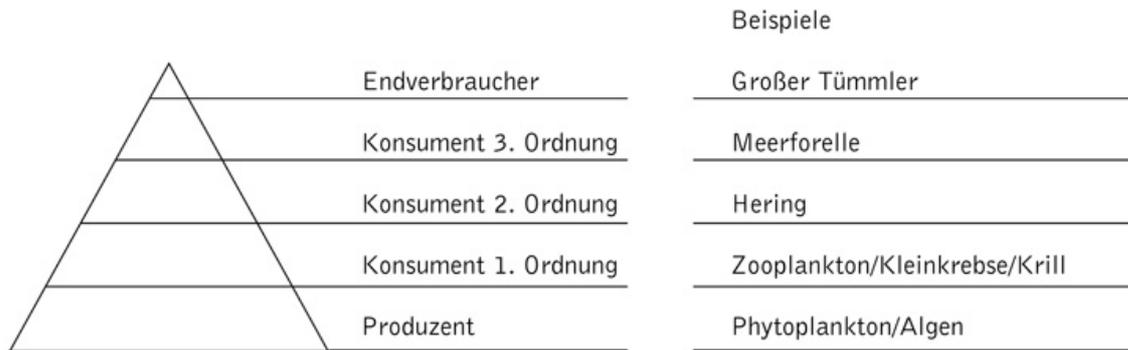


Abbildung 1.2: Marine Nahrungspyramide: Die Wale stehen als Endverbraucher ganz an der Spitze (WDCS 2011).

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zur **Beschreibung der Pilotwalpopulation und deren Entwicklung seit 1999 in der Strasse von Gibraltar**, einem stark anthropogen geprägten Teil des Ozeans. Die Auswahl des Untersuchungsgebietes ergab sich durch die Bereitstellung der Datenbank der Stiftung Firmm, welche ihren Sitz in Tarifa hat und von dort aus Whalewatching-Fahrten in der Strasse von Gibraltar anbietet. Da zu den Pilotwalen mit Abstand am meisten Daten verfügbar sind und sie in dieser Region auch sonst bereits gut erforscht sind, habe ich mich dazu entschieden, mich in meiner Arbeit auf diese Spezies zu beschränken. Zumal es sich hierbei um die erste umfangreichere Auswertung dieser mit Abstand grössten existierenden Datenbank in der Strasse von Gibraltar handelt, wählte ich einige grundlegende Grössen zur Beschreibung der Pilotwalpopulation aus, die sich auch mit der vorhandenen wissenschaftlichen Literatur vergleichen lassen. **Diese beinhalten die Anzahl gesichteter Tiere und Gruppen, die Gruppengrösse sowie den Kälber- und Neugeborenenanteil**, zudem wird als wichtiger Bestandteil der Arbeit deren Entwicklung über den Datenerhebungszeitraum untersucht. Sollte sich die Population bezüglich dieser Faktoren verändert haben, werden mögliche Gründe dafür diskutiert. In Betracht gezogen werden zuerst Verzerrungen aufgrund von Umständen der Datenerhebung, aber auch natürliche Ursachen wie zum Beispiel die Morbillivirus-Epidemie im Winter 2006 bis 2007 oder die jeweiligen Gezeiten- oder Windverhältnisse. In den Fällen, wo diese Erklärungen nicht ausreichen, werden zudem mögliche anthropogene Einflüsse diskutiert.

1.2 Aufbau der Arbeit

Nach der Einleitung, welche an das Thema und die Zielsetzung der Arbeit heranführt und wichtige Begriffe klärt, folgt das zweite Kapitel mit den Zielen, den zur Erreichung der Ziele gestellten Forschungsfragen sowie jeweils zu den Fragen formulierten konkreten Hypothesen. Im Kapitel „Material und Methoden“ werden das Untersuchungsgebiet und die dort vorkommenden Walarten vorgestellt, gefolgt von einer Beschreibung der von Fimm durchgeführten Datenerhebung und der für diese Arbeit vorgenommenen Datenanalyse. Kapitel 4 enthält eine kurze Beschreibung der erhobenen Daten und eine Reflektion über die wissenschaftliche Brauchbarkeit von sogenannten opportunitätsbasierten Daten im Allgemeinen sowie der Fimm-Daten im Speziellen. Das Resultate-Kapitel enthält alle Ergebnisse der Datenanalyse und eine Zusammenfassung der wesentlichen Resultate der durchgeführten statistischen Tests. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse kritisch diskutiert und in Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Literatur gestellt. Hier werden auch die anfangs formulierten Forschungsfragen beantwortet. Kapitel 7 enthält die Schlussfolgerungen aus der ganzen Arbeit sowie einen Ausblick auf weiterführende Fragestellungen und Verbesserungsvorschläge für die zukünftige Datenerhebung bei der Stiftung Fimm.

Der Anhang enthält detaillierte Informationen zu den Walarten in der Strasse von Gibraltar und zur Datenerhebung sowie alle durchgeführten statistischen Tests.

1.3 Definitionen und Begriffserklärungen

1.3.1 In der Datenbank verwendete Begriffe

Sichtung

Eine Sichtung entspricht einer Gruppe von Walen derselben Art, die zu einem bestimmten Zeitpunkt während einer Ausfahrt gesichtet werden. Pro Ausfahrt können mehrere Sichtungen (der gleichen Art oder verschiedener Arten) stattfinden.

Die Sichtung ist die kleinste Einheit in der für diese Arbeit verwendeten Datenbank.

Gleichzeitige Sichtungen von Walen verschiedener Arten werden in der Datenbank unter verschiedenen Sichtungsnummern eingetragen, selbst wenn die Tiere gemeinsam unterwegs sind.

Gruppe

Als Gruppe wird allgemein eine Anzahl von Walen einer bestimmten Art bezeichnet. Dies entspricht dem Begriff der Sichtung (Definition oben), kann also auch für ein einzelnes Tier stehen (im Gegensatz zum biologischen Begriff der Schule). In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Begriffe „Sichtung“ und „Gruppe“ im Zusammenhang mit der Datenbank synonym verwendet.

Positive Ausfahrt

Der Begriff bezeichnet eine Ausfahrt, bei der mindestens eine Sichtung einer bestimmten Walart stattgefunden hat. Eine Ausfahrt kann somit für eine ausgewählte Walart jeweils entweder positiv sein oder nicht, die Grösse entspricht also einer Dummy-Variablen in der Datenbank.

1.3.2 Biologische Begriffe

Population

Als Population bezeichnet man allgemein „alle Individuen einer Art, die einen bestimmten Lebensraum bewohnen“ (*Tischler 1984: 105*). Im Falle der vorliegenden Arbeit ist damit die Gesamtheit der in der Strasse von Gibraltar lebenden Pilotwale gemeint.

Neugeborenes

Als Neugeborene gelten bei Fimm Tiere, bei denen die Geburtsstreifen noch sichtbar sind und die augenscheinlich noch weniger geübt sind im Schwimmen. Das Alter dieser Tiere wird auf höchstens eine Woche geschätzt. In der Literatur sind neugeborene Pilotwale höchstens ein Jahr alt und werden teilweise auch als Kälber bezeichnet (*Gauffier 2008: 6*).

Kalb

Kälber sind nicht mehr neugeboren, unterscheiden sich aber von den Adulten durch ihre Grösse und Hautfarbe. Pilotwale gelten bei Fimm als Kälber, solange sie eine graue Farbe haben sowie dann, wenn sie bereits schwarz sind, aber noch kleiner als die adulten Weibchen. In der Literatur wird auch von juvenilen Tieren gesprochen. Juvenile Pilotwale sind bis ca. 4 Jahre alt (*Gauffier 2008: 38*).

Jungtier

Als Jungtiere werden in meiner Datenanalyse Kälber und Neugeborene zusammengefasst.

Adultes Tier

Pilotwale werden ab etwa einem Alter von 5 Jahren als adult bezeichnet (*Gauffier 2008: 38*). Sie sind dunkel gefärbt und haben die normale Grösse erreicht.

2 Ziele, Fragen, Hypothesen

2.1 Ziele

Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist die Beschreibung des Zustandes der Pilotwalpopulation in der Strasse von Gibraltar und deren Entwicklung in den Jahren 1999-2009. Falls sich die Population in dieser Zeit verändert haben sollte, sollen mögliche natürliche und anthropogene Ursachen dafür diskutiert werden.

Als anthropogen gelten in diesem Zusammenhang alle durch den Menschen verursachten oder beeinflussten Veränderungen.

2.2 Fragen und Hypothesen

Zur Erreichung obengenannter Ziele wurden die folgenden Forschungsfragen und zugehörigen Hypothesen (kursiv gedruckt) formuliert. Zudem ist dort, wo dies notwendig war, eine kurze Begründung und allfällige Quellenangabe angefügt, die mich zu der jeweiligen Hypothese veranlasst hat.

1 Wann wurden wie viele Pilotwale gesichtet?

1.1 Wann war die Pilotwalpopulation wie gross?

H1.1: Nach der Morbillivirus-Epidemie im Winter 2006/ 2007 hat die Population um etwa 14% abgenommen (Gauffier 2008: 26). Dieser Rückgang zeigt sich auch in der Anzahl gesichteter Pilotwale.

1.2 Hat sich die Anzahl der gesichteten Pilotwale bzw. Pilotwalgruppen während des Zeitraums der Datenerhebung verändert?

*H1.2.1: Die Zahl der gesichteten **Pilotwalgruppen** hat über den Erhebungszeitraum zugenommen (aufgrund eines Lerneffekts bei Firmm bezüglich des Aufenthaltsortes der Pilotwale).*

*H1.2.2: Die Zahl der gesichteten **Pilotwale** hat über den Erhebungszeitraum zugenommen (aufgrund eines Lerneffekts bei Firmm bezüglich des Aufenthaltsortes der Pilotwale).*

1.3 Welche natürlichen Einflüsse auf die Anzahl Pilotwale bzw. Pilotwalgruppen lassen sich aus den Firms-Daten feststellen?

1.3.1 Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Gezeiten und der Pilotwalhäufigkeit?

*H1.3.1.1: Die jeweilige **Gezeitensituation** hat keinen Einfluss auf die Häufigkeit von gesichteten **Pilotwalgruppen**.*

*H1.3.1.2: Die jeweilige **Gezeitensituation** hat keinen Einfluss auf die Häufigkeit von gesichteten **Pilotwalen**.*

1.3.2 Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Wetter und der Pilotwalhäufigkeit?

*H1.3.2.1: Je stärker der **Nebel**, desto weniger **Pilotwalgruppen** werden gesichtet.*

*H1.3.2.2: Je klarer die **Sicht**, desto mehr **Pilotwalgruppen** werden gesichtet.*

*H1.3.2.3: Je dichter die **Bewölkung**, desto weniger **Pilotwalgruppen** werden gesichtet (weil tendenziell mit zunehmender Bewölkung auch die Sichtbarkeit schlechter wird).*

*H1.3.2.4: Je stärker der **Nebel**, desto weniger **Pilotwale** werden gesichtet.*

*H1.3.2.5: Je klarer die **Sicht**, desto mehr **Pilotwale** werden gesichtet.*

*H1.3.2.6: Je dichter die **Bewölkung**, desto weniger **Pilotwale** werden gesichtet (weil tendenziell mit zunehmender Bewölkung auch die Sichtbarkeit schlechter wird).*

1.3.3 Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Windverhältnissen und der Pilotwalhäufigkeit?

*H1.3.3.1: Bei **Windstille** werden mehr **Pilotwalgruppen** gesichtet als bei **Levante**.*

*H1.3.3.2: Bei **Windstille** werden mehr **Pilotwalgruppen** gesichtet als bei **Poniente**.*

*H1.3.3.3: Zwischen **Levante** und **Poniente** gibt es keinen Unterschied in der Anzahl gesichteter **Pilotwalgruppen**.*

*H1.3.3.4: Je höher die **Windstärke**, desto weniger **Pilotwalgruppen** werden gesichtet.*

*H1.3.3.5: Bei **Windstille** werden mehr **Pilotwale** gesichtet als bei **Levante**.*

*H1.3.3.6: Bei **Windstille** werden mehr **Pilotwale** gesichtet als bei **Poniente**.*

*H1.3.3.7: Zwischen **Levante** und **Poniente** gibt es keinen Unterschied in der Anzahl gesichteter **Pilotwale**.*

*H1.3.3.8: Je höher die **Windstärke**, desto weniger **Pilotwale** werden gesichtet.*

- 1.4 Falls Frage 1.2 mit Ja beantwortet wurde: Können die Veränderungen durch natürliche Ursachen oder einen Bias bei der Datenerhebung erklärt werden?

*H1.4.1: Die Veränderungen in der Anzahl gesichteter **Pilotwalgruppen** können durch den Lerneffekt bei Firms und die in den Unterfragen 1.3.1 bis 1.3.3 genannten natürlichen Faktoren erklärt werden.*

*H1.4.2: Die Veränderungen in der Anzahl gesichteter **Pilotwale** können durch den Lerneffekt bei Firms, die Morbillivirus-Epidemie und die in den Unterfragen 1.3.1 bis 1.3.3 genannten natürlichen Faktoren erklärt werden.*

- 1.5 Falls Frage 1.4 mit Nein beantwortet wurde: Welche anthropogenen Einflüsse auf die Zahl der gesichteten Pilotwale bzw. Pilotwalgruppen kommen in Frage?

2 Wann waren die Pilotwalgruppen wie gross?

- 2.1 Wie gross sind die Pilotwalgruppen in der Strasse von Gibraltar?

H2.1.1: Die durchschnittliche Gruppengrösse liegt bei etwa 14 Tieren (de Stephanis et al. 2007).

H2.1.2: Gruppen von 6-10 Tieren sind am häufigsten, gefolgt von Gruppen von 11-15 und dann 1-5 Tieren (de Stephanis et al. 2007).

- 2.2 Hat sich die durchschnittliche Gruppengrösse während des Zeitraums der Datenerhebung verändert?

H2.2: Die durchschnittliche Gruppengrösse bleibt über die Jahre unverändert.

- 2.3 Welche natürlichen Einflüsse auf die Gruppengrösse lassen sich aus den Firm-Daten feststellen?
- 2.3.1 Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Gezeiten und der durchschnittlichen Gruppengrösse?
- H2.3.1: Die jeweilige **Gezeitensituation** hat keinen Einfluss auf die Gruppengrösse.*
- 2.3.2 Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Wetter und der durchschnittlichen Gruppengrösse?
- H2.3.2.1: Das Vorhandensein von **Nebel** ändert nichts an der durchschnittlichen Gruppengrösse.*
- H2.3.2.2: Die **Sichtverhältnisse** haben keinen Einfluss auf die durchschnittliche Gruppengrösse.*
- H2.3.2.3: Die **Bewölkung** hat keinen Einfluss auf die durchschnittliche Gruppengrösse.*
- 2.3.3 Gibt es einen Zusammenhang zwischen den Windverhältnissen und der durchschnittlichen Gruppengrösse?
- H2.3.3.1: Die **Windrichtung** hat keinen Einfluss auf die durchschnittliche Gruppengrösse.*
- H2.3.3.2: Die **Windstärke** hat keinen Einfluss auf die durchschnittliche Gruppengrösse.*
- 2.4 Falls Frage 2.2 mit Ja beantwortet wurde: Können die Veränderungen durch natürliche Ursachen oder einen Bias bei der Datenerhebung erklärt werden?
- H2.4: Die Veränderungen der Gruppengrösse sind nicht allein durch die in Frage 2.3 genannten natürlichen Faktoren erklärbar.*
- 2.5 Falls Frage 2.4 mit Nein beantwortet wurde: Welche anthropogenen Ursachen kommen für die Veränderung der durchschnittlichen Gruppengrösse in Frage?

3 Wie sind die Pilotwalgruppen bezüglich Alter zusammengesetzt?

3.1 Wie hoch ist der Anteil an Kälbern und Neugeborenen?

*H3.1.1: Der **Neugeborenenanteil** liegt im Bereich von 13.22% (Gauffier 2008).*

*H3.1.2: Der **Kälberanteil** liegt im Bereich von 13.62% (Gauffier 2008).*

3.2 Hat sich der Anteil an Jungtieren (Kälber und Neugeborene) während des Zeitraums der Datenerhebung verändert?

H3.2: Die Morbillivirus-Epidemie im Winter 2006-2007 hat überwiegend adulte Tiere getroffen und so die Alterszusammensetzung zugunsten der Jungtiere verschoben (Gauffier 2008). In den Daten zeigt sich daher in dieser Zeit eine Zunahme des Jungtieranteils.

3.3 Falls Frage 3.2 mit Ja beantwortet wurde: Lassen sich die Veränderungen durch einen Bias bei der Datenerhebung oder natürliche Einflüsse erklären? Welche?

H3.3: Die Veränderungen können durch die Morbillivirus-Epidemie und Bias in der Datenerhebung erklärt werden.

3.4 Falls Frage 3.3 mit Nein beantwortet wurde: Welche anthropogenen Einflüsse auf die Alterszusammensetzung kommen in Frage?

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsgebiet

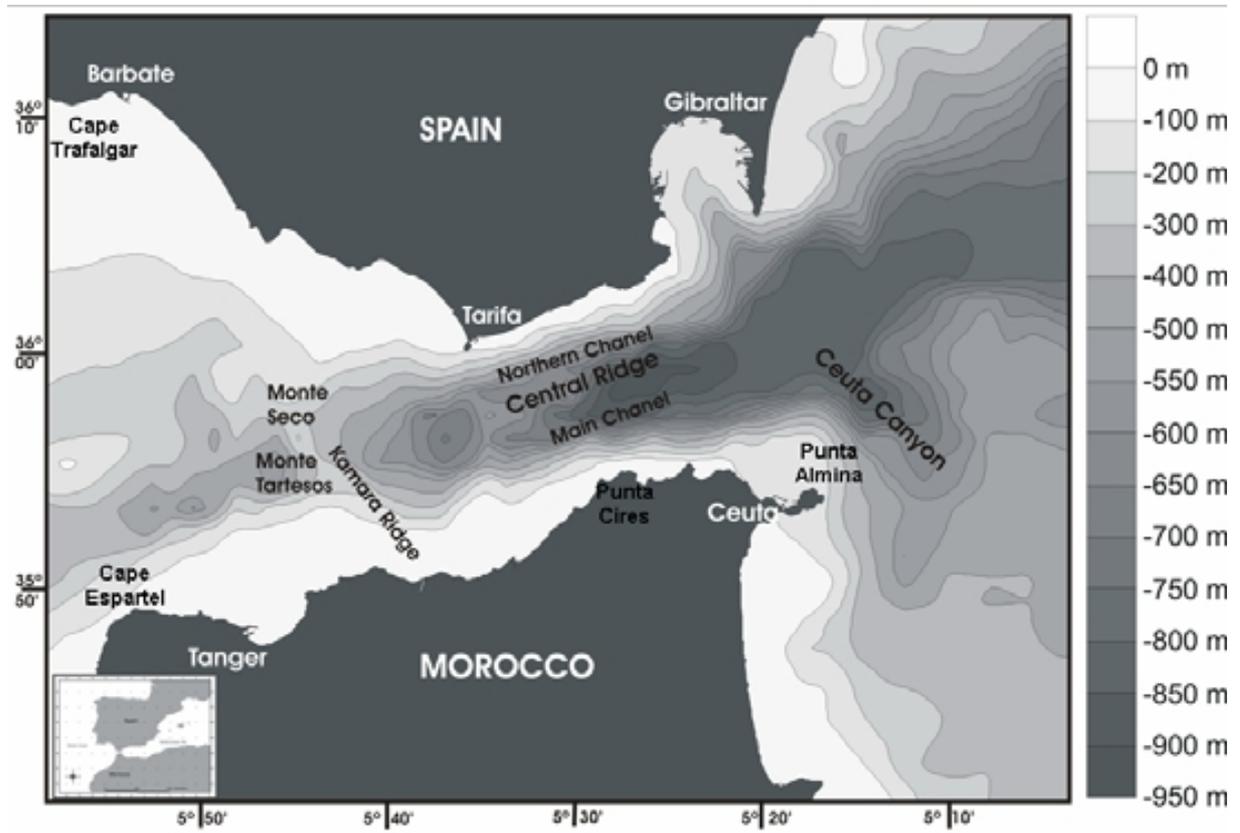


Abbildung 3.1: Strasse von Gibraltar mit Tiefenprofil (Sanz et al. 1988).

Das Untersuchungsgebiet meiner Arbeit ist die Strasse von Gibraltar inklusive der Bucht von Algeciras (siehe Abbildung 3.1). Da die zwei bis drei Stunden dauernden Whalewatching-Ausfahrten jeweils von Tarifa aus (und nur in Einzelfällen in der Bucht von Algeciras) durchgeführt wurden, ist das Beobachtungsgebiet im Allgemeinen auf den Radius um Tarifa beschränkt, der in eineinhalb Stunden mit dem Boot erreichbar ist.

In der Strasse von Gibraltar herrscht eine komplexe Strömungsdynamik, die von verschiedenen Faktoren beeinflusst wird. Die Meerenge ist die einzige Verbindung zwischen Atlantik und Mittelmeer, in beide Richtungen findet ein Wasseraustausch statt: An der Oberfläche strömt Atlantikwasser ins Mittelmeer und in der Tiefe findet ein Rückfluss statt. Dabei ist der Wasserzufluss ins Mittelmeer grösser als der Ausfluss, da das im Mittelmeer verdunstende Wasser nicht allein durch Niederschläge und Süswasserzuflüsse kompensiert werden kann (vgl. Farmer & Armi

1988, Hopkins 1996, Macías et al. 2007). Zudem verändert sich der Austausch abhängig von den Gezeiten und deren Stärke (Vargas et al. 2004).

Die Camarinal-Schwelle, ein Unterwassergebirge (auf Abbildung 3.1 mit „Kamara Ridge“ angeschlossen), verursacht eine Durchmischung der Schichten und einen Transport von nährstoffreichem Wasser aus der unteren aus dem Mittelmeer ausfließenden Wassermasse in die obere Schicht des einfließenden Atlantikwassers (Bruno et al. 2002). Das nährstoffreiche Wasser fließt dann durch die Strasse von Gibraltar und erlaubt dort ein hohes Wachstum von Phytoplankton (Macías et al. 2007), welches die Basis des Meeresökosystems bildet (siehe dazu auch Abbildung 1.2 auf Seite 8). Die spezifischen Strömungsverhältnisse ermöglichen also ein reiches Vorkommen von Beutetieren verschiedener Walarten, weshalb die Strasse von Gibraltar zahlreichen Walen als Nahrungsgrund dient.

3.2 Walarten

In der Strasse von Gibraltar wurden in der Vergangenheit sieben Walarten beschrieben (de Stephanis et al. 2007: 82); ein einziges Mal wurde zudem 2008 eine Cuvier-Schnabelwalsichtung registriert (Lens et al. 2009). In der Datenbank der Stiftung Fimm sind bis 2009 bereits zehn

Tabelle 3.1: Von Fimm gesichtete Walarten. Die zwei in der Strasse von Gibraltar neu beschriebenen Arten sind kursiv gedruckt. Die rechte Spalte führt weitere Sichtungen derselben Arten aus der Literatur auf, wobei die Anzahl Sichtungen jeweils in Klammern dazugeschrieben ist.

Deutscher Name	Wissensch. Name	Sichtungen	Andere Quellen (Sichtungen)
Nördlicher Zwergwal	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	9	
Finnwal	<i>Balaenoptera physalus</i>	142	de Stephanis et al. 2008a (3)
Pottwal	<i>Physeter macrocephalus</i>	941	de Stephanis et al. 2008a (130)
Cuvier-Schnabelwal	<i>Ziphius cavirostris</i>	2	
Gewöhnlicher Delfin	<i>Delphinus delphis</i>	1218	Lens et al. 2009 (10), de Stephanis et al. 2008a (113)
Risso-Delfin	<i>Grampus griseus</i>	1	Lens et al. 2009 (1)
Pilotwal	<i>Globicephala melas</i>	6117	Lens et al. 2009 (57), de Stephanis et al. 2007 (225), de Stephanis et al. 2008a (122), Andreu et al. 2009 (774), Verborgh et al. 2009 (611)
Grosser Schwertwal	<i>Orcinus orca</i>	262	de Stephanis et al. 2008a (33)
Gestreifter Delfin	<i>Stenella coeruleoalba</i>	1671	Lens et al. 2009 (15), de Stephanis et al. 2008a (118)
Grosser Tümmler	<i>Tursiops truncatus</i>	3504	Lens et al. 2009 (30), de Stephanis et al. 2008a (63)

Arten aufgeführt, allerdings werden die „neuen“ Arten nur durch wenige Sichtungen belegt (Tabelle 3.1). In Anhang 1 (Seite 70ff.) findet sich ein detaillierter Überblick zu allen zehn Arten.

Der Pilotwal ist die mit Abstand am häufigsten beobachtete Walart: Pilotwalsichtungen machen etwa die Hälfte aller Walsichtungen in der Fimm-Datenbank aus.

3.3 Datenerhebung

Seit 1999 erhebt die Stiftung Fimm Daten über alle Walsichtungen während ihrer Whalewatching-Fahrten. Die Saison dauert jeweils von April bis Oktober, während dieser Zeit finden bei genügend gutem Wetter abhängig von der Nachfrage täglich mehrere Ausfahrten von Tarifa aus statt. Gutes Wetter heisst hier insbesondere, dass die Windstärke nicht höher als 6bf sein darf, da bei stärkerem Wind ein den Touristen unzumutbar hoher Wellengang herrscht. Wenn der Wind vor Tarifa zu stark ist, werden, falls dort bessere Bedingungen herrschen, alternativ Ausfahrten in der Bucht von Algeciras durchgeführt. Dieser Fall tritt jedoch nicht sehr häufig ein: Nur 6% der Ausfahrten in der Datenbank fanden in der Bucht von Algeciras statt. In der Regel dauern die Fahrten zwei Stunden, in der Orca-Saison (ca. Juli und August) werden auch dreistündige Ausfahrten angeboten.

Der erste Eintrag in der Datenbank stammt vom 22. April 1999. Die Datensammlung dauert immer noch an, ich verwende für meine Arbeit aber nur die Daten bis zum 1. November 2009. Die meisten Daten wurden jeweils zwischen April und Oktober gesammelt, es fanden jedoch auch ein paar wenige private Ausfahrten sowie vereinzelt Landbeobachtungen ausserhalb der Saison statt, die ebenfalls in die Datenbank einfließen.

Fimm hat für die Datenerhebung in dieser Zeit sehr viele unterschiedliche Boote benutzt (siehe Tabellen 1 und 2 in Anhang 3). Drei der Boote gehören der Stiftung Fimm, jedoch kam es vor allem in den ersten Jahren öfter vor, dass alle Fahrten ausgebucht waren und die Touristen mit einer Begleitperson zu Fahrten konkurrierender Whalewatching-Anbieter mitgeschickt wurden. Die Begleitpersonen erhoben dann auch Daten zu den dort gemachten Sichtungen.

Das Whalewatching in Spanien ist seit Dezember 2007 durch einen Gesetzeserlass reguliert (*Ministerio de la Presidencia 2008*), daher müssen die Kapitäne gewisse Regeln bei der Annäherung an die Tiere einhalten: Das Boot darf sich den Walen bis auf höchstens 60m Distanz nähern. Falls es sich um einzelne Jungtiere oder isolierte Adulte mit Jungtieren handelt, beträgt der Mindestabstand 300m. Im Umkreis von 300m um die Wale dürfen sich zudem höchstens

zwei Boote aufhalten, und das Boot muss sich den Walen von schräg hinten in einem 30°-Winkel bei konstanter Geschwindigkeit (max. 4 Knoten) nähern.

Vor dem Inkrafttreten dieses Gesetzes hielten sich die Fimm-Kapitäne bereits an intern vorgegebene Richtlinien: Sie sollten nicht näher als 100m an die Tiere heranfahren, bei Anwesenheit zusätzlicher Whalewatching-Boote nicht näher als 200m. Die Annäherung sollte „in langsamem Tempo von der Seite oder schräg von hinten“ geschehen. Zudem sollte das Boot nicht länger als 15min bei der jeweiligen Walgruppe verbleiben. (*Vollständige Liste siehe Anhang 4.*)

Während der Walbeobachtungsfahrten sind auf dem Boot jeweils ein Kapitän und ein oder zwei BeobachterInnen anwesend, zudem weitere Mitarbeitende von Fimm, welche die Touristen betreuen. Die Beobachtenden sind für das Ausfüllen der Datenblätter zuständig. Insbesondere in den ersten Jahren der Datenerhebung wurde dies oft auch von freiwilligen Mitarbeitenden der Stiftung gemacht, welche keine entsprechende Ausbildung besaßen. Laut Angabe von Fimm wird seit etwa 2004 darauf geachtet, dass die Daten möglichst nur noch von erfahrenen und gut instruierten Mitarbeitenden erhoben werden.

In den ersten Jahren nach der Stiftungsgründung wurden die Fahrtrouten zufällig gewählt und die Wale jedes Mal gesucht. Ungefähr seit 2002 hat die Stiftung Fimm das nötige biologische Wissen über die Aufenthaltsorte der Wale, um diese gezielt anfahren zu können, insbesondere was die unterschiedlichen Gezeitensituationen betrifft. Normalerweise wird jeweils zuerst nach Pilotwalen oder Grossen Tümmlern – den häufigsten Arten – gesucht, Sichtungen von anderen Walen geschehen zufällig. Ausnahmen gibt es, wenn auf einer Fahrt ein Finnwal oder Pottwal gesichtet worden ist, in so einem Fall wird dieser auf den am selben Tag folgenden Fahrten nochmals gezielt gesucht. Seit ca. 2008 wird Fimm zudem von Fischern zuverlässig benachrichtigt, wenn Orcas auftauchen, und fährt dann gezielt in diese Gebiete.

Bei jeder Ausfahrt werden das Datum, die Abfahrts- und Ankunftszeit, das verwendete Boot und die Namen des Kapitäns und der Beobachtenden registriert. Zudem werden Angaben zu den Gezeiten-, Wind-, Wetter- und Sichtverhältnissen gemacht.

Während der Fahrt wird jede Sichtung von Walen, egal in welcher Entfernung, auf dem Datenblatt eingetragen. Aufgenommen werden die jeweilige Uhrzeit, die Position des Bootes, die Entfernung der Walgruppe vom Boot und die Art. Ebenfalls registriert wird die Anzahl Tiere (normalerweise wird zwei- bis dreimal gezählt), unterschieden nach drei Altersklassen (Adulte, Juvenile und Neugeborene) sowie das Verhalten. Letzteres umfasst sowohl das generelle Verhalten (z.B.

jagen, reisen, ruhen) als auch spezielle Verhaltensweisen wie z.B. Spyhopping. Auch die Reaktion der Wale auf das Boot wird festgehalten (neugierig, scheu oder neutral). Schliesslich ist auf dem Blatt auch noch Platz für individuelle Bemerkungen der Beobachtenden sowie für Angaben zu allfällig erfolgter Fotoidentifikation. Das vollständige Datenblatt, wie es bisher für die Erhebungen verwendet wurde, befindet sich in Anhang 2.

Die so gesammelten Daten werden in einer Microsoft Excel - Datenbank organisiert. Jede Ausfahrt und jede Sichtung erhält eine Nummer, so dass jede Sichtung den Daten der entsprechenden Ausfahrt zugeordnet werden kann. Diese Datenbank habe ich für meine Masterarbeit von Fimm erhalten.

3.4 Datenanalyse

Die Analyse der Daten führte ich mit dem Programm Microsoft Excel 2007 durch. Zu Beginn waren ein paar kleinere Datenkorrekturen notwendig, insbesondere wurden bei etwa 80 Sichtszeitangaben offensichtliche Fehler korrigiert. Für die Datenanalyse wurden in der Regel sämtliche in der Datenbank enthaltenen Daten verwendet, Ausnahmen werden jeweils an den entsprechenden Stellen der Arbeit genannt. Im Folgenden werden einige speziellen Berechnungen genauer erläutert.

3.4.1 Korrekturgrössen für die Berechnung der Häufigkeit

Zwar dauern die Walbeobachtungsfahrten normalerweise zwei Stunden, jedoch sind in der Datenbank mehr oder weniger grosse Abweichungen hiervon feststellbar. Insbesondere die während der Orca-Saison angebotenen dreistündigen Fahrten würden die Resultate verzerren. Daher wurde für alle Ausfahrten in der Datenbank die Ausfahrtsdauer berechnet. In den Fällen, wo die Zeitdaten vom Start oder Ende der Ausfahrt fehlten, schätzte ich die Ausfahrtsdauer anhand des aus den vollständigen Daten berechneten Durchschnitts. Falls die Sichtszeit ausserhalb dieser Zeitspanne lag, verwendete ich die Zeit zwischen Start der Ausfahrt und Sichtung als Schätzung. Auf dieser Grundlage entstanden dann die Grössen „Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt“ und „Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt“.

3.4.2 Statistische Analyse des Einflusses natürlicher Faktoren

Die in der Datenbank enthaltenen Daten zu Gezeiten (Ebbe/ Flut, zunehmend/ abnehmend), Wetter (Sichtqualität, Bewölkungsstärke und Nebeldichte) und Wind (Windrichtung, Windstärke) wurden jeweils in ihrem Einfluss auf die Pilotwalpopulation untersucht. Getestet wurde, ob es bei den verschiedenen Ausprägungen obengenannter natürlicher Faktoren signifikante Unterschiede in der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt, der Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt oder den Gruppengrößen gab. Der Jungtieranteil wurde von der Analyse ausgeschlossen, da dieser eine vergleichsweise langfristige Größe darstellt und daher eine Beeinflussung durch kurzzeitige Änderungen der genannten natürlichen Einflüsse nicht plausibel scheint (siehe auch Forschungsfragen und Hypothesen in Kapitel 2.2).

Bei fast allen natürlichen Faktoren wurden für die Analyse die bereits in der Datenbank verwendeten Ausprägungen verwendet, nur für die Windstärke, welche ursprünglich als Zahl auf der Beaufort-Skala zwischen 0 und 6.5 in Abständen von 0.5 angegeben war, wurden Größenklassen erstellt, um den Test zu vereinfachen. Bei den Gezeiten wurden ausserdem zwei Faktoren zu verschiedenen Gezeitsituationen kombiniert (Tab. 3.2).

Tabelle 3.2: Die verschiedenen Gezeitsituationen, wie sie für die statistischen Tests verwendet werden.

	Ebbe	Flut
abnehmend	Gruppe 1	Gruppe 3
zunehmend	Gruppe 2	Gruppe 4

Die Auswahl der geeigneten statistischen Tests für die jeweilige Größe traf ich anhand des Entscheidungsschemas aus *Hüsler & Zimmermann 2006: U1*.

4 Daten

4.1 Datenbeschreibung

In der Zeit der Datenerhebung von 1999 bis 2009 wurden insgesamt 13'990 Sichtungen von 4452 Ausfahrten in die Datenbank eingetragen (Abbildung 4.1). Da die Daten jeweils pro Sichtung erhoben wurden, fanden diejenigen Fahrten, bei denen keine Wale gesichtet wurden, bisher keinen Eingang in die Datenbank. Laut Angabe von Firmm handelt es sich hierbei um maximal 5% aller Ausfahrten oder sogar deutlich weniger. Wie Abbildung 4.2 zeigt, fand die überwiegende Zahl der Sichtungen (97.68% der registrierten Sichtungen) innerhalb der Saison von April bis Oktober zwischen 9 und 21 Uhr statt.



Abbildung 4.1: Anzahl in der Datenbank enthaltener Whale-watching-Ausfahrten der Stiftung Firmm.

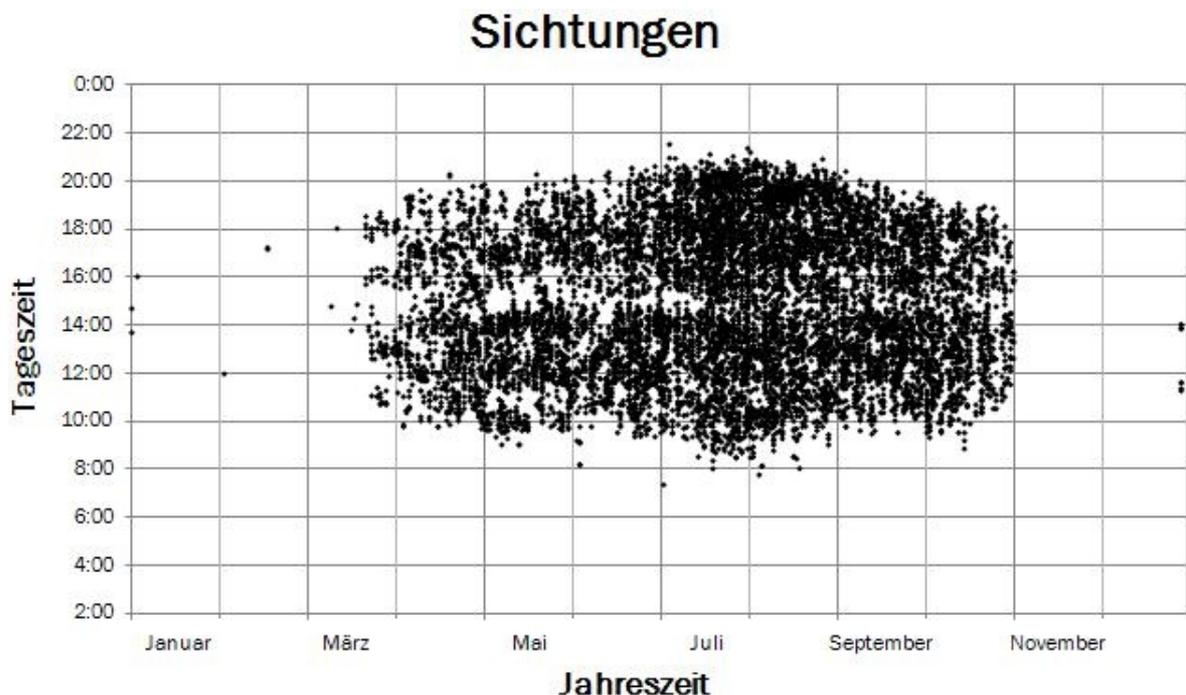


Abbildung 4.2: Darstellung aller Sichtungen in der Datenbank bezüglich Tages- und Jahreszeit. Sichtungen ohne Zeitangabe sind nicht berücksichtigt.

4.2 Konsistenz der Daten

4.2.1 Mögliche Fehlerquellen in opportunitätsbasierten Daten

Die Daten von Fimm wurden nicht in standardisierten Verfahren erhoben, sondern opportunitätsbasiert bei kommerziellen Whalewatching-Fahrten. Es ist deshalb möglich, dass die gesammelten Daten dadurch in gewissem Masse verzerrt sind. Grundsätzlich sind zwei Typen solcher Verzerrungen vorstellbar: Bias durch Selektion und Bias durch Beeinflussung.

Bias durch Selektion

In diese Kategorie gehören alle Verzerrungen, die sich durch Auswahlentscheidungen ergeben. Dies beginnt bereits bei der Entscheidung, ob eine Walbeobachtungstour stattfinden soll oder nicht. Einerseits finden ausserhalb der Tourismus-Saison kaum Ausfahrten statt (bzw. nur private), so dass für diese Zeit keine repräsentative Datenmenge vorliegt. Andererseits ist auch während der Saison die Entscheidung von externen Faktoren wie Wetter und Gezeiten abhängig (z.B. finden bei Fimm nur Ausfahrten bei Windstärken von unter 6bf statt). Allerdings ist dies auch bei standardisierten Datenerhebungen der Fall, sofern sie von einem Boot aus und nicht an Land stattfinden.

Die Entscheidung über die Fahrtroute kann die Daten deutlich verzerren, sobald Kenntnisse über die Aufenthaltsgebiete der Wale vorhanden sind. In diesem Fall ist die Route nicht zufällig gewählt und das Datenbild kann sich zugunsten der Zielarten oder der besser erforschten Arten verschieben.

Eine weitere wichtige Quelle für mögliche Verzerrungen besteht während der Fahrten. Da diese eine kommerzielle Absicht haben, ist es möglich, dass „interessantere“ Walgruppen im Datensatz übervertreten sind. Vorstellbar wäre eine Übervertretung von Gruppen mit Jungtieren oder mit Walen, welche ein für die Touristen interessantes Verhalten zeigen. Auch grössere Schulen werden möglicherweise bevorzugt. Denkbar wäre zudem, dass bestimmte (z.B. grosse) Walar-ten beliebter sind.

Weinrich 2009 führte eine entsprechende statistische Analyse mit Daten von Buckelwalen durch, um diese Vermutung zu testen. Er verglich hierzu Daten von Forschungsbooten mit standardisierter Vorgehensweise bei der Datensammlung mit Daten von Whalewatching-Booten. Seine Studie ergab signifikante Unterschiede zwischen den beiden Bootstypen.

Daten von Whalewatching-Booten wiesen einen signifikant grösseren Anteil an Juvenilen auf als die Daten, die an Bord von Forschungsbooten erhoben worden waren, während bei diesen adulte Tiere übervertreten waren. Dass juvenile Tiere tendenziell aktiveres Verhalten zeigen und dadurch touristisch interessanter sind, kann dieses Ergebnis erklären.

In der Gruppengrösse fand sich ebenfalls eine Abweichung: Einzelne Tiere waren bei Whalewatching-Booten signifikant übervertreten, während bei den Forschungsbooten Gruppen von zwei oder mehr Tieren häufiger registriert wurden. Weinrich erklärt dies dadurch, dass juvenile Wale häufiger allein unterwegs sind.

Auch im Verhalten wurden signifikante Abweichungen festgestellt: Während in den Daten der Forschungsboote die Verhaltenskategorien „Ruhen“ und „Reisen“ überdurchschnittlich oft vertreten waren, wiesen die Daten der Walbeobachtungsboote einen signifikant höheren Anteil der Kategorien „Fressen“, „Aerial behavior“ und „Soziales Verhalten“ auf.

Allerdings müssen die Ergebnisse dieser Studie mit Vorsicht betrachtet werden: Weinrich wählte für seine Analyse lediglich diejenigen Whalewatching-Daten aus, bei welchen die Beobachtungszeit mindestens 30min betrug (die Standardzeitdauer bei den Forschungsbooten). Da Walbeobachtungsboote nach eigenen Angaben des Autors oft kürzere Zeit bei einer bestimmten Walgruppe verbringen (z.B. wenn die Tiere „uninteressantes“ Verhalten zeigen), liegt der Schluss nahe, dass durch diese Beschränkung der Daten bereits zumindest ein Teil der Verzerrung produziert wird, nach der der Verfasser der Studie gesucht hat.

In der Studie von *Dans et al. 2008* wird ebenfalls auf einen möglichen systematischen Fehler in Whalewatching-Daten hingewiesen. In den dort erhobenen Daten von Walbeobachtungsbooten sind im Vergleich zu Forschungsbooten fressende Schwarzdelfine gegenüber reisenden Tieren stark übervertreten.

Im Fall der Fimm-Daten lassen sich solche Verzerrungen nicht ganz ausschliessen. Zwar werden nach Angabe von Fimm ausnahmslos alle Walsichtungen in die Datenformulare eingetragen, auch wenn die Wale z.B. nur in einiger Entfernung vorbeiziehen. Trotzdem entsteht in den Daten bereits dadurch eine mögliche Verzerrung, dass sich das Boot bei einer Walgruppe aufhält: Sobald Wale anwesend sind, wird das Boot angehalten und somit sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass während der entsprechenden Ausfahrt weitere Sichtungen gemacht werden. Falls die Entscheidung, sich bei einer bestimmten Walgruppe aufzuhalten, von der „Interessantheit“

derselben bezüglich Verhalten oder Gruppenzusammensetzung abhängt, muss mit einer entsprechenden Verzerrung der Daten gerechnet werden.

Man könnte auch vermuten, dass die Aufmerksamkeit der beobachtenden Person zeitweise auf eine interessante Walgruppe in Bootsnähe konzentriert ist, womit weitere Wale in grösserer Entfernung der Erfassung entgehen.

Bias durch Beeinflussung

Eine andere Fehlerquelle liegt in der Anwesenheit der Walbeobachtungsboote selber. Diese werden von den Walen wahrgenommen und können daher auch Verhaltensänderungen bei diesen verursachen. Im Extremfall werden sogar die Populationen beeinträchtigt.

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass Wale auf Whalewatching-Boote reagieren. Die Reaktionen weisen ein sehr breites Spektrum auf, wie die folgende Übersichtstabelle zeigt.

Tabelle 4.1: Einflüsse von Walbeobachtungsbooten auf Wale.

Kurzfristige Reaktionen		
Allgemein		
Schwimmgeschwindigkeit		
Häufigere Änderungen der Schwimmgeschwindigkeit (<i>Pottwal: Magalhães et al. 2002</i>)		
Zunahme der Schwimmgeschwindigkeit (<i>Buckelwal: Scheidat et al. 2004, Au & Green 1999, Ostpazifischer Delfin: Timmel et al. 2008, Schwertwal: Williams et al. 2001</i>)	Verlangsamung (<i>Ostpazifischer Delfin: Timmel et al. 2008</i>)	Keine Änderung der Schwimmgeschwindigkeit (<i>Schwertwal ♂: Williams et al. 2001</i>)
Distanz zum Boot		
Entfernen vom Boot (<i>Pilotwal: Andreu et al. 2009, Buckelwal: Au & Green 1999, Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005</i>)	Annäherung ans Boot (<i>Pilotwal: Andreu et al. 2009</i>)	
Richtungswechsel		
Erhöhung der Anzahl Richtungswechsel (<i>Ostpazifischer Delfin: Timmel et al. 2008, Schwertwal ♀: Williams et al. 2001</i>)		Keine vermehrten Richtungswechsel (<i>Schwertwal ♂: Williams et al. 2001</i>)

Tauchzeit

Verlängerung der Tauchzeit (*Buckelwal: Schaffar et al. 2009*)

Kürzere Tauchzeit (*Schwertwal ♀: Williams et al. 2001*)

Keine signifikante Änderung der Tauchzeit (*Schwertwal: Williams et al. 2001*)

Direktheit der Wege (Verhältnis von Luftlinie-Distanz zu tatsächlich zurückgelegter Distanz)

Einschlagen von indirekteren Wegen (*Buckelwal: Scheidat et al. 2004, Schaffar et al. 2009, Schwertwal ♂: Williams et al. 2001*)

Keine signifikante Änderung der Direktheit (*Schwertwal ♀: Williams et al. 2001*)

Verhalten

Häufigere Wechsel der Verhaltensart (*Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005*)

Verhalten über der Wasseroberfläche

Zunahme von Verhaltensweisen über der Wasseroberfläche wie z.B. Spyhopping, Springen oder Flukenschlagen (*Pottwal: Magalhães et al. 2002*)

Weniger Aktivität über der Wasseroberfläche (*Schwertwal ♂: Williams et al. 2001*)

Keine signifikante Änderung der Aktivitäten über Wasser (*Schwertwal: Williams et al. 2001, Ostpazifischer Delfin: Courbis & Timmel 2008*)

Atemintervalle

Verkleinerung der Atemintervalle (*Pottwal: Magalhães et al. 2002*)

Ruhezeit

Weniger häufiges Ruhen (*Grosser Tümmler: Constantine et al. 2002, Bejder & Lusseau 2008*)

Milling

Mehr richtungsloses Herumschwimmen (*Grosser Tümmler: Constantine et al. 2002, Schwarzdelfin: Dans et al. 2008, Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005*)

Reisen

Längere Reisezeit (*Grosser Tümmler: Bejder & Lusseau 2008*)

Weniger Reisen (*Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005*)

Soziales Verhalten		
Zunahme sozialen Verhaltens (<i>Pilotwal: Andreu et al. 2009</i>)	Weniger Sozialverhalten (<i>Schwarzdelfin: Dans et al. 2008</i>)	
Fressen		
	Weniger häufiges Fressen (<i>Schwarzdelfin: Dans et al. 2008</i>)	
Akustisches Verhalten		
	Keine Änderung der Rate von Laut- äusserungen (<i>Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005</i>)	
Pfeifen		
	Keine Veränderung der Pfeifrate (<i>Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005</i>)	
Echolokation		
	Keine Veränderung der Klick-Dauer (<i>Indopazifischer Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005</i>)	
Singen		
	Reduktion der Singaktivität bei Männchen (<i>Buckelwal: Sousa-Lima & Clark 2008</i>)	
Langfristige Reaktionen		
Population		
	Rückgang der Population (<i>Grosser Tümmler: Bejder & Lusseau 2008</i>)	Konstante Population (<i>Indopazifi- scher Grosser Tümmler: Lemon et al. 2005</i>)
Reproduktion		
	Weniger Reproduktionserfolg (<i>Grosser Tümmler: Bejder & Lus- seau 2008</i>)	

In manchen Fällen verstärkte sich die Verhaltensänderung mit zunehmender Anzahl anwesender Boote (*Schaffar et al. 2009, Constantine et al. 2002*). *Williams et al. 2001* wiederum beobachteten einen gegenläufigen Effekt mit zunehmender Anzahl Boote.

Weitere Fehlerquellen

Nebst den möglichen für Whalewatching-Boote spezifischen Fehlerquellen sind auch weitere Verzerrungen denkbar, etwa wenn die an der Erhebung beteiligten Personen die Datenblätter nicht gleich exakt oder nach den gleichen Kriterien ausfüllen, also z.B. die Angabe der Nebeldichte unterschiedlich beurteilen oder verschieden gute Distanzschätzungen vornehmen. Von Seiten der Stiftung Fimm wird aber angegeben, dass zumindest seit etwa 2004 sehr darauf geachtet werde, dass sich die Beobachtenden regelmässig absprechen, um einheitliche Daten zu gewährleisten, so dass diese Art der Datenverzerrung eher in den ersten Jahren der Datenerhebung überhaupt in Frage kommt.

4.2.2 Verwendbarkeit der Fimm-Daten

Opportunitätsbasierte Daten von Whalewatching-Fahrten, wie sie in dieser Arbeit verwendet werden, unterscheiden sich von solchen aus standardisierten Erhebungen, wie sie zum Beispiel in *Cañadas et al. 2005*, *Lemon et al. 2005*, *Bejder et al. 2006*, *de Stephanis et al. 2008a* und *de Fatima Filla et al. 2009* beschrieben werden. Die folgende Tabelle zeigt einen Vergleich zwischen standardisierter und opportunitätsbasierter Datenerhebung:

Tabelle 4.2: Gegenüberstellung von standardisierter und opportunitätsbasierter Datenerhebung zu Walen.

Standardisierte Erhebung	Opportunitätsbasierte Erhebung (z.B. mit Whalewatching-Booten)	Vor- und Nachteile der opportunitätsbasierten Erhebung
Durchführung von Fahrten mit eigens dafür verwendeten Forschungsbooten	Nutzung touristisch durchgeführter Whalewatching-Fahrten für Forschung	+ Kosten sind sehr gering (<i>Evans & Hammond 2004</i>)
Zufällige Auswahl der Fahrtrouten oder systematische Abdeckung des Forschungsgebietes nach einem reproduzierbaren Schema	Auswahl der Fahrtroute anhand von Wissen und Erfahrung, wo sich die Wale am wahrscheinlichsten befinden	- Verzerrung aufgrund von Lerneffekten ist möglich - Die Häufigkeit von Walen kann nicht zwischen verschiedenen Gebieten verglichen werden
Exakte Trennung des Forschungsaufwandes von den Sichtungen	Keine Trennung von Forschungsaufwand (Fahrzeit) und Walsichtungen	- Verzerrung hin zu 'interessanteren' Sichtungen (z.B. bezüglich Spezies, Jungtieranteil oder Verhalten) ist möglich (siehe „Bias durch Selektion“ in Kapitel 4.2.1)
Dauer einer Sichtung/ Beobachtung oft vorgegeben	Dauer einer Sichtung nur durch Gesetze oder Richtlinien beschränkt, variiert von Mal zu Mal	- Verzerrung hin zu 'interessanteren' Sichtungen ist möglich
GPS-Position wird oft regelmässig während der Fahrt registriert	GPS-Position wird nur bei einer Sichtung registriert	- Weniger Informationen zum Aufenthaltsort von Walen

Grundsätzlich sind also opportunitätsbasiert erhobene Daten nicht ohne weiteres reproduzierbar oder auf andere Gebiete übertragbar. Durch ihren kommerziellen Charakter unterliegen sie zudem potenziellen Verzerrungen, wenn gezielt in die Gebiete gefahren wird, wo Wale vermutet werden, oder wenn das Boot sich länger bei für Touristen interessanten Gruppen aufhält. Im Gegenzug kann die opportunitätsbasierte Datenerhebung sehr kostengünstig durchgeführt werden, da kein eigenes Boot benötigt wird und die meisten verwendeten Messinstrumente bereits an Bord von Walbeobachtungsschiffen vorhanden sind. Dadurch ist es möglich, auch mit kleinen Forschungsbudgets gute Daten in genügender Menge zu erheben. Tatsächlich sind selbst Daten aus standardisierter Erhebung nicht vor Verzerrungen geschützt: Der Bias durch Selektion, wie er im vorhergehenden Kapitel beschrieben wird, wird zwar minimiert. Ein Bias durch Beeinflussung kann aber nach wie vor bestehen, da die Wale ein Forschungsboot genauso wie ein Whalewatching-Boot wahrnehmen und entsprechend darauf reagieren können.

Die Entscheidung darüber, welchen Typ der Datenerhebung man für eine Forschungsarbeit wählt, hängt somit in erster Linie von der untersuchten Fragestellung ab. Opportunitätsbasierte Daten eignen sich eher begrenzt, wenn es um das Verhalten der Wale oder deren räumliche Verteilung geht. Hingegen können sie sehr wohl herangezogen werden, wenn die zeitliche Entwicklung bestimmter Grössen verfolgt werden soll (*Evans & Hammond 2004*). Die Verzerrung bezüglich Gruppengrösse, Jungtieranteil oder Spezies ist vermutlich im Falle der Stiftung Fimm eher gering, da ihre internen Richtlinien die Sichtungsdauer auf 15 Minuten beschränken. Die Schätzungen für die in dieser Arbeit betrachteten Grössen (Anzahl Tiere und Gruppen, Gruppengrösse und Jungtieranteil) dürften daher mit den vorhandenen Daten recht genau ausfallen, und insbesondere sollte deren Entwicklung über die Jahre beurteilbar sein.

5 Resultate der Datenanalyse

5.1 Populationsdynamik

5.1.1 Häufigkeit

Bei den nachfolgenden Berechnungen sind diejenigen Ausfahrten nicht berücksichtigt, welche eine oder mehrere Sichtungen ohne eindeutige Artbestimmung enthielten.

Im Durchschnitt wurden bei 33.45% aller Ausfahrten Pilotwale gesichtet. Während der 11 Jahre Datenerhebung scheint der Anteil leicht angestiegen zu sein (siehe Abbildung 5.1). Eine lineare Regression auf die Jahreswerte ergibt folgende Gleichung: $y = 61.67 + 1.75x$ mit $R^2 = 0.37$

Da kein absoluter Nullpunkt vorhanden ist, macht eine Interpretation des y-Achsenabschnittes in diesem Fall keinen Sinn, hingegen zeigt die Steigung von 1.75, dass der Anteil positiver Fahrten für Pilotwale von 1999 bis 2009 um durchschnittlich 17.5% zugenommen hat.

Analog dazu hat auch die Zahl der **Pilotwalsichtungen** insgesamt zugenommen (siehe Abbildung 5.2). Die lineare Regres-

sionsgleichung zu den Jahreswerten lautet: $y = 0.33 + 0.05x$ mit $R^2 = 0.71$. Die Anzahl Sichtungen pro Stunde Ausfahrt ist demnach im Durchschnitt jährlich um 0.05 gestiegen, und zwar von $0.33 + 0.05 = 0.38$ Sichtungen 1999 auf $0.33 + 11 \cdot 0.05 = 0.9$ Sichtungen 2009, was

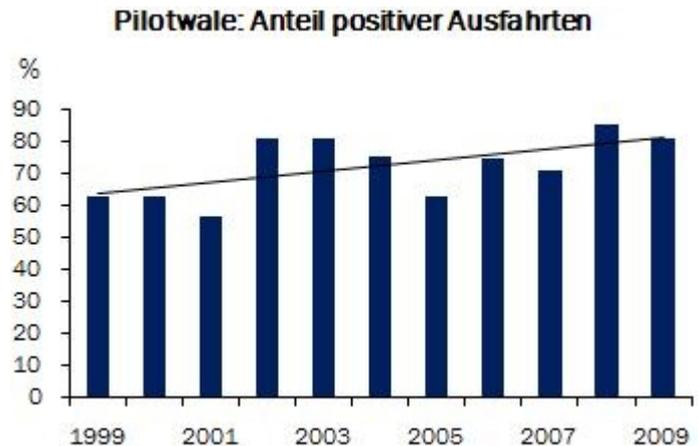


Abbildung 5.1: Anteil der Ausfahrten mit Pilotwalsichtungen an allen Ausfahrten. Ebenfalls abgebildet ist die lineare Regressionslinie.

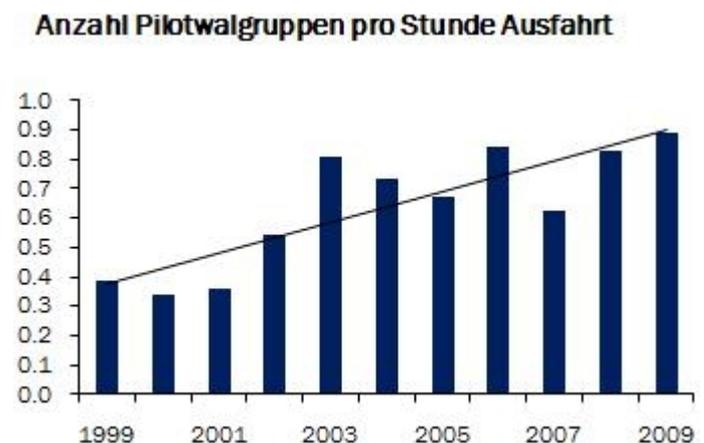


Abbildung 5.2: Durchschnittliche Anzahl Pilotwalsichtungen oder Gruppen pro Stunde Ausfahrt. Ebenfalls abgebildet ist die lineare Regressionslinie.

mehr als eine Verdopplung bedeutet. Im Durchschnitt wurden pro Stunde Ausfahrt 0.67 Pilotwalsichtungen verzeichnet.

Betrachtet man die durchschnittliche Anzahl gesichteter **Pilotwale**, zeichnet sich ein etwas anderes Bild ab. Die Zahl der Tiere folgt keinem deutlichen Trend mehr, sondern schwankt meist in einem Bereich zwischen etwa 6 und 9 Tieren pro Stunde Ausfahrt (siehe Abbildung 5.3). Auffällig ist der vergleichsweise hohe Wert von 11.62 im Jahr 2006, worauf ein Jahr später ein leichter und 2008 ein starker Rückgang zurück auf das ursprüngliche Niveau folgt.



Abbildung 5.3: Durchschnittliche gesichtete Anzahl Pilotwale pro Ausfahrt. Fahrten ohne Angabe der Anzahl wurden nicht berücksichtigt.

5.1.2 Gruppengrößen

Der Vergleich der Ergebnisse aus Kapitel 5.1.1 (Anzahl Gruppen vs. Anzahl Tiere) weist bereits darauf hin, dass sich die Gruppengröße im Laufe des Erhebungszeitraums verkleinert haben muss. Dies bestätigt sich bereits rein optisch (Grafik in Abbildung 5.4), zudem ergibt eine lineare Regression auf die Jahresdurchschnitte folgende Gleichung:

$$y = 21.27 - 1.08x \text{ mit } R^2 = 0.49$$

Das bedeutet, dass die durchschnittliche

Gruppengröße in der Zeit von von 1999 bis 2009 um 10.8 abgenommen hat. Bei einem Startwert von $21.27 - 1.08 = 20.19$ entspricht dies ziemlich genau einer Halbierung. In der grafischen Darstellung ist ausserdem eine periodische Schwankung erkennbar.

Entwicklung der Gruppengröße bei Pilotwalen

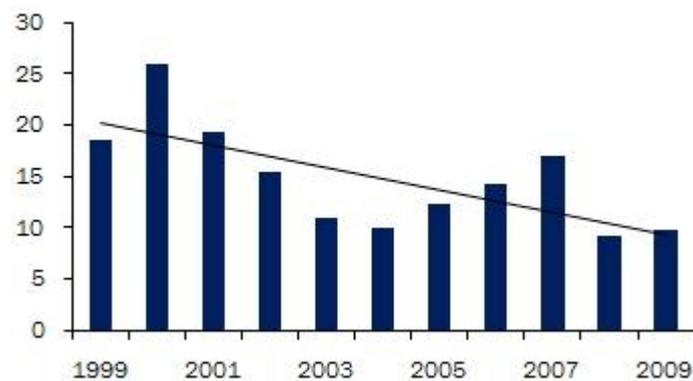


Abbildung 5.4: Entwicklung der durchschnittlichen Gruppengröße bei den Pilotwalen. Die lineare Regressionslinie ist ebenfalls dargestellt. Nur Fahrten mit Zahlangabe wurden berücksichtigt.

Die oben beschriebenen Werte sind Jahresdurchschnitte, sie sagen nichts über die Verteilung der Gruppengrößen aus. Über letztere gibt die Grafik in Abbildung 5.5 Aufschluss. Wie hier zu sehen ist, bestehen die meisten gesichteten Pilotwalgruppen aus maximal 20 Tieren, mit der grössten Konzentration im Bereich zwischen 6 und 10. Der Durchschnitt liegt bei 13, der Median bei 9 Tieren pro Gruppe.

Verteilung der Gruppengrößen bei Pilotwalen

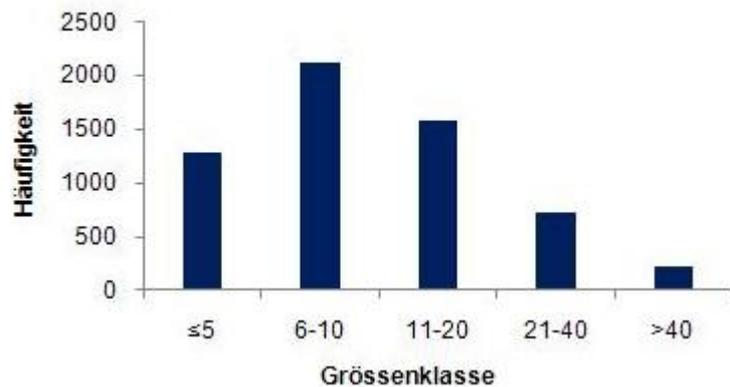


Abbildung 5.5: Durchschnittliche Verteilung der Gruppengrößen bei Pilotwalen.

Abbildung 5.6 zeigt schliesslich eine Kombination der oben dargestellten Ergebnisse (Abbildungen 5.4 und 5.5). Der Anteil der jeweiligen Gruppengrößenklasse an allen Sichtungen ist für jedes Jahr dargestellt. Man kann nun bei den beiden kleinsten Grössenklassen (≤5 und 6-10) eine Zunahme erkennen, während die Häufigkeit der grösseren Klassen insgesamt abgenommen hat. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich zudem ein kurzzeitig gegenläufiger Effekt um die Jahre 2005 bis 2007. In dieser Zeit hat der Anteil an Gruppen mit über 20 Tieren auf Kosten der kleineren Grössenklassen zugenommen.

Entwicklung der Gruppengrößenverteilung bei Pilotwalen

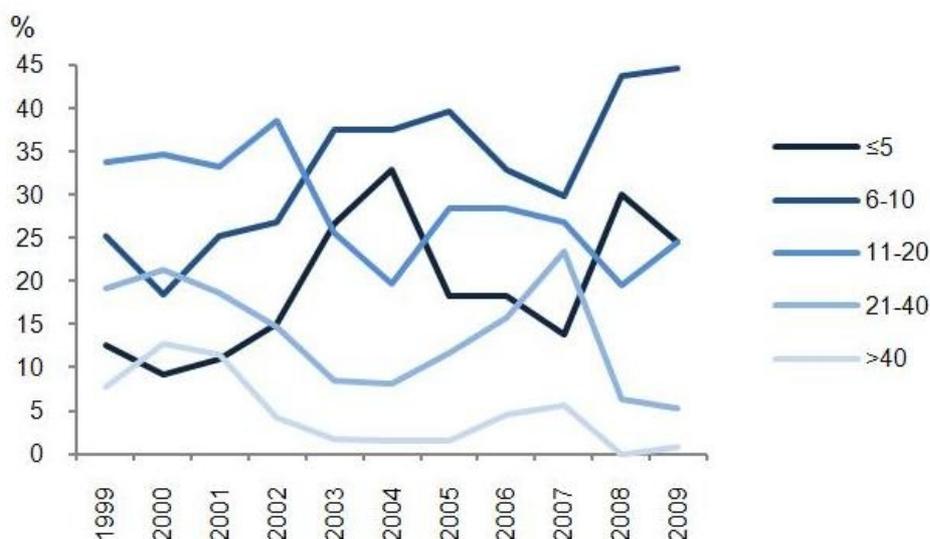


Abbildung 5.6: Entwicklung der Gruppengrößenverteilung bei Pilotwalen: Prozentualer Anteil der Grössenklassen in jedem Jahr.

5.1.3 Alterszusammensetzung

Nicht bei allen Sichtungen wurden die Wale nach Alter getrennt gezählt. In diesen Fällen wurde die Anzahl Tiere dennoch unter der Kategorie „Adulte“ eingetragen. Bei den folgenden Berechnungen wurden alle Sichtungen ausgeschlossen, bei welchen nachweislich nicht nach Alter unterschieden worden war, d.h. bei denen nur die Anwesenheit von Jungtieren ohne Anzahl derselben angegeben war. Da diese Angabe in einigen Fällen vergessen worden sein dürfte, ist es trotzdem nicht ausgeschlossen, dass diesbezüglich fehlerhafte Daten verwendet worden sind. Da 1999 noch überhaupt keine Altersunterscheidung gemacht wurde, beziehen sich die Resultate nur auf die Jahre 2000-2009.

Alterszusammensetzung Pilotwale

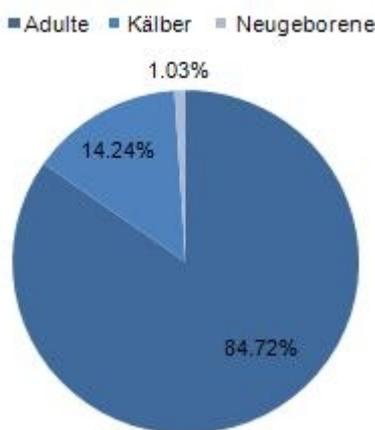


Abbildung 5.7: Durchschnittliche Alterszusammensetzung bei den Pilotwalen.

Im Durchschnitt setzten sich die von 1999 bis 2009 gesichteten Pilotwalgruppen aus 84.72% adulten Tieren, 14.24% Kälbern und 1.03% Neugeborenen zusammen (Abbildung 5.7). Jedoch variieren die Anteile von Jahr zu Jahr. Abbildung 5.8 zeigt die jeweiligen Anteile von Jungtieren und Neugeborenen in jedem Jahr. Die Grafik zeigt bis 2006 eine deutliche Zunahme des Anteils an Jungtieren, danach geht die Zahl wieder

Pilotwale: Anteil Jungtiere



Abbildung 5.8: Jährliche Anteile von Jungtieren bei den Pilotwalen, aufgeteilt in Kälber und Neugeborene. Fahrten ohne Angabe der Anzahl Tiere sind nicht berücksichtigt.

Pilotwale: Anteil Sichtungen mit Jungtieren

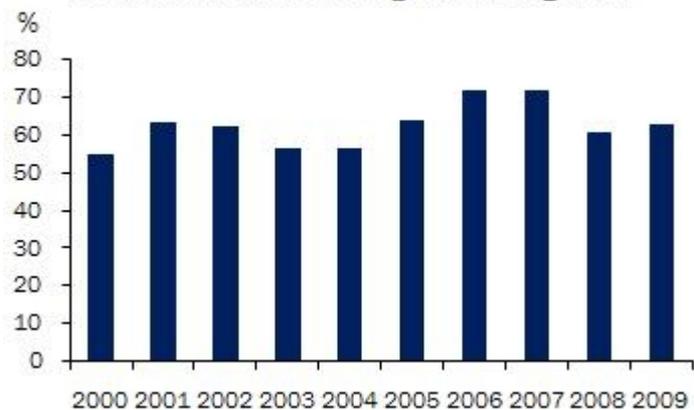


Abbildung 5.9: Anteil der Pilotwalsichtungen, an denen mindestens ein Jungtier (Kalb oder Neugeborenes) anwesend war.

etwas zurück. Das Minimum im Jahr 2000 liegt bei 6.65% Jungtieren (6.62% Kälber und 0.03% Neugeborene), das Maximum 2006 bei 21.02% (19.81% Kälber und 1.21% Neugeborene), d.h. rund dem Dreifachen.

Abbildung 5.9 zeigt den prozentualen Anteil der Pilotwalsichtungen, bei denen Jungtiere vorhanden waren (analog zum Konzept der positiven Fahrten). Im Durchschnitt waren bei 65.09% der Pilotwalsichtungen Jungtiere dabei, zwischen den einzelnen Jahren schwankt der Wert in einem relativ engen Bereich von ± 10 um den Durchschnitt herum. Neugeborene waren laut den Daten in 10.24% der Gruppen anwesend.

5.2 Natürliche Einflüsse

In diesem Abschnitt werden die Resultate der in Kapitel 3.4.2 beschriebenen statistischen Tests zum Einfluss der natürlichen Faktoren erläutert. Es werden jeweils nur die wichtigsten Ergebnisse beschrieben, die detaillierten Abläufe und Resultate aller durchgeführten Tests sind als Abbildungen aus Microsoft Excel in Anhang 5 (Seite 80ff.) zu finden.

Zu beachten ist, dass die Daten zu den natürlichen Faktoren nicht von Anfang an erhoben wurden. So sind Daten zu den Windverhältnissen und der Sichtqualität ab dem Jahr 2000, Gezeitendaten und Angaben zur Bewölkung ab 2001 und Daten zur Nebeldichte sogar erst ab 2002 vorhanden.

5.2.1 Häufigkeit

Um die natürlichen Einflüsse auf die Häufigkeit der Pilotwale zu untersuchen, wurden die beiden Grössen „Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt“ und „Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt“ verwendet (Abbildungen 5.2 und 5.3 auf Seite 31ff.).

Ein Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest ergab, dass die Daten der **Pilotwalsichtungen** pro Stunde Ausfahrt nicht normalverteilt sind (siehe Abbildung 1 auf Seite 80). Auch die Daten zur Anzahl gesichteter **Pilotwale** pro Stunde Ausfahrt erwiesen sich nach einem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest (Abbildung 2 auf Seite 80) als nicht normalverteilt. Daher wurden die Daten jeweils mit Kruskal-Wallis-Tests analysiert.

Einfluss der Gezeiten

Der Kruskal-Wallis-Test über den Einfluss der Gezeiten auf die Häufigkeit von **Pilotwalsichtungen** zeigt, dass sich die durchschnittliche Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt in den verschiedenen Gezeitsituationen (siehe Tabelle 5.2 auf Seite 22) nicht signifikant unterscheidet (Abbildung 4 auf Seite 81).

Analog dazu wird auch die Anzahl gesichteter **Pilotwale** pro Stunde Ausfahrt analysiert. Der entsprechende Kruskal-Wallis-Test ergibt ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Gezeitsituationen (siehe Abbildung 5 auf Seite 82).

Insgesamt lässt sich also kein Einfluss der Gezeiten auf die Häufigkeit der Pilotwale feststellen.

Einfluss der Wetters

Weder bei der Bewölkung (Abbildung 8 auf Seite 83) noch bei der Nebeldichte (Abbildung 10 auf Seite 85) fand sich nach dem Kruskal-Wallis-Test ein Zusammenhang zur Anzahl **Pilotwalsichtungen** pro Stunde Ausfahrt. Anders hingegen bei den Sichtverhältnissen, dort musste die Nullhypothese (kein Unterschied zwischen klarer, mittlerer und dunstiger Sicht) verworfen werden (Abbildung 7 auf Seite 83). Darauf wurden die drei Gruppen mittels Wilcoxon-Rangsummentests paarweise miteinander verglichen (Abbildung 9 auf Seite 84). Hieraus ergab sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen klarer und mittlerer bzw. klarer und dunstiger Sicht, nicht aber zwischen mittlerer und dunstiger Sicht. Die durchschnittliche Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt war demnach bei klarer Sicht etwas höher als sonst (Mittel-

Tabelle 5.2: Mittlere Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Die Signifikanzangaben gelten nur für den jeweiligen Vergleich mit „keine“, da dies die beiden einzigen signifikanten Unterschiede waren.

Bewölkungsstärke	Mittelwert
keine	8.21
wenig	9.12 *
bewölkt	9.06 *
total bedeckt	8.26

Tabelle 5.1: Mittlere Anzahl Sichtungen pro Stunde Ausfahrt bei den verschiedenen Sichtverhältnissen.

Sichtqualität	Mittelwert
klar	0.75 **
mittel	0.68
dunstig	0.64

werte siehe Tabelle 5.1).

Im Gegensatz dazu hat die Sichtqualität laut Kruskal-Wallis-Test keinen signifikanten Einfluss auf die Anzahl gesichteter **Pilotwale** pro Stunde Ausfahrt (Abbildung 11 auf Seite 85), ebenso wenig die Nebeldichte (Abbildung 13 auf Seite 86). Bezüglich Bewölkungsstärke musste die Nullhypothese verworfen werden. Das entsprechende Testergebnis war jedoch nicht hochsignifikant (Abbildung 12 auf Seite 86). Anschliessend paarweise zwischen den vier Bewölkungsstärken (keine, wenig, bewölkt und total bedeckt) durchgeführte Wilcoxon-Rangsummentests (Abbildung 14 auf

Seite 87ff.) ergaben einen signifikanten Unterschied zwischen fehlender und wenig bzw. fehlender und normaler Bewölkung (der Mittelwert bei Wolkenlosigkeit war jeweils kleiner), aus allen übrigen Vergleichen resultierten keine signifikanten Unterschiede (Mittelwerte siehe Tabelle 5.2). Keines der Ergebnisse war hochsignifikant.

Insgesamt ist die Sichtqualität der einzige natürliche Faktor, welcher die Anzahl Pilotwalsichtungen beeinflusst, indem bei klarer Sicht mehr Gruppen gesichtet werden. Die Anzahl gesichteter Pilotwale hingegen ändert sich nur abhängig von der Bewölkungsstärke, und zwar so, dass bei geringer oder normaler Bewölkung mehr Pilotwale gesichtet werden, als wenn der Himmel wolkenlos oder total bedeckt ist.

Einfluss der Windverhältnisse

Die Daten zur Windrichtung und Windstärke wurden separat auf einen jeweiligen Einfluss auf die Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt und die Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt getes-

Tabelle 5.3: Mittlere Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen.

Windrichtung	Mittelwert
Windstill	0.82
Levante	0.54 **
Poniente	0.75

Tabelle 5.4: Mittlere Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen.

Windrichtung	Mittelwert
Windstill	8.41
Levante	6.78 **
Poniente	9.27

tet. Dabei ergab jeder der entsprechenden vier Kruskal-Wallis-Tests ein hochsignifikantes Resultat, d.h. die Nullhypothese, dass die Mittelwerte sich in den verschiedenen Windsituationen nicht unterscheiden, wurde jedes Mal verworfen (Abbildungen 21, 22, 25 und 26 auf Seite 95ff.). Daraufhin wurden für jeden Fall paarweise Wilcoxon-Rangsummentests zwischen allen Ausprägungen durchgeführt (Abbildungen 23, 24, 27 und 28 auf Seite 96ff.) mit folgenden Ergebnissen:

Bei Levante (Ostwind) unterschied sich die durchschnittliche Anzahl **Pilotwalsichtungen** jeweils hochsignifikant von derjenigen bei Poniente (Westwind) bzw. Windstille. Zwischen Poniente und Windstille ergab sich kein signifikanter Unterschied. Insgesamt war der Mittelwert bei Levante kleiner als sonst (siehe Tabelle 5.3).

Die durchschnittliche Anzahl Pilotwalsichtungen war in allen drei Windstärkenklassen ([0-2), [2-4) und „4 oder mehr“) signifikant verschieden und mit Ausnahme des Vergleichs zwischen [0-2) und [2-4) sogar hochsignifikant. Grundsätzliches Ergebnis war, dass bei höheren Windstärken weniger Pilotwalgruppen gesichtet wurden (Mittelwerte siehe Tabelle 5.5).

Sehr ähnlich fielen die Ergebnisse für die Anzahl gesichteter **Pilotwale** pro Stunde Ausfahrt aus. Der Mittelwert bei Levante unterschied sich jeweils hochsignifikant von demjenigen bei Ponien-

te bzw. Windstille, während die Werte zwischen Poniente und Windstille nicht signifikant voneinander verschieden waren. Der Mittelwert war bei Levante insgesamt niedriger als sonst (Tabelle 5.4).

Tabelle 5.5: Mittlere Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken. Eckige Klammern beinhalten den Randwert, runde nicht. Die Kategorien [0-2) und [2-4) unterschieden sich nur signifikant voneinander.

Windstärkenklasse	Mittelwert
[0-2)	0.78 *
[2-4)	0.72 *
4 oder mehr	0.63 **

Wie bereits bei der Anzahl Sichtungen gab es auch bei der Anzahl gesichteter Pilotwale signifikante (aber nicht hochsignifikante) Unterschiede zwischen den Windstärkenklassen, allerdings diesmal nur zwischen den Klassen [0-2) und „4 oder mehr“ bzw. [2-4) und „4 oder mehr“ und nicht zwischen [0-2) und [2-4). Bei Windstärken von 4bf oder mehr wurden demnach weniger Pilotwale gesichtet als sonst (Tabelle 5.6).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei Levante jeweils weniger Pilotwalgruppen und auch weniger Pilotwale gesichtet wurden als bei Poniente oder Windstille. Mit zunehmender Windstärke nahm tendenziell sowohl die Anzahl Sichtungen als auch die Anzahl Tiere ab, wobei nicht alle Vergleiche gleich signifikant ausfielen.

Tabelle 5.6: Mittlere Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken.

Windstärkenklasse	Mittelwert
[0-2)	9.78
[2-4)	8.95
4 oder mehr	7.17 *

5.2.2 Gruppengrößen

Ein Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest (Abbildung 3 auf Seite 81) ergab, dass die Daten der Gruppengrößen (siehe auch Abbildung 5.4 auf Seite 32) nicht normalverteilt sind. Auch diese Datenanalyse wurde daher mit Kruskal-Wallis-Tests durchgeführt.

Einfluss der Gezeiten

Ein Kruskal-Wallis-Test über den Einfluss der Gezeiten auf die Gruppengröße zeigte, dass sich die durchschnittlichen Gruppengrößen in den verschiedenen Gezeitensituationen (Ebbe/ Flut kombiniert mit abnehmend/ zunehmend) nicht signifikant unterscheiden (siehe Abbildung 6 auf Seite 82).

Einfluss der Wetters

Bei einem Kruskal-Wallis-Test der durchschnittlichen Gruppengrößen bei klarer, mittlerer und dunstiger Sicht musste die Nullhypothese, dass die durchschnittlichen Gruppengrößen in allen

drei Gruppen gleich seien, zum 1%-Signifikanzniveau verworfen werden (siehe Abb. 15 auf Seite 89). Daraufhin wurden die drei Gruppen paarweise mit Wilcoxon-Rangsummentests miteinander verglichen (Abb. 17 auf Seite 90). Diese Tests hatten das Ergebnis, dass es zwar zwischen mittlerer und dunstiger Sicht keinen signifikanten Unterschied gibt, wohl aber einen hochsignifikanten zwischen klarer und mittlerer bzw. zwischen klarer und dunstiger Sicht. Die mittlere beobachtete Gruppengrösse ist demnach bei klarer Sicht etwas kleiner als bei mittlerer bzw. dunstiger Sicht (siehe Tabelle 5.7).

Tabelle 5.7: Mittelwerte der Gruppengrössen bei verschiedenen Sichtverhältnissen.

Sichtqualität	Mittelwert
klar	12.35 **
mittel	13.39
dunstig	13.57

Tabelle 5.8: Mittlere Gruppengrössen bei den verschiedenen Bewölkungsstärken. Die Signifikanzangaben beziehen sich jeweils nur auf den Vergleich mit „keine“ und „total bedeckt“.

Bewölkung	Mittelwert
keine	11.87
wenig	13.17 **
bewölkt	12.8 **
total bedeckt	10.62

dichtem bzw. wenig und dichtem Nebel, wo die Testergebnisse hochsignifikant waren. Bei dichtem Nebel waren die Gruppen insgesamt grösser (Mittelwerte in Tabelle 5.9).

Einfluss der Windverhältnisse

Sowohl bei der Windrichtung als auch bei der Windstärke ergaben die Kruskal-Wallis-Tests hochsignifikante Resultate bezüglich Gruppengrössen (Abbildungen 29 und 30 auf Seite 101).

Der nächste Kruskal-Wallis-Test des Faktors „Wolken“ (Abbildung 16 auf Seite 89) ergab ebenfalls eine Ablehnung der Nullhypothese (H_0 : Alle Mittelwerte sind gleich). Ein paarweiser Vergleich zwischen den vier Gruppen mittels Wilcoxon-Rangsummentests (Abbildung 18 auf Seite 91ff.) ergab folgende Beziehung zwischen den vier Mittelwerten (MW): $MW_{total} = MW_{keine} < MW_{bewölkt} = MW_{wenig}$ (siehe auch Tabelle 5.8). Das heisst, ausgenommen zwischen MW_{total} und MW_{keine} sowie zwischen $MW_{bewölkt}$ und MW_{wenig} liess sich zwischen allen Gruppen paarweise ein hochsignifikanter Unterschied feststellen.

Der Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrössen bei verschiedenen Nebeldichten (keiner, wenig und dicht) fiel ebenfalls hochsignifikant aus und die Nullhypothese (gleiche durchschnittliche Gruppengrössen bei allen Nebeldichten) musste verworfen werden. Ein anschliessender paarweiser Vergleich der drei Gruppen mittels Wilcoxon-Rangsummentests ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen keinem und wenig Nebel, jedoch sehr wohl zwischen keinem und

Tabelle 5.9: Mittlere Gruppengrösse je nach Nebeldichte.

Nebeldichte	Mittelwert
keiner	12.66
wenig	13.23
dicht	17.42 **

Die daraufhin für den Faktor „Windrichtung“ durchgeführten paarweisen Wilcoxon-Rangsummentests (Abb. 31 auf Seite 102) ergaben hochsignifikant unterschiedliche Gruppengrößen zwischen allen Ausprägungen (Windstill, Levante und Poniente), mit folgenden Beziehungen zwischen den Mittelwerten (MW): $MW_{\text{Windstill}} < MW_{\text{Levante}} < MW_{\text{Poniente}}$ (siehe auch Tabelle 5.10).

Tabelle 5.10: Mittlere Gruppengrößen bei verschiedenen Windrichtungen.

Windrichtung	Mittelwert
Windstill	8.57 **
Levante	12.13 **
Poniente	13.11 **

Tabelle 5.11: Mittlere Gruppengrößen bei verschiedenen Windstärken.

Windstärkenklasse	Mittelwert
[0-2)	12.05 **
[2-4)	12.94
4 oder mehr	12.78

Bei der Windstärke ergaben die Wilcoxon-Rangsummentests je einen hochsignifikanten Unterschied zwischen den Windstärkenklassen [0-2) und [2-4) bzw. [0-2) und „4 oder mehr“. Kein signifikantes Ergebnis brachte der Vergleich zwischen den Windstärkenklassen [2-4)

und „4 oder mehr“. Insgesamt wurden demnach bei Windstärken unter 2bf kleinere Pilotwalgruppen gesichtet als sonst (Mittelwerte siehe Tabelle 5.11).

6 Diskussion

6.1 Populationsdynamik

6.1.1 Häufigkeit

Die Anzahl Pilotwalsichtungen hat im Jahresdurchschnitt von 1999 bis 2009 wie erwartet zugenommen (*H1.2.1*). Der Anstieg geschah dabei nicht kontinuierlich, vielmehr war die Zahl in den ersten drei oder vier Jahren der Datenerhebung mit rund 0.4 Sichtungen pro Stunde deutlich kleiner, ab 2003 scheint sich die Anzahl Sichtungen dann auf einem höheren Niveau zwischen 0.6 und 0.8 Sichtungen pro Stunde zu bewegen (Abbildung 5.2 auf Seite 31). Dieser mehr oder weniger sprunghafte Anstieg lässt sich ziemlich direkt auf einen Wissenszuwachs bei Firmm zurückführen: Die Stiftung hat nach eigener Angabe im Jahr 2002 gelernt, den Aufenthaltsort der Wale anhand der Gezeitendynamik genauer festzustellen und konnte von da an die Wale viel gezielter suchen.

Im Gegensatz zur Anzahl Sichtungen bleibt die Anzahl Tiere während der gesamten Untersuchungsperiode sehr konstant. Ein Lerneffekt bei Firmm, wie er in *Hypothese H1.2.2* vermutet wurde, ist auf den ersten Blick nicht erkennbar. Allerdings muss dazu angemerkt werden, dass die Anzahl Pilotwale aus den beiden Grössen „Anzahl Sichtungen“ und „Gruppengrössen“ berechnet wird. Da mit der Zunahme der Sichtungen in gleichem Masse auch die Gruppengrösse abgenommen hat, heben sich die beiden gegenläufigen Trends in der Anzahl gesichteter Pilotwale gerade etwa auf, so dass diese als konstant erscheinen. Dass Firmm trotz Erlangen von besserem Wissen über den Aufenthaltsort der Pilotwale nicht auch die Anzahl gesichteter Pilotwale steigern konnte, liegt also daran, dass die Gruppen immer kleiner wurden.

Auffällig ist bei der Betrachtung der Anzahl Pilotwale der überdurchschnittlich hohe Wert 2006, welcher im darauffolgenden Jahr um 11.71% zurückgeht (siehe Abbildung 5.3 auf Seite 32).

Im Folgenden soll die aus der Firmm-Datenbank berechnete Entwicklung der Anzahl gesichteter Pilotwale mit Schätzungen der absoluten Populationsgrösse in früheren Forschungsarbeiten verglichen werden.

Mittels Fotoidentifikation schätzen *Verborgh et al. 2009* die Populationsgrösse der Pilotwale in der Strasse von Gibraltar während der Sommermonate (Juni bis September) von 1999 bis

2005 auf durchschnittlich 213 Tiere. Die jährlichen Schwankungen liegen im Vertrauensbereich von 95% mit Ausnahme von 1999, wo die Population mit 147 Tieren ausnehmend klein geschätzt wird (siehe Abbildung 6.1). Diese Angabe deckt sich gut mit den aus den Fimm-Daten gewonnenen Resultaten: Diese zeigen in dieser Zeitspanne keine besonderen Veränderungen in der Anzahl gesichteter Pilotwale. Die tiefste Anzahl Sichtungen gab es ebenfalls im Jahr 1999.

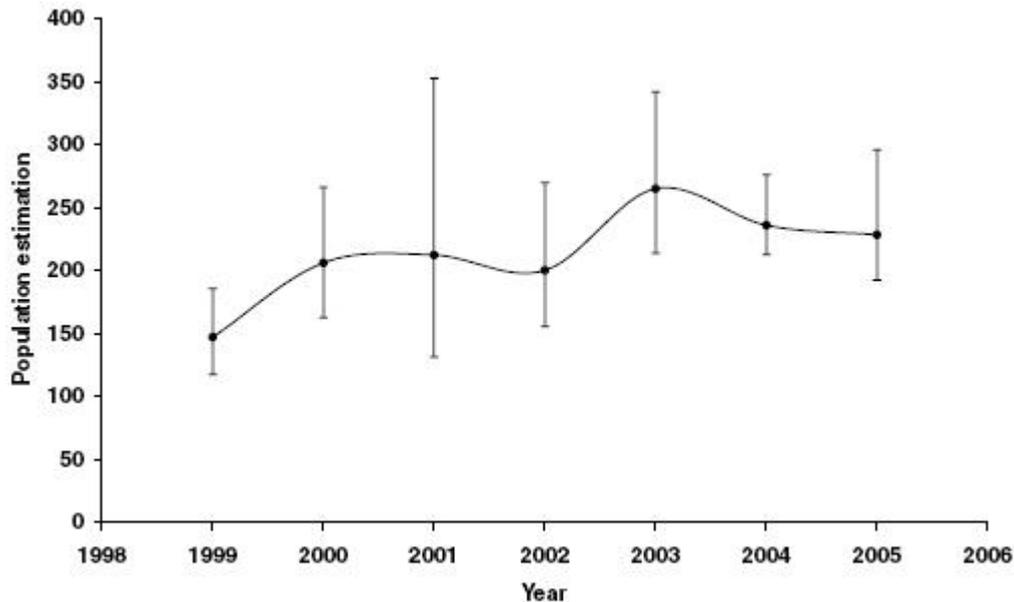


Abbildung 6.1: Geschätzte absolute Populationsgrösse in den Sommermonaten 1999 bis 2005 mit Angabe der 95%-Vertrauensintervalle (Verborgh et al. 2009: 533).

Zwischen Oktober 2006 und April 2007 gab es bei den Pilotwalen im Mittelmeer eine Morbillivirus-Epidemie, welche für einen Teil der Population tödlich verlief (Gauffier 2008). Die Ursache für das Auftreten der Epidemie sind nicht vollständig geklärt, als mögliche Erklärungen vorgeschlagen werden Verschmutzung (Aguilar & Borrell 1994 für gestreifte Delfine), ein Rückgang der Immunität gegen den Virus in der Population (Raga et al. 2008 für gestreifte Delfine), eine Übertragung des Virus von Gestreiften Delfinen (Fernández et al. 2008) und anthropogener Stress (de Stephanis et al. 2005). Gauffier 2008 schätzt in ihrer Studie die Grösse der Pilotwalpopulation und weitere beschreibende Faktoren vor und nach der Epidemie mittels Fotoidentifikation und berechnet daraus die langfristigen Auswirkungen der Epidemie auf die Population mithilfe eines PVA-Modells.

Laut Gauffiers Ergebnisse betrug die Populationsgrösse vor der Epidemie 2006 insgesamt 345 Tiere (46 Kälber, 47 Juvenile und 252 Adulte). 2007 lag die Grösse noch bei geschätzten 297

Tieren – dies entspricht einem Populationsrückgang von 14.2% zwischen 2006 und 2007. Der in den Daten von Fimm gezeigte Rückgang der Anzahl gesichteter Pilotwale um 11.71% zwischen 2006 und 2007 liegt innerhalb des Fehlerbereichs dieses Wertes (siehe Konfidenzintervalle in *Gauffier 2008: 25*), womit *Hypothese H1.1* bestätigt werden kann.

Abbildung 6.2 stellt eine Kombination der Resultate von *Gauffier 2008* und *Verborgh et al. 2009* mit den eigenen Berechnungen aus der Fimm-Datenbank dar. Es zeigt sich nun eine relativ gute Übereinstimmung der Anzahl gesichteter Pilotwale mit der Populationsgrösse, wenngleich letztere etwas stärker anzusteigen scheint als erstere. Dieser Umstand kann jedoch durch einen bereits von *Verborgh et al.* selbst vermuteten Bias erklärt werden, wonach der berechnete Anstieg der Populationsgrösse teilweise durch Verbesserungen in der Fotoidentifikation und Erhöhung der Anzahl identifizierter Individuen erklärt werden kann.

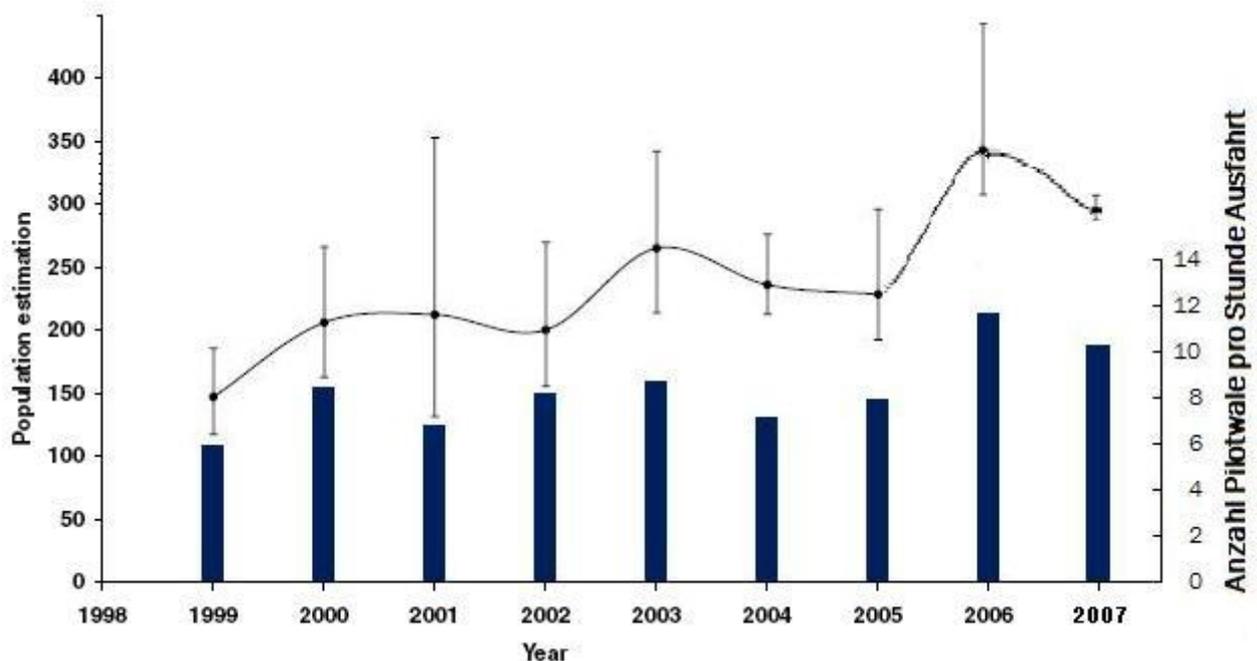


Abbildung 6.2: Kombination der geschätzten absoluten Populationsgrössen (Linie) von *Verborgh et al. 2009* (1999-2005) und *Gauffier 2008* (2006-2007) mit der Anzahl von Fimm gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt (Balken). Zu den Populationsgrössen ist jeweils das 95%-Vertrauensintervall angegeben.

Sowohl die Kombination der Daten von *Verborgh et al. 2009* und *Gauffier 2008* als auch die Entwicklung der Anzahl gesichteter Pilotwale zeigen im Jahr 2006, also vor der Epidemie, einen Rekordwert. Während *Verborgh et al.* eine von 1999 bis 2005 relativ konstante Populationsgrösse von durchschnittlich 213 Pilotwalen angeben, ist der von *Gauffier* ermittelte Wert von 345 Tieren 2006 signifikant höher. Möglicherweise könnten zwar unterschiedliche Berechnungsmethoden von *Gauffier* und *Verborgh et al.* ein Grund für den Unterschied sein, als einzi-

ge Erklärung ist dies aber unwahrscheinlich, zumal sich der Extremwert ja auch in der Anzahl gesichteter Pilotwale zeigt. Betrachtet man die Firmm-Daten (siehe auch Abbildung 5.3 auf Seite 32), hat der Rückgang nach der Epidemie die Anzahl gesichteter Pilotwale lediglich wieder auf ihr vorheriges Niveau zurückgebracht.

Man kann demnach vermuten, dass die ungewöhnlich hohe Zahl der Pilotwale 2006 ein Annähern oder Überschreiten der natürlichen Kapazitätsgrenze darstellte, was die Population möglicherweise für die Epidemie anfälliger machte. Zwar nimmt Gauffier in ihrem Modell für die Population eine Kapazitätsgrenze von 500 Tieren an, diese Zahl ist allerdings laut eigener Aussage eine reine Vermutung und durch keine weiteren Quellen gestützt. Allgemein steigt mit der Dichte der Population auch die Ausbreitungsmöglichkeit von Krankheiten, da sich durch die grössere Population die Kontaktwahrscheinlichkeit erhöht (*Müller 1991: 117*). Zudem kann unter dem Stress einer zu hohen Populationsdichte auch die Anfälligkeit der Tiere gegen Krankheiten zunehmen (*Kloft & Gruschwitz 1988: 159*). Dies trifft natürlich ebenso für Stress durch andere Ursachen wie zum Beispiel anthropogene Störungen zu. Aber auch wenn die dichtere Population vermutlich nicht die einzige Ursache für die Epidemie gewesen ist, kann sie diese doch begünstigt haben.

Einfluss der natürlichen Faktoren auf die Häufigkeit

Weder die Gezeitsituation (*H1.3.1.1*) noch Nebel oder Bewölkung beeinflussen die Anzahl gesichteter **Pilotwalgruppen**, obwohl für Nebel und Bewölkung das Gegenteil vermutet worden war (*H1.3.2.1 und H1.3.2.3*). Tendenziell war, wie in *Hypothese H1.3.2.2* vermutet, die Anzahl Sichtungen bei klarer Sicht grösser, da die Tiere dann von den Beobachtenden etwas leichter aufzufinden und insbesondere zu bestimmen sind (Sichtungen ohne Artbestimmung wurden bei der Analyse nicht mitberücksichtigt). Dasselbe Argument kann dazu dienen, die höhere Anzahl Sichtungen bei kleineren Windstärken zu erklären (*H1.3.3.1, H1.3.3.2 und H1.3.4.*). Je höher die Windstärke ist, desto unruhiger wird die Meeresoberfläche und desto schwieriger wird es, aus der Distanz Walgruppen zu sichten und die Arten zu bestimmen.

Schwieriger zu erklären ist die kleinere Anzahl Sichtungen bei Levante, welche der *Hypothese H1.3.3.3* widerspricht. Laut Datenbank ist diese Windrichtung rund dreimal seltener als der Poniente, wobei die Verteilung der Windstärken nicht von der Windrichtung abhängt. Die statistisch hochsignifikante Abweichung kommt aber kaum nur zufällig aufgrund einer zu kleinen Stichprobe von Pilotwalsichtungen bei Levante vor – immerhin handelt es sich doch um 847

Sichtungen (gegenüber 2747 bei Poniente). Viel wahrscheinlicher ist, dass sich die Pilotwale bei Levante nicht am selben Ort aufhalten wie bei Poniente, weil sich aufgrund geänderter Strömungsverhältnisse das Vorkommen ihrer Beutetiere verschiebt. Es ist daher möglich, dass diese Aufenthaltsorte bei Levante bei Fimm noch wenig bekannt sind und entsprechend auf den Whalewatching-Fahrten – im Gegensatz zu denjenigen bei Poniente – auch nicht gezielt befahren werden.

Die Anzahl gesichteter **Pilotwale** wird von den Gezeiten (*H1.3.1.2*) und wider Erwarten auch von den Nebel- und Sichtverhältnissen (*H1.3.2.4* und *H1.3.2.5*) nicht signifikant beeinflusst. Zwischen verschiedenen Bewölkungsstärken ergibt sich teilweise ein signifikanter Unterschied. Allerdings scheint dieser auf den ersten Blick widersprüchlich zu sein: Die Anzahl Tiere ist sowohl bei fehlender Bewölkung als auch bei totaler Bedeckung grösser als bei geringer oder normaler Bedeckung – der Effekt scheint also eher zufällig zu sein. Auch die Tatsache, dass der Unterschied nicht hochsignifikant ist, stützt diese Vermutung. *Hypothese H1.3.2.6* kann somit nicht bestätigt oder abgelehnt werden.

Bezüglich Windverhältnissen (*H1.3.3.5 bis H1.3.3.8*) sind die Ergebnisse für die Anzahl Tiere praktisch die gleichen wie für die Anzahl Gruppen. Bei Levante werden weniger Pilotwale gesichtet als sonst, ebenso bei Windstärken von 4bf oder mehr. Als Gründe für die Unterschiede können die bereits oben diskutierten Erklärungen dienen.

Bei allen diesen natürlichen Faktoren besteht deren Wirkung lediglich darin, dass sie die Messgenauigkeit verändern. Es weist nichts darauf hin, dass sie einen tatsächlichen Einfluss auf die Häufigkeit der Pilotwale haben. Somit lässt sich *Hypothese H1.4.1* insofern bestätigen, als dass sich die beobachtete Zunahme der Sichtungen tatsächlich allein durch den Lerneffekt bei Fimm erklären lässt. Da die Anzahl gesichteter Pilotwale über den Erhebungszeitraum stabil geblieben ist, stellt sich die Frage nach ihrer Beeinflussung durch natürliche oder anthropogene Ursachen vorderhand nicht (*H1.4.2*). Die einzig auffällige Veränderung ist die sprunghafte Zunahme 2006 und der anschliessende Rückgang, wobei Letzterer durch die Morbillivirus-Epidemie begründet werden kann. Die ungewöhnlich starke Zunahme hingegen bleibt unerklärt, kann jedoch, wie weiter oben erläutert, möglicherweise als eine der Ursachen für die Epidemie in Betracht gezogen werden.

6.1.2 Gruppengrößen

Die vorliegenden Resultate aus der Firmm-Datenbank zur Gruppengröße entsprechen mit einem Mittelwert von 13 Tieren pro Gruppe (Median = 9) etwa der Erwartung. Die in *Hypothese H2.1.1* genannten Werte stammen aus einer Studie von *de Stephanis et al. 2007* zur sozialen Struktur der Pilotwalpopulation in der Strasse von Gibraltar. Die Autoren ermittelten eine durchschnittliche Gruppengröße von 14 Tieren bei einem Streubereich von 2-150 und einem Median von 10. Allerdings gibt es zum Teil starke Abweichungen in der Verteilung (*H2.1.2*): In den Firmm-Daten kommen Gruppen von 1-5 Tieren nach solchen von 6-10 Tieren am häufigsten vor, während 11- bis 15-köpfige Gruppen etwas seltener sind. Bei *de Stephanis et al.* sind hingegen Gruppen von 11-15 Tieren viel häufiger als solche mit fünf oder weniger Mitgliedern (de-

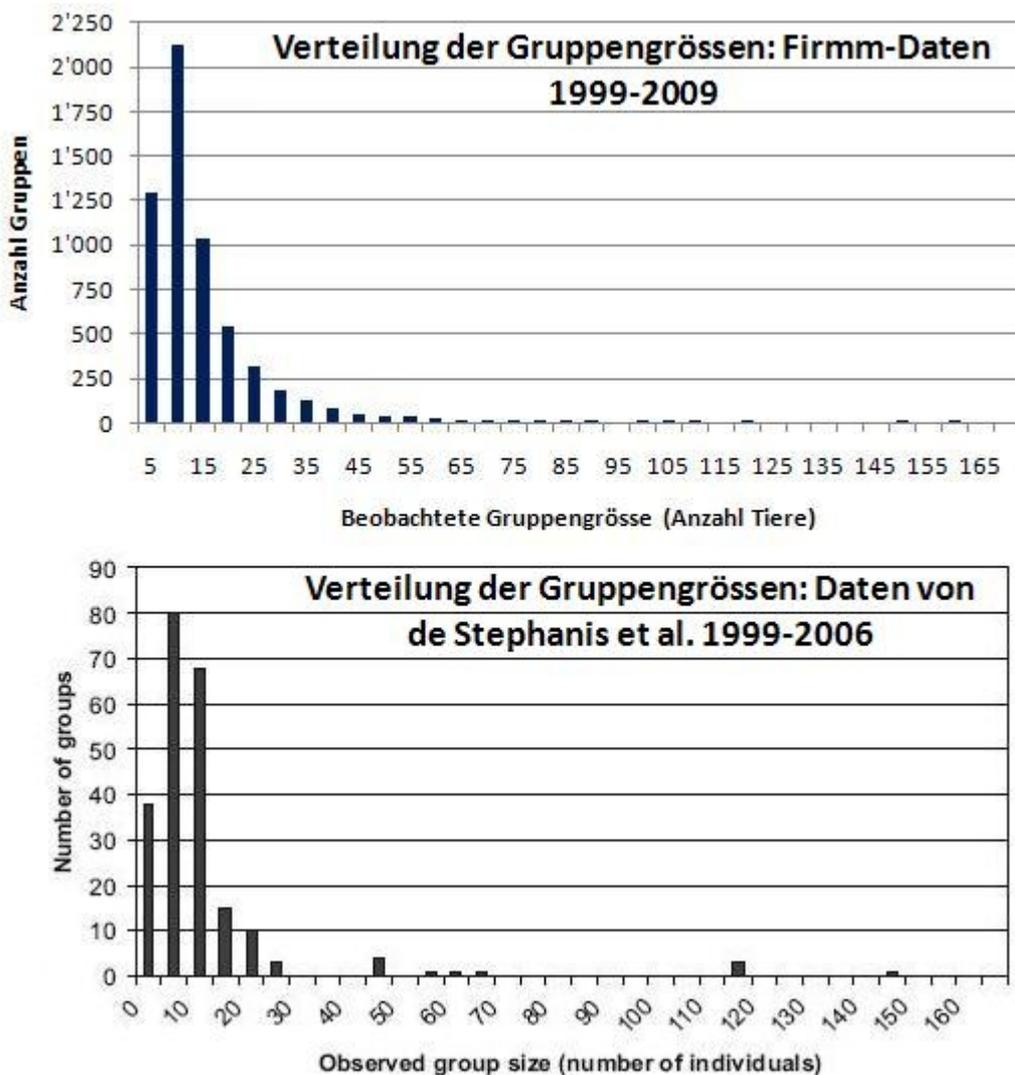


Abbildung 6.3: Detaillierter Vergleich der Daten zur Gruppengrößenverteilung bei Pilotwalen zwischen der Firmm-Datenbank (oben) und Daten aus der Literatur (unten, Quelle: *de Stephanis et al. 2007: 87*). Die angegebene Nummer unter jeder Kategorie beschreibt jeweils deren Obergrenze (d.h. die Kategorien sind 1-5, 6-10 etc.).

taillierter Vergleich siehe Abbildung 6.3). Zwar haben *de Stephanis et al.* mit 225 Sichtungen eine viel kleinere Stichprobe zur Verfügung als die vorliegende Arbeit (5924 Pilotwalsichtungen mit Angabe der Gruppengrösse). Trotzdem scheinen einige Abweichungen in der Verteilung zu gross zu sein, als dass man sie allein durch die unterschiedlichen Stichprobengrössen erklären könnte (zumal eine Stichprobe von 225 durchaus auch schon repräsentativ ist).

Eine alternative Erklärung wäre, dass sich die Gruppengrössenverteilung über die Zeit verändert hat. Die Daten von *de Stephanis et al.* reichen nur von 1999-2006, während die Fimm-Daten bis 2009 vorhanden sind. Die Grafik in Abbildung 5.6 (Seite 33) zeigt nach 2006 einen Anstieg der Pilotwalgruppen mit ≤ 5 und 6-10 Tieren gegenüber grösseren Gruppen. Trotzdem reicht auch dies für eine Erklärung nicht aus: Berechnet man die Verteilung der Fimm-Daten nur bis zum Jahr 2006 (Abbildung 6.4), dann ergeben sich – im Vergleich zu denen von *de Stephanis et al.* – nur geringe Abweichungen zum Bild aus den vollständigen Daten; der Unterschied liegt wie erwartet darin, dass 1999-2006 Gruppen von über 10 Tieren etwas stärker vertreten sind). Der generell grosse Unterschied zu den Daten von *de Stephanis et al.* besteht weiterhin. Als wahrscheinlichste Erklärung für die grosse Abweichung muss daher ein unbekannter Bias in einem der beiden Datensätze angenommen werden. Zumindest bei Fimm besteht kein Hinweis auf eine solche Verzerrung, auch die ungleich grössere Datenmenge spricht dafür, dass der Bias eher bei *de Stephanis et al.* gesucht werden muss.

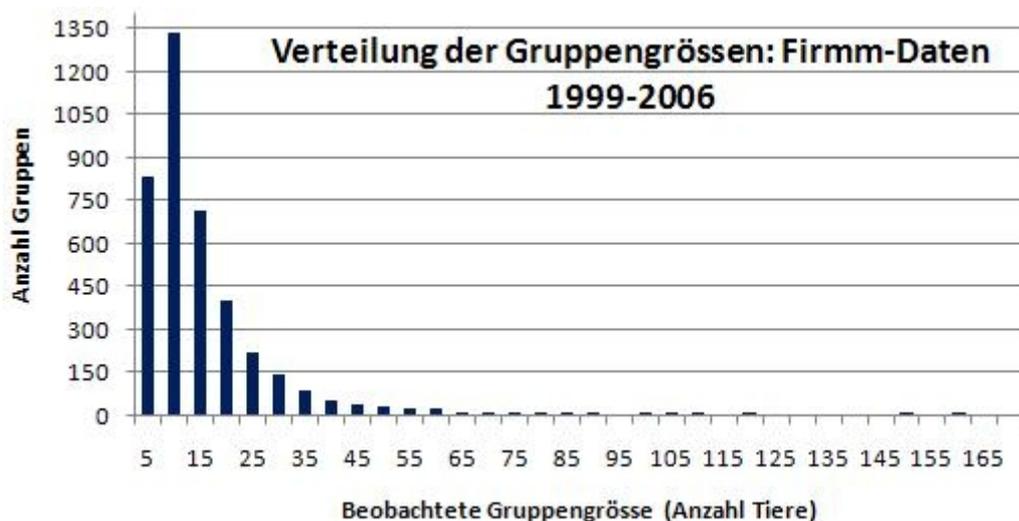


Abbildung 6.4: Durchschnittliche Gruppengrössenverteilung der Pilotwale von 1999-2006. Es sind nur geringe Abweichungen zur oberen Grafik in Abbildung 6.3 sichtbar, der Unterschied zur unteren Grafik derselben Abbildung bleibt weiterhin viel grösser.

Die durchschnittliche Gruppengrösse ist nicht wie vermutet über den Erhebungszeitraum hinweg unverändert geblieben (H2.2), vielmehr ist ein starker Rückgang erkennbar: Während die

Tiere in den ersten Jahren der Datenerhebung in Gruppen von durchschnittlich etwa 20 Tieren unterwegs waren, waren es gegen 2009 nur noch halb so viele.

Die Pilotwale in der Strasse von Gibraltar sind – verglichen mit weltweiten Zahlen – insgesamt in auffallend kleinen Gruppen unterwegs. So nennen Beobachtungen von den Färöern Gruppengrößen von 50 bis 200 oder sogar manchmal tausenden Pilotwalen (*à Ryggi 1935, Niclasen 1945*), und auch in der Bestimmungsliteratur wird von 20-100 und manchmal über 1000 (*Jefferson et al. 1993: 123*) bzw. mehreren 100 bis 1000, aber normalerweise weniger als 50 (*Shirihai & Jarrett 2006: 84*) Tieren gesprochen. Eine Studie in Neuschottland ergab eine etwas kleinere durchschnittliche Gruppengröße von 20 (Median 15) Tieren (*Ottensmeyer & Whitehead 2003*), und im Alborán-Meer – also in unmittelbarer Nachbarschaft zur Strasse von Gibraltar – lag der gemessene Durchschnitt sogar bei ca. 41 Tieren pro Gruppe (*Cañadas & Sagarminaga 2000*). Dies alles sind mehr oder weniger deutlich grössere Gruppen als von *de Stephanis et al. 2007* und der Stiftung Fimm in der Strasse von Gibraltar beobachtet!

Einfluss der natürlichen Faktoren auf die Gruppengrößen

Von keinem der natürlichen Faktoren in der Datenbank wurde angenommen, dass er die Gruppengröße beeinflussen würde (*H2.3.1 bis H2.3.3.2*). Diese Vermutung stellte sich mit Ausnahme der Gezeitsituation bei allen Faktoren als falsch heraus.

Die Abhängigkeit der Gruppengröße von der Bewölkung verhält sich ähnlich wie diejenige der Anzahl Pilotwale. Die Gruppen sind bei wenig oder normaler Bewölkung grösser als bei keiner oder totaler Bewölkung. Die im vorherigen Kapitel diskutierte höhere Anzahl Tiere bei diesen Bewölkungsstärken resultierte demnach aus grösseren Gruppen bei gleichbleibender Anzahl Sichtungen.

Bei klarer Sicht werden ebenfalls etwas kleinere Gruppen gesichtet als sonst; dasselbe gilt bei Nebel: Bei dichtem Nebel sind die Gruppen grösser als sonst. Bei Windstille wiederum werden kleinere Gruppen registriert als bei Levante oder Poniente, dasselbe gilt für Windstärken unter 2bf.

Insgesamt scheint es so zu sein, dass die Gruppen grösser werden, je schlechter die Sichtverhältnisse sind (tendenziell ist bei stärkerer Bewölkung auch die Sicht schlechter).

Daraus resultieren zwei Möglichkeiten: Entweder formieren sich die Wale tatsächlich bei schlechter Sicht zu grösseren Gruppen – der Grund dafür wäre allerdings unklar, da der Ge-

sichtssinn für sie nicht entscheidend ist –, oder aber es handelt sich um einen Bias bei der Datenerhebung: Bei schlechterer Sicht ist die Zählung schwieriger, was möglicherweise zu einer subjektiven Überschätzung der Gruppengrösse und damit zur beobachteten Verzerrung der Resultate führt.

Abermals scheinen die diskutierten natürlichen Faktoren eher zu Datenverzerrungen beizutragen als tatsächlich die Gruppengrößen zu beeinflussen. Der starke Rückgang in den Gruppengrößen lässt sich somit, wie es bereits in *Hypothese H2.4* für den Fall einer Veränderung vermutet worden war, nicht durch den Einfluss der natürlichen Faktoren erklären. Somit stellt sich die Frage, ob die kleiner gewordenen Gruppengrößen anthropogen bedingt sein könnten.

Einfluss anthropogener Faktoren auf die Gruppengrößen

Die Strasse von Gibraltar ist im Vergleich zu anderen marinen Lebensräumen stark anthropogen geprägt. Gleichzeitig fällt auf, dass die Pilotwale in der Strasse von Gibraltar, wie bereits weiter oben erläutert, allgemein in kleineren Gruppen unterwegs zu sein scheinen als anderswo. Im angrenzenden Alborán-Meer etwa, welches schon allein aufgrund seiner grösseren Fläche weniger dicht von Schiffen durchkreuzt wird wie die Meerenge von Gibraltar, waren die Gruppen bereits vor 2000 doppelt so gross wie die anfangs von Fimm beobachteten Durchschnitte (*Cañadas & Sagarminaga 2000*). Somit lässt sich vermuten, dass Pilotwale, die in störungsreichen Gebieten leben, tendenziell kleinere Gruppen bilden. Im Folgenden werden mit dem Schiffsverkehr und dem Whalewatching zwei wesentliche Bereiche anthropogener Einflüsse beschrieben, welche hauptsächlich für allfällige Störungen verantwortlich sein dürften.

Schiffsverkehr. Als einzige Verbindung zwischen Atlantik und Mittelmeer ist die Strasse von Gibraltar ein im weltweiten Vergleich sehr stark frequentiertes Gebiet. Jährlich verkehren rund 70'000 Handelsschiffe in der Strasse, was pro Tag fast 200 Schiffe bedeutet, welche in dieser an ihrer schmalsten Stelle etwa 12km breiten Passage unterwegs sind (*Guimerans et al. 1988, Periañez &*

Pascual-Granged 2008). Die Zahl der Hafenanläufe im gesamten Mittelmeer hat von 1999 bis

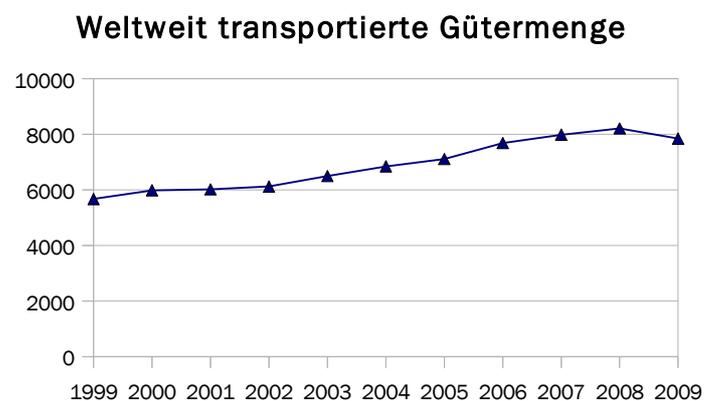


Abbildung 6.5: Weltweite Entwicklung der im Schiffsverkehr transportierten Gütermenge in Millionen Tonnen (UNCTAD 2004, UNCTAD 2005, UNCTAD 2006, UNCTAD 2010).

2006 um 9.67% zugenommen (REMPEC 2008), und die transportierte Gütermenge zeigt von 1999 bis 2009 weltweit ein fast stetiges Wachstum (siehe Abbildung 6.5). Die Entwicklung in der Strasse von Gibraltar dürfte etwa ähnlich sein.

In erster Linie belasten die Schiffe die Wale mit Unterwasserlärm. Insbesondere die durch grosse Frachtschiffe verursachten Geräusche sind vergleichsweise laut und niederfrequent, sie sind vermutlich sogar die Hauptquelle von niederfrequentem Lärm in verkehrsreichen, küstennahen Gewässern. Es wird geschätzt, dass sich die Unterwasser-Lärmbelastung etwa alle zehn Jahre verdoppelt (dies entspricht jeweils einer Zunahme von 3dB), was ebenfalls hauptsächlich durch den Schiffsverkehr verursacht sein dürfte (OSPAR Commission 2009).

Da Wale für ihre Orientierung, Kommunikation, Jagd und Wahrnehmung in hohem Masse auf ihren akustischen Sinn angewiesen sind, werden sie durch den zunehmenden Unterwasserlärm beeinträchtigt. So kann dieser kurzfristig zu Verhaltensänderungen und langfristig zu Stressreaktionen führen (siehe auch Kapitel 4.2.1), wenn die Wale trotz Störung in einem Gebiet bleiben (weil sie dort zum Beispiel ein besonders grosses Nahrungsangebot haben, wie es in der Strasse von Gibraltar der Fall ist) (Beale 2007, OSPAR Commission 2009, Wright et al. 2009).

Der dichte Schiffsverkehr birgt für Wale auch die Gefahr von Kollisionen (Panigada et al. 2006, Panigada et al. 2009). Obwohl noch kaum wissenschaftliche Daten zum Ausmass des Problems vorhanden sind und vermutlich sehr viele Kollisionen von Schiffen mit Walen unbemerkt bleiben oder nicht gemeldet werden, berichtet die Stiftung Fimm immer wieder über Sichtungen von offensichtlich durch Schiffe verletzten Walen (siehe z.B. Fimm 2010b und Fimm 2011).

Whalewatching. Der Tourismussektor Whalewatching ist in den letzten Jahren stark gewachsen. So ist beispielsweise von 2004 bis 2009 die Touristenzahl bei der Stiftung Fimm von 3'840 auf 17'200 Personen angestiegen, was einer guten Vervierfachung entspricht (siehe Abbildung 6.6). Zu den Einflüssen, die das Whalewatching auf die Tiere haben kann, siehe auch Kapitel 4.2.1 unter „Bias durch Beeinflussung“. Klar scheint, dass Wale allgemein tatsächlich

Touristenzahlen bei der Stiftung Fimm

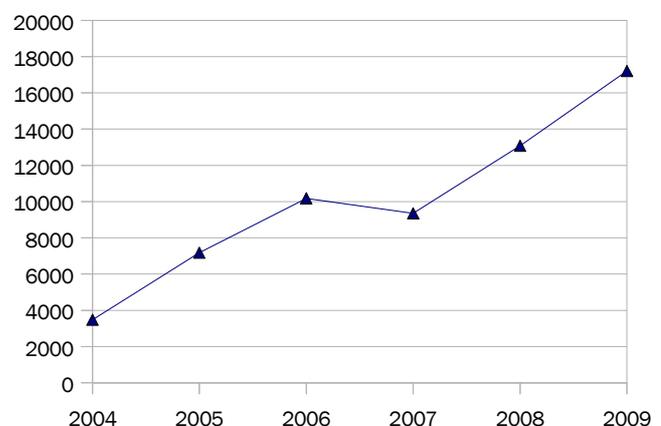


Abbildung 6.6: Jährliche Zahl von Touristen, die eine Whalewatching-Fahrt bei Fimm gebucht haben.

auf die Whalewatching-Boote reagieren. Inwieweit sie tatsächlich dadurch gestört werden, bleibt immer noch unklar, und die Art der Reaktion ist von Fall zu Fall unterschiedlich.

Andreu et al. 2009 untersuchten in ihrer Studie die Reaktion von Pilotwalen in der Strasse von Gibraltar auf Walbeobachtungsboote. Hauptsächliches Ergebnis war, dass sich die Pilotwale entweder indifferent verhielten oder sich den Booten annäherten. Fälle von Ausweichverhalten kamen selten vor, die Wahrscheinlichkeit dafür stieg aber in Zeiten, wo verschiedene Whalewatching-Anbieter ihre Aktivität nicht miteinander absprachen. Auch wurde beobachtet, dass sich die Pilotwale an die Whalewatching-Boote zu gewöhnen scheinen und weniger Ausweichbereitschaft zeigen, wenn mehrere Boote gleichzeitig anwesend sind. Zudem wurde ausweichendes Verhalten signifikant häufiger beobachtet, wenn die Gruppen kleiner waren. Die Autoren schlagen als Interpretation dafür vor, dass sich die Wale in grösseren Gruppen sicherer fühlen und gegenüber den Booten toleranter werden.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die anthropogenen Störungen durch Schiffsverkehr und Whalewatching stetig zugenommen haben. Sollten also Pilotwale in Gebieten mit höherer Störungsdichte tatsächlich tendenziell kleinere Gruppen bilden, könnte dies auch die beobachtete Verkleinerung der Gruppen über die Zeit erklären. Eine mögliche Erklärung für diesen Zusammenhang wäre, dass kleine Gruppen eventuell agiler und entscheidungsfähiger sind als grosse und deshalb schneller oder besser auf Störungen reagieren können. Allerdings gibt es für diese Annahme bisher keine unterstützenden wissenschaftlichen Untersuchungen oder Daten. Erst zukünftige Untersuchungen können prüfen, ob sie zutrifft.

6.1.3 Alterszusammensetzung

Der aus den Fimm-Daten berechnete durchschnittliche Jungtieranteil (Kälber und Neugeborene) beträgt 15.28%, wovon 1.03% Neugeborene (bis 1 Jahr) und 14.24% Kälber (bis 4 Jahre) sind. Der Kälberanteil liegt also in dem in *Hypothese H3.1.2* geschätzten Rahmen, der Neugeborenenanteil ist jedoch sehr viel tiefer als erwartet (*H3.1.1*). Im Folgenden eine Diskussion der in der Literatur beschriebenen Alterszusammensetzung.

Gauffier 2008 schätzt das Intervall zwischen zwei Geburten auf durchschnittlich 3.6 Jahre und den Abstand zwischen zwei Neugeborenen, die bis ins juvenile Stadium überleben, auf 4.5 Jahre. Aus diesen Werten ergibt sich ein Anteil gebärender Weibchen von 27.8 bzw. 22.2 Prozent pro Jahr. Zu beachten ist, dass diese Berechnungen aus einer Datengrundlage von lediglich 13 Mutter-Kalb-Paaren aus einem Beobachtungszeitraum von nur drei Jahren entspringen, was ei-

ne sehr kleine Stichprobe darstellt. *Martin & Rothery 1993* errechnen demgegenüber für das Intervall zwischen zwei Schwangerschaften einen Wert von 4.2 Jahren und zwischen zwei Neugeborenen, die bis ins juvenile Stadium überleben, 5.1 Jahre. Dieselbe Studie kommt zu dem Schluss, dass der Anteil sich fortpflanzender Weibchen bei nur 19.61% liegt. Insgesamt dürften diese Resultate der Realität näher kommen als *Gauffier's* Berechnung. Der Grund dafür ist zum einen die schon erwähnte sehr kleine Stichprobe von *Gauffier*, zum anderen deren eher kurzer Datenerhebungszeitraum von 3 Jahren für diese Berechnung, welcher möglicherweise zu einer Verzerrung hin zu kürzeren Intervallen zwischen zwei Geburten führt.

Aus der Populationsschätzung von 2006 ergibt sich bei *Gauffier 2008* ein Jungtieranteil von 26.96% (13.22% Neugeborene und 13.62% Kälber). Wie schon oben erwähnt, dürfte der tatsächliche Anteil Neugeborener etwas tiefer liegen, da ein zu hoher Anteil gebärender Weibchen als Grundlage genommen wurde. Aber selbst bei den tatsächlich fotoidentifizierten Pilotwalen liegt der Neugeborenenanteil immer noch bei 9.34%, obwohl die Neugeborenen dort vermutlich aufgrund weniger charakteristischer Markierungen an der Rückenflosse eher untervertreten sind. Der Neugeborenenanteil in den *Firrm*-Daten ist im Vergleich dazu sehr tief. Dieser Unterschied resultiert in erster Linie aus der Datenerhebung: *Gauffier* benutzt eine andere Altersunterscheidung als *Firrm*, indem bis zu einem Jahr alte Tiere immer noch als Neugeborene bezeichnet werden. Bei *Firrm* beträgt das maximale Alter bei Neugeborenen wenige Wochen. Da der gesamte Jungtieranteil bei *Gauffier* immer noch mehr als 10% höher liegt als bei *Firrm*, reicht dies aber noch nicht für eine Erklärung. Ein weiterer Grund für den Unterschied liegt höchstwahrscheinlich darin, dass in der Praxis gemäss Auskunft von *Firrm* vor allem in den ersten Jahren noch nicht durchgehend korrekt nach Alter unterschieden wurde. Erstens wurden die Neugeborenen nicht immer von den Kälbern getrennt gezählt (d.h. beide als Kälber eingetragen). Dies ist auch daran ersichtlich, dass zwar seit dem Jahr 2000 nach Alter getrennt gezählt wurde, jedoch in diesem Jahr nur ein einziges Neugeborenes in den Daten auftaucht. Erst ein Jahr später taucht in der Datenbank ein messbarer Anteil Neugeborener auf. Zweitens kam es häufig vor, dass überhaupt nicht nach Alter unterschieden wurde und die Gesamtzahl der Tiere einfach in die Kategorie „Adulte“ eingetragen wurde. Für diesen Fall gab es zwar die Möglichkeit anzugeben ob Kälber anwesend waren oder nicht, dass dies aber auch tatsächlich in jedem Fall gemacht wurde, ist sehr unwahrscheinlich. Vermutlich hat also diese Ungenauigkeit bei der Datenerhebung zu einer Unterschätzung des Jungtieranteils geführt.

Zur Unterscheidung von Kälbern und Neugeborenen ist noch anzumerken, dass diese selbst in anderen wissenschaftlichen Arbeiten nicht einheitlich und nicht immer über alle Zweifel erhoben ist. Die meisten Autoren nehmen an, dass die Geburtsstreifen, welche im Allgemeinen zur Altersunterscheidung bei verschiedenen Delfinarten herangezogen werden, innerhalb eines Jahres verschwinden (*Grellier et al. 2003, Auger-Méthé & Whitehead 2007: 87, Gauffier 2008: 6*). Diese Annahme ist aber nirgends wirklich belegt, oder zumindest wird die Zahl sehr ungenau interpretiert. So stellte sich zum Beispiel heraus, dass in einer in *Auger-Méthé & Whitehead 2007* zur entsprechenden Aussage angegebenen Literaturquelle statt dessen eine Zeitspanne von nur 6 Wochen angegeben ist, innerhalb der die Streifen bei grossen Tümmlern verschwinden sollen (*Kastelein et al. 1990*), in der ebenfalls dort zitierten Studie von *Grellier et al. 2003* sind die Geburtsstreifen nur eines von mehreren Kriterien und in *Herzing 1997*, die ebenfalls von *Auger-Méthé & Whitehead 2007* als Quelle angegeben wird, werden Geburtsstreifen überhaupt nicht erwähnt. *Cañadas & Sagarminaga 2000* definieren neugeborene Pilotwale durch deren Körpergrösse (kleiner als 2m), eine gekrümmte Rückenflosse, Geburtsstreifen und einen tollpatschigen Schwimmstil, ohne jedoch eine konkrete Altersangabe zu machen. Dies entspricht am ehesten den Kriterien der Stiftung Fimm (Geburtsstreifen und ungeübtes Schwimmen).

Während des Zeitraums von 2000 bis 2009 ist in den Fimm-Daten eine deutliche Steigerung im Jungtieranteil feststellbar, die 2006 ihr Maximum erreicht und danach wieder leicht zurückgeht. Jedoch lässt sich die Zunahme in den ersten Jahren abermals dadurch erklären, dass bei der Datenerhebung am Anfang oft nicht korrekt nach Alter unterschieden wurde. Der Anstieg des Jungtieranteils resultiert also sehr wahrscheinlich aus einer Verbesserung bei der Datenerhebung, dies wird auch bei Fimm selber so eingeschätzt.

Die Morbillivirus-Epidemie betrifft laut Gauffier vor allem die adulten Tiere, deren Anteil in der Population von 73.04% auf 69.93% zurückgeht, während er bei den Juvenilen von 13.62% auf 23.99% steigt. Der Anteil Neugeborener verkleinert sich von 13.33% auf 6.08%, was man als Folge der Reduktion im Bestand adulter Weibchen interpretieren kann. Der hohe Anteil von der Epidemie betroffener Adulter deckt sich mit Daten von Walstrandungen in der Zeit der Epidemie, wonach von 27 zwischen Oktober 2006 und April 2007 gestrandeten Pilotwalen nur gerade 2 juvenile Tiere waren, beim Rest handelte es sich um Adulter oder Subadulter inklusive einem trächtigen Weibchen (*Fernández et al. 2008*).

Im Gegensatz zu diesen Resultaten sinkt zwischen 2006 und 2007 der Kälberanteil in der Fimm-Datenbank von 19.1% auf 18.39% und der Anteil Neugeborener von 1.17% auf 0.48% (Abbildung 5.8 auf Seite 34). Dies widerspricht zwar scheinbar Gauffiers Ergebnissen, der Widerspruch löst sich aber auf, wenn man die unterschiedliche Alterseinteilung von Gauffier und Fimm bedenkt: Der von Gauffier beobachtete Rückgang des Neugeborenenanteils würde sich mit der Fimm-Altersklassifizierung hauptsächlich bei den juvenilen Tieren niederschlagen. Betrachtet man den gesamten Jungtieranteil, so steigt dieser in den Daten von Gauffier von 26.96% auf 30.07% (also insgesamt ein erheblich kleinerer Anstieg als bei den Juvenilen), während er in den Fimm-Daten von 20.27% auf 18.87% sinkt. Da auch die Abgrenzung von Jungtieren zu Adulten vermutlich in den beiden Fällen nicht identisch ist (Gauffier nennt als Kriterium eine hellere Farbe und kleinere Rückenfinne der Juvenilen, nicht aber die Körpergrösse) und in den Daten zur Altersunterscheidung bei Fimm Fehler enthalten sein könnten, kann die Abweichung zwischen den beiden Datensätzen nicht weiter interpretiert und *Hypothese H3.2* weder abgelehnt noch angenommen werden.

Laut den Fimm-Daten sind in durchschnittlich 65.09% der Pilotwalgruppen Jungtiere anwesend (Neugeborene: 10.24%), im Vergleich dazu erhielten *de Stephanis et al. 2007* einen entsprechenden Anteil von 67% (17% für Neugeborene). Da das Untersuchungsgebiet identisch ist, bestätigt sich hier die Konsistenz der Fimm-Daten, was die Anwesenheit von Jungtieren betrifft. Die Zahlen für die Neugeborenen sind abermals bei Fimm tiefer als in der Literatur.

Auch Daten aus dem Alborán-Meer liefern ein sehr ähnliches Ergebnis: In der Studie von *Cañadas & Sagarminaga 2000* waren bei 65.4% der Gruppen Jungtiere dabei. Eine Abweichung zeigt sich bei *Ottensmeyer & Whitehead 2003*: Diese errechnen einen entsprechenden Anteil von 78.3%. Allerdings benutzen die Autoren eine weiter gefasste Definition von „Gruppe“, was das abweichende Ergebnis erklären kann.

Insgesamt sind die Fimm-Daten, was die Alterszusammensetzung betrifft, mit Vorsicht zu interpretieren, da die Daten zum Alter der Tiere in den ersten Jahren nicht zuverlässig erhoben wurden und auch später das Problem einer Vermischung der Kategorien „Adulte“ und „unbestimmtes Alter“ besteht. Vermutlich ist daher der in Abbildung 5.8 (Seite 34) gezeigte Anstieg des Jungtieranteils wie in *Hypothese H3.3* angenommen lediglich das Resultat einer ungenaueren Datenerhebung in den ersten Jahren.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um die erste grössere wissenschaftliche Auswertung der Fimm-Datenbank, dies ist somit die erste Arbeit in der Strasse von Gibraltar, welche eine so grosse Menge an Daten über einen so langen Zeitraum hinweg untersuchen konnte.

Die faktische Halbierung der durchschnittlichen Gruppengrösse zwischen 1999 und 2009 stellt das wohl deutlichste und auch überraschendste Ergebnis der Datenanalyse dar. Dieser Rückgang der Gruppengrösse wurde bisher in der wissenschaftlichen Literatur aus der Region nirgends beschrieben. Dabei scheint dieser durchaus real zu sein: Nichts weist darauf hin, dass der Entwicklung lediglich eine Verzerrung in den Daten zugrunde liegt, und die grosse Datenmenge, auf welcher das Ergebnis basiert, gibt diesem noch zusätzliches Gewicht. Der Frage nach den genauen Ursachen dieser Verkleinerung der Gruppen sollte auf alle Fälle in weiterführenden Untersuchungen nachgegangen werden. Die in dieser Arbeit vorgeschlagene Erklärung durch einen Zusammenhang zwischen Gruppengrösse und Störungshäufigkeit liesse sich möglicherweise durch einen genauen Vergleich von Daten aus verschiedenen Regionen überprüfen, deren Grad anthropogener Beeinflussung durch vorgängig definierte Kriterien bestimmt werden müsste. Statistische Auswertungen sollten dann zeigen, ob tatsächlich ein Zusammenhang besteht.

Interessant ist auch das Ergebnis betreffend Häufigkeit der Pilotwale. Auf der einen Seite wurde der bereits von Gauffier 2008 gemessene Populationsrückgang bestätigt. Mit der Methode der vorliegenden Arbeit, den Rückgang direkt aus den Sichtungszahlen zu beobachten, wurde möglicherweise sogar eine genauere Schätzung erreicht als bei Gauffiers Berechnung aufgrund der Anzahl fotoidentifizierter Tiere. Nicht bestätigt werden konnte hingegen die ebenfalls von Gauffier festgestellte Zunahme des Jungtieranteils. Die Qualität der Jungtierdaten erlaubt diesbezüglich keine klare Aussage, und die Differenzen in der Altersunterscheidung verhindern einen genauen Vergleich mit der Literatur.

Im Hinblick auf die Morbillivirus-Epidemie stellt sich zudem der hohe Wert 2006 bei den Daten der Sichtungszahlen als interessant heraus, welcher sich auch im Literaturvergleich bestätigt. Die Möglichkeit, dass sich die Pilotwalpopulation zu diesem Zeitpunkt in den Nähe ihrer Kapazitätsgrenze befunden hat und der Verlauf der Epidemie dadurch begünstigt worden ist, sollte auf alle Fälle bei weiterführenden Forschungsarbeiten in Betracht gezogen werden. Zum Beispiel liesse sich die absolute Populationsgrösse auch aus den von Fimm erhobenen Fotoiden-

tifikationsdaten berechnen. Dadurch wäre dann feststellbar, ob sich im Jahr 2006 die Populationsgrösse tatsächlich auf einem Rekordhoch befand.

Auf jeden Fall wurde für die vorliegende Arbeit erst ein kleiner Teil der riesigen Informationsfülle verwendet, welche in der Fimm-Datenbank enthalten ist. Das umfangreiche Material bietet sicherlich noch Stoff für unzählige weitere Untersuchungen, für welche diese Arbeit zumindest teilweise als Ausgangspunkt dienen kann.

Die ersten paar Jahre der Datenerhebung enthalten allgemein Verzerrungen durch Lerneffekte und Entwicklung der Erhebungsmethoden und -routine. Somit sind für viele der erhobenen Grössen erst die Daten ab etwa dem Jahr 2003 wirklich aussagekräftig. Da die Datensammlung auch in Zukunft weitergeführt wird, werden sich nach ein paar Jahren vermutlich realistischere Abbildungen der langfristigen Populationsentwicklung ergeben.

Verbesserungsvorschläge für die Datenerhebung

Für die weitere Datensammlung seitens der Stiftung Fimm wäre eine wünschenswerte Änderung, dass künftig auch Ausfahrten in der Datenbank registriert werden, bei denen keine Wale gesichtet worden sind. Des weiteren sollte eine klarere Alterseinteilung vorgenommen werden, bei der jeweils klar ist, ob die eingetragene Anzahl wirklich nur adulte Tiere umfasst oder ob (bei fehlender Altersunterscheidung) die ganze Gruppe gemeint ist. Denkbar wäre zum Beispiel eine neue Alterskategorie „Unbekanntes Alter“. Allgemein ist bei den allermeisten Einträgen in allen Kategorien nicht klar, ob die jeweilige Angabe unzutreffend ist oder gar nicht erhoben wurde, da in beiden Fällen das entsprechende Feld leer gelassen wurde. Alternativ schlage ich zur Differenzierung vor, dass bei fehlenden Daten die Felder leer gelassen, bei Nichtzutreffen der Eigenschaft hingegen eine 0 eingetragen wird.

Ein zu verbesserndes Detail wäre auch noch die Skala für die Windstärke: Momentan scheint noch Uneinigkeit darüber zu herrschen, ob diese auf ganze oder halbe Zahlen gerundet werden soll, was dazu führt, dass halbe Zahlen in der Datenbank viel seltener vorkommen als ganze.

Ein weiterer Vorschlag besteht darin, das Datenerhebungsblatt um die Angabe der Sichtungsdauer oder des Zeitpunktes, an dem eine Sichtung beendet wird, zu erweitern, so dass künftig wie bei standardisierten Datenerhebungen genauer zwischen Forschungsaufwand und Sichtungen unterschieden werden kann. In diesem Fall könnte man auch regelmässig die Fahrgeschwindigkeit protokollieren und als Durchschnittswert auf dem Datenblatt aufführen (Empfeh-

lung der *Sea Watch Foundation 2011*). Dadurch würde das Ermitteln der zurückgelegten Strecke für den Forschungsaufwand ermöglicht.

Des Weiteren sollte nach Möglichkeit angegeben werden, welches Erfahrungslevel die beobachtende Person hat, beispielsweise durch zwei Felder „erfahren“ und „unerfahren“, die angekreuzt werden können. Die Geübtheit der Beobachtenden beeinflusst erfahrungsgemäss die Qualität der erhobenen Daten (*Evans & Hammond 2004*). Zwar sind bereits jetzt in der Datenbank die entsprechenden Namen angegeben. Da es sich jedoch um sehr viele verschiedene Personen handelt und zudem bei mehreren Beobachtern alle in zufälliger Reihenfolge ins selbe Feld eingetragen wurden, herrscht diesbezüglich momentan eine schlechte Übersicht und die Auswertungsmöglichkeiten sind sehr begrenzt.

Dank

Ganz herzlich möchte ich mich zuallererst bei meiner Betreuerin Patricia Holm bedanken, die mich von Beginn an in allen Arbeitsschritten mit viel Engagement beraten und unterstützt hat. Nicht zuletzt habe ich von ihr wertvolles Feedback zu früheren Entwürfen der vorliegenden Arbeit erhalten.

Dank gebührt auch meinem Zweitbetreuer Jürgen Holm, der mich als Experte in statistischen Fragen begleitet hat und mir wertvolle Tipps zur professionellen Bedienung von Microsoft Excel gegeben hat. Wie kein anderer hat es es ausserdem verstanden, mich in meiner Arbeit zu motivieren.

Ein grosses Dankeschön geht an die Stiftung Fimm sowie ihre Angestellten, Volontäre und Volontärinnen, welche seit 1999 in zusätzlicher Arbeit die wissenschaftlichen Daten bei allen Ausfahrten erhoben, aufbereitet und bereitwillig für diese Arbeit zur Verfügung gestellt haben. Spezieller Dank gebührt dabei dem Meeresbiologen Jörn Selling, welcher sich trotz Stress in der Touristensaison immer wieder Zeit genommen hat, dringende Fragen meinerseits zu beantworten, und natürlich der Stiftungsgründerin Katharina Heyer, welche mir ebenfalls Informationen geliefert und mich in meiner Arbeit ermutigt hat.

Meiner Schwester Feeli danke ich von ganzem Herzen für ihr wertvolles Feedback zu meinen Vorträgen und ihre intelligenten Fragen, die mich auch im Nachhinein noch zu neuen Ideen inspiriert haben.

Vielen Dank auch an meinen Mitbewohner Conrad, welcher sich grosszügig dazu bereit erklärt hat, den vollständigen Entwurf meiner Masterarbeit gegenzulesen und mir viele hilfreiche Verbesserungsvorschläge gemacht hat.

Noch viele weiteren Menschen, die ich hier nicht alle persönlich nennen kann, haben mich in persönlichen Gesprächen auf neue Ideen gebracht und mir Motivation und Selbstvertrauen gegeben. Auch ihnen ein ganz grosses Danke – ohne sie wäre diese Arbeit nicht das geworden, was sie heute ist!

Quellenverzeichnis

à **Ryggi, M.D.** (1935): *Dýralæra 1*. Føroya Lærarafelag, Tórshavn. Zitiert von: Amos, B., Barrett, J., Dover, G.A.: Breeding behaviour of pilot whales revealed by DNA fingerprinting. In: *Heredity* 67 (1991) 49-55.

Aguilar, A., Borrell, A.: Abnormally high polychlorinated biphenyl levels in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) affected by the 1990–1992 Mediterranean epizootic. In: *The Science of the Total Environment* 154 (1994) 237-247.

Andreu, E., Gallego, P., Cervera, J.L. (2009): Long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) response to whale-watching vessels in the Strait of Gibraltar. Paper SC/61/WW5 presented to the IWC Scientific Committee, June 2009, Madeira, Portugal.

Au, W.W.L., Green, M. (1999): Acoustic interaction of humpback whales and whale-watching boats. In: *Marine Environmental Research* 49 (2000) 469-481.

Auger-Méthé, M., Whitehead, H.: The use of natural markings in studies of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*). In: *Marine Mammal Science* 23/1 (2007) 77-93.

Aventura Marina (2011): Nuestras Embarcaciones. URL: <http://www.aventuramarina.org/web/embarcacion.htm> [Stand 8.3.2011].

Beale, C.M.: The Behavioral Ecology of Disturbance Responses. In: *International Journal of Comparative Psychology* 20 (2007) 111-120.

Bejder, L., Lusseau, D.: Valuable Lessons from Studies Evaluating Impacts of Cetacean-Watch Tourism. In: *Bioacoustics* 17 (2008) 158-161.

Bejder, L., Samuels, A., Whitehead, H., Gales, N.: Interpreting short-term behavioural responses to disturbance within a longitudinal perspective. In: *Animal Behaviour* 72 (2006) 1149-1158.

Bloch, D., Lockyer, C., Zachariassen, M.: Age and growth parameters of the long-finned pilot whale off the Faroe Islands. In: Donovan, G.P., Lockyer, C.H., Martin, A.R. (Hrsg.): *Biology of Northern Hemisphere Pilot Whales*. International Whaling Commission IWC, Cambridge (1993) 163-208.

Bruno, M., Alonso, J.J., Cózar, A., Vidal, J. Ruiz-Cañavate, A., Echevarría, F., Ruiz, J.: The boiling-water phenomena at Camarinal Sill, the strait of Gibraltar. In: *Deep-Sea Research II* 49 (2002) 4097-4113.

Buceo Scorpora (2010): Nuestras Embarcaciones. URL: <http://www.buceoscorpor.com/embarcaciones.php> [Stand 20.9.2010].

Cañadas, A., Sagarminaga, R.: The northeastern Alboran Sea, an important breeding and feeding ground for the long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) in the Mediterranean Sea. In: *Marine Mammal Science* 16/3 (2000) 513-529.

Cañadas, A., Sagarmínaga, R., de Stephanis, R., Urquiola, E., Hammond, P.S.: Habitat preference modeling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. In: *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15 (2005) 495-521.

Constantine, R., Brunton, D.H., Dennis, T. (2002): Dolphin-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behavior. In: *Biological Conservation* 117 (2004) 299-307.

Courbis, S., Timmel, G. (2008): Effects of vessels and swimmers on behaviour of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) in Kealake'akua, Honaunau, and Kauhako bays, Hawai'i. In: *Marine Mammal Science* 25/2 (2009) 430-440.

Dans, S.L., Crespo, E.A., Pedraza, S.N., Degradi, M., Garaffo, G.V.: Dusky dolphin and tourist interaction: effect on diurnal feeding behavior. In: *Marine Ecology Progress Series* 369 (2008) 287-297.

de Fatima Filla, G., de Araujo Monteiro-Filho, E.L.: Group structure of *Sotalia guianensis* in the bays on the coast of Paraná State, south of Brazil. In: *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89/5 (2009) 985-993.

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

de Stephanis, R., García-Tíscar, S., Verborgh, T., Esteban-Pavo, R., Pérez, S., Minvielle-Sebastia, L., Guinet, C.: Diet of the social groups of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the Strait of Gibraltar. In: 154 (2008b) 603-612.

de Stephanis, R., Verborgh, P., Pérez Gimeno, N., Sánchez Cabanes, A., Pérez Jorge, S., Esteban Pavo, R., Sèller, N., Urquiola, E., Guinet, C. (2005): Impactos producidos por el tráfico marítimo en las poblaciones de cetáceos en el estrecho de Gibraltar. Situación actual y previsiones de futuro. Dirección General para la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. Zitiert in: Gauffier, P. (2008): Estimating the consequences of the 2006-07 Morbillivirus epizootic on the long-finned pilot whales in the Strait of Gibraltar. Centre d'Etudes Biologiques de Chizé Villiers-en-Bois, France. URL: <http://www2.agrocampus-ouest.fr/halieutique/memoires/200807.pdf> [Stand 29.6.2010].

de Stephanis, R., Verborgh, T., Pérez, S., Esteban, R., Minvielle-Sebastia, L., Guinet, C. (2007): Long-term social structure of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the Strait of Gibraltar. In: *Acta Ethologica* 11 (2008) 81-94.

Evans, P.G.H., Hammond, P.S.: Monitoring cetaceans in European waters. In: *Mammal Review* 34/1 (2004) 131-156.

Farmer, D.M., Armi, L.: The Flow of Atlantic Water Through the Strait of Gibraltar. The Flow of Mediterranean Water Through the Strait of Gibraltar. In: *Progress in Oceanography* 21 (1988) 1-105.

Fernández, A., Esperón, F., Herraéz, P., Espinosa de los Monteros, A., Clavel, C., Bernabé, A., Sánchez-Vizcaino, J.M., Verborgh, P., de Stephanis, R., Toledano, F., Bayón, A.: Morbillivirus and Pilot Whale Deaths, Mediterranean Sea. In: *Emerging Infectious Diseases* 14/5 (2008) 792-794.

Firmm (2008): Firmm spirit getauft. URL: <http://www.firmm.org/de/news/artikel/items/firmm-spirit-getauft.html> [Stand 16.9.2010].

Firmm (2010a): Die Wale und Delfine in der Strasse von Gibraltar. URL: http://www.firmm.org/de/wale-delfine.html?file=tl_files/firmm/download/Walarten%20%28DE%29.pdf [Stand 6.8.2010].

Firmm (2010b): Ein Nachmittag mit unerwarteten Begegnungen. URL: <http://www.firmm.org/de/news/artikel/items/ein-nachmittag-mit-unerwarteten-begegnungen.html> [Stand 4.3.2011].

Firmm (2011): Firmm-Chronologie. URL: <http://www.firmm.org/de/stiftung/articles/chronologie.html> [4.3.2011].

FRS (2010): Our fleet. URL: <http://www.frs.es/en/home-area/frs/our-fleet.html> [Stand 20.9.2010].

Gauffier, P. (2008): Estimating the consequences of the 2006-07 Morbillivirus epizootic on the long-finned pilot whales in the Strait of Gibraltar. Centre d'Etudes Biologiques de Chizé Villiers-en-Bois, France. URL: <http://www2.agrocampus-ouest.fr/halieutique/memoires/200807.pdf> [Stand 29.6.2010].

Grellier, K., Hammond, P.S., Wilson, B., Sanders-Reed, C.A., Thompson, P.M.: Use of photo-identification data to quantify mother-calf association patterns in bottlenose dolphins. In: *Canadian Journal of Zoology* 81 (2003) 1421-1427.

Guimerans, V., Cañavate, R., Palma, R.: Contribution to the knowledge of the Gibraltar Sill. In: **Almazan, J.L., Bryden, H.L., Kinder, T.N., Parilla, G. (Hrsg.):** Seminario Sobre la Oceanografía Física del Estrecho de Gibraltar. SECEG, Madrid (1988) 83. Zitiert in: Dafner, E., González-Dávila, M., Santana-Casiano, J.M., Sempéré, R.: Total organic and inorganic carbon exchange through the Strait of Gibraltar in September 1997. In: *Deep-Sea Research I* 48 (2001) 1217-1235.

Herzing, D.L.: The life history of free-ranging atlantic spotted dolphins (*Stenella Frontalis*): age classes, color phases, and female reproduction. In: *Marine Mammal Science* 13/4 (1997) 675-595.

Hopkins, T.S. (1996): The thermohaline forcing of the Gibraltar exchange. In: *Journal of Marine Systems* 20 (1999) 1-31.

Hoyt, E. (2003): Walbeobachtung in Europa. Ratgeber für die besten Möglichkeiten zur Beobachtung von Walen und Delfinen in europäischen Gewässern. Hrsg. WDCS (Whale and Dolphin Conservation Society). München. URL: http://www.wdcs-de.org/docs/Ratgeber_WW_Europa.pdf [Stand 20.9.2010].

Hüsler, J., Zimmermann, H. (2006): Statistische Prinzipien für medizinische Projekte. Verlag Hans Huber, Bern.

IUCN (2010): The IUCN Red List of Threatened Species. URL: <http://www.iucnredlist.org> [Stand 6.8.2010].

Jefferson, T.A., Leatherwood, S., Webber, M.A. (1993): FAO species identification guide. Marine mammals of the world. FAO, Rome.

Kastelein, R.A., Dokter, T., Zwart, P.: The suckling of a Bottlenose dolphin calf (*Tursiops truncatus*) by a foster mother, and information on transverse birth bands. In: *Aquatic Mammals* 16/3 (1990) 134-138.

Kloft, W.J., Gruschwitz, M. (1988): Ökologie der Tiere. 2., überarbeitete Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Lemon, M., Lynch, T.P., Cato, D.H., Harcourt, R.G. (2005): Response of travelling bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) to experimental approaches by a powerboat in Jervis Bay, New South Wales, Australia. In: *Biological Conservation* 127 (2006) 363-372.

Lens, S., Pantoja, J., de Stephanis, R.: Spain. Progress report on cetacean research, April 2008 to March 2009, with statistical data for the calendar year 2008. Paper SC/61/ProgRepSpain presented to the IWC Scientific Committee, June 2009, Madeira, Portugal.

Macías, D, Martin, A.P., García-Lafuente, J., García, C.M., Yool, A., Bruno, M., Vázquez-Escobar, A., Izquierdo, A., Sein, D.V., Echevarría, F.: Analysis of mixing and biogeochemical effects induced by tides on the Atlantic-Mediterranean flow in the Strait of Gibraltar through a physical-biological coupled model. In: *Progress in Oceanography* 74 (2007) 252-272.

Magalhães, S., Prieto, R., Silva, M.A., Gonçalves, J., Afonso-Dias, M., Santos, R.S.: Short-term reactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) to whale-watching vessels in the Azores. In: *Aquatic Mammals* 28/3 (2002) 267-274.

Martin, A.R., Rothery, P.: Reproductive parameters of female long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) around the Faroe Islands. In: Donovan, G.P., Lockyer, C.H., Martin, A.R. (Hrsg.): *Biology of Northern Hemisphere Pilot Whales*. International Whaling Commission IWC, Cambridge (1993) 263-304.

Millennium Ecosystem Assessment (2003): Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment. Report of the Conceptual Framework Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington.

Miller Jr., G.T. (2007): *Living in the Environment*. Fifteenth Edition. Thomson, Canada.

Ministerio de la Presidencia: Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de los cetáceos. In: *Boletín Oficial del Estado* 11 (2008) 2292-2296. URL: <http://www.derecho.com/l/boe/real-decreto-1727-2007-establecen-medidas-proteccion-cetaceos/pdf.html> [Stand 22.7.2010].

Müller, H.J. (Hrsg.) (1991): Ökologie. 2., überarbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena.

Niclasen, P. (1945): Færøerne i Kronikker og Foredrag. Bianco Lunos Bogtrykkeri, København. Zitiert in: Amos, B., Barrett, J., Dover, G.A.: Breeding behaviour of pilot whales revealed by DNA fingerprinting. In: *Heredity* 67 (1991) 49-55.

OSPAR Commission (2009): Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. London, UK. URL: http://www.ospar.org/documents/dbase/publications/p00441_Noise%20Background%20document.pdf [Stand 29.6.2010].

Ottensmeyer, C.A., Whitehead, H.: Behavioural evidence for social units in long-finned pilot whales. In: *Canadian Journal of Zoology* 81/8 (2003) 1327-1338.

Panigada, S. Leaper, R., Arceredillo, A.T.: Ship strikes in the Mediterranean Sea: assessment and identification of conservation and mitigation measures. Paper SC/61/BC2 presented to the IWC Scientific Committee, June 2009, Madeira, Portugal.

Panigada, S., Pesante, G., Zanardelli, M., Capoulade, F., Gannier, A., Weinrich, M.T.: Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. In: *Marine Pollution Bulletin* 52 (2006) 1287-1298.

Periáñez, R., Pascual-Granged, A.: Modelling surface radioactive, chemical and oil spills in the Strait of Gibraltar. In: *Computers & Geosciences* 34 (2008) 163-180.

Raga, J.-A., Banyard, A., Domingo, M., Corteyn, M., Van Bresseem, M.-F., Fernández, M., Aznar, F.-J., Barrett, T.: Dolphin Morbillivirus Epizootic Resurgence, Mediterranean Sea. In: *Emerging Infectious Diseases* 14/3 (2008) 471-473.

Reiter, T. (2005): Statistik, Zuverlässigkeit, Qualitätsmanagement. Kolmogorov Smirnov Anpassungstest (KS Anpassungstest). URL: http://www.reiter1.com/Glossar/KSO_KSA_Lilliefors.htm [Stand 27.1.2011].

REMPEC (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea) (2008): Study of Maritime Traffic Flows in the Mediterranean Sea. Final Report – Unrestricted Version. URL: http://www.safemedproject.org/documents/safemed-I-documents/2.3-maritime-traffic-flows-study/at_download/file [Stand 29.6.2010].

Sanz, J.L., Acosta, J., Herranz, P., Palomo, C., San Gil, C. (1988): Mapa Batimétrico del Estrecho de Gibraltar. Proyecto Hércules 1980-1983, Instituto Español de Oceanografía.

Schaffar, A., Madon, B., Garrigue, C., Constantine, R. (2009): Avoidance of whale watching boats by humpback whales in their main breeding ground in New Caledonia. Paper SC/61/WW6 presented to the IWC Scientific Committee, June 2009, Madeira, Portugal. URL: http://iwcoffice.org/_documents/sci_com/sc61docs/SC-61-WW6.pdf [Stand 9.8.2010].

Scheidat, M., Castro, C., Gonzalez, J., Williams, R.: Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. In: *Journal of Cetacean Research and Management* 6/1 (2004) 63-68.

Sea Watch Foundation (2011): Recording and Submitting Sightings. URL: <http://www.seawatchfoundation.org.uk/sightings.php?uid=29> [Stand 13.3.2011].

Shirihai, H., Jarrett, B. (2006): Whales, Dolphins, and Other Marine Mammals of the World. Princeton University Press, Princeton and Oxford.

Soury, G. (2006): Wale. Sanfte Riesen der Meere. Delius Klasing Verlag, Bielefeld.

Sousa-Lima, R.S., Clark, C.W.: Modelling the effect of boat traffic on the fluctuation of hump-back whales singing out in the Abrolhos National Marine Park, Brazil. In: *Canadian Acoustics* 36/1 (2008) 174-181.

Timmel, G., Courbis, S., Sargeant-Green, H., Markowitz, H.: Effects of Human Traffic on the Movement Patterns of Hawaiian Spinner Dolphins (*Stenella longirostris*) in Kealakekua Bay, Hawaii. In: *Aquatic Mammals* 34/4 (2008) 402-411.

Tischler, W. (1984): Einführung in die Ökologie. 3., stark veränderte und erweiterte Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/ New York.

Turmares (2009): Boats. URL: <http://www.turmares.com/whalewatching/boats.html> [Stand 20.9.2010].

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) secretariat (2004): Review of Maritime Transport 2004. URL: <http://www.unctad.org/Templates/Download.asp?docid=5677&lang=1&intItemID=3368> [Stand 10.3.2011].

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) secretariat (2005): Review of Maritime Transport 2005. URL: <http://www.unctad.org/Templates/Download.asp?docid=6486&lang=1&intItemID=3588> [Stand 10.3.2011].

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) secretariat (2006): Review of Maritime Transport 2006. URL: <http://www.unctad.org/Templates/Download.asp?docid=7475&lang=1&intItemID=3969> [Stand 10.3.2011].

UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) secretariat (2010): Review of Maritime Transport 2010. URL: <http://www.unctad.org/Templates/Download.asp?docid=14218&lang=1&intItemID=5746> [Stand 10.3.2011].

Vargas, J.M., García-Lafuente, J., Candela, J., Sánchez, A.J. (2004): Fortnightly and monthly variability of the exchange through the Strait of Gibraltar. In: *Progress in Oceanography* 70 (2006) 466-485.

Verborgh, P., de Stephanis, R., Pérez, S., Jaget, Y., Barbraud, C., Guinet, C.: Survival rate, abundance, and residency of long-finned pilot whales in the Strait of Gibraltar. In: *Marine Mammal Science* 25/3 (2009) 523-536.

WDCS (Whale and Dolphin Conservation Society) (2011): Action Kit. URL: http://de.wdcs.org/schulprojekt/al_pyramide.htm [Stand 28.2.2011].

Weinrich, M.: Are Behavioral Data from Whalewatch Boats Biased? Paper SC/61/WW3 presented to the IWC Scientific Committee, June 2009, Madeira, Portugal. URL: http://www.iwcoffice.org/_documents/sci_com/SC61docs/SC-61-WW3.pdf [Stand 29.6.2010].

Wikimedia Commons (2009): File:Thermohaline circulation.png. URL: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thermohaline_circulation.png?uselang=de [Stand 4.3.2011].

Williams, R., Trites, A.W., Bain, D.E. (2001): Behavioural responses of killer whales (*Orcinus orca*) to whale-watching boats: opportunistic observations and experimental approaches. In: *Journal of Zoology* 256 (2002) 255-270.

Wright, A.J., Deak, T., Parsons, E.C.M.: Concerns related to chronic stress in marine mammals. Paper SC/61/E16 presented to the IWC Scientific Committee, June 2009, Madeira, Portugal.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Globale thermohaline Zirkulation	7
Abbildung 1.2:	Marine Nahrungspyramide	8
Abbildung 3.1:	Strasse von Gibraltar mit Tiefenprofil	17
Abbildung 4.1:	Anzahl in der Datenbank enthaltener Whalewatching-Ausfahrten	23
Abbildung 4.2:	Darstellung aller Sichtungen in der Datenbank	23
Abbildung 5.1:	Anteil der Ausfahrten mit Pilotwalsichtungen an allen Ausfahrten	31
Abbildung 5.2:	Durchschnittliche Anzahl Pilotwalsichtungen	31
Abbildung 5.3:	Durchschnittliche gesichtete Anzahl Pilotwale pro Ausfahrt	32
Abbildung 5.4:	Entwicklung der durchschnittlichen Gruppengrösse bei den Pilotwalen	32
Abbildung 5.5:	Durchschnittliche Verteilung der Gruppengrößen bei Pilotwalen	33
Abbildung 5.6:	Entwicklung der Gruppengrößenverteilung bei Pilotwalen	33
Abbildung 5.7:	Durchschnittliche Alterszusammensetzung bei den Pilotwalen	34
Abbildung 5.8:	Jährliche Anteile von Jungtieren bei den Pilotwalen	34
Abbildung 5.9:	Anteil der Pilotwalsichtungen, an denen mindestens ein Jungtie anwesend war	34
Abbildung 6.1:	Geschätzte absolute Populationsgrösse 1999 bis 2005	42
Abbildung 6.2:	Kombination der geschätzten absoluten Populationsgrößen von Verborgh et al. 2009 und Gauffier 2008 mit der Anzahl von Firmm gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt.	43
Abbildung 6.3:	Detaillierter Vergleich der Daten zur Gruppengrößenverteilung bei Pilotwalen zwischen der Firmm-Datenbank und Daten aus der Literatur	46
Abbildung 6.4:	Durchschnittliche Gruppengrößenverteilung der Pilotwale von 1999-2006	47
Abbildung 6.5:	Weltweite Entwicklung der im Schiffsverkehr transportierten Gütermenge	49
Abbildung 6.6:	Jährliche Zahl von Touristen, die eine Whalewatching-Fahrt bei Firmm gebucht haben	50
Abbildung 1:	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest mit den Daten zur Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt	80
Abbildung 2:	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest mit den Daten zur Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt	80

Abbildung 3:	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest mit den Daten zu den Gruppengrößen bei Pilotwalen	81
Abbildung 4:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt in den verschiedenen Gezeitsituationen	81
Abbildung 5:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt in den verschiedenen Gezeitsituationen	82
Abbildung 6:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen bei Pilotwalen in den verschiedenen Gezeitsituationen	82
Abbildung 7:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen	83
Abbildung 8:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken.	83
Abbildung 9:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen	84
Abbildung 10:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedener Nebeldichte	85
Abbildung 11:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen	85
Abbildung 12:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken	86
Abbildung 13:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedener Nebeldichte	86
Abbildung 14:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken	87
Abbildung 15:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Sichtverhältnissen	89
Abbildung 16:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Bewölkungsstärken	89
Abbildung 17:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Sichtverhältnissen	90
Abbildung 18:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Bewölkungsstärken	91
Abbildung 19:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen bei Pilotwalen	

	bei unterschiedlicher Nebeldichte	93
Abbildung 20:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedener Nebeldichte	94
Abbildung 21:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen	95
Abbildung 22:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken	95
Abbildung 23:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl Pilotwalrichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen	96
Abbildung 24:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl Pilotwalrichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken	97
Abbildung 25:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen	98
Abbildung 26:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken	98
Abbildung 27:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen	99
Abbildung 28:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken	100
Abbildung 29:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Windrichtungen	101
Abbildung 30:	Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Windstärken	101
Abbildung 31:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Windrichtungen	102
Abbildung 32:	Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrößen von Pilotwalen bei verschiedenen Windstärken	103

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Von Firmm gesichtete Walarten	18
Tabelle 3.2:	Die verschiedenen Gezeitsituationen	22
Tabelle 4.1:	Einflüsse von Walbeobachtungsbooten auf Wale	26
Tabelle 4.2:	Gegenüberstellung von standardisierter und opportunitätsbasierter Datenerhebung zu Walen	29
Tabelle 5.1:	Mittlere Anzahl Sichtungen pro Stunde Ausfahrt bei den verschiedenen Sichtverhältnissen	36
Tabelle 5.2:	Mittlere Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken	36
Tabelle 5.3:	Mittlere Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen	37
Tabelle 5.4:	Mittlere Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen	37
Tabelle 5.5:	Mittlere Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken	38
Tabelle 5.6:	Mittlere Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken.	38
Tabelle 5.7:	Mittelwerte der Gruppengrößen bei verschiedenen Sichtverhältnissen	39
Tabelle 5.8:	Mittlere Gruppengrößen bei den verschiedenen Bewölkungsstärken	39
Tabelle 5.9:	Mittlere Gruppengröße je nach Nebeldichte	39
Tabelle 5.10:	Mittlere Gruppengrößen bei verschiedenen Windrichtungen	40
Tabelle 5.11:	Mittlere Gruppengrößen bei verschiedenen Windstärken	40
Tabelle 1:	Detailangaben zu den von Firmm für die Datenerhebung verwendeten Booten	77
Tabelle 2:	Beiträge der verschiedenen Boote zur Datensammlung von Firmm in jedem Jahr von 1999 bis 2009.	78

Anhang

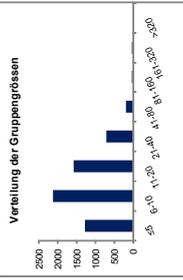
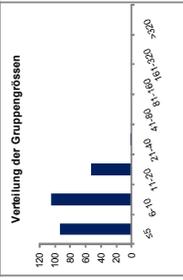
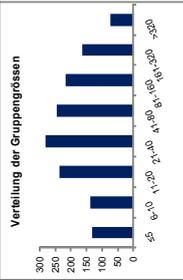
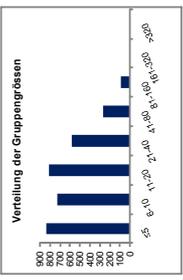
Anhang 1: Walarten in der Strasse von Gibraltar

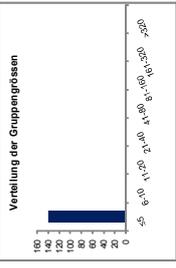
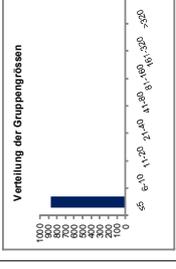
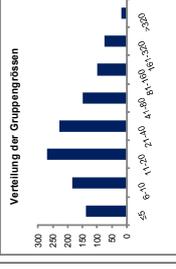
Wissenschaftlicher Name	Grampus griseus	Globicephala melas	Orcinus orca	Stenella coeruleoalba	Tursiops truncatus
Deutscher Name	Risso-Delfin	Pilotwal	Grosser Schwertwal	Gestreifter Delfin	Grosser Tümmler
Systematik					
Unterordnung	Odontoceti	Odontoceti	Odontoceti	Odontoceti	Odontoceti
Familie	Delphinidae	Delphinidae	Delphinidae	Delphinidae	Delphinidae
Gattung	Grampus	Globicephala	Orcinus	Stenella	Tursiops
Grösse	2.6-4m (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	♂ 5.52m ♀ 4.32m (Bloch et al. 1993)	♂ bis 9.8m ♀ bis 8.5m (Jefferson et al. 1993: 121)	bis 2.6m, ♂ etwas grösser als ♀ (Jefferson et al. 1993: 165)	1.9-3.8m, ♂ etwas grösser als ♀ (Jefferson et al. 1993: 155)
Grösse bei Geburt	1.2-1.5m (Jefferson et al. 1993: 153)	1.7-1.8m (Jefferson et al. 1993: 123)	2.1-2.4m (Jefferson et al. 1993: 121)	ca. 1m (Jefferson et al. 1993: 165)	1-1.3m (Jefferson et al. 1993: 155)
Gewicht	300-500kg (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	♂ 1.694t ♀ 893kg (Bloch et al. 1993)	♂ 3.8-5.5, max. 10t ♀ max. 7.5t (Shirihai & Jarrett 2006: 74, Jefferson et al. 1993: 121)	90-156kg (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	150-650kg (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Gewicht bei Geburt	20kg (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	75-80kg (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	180kg (Jefferson et al. 1993: 121)	20kg (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	15-30kg (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Gefährdung (IUCN 2010)	nicht gefährdet	keine ausreichenden Daten	keine ausreichenden Daten	nicht gefährdet	nicht gefährdet
Vorkommen	 60° Nord bis 60° Süd, v.a. im Scheifgebiet bis 1000m Tiefe bei 15-30 °C Wassertemperatur (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	 Gemässigte und subpolare Zonen (Jefferson et al. 1993: 123), v.a. in tiefen Gewässern (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	 alle Meeresregionen (Jefferson et al. 1993: 121), am häufigsten in kalt-gemässigten Küstenregionen (Shirihai & Jarrett 2006: 74)	 zwischen 50° Nord und 40° Süd (Jefferson et al. 1993: 165), i.A. ausserhalb des Kontinentschelfs (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	 Küstenregionen in den tropischen und gemässigten Zonen (Jefferson et al. 1993: 155)
Vorkommen in der Strasse von Gibraltar	ganzzährig (Firmm 2010a)	ganzzährig (Firmm 2010a)	ca. Juli und August (Firmm 2010a)	ganzzährig (Firmm 2010a)	ganzzährig (Firmm 2010a)
Feinde	Mensch (Jefferson et al. 1993: 153)	Mensch (Jefferson et al. 1993: 123)		Mensch (Jefferson et al. 1993: 165)	Mensch (Jefferson et al. 1993: 155)

Wissenschaftlicher Name	Balaenoptera acutorostrata	Balaenoptera physalus	Physeter macrocephalus (Physeter catodon)	Ziphius cavirostris	Delphinus delphis
Deutscher Name	Nördlicher Zwergwal	Finnwal	Pottwal	Cuvier-Schnabelwal	Gewöhnlicher Delfin
Systematik					
Unterordnung	Odontoceti	Odontoceti	Odontoceti	Odontoceti	Odontoceti
Familie	Balaenopteridae	Balaenopteridae	Physeteridae	Ziphiidae	Delphinidae
Gattung	Balaenoptera	Balaenoptera	Physeter	Ziphius	Delphinus
Grösse	♂ 7.8-8.2m ♀ 8.5-8.8m (Soury 2006: 50) Nordatlantik: bis 9.8m (Shirihai & Jarrett 2006: 63)	♂ 21 ³ bzw. 25m ⁴ ♀ 22.5 bzw. 26m (Soury 2006: 38)	♂ 15-18.3m ♀ 8-17m (Shirihai & Jarrett 2006: 22)	4.7-7m (Shirihai & Jarrett 2006: 108)	♀ 2.3m ♂ 2.6m (Jefferson et al. 1993: 167)
Grösse bei Geburt	2.4-3.5m (Shirihai & Jarrett 2006: 63)	6-6.5m (Jefferson et al. 1993: 53)	3.5-4.5m (Jefferson et al. 1993: 69)	ca. 2.7m (Jefferson et al. 1993: 83)	80-85cm (Jefferson et al. 1993: 167)
Gewicht	5-10t (Shirihai & Jarrett 2006: 63)	30.4-81.2t (Shirihai & Jarrett 2006: 54)	bis 57t (Jefferson et al. 1993: 69)	gegen 3t (Jefferson et al. 1993: 83)	bis 135kg (Jefferson et al. 1993: 167)
Gewicht bei Geburt	350-450kg (Soury 2006: 52)	1-1.15t (Soury 2006: 40)	1t (Shirihai & Jarrett 2006: 22)	250-300kg (Shirihai & Jarrett 2006: 108)	10kg (Shirihai & Jarrett 2006: 172)
Gefährdung (IUCN 2010)	nicht gefährdet	stark gefährdet	gefährdet	nicht gefährdet	nicht gefährdet
Vorkommen	 Nordhemisphäre, v.a. Nordpazifik und -atlantik, v.a. in gemässiger und polarer Zone, aber auch in tropischen Gewässern (Shirihai & Jarrett 2006: 63)	 v.a. in gemässigten Zonen im offenen Meer (Shirihai & Jarrett 2006: 55)	 ♀ alle Ozeane zwischen den 40°-Breitenkreisen ♂ über die 40°-Grenzen hinaus (Jefferson et al. 1993: 69)	 tropische, subtropische und gemässigte Zonen, v.a. Kontinentalthang und Tiefsee (Shirihai & Jarrett 2006: 108)	 60° Nord im Nordatlantik, 50° Nord im Nordpazifik bis 50° Süd (Jefferson et al. 1993: 167) Nicht im indischen Ozean (Shirihai & Jarrett 2006: 173)
Quelle der Bilder:	Shirihai & Jarrett 2006)				
Vorkommen in der Strasse von Gibraltar	April bis August (Firmm 2010a)				
Feinde	Mensch, Schwertwal (Soury 2006: 52)				
	Mensch, Schwertwal (Soury 2006: 40)				
	Mensch (Jefferson et al. 1993: 69)				
	ganzjährig (Firmm 2010a)				
	Mensch (Jefferson et al. 1993: 167)				

3 Populationen der Nordhalbkugel

4 Populationen der Südhalbkugel

Wissenschaftlicher Name	Grampus griseus	Globicephala melas	Orcinus orca	Stenella coeruleoalba	Tursiops truncatus
Migration	teilweise saisonale Wanderung (Sommer in kühlere Gewässer) (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	v.a. Kalmare, zudem Kriebtiere und Kopffüßer (Jefferson et al. 1993: 123, de Stephanis et al. 2008b), frisst v.a. nachts (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	v.a. Fische (Residente), Meeressäugtiere (Transiente) und Kopffüßer, aber auch Seevögel oder marine Schildkröten (Jefferson et al. 1993: 121)	Wanderung mit warmen Strömungen (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	Offshore-Populationen wandern saisonal, Inshore-Populationen nur teilweise im Zusammenhang mit ENSO (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Nahrung	v.a. Kalmare, zudem Kriebtiere und Kopffüßer (Jefferson et al. 1993: 123, de Stephanis et al. 2008b), frisst v.a. nachts (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	v.a. Kalmare, Fische (Jefferson et al. 1993: 123, de Stephanis et al. 2008b), meist nachts (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	v.a. Fische (Residente), Meeressäugtiere (Transiente) und Kopffüßer, aber auch Seevögel oder marine Schildkröten (Jefferson et al. 1993: 121)	kleine Schwarmfische und Kopffüßer in allen Wassertiefen (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	div. Meerestiere, v.a. Fische (Jefferson et al. 1993: 155), Krill und andere Kriebtiere, z.T. Kalmare (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Geschlechtsreife	♀ 8 Jahre ♂ 13 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	♀ 8 Jahre ♂ 13 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	♂ 15 Jahre ♀ 9 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 76)	7-15 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	♀ 5-13 Jahre ♂ 8-15 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Fortpflanzung	keine Daten zu Intervall (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	alle 3-6 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 84), ganzjährig, aber öfter im Sommer (Jefferson et al. 1993: 123) Intervall von 1-7 Jahren, MW 3-6 Jahre (Gauffier 2008: 20)	alle 3-8 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 76)	v.a. Sommer und Winter (Jefferson et al. 1993: 165) alle 3-4 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	v.a. Frühling bis Herbst Unterschiede zwischen Populationen (Jefferson et al. 1993: 155), alle 2-6 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Tragzeit	13-14 Monate (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	12-16 Monate (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	15-18 Monate (Shirihai & Jarrett 2006: 76)	1 Jahr (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	1 Jahr (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Lebenserwartung	Ø 10-30, z.T. einzelne oder Paare (Shirihai & Jarrett 2006: 96), aber auch bis 4000 (Jefferson et al. 1993: 153)	60 Jahre und mehr (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	bis 90 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 76)	bis 58 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	bis 52 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Gruppengröße	Ø 10-30, z.T. einzelne oder Paare (Shirihai & Jarrett 2006: 96), aber auch bis 4000 (Jefferson et al. 1993: 153)	meist 20 bis 100, aber auch bis über 1000 (Jefferson et al. 1993: 123) 2-150, MW 14, Median 10 (de Stephanis et al. 2007:87)	5-10 (Residente), 20-200 und mehr (Transiente) (Shirihai & Jarrett 2006: 75)	meist 20-50 (Shirihai & Jarrett 2006: 188), aber auch mehrere tausend möglich (Jefferson et al. 1993: 165)	meist bis 20 (Jefferson et al. 1993: 155), aber auch bis 1000 möglich (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Gruppengrößenverteilung in der Strasse von Gibraltar Größenklassen: ≤5, 6-10, 11-20, 21-40, 81-160, 161-320, >320	keine ausreichenden Daten				

Wissenschaftlicher Name	Balaenoptera acutorostrata	Balaenoptera physalus	Physeter macrocephalus (Physeter catodon)	Ziphius cavirostris	Delphinus delphis
Migration	Nordatlantik Sommerquartiere Baffinmeer bis Spitzbergen, Winterquartiere Karibik bis Senegal & Süden der Azoren (Soury 2006: 50ff.)	teilweise, im Mittelmeer nicht ⁵ alle ⁶ (Soury 2006: 39)			saisonale Wanderung bei vielen Populationen (Shirihai & Jarrett 2006: 173)
Nahrung	pelagische und benthonische Fische (Lachs, Sardellen, Heringe u.a.), planktonische Krebstiere (Soury 2006: 51ff.) Krill und Kleine Schwarmfische (Jefferson et al. 1993: 59)	planktonische Krebstiere (v.a. Krill), pelagische Fische, kleine Kalmare ⁵ , planktonische Krebstiere ⁶ (Soury 2006: 39)	v.a. Kopffüßer (Kalmare und Kraken), aber auch Fische (Jefferson et al. 1993: 69)	v.a. Tiefseekalmare, aber auch Fische und Krebstiere (Jefferson et al. 1993: 83)	kleine Fische und Kalmare (Jefferson et al. 1993: 167)
Geschlechtsreife	♀ 6 Jahre ♂ ca. 7 Jahre (Soury 2006: 52)	♀ 7-8 Jahre ♂ 6-7 Jahre (Soury 2006: 40)	min. 18 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 24)		♀ 6-7 Jahre ♂ 5-7 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 174)
Fortpflanzung	Intervall ca. 14 Monate, Paarung und Geburt v.a. von Dezember bis Juni (Shirihai & Jarrett 2006: 64)	alle 2-3 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 55) im Winter, in den Bruchgebieten in den Tropen und Subtropen (Jefferson et al. 1993: 53)	alle 3-6 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 24) (v.a. ♂)	jährlich (Shirihai & Jarrett 2006: 110)	v.a. Juni bis September, alle 2-3 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 174)
Tragzeit	10-11 Monate (Soury 2006: 52)	11-12 Monate (Shirihai & Jarrett 2006: 55)	14-16 Monate (Shirihai & Jarrett 2006: 24)		10-11 Monate (Shirihai & Jarrett 2006: 174)
Lebenserwartung	ca. 60 Jahre (Soury 2006: 52)	80-90 Jahre oder mehr (Soury 2006: 40)		bis 60 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 110)	bis 35 Jahre (Shirihai & Jarrett 2006: 174)
Gruppengröße	normalerweise 1-3, seltener 5-15, aber auch bis 400 möglich (Shirihai & Jarrett 2006: 63)	2-10 oder mehr (Soury 2006: 40), bis zu 50-100 (Shirihai & Jarrett 2006: 55)	bis 50, aber auch oft einzeln (v.a. ♂) (Jefferson et al. 1993: 69, Shirihai & Jarrett 2006: 24)	oft allein oder in kleinen Gruppen von 3-12, z.T. bis zu 25 (Shirihai & Jarrett 2006: 108)	mehrere Dutzend bis über 10'000 (Jefferson et al. 1993: 167)
Gruppengrößenverteilung in der Strasse von Gibraltar Größenklassen: ≤5, 6-10, 11-20, 21-40, 81-160, 161-320, >320	keine ausreichenden Daten			keine ausreichenden Daten	

5 Populationen der Nordhalbkugel

6 Populationen der Südhalbkugel

Wissenschaftlicher Name	Grampus griseus	Globicephala melas	Orcinus orca	Stenella coeruleoalba	Tursiops truncatus
Tauchtiefe	min. 300m (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	30-60, z.T. auch min. 600m (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	max. 260m (Shirihai & Jarrett 2006: 76)	bis 700m (Shirihai & Jarrett 2006: 188)	bis 535m (Shirihai & Jarrett 2006: 158)
Tauchzeit	normalerweise 1-2min, aber bis 30min möglich (Shirihai & Jarrett 2006: 96)	10. max. 16min (Shirihai & Jarrett 2006: 84)	bis 17 min (Shirihai & Jarrett 2006: 76)		3-4min, bis 12min möglich (Shirihai & Jarrett 2006: 158)

Wissenschaftlicher Name	Balaenoptera acutorostrata	Balaenoptera physalus	Physeter macrocephalus (Physeter catodon)	Ziphius cavirostris	Delphinus delphis
Schwimmgeschwindigkeit		7-12 (Soury 2006: 40), bis 37km/h (Jefferson et al. 1993: 53)			
Tauchtiefe		max. 100-200m (Soury 2006: 40), max. 474m (Shirihai & Jarrett 2006: 55)	3200m oder mehr (Jefferson et al. 1993: 69)		meist 90m, aber bis 260m möglich (Shirihai & Jarrett 2006: 173ff.)
Tauchzeit	3-9min, z.T. auch bis 20min (Shirihai & Jarrett 2006: 62)	3-10min (Soury 2006: 40), manchmal 30min (Shirihai & Jarrett 2006: 55)	bis über 2h (Jefferson et al. 1993: 69)	20-40min (Shirihai & Jarrett 2006: 110)	meist 3min, aber bis 8min möglich (Shirihai & Jarrett 2006: 173ff.)

Anhang 2: Datenerhebungsblatt von Firmm



foundation for information and research on **marine mammals**

firmm® DATA FORM 2009

Date: Captain: Boat:
 Observer: Departure: Arrival:

Tide: High: Low: Time: decreasing increasing Coef:
 Wind: Levante: dropping rising
 Poniente: dropping rising
 Visibility: clear medium bad Fog: little much
 Clouds: no few cloudy totally covered

1. Sighting Time: GPS: N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:
Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:
Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

2. Sighting Time: GPS: N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:
Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:
Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

3. Sighting Time: GPS: N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:
Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:
Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

4. Sighting **Time:** **GPS:** N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:

Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:

Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

5. Sighting **Time:** **GPS:** N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:

Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:

Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

6. Sighting **Time:** **GPS:** N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:

Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:

Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

7. Sighting **Time:** **GPS:** N W
Spe: Pilot Bottlen. Common Striped Orca Sperm Fin
 other: Adults: Calfs: Newborn:

Behaviour: feeding Travelling: West East or:
 Without direction curious neutral evasive spyhopping fluking
 tailslapping breaching bowriding resting other:

Distance: with Boat 2-5m 6-20m 50m more than 50 m
 Remarks/Fotos:

Special events:

Anhang 3: Verwendete Boote

Tabelle 1: Detailangaben zu den von Fimm für die Datenerhebung verwendeten Booten (*Hoyt 2003: 48ff., Fimm 2008, Turmares 2009, Buceo Scorpora 2010, FRS 2010, Aventura Marina 2011*).

Name des Bootes	Name in Datenbank	Besitzer	Grösse	Kapazität
Rajorca	Rajorca/ Scorpora	Buceo Scorpora		15 Personen
fundación fimm	Fimm/ fimm	Fimm		15 Personen
	mar de ballenas	Mar de ballenas		10 oder 39 (?)
	Marlin	Aventura Marina	10m lang, 3.8m breit	15 Personen
	Lucila	?		
Rainbow	Rainbow	Turmares		12 Personen
Jackelin	jacquelin	Turmares		200 Personen
(verschiedene)	Fähre/ FRS/jumbo	FRS	59.2 - 86.6m lang, 16.5 - 23.8m breit	428-900 Personen & 52-238 PKW
	Mitch	Aventura Marina	15m lang, 4m breit	50 Personen
	Mon Chérie	?		
fimm uno	firm (24)	Fimm		24 Personen
Dolphin Safari	dolphin safari	Turmares		40-50 Personen
	Martambo	?		
fimm spirit	fimm spirit	Fimm		60 Personen
<i>Landbeobachtung</i>	<i>Landbeob.</i>	--	--	--

Tabelle 2: Beiträge der verschiedenen Boote zur Datensammlung von Fimm in jedem Jahr von 1999 bis 2009.

Name in Datenbank	Anzahl Ausfahrten										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Rajorca/ Scorpora	70	2		1							
Fimm/ fimm	167	139	204	310	355	361	246	11	54		
mar de ballenas		39	7	1	2						
Marlin		57	44								
Lucila		3	18	8							
Rainbow		6			1						
jacquelin			14		34	99	47	12	29	5	
Fähre/ FRS/jumbo				1		7	6		7	1	
Mitch				79	40						
Mon Chérie					2						
firm (24)							235	506	342	288	61
dolphin safari								8	40	3	
Martambo								3			
fimm spirit										133	319
Landbeob.						3					

Anhang 4: Interne Whalewatching-Richtlinien von Fimm vor 2008

- Nicht näher als 100 Meter an die Tiere heranfahren.
- Wenn zwei oder mehr Whalewatching-Boote anwesend sind, nicht näher als 200 Meter heranfahren.
- Annäherung an die Tiere immer in langsamem Tempo von der Seite oder schräg von hinten. Nie von vorne oder direkt von hinten.
- Tempo reduzieren, sobald die Wale oder Delfine in der Nähe sind.
- Nie zwischen Delfingruppen fahren, Delfingruppen trennen oder einzelne Tiere separieren. Bei Unklarheit über die Schwimmrichtung stets anhalten und den Motor in den Leerlauf schalten.
- Nie versuchen mit den Delfinen zu schwimmen.
- Müttern mit Kälbern besonders vorsichtig und behutsam begegnen.
- Nie länger als 15 Minuten bei den gleichen Tieren verweilen.
- Keinerlei Abfälle ins Meer werfen.
- Keine Tiere füttern.
- Jeglichen störenden Lärm in der Nähe der Tiere auf ein absolutes Minimum reduzieren.
- Form und Ausrüstung des Bootes derart gestalten, dass Verletzungsrisiken für Wale und Delfine möglichst gering sind (verschaltete Schrauben).
- Bei jeder Fahrt einen Biologen oder eine Biologin für Informationen mitnehmen.
- Den Touristen genaue und bildende Literatur zur Verfügung stellen.

(Inoffizielles Dokument, praktisch wörtlich von Fimm übernommen)

Anhang 5: Statistische Tests zu natürlichen Faktoren

Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt		
Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest		
Sind die Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt normalverteilt?		
Mittelwert:	0.68	
Stdabw.:	0.624785	
H0: Die Daten sind N(0.68, 0.62)-verteilt		
Grösste Differenz	0.20 **	
n=	4452	
Alpha Risiko:	5%	1%
Kritischer Wert aus Tabelle:	0.018284	0.022781
Die grösste Differenz ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen und die Daten der Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt sind nicht normalverteilt.		
Die Daten werden als voneinander unabhängig angenommen, da es sich um Sichtungen verschiedener Tiere zu verschiedenen Zeitpunkten handelt.		

Abbildung 1: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest mit den Daten zur Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt. Durchgeführt in Microsoft Excel gemäss Anleitung von Reiter 2005.

Pilotwale pro Stunde Ausfahrt		
Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest		
Sind die Daten der Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt normalverteilt?		
Mittelwert:	8.52	
Stdabw.:	10.27786	
H0: Die Daten sind N(8.52, 10.28)-verteilt		
Grösste Differenz	0.13 **	
n=	4452	
Alpha Risiko:	5%	1%
Kritischer Wert aus Tabelle:	0.018284	0.022781
Die grösste Differenz ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen und die Daten der Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt sind nicht normalverteilt.		
Die Daten werden als voneinander unabhängig angenommen, da es sich um Sichtungen verschiedener Tiere zu verschiedenen Zeitpunkten handelt.		

Abbildung 2: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest mit den Daten zur Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Reiter 2005.

Gruppengrösse
Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest
 Sind die Gruppengrößen (Totale Anzahl Tiere) normalverteilt?
 Mittelwert: 13.00084
 Stdabw.: 12.98251
 H0: Die Daten sind N(13, 12.98)-verteilt
Grösste Differenz 0.193325 **
 n= 5738
 Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 0.016106 0.020066
Die grösste Differenz ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen und die Daten der Gruppengrößen sind nicht normalverteilt.
 Die Daten werden als voneinander unabhängig angenommen, da es sich um Sichtungen verschiedener Tiere zu verschiedenen Zeitpunkten handelt.

Abbildung 3: Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest mit den Daten zu den Gruppengrößen bei Pilotwalen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Reiter 2005*.

Gezeiten => Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

	Ebbe	1	Flut	2	
abnehmend	n1= 726		n3= 698		N= 3116
	R1= 1126783		R3= 1100552		k= 4
	MW1= 0.74287		MW3= 0.746295		Freiheitsgrade: 3
zunehmend	n2= 805		n4= 887		
	R2= 1241838		R4= 1387114		
	MW2= 0.721354		MW4= 0.735588		H0: MW1 = MW2 = MW3 = MW4

K= 0.604532
 Alpha Risiko: 5%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 7.815
K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht abgelehnt.
 Somit lässt sich die Annahme, dass die Gezeiten die Häufigkeit von Pilotwalsichtungen beeinflussen, nicht rechtfertigen.

Abbildung 4: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt in den verschiedenen Gezeitensituationen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 161*.

Gezeiten => Pilotwale pro Stunde Ausfahrt
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

	Ebbe	1	Flut	2	
abnehmend	n1=	726	n3=	698	N= 3116
	R1=	1154033	R3=	1121734	k= 4
	MW1=	9.511533	MW3=	9.419642	Freiheitsgrade: 3
zunehmend	n2=	805	n4=	887	
	R2=	1220515	R4=	1360005	
	MW2=	8.888051	MW4=	8.401629	H0: MW1 = MW2 = MW3 = MW4

K= 5.38088
 Alpha Risiko: 5%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 7.815
K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht abgelehnt.
 Somit lässt sich die Annahme, dass die Gezeiten die Anzahl der gesichteten Pilotwale beeinflussen, nicht rechtfertigen.

Abbildung 5: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwale pro Stunde Ausfahrt in den verschiedenen Gezeitensituationen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Gezeiten => Gruppengrösse
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

	Ebbe	Flut	
abnehmend	n1=	989	n3= 1106
	R1=	2307802	R3= 2535821
	MW1=	13.09403	MW3= 12.94575
zunehmend	n2=	1244	n4= 1193
	R2=	2820898	R4= 2607259
	MW2=	12.52572	MW4= 11.96312

K= 7.614362
 Alpha Risiko: 5%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 7.815
K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht abgelehnt.
 Somit lässt sich die Annahme, dass die Gezeiten die Gruppengrößen bei Pilotwalen beeinflussen, nicht rechtfertigen.

Abbildung 6: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrößen bei Pilotwalen in den verschiedenen Gezeitensituationen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Wetter => Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt

Sicht

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

klar		mittel		dunstig		
n1=	1865	n2=	1239	n3=	637	N= 3741
R1=	3641811	R2=	2234243	R3=	1123358	k= 3
MW1=	0.750057	MW2=	0.675351	MW3=	0.638404	Freiheitsgrade: 2

H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 21.85659 **

Alpha Risiko: 5% 1%

Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21

K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.

Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen den Sichtverhältnissen und der Anzahl Pilotwalsichtungen.

In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (klar, mittel und dunstig) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 7: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Wolken

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	wenig	bewölkt	total bedeckt
n1= 1497	n2= 1268	n3= 542	n4= 219
R1= 2605207	R2= 2225162	R3= 978115.5	R4= 409617
MW1= 0.702989	MW2= 0.716586	MW3= 0.736565	MW4= 0.796565

N= 3526 Freiheitsgrade: 3

k= 4 H0: MW1 = MW2 = MW3 = MW4

K= 4.169776

Alpha Risiko: 5%

Kritischer Wert aus Tabelle: 7.815

K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Somit gibt es keinen Zusammenhang zwischen der Bewölkung und der Anzahl Pilotwalgruppen.

Abbildung 8: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Sicht			
Wilcoxon-Rangsummentest			
klar<>mittel			
Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.			
klar		mittel	
n1=	1865	n2=	1239
R1=	2986784		
MW1=	0.750057	MW2=	0.675351
			H0: MW1=MW2
W=	182742		
W*= <i>3.736742 **</i>			
Alpha Risiko:	5%		1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758
W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.			
Die Anzahl Sichtungen unterscheidet sich demnach bei klarer und mittlerer Sicht.			
klar<> dunstig			
Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.			
klar		dunstig	
n1=	1865	n2=	637
R1=	2395072		
MW1=	0.750057	MW2=	0.638404
			H0: MW1=MW2
W=	122049		
W*= <i>3.876638 **</i>			
Alpha Risiko:	5%		1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758
W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.			
Die Anzahl Sichtungen unterscheidet sich demnach bei klarer und dunstiger Sicht.			
mittel<> dunstig			
Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.			
mittel		dunstig	
n1=	1239	n2=	637
R1=	1170246		
MW1=	0.675351	MW2=	0.638404
			H0: MW1=MW2
W=	14889		
W*= <i>0.670021</i>			
Alpha Risiko:	5%		
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	
W* liegt innerhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird nicht verworfen.			
Die Anzahl Sichtungen unterscheidet sich also bei mittlerer und dunstiger Sicht nicht signifikant.			

Abbildung 9: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 116.*

Nebel

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

keiner	wenig	dicht		
n1= 3502	n2= 92	n3= 30	N=	3624
R1= 6366894	R2= 155625.5	R3= 45980.5	k=	3
MW1= 0.7534	MW2= 0.684596	MW3= 0.566903	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 3.473735

Alpha Risiko: 5%

Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991

K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Somit gibt es keinen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Nebel und der Anzahl Pilotwalsichtungen.

Abbildung 10: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedener Nebeldichte. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 161*.

Wetter => Pilotwale pro Stunde Ausfahrt

Sicht

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

klar	mittel	dunstig		
n1= 1865	n2= 1239	n3= 637	N=	3741
R1= 3554867	R2= 2278300	R3= 1166245	k=	3
MW1= 9.096551	MW2= 8.736972	MW3= 8.242378	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 3.949475

Alpha Risiko: 5%

Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991

K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Somit gibt es keinen Zusammenhang zwischen den Sichtverhältnissen und der Anzahl gesichteter Pilotwale.

Abbildung 11: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 161*.

Wolken

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	wenig	bewölkt	total bedeckt
n1= 1497	n2= 1268	n3= 542	n4= 219
R1= 2555301	R2= 2283032	R3= 994546	R4= 385222.5
MW1= 8.209384	MW2= 9.117008	MW3= 9.059201	MW4= 8.256355

N= 3526 Freiheitsgrade: 3
 k= 4 H0: MW1 = MW2 = MW3 = MW4
 K= 8.969214 *

Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 7.815 11.34

K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird zum 5%-Niveau verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Bewölkung und der Anzahl Pilotwale.
 In einem nächsten Schritt werden die vier Gruppen (keine, wenig, bewölkt und total bedeckt) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 12: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Nebel

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

keiner	wenig	dicht
n1= 3502	n2= 92	n3= 30
R1= 6354420	R2= 162272.5	R3= 51808
MW1= 8.868785	MW2= 8.401829	MW3= 9.192781

N= 3624
 k= 3
 Freiheitsgrade: 2
 H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 0.412636 **

Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21

K ist kleiner als der kritische Wert, d.h. H0 wird nicht verworfen.
 Somit gibt es keinen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Nebel und der Anzahl gesichteter Pilotwale.

Abbildung 13: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedener Nebeldichte. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Wolken

Wilcoxon-Rangsummentest

keine <> wenig

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	wenig		
n1= 1497	n2= 1268		
R1= 2020360			
MW1= 8.209384	MW2= 9.117008		H0: MW1=MW2
W=	-99982		
W*= -2.38993 *			
Alpha Risiko:	5%	1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird zum 5%-Niveau verworfen.

Die Anzahl gesichteter Pilotwale unterscheidet sich demnach bei keiner und wenig Bewölkung.

keine <> bewölkt

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	bewölkt		
n1= 1497	n2= 542		
R1= 1497165			
MW1= 8.209384	MW2= 9.059201		H0: MW1=MW2
W=	-59551		
W*= -2.53527 *			
Alpha Risiko:	5%	1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird zum 5%-Niveau verworfen.

Die Anzahl gesichteter Pilotwale unterscheidet sich demnach zwischen "keine Bewölkung" und "bewölkt".

keine <> total bedeckt

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	total bedeckt		
n1= 1497	n2= 219		
R1= 1280282			
MW1= 8.209384	MW2= 8.256355		H0: MW1=MW2
W=	-9785		
W*= -0.71434			
Alpha Risiko:	5%		
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	

W* liegt innerhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Die Anzahl gesichteter Pilotwale unterscheidet sich demnach nicht zwischen "keine Bewölkung" und "total bedeckt".

Abbildung 14 (1): Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116. (Fortsetzung nächste Seite.)

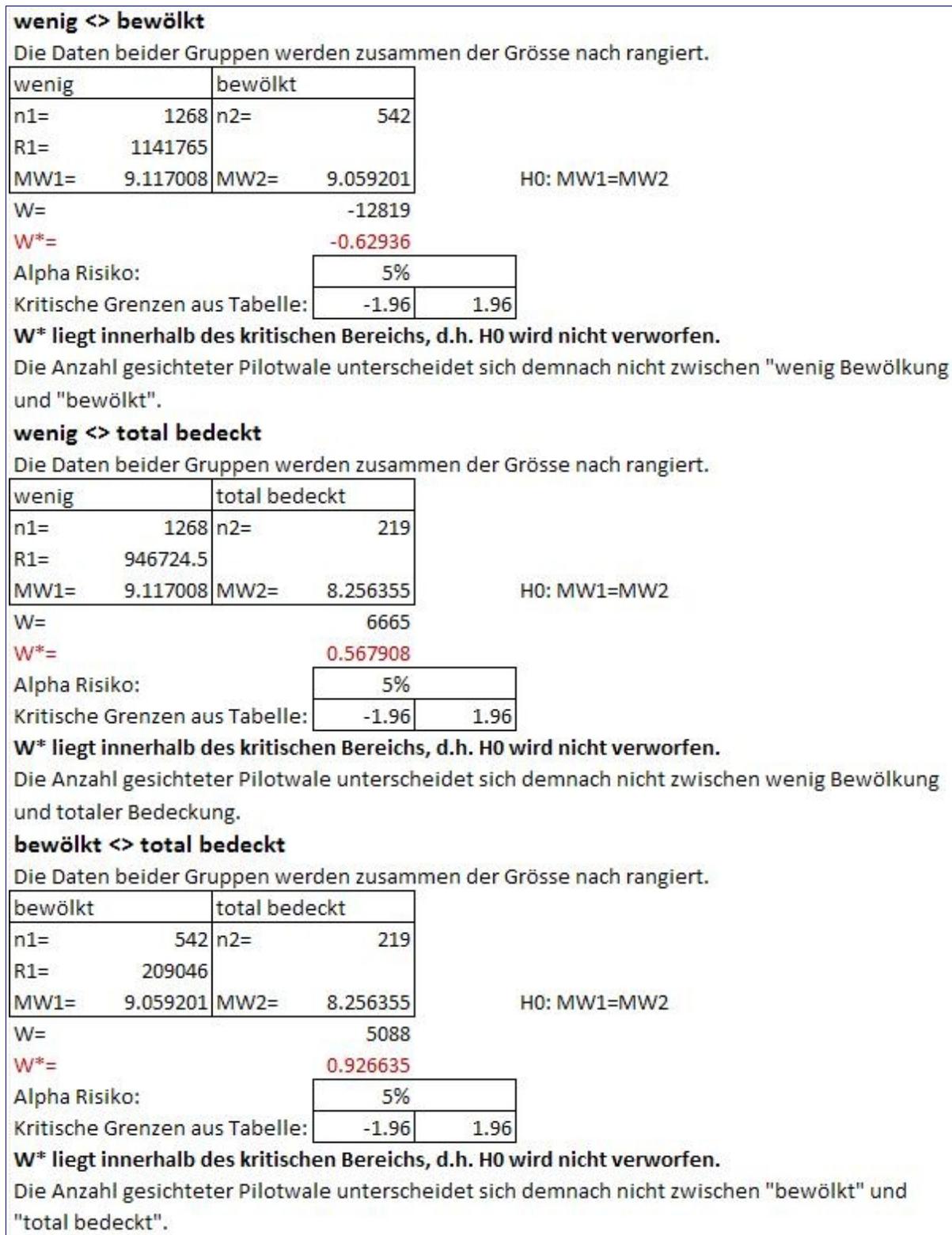


Abbildung 14 (2): Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Sichtverhältnissen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 116*.

Wetter => Gruppengrösse
Sicht
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

klar	mittel	dunstig		
n1= 2788	n2= 1662	n3= 794	N=	5244
R1= 7041254	R2= 4502533	R3= 2208604	k=	3
MW1= 12.34935	MW2= 13.3929	MW3= 13.56549	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3
K= 25.64053 **
 Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21
K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen den Sichtverhältnissen und den beobachteten Gruppengrössen.
 In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (klar, mittel und dunstig) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 15: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Sichtverhältnissen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Wolken
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	wenig	bewölkt	total bedeckt	
n1= 2099	n2= 1798	n3= 791	n4= 341	
R1= 5001430	R2= 4763358	R3= 2083619	R4= 799528.5	
MW1= 11.86899	MW2= 13.16741	MW3= 12.80152	MW4= 10.61584	
N= 5029			Freiheitsgrade:	3
k= 4			H0: MW1 = MW2 = MW3=MW4	
K= 42.80592 **				
Alpha Risiko:	5%	1%		
Kritischer Wert aus Tabelle:	7.815	11.34		

K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Bewölkung und den beobachteten Gruppengrössen.
 In einem nächsten Schritt werden die vier Gruppen (keine, wenig, bewölkt und total bedeckt) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 16: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

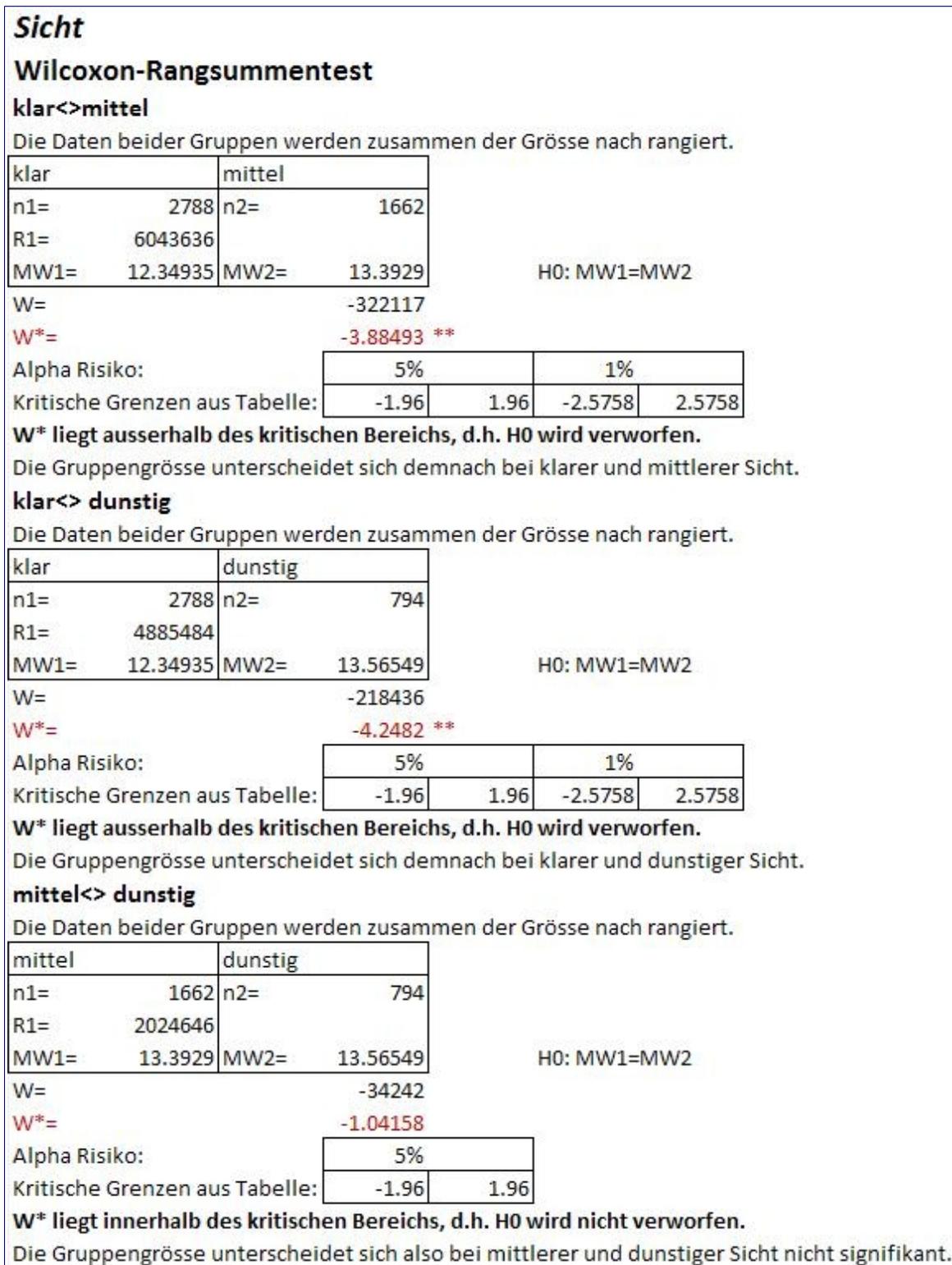


Abbildung 17: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Sichtverhältnissen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

Wolken

Wilcoxon-Rangsummentest

keine <> wenig

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	wenig		
n1= 2099	n2= 1798		
R1= 3892767			
MW1= 11.86899	MW2= 13.16741		H0: MW1=MW2
W=	-396369		
W*=	-5.66029 **		

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96 1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach bei keiner und wenig Bewölkung.

keine <> bewölkt

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	bewölkt		
n1= 2099	n2= 791		
R1= 2950559			
MW1= 11.86899	MW2= 12.80152		H0: MW1=MW2
W=	-167091		
W*=	-4.1773 **		

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96 1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach zwischen "keine Bewölkung" und "bewölkt".

keine <> total bedeckt

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keine	total bedeckt		
n1= 2099	n2= 341		
R1= 2566005			
MW1= 11.86899	MW2= 10.61584		H0: MW1=MW2
W=	8350		
W*=	0.346003		

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96 1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt innerhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach zwischen "keine Bewölkung" und "total bedeckt" nicht.

Abbildung 18 (1): Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116. (Fortsetzung nächste Seite.)

wenig <> bewölkt
 Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

wenig	bewölkt		
n1= 1798	n2= 791		
R1= 2333788			
MW1= 13.16741	MW2= 12.80152		H0: MW1=MW2
W= 10756			
W*= 0.306958			

Alpha Risiko:	5%	1%		
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758	2.5758

W* liegt innerhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird nicht verworfen.
 Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach zwischen "wenig Bewölkung" und "bewölkt" nicht.

wenig <> total bedeckt
 Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

wenig	total bedeckt		
n1= 1798	n2= 341		
R1= 1961686			
MW1= 13.16741	MW2= 10.61584		H0: MW1=MW2
W= 75651			
W*= 3.617399 **			

Alpha Risiko:	5%	1%		
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758	2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.
 Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach zwischen wenig Bewölkung und totaler Bedeckung.

bewölkt <> total bedeckt
 Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

bewölkt	total bedeckt		
n1= 791	n2= 341		
R1= 464187.5			
MW1= 12.80152	MW2= 8.680352		H0: MW1=MW2
W= 32172			
W*= 3.18756 **			

Alpha Risiko:	5%	1%		
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758	2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.
 Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach zwischen "bewölkt" und "total bedeckt".

Insgesamt resultiert: MW(total bedeckt) = MW(keine) < MW(bewölkt) = MW(wenig)

Abbildung 18 (2): Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Bewölkungsstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

Nebel

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

keiner	wenig	dicht		
n1= 5546	n2= 123	n3= 33	N=	5702
R1= 15779570	R2= 353327	R3= 126240.5	k=	3
MW1= 12.65885	MW2= 13.27642	MW3= 17.30303	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 11.4088 **

Alpha Risiko: 5% 1%

Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21

K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.

Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Nebel und der Gruppengrösse.

In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (keiner, wenig und dicht) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 19: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrössen bei Pilotwalen bei unterschiedlicher Nebeldichte. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Wetter => Gruppengrösse

Nebel

Wilcoxon-Rangsummentest

keiner<>wenig

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keiner	wenig		
n1= 5546	n2= 123		
R1= 15721923			
MW1= 12.65957	MW2= 13.22764		H0: MW1=MW2
W=	-1975		
W*=	-0.055		
Alpha Risiko:	5%	1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt innerhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach nicht bei keinem und wenig Nebel.

keiner<>dicht

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

keiner	dicht		
n1= 5546	n2= 33		
R1= 15440487			
MW1= 12.65957	MW2= 17.42424		H0: MW1=MW2
W=	-65707		
W*=	-3.5613 **		
Alpha Risiko:	5%	1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach bei keinem und dichtem Nebel.

wenig<>dicht

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

wenig	dicht		
n1= 123	n2= 33		
R1= 8968			
MW1= 13.22764	MW2= 17.42424		H0: MW1=MW2
W=	-1375		
W*=	-2.98335 **		
Alpha Risiko:	5%	1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758 2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Gruppengrösse unterscheidet sich demnach bei wenig und dichtem Nebel.

Insgesamt resultiert: MW(keiner) = MW(wenig) < MW(dicht)

Abbildung 20: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedener Nebeldichte. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

Wind => Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt

Windrichtung

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

Windstill	0	Levante	1	Poniente	2		
n1=	169	n2=	847	n3=	2748	N=	3764
R1=	355088	R2=	1341568	R3=	5389074	k=	3
MW1=	0.818386	MW2=	0.543391	MW3=	0.752446	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 85.15703 **

Alpha Risiko: 5% 1%

Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21

K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.

Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Windrichtung und der Anzahl Pilotwalsichtungen. In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (Windstill, Levante, Poniente) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 21: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Windstärke

Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

	0 bis 1.5	2 bis 3.5	4 +				
n1=	741	n2=	2085	n3=	938	N=	3764
R1=	1476114	R2=	3953973	R3=	1655643	k=	3
MW1=	0.7761	MW2=	0.720831	MW3=	0.627142	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3

K= 18.8232 **

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritischer Wert aus Tabelle:	5.991	9.21

K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.

Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Windstärke und der Anzahl Pilotwalsichtungen. In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (0-1.5, 2-3.5, 4 oder mehr) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 22: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

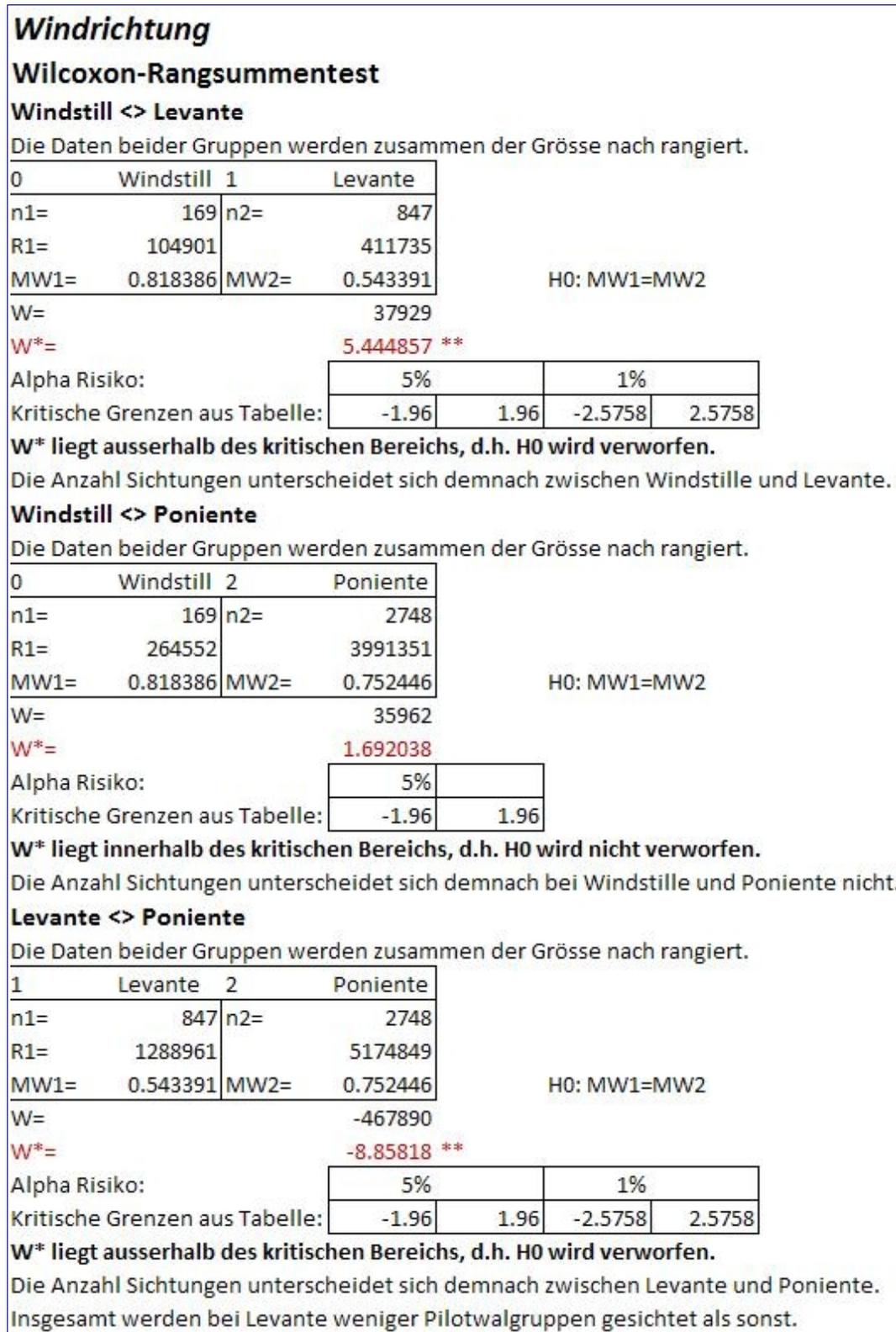


Abbildung 23: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

Windstärke

Wilcoxon-Rangsummentest

[0-2] <> [2-4]

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

0 bis 1.5		2 bis 3.5	
n1=	741	n2=	2085
R1=	1086359		
MW1=	0.7761	MW2=	0.720831

H0: MW1=MW2

W= 77911

W*= 2.0419 *

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird zum 5%-Niveau verworfen.

Die Anzahl Sichtungen unterscheidet sich demnach zwischen den Windstärkegruppen [0-2) und [2-4).

[0-2] <> 4+

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

0 bis 1.5		4 +	
n1=	741	n2=	938
R1=	664666		
MW1=	0.7761	MW2=	0.627142

H0: MW1=MW2

W= 84452

W*= 4.280607 **

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Anzahl Sichtungen unterscheidet sich demnach zwischen den Windstärkegruppen [0-2) und 4+.

[2-4] <> 4+

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

2 bis 3.5		4 +	
n1=	2085	n2=	938
R1=	3220436		
MW1=	0.720831	MW2=	0.627142

H0: MW1=MW2

W= 135832

W*= 3.059267 **

Alpha Risiko:	5%	1%
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Anzahl Sichtungen unterscheidet sich demnach zwischen den Windstärkegruppen [2-4) und 4+.

Abbildung 24: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl Pilotwalsichtungen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

Wind => Pilotwale pro Stunde Ausfahrt
Windrichtung
Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

Windstill	0	Levante	1	Poniente	2		
n1=	169	n2=	847	n3=	2748	N=	3764
R1=	334436	R2=	1330908	R3=	5420386	k=	3
MW1=	8.413081	MW2=	6.775837	MW3=	9.269509	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3
K= 89.62181 **
 Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21
K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Windrichtung und der Anzahl gesichteter Pilotwale. In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (Windstill, Levante, Poniente) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 25: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

Windstärke
Kruskal-Wallis-Test

Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

0 bis 1.5	2 bis 3.5	4 +					
n1=	741	n2=	2085	n3=	938	N=	3764
R1=	1475227	R2=	3979782	R3=	1630722	k=	3
MW1=	9.776271	MW2=	8.949614	MW3=	7.174191	Freiheitsgrade:	2

H0: MW1 = MW2 = MW3
K= 25.05362 **
 Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21
K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Windstärke und der Anzahl gesichteter Pilotwale. In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (0-1.5, 2-3.5, 4 oder mehr) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 26: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Anzahl Pilotwalgruppen pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 161.

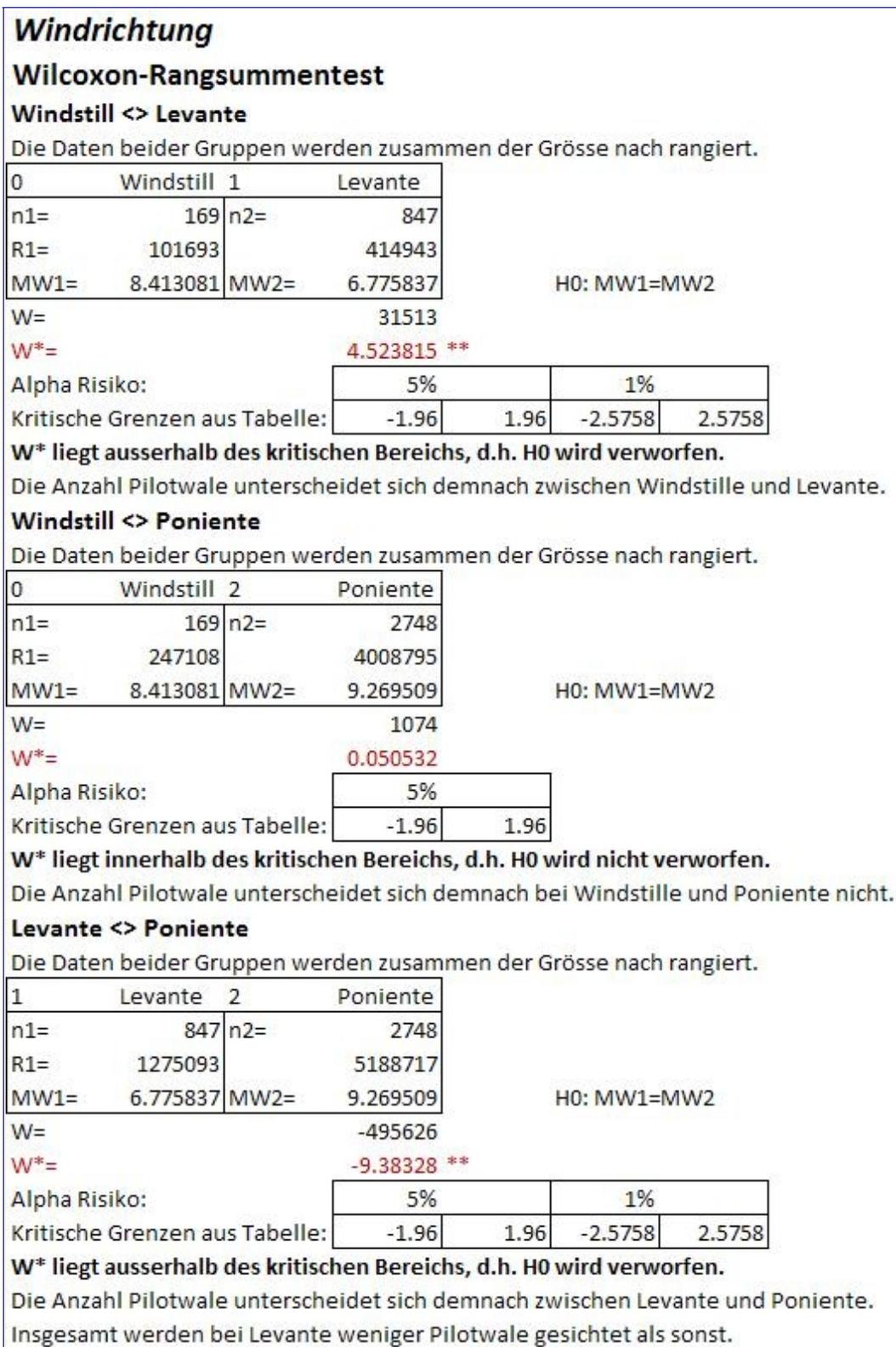


Abbildung 27: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windrichtungen. Durchgeföhrt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

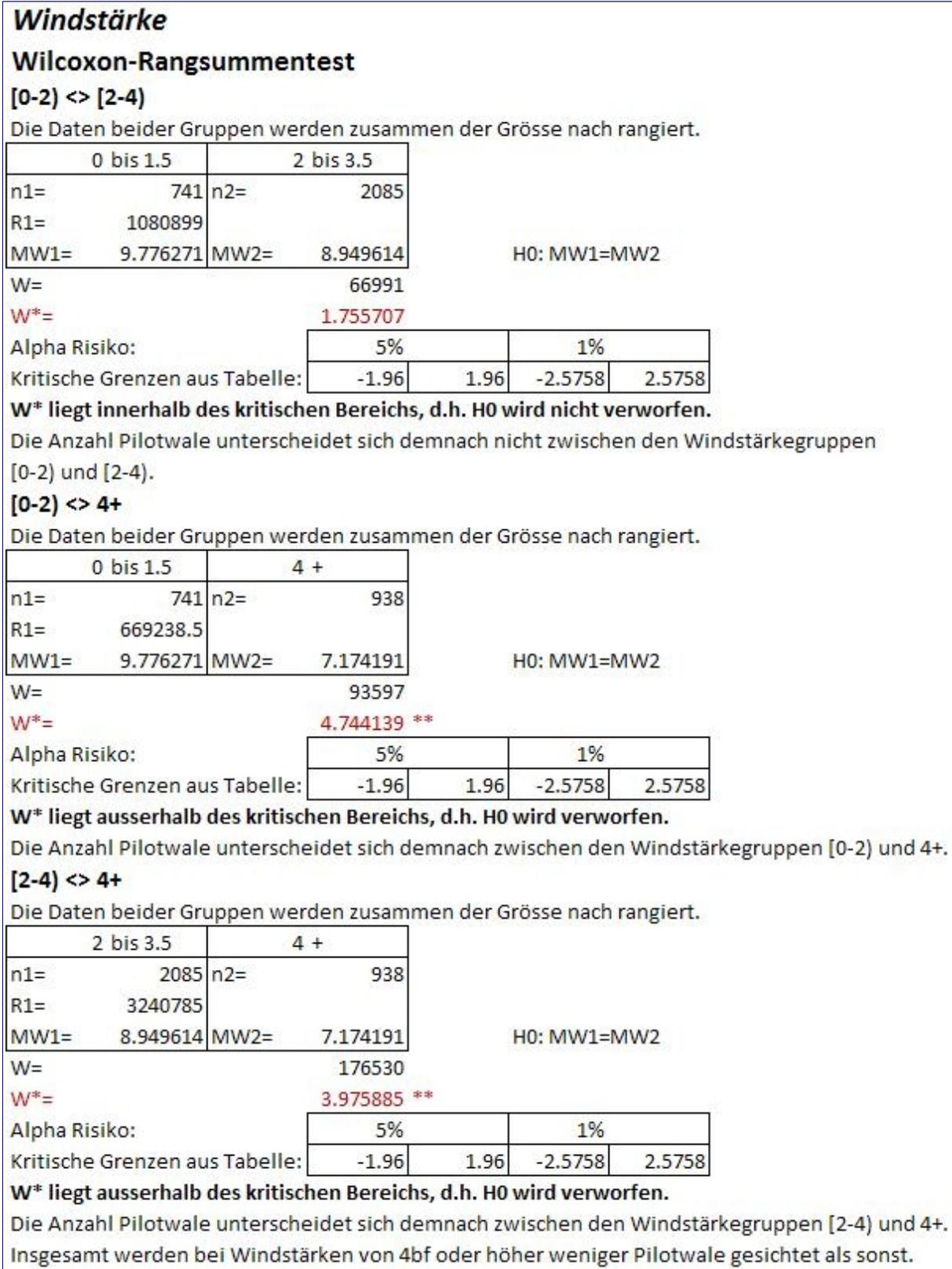


Abbildung 28: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Anzahl gesichteter Pilotwale pro Stunde Ausfahrt bei verschiedenen Windstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüsler & Zimmermann 2006: 116.

Wind => Gruppengrösse
Windrichtung
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

Windstill	0	Levante	1	Poniente	2	
n1=	271	n2=	913	n3=	4092	N= 5276
R1=	543588.5	R2=	2312779	R3=	11064359	k= 3
MW1=	8.571956	MW2=	12.12596	MW3=	13.11755	Freiheitsgrade: 2

H0: MW1 = MW2 = MW3
K= 58.65869 **
 Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21
K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Windrichtung und der Gruppengrösse.
 In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (Windstill, Levante, Poniente) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 29: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Windrichtungen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 161.*

Windstärke
Kruskal-Wallis-Test
 Die Daten werden alle zusammen der Grösse nach rangiert.

0 bis 1.5	2 bis 3.5	4 +	
n1= 1132	n2= 2966	n3= 1178	N= 5276
R1= 2755972	R2= 7984768	R3= 3179987	k= 3
MW1= 12.04505	MW2= 12.93864	MW3= 12.78438	Freiheitsgrade: 2

H0: MW1 = MW2 = MW3
K= 25.84472 **
 Alpha Risiko: 5% 1%
 Kritischer Wert aus Tabelle: 5.991 9.21
K ist grösser als der kritische Wert, d.h. H0 wird verworfen.
 Somit gibt es einen Zusammenhang zwischen der Windstärke und der Anzahl gesichteter Pilotwale.
 In einem nächsten Schritt werden die drei Gruppen (0-1.5, 2-3.5, 4 oder mehr) paarweise gegeneinander getestet.

Abbildung 30: Kruskal-Wallis-Test zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Windstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 161.*

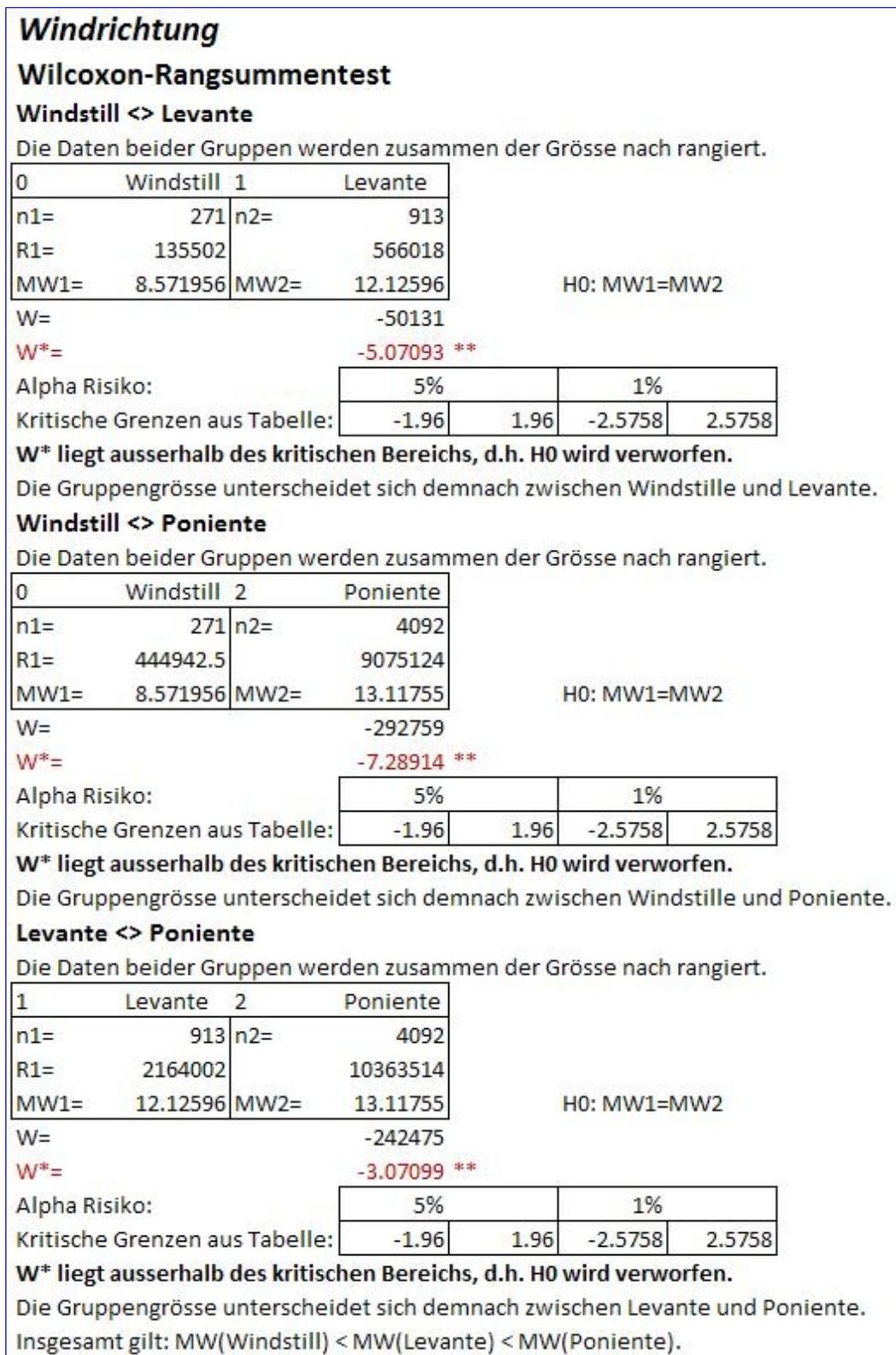


Abbildung 31: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Windrichtungen. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von Hüßler & Zimmermann 2006: 116.

Windstärke

Wilcoxon-Rangsummentest

[0-2] <> [2-4]

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

0 bis 1.5		2 bis 3.5	
n1=	1132	n2=	2966
R1=	2157175		
MW1=	12.04505	MW2=	12.93864

H0: MW1=MW2

W= -325719

W* = -4.80901 **

Alpha Risiko:	5%		1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758	2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Anzahl Pilotwale unterscheidet sich demnach zwischen den Windstärkegruppen [0-2] und [2-4].

[0-2] <> 4+

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

0 bis 1.5		4 +	
n1=	1132	n2=	1178
R1=	1240075		
MW1=	12.04505	MW2=	12.78438

H0: MW1=MW2

W= -135902

W* = -4.24024 **

Alpha Risiko:	5%		1%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96	-2.5758	2.5758

W* liegt ausserhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird verworfen.

Die Anzahl Pilotwale unterscheidet sich demnach zwischen den Windstärkegruppen [0-2] und 4+.

[2-4] <> 4+

Die Daten beider Gruppen werden zusammen der Grösse nach rangiert.

2 bis 3.5		4 +	
n1=	2966	n2=	1178
R1=	6143153		
MW1=	12.93864	MW2=	12.78438

H0: MW1=MW2

W= -7765

W* = -0.11176

Alpha Risiko:	5%	
Kritische Grenzen aus Tabelle:	-1.96	1.96

W* liegt innerhalb des kritischen Bereichs, d.h. H0 wird nicht verworfen.

Die Anzahl Pilotwale unterscheidet sich demnach nicht zwischen den Windstärkegruppen [2-4] und 4+. Insgesamt ist bei Windstärken unter 2bf die durchschnittliche Gruppengrösse kleiner als sonst.

Abbildung 32: Wilcoxon-Rangsummentest zum Vergleich der Gruppengrössen von Pilotwalen bei verschiedenen Windstärken. Durchgeführt in Microsoft Excel nach Anleitung von *Hüsler & Zimmermann 2006: 116*.

Plagiatserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Masterarbeit mit dem Titel „Die Pilotwalpopulation in der Strasse von Gibraltar 1999 bis 2009: Zustand, Veränderungen und deren Ursachen,“ selbstständig verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe.

Die Stellen der Arbeit, welche anderen Werken (auch elektronischen Medien) dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als solche kenntlich gemacht. Diese Versicherung bezieht sich ebenfalls auf die bildlichen Darstellungen.

Basel, den 14. März 2010

Angela Solothurnmann