

**Telemetrische Untersuchung zum Einfluss des Menschen  
auf die Lebensraumnutzung  
des Darwin-Fuchses  
(*Pseudalopex fulvipes*, Martin 1837)  
auf Chiloé, Chile**



**Kristina Killian**

**Meinen Großvätern Friedrich Killian & Kurt Wiese  
gewidmet**

**Telemetrische Untersuchung zum Einfluss des Menschen  
auf die Lebensraumnutzung  
des Darwin-Fuchses  
(*Pseudalopex fulvipes*, Martin 1837)  
auf Chiloé, Chile**

Kristina Killian

Diplomarbeit

Fachbereich Biologie der Universität Hamburg  
Biozentrum Grindel und Zoologisches Museum

Erstgutachter: Dr. Ralf Wanker  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Jörg Ganzhorn

Hamburg, Juli 2005

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>Tiere, Material und Methoden.....</b>	<b>10</b>
2.1	Untersuchungsgebiet .....	10
2.1.1	Lage des Untersuchungsgebietes.....	10
2.1.2	Biophysikalische Daten .....	10
2.1.3	Flora und Fauna.....	10
2.1.4	Charakteristika der einzelnen Untersuchungsgebiete.....	11
2.1.4.1	Untersuchungsgebiet 1: Quilan.....	11
2.1.4.2	Untersuchungsgebiet 2: Lliuco.....	13
2.1.4.3	Untersuchungsgebiet 3: Tepuhueico .....	13
2.2	Die untersuchte Art: Darwin-Fuchs ( <i>Pseudalopex fulvipes</i> ) .....	15
2.2.1	Morphologie und Ökologie des Darwin-Fuchses ( <i>Pseudalopex fulvipes</i> ) auf Chiloé, Chile.....	16
2.2.1.1	Systematik .....	16
2.2.1.2	Verbreitung und Lebensraum .....	16
2.2.1.3	Beschreibung .....	17
2.2.1.4	Ernährung .....	18
2.2.1.5	Sozialverhalten .....	18
2.2.1.6	Konkurrenten .....	19
2.2.1.7	Verhalten und Raumstruktur .....	19
2.2.1.8	Historie.....	19
2.2.2	Gefährdung und gesetzliche Grundlagen zum Schutz und Management des Darwin-Fuchses in Chile .....	20
2.3	Darwin's Fox Research & Conservation Project.....	20
2.4	Verwendete Methoden .....	21
2.4.1	Fang und Markierung der Darwin-Füchse.....	21
2.4.1.1	Fang.....	21
2.4.1.2	Markierung .....	21
2.4.2	Altersklassifizierung .....	21
2.4.3	Kenndaten der untersuchten Tiere.....	22
2.4.4	Durchführung der Telemetrie .....	24
2.4.5	Auswertung der Telemetriedaten .....	24
2.4.5.1	Wohngebietsgröße.....	25
2.4.5.2	Raumnutzung.....	25
2.4.5.3	Aktivitätszentren.....	26

2.4.5.4	Überlappungsbereiche (K90 und K50) benachbarter Darwin-Fuchs-Gebiete .....	27
2.4.5.5	Habitatnutzung.....	27
2.4.5.6	Angaben zu den Darwin-Füchsen unter direktem anthropogenem Einfluss .....	29
2.4.6	Statistische Auswertung und Computerprogramme.....	30
<b>3.</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>31</b>
3.1	Untersuchte Darwin-Füchse auf Chiloé.....	31
3.1.1	Wohngebietsgröße der MKP- Methode.....	32
3.1.2	Raumnutzungsgröße der K90-Methode.....	36
3.1.3	Aktivitätszentren der untersuchten Darwin-Füchse auf Chiloé .....	39
3.1.4	Überlappungsbereiche (K90 und K50) benachbarter Darwin-Fuchs-Reviere .....	43
3.1.5	Habitatnutzung .....	46
3.1.5.1	Quilan.....	46
3.1.5.2	Liuco.....	48
3.1.5.3	Tepuhueico .....	49
<b>4.</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>50</b>
4.1	Unterscheiden sich Wohngebietsgrößen, Raumnutzungsflächen und Aktivitätszentren und deren Überlappungsbereiche anthropogen beeinflusster beziehungsweise unbeeinflusster Darwin-Füchse auf Chiloé, Chile?.....	50
4.2	Nutzen anthropogen beeinflusste Darwin-Füchse die gleichen Habitattypen wie nicht direkt anthropogen beeinflusste Darwin-Füchse? .....	53
4.3	Anthropogener Einfluss.....	55
4.4	Gesamtdiskussion .....	56
4.5	Ausblick.....	58
4.6	Methodenkritik.....	58
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>60</b>
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>61</b>
<b>7.</b>	<b>Danksagung.....</b>	<b>65</b>
<b>8.</b>	<b>Abstract.....</b>	<b>66</b>
<b>9.</b>	<b>Acknowledgments.....</b>	<b>67</b>
<b>10.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>68</b>

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> Untersuchungsgebiet Quilan, freie Grasflächen und Buschvegetation am Strand des Pazifiks.....	12
<b>Abbildung 2</b> Untersuchungsgebiet Quilan, Valdivian-Wald am Fluss.....	12
<b>Abbildung 3</b> Untersuchungsgebiet Lliuco, Valdivian-Wald.....	13
<b>Abbildung 4</b> Untersuchungsgebiet Tepuhueico, Hotel & Arbeiterhaus, gemähte Rasenflächen, einzelne Bäume.....	14
<b>Abbildung 5</b> Untersuchungsgebiet Tepuhueico, ausgehobenes Loch für jegliche Abfälle .....	14
<b>Abbildung 6</b> Lage der drei Untersuchungsgebiete der Darwin-Füchse auf Chiloé .....	15
<b>Abbildung 7</b> Verbreitungsgebiet des Darwin-Fuchses ( <i>Pseudalopex fulvipes</i> ) in Chile...	17
<b>Abbildung 8</b> Darwin-Fuchs mit Senderhalsband .....	18
<b>Abbildung 9</b> Darwin-Fuchs in Tomahawkfalle.....	21
<b>Abbildung 10</b> Füchse werden beim Fang gewogen, tierärztlich untersucht, vermessen und mit einem Senderhalsband ausgerüstet .....	22
<b>Abbildung 11</b> Darstellung von Minimum-Konvex-Polygon MKP (blau) und der Kernel-Dichteschätzer (grün, 50-95UD) eines Tieres .....	26
<b>Abbildung 12</b> Darstellung des Untersuchungsbereiches, MKPs und 50m- & 500m-Puffer.....	29
<b>Abbildung 13</b> Wohngebiete (MKP) der Darwin-Füchse in Quilan .....	32
<b>Abbildung 14</b> Wohngebiete (MKP) der Darwin-Füchse des Gebietes Lliuco.....	33
<b>Abbildung 15</b> Wohngebietsflächen (MKP) der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse in der Region Tepuhueico .....	34
<b>Abbildung 16</b> Wohngebietsflächen des Elternpaares M124 (schwarz) und H147 (rot) ..	35
<b>Abbildung 17</b> Raumnutzungsfläche (K90) der Darwin-Füchse in Quilan.....	36
<b>Abbildung 18</b> Raumnutzungsfläche (K90) der Darwin-Füchse in Lliuco.....	37
<b>Abbildung 19</b> Raumnutzungsflächen (K90) der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse in Tepuhueico .....	38
<b>Abbildung 20</b> Raumnutzungsflächen der Elterntiere ohne und mit anthropogenem Einfluss.....	38
<b>Abbildung 21</b> Raumnutzungsflächen (K90) der Darwin-Füchse in anthropogen unbeeinflussten Gebieten (Quilan/Lliuco) und anthropogen beeinflusstem Gebiet (Tepuhueico) auf Chiloé .....	39
<b>Abbildung 22</b> Aktivitätszentren (K50) der Darwin-Füchse in Quilan .....	41
<b>Abbildung 23</b> Aktivitätszentren (K50) der Darwin-Füchse in Lliuco .....	41

---

<b>Abbildung 24</b> Aktivitätszentren (K50) der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse in Tepuhueico.....	42
<b>Abbildung 25</b> Aktivitätszentren (K50) der Darwin-Füchse in den unbeeinflussten (Quilan/Lliuco) und anthropogen beeinflussten Gebieten (Tepuhueico) auf Chiloé ..	43
<b>Abbildung 26</b> Raumaufteilung und Überlappungsgebiete (K90) von H737 und H739 in Quilan. ....	44
<b>Abbildung 27</b> Durchschnittlicher Überlappungskoeffizient der K90- und K50-Raumnutzungsflächen der unbeeinflussten und beeinflussten Gebiete der Darwin-Füchse auf Chiloé.....	45
<b>Abbildung 28</b> Habitatnutzung der Darwin-Füchse (n=7) in Quilan (Untersuchungsbereich (ha): MKP + 500m Puffer, Fuchs Lokalisation (ha): Lokalisation + 50m Puffer).....	47
<b>Abbildung 29</b> Habitatnutzung der Darwin-Füchse (n=3) in Lliuco (Untersuchungsbereich (ha): MKP + 500m Puffer, Fuchs Lokalisation (ha): Lokalisation + 50m Puffer).....	48
<b>Abbildung 30</b> Habitatnutzung der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse (n=4) in Tepuhueico (Untersuchungsbereich (ha): MKP + 500m Puffer, Fuchs Lokalisation (ha): Lokalisation + 50m Puffer) .....	49

---

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1</b> Systematische Einordnung des Darwin-Fuchses ( <i>Pseudalopex fulvipes</i> ) nach MacDonald und Sillero (2004).....	16
<b>Tabelle 2</b> Daten der 2002-2005 auf der Insel Chiloé gefangenen und markierten Darwin-Füchse.....	25
<b>Tabelle 3</b> Wohngebietsgrößen (ha) und Raumnutzungsflächen (ha) der 2003 - 2004 untersuchten Darwin-Füchse auf der Insel Chiloé ermittelt durch Minimum-Konvex-Polygon (MKP;100%) und der Kernel (90UD)-Methode .....	31
<b>Tabelle 4</b> Aktivitätszentren (K50, ha) der Darwin-Füchse in den drei Untersuchungsgebieten .....	40
<b>Tabelle 5</b> Verfügbare Vegetationsflächen (ha/%) der einzelnen Gebiete und deren Nutzung .....	46

## 1. Einleitung

Der Einfluss des Menschen auf Ökosysteme kann diese nachhaltig verändern (Wilson 1992). Solche Veränderungen können sowohl positive als auch negative Aspekte beinhalten. Zu den negativen Auswirkungen gehören unter anderem die Lebensraumzerstörung, Umweltverschmutzung, Verschiebung des ökologischen Gleichgewichts sowie Habitat-Fragmentierung (URL1a). Positive Effekte hingegen bieten die durch anthropogene Eingriffe veränderten oder neu entstandenen Ökosysteme wie zum Beispiel Heidelandschaften und Industriebrachen, die oft einen neuen Lebensraum bieten und sich durch eine hohe Artendiversität auszeichnen. In Siedlungsgebieten wurde eine Zunahme von anthropogen überformten Biotopen mit hoher Artendiversität beobachtet. Hinzu kommt, dass ehemals außerhalb der Siedlungsgebiete lebende Tierarten (zum Beispiel Wildschwein, Fuchs, Waschbär) heute häufig in deren Randgebieten angetroffen werden (Kehl 2000). Dennoch bleibt der Schutz der verbliebenen natürlichen Ökosysteme in Nationalparks und anderen geschützten Gebieten ein entscheidender Faktor für den Erhalt gefährdeter Tier- und Pflanzenarten (URL2).

Eine Möglichkeit der Erhaltung von Biotopen besteht darin, die genauen Ansprüche einer für ein Habitat stellvertretenden, gefährdeten und populären Art („flagship species“) zu ermitteln, um so die erforderlichen, artspezifischen Schutzmaßnahmen zu entwickeln und durchzusetzen (Mühlenberg 1993). Diese kommen dem Lebensraum der Art und somit häufig auch einer großen Gruppe anderer, weniger populärer Spezies zugute. Werden keine Schutzmaßnahmen getroffen, können Einwirkungen des Menschen wie die Einführung von nicht-heimischen Tieren, Lebensraumverlust, Jagd und Habitat-Fragmentierung einheimische Arten bis an den Rand der Ausrottung bringen oder sie sogar völlig auslöschen (URL1b). Wenn bedrohte Arten darüber hinaus ausschließlich auf Inseln vorkommen und somit nicht die Möglichkeit haben, negativen Einwirkungen auszuweichen und abzuwandern, sind sie noch stärker gefährdet als vergleichbare Festlandarten und können rasch der totalen Auslöschung unterliegen.

Abgelegene Inseln beherbergen oft eine ungewöhnlich hohe Anzahl endemischer Arten, die unter Umständen nur in geringen Individuendichten vorkommen. Einerseits überleben dort Arten, die anderswo durch konkurrenzstärkere Arten verdrängt wurden. Andererseits entstehen auf Inseln häufig neue Arten, die unbesetzte ökologische Nischen in Anspruch nehmen können, wie zum Beispiel die Darwin-Finken (Thraupidae) auf den Galapagos-Inseln oder die Kleidervögel (Drepanidinae) auf den Hawaii-Inseln (MacFarland 1999). Ein deutlicher Nachteil für Inselpopulationen ist die Isolation gegenüber Krankheitserregern oder Parasiten. Den Tieren fehlt in der Regel ein natürliches Abwehrsystem gegen

gelegentliche auftretende oder auf die Insel eingeschleppte Krankheitserreger (Crooks 2001).

Die Ökologie von Wirbeltier-Populationen auf Inseln und auf dem Festland unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht. Auf Inseln wirken Faktoren, wie Genfluss und Dispersionsdistanzen, nur eingeschränkt und biologische Interaktionen, wie interspezifische Konkurrenz und Prädationsdruck, abgeschwächt (Adler & Levins 1994). Hinzu kommt, dass Inselpopulationen gegenüber Festlandpopulationen zumeist höhere und stabilere Populationsdichten und erhöhte Überlebensraten, gleichzeitig aber eine reduzierte Fruchtbarkeit und geringere Dispersionsdistanzen zeigen, was wiederum den Genfluss verringert (Adler & Levins 1994). Zusätzlich können Veränderungen in der Sozialstruktur inselbewohnender Populationen entstehen, wobei folgende Aspekte betroffen sind: Es wird häufig ein reduziertes Aggressionsverhalten gegenüber Artgenossen, eine Reduktion der Territoriumsgröße sowie eine ansteigende Überlappung der Territorien mit Nachbargebieten bis hin zur Aufgabe eines Territoriums beobachtet (Stamps & Buechner 1985). Diese systematischen Unterschiede haben Adler und Levins (1994) als das „Insel-Syndrom“ definiert.

Als Territorium wird ein Wohngebiet oder ein bestimmter Teil des Wohngebietes bezeichnet, das von einem Tier gegen Artgenossen verteidigt wird. Die Intensität territorialen Verhaltens korreliert stark mit dem Vorhandensein wertvoller Ressourcen auf kleinen Arealen, die sich ökonomisch verteidigen lassen (Alcock 1996). Verschiedene ökologische Faktoren, wie Qualität und räumliche Verteilung von Ressourcen sowie die zeitliche Ressourcenverteilung und die daraus resultierende innerartliche Konkurrenz um Ressourcen, können Territorialität begünstigen (Davies & Houston 1984). Viele territoriale Arten verteidigen einen Raum nur für eine bestimmte Zeit innerhalb eines Jahreszyklus. Für den Rest des Jahres werden sie zu nicht-territorialen Bewohnern eines Wohngebietes (MacDonald 2001).

Das Wohngebiet (*home range*) eines Individuums bezeichnet in der Wildbiologie den Landschaftsbereich, den das Tier bei Ausübung seiner elementaren Aktivitäten (Futtersuche, Fortpflanzung, Aufzucht) aufsucht (Burt 1943). Die Größe des Wohngebietes hängt allgemein von der Jahreszeit, dem Nahrungsangebot und dem Status des Tieres (Geschlecht, Alter, soziale Position) ab (Newton 1979, Marquiss & Newton 1981). Teile des Wohngebietes, die von einem Tier besonders häufig genutzt werden, bezeichnet man als Aktivitätszentrum (Samuel *et al.* 1985).

Die Wohngebiete beschreiben die Verteilung der Tiere in einem Raum und die räumliche Beziehung zwischen den Individuen. Sie sagen aber wenig darüber aus, wie einzelne Tiere ihre Wohngebiete nutzen, wo sie sich bevorzugt aufhalten und zum Beispiel Beute schlagen (Ryser *et al.* 2004). Um hierüber Angaben machen zu können, müssen

Informationen vorliegen, welche Habitattypen in einem Lebensraum vorkommen und welche Teile dieser Habitate von den Tieren bevorzugt oder gemieden werden (MacDonald 2001).

Informationen über Wohngebiete können biologische Fragen in dreierlei Hinsicht beantworten. Zu denen gehören das Wissen der genauen Größe, die für Management-Vorhaben benötigt wird, wie zum Beispiel geplante Schutzgebiete. Die Struktur (Raumnutzungsfläche) gibt Informationen über die Intensität der Nutzung verschiedener Bereiche, die auch im Zusammenhang mit der Habitatwahl und des sozialen Systems der Art stehen. Die Gestalt (Habitatnutzung) sagt aus, wo sich das Gebiet in der Umwelt befindet. Sie ist ein wichtiger Indikator für Ressourcen und Deckungsmöglichkeiten (White & Garrott 1990).

Ein gutes Beispiel bilden hier bestimmte Säugetierfamilien, bei denen erhebliche Unterschiede in Größe und Nutzung von Wohngebieten beziehungsweise den darin vorkommenden Habitattypen auftreten. So besitzt zum Beispiel der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) von allen wildlebenden Carnivoren das größte geografische Verbreitungsgebiet und kommt in unterschiedlichsten Habitaten vor (Wüste, Wald, Tundra unter andere) (MacDonald 2001). Die Art gilt als höchst anpassungsfähig (MacDonald *et al.* 1999) und die ermittelten Wohngebietsgrößen können in städtischen Gebieten 0,4km<sup>2</sup> und im ländlichen Bereich bis zu 30km<sup>2</sup> aufweisen (MacDonald & Sillero 2004). Im Gegensatz dazu hat der Darwin-Fuchs (*Pseudalopex fulvipes*) den kleinsten Verbreitungsbereich unter den rezenten Caniden (Osgood 1943). Die Art bewohnt selektiv den sehr begrenzt vorkommenden gemäßigten Regenwald Chiles und einer vorgelagerten Insel namens Chiloé.

Aufgrund mangelnder Informationen zur Biologie und Ökologie des Darwin-Fuchses (*Pseudalopex fulvipes*) bestehen bei dieser Art jedoch erhebliche Probleme bezüglich der Einstufung ihres Schutzstatus. Seit 2004 wird der Darwin-Fuchs zwar als „vom Aussterben bedroht“ geführt (MacDonald & Sillero 2004), aber es bestehen derzeit noch keine konkreten Schutzmaßnahmen. Das Problem bei der Einordnung des Darwin-Fuchses in einen bestimmten Schutzstatus hängt, wie bereits erwähnt, mit seiner begrenzten geografischen Verbreitung und seiner niedrigen lokalen Häufigkeit zusammen. In welchen Bereichen der Insel Chiloé der Darwin-Fuchs überhaupt vorkommt und in welcher Populationsdichte er vertreten ist, muss untersucht werden. Aus diesem Grund verfolgt das „Darwin’s Fox Research & Conservation Project“ das Ziel, innerhalb einer dreijährigen Studie offene Fragen und andere wichtige Informationen, wie Populationsgenetik und Epidemiologie (Häufigkeit und geografische Verteilung von Krankheiten), von Darwin-Fuchspopulationen aufzudecken, um ein Erhaltungs- und Schutzprogramm für diese Art zu entwickeln. Ein weiterer Faktor, der erforscht werden

sollte, ist die zunehmende Ausbreitung der lokalen Bevölkerung und deren Einwirkungen auf den Lebensraum Wald und somit auch auf den Fuchs. Hierbei wird zwischen indirekten und direkten anthropogenen Einflüssen unterschieden. Zu den indirekten zählen zum Beispiel Zerstörung des Habitats, Verkehr, Nutztiere, Verfolgung und die Bedrohung durch Erkrankungen lokaler Hunde sowie deren direkten Angriffen. Als direkter anthropogener Einfluss wird hingegen das regelmäßige Füttern von Wildtieren gezählt.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, aus dem exakten Wissen über Größe und Struktur der Wohngebiete und der Aktivitätszentren des Darwin-Fuchses auf Chiloé und aus der Analyse seines Territorial- und Habitatpräferenzverhaltens, Schlussfolgerungen für eine verbesserte Durchführung des Darwin-Fuchs-Managementplans zu liefern.

Durch intensive Beobachtung und mit Hilfe der Telemetrie dreier Darwin-Fuchs-Gruppen, wurden Daten zu folgenden ökologischen und biologischen Aspekten dieser Art erhoben: Wohngebietsgrößen, Raumnutzungsflächen und deren Aktivitätszentren, Überlappungen benachbarter Raumnutzungsflächen sowie zur Habitatnutzung.

Anhand eines Vergleiches zwischen direkt anthropogen beeinflussten und unbeeinflussten Darwin-Fuchs-Gruppen soll überprüft werden, ob der Mensch einen Einfluss auf das Verhalten der Füchse hat. Von den drei Darwin-Fuchs-Gruppen war eine Gruppe direktem menschlichen Einfluss ausgesetzt.

Hierbei stellen sich folgende Fragen:

- 1. Unterscheiden sich Wohngebietsgrößen, Raumnutzungsflächen und Aktivitätszentren und deren Überlappungsbereiche anthropogen beeinflusster beziehungsweise unbeeinflusster Darwin-Füchse auf Chiloé, Chile ?**
- 2. Nutzen anthropogen beeinflusste Darwin-Füchse die gleichen Habitattypen wie nicht direkt anthropogen beeinflusste Darwin-Füchse ?**

Zusätzlich wurden die Ergebnisse der Wohngebietsflächen, der Raumnutzung und der Aktivitätszentren der Darwin-Füchse auf geschlechtliche und altersspezifische Unterschiede geprüft. Diese Resultate sollen für die Aufdeckung der sozialen Struktur genutzt werden.

## 2. Tiere, Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsgebiet

#### 2.1.1 Lage des Untersuchungsgebietes

Die Untersuchung wurde auf der Insel Chiloé durchgeführt. Chiloé, an der Südwestküste Chiles (42-45°S, 73W°) liegend, ist mit einer Fläche von circa 8.500 km<sup>2</sup> die zweitgrößte Insel des Landes. Chile ist in 12 Regionen unterteilt, wobei Chiloé zu der 10. gehört. Die Insel war mit dem südamerikanischen Festland verbunden bis der Meeresspiegel während der letzten Vereisung anstieg (vor circa 13.000 Jahre, Yahnke *et al.* 1996).

Die Nord-Süd-Ausdehnung beträgt 190 km, die Ost-West-Ausdehnung annähernd 60 km. Die Insel wird durch den Kanal von Chacao im Norden und durch eine 50 km breite Wasserstraße gegen Osten vom Festland getrennt. Zwischen der Insel und dem Festland befinden sich zahlreiche kleine, meist unbewohnte, Inseln (Abb. 6). Die Insel Chiloé ist durch Fährverkehr erreichbar. Im Jahr 2007 wird voraussichtlich mit dem Bau einer Hängebrücke begonnen, die dann Chiloé mit dem Festland im Norden verbindet (URL3). Die circa 150.000 Inselbewohner leben hauptsächlich vom Tourismus, Ackerbau, Viehzucht, Fischerei und Forstwirtschaft (URL4). Im Westen der Insel befindet sich der 43,1ha große Chiloé National Park, der im Jahr 2000 in das Weltkulturerbe der UNESCO aufgenommen wurde (URL4).

#### 2.1.2 Biophysikalische Daten

*Klima* – Die jährliche Durchschnittstemperatur auf Chiloé beträgt circa 10,0°C. Der extreme Niederschlag (3000mm/Jahr) im Westen der Insel wird durch die Küstennähe und die anliegenden Berge verursacht, die eine Höhe von bis zu 600 Metern aufweisen (URL4). Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge beträgt circa 2300mm/Jahr. Der Sommer der südlichen Hemisphäre beginnt im November, der Winter im Mai.

#### 2.1.3 Flora und Fauna

*Flora* – Im westlichen und südlichen Chiloé befinden sich Reste des sogenannten Valdivian-Waldes, eines gemäßigten Regenwaldes, der durch die hohen, über das ganze Jahr verteilten Niederschläge und ganzjährige Frostfreiheit begünstigt ist (URL5). Dieser Waldtyp ist dicht und das ganze Jahr über sehr feucht (Jimenez *et al.* 1990). Er enthält neben einigen Coniferen mehrere Arten von immergrünen Laubbäumen. Dominierend sind fruchtbare Bäume der Myrtengewächse (*Mirtaceae*). Außerhalb dieses begrenzten Gebietes sind laubwerfende Wälder verbreitet, in denen Südbuchen

(*Nothofagus*) überwiegen. Darüber hinaus gibt es auch Regionen mit immergrünen Nadelwäldern aus Zypressen (*Cupresseae*) und Lärchen (*Pinaceae*) (Abb. 6) (URL5).

Selektives Abholzen, Brandrodung, Agrar- und Siedlungsbau und Bepflanzung mit nicht-heimischen Arten drängen die natürlich vorkommende Vegetation immer weiter zurück (Wilson 1992).

*Fauna* - Die faunistische Diversität Chiloés ist vor allem in der Vogelwelt sehr umfangreich, zu ihnen gehören zahlreiche Arten von Möwen, Komoranen und Singvögeln. Zu den bekannteren einheimischen Säugetieren zählen der Pudú (eine kleine Trughirsch-Art, *Pudu pudu*), die chilenische Waldkatze (*Oncifelis guigna*), der chilenische Skunk (*Conepatus chinga*), das Zwergopossum (Beuteltierart -Monito del Monte-, *Dromiciops gliroides*) und die Biberratte (*Myocastor coypus*). Des Weiteren ist eine Amphibienart, der Darwin-Frosch (*Rhinoderma darwini*), erwähnenswert (URL6).

#### **2.1.4 Charakteristika der einzelnen Untersuchungsgebiete**

Die Untersuchungen fanden in drei geografisch unterschiedlichen Gebieten statt (Abb. 6).

##### **2.1.4.1 Untersuchungsgebiet 1: Quilan**

Dieses Gebiet ist Privatland und liegt an der Küste des Pazifiks (Abb.1). Es ist zu Fuß oder zu Pferd erreichbar. Das nächstgelegene Dorf Cucao ist 9km entfernt. Der Strand ist steinig, vereinzelt sind Sandflächen vorzufinden (Abb. 1). Zwischen dichten, immergrünen Wäldern, die unter anderem Arten wie Südbuchen-, Zypressen- und Eibengewächse enthalten (Abb. 2), sind offene Weideflächen vorzufinden. Darüber hinaus ist das Gebiet reich an Myrtengewächsen und Buschvegetationen. In dieser Region wurde eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 3000mm im Jahr ermittelt.



**Abbildung 1** Untersuchungsgebiet Quilán, freie Grasflächen und Buschvegetation am Strand des Pazifiks (Foto E. Leegwater)



**Abbildung 2** Untersuchungsgebiet Quilán, Valdivian-Wald am Fluss (Foto K. Killian)

#### 2.1.4.2 Untersuchungsgebiet 2: Lliuco

Lliuco liegt auf der nord-östlichen Seite der Insel und ist sieben Kilometer von der Küste entfernt. Das Gebiet ist nach einem zweistündigen Fußmarsch von der Hauptstraße erreichbar. Zwischen dem vorhandenen Valdivian-Waldtyp (Abb. 3) kommen mittlerweile mehrere Bereiche mit abgeholzten Flächen und nachwachsender Buschvegetation und jungen Bäumen vor.



**Abbildung 3** Untersuchungsgebiet Lliuco, Valdivian-Wald (Foto E. Leegwater)

#### 2.1.4.3 Untersuchungsgebiet 3: Tepuhueico

Dieses Gebiet ist ebenfalls Privatland und als privater Park ausgewiesen. Er befindet sich im Landesinneren, acht Kilometer östlich vom Untersuchungsgebiet Quilan. Der Park ist in unterschiedliche Parzellen eingeteilt, die zum Verkauf stehen.

Der Bau eines Öko-Tourismushotels nahe eines auf dem Gelände gelegenen Sees verursachte eine große Zerstörung des anliegenden Waldes (Abb. 4). Unzählige Bäume wurden gefällt, damit ein leichter Zugang zum See gewährleistet ist. Zum Hotel gehören drei Einzelhäuser, von denen eines ganzjährig bewohnt wird. In der Nähe des Hotels befindet sich ein circa drei Meter tiefes Loch, in das jeglicher Abfall entsorgt wird (Abb. 5). Ein im Wald gelegener Campingplatz ist im Sommer für Besucher zugänglich. Das Gebiet ist per Auto auf einer engen Schotterstraße erreichbar.

Der dominierende Waldtyp in diesem Untersuchungsgebiet ist ebenfalls der Valdivian-Wald (Abb. 6).

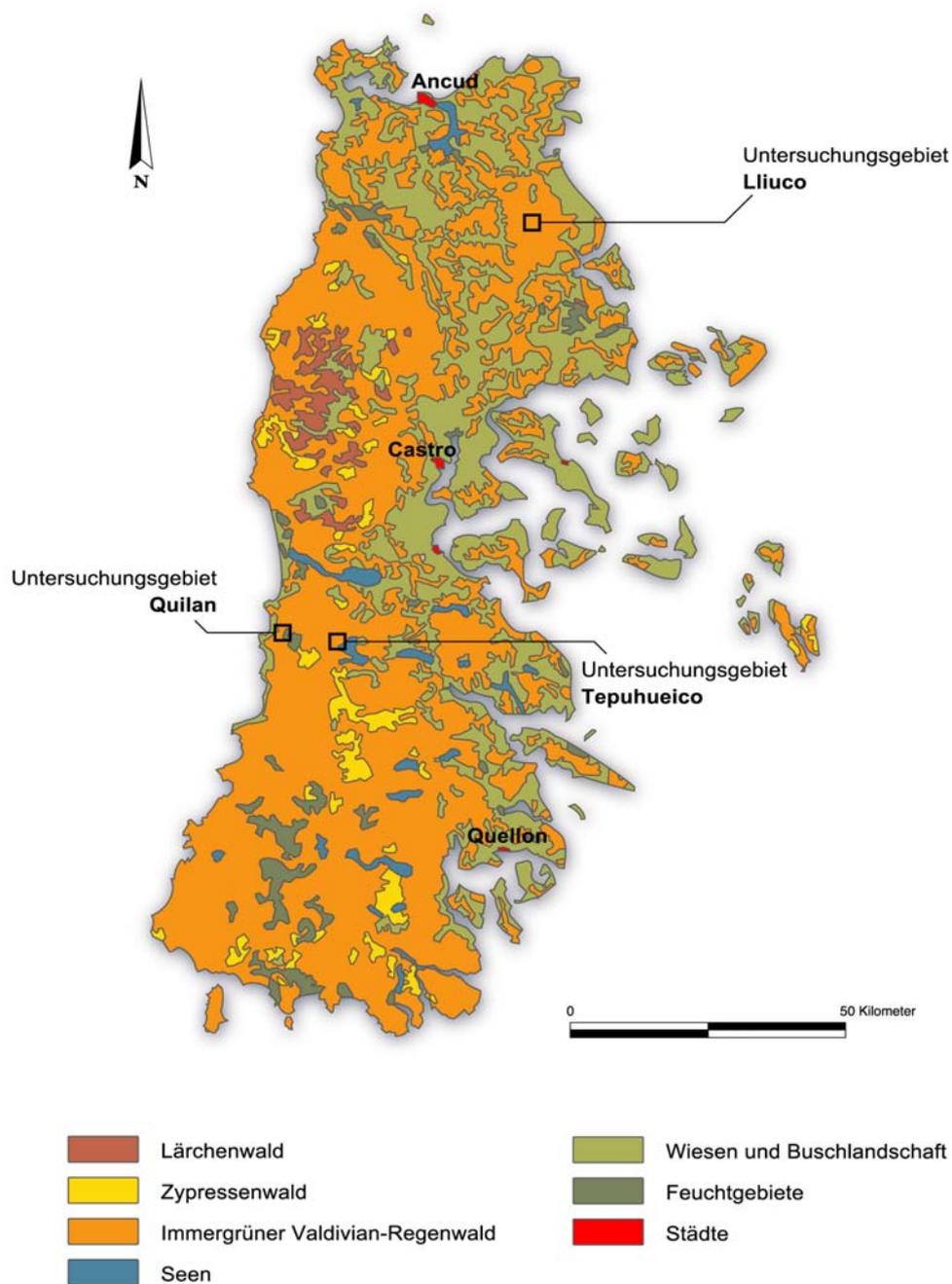
Zeitweilige Bewohner dieses Untersuchungsgebietes fütterten die Tiere regelmäßig mittags und abends. Aus diesem Grund stellen diese Füchse die direkt anthropogen beeinflussten Tiere dar.



**Abbildung 4** Untersuchungsgebiet Tepuhueico, Hotel & Arbeiterhaus, gemähte Rasenflächen, einzelne Bäume (Foto K. Killian)



**Abbildung 5** Untersuchungsgebiet Tepuhueico, ausgehobenes Loch für jegliche Abfälle (Foto Killian)



**Abbildung 6** Lage der drei Untersuchungsgebiete der Darwin-Füchse auf Chiloé (Grafik URL 7, verändert K. Killian & H. Alberti)

## 2.2 Die untersuchte Art: Darwin-Fuchs (*Pseudalopex fulvipes*)

Der Name „Darwin-Fuchs“ stammt von dem englischen Wissenschaftler Charles Darwin, der ihn 1834 bei seiner Expedition entdeckte und ihn mittels eines Hammers tötete. Dieses Exemplar ist noch heute im „Natural History Museum of London, (UK)“ ausgestellt.

## 2.2.1 Morphologie und Ökologie des Darwin-Fuchses (*Pseudalopex fulvipes*) auf Chiloé, Chile

### 2.2.1.1 Systematik

Seit 1996 ist wissenschaftlich belegt, dass der Darwin-Fuchs (*Pseudalopex fulvipes*) als Art klassifiziert werden kann (Yahnke *et al.* 1996, Tab. 1).

**Tabelle 1** Systematische Einordnung des Darwin-Fuchses (*Pseudalopex fulvipes*) nach MacDonald und Sillero (2004)

Ordnung	Carnivora	Raubtiere
Überfamilie	Canoidea	Hundeartige
Familie	Canidae	Hunde
Unterfamilie	Canini	Echte Hunde
Gattung	Pseudalopex	
<b>Art</b>	<b><i>Pseudalopex fulvipes</i></b>	<b>Darwin-Fuchs</b>

Der Darwin-Fuchs ist in Chile unter folgenden Synonymen bekannt: „Zorro Chilote“, „Zorro azul“ und „Zorro del Darwin“.

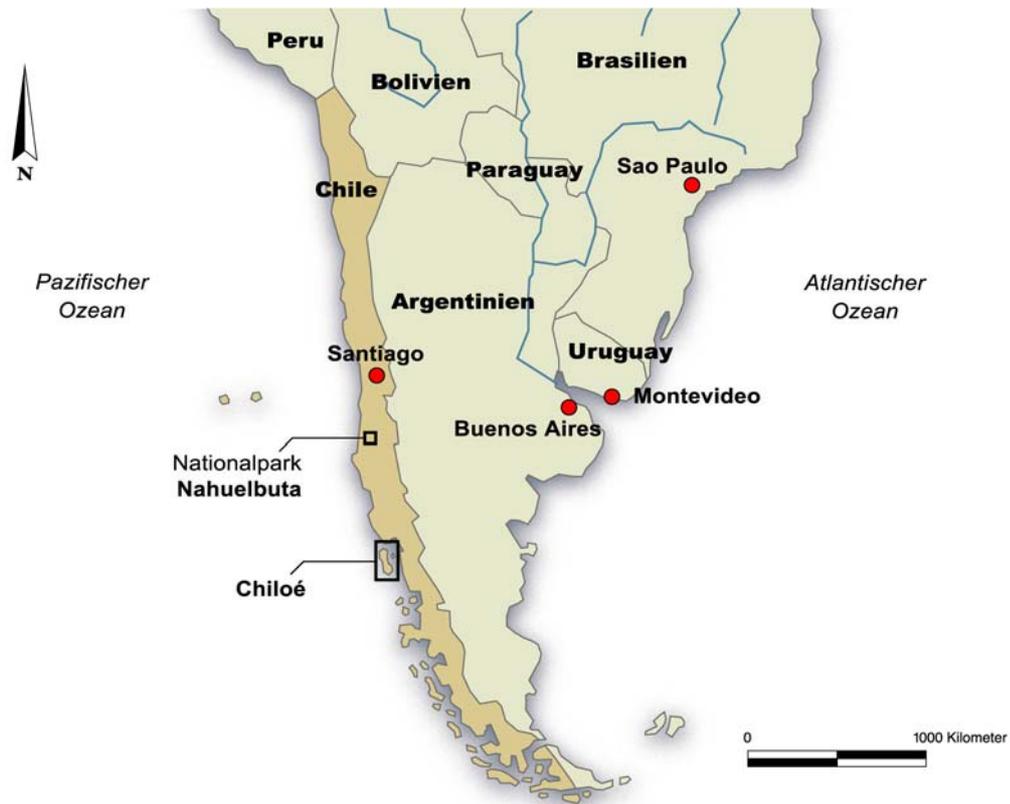
### 2.2.1.2 Verbreitung und Lebensraum

Der Darwin-Fuchs ist in Chile endemisch und hat das kleinste geografische Verbreitungsgebiet aller bekannten Fuchsarten.

Die derzeitige Verbreitung beschränkt sich auf ein Gebiet auf dem chilenischen Festland (9. Region Araucania) und auf die Insel Chiloé (10. Region Los Lagos). Der 68,3km<sup>2</sup> große Nationalpark Nahuelbuta (37°45'S, 73°00'W), 600km nördlich der Insel Chiloé, liegt circa 4km von der Küste entfernt und ist von unterschiedlich hohen Bergen durchzogen. Seit 1986 ist die Anzahl der dort vorkommenden Darwin-Füchse auf 78 angestiegen (McMahon *et al.* 1999), aber erst seit Anfang der 90er Jahre liegen wissenschaftliche Untersuchungen zu dieser isolierten Population auf dem Festland vor.

Ein weiteres Verbreitungsgebiet ist die Insel Chiloé (2.1 Untersuchungsgebiet). Dort ist er der größte Carnivor.

Bis dato liegen keine Angaben für ein Vorkommen von Darwin-Füchsen zwischen den beiden beschriebenen Gebieten vor (Jimenez & McMahon 2004)(Abb. 7).



**Abbildung 7** Verbreitungsgebiet des Darwin-Fuchses (*Pseudalopex fulvipes*) in Chile (Diercke Weltatlas 1988, verändert H. Alberti)

### 2.2.1.3 Beschreibung

Der Darwin-Fuchs (*Pseudalopex fulvipes*) ist eine der kleinsten Fuchsarten der Welt. Er hat einen gestreckten Körper mit kurzen Beinen und kann bis zu 25cm hoch gewachsen sein. Die Schnauze ist kurz und spitz. Die Fellfärbung am Rücken ist grau-schwarz, an den Ohren und an den Beinen treten rötliche Färbungen auf. Die Rute ist dunkelgrau bis schwarz, relativ kurz und buschig (Abb. 8). Diese gilt als charakteristisches Merkmal, an dem der Darwin-Fuchs gut von den anderen beiden in Chile vorkommenden Fuchsarten, die im folgendem beschrieben werden, unterschieden werden kann.

Die Lebenserwartung von *P. fulvipes* ist nicht bekannt, vermutlich beträgt sie maximal 10 Jahre.



**Abbildung 8** Darwin-Fuchs mit Senderhalsband (Foto K. Killian)

#### 2.2.1.4 Ernährung

Der Darwin-Fuchs ist, wie viele andere Füchse (MacDonald 2001), ein Nahrungs-Opportunist. Seine Nahrung besteht aus kleinen Säugetieren wie Pudús und verschiedenen Mäusearten, außerdem Reptilien, Käfern und anderen Invertebraten. Eine Reihe von Früchten und Samen sind in untersuchten Kotproben identifiziert worden. Darwin-Füchse, die auf der Insel leben, fressen mehr Insekten als diejenigen, die auf dem Festland leben (Jimenez *et al.* 1990). Es gibt keine Angaben darüber, ob sich die Füchse darüber hinaus von Vögeln oder Amphibien ernähren (Jimenez *et al.* 1990).

#### 2.2.1.5 Sozialverhalten

Im Allgemeinen galten Füchse als monogam, aber bei relativ hohen Bestandsdichten und stabilen sozialen Verhältnissen leben Füchse in Familienverbänden. Diese bestehen aus den Jungfüchsen und ihren Eltern sowie häufig noch einigen älteren Töchtern der ranghöchsten Fähe, die sich zwar sexuell enthalten, sich aber durch Nahrungsbeschaffung und Bewachung an der Aufzucht der Jungen beteiligen (MacDonald 2001). Zabel und Taggart (1989) untersuchten das Polygynie-Schwellen-Modell an Rotfüchsen in Alaska, und konnten einen Wechsel zwischen Monogamie und Polygynie je nach Futterangebot feststellen. Es wird vermutet, dass *P. fulvipes* ein monogames Paarungssystem besitzt, wobei ein Paar das ganze Jahr über seinen Wohnraum aufrecht erhält (McMahon unveröffentlicht).

Die Paarungszeit erstreckt sich von August bis September, die Welpen werden im Oktober geboren (McMahon unveröffentlicht). Die Trächtigkeit beträgt 53-60 Tage und ein Wurf besteht meist aus zwei bis drei Jungtieren. Die Zeit der Entwöhnung ist nicht bekannt (Jimenez & McMahon 2004). Die Jungtiere verlassen mit 4-6 Wochen die

Wurfhöhle und folgen den Elterntieren. Das Alter der sexuellen Reife ist etwa mit 1,5 Jahren erreicht.

Generell werden Füchse als Einzelgänger dargestellt, die Kleinbeute allein jagen, da die gemeinsame Jagd eher hinderlich wäre (MacDonald 2001). Aufgrund mangelnder wissenschaftlicher Untersuchungen über den Darwin-Fuchs kann diesbezüglich keine Aussage getroffen werden.

#### 2.2.1.6 Konkurrenten

Auf dem Festland kommen zwei weitere Fuchsarten Chiles, der Südamerikanische Graufuchs (*Pseudalopex griseus*) und der Andenfuchs (*Pseudalopex culpeo*) vor. Ein weiterer Carnivor ist der Puma (*Puma concolor*). Dieser stellt mit den beiden genannten Fuchsarten nicht nur die Lebensraum-Konkurrenten sondern auch bedrohliche Prädatoren dar.

Auf Chiloé ist der Darwin-Fuchs der größte, native Fleischfresser. Als ursprünglicher Nahrungskonkurrent tritt nur der Rostfusskauz (*Strix rufipes*) auf. Als Prädatoren und Konkurrenten stehen, je nach Größe, domestizierte Hunde an erster Stelle.

#### 2.2.1.7 Verhalten und Raumstruktur

Es wird vermutet, dass der Darwin-Fuchs einen bimodalen Aktivitätsrhythmus hat, der seine Höhepunkte am frühen Morgen und am Mittag besitzt. Ansonsten tritt erhöhte Aktivität gegen 9Uhr morgens und 18Uhr abends auf (Jimenez 2000).

Die Darwin-Füchse auf dem Festland zeigen die Tendenz, ihre Aktivität auf die Nacht zu beschränken, da Konkurrenten, wie zum Beispiel der Andenfuchs (*Pseudalopex culpeo*), zu dieser Zeit eher inaktiv sind (McMahon unveröffentlicht).

Die Reviergröße wird vermutlich von der Verfügbarkeit der Nahrung und von der Sterblichkeitsrate bestimmt, die wiederum vom Menschen und Krankheiten abhängt (MacDonald 2001).

#### 2.2.1.8 Historie

DNA-Analysen entschlüsselten, dass *Pseudalopex fulvipes* sich vor circa 275.000 - 667.000 Jahren vom *Pseudalopex culpeo* getrennt hat, wobei sich die Darwin-Füchse auf dem Festland und der Insel vor circa 15.000 Jahren separiert haben (Yahnke *et al.* 1996). Die existierenden Darwin-Füchse sind ein Restbestand (Relikt) aus einer früheren, weit verbreiteten Art des süd-zentralen Chile.

Mittlerweile stellt die Insel Chiloé das Hauptreservoir von *Pseudalopex fulvipes* dar (Yahnke *et al.* 1996).

### 2.2.2 Gefährdung und gesetzliche Grundlagen zum Schutz und Management des Darwin-Fuchses in Chile

Bis Mitte der 60iger Jahre wurden die Tiere wegen ihres kostbaren Felles gejagt und gerieten oft in Konflikt mit Besitzern von Hühnern und Lämmern (persönliche Mitteilung Jimenez 2003). Mittlerweile ist der Darwin-Fuchs gesetzlich geschützt.

Der Nahuelbuta Nationalpark auf dem Festland und der Nationalpark auf Chiloé sind Schutzgebiete.

Der internationale Schutzstatus dieses Fuchses ist jedoch nicht einheitlich. Er wird im Washingtoner Artenschutzabkommen im CITES - Anhang II (Übereinkommen über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen) geführt, gilt aber mit dem „Channel Island Fuchs“ als Art mit Problemen im Schutzstatus.

Die Tiere wurden in unterschiedliche Kategorien eingestuft, die von „gefährdet“ bis „vom Aussterben bedroht“ reichen.

Die Weltnaturschutzorganisation (IUCN 2001) stufte *Pseudalopex fulvipes* 2004 auf die Rote Liste „vom Aussterben bedroht“ („critically endangered“ CR:C2a(ii)) ein (Anhang, Einstufungskategorien nach IUCN).

### 2.3 Darwin's Fox Research & Conservation Project

Das „Darwin's Fox Research & Conservation Project“ verfolgt das Ziel, ein Erhaltungs- und Schutzprogramm für den Darwin-Fuchs zu entwickeln. Zusätzlich zum Schutz der Füchse versucht das Projekt, eine übergreifende Funktion zu erfüllen und den nativen Wald - das ihn umgebende Ökosystem ebenfalls- zu konservieren.

Bis dato liegen nur wenige ökologische Studien zum Darwin-Fuchs vor. Es existieren keine quantitativen Informationen zu seiner relativen Häufigkeit, Verbreitung, Lebensraumnutzung, Populationsdynamik, sozialen Organisation, populationsgenetischen Struktur sowie des Krankheitsstatus (Epidemiologie).

Das Projekt wird von der Darwin-Initiative und dem Department for Environment, Food & Rural Affairs (DEFRA), UK sowie der Zoological Society of London (IOZ), UK über drei Jahre finanziert. Die Förderung endete im April 2005.

Mit dieser Ausführung des Projekts soll der wirkliche Schutzstatus ermittelt und ein effektiver Schutz ausgearbeitet werden, um diese Art vor dem Aussterben zu schützen.

## 2.4 Verwendete Methoden

### 2.4.1 Fang und Markierung der Darwin-Füchse

#### 2.4.1.1 Fang

Der Fang der Darwin-Füchse erfolgte mittels Drahtgitterfallen mit Wippbrett (Tomahawkfalle, Live Trap Co.), die mit Dosenfisch („Jurel“) beködert wurden (Abb. 9). Vor den Fangaktionen wurden die Fallen geschützt und gesichert aufgestellt und vier Tage lang beködert. Diese Technik wurde durchgeführt, um die Tiere an die Fallen zu gewöhnen. Ab dem fünften Tag wurden die Fallen entschert. Die Kontrolle der Fallen wurde mehrmals am Tag durchgeführt.

#### 2.4.1.2 Markierung

Die Untersuchung der Tiere erfolgte unmittelbar am Fangplatz (Abb. 10). Gefangene Füchse wurden mit einer intramuskulären Injektion von durchschnittlich 10mg/kg Ketamin und 0,5mg/kg Xylazin narkotisiert. Die Narkose dauerte in der Regel 30 bis 60min. Während der Narkose wurden die Füchse gewogen, das Geschlecht bestimmt und nach morphologischen Parametern wie Gesamtlänge, Schneidezahnlänge und Ohrlänge vermessen. Für die genetischen Untersuchungen, die im Rahmen des Projektes durchgeführt werden sollten, wurden Blut, Haar- und Gewebeproben entnommen. Anschließend wurden die Tiere mit einem Funkhalsband (Wildlife Material Inc.) ausgerüstet, um sie telemetrisch zu untersuchen. Jedes Tier erhielt eine Ohrnummer und einen Namen.



**Abbildung 9** Darwin-Fuchs in Tomahawkfalle (Foto K. Killian)

### 2.4.2 Altersklassifizierung

Die Tiere wurden in folgende Altersklassen eingestuft:

*Juvenile* – Junge Füchse, die noch von ihrer Mutter abhängig sind und gestillt werden.

*Subadulte* – Halbwüchsige, noch nicht geschlechtsreife Tiere, die das elterliche Wohngebiet noch nicht verlassen haben.

*Adulte* – Erwachsene Füchse, welche ein eigenes Revier besitzen und die die fortpflanzende Einheit der Population bilden.



**Abbildung 10** Füchse werden beim Fang gewogen, tierärztlich untersucht, vermessen und mit einem Senderhalsband ausgerüstet (Foto E. Leegwater)

### 2.4.3 Kenndaten der untersuchten Tiere

In dem Zeitraum von März 2003 bis Oktober 2003 und Oktober 2004 bis Dezember 2004 wurden die 15 sendermarkierten Darwin-Füchse telemetriert (Tab. 2). Die Daten aus dem dazwischen liegenden Jahr wurden für die vorliegende Untersuchung von dem Darwin-Fuchs-Forschungsprojekt zur Verfügung gestellt.

Insgesamt wurden 10 adulte Tiere (sechs Weibchen, vier Männchen) und fünf subadulte (drei Weibchen, zwei Männchen) untersucht.

Das Einfangen der Tiere fand in den drei erwähnten Gebieten statt:

Die sieben Füchse aus dem Gebiet Quilan wurden alle im Jahr 2003 besendert und telemetriert, vier Tiere konnten bis ins Jahr 2004 beobachtet werden.

Das Gebiet Lliuco beherbergt drei sendermarkierte Tiere, die zwischen Juli und Dezember 2004 beobachtet wurden.

Die Fuchsfamilie aus Tepuhueico, bestehend aus fünf Mitgliedern, konnte von Dezember 2002 bis Juli 2003 mehrmals eingefangen, untersucht und besendert werden. Diese Tiere sind direkten anthropogenen Einflüssen ausgesetzt.

**Tabelle 2** Daten der 2002-2005 auf der Insel Chiloé gefangenen und markierten Darwin-Füchse. Nr.: H = Fähe, M = Rüde; Alter: sad = subadulte Füchse, ad = adulte Tiere; Gesamtlänge: Länge von Nase über den Rücken bis zur Schwanzspitze; Verlust: SAF= Senderausfall

Fuchs	Nr.	Gebiet	Alter	Gewicht (kg)	Gesamtlänge (cm)	Fangdatum	Beobachtungsdauer (verwendete Telemetriedaten)	Verlustdatum	Bemerkung
Kristin	H199	Quilan	ad	4,6	84	22.10.03	Nov 03 - März 04		
Eve	H262	Quilan	sad	3,15	82	22.10.03	Nov 03 - März 04		
Violette	H280	Quilan	ad	3,3	81	21.10.03	Okt/Nov03		
Chilota	H737	Quilan	ad	3,2	81	24.02.03	Aug 03 - März 04	SAF März 04	
Lady	H739	Quilan	ad	3,2	80	28.04.03	Aug 03 - Mai 04		
Jefe	M153	Quilan	ad	4,3	84	21.04.03	Aug 03 - Mai 04		
Rene	M363	Quilan	ad	3,1	73	21.10.03	Nov 03 - März 04		
Ulanda	H754	Lliuco	sad	2,7	75	05.06.04	Juli - Dez 04	Jan 05 tot	
Sue	H755	Lliuco	ad	3,8	71	07.06.04	Juli - Dez 04	Jan 05 tot	Sept. 04 trächtig
Cicleta	M577	Lliuco	ad	4,17	82	21.07.04	Juli - Dez 04	Jan 05 tot	
Pascuala	H147	Tepuhueico	ad	3,9	82	24.12.02	April - Juli 03		
Paz	H735	Tepuhueico	sad	3	68	07.04.03	April - Juli 03		
Carlitos	M148	Tepuhueico	sad	3,8	67	04.01.03	April - Juli 03		
Benjamin	M151	Tepuhueico	sad	4,4	80	21.03.03	April - Juli 03		
Pancho	M124	Tepuhueico	ad	3,6	80	25.12.02	Jan/Feb03	SAF März 03	

#### 2.4.4 Durchführung der Telemetrie

Für die Standortbestimmungen der peilenden Person wurden mit Hilfe eines GPS-Gerätes Garmin 12XL (Global Positioning System) im Kartendatum WGS 84 (World Geodetic System 1984) und dem Bezugssystem Gauß-Krüger-Koordinaten (UTM) die genauen Positionen ermittelt. Die Peilung erfolgte zu Fuß mittels Handantenne (AVM 4-Element-Yagi-Handantenne) und einem Aufnahmegerät (Receiver, Telonics TR-2).

Der Aufenthaltsort der sendermarkierten Tiere wurde durch Kreuzpeilungen berechnet (White & Garrott 1990). Jedes Funkhalsband sendete auf einer unterschiedlichen Frequenz, so dass die Darwin-Füchse individuell unterschieden werden konnten. Sende- und Empfangssystem waren auf Frequenzen von 148-150MHz eingestellt. Gelegentlich konnten Füchse direkt visuell lokalisiert werden.

Die entsprechenden Peilungsdaten wurden mit Hilfe des Programms LOAS (Location of a Signal, URL 8) zu den exakten Aufenthaltsorten der Füchse errechnet. Es wurden nur Ortungen der Füchse in die Analyse miteinbezogen, deren Peilungsdaten einen Bereich zwischen 40 °– 120° aufzeigten.

Sichtbeobachtungen konnten direkt mit dem GPS-Gerät ermittelt und notiert werden.

Zwischen zwei Peilungen desselben Tieres lagen mindestens sechs Stunden. Diese Zeitspanne sollte eine Unabhängigkeit der aufeinanderfolgenden Beobachtungen gewährleisten.

Nach Festhalten des ermittelten Aufenthaltsortes in einer geo-referenzierten Karte wurden neben den Gauß-Krüger-Koordinaten (Hooge & Eichlaub 1997, Kenward 2001) folgende Parameter aufgenommen: Datum, Uhrzeit, Aktivität, Signalstärke sowie Bemerkungen.

Als Kartengrundlage dienen Karten vom Waldschutzprojekt „Bosque Modelo“ auf Chiloé (URL 7).

#### 2.4.5 Auswertung der Telemetriedaten

Mit Hilfe der Telemetrie können Größe und Nutzung eines Wohngebietes analysiert werden (Kenward 1992, Aebischer & Robertson 1993, Kenward 2001).

Als Wohngebiet (auch Aktionsraum, Streif- oder Aufenthaltsgebiet) wird jenes Gebiet bezeichnet, in dem ein Individuum seinen normalen beziehungsweise routinemäßigen Aktivitäten wie Nahrungserwerb, Paarung und Jungenaufzucht nachgeht (Eibl-Eibesfeld 1967, Bailey 1984). Im Englischen wird der Begriff „*home range*“ benutzt (Burt 1943). Pflumm (1989) grenzt den Begriff des Wohngebietes deutlich von der Bezeichnung Territorium ab, welches gegen Artgenossen verteidigt wird.

Um das Wohngebiet einer Tierart darzustellen, sind zahlreiche Methoden beschrieben worden (Worton 1989, Kenward 1992). Die vorliegende Untersuchung basiert auf der Minimum-Konvex-Polygon-Methode (MKP) und der Kernel-Dichteschätzer-Methode (K)

(Abb. 11). Die Kernel-Methode hat ihre Grundlage auf einer geschätzten Dichteverteilung der Lokalisationen, wogegen die MKP- Analyse auf der Bildung von Außenlinien basiert, welche die Lage der Lokalisationen im Raum wiedergeben, ohne die Nutzungsdichte zu berücksichtigen (White & Garrott 1990).

Beide Methoden beziehen sich auf das Wohngebiet, wobei in dieser Untersuchung zwischen Wohngebietsgröße (MKP-Methode) und Raumnutzungsfläche (Kernel-Methode) unterschieden wird. Die Analysen werden mit Hilfe des Programms Arc View 3.2a und der *Animal Movement Analysis Extension* durchgeführt (Hooge & Eichenlaub 1997).

Bei beiden Methoden wird die *home range*-Asymptote in der Regel zwischen 25-50 Ortungen erreicht (Kenward 1987, Harris *et al.* 1990). Eine Asymptote ist erreicht, wenn trotz Anstieg der Ortungen keine weitere Änderung der Flächengröße erfolgt.

#### 2.4.5.1 Wohngebietsgröße

Für die Analyse der Wohngebietsgröße wurde die 100%-ige Minimum-Konvex-Polygon-Methode (MKP) gewählt. Das Minimum-Konvex-Polygon (MKP) ist eine häufig genutzte Methode zur Berechnung von Wohngebieten (Harris *et al.* 1990) und ermöglicht Vergleiche mit anderen Studien.

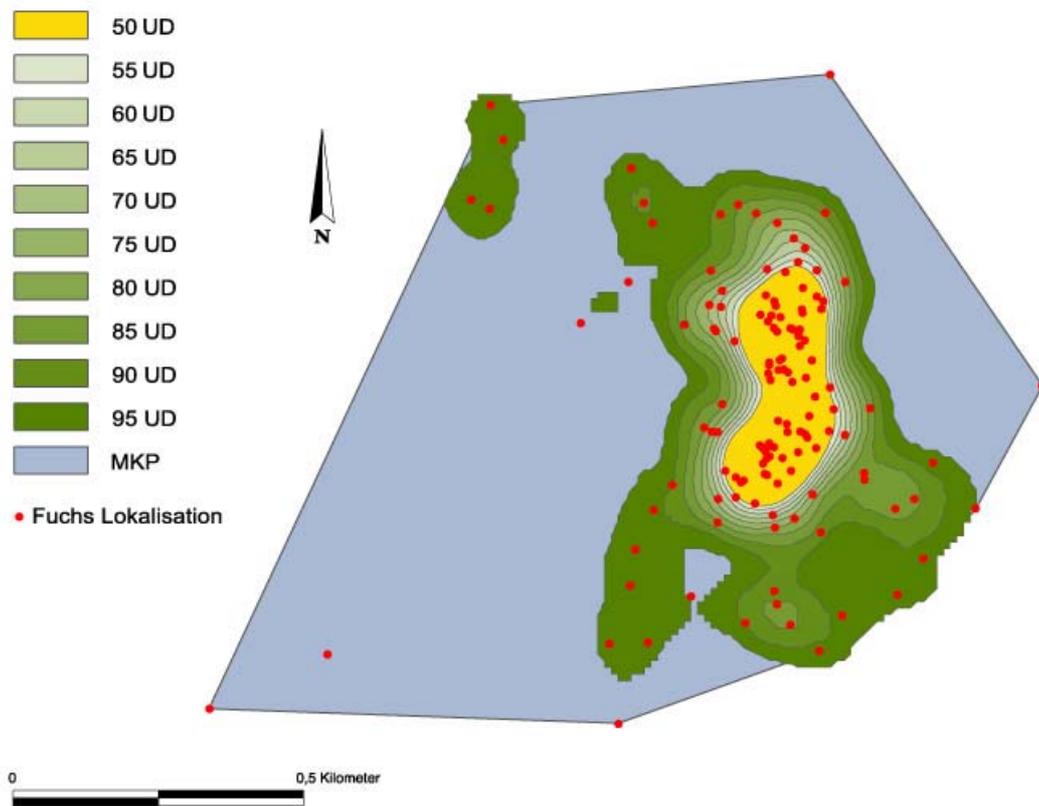
Bei dem MKP werden die Außenpunkte miteinander verbunden. Nachteil des MKPs ist eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Ausflüge -weit vom Aktivitätszentrum entfernt- sowie eine abstrakte grafische Wiedergabe der genutzten Flächen, die oftmals großflächige Gebiete einschließt, welche außerhalb der tatsächlichen Raumnutzung liegen (Abb. 11). Aus diesem Grund ist die MKP-Methode nicht für die individuelle Raumnutzung geeignet.

#### 2.4.5.2 Raumnutzung

Die Ermittlung der Raumnutzungsfläche erfolgte mit der „fixed“ Kernel-Analyse (Worton 1988, Seaman & Powell 1996). Die Form und Größe der Kernel-Flächen ist stark abhängig von der Verteilung und Dichte der Peilungen (Worton 1989, Seaman & Powell 1996) (Abb. 11). Die Methode des „fixed Kernel“ (Worton 1989) basiert auf einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, die die Wahrscheinlichkeit angibt, ein Tier an einer bestimmten Position auf einer Ebene zu finden (Anderson 1982). Diese Dichtefunktion wird die „utilization distribution“ (UD) genannt (Van Winkle 1975).

Das 90UD-Kernelniveau (K90) wurde gewählt, weil nicht alle Füchse gleich häufig lokalisiert werden konnten.

Der „Glättungsfaktor“ H (H Kernel Faktor), der für die Ermittlung der Größe einer Fläche in dieser Untersuchung wichtig ist, wurde über das Verfahren der Least Squares Cross Validation (LSCV) bestimmt (Seaman & Powell 1999).



**Abbildung 11** Darstellung von Minimum-Konvex-Polygon MKP (blau) und der Kernel-Dichteschätzer (grün, 50-95UD) eines Tieres (roter Punkt = Fuchs Lokalisationen)

Aufgrund der geografisch weit auseinander liegenden Untersuchungsgebiete (Abb. 6) und der starken Überlappung der einzelnen Wohn- und Raumnutzungsflächen jedes Gebietes, werden die Flächen grafisch separat dargestellt (zum Beispiel Abb. 13 und 14).

#### 2.4.5.3 Aktivitätszentren

Die Kernel-Methode ist für die Auswertung von Aktivitätszentren eine aussagekräftige Methode, da sie die Dichteverteilung der Ortungen definiert und damit eine ideale Möglichkeit bietet, Aktivitätszentren zu identifizieren, in denen die Dichte der Ortungen ihr Maximum findet (Kenward 1992). Zur Veranschaulichung der am häufigsten aufgesuchten Gebiete wird der Kernel-Dichteschätzer 50UD (K50) ermittelt, der als Aktivitätszentrum interpretiert wird.

Die meisten Tiere mit einem Wohngebiet nutzen bestimmte Bereiche dieses Gebietes unterschiedlich intensiv. Bevorzugte Gebiete innerhalb des Wohngebietes werden Aktivitätszentren oder Kernzonen genannt (Samuel *et al.* 1985). Diese Kernzonen sind insofern wichtig, als dass sie auf Bereiche mit besonders hoher Raumnutzung hinweisen und dadurch ein klares Bild von wechselnden Nutzungsmustern geben können. Ferner

geben sie Aufschluss über intraspezifische und interspezifische Raumnutzungsmuster wie zum Beispiel die Territorialität (Harris *et al.* 1990).

#### 2.4.5.4 Überlappungsbereiche (K90 und K50) benachbarter Darwin-Fuchs-Gebiete

Die durch benachbarte Tiere regelmäßig gemeinsam genutzten Flächen lassen sich, wie zuvor erläutert, durch die Kernel-Methode besser beschreiben als durch die MKP-Methode.

Bei nichtterritorialen Tieren ist eine gemeinsame Nutzung überlappender Bereiche von Wohngebieten möglich. Einige der sendermarkierten Füchse nutzten während der Untersuchungen zum Teil großflächig die gleichen Gebiete (zum Beispiel Abb. 17 & Abb. 26).

Der Überlappungskoeffizient bezieht sich auf die mittels der K90- und K50-Methode errechneten individuellen Raumnutzungsflächen jedes Fuchses (Tab.3).

$$\text{Überlappungskoeffizient} = \sqrt{\frac{\text{Überlappungsbereich}}{\text{Raumnutzung Tier A}} * \frac{\text{Überlappungsbereich}}{\text{Raumnutzung Tier B}}} \quad (1)$$

Anschließend wird mit dem Mann-Whitney U-Test auf Unterschiede zwischen den beeinflussten beziehungsweise nicht beeinflussten Gebieten geprüft.

Für die Berechnung der einzelnen Überlappungsbereiche benachbarter Füchse in den entsprechenden Flächen wird die *Extension „Geoprocessing“* zum Programm Arc View 3.2 hinzugezogen.

#### 2.4.5.5 Habitatnutzung

Ein Habitat ist der bevorzugte Lebensraum eines Individuums, einer Population oder einer Tierart (URL13). Zur Beschreibung des Lebensraumes kommen sämtliche biotische (zum Beispiel Klima, Geologie) und abiotische (zum Beispiel Vegetation, Fauna) Faktoren in Frage. Welche Faktoren für das Überleben eines Lebewesens notwendig sind, hängt von ihren individuellen Bedürfnissen ab. Bei Caniden zum Beispiel ist die Verfügbarkeit von Beutetieren ein wichtiger Aspekt. Block und Brennan (1993) definieren Habitatnutzung als Nutzung von Habitaten, die Individuen oder Arten wegen ihrer Lebensweise brauchen.

In Arc View 3.2 (ESRI 1996) wurde für die Berechnung der Habitatnutzung der Tiere im jeweiligen Gebiet alle Lokalisationen der Tiere summiert. Die daraus resultierende MKP-Fläche erhielt einen 500m Puffer (Abb. 12). Diese Fläche wurde als Untersuchungsbereich (Nutzungsfläche) aller Darwin-Füchse in diesem Gebiet definiert (URL 9). Um die Ungenauigkeit der exakten Aufenthaltsorte, die bei der Telemetrie

unmittelbar auftreten, zu mindern, wurden 50m Puffer um die einzelnen Lokalisationen gelegt (Abb. 12). Der Untersuchungsbereich und die Lokalisationen wurden mit Hilfe der Arc View Extension „Geoprocessing“ über die vorhandenen Habitattypen gelegt („*intersect*“) (URL 10). Daraus kann dann der prozentuale Anteil der unterschiedlichen Habitattellflächen sowie die genutzten Teilflächen der Lokalisationen errechnet werden (Tab. 5). Anschließend konnte eine Aussage über die prozentuale Nutzung der Flächen durch die Füchse im jeweiligen Gebiet gemacht werden.

Die Einteilungskriterien der Habitattypen beruhten auf der Ähnlichkeit der verschiedenen Vegetationsformen untereinander und auf der Biologie des Fuchses.

Folgende Habitattypen konnten charakterisiert werden:

*Valdivian-Wald* – dieser ursprüngliche Wald ist durch immergrüne Laubbäume und bestimmte fruchttragende Bäume gekennzeichnet und es wurden noch keine menschlichen Einwirkungen vollzogen (URL 11).

*Schonungen* – sind Flächen, die einst nach menschlichen Eingriffen wie Straßenbau, Holzeinschlag, Brandrodung etc. (URL 11) zerstört wurden, von denen einige Bereiche aufgeforstet wieder nachwachsen.

*Gebüsche* – sind mehrjährige Gehölzpflanzen, die sich von Bäumen anhand ihrer geringeren Größe und höheren Anzahl der aus dem Boden wachsenden Stämme unterscheiden, bodenbedeckend oder aufrechtwachsend.

*Gebüsch - Wiese* – sind freie Flächen, auf denen Gräser dominieren und teilweise einzelne Sträucher vorkommen.

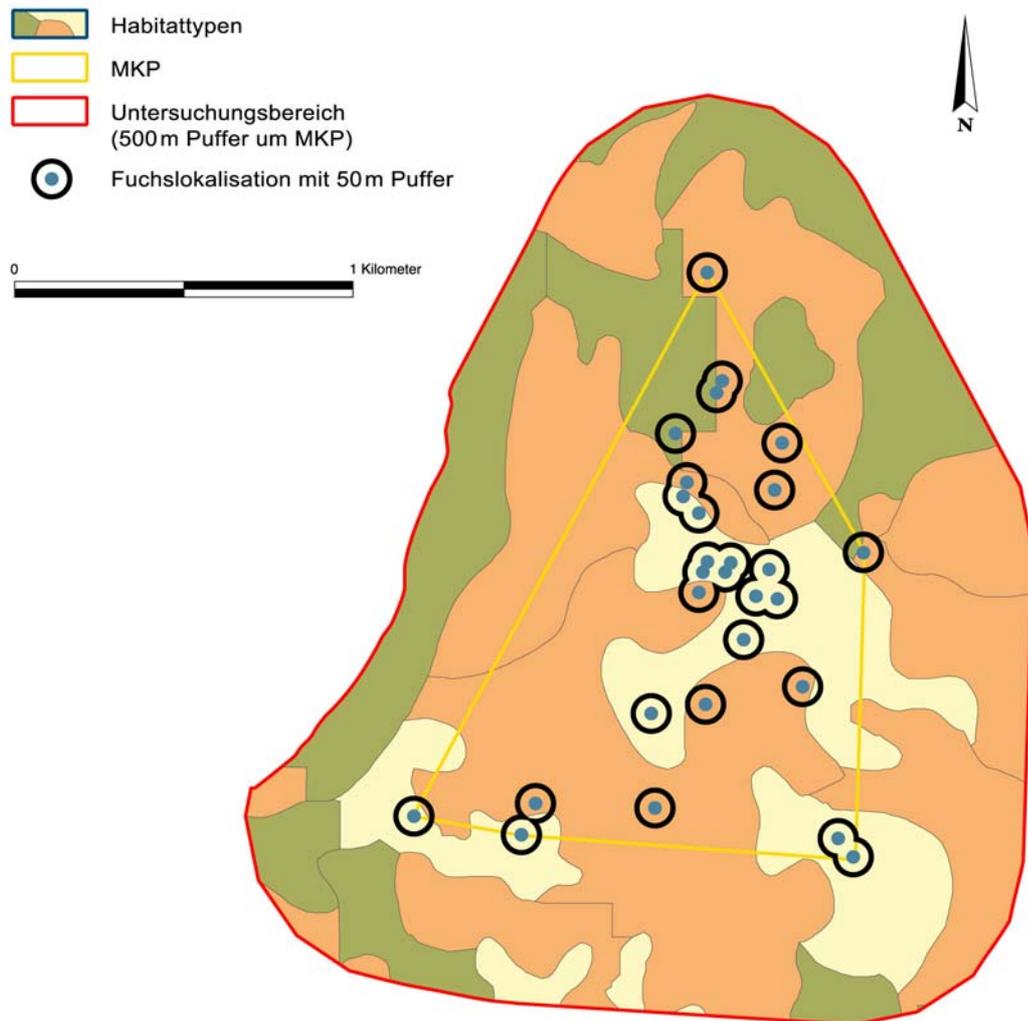
*Moore* – sind nässeabhängige Ökosysteme, die sich durch einen erschwerten Wasserabfluss auszeichnen und luft- und sauerstoffarme Böden besitzen (URL 12).

*Feuchtgebiete* – sind Sumpf-, Torfland oder Wasserbereiche, sowohl natürliche als auch künstliche, dauerhafte oder temporäre, mit stehendem oder fließendem, frischen, brackigen oder salzigem Wasser (Reichholf 1988).

*Strand* – ist der Übergangsbereich vom Meer zum Land, kann aus Sand oder auch Steinen bestehen.

Durch das Hinzufügen der entsprechenden Pufferflächen um die Minimum-Konvex-Polygone und die Lokalisationen, konnten Bereiche in verschiedenen Gewässern wie im Meer, See oder Flüssen entstehen. Diese Bereiche wurden von dem Untersuchungsbereich abgezogen (Abb. 28 und Abb. 30).

Alle Analysen wurden mit den verfügbaren Landnutzungsdaten aus dem Jahr 1996 durchgeführt (URL 7).



**Abbildung 12** Darstellung des Untersuchungsbereiches, MKPs und 50m- & 500m-Puffer

#### 2.4.5.6 Angaben zu den Darwin-Füchsen unter direktem anthropogenem Einfluss

Die Füchse in dem Gebiet Tepuhueico standen zu bestimmten Untersuchungszeiten unter direktem anthropogenen Einfluss. Diese Tiere wurden ab April 2003 gefüttert. Die Datenaufnahme erfolgte für die drei subadulten Tiere und das Muttertier in dem Zeitraum von April bis Juli 2003. Für das Vater (M124)- und Muttertier (H147) lagen Daten aus den Monaten Januar und Februar 2003 vor (Tab. 2 , Anhang Tab. II.). Bei Vergleichen innerhalb der Familie wurden die vier Tiere von April bis Juli untersucht.

Um den maximalen Flächenanspruch dieser untersuchten Gruppe zu berechnen, wurden die Lokalisationen der subadulten Tiere und der ihrer Mutter (April – Juli 03) zusammen ausgewertet. Das resultierende Wohngebiet wurde als Familienrange bezeichnet. Die

Daten des Vaters wurden in einem anderen Zeitraum erhoben und daher nicht in die Auswertung einbezogen.

#### **2.4.6 Statistische Auswertung und Computerprogramme**

Folgende Computerprogramme wurden bei der Erfassung, Auswertung und Darstellung der Daten verwendet: Adobe Photoshop 7.0 (Adobe Systems Incorporated, 1990-2002), Excel (Microsoft Corporation), Word (Microsoft Corporation), Sigma Plot 8.0 (SPSS 2002), Sigma Stat 2.0 (Jandel Scientific Statistical Software), Microsoft Access (Microsoft Corporation) und LOAS (Ecological Software Solutions 2000) und Arc View (ESRI, Environmental Systems Research Institute 1996).

Alle Datenreihen wurden mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test auf Normalverteilung geprüft. Bei sehr kleinen Stichprobengrößen und bei der Abweichung von der Normalverteilung ( $p < 0,1$ ) wurden zur Untersuchung von Unterschieden nicht-parametrische Tests verwendet (Mann-Whitney U-Test, Chi-Quadrat-Test). Normalverteilte Datenreihen wurden mittels parametrischer Verfahren ausgewertet (t-Test, t-Test für verbundene Stichproben). Falls nicht anderweitig spezifiziert, wurden alle Prüfungen auf statistische signifikante Unterschiede zweiseitig durchgeführt.

Die deskriptive Statistik umfasste den Mittelwert ( $\bar{x}$ ), die Standardabweichung (SD), den Standardfehler (SE) sowie den Median ( $Z$ ).

Falls nicht separat gekennzeichnet, wurden bei der Darstellung von normalverteilten Datenreihen in Diagrammen und Tabellen immer Mittelwerte und Standardabweichungen angegeben. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen zwei Messreihen wurden mit Sternchen versehen, die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $p$ ) wurde folgendermaßen definiert:

unter 5 % ( $p < 0,05$ ; \*) = statistisch signifikant,

unter 1 % ( $p < 0,01$ ; \*\* ) = statistisch hoch signifikant.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Untersuchte Darwin-Füchse auf Chiloé

Die 15 sendermarkierten Darwin-Füchse wurden nach der Methode der Telemetrie insgesamt 1246 Mal lokalisiert. Es konnten von den 15 telemetrierten Darwin-Füchsen zwischen 21 – 150 Ortungen ermittelt werden (Tab. 3).

Bedingt durch Senderausfall oder Tod einiger Tiere mussten die Untersuchungen im Januar 2005 eingestellt werden.

**Tabelle 3** Wohngebietsgrößen (ha) und Raumnutzungsflächen (ha) der 2003 - 2004 untersuchten Darwin-Füchse auf der Insel Chiloé ermittelt durch Minimum-Konvex-Polygon (MKP;100%) und der Kernel (90UD)-Methode, (Nr. H = Fähe, M = Rüde, SD = Standardabweichung, H147: Zahlen in Klammern = Daten aus der Zeit mit anthropogenem Einfluss)

Nr.	Fuchs	Gebiet	Lokalisationen	Wohngebiet MKP (ha)	Raumnutzung K90 (ha)	Kernel H Faktor
<b>Fuchswweibchen</b>						
H199	Kristin	Quilan	69	298,74	152,82	150
H262	Eve	Quilan	28	136,36	118,34	153
H280	Violette	Quilan	21	252,87	313,21	277
H737	Chilota	Quilan	52	124,24	45,40	100
H739	Lady	Quilan	150	305,22	208,39	157
H754	Ulanda	Lluico	39	301,86	417,21	276
H755	Sue	Lluico	44	467,89	470,25	359
H147	Pascuala	Tepuhueico	139(66)	257,41(68,91)	67,41(30,79)	112 (75)
H735	Paz	Tepuhueico	139	106,90	22,06	60
<b>Mittelwert</b>	-	-	-	250,17	201,68	-
<b>SD</b>	-	-	-	114,49	163,98	-
<b>Fuchsmännchen</b>						
M153	Jefe	Quilan	139	316,79	227,72	144
M363	Rene	Quilan	79	203,35	112,43	122
M577	Ciceto	Lluico	39	467,55	668,77	333
M148	Carlitos	Tepuhueico	130	64,70	17,44	50
M151	Benjamin	Tepuhueico	106	441,26	31,35	104
M124	Pancho	Tepuhueico	68	196,00	92,42	155
<b>Mittelwert</b>	-	-	-	281,60	191,69	-
<b>SD</b>	-	-	-	156,08	245,40	-
<b>Durchschnittliche Wohngebiets- und Raumnutzungsgröße (ha) aller Individuen</b>						
<b>Mittelwert</b>	-	-	-	262,74	197,68	-
<b>SD</b>	-	-	-	128,24	192,09	-

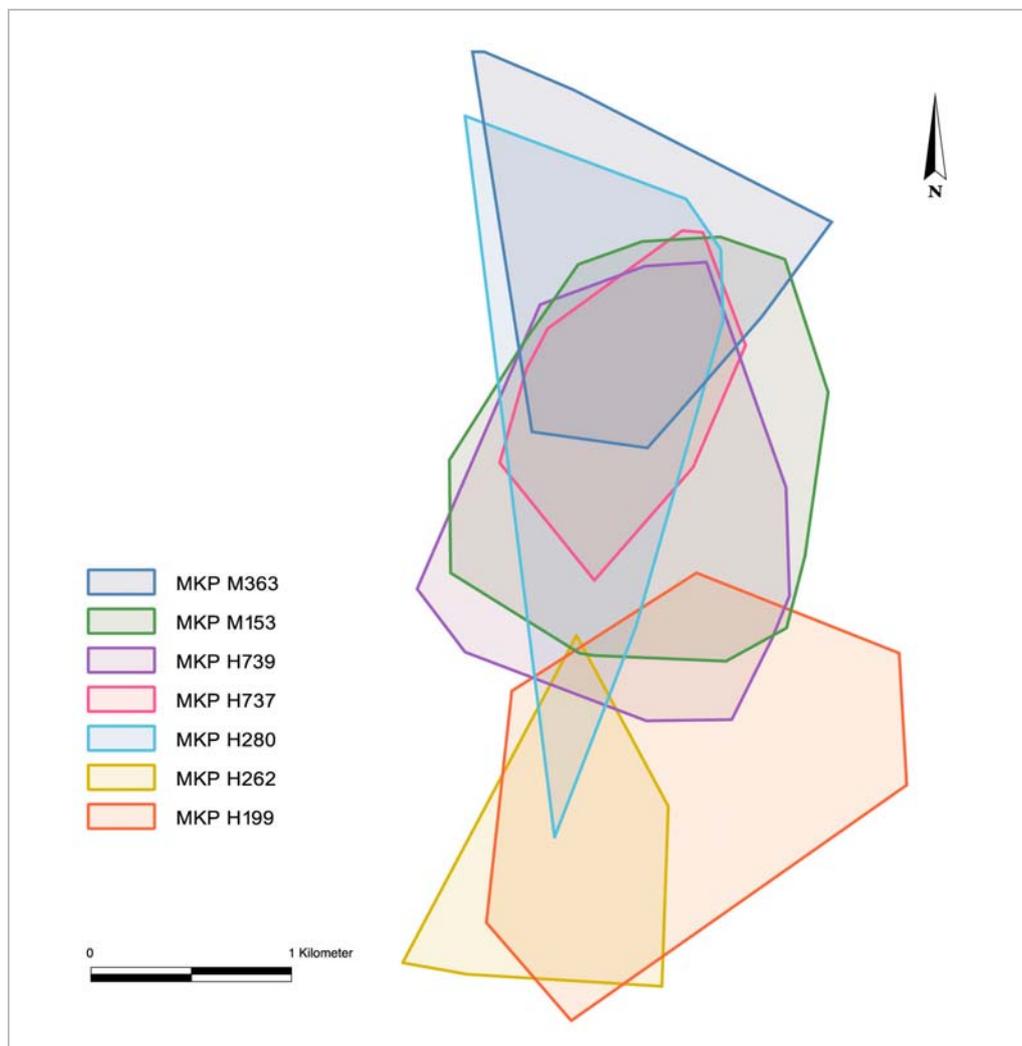
### 3.1.1 Wohngebietsgröße der MKP- Methode

Die durchschnittliche Wohngebietsgröße aller 15 telemetrierten Darwin-Füchse betrug 262,74 ha (SD  $\pm$  128,24).

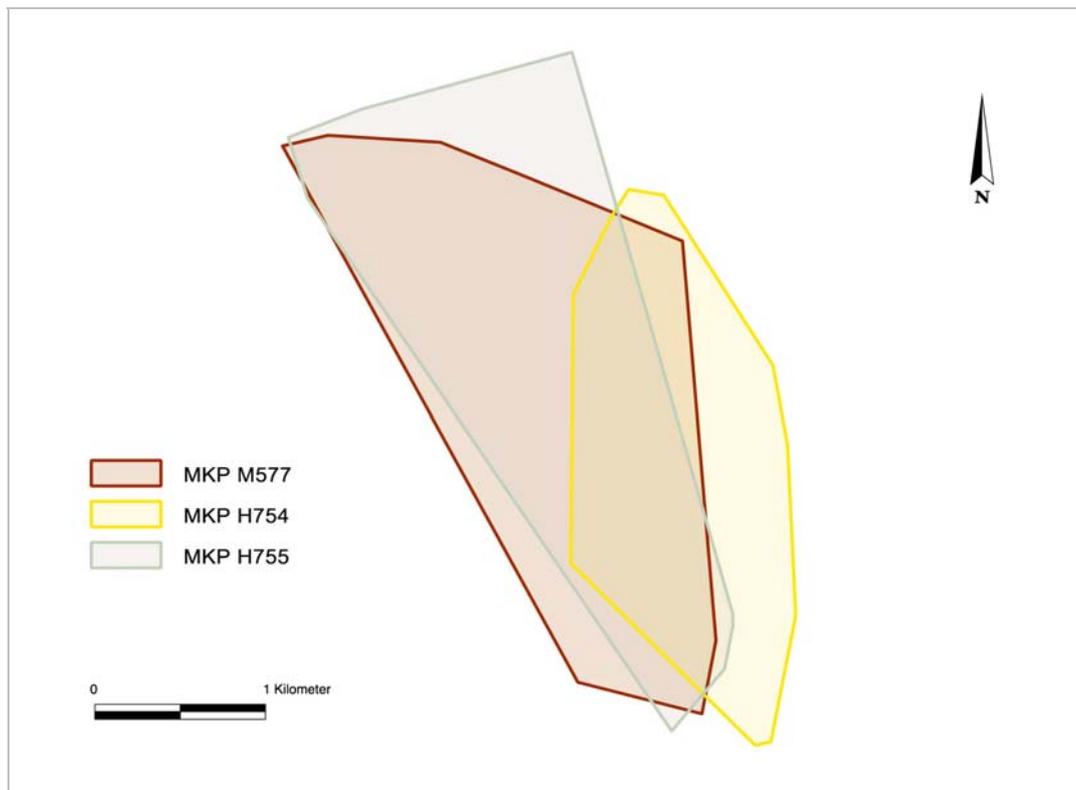
In der gesamten Untersuchungszeit betrug die gemittelte Wohngebietsfläche aller Rüden (n= 6) 281,60 ha (SD $\pm$ 156,08ha) und die der neun Fähen 250,17 ha (SD $\pm$ 114,49 ha) (Tab.3). Die MKP der Männchen waren nicht signifikant größer als die der Weibchen (Mann-Whitney U-Test: T= 51 n(klein)= 6, n(groß)= 9, P= 0,768).

Es konnte auch kein Unterschied zwischen subadulten (n= 5) und adulten (n=10) Tieren gezeigt werden (Mann-Whitney U-Test: T= 30, n(klein)= 5, n(groß)= 10, p= 0,245).

Individuell variierten die Wohngebietsgrößen erheblich (Abb. 13).

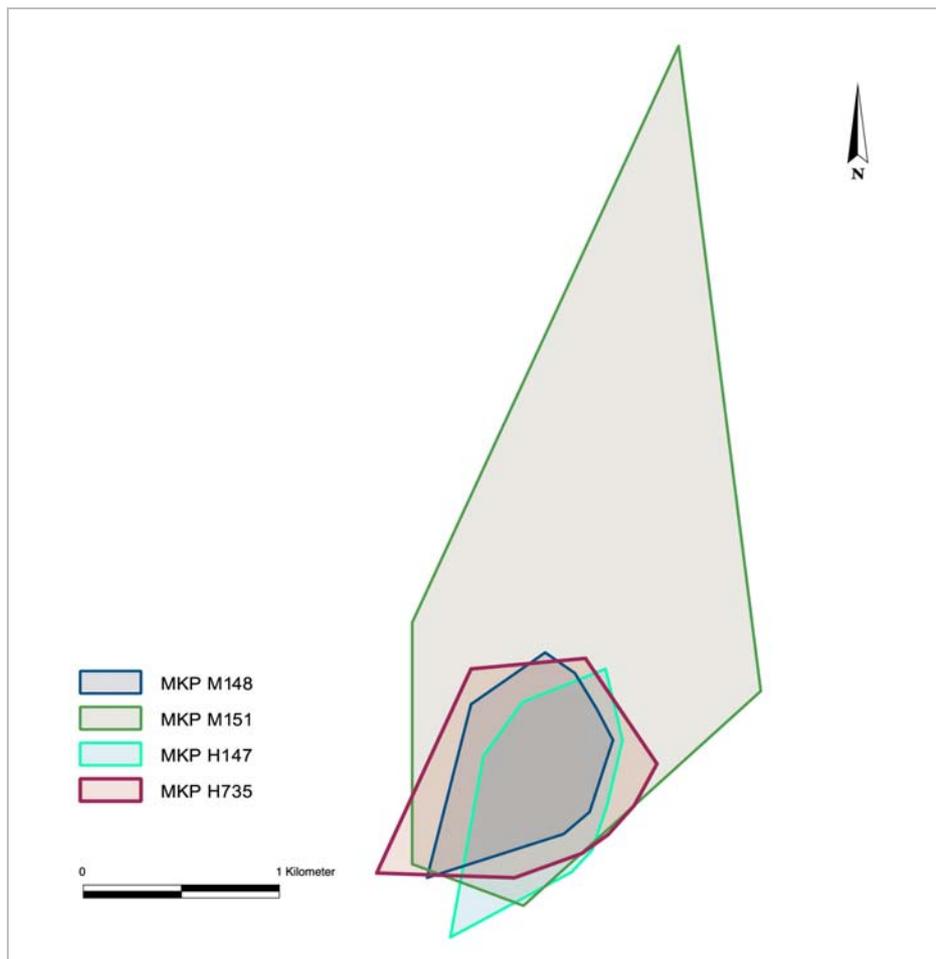


**Abbildung 13** Wohngebiete (MKP) der Darwin-Füchse in Quilan (H = Fähe, M = Rüde).



**Abbildung 14** Wohngebiete (MKP) der Darwin-Füchse des Gebietes Lliuco (H = Fähe, M = Rüde)

Die Wohngebiete der drei Füchse in Lliuco unterschieden sich nur geringfügig in ihrer Größe und Orientierung (Abb. 14).



**Abbildung 15** Wohngebietsflächen (MKP) der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse in der Region Tepuhueico (MKP: Muttertier = türkis; subadulte Tiere H735 = violett, M148 = blau, M151 = grün, H = Fähe, M = Rüde)

Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Wohngebieten der beeinflussten und nicht beeinflussten Tiere (Mann-Whitney U-Test:  $T=29$ ,  $n(\text{klein})=4$ ,  $n(\text{groß})=10$ ,  $p=0,198$ ).



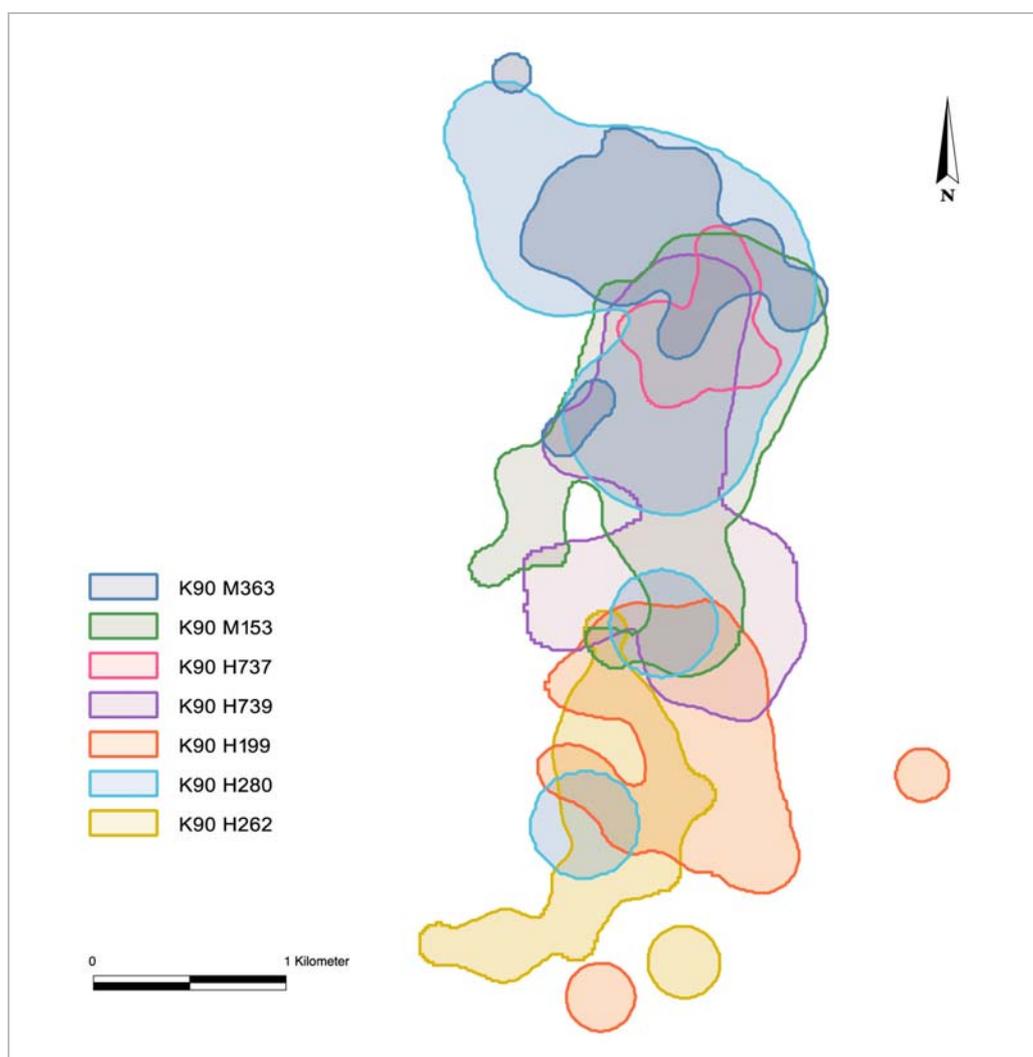
**Abbildung 16** Wohngebietsflächen des Elternpaares M124 (schwarz) und H147 (rot) im Januar und Februar 2003. Die türkise Fläche stellt das MKP des Muttertieres von April bis Juli 2003 dar.

Die Wohngebietsfläche der Fähe H147 (rot, Abb. 16), die in den Monaten Januar und Februar 2003 ermittelt wurde, betrug 250,83 ha. Diese Fläche reduzierte sich in den darauf folgenden Monaten April bis Juli um 73,3% auf 68,91ha (türkis) (Anhang, Tab. 2).

### 3.1.2 Raumnutzungsgröße der K90-Methode

Die mittlere, durch die Kernel-Methode (K90) definierte Fläche betrug für die untersuchten Darwin-Füchse auf Chiloé 197,68 ha (SD±192,09ha) (Tab. 3).

Der Vergleich der Raumnutzungsflächen zwischen den Rüden (n=6) und Fähen (n=9) sowie den subadulten (n=5) und adulten (n=10) Tieren zeigte keine signifikanten Unterschiede (Fähen/Rüden= Mann-Whitney U-Test: T=43, n(klein)= 6, n(groß)= 9, p=0,596; subadult/adult= Mann-Whitney U-Test: T=27, n(klein)= 5, n(groß)= 10, p=0,126).



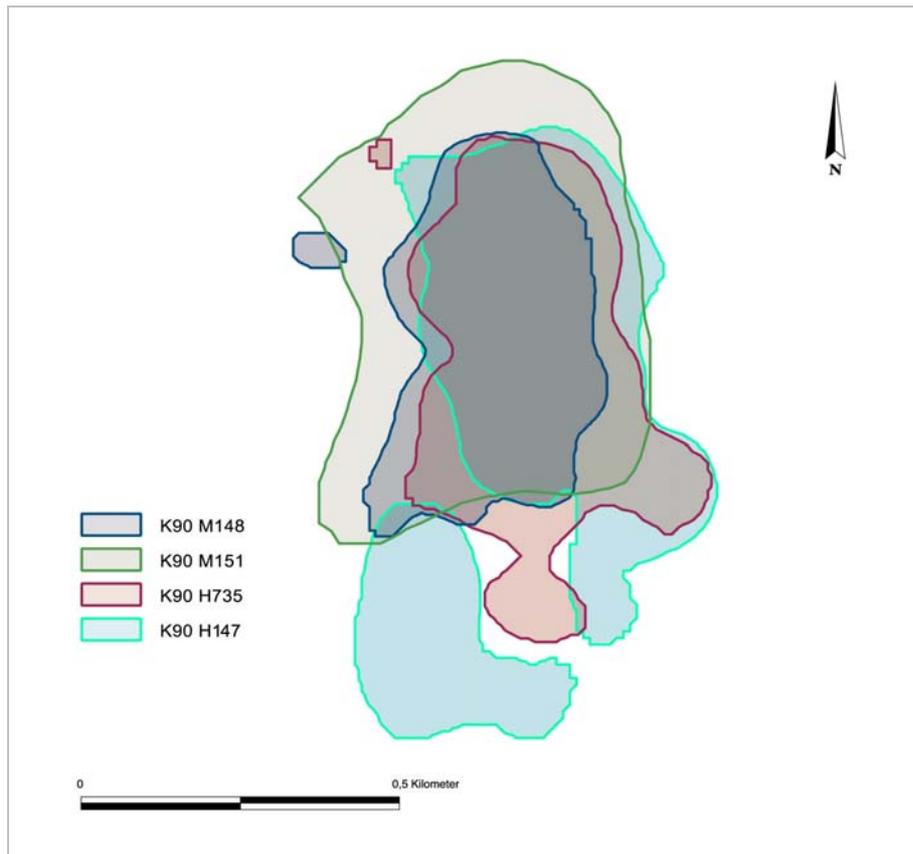
**Abbildung 17** Raumnutzungsfläche (K90) der Darwin-Füchse in Quilan (H = Fähe, M = Rüde)

Die sieben Darwin-Füchse aus Quilan zeigten verschieden große Raumnutzungsflächen (Abb. 17).

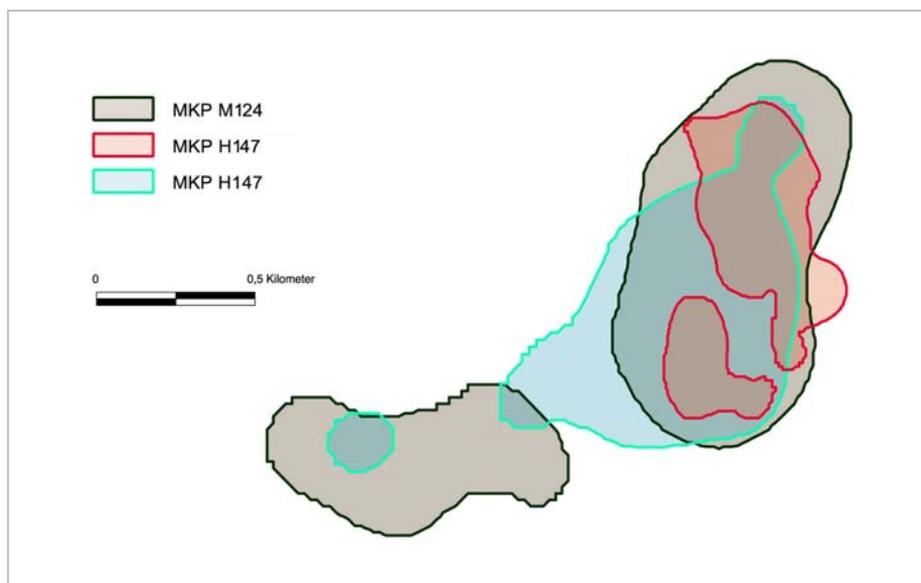


**Abbildung 18** Raumnutzungsfläche (K90) der Darwin-Füchse in Lliuco (H = Fähe, M = Rüde)

Der Rüde M577 zeigte die größte Raumnutzungsfläche aller untersuchten Tiere (Tab. 3 & Abb. 18).



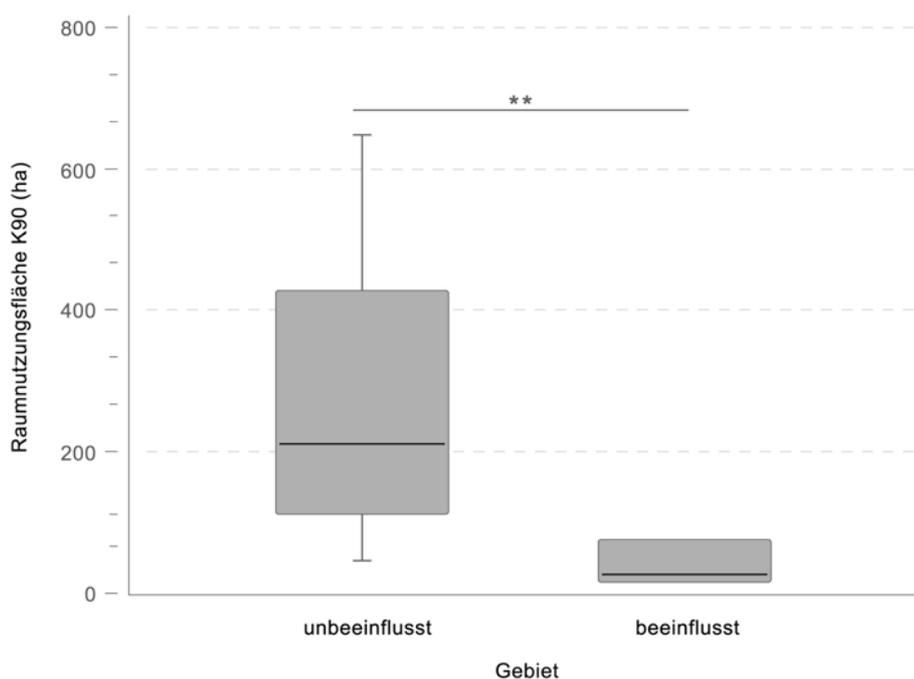
**Abbildung 19** Raumnutzungsflächen (K90) der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse in Tepuhueico (Fläche Muttertier =türkis, subadult H735=violett, M148=blau, M151=grün, H = Fähe, M = Rüde)



**Abbildung 20** Raumnutzungsflächen der Elterntiere ohne (Muttertier H147, türkise Fläche Dez-März 03) und mit anthropogenem Einfluss (H147, rot April-Juli 03)

Die Tiere aus Tepuhueico wiesen die kleinsten Raumnutzungsflächen auf (Abb. 19 & Abb. 20; H147 rot).

Der Vergleich der Raumnutzungsflächen der verschiedenen Gebiete ergab einen hoch signifikanten Unterschied (Mann-Whitney U-Test:  $T=17$ ,  $n(\text{klein})=4$ ,  $n(\text{groß})=10$ ,  $p=0,006$ ). Die Raumnutzungsflächen der Tiere, auf die direkte und indirekte anthropogene Einflüsse einwirkten, sind signifikant kleiner, als die der unbeeinflussten Tiere (Abb. 21).



**Abbildung 21** Raumnutzungsflächen (K90) der Darwin-Füchse in anthropogen unbeeinflussten Gebieten (Quilan/Lliuco) und anthropogen beeinflusstem Gebiet (Tepuhueico) auf Chiloé. (Mann-Whitney U-Test, zweiseitig. \*\*  $p < 0,05$ .)

### 3.1.3 Aktivitätszentren der untersuchten Darwin-Füchse auf Chiloé

Das Aktivitätszentrum der untersuchten Darwin-Füchse betrug im Durchschnitt 31,98 ha ( $SD \pm 32,7$ ha) (Tab. 4). Die Werte der Aktivitätszentren variierten extrem von 1,99 bis 104,25 ha (Tab. 4).

Der Vergleich der Aktivitätszentren zwischen den Geschlechtern ergab keinen signifikanten Unterschied (Rüden  $\bar{x} = 30,88$ ha ( $SD \pm 37,73$ ha), Fähen  $\bar{x} = 34,08$ ha ( $SD \pm 30,22$ ha); Mann-Whitney U-Test:  $T=44$ ,  $n(\text{klein})=6$ ,  $n(\text{groß})=9$ ,  $p=0,68$ ).

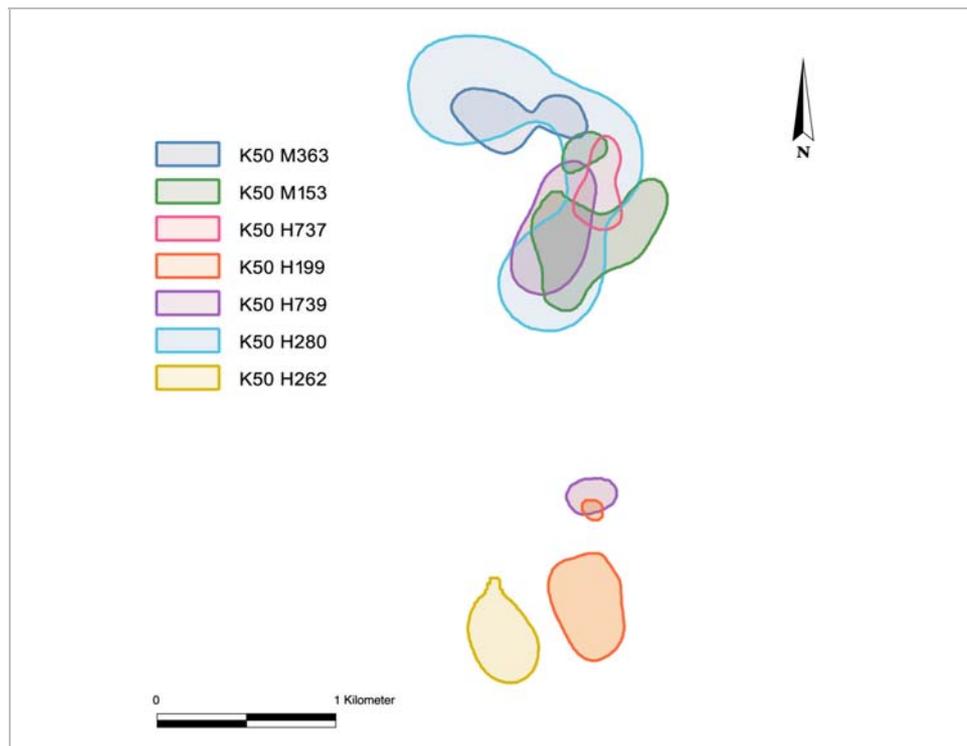
Die subadulten Tiere zeigten zwar kleinere Aktivitätszentren als die adulten Tiere (Anhang, Tab. I), dennoch ist der Unterschied nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test:  $T=24$ ,  $n(\text{klein})=5$ ,  $n(\text{groß})=10$ ,  $p=0,058$ ).

**Tabelle 4** Aktivitätszentren (K50, ha) der Darwin-Füchse in den drei Untersuchungsgebieten (Nr. H = Fähe, M = Rüde, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung)

Nr.	Gebiet	Aktivitätszentrum K50 (ha)	MW	SD	MW (gesamt)	SD (gesamt)
H199	Quilan	20,05	31,98	30,44	31,98	32,7
H262	Quilan	15,17				
H280	Quilan	98,19				
H737	Quilan	9,71				
H739	Quilan	28,55				
M153	Quilan	35,43				
M363	Quilan	16,77				
H754	Lliuco	57,94	71,90	28,11		
H755	Lliuco	53,51				
M577	Lliuco	104,26				
H147	Tepuhueico	5,80	5,21	2,41		
H735	Tepuhueico	5,49				
M148	Tepuhueico	1,94				
M151	Tepuhueico	7,56				
M124	Tepuhueico	(19,34)				

Das durchschnittliche Aktivitätszentrum ( $31,98 \pm 32,7$ ha) besaß einen 16,2%igen Anteil an der durchschnittlichen Raumnutzungsfläche ( $197,68 \pm 192,09$ ha) (Vergleich Tab. 3 und Tab. 4).

Die Tiere in Quilan besaßen sehr unterschiedlich große Aktivitätszentren (Tab. 4 & Abb. 22). Bei einigen Füchsen trat mehr als ein Zentrum auf (Abb. 22 & Abb. 23).



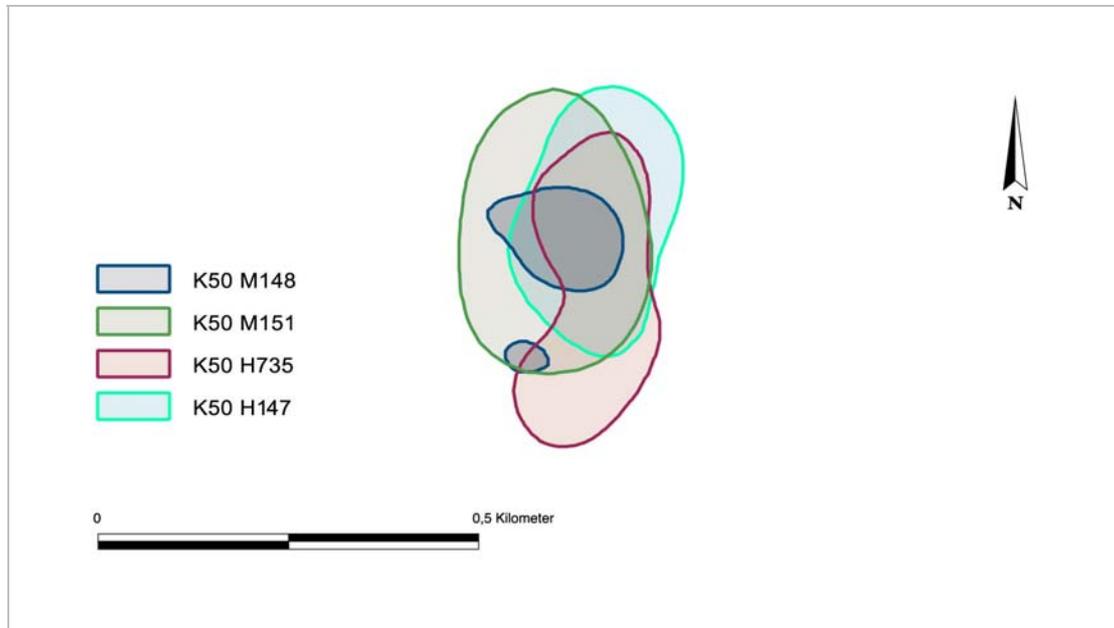
**Abbildung 22** Aktivitätszentren (K50) der Darwin-Füchse in Quilan (H = Fähe, M = Rüde)



**Abbildung 23** Aktivitätszentren (K50) der Darwin-Füchse in Lliuco (H = Fähe, M = Rüde)

Die Tiere in Lliuco besaßen mit einem Durchschnittswert von 71,9ha (SD± 28,11ha) die größten Aktivitätszentren (Tab.4 & Abb. 23)

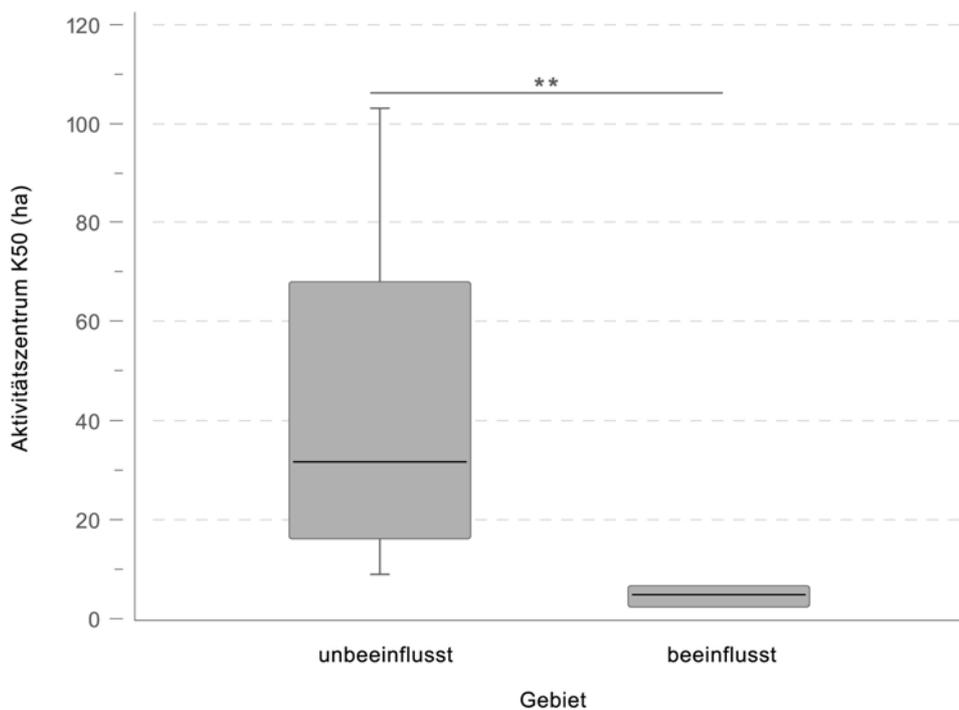
Die Zentren der Tiere aus Tepuhueico sind die kleinsten dieser Untersuchung (Abb. 24).



**Abbildung 24** Aktivitätszentren (K50) der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse in Tepuhueico (H = Fähe, M = Rüde, H147= Muttertier)

Die durchschnittlichen Aktivitätszentren der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse betragen 5,21ha (SD±2,41ha) (Tab.4).

Bei dem Vergleich der Aktivitätszentren der Darwin-Fuchs-Gruppen in unbeeinflussten und anthropogen beeinflussten Gebieten konnte ein hoch signifikanter Unterschied in der Größe nachgewiesen werden. Die Aktivitätszentren der Tiere, die direkt durch den Menschen beeinflusst wurden, sind signifikant kleiner als die Zentren der unbeeinflussten Füchse (Abb. 25)(Mann-Whitney U-Test: T= 21, n(klein)= 4, n(groß)= 10, p= 0,006).

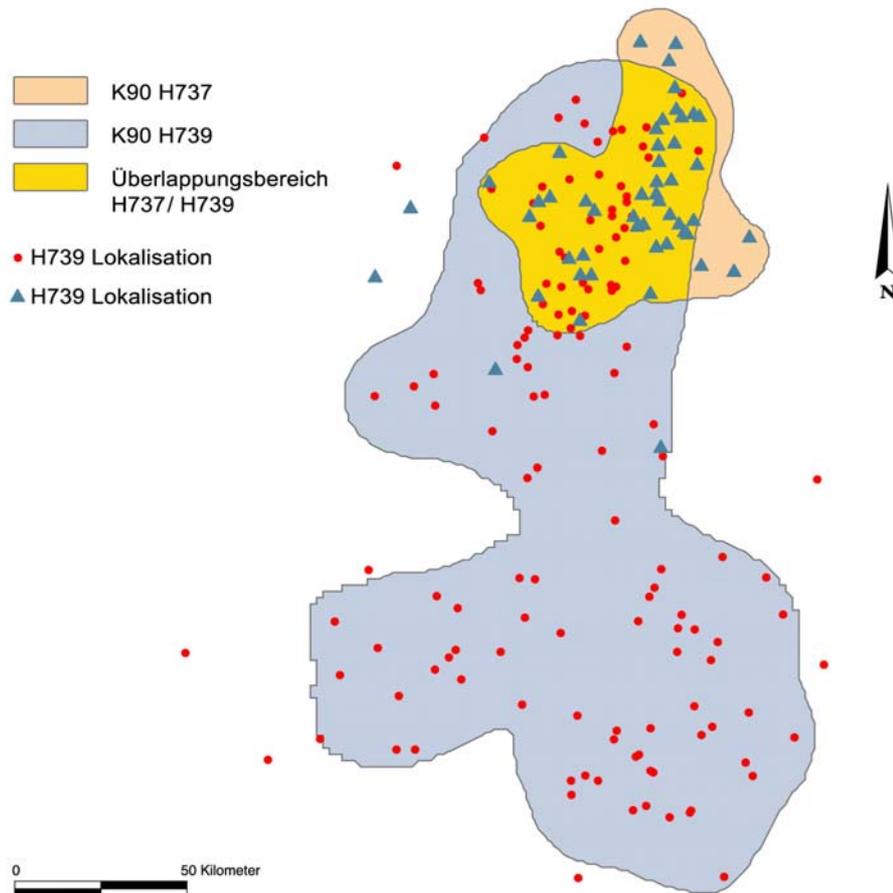


**Abbildung 25** Aktivitätszentren (K50) der Darwin-Füchse in den unbeeinflussten (Quilan/Lliuco) und anthropogen beeinflussten Gebieten (Tepuhueico) auf Chiloé (Mann-Whitney U-Test, zweiseitig, \*  $p < 0,05$ )

### 3.1.4 Überlappungsbereiche (K90 und K50) benachbarter Darwin-Fuchs-Reviere

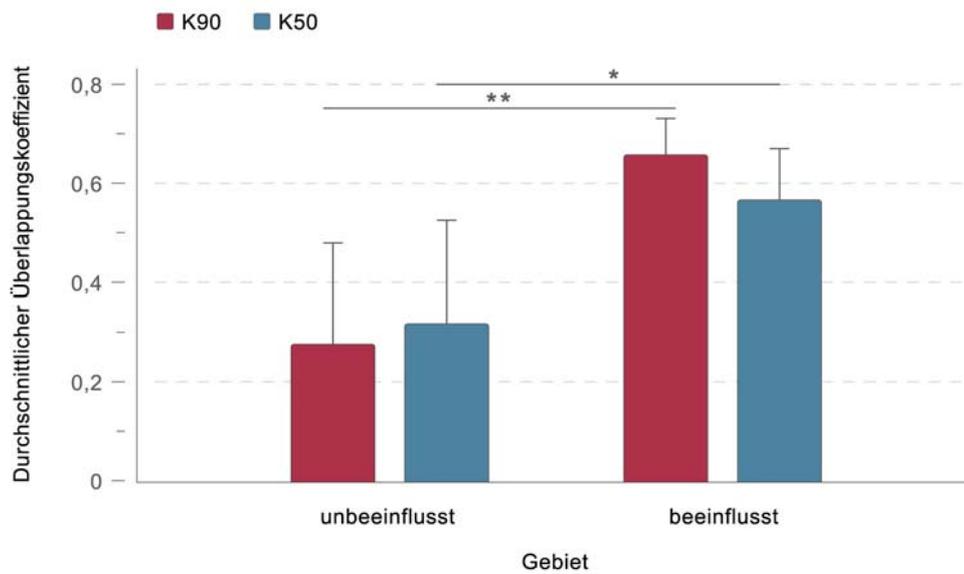
Der Vergleich der Überlappungsbereiche der Raumnutzungsflächen (K90) anthropogen beeinflusster Darwin-Füchse und unbeeinflusster Darwin-Füchse auf Chiloé ergab einen hoch signifikanten Unterschied (Mann-Whitney U-Test:  $T = 125,500$ ,  $n(\text{klein}) = 6$ ,  $n(\text{groß}) = 18$  ( $p < 0,001$ ) (Abb. 27).

Die Überlappungsbereiche der Aktivitätszentren (K50) der unterschiedlichen Gebiete zeigten einen signifikanten Unterschied (Mann-Whitney U-Test:  $T = 85,000$ ,  $n(\text{klein}) = 6$ ,  $n(\text{groß}) = 12$ ,  $p = 0,010$ ) (Abb. 27). Die Raumnutzungsflächen und die Aktivitätszentren der anthropogen beeinflussten Tiere überlappten stärker als die der unbeeinflussten Tiere (zum Beispiel Vergleich Abb. 23 und Abb. 24).



**Abbildung 26** Raumaufteilung und Überlappungsgebiete (K90) von H737 und H739 in Quilan. Rote Punkte = Ortungen H739; blaue Dreiecke = Ortungen H737, gelbe Fläche = Überlappungsbereich der K90-Flächen beider Füchse

Das Gebiet von H737 ist erheblich kleiner und weist entsprechend einen großen Überlappungsgrad gegenüber H739 auf, deren Gebiet um ein Vielfaches größer ist (Abb.26). Einzelne Angaben der Überlappungsbereiche (ha) der Individuen in den unterschiedlichen Gebiete befinden sich im Anhang (Tab. III., IV. & V.).



**Abbildung 27** Durchschnittlicher Überlappungskoeffizient der K90- und K50-Raumnutzungsflächen der unbeeinflussten und beeinflussten Gebiete der Darwin-Füchse auf Chiloé

Die Raumnutzungsflächen der Tiere aus Quilan (Abb. 17) und Lliuco (Abb.18) zeigten zum Teil auch Bereiche mit hoher Überschneidung. Die Flächen der Tiere aus Tepuhueico (Abb. 19) dagegen überlappten nahezu vollständig. Dies trifft auch auf ihre Aktivitätszentren (Abb. 24) dieser Tiere zu. In Lliuco konnte nur eine Überschneidung eines Rüden und einer Fähe (Abb.23) gezeigt werden. Im Gegensatz dazu werden in Quilan vereinzelt Bereiche mit starker Überlappung sichtbar (Abb. 22).

### 3.1.5 Habitatnutzung

Alle Untersuchungsgebiete zeigten unterschiedlich große Untersuchungsbereiche (Tab. 5). In allen Untersuchungsbereichen kam prozentual am häufigsten der Habitattyp *Valdivian-Wald* vor (Tab. 5).

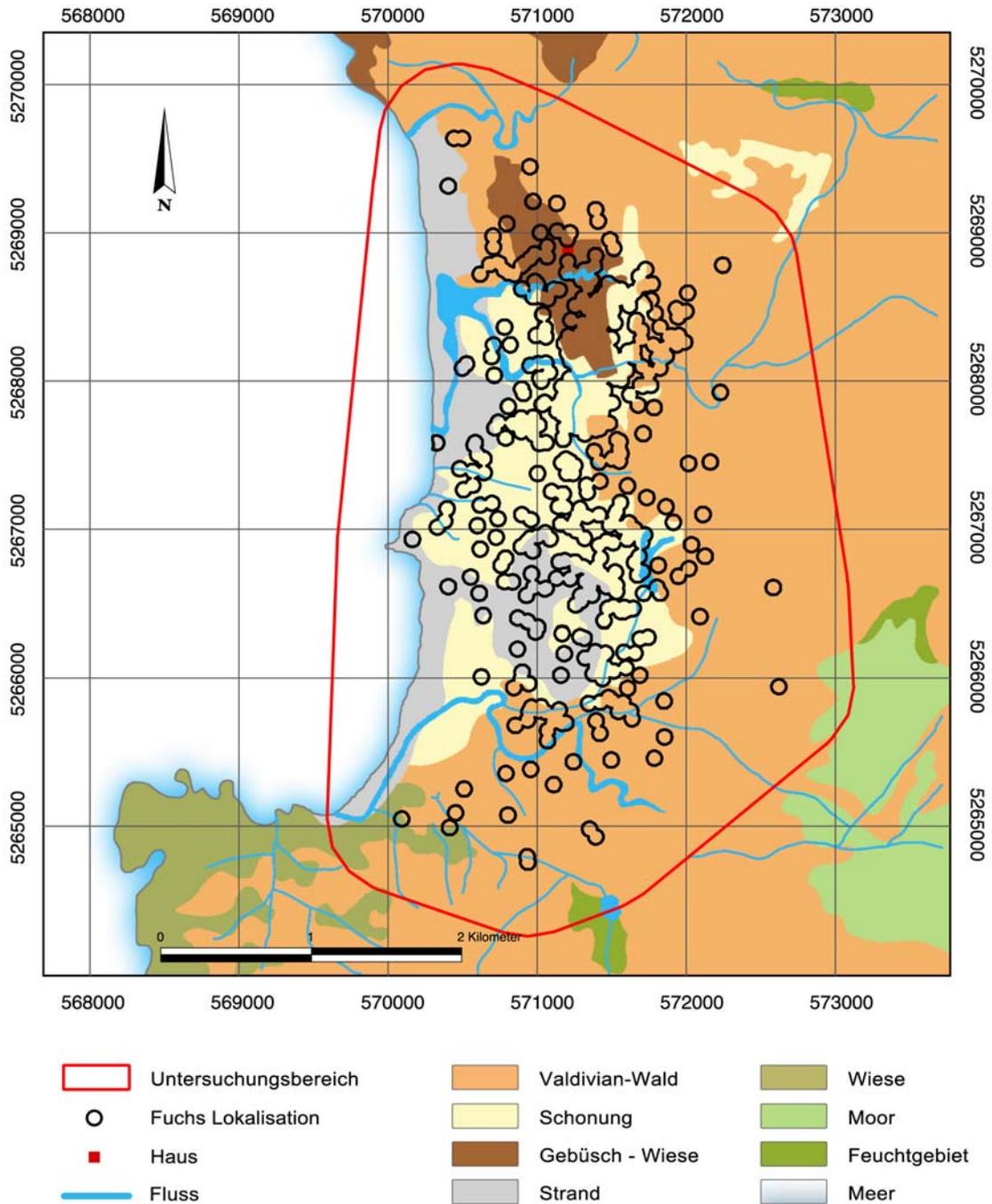
**Tabelle 5** Verfügbare Vegetationsflächen (ha/%) der einzelnen Gebiete und deren Nutzung

Gebiet	Habitattyp	Hektar	%	Lokalisation (ha)	Lokalisation (%)
<b>Quilan</b>	Valdivian-Wald	867,87	61,25	78,92	32,13
	Schonung	262,40	18,52	103,23	42,02
	Gebüsch	23,60	1,67	1,53	0,63
	Gebüsch - Wiesen	65,65	4,63	32,31	13,15
	andere Feuchtgebiete	6,06	0,43	X	X
	Moor	10,23	0,72	X	X
	Strand	181,21	12,78	29,66	12,07
	Untersuchungsbereich <b>(gesamt)</b>	1417,02	100,00	245,65	100,00
<b>Lliuco</b>	Valdivian-Wald	1017,34	76,82	59,20	74,93
	Schonung	202,70	15,30	18,13	22,92
	Gebüsch	104,42	7,88	1,70	2,15
	Untersuchungsbereich <b>(gesamt)</b>	1324,46	100,00	79,03	100,00
<b>Tepuhueico</b>	Valdivian-Wald	714,39	76,31	22,26	29,47
	Schonung	201,28	21,50	53,23	70,48
	Gebüsch	3,31	0,35	X	X
	Gebüsch - Wiesen	17,21	1,84	0,04	0,05
	Untersuchungsbereich <b>(gesamt)</b>	936,19	100,00	75,53	100,00

#### 3.1.5.1 Quilan

Das Untersuchungsgebiet Quilan enthielt von allen drei Studiengebieten die unterschiedlichsten genutzten Habitattypen (Tab. 5). Dieses Gebiet, mit dem größten Untersuchungsbereich von 1417,01 ha, enthielt am häufigsten den Habitattyp *Valdivian-Wald*. Dieser betrug 61,25% der Gesamtfläche und die Füchse nutzten diese Flächen mit 32,13%. Die Schonung wurde mit 42,02% am stärksten genutzt. Der Habitattyp *Gebüsch – Wiesen* wurde mit 13,15% genutzt, wobei diese Flächen 4,63% ausmachten. Die Fläche des Strandes, der sich bis ins Landesinnere erstreckt (Abb. 28), betrug 181,21 ha und wurde ebenfalls von den Füchsen mit 12,07%

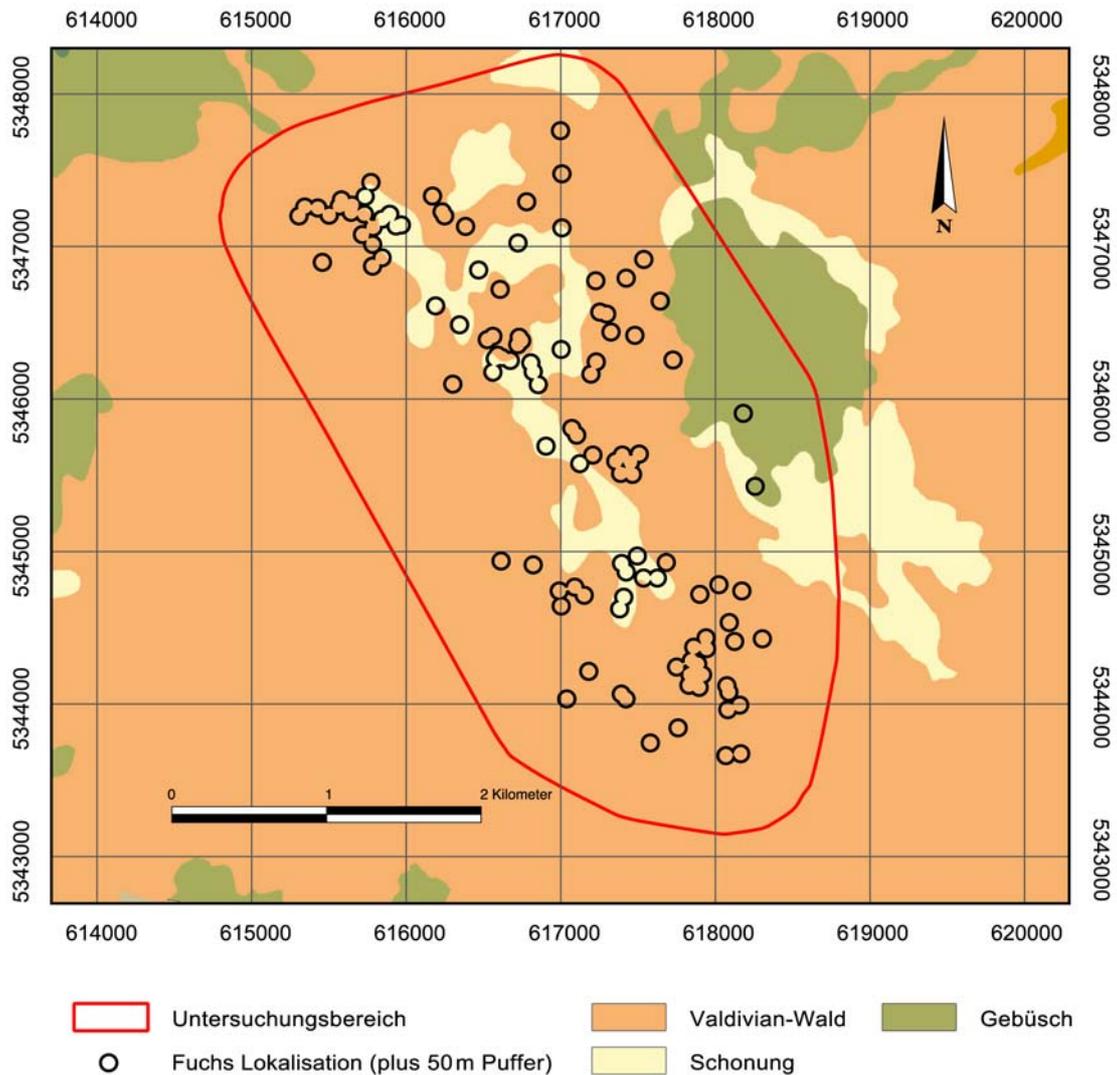
begangen. Moore und andere Feuchtgebiete wurden dagegen nicht aufgesucht (Tab. 5, Abb. 28).



**Abbildung 28** Habitatnutzung der Darwin-Füchse (n=7) in Quilan (Untersuchungsbereich (ha): MKP + 500m Puffer, Fuchs Lokalisation (ha): Lokalisation + 50m Puffer)

## 3.1.5.2 Lliuco

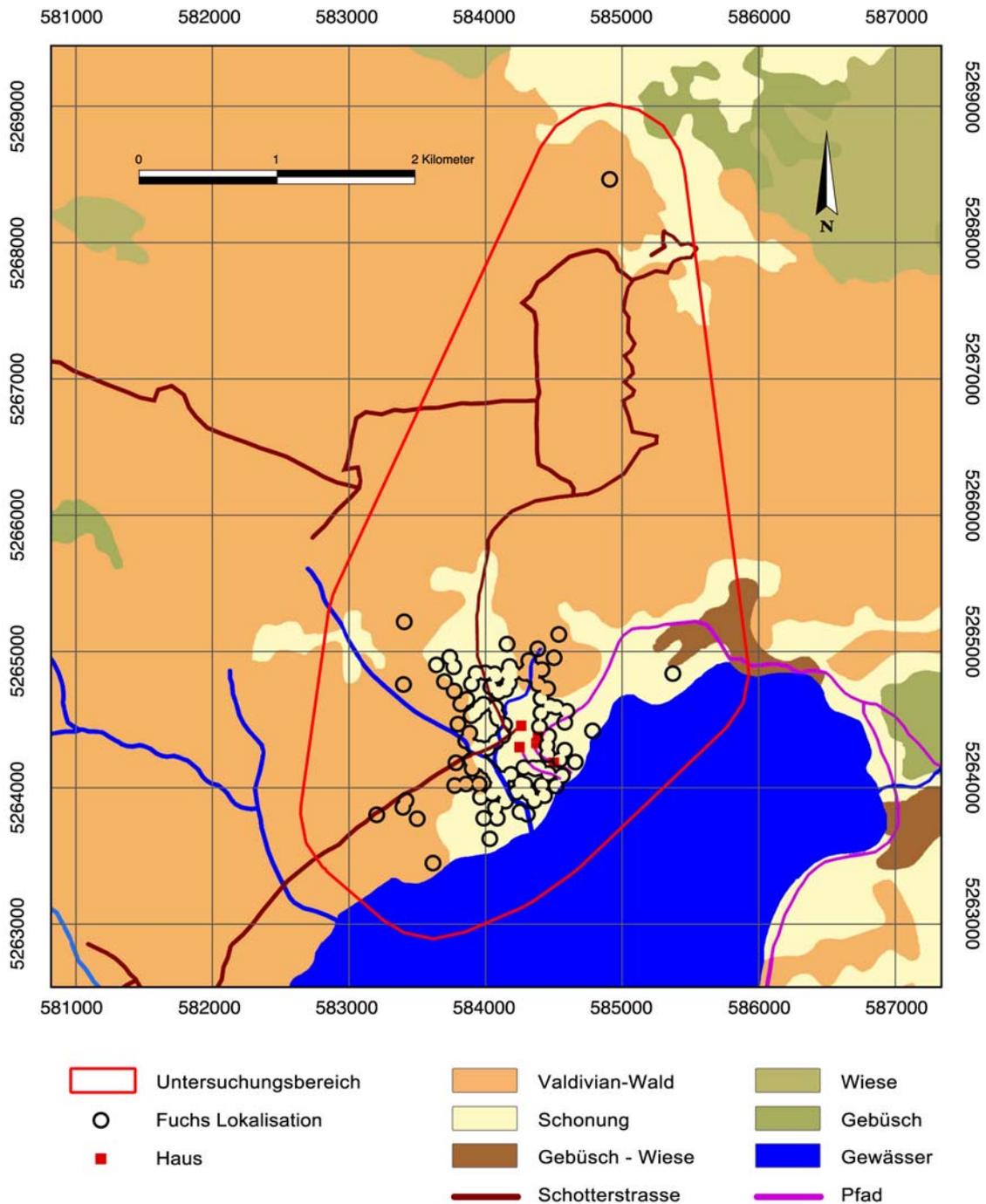
In diesem Untersuchungsgebiet konnten nur drei Habitattypen ermittelt werden, die einen Untersuchungsbereich von 1324,46 ha zeigten (Tab. 5). Zu diesen zählte der Wald, die Schonung und Bereiche mit Buschvegetation (Abb. 29). Auch hier konnten die Tiere mit 74,91% am häufigsten im *Valdivian-Wald* lokalisiert werden (Tab. 5).



**Abbildung 29** Habitatnutzung der Darwin-Füchse (n=3) in Lliuco (Untersuchungsbereich (ha): MKP + 500m Puffer, Fuchs Lokalisation (ha): Lokalisation + 50m Puffer)

### 3.1.5.3 Tepuhueico

Das Untersuchungsgebiet Tepuhueico enthielt den kleinsten Untersuchungsbereich der Füchse (Tab. 5). Die Füchse kamen mit 70,48% am häufigsten im Bereich der *Schonung* vor. In Regionen mit Gebüsch, Wiesen und Feuchtgebieten konnten die Füchse nicht geortet werden (Abb. 30).



**Abbildung 30** Habitatnutzung der anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse (n=4) in Tepuhueico (Untersuchungsbereich (ha): MKP + 500m Puffer, Fuchs Lokalisation (ha): Lokalisation + 50m Puffer)

## 4. Diskussion

### 4.1 Unterscheiden sich Wohngebietsgrößen, Raumnutzungsflächen und Aktivitätszentren und deren Überlappungsbereiche anthropogen beeinflusster beziehungsweise unbeeinflusster Darwin-Füchse auf Chiloé, Chile?

Aus der Untersuchung konnten keine Unterschiede für die Wohngebietsgrößen von direkt anthropogen beeinflussten und unbeeinflussten Darwin-Füchsen festgestellt werden. Im Gegensatz dazu ließen sich signifikante Unterschiede in den Größenverhältnissen der Raumnutzungsflächen und der Aktivitätszentren ermitteln.

Aus folgendem Grund besteht bei den Wohngebietsgrößen kein Unterschied: das subadulte Tier M151 aus dem anthropogen beeinflussten Gebiet Tepuhueico, hatte im Gegensatz zu den anderen Mitgliedern der Familie ein extrem großes MKP. Aufgrund der geringen Stichprobengröße wurde dieses Tier in die Auswertung miteinbezogen. Die statistische Analyse zeigte beim Weglassen dieses Wertes einen hoch signifikanten Unterschied (Anhang, VII.). Somit wäre bewiesen, dass menschliche Einwirkungen die Größe der Wohngebiete von Darwin-Füchsen beeinflussen können.

Die Darwin-Füchse aus den unbeeinflussten Gebieten mussten täglich und selbständig für ihre lebensnotwendige Nahrungsaufnahme sorgen. Durch die verstreute Verteilung der Nahrungsressourcen, mussten sie größere Strecken zum Futter zurücklegen, was laut Doncaster *et al.* (1990) eine Vergrößerung der benötigten Wohngebietsfläche zur Folge hat.

Die Darwin-Füchse aus dem anthropogen beeinflussten Untersuchungsgebiet nahmen eine Sonderstellung ein. Diese Gruppe bildete eine Familie und wurde vom Menschen in einem bestimmten Zeitraum gefüttert. In den Monaten Januar und Februar 2003 wurden die Füchse noch nicht gefüttert (mündliche Mitteilung Jimenez 2003), und die Welpen befanden sich vermutlich noch im Bau (McMahon unveröffentlicht). Die Elterntiere mussten ihren Energie- und Proteinansprüchen sowie denen ihres Nachwuchses gerecht werden. Dadurch lassen sich die Größen der Wohngebiete beider Tiere erklären (Abb. 16). In den darauffolgenden Monaten war eine deutliche Verschiebung und Verkleinerung des Wohngebietes des Muttertieres erkennbar, dies lässt sich mit der zusätzlichen Futtergabe durch den Menschen begründen. Die Telemetrie des Vattertieres wurde durch einen Senderausfall verhindert, jedoch wurde auch dieser regelmäßig an der Futterstelle gesichtet (eigene Beobachtung).

Für den Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) konnte in urbanen Habitaten gezeigt werden, dass ebenfalls die Größe der Wohngebiete mit steigendem Nahrungsangebot abnimmt (Doncaster *et al.* 1990, Pouille *et al.* 1994, White *et al.* 1996, Adkins & Scott 1998). Dies

entspricht der von MacDonald (1983) entwickelten „Resource Dispersion Hypothesis“, die davon ausgeht, dass die Verteilung der Beute über eine bestimmte Fläche die Größe der Wohngebiete von Carnivoren maßgeblich bestimmt.

Erhebliche Größenunterschiede der Wohngebiete fanden auch Voigt und MacDonald (1984) bei Rotfüchsen in städtischen Bereichen (GB) und in natürlicher Umgebung (Kanada). Doncaster und MacDonald (1990) sind der Meinung, dass ein schwankendes Futterangebot der Grund für unregelmäßige Wohngebietsgrößen ist. Jaksić *et al.* (1980) sind auch der Ansicht, dass die Fuchswohngebiete von der Produktivität des Lebensraumes abhängig sind. Tiere, die ihre lebensnotwendige Nahrungsaufnahme in einem bestimmten Gebiet nicht decken können, müssen dieses vergrößern oder abwandern. Damit geben sie vorerst ihre Ortstreue auf, bis sie ein ertragreicheres Gebiet ausfindig gemacht haben. Für den Fuchs stellen Nahrung, Schlaf- und Wurfplatz die wichtigsten Ressourcen dar.

Bezogen auf die vorliegende Studie kann davon ausgegangen werden, dass für fast alle untersuchten Füchse in der angegebenen Untersuchungszeit die erwähnten Ressourcen vorhanden waren, da die Tiere nicht abgewandert sind. Über das Tier H280 kann diesbezüglich keine Aussage getroffen werden, da es nur zwei Monate beobachtet werden konnte. Darüber, ob das Tier abgewandert oder der Sender ausgefallen ist, kann nur spekuliert werden.

Der Größenvergleich der jeweiligen Raumnutzungsflächen und der Aktivitätszentren in den verschiedenen Untersuchungsgebieten ergab hoch signifikante Unterschiede. Die anthropogen beeinflussten Darwin-Füchse aus Tepuhueico hatten eine kleinere Raumnutzungsfläche und kleinere Aktivitätszentren als die Tiere aus Lliuco und Quilan.

Die großen Raumnutzungsflächen und Aktivitätszentren der unbeeinflussten Tiere lassen sich wieder mit ihren natürlichen Bedürfnissen wie zum Beispiel dem Nahrungserwerb begründen. Generell nutzten alle untersuchten Tiere aber nur einen geringen Anteil ihrer Raumnutzungsfläche intensiv. Dies wird bei der Betrachtung der Aktivitätszentren sichtbar (Tab. 4). Da die meisten Füchse während der Untersuchung ein etabliertes Wohngebiet aufwiesen, ist anzunehmen, dass auch sie bevorzugte Schlaf- und Ruheplätze hatten. Diese Plätze sind wiederum nicht so extrem an spezielle Orte gebunden, wie es bei den Füchsen in Tepuhueico, der Fall war. Fast alle radiotelemetrisch bestimmten Standorte der vier direkt anthropogen beeinflussten Tiere lagen unmittelbar in der Nähe der Häuser oder der sie umgebenden Region. Diese relativ kleinen Flächen sind durch ein nahezu optimales Ressourcenangebot zu erklären. Dort bekamen die Tiere ausreichend Futter geboten und hatten ungestörte Ruh- und Schlafplätze. Diese befanden sich unter den bewohnten und unbewohnten Häusern (eigene Beobachtung 2003).

Die große Wohngebietsfläche des Rüden M151 wird bei der Betrachtung der Raumnutzungsfläche relativiert. Das Tier hielt sich mit 90%iger Wahrscheinlichkeit in einem Gebiet auf, das einem Viertel seines Wohngebietes entsprach (Vergleich Tab. 3 und Tab. 4). Anhand der Untersuchung von MacDonald und Sillero (2004) konnte aber gezeigt werden, dass männliche Tiere früher und weiter abwandern als die weiblichen. Dies trifft möglicherweise auch auf die untersuchten Jungtiere zu, denn während im August und September 2003 das subadulte Tier H735 gelegentlich mit dem Muttertier H147 am ehemaligen Futterplatz gesichtet wurde, konnte kein männliches Jungtier entdeckt werden (eigene Beobachtung 2003). Diese Beobachtung kann ebenfalls einen Aufschluss über die soziale Struktur geben. Denn wie bereits erwähnt, treten des öfteren verwandte, weibliche Helfer bei der Aufzucht von Jungtieren auf (MacDonald 2001). Dekker *et al.* (2001) haben Wohngebietsgrößen, Raumnutzung und Bewegungsaktivität bei Rotfüchsen (*Vulpes vulpes*) untersucht und konnten Variationen von Saison zu Saison, sowie bei unterschiedlichen sozialen Konditionen (zum Beispiel dominante Tiere), in verschiedenen Habitaten und zwischen den Alters- und Geschlechtsklassen feststellen. Im Gegensatz dazu konnten in dieser Studie keine Unterschiede für die Alters- und Geschlechtsklassen ermittelt werden. Die Jungtiere waren vermutlich schon zu selbständig, als dass sie extrem an Wurfhöhle oder Eltern gebunden waren. Anhand der zeitgleichen Daten der Elterntiere aus Tepuhueico kann gezeigt werden, dass Vater- und Muttertier an der Aufzucht der Nachkommen beteiligt sind. Beide Tiere kümmerten sich um die Beschaffung der Nahrung.

Bei der statistischen Auswertung der Überlappungsbereiche der Raumnutzungsflächen der anthropogen beeinflussten und nicht direkt beeinflussten Füchsen konnte ein hoch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Auch Unterschiede in den Aktivitätszentren konnten gezeigt werden.

Einige Füchse in Quilan teilten sich bestimmte Bereiche ihres Wohngebietes mit bis zu fünf anderen Tieren (Abb.17). Bei den Füchsen in Lliuco fiel das Aktivitätszentrum des Rüden auf, das sich zwischen den beiden Fähengebieten befand. Die Aktivitätszentren der Fähen überlagerten sich dagegen nicht.

Der sehr hohe durchschnittliche Überlappungskoeffizient der Raumnutzungsflächen und der Aktivitätszentren der Fuchsfamilie aus Tepuhueico ist mit dem hohen Verwandtschaftsgrad und den dort vorhandenen, zusätzlichen Futterquellen zu erklären.

Nach der Definition von Sandell (1989) werden Raumnutzungsflächen von adulten Tieren exklusiv genutzt, wenn die Überlappung mit dem Gebiet des Nachbarn kleiner als 10% ist. Dies tritt bei keinem der untersuchten Raumnutzungsgebiete auf.

Pouelle *et al.* (1994) zeigten, dass überlappende Bereiche einzelner Wohngebiete einen Aufschluss über die soziale Struktur einer Fuchsgruppe geben können. Die Ergebnisse aus der vorliegenden Untersuchung lassen darauf schließen, dass nicht von einer solitären-territorialen Abgrenzung unter den anthropogen beeinflussten sowie den unbeeinflussten Darwin-Füchsen ausgegangen werden kann. Dies wird durch die Untersuchung von Jimenez (2000) bestätigt. Vergleichsdaten zu Überlappungsbereichen von männlichen und weiblichen Darwin-Füchsen sind nur begrenzt vorhanden. Studien an Andenfuchs (*Pseudalopex culpeo*) und Südamerikanischem Graufuchs (*Pseudalopex griseus*) in Chile und Argentinien zeigten, dass diese Arten intersexuelle Territorien (Fähe und Rüde) mit geringen Überschneidungen der benachbarten Territorien besitzen (Jaksić 1980, Johnson & Franklin 1994, Jimenez 1996).

#### **4.2 Nutzen anthropogen beeinflusste Darwin-Füchse die gleichen Habitattypen wie nicht direkt anthropogen beeinflusste Darwin-Füchse?**

Die Habitatzusammensetzung in den jeweiligen Gebieten war nahezu einheitlich, und der Valdivian-Wald bildet in allen drei Gebieten den häufigsten Vegetationstyp.

Die durch den Menschen beeinflussten Darwin-Füchse hielten sich am häufigsten in der *Schonung* ihres Gebietes auf. Auch die unbeeinflussten Füchse aus der Region Quilan nutzten größtenteils die *Schonung* in ihrem Gebiet. Im Unterschied dazu wurden die Füchse aus Lliuco am häufigsten im *Valdivian-Wald* angetroffen. Die Füchse weisen somit keine einheitliche Präferenz auf.

Dass die Füchse aus Tepuhueico am häufigsten im Habitattyp *Schonung* vorkamen, ist damit zu erklären, dass die Tiere dort gefüttert wurden. Dennoch sollte erwähnt werden, dass der unmittelbare Futterplatz nicht mehr zu der Kategorie *Schonung* gezählt werden darf (Abb. 4 & 30). Diese Fläche von circa 2 Hektar ist mittlerweile mit Gras, einzelnen Sträuchern und kleinen Bäumen bedeckt. Das Areal wird in unregelmäßigen Zeitabschnitten gemäht (eigene Beobachtung 2003 und 2004). Durch das Kurzhalten der Gräser soll verhindert werden, dass sich dort Nagetiere wie Ratten und Mäuse aufhalten. Dadurch reduziert sich das natürliche Futterangebot für die Füchse. Aufgrund des zusätzlichen Futterangebotes durch den Menschen veränderten jedoch diese Füchse ihr Verhalten und verließen die lebensnotwendige Deckung des Waldes. Die Tiere wurden nach Fertigstellung des Hotels (März/April 2004) nicht mehr gefüttert. Im Oktober und Dezember 2004 wurde innerhalb von drei Wochen kein Fuchs angetroffen (eigene Beobachtung), in der Nacht konnte allerdings gelegentliches Bellen von Füchsen vernommen werden. Es wird angenommen, dass diese Tiere nun wieder unter natürlichen Bedingungen leben und den Menschen ausweichen.

Die Tiere aus dem Untersuchungsgebiet Quilan zeigten ebenfalls eine Bevorzugung des Vegetationstyps *Schonung*, obwohl dieser nur auf 18,5% der Gesamtfläche vertreten war. Da hier keine direkte Futtergabe erfolgte, kann davon ausgegangen werden, dass diese Tiere auch unter natürlichen Bedingungen diesen Habitattyp bevorzugten. Nach einer Studie von Jimenez (2000), die auf Telemetrie und Fang und Wiederfängen basierte, befanden sich die Darwin-Füchse am häufigsten im Wald. Wird zwischen *Schonung* und Wald unterschieden und bezieht man die Verfügbarkeit der unterschiedlichen Habitattypen in die Betrachtung mitein, so kommt man zu dem Schluss, dass die Füchse die *Schonung* innerhalb des Waldes dem dichten Baumbestand vorziehen. Aufgrund eines höheren Lichteinfalls herrscht auf *Schonungen* oft ein größeres Nahrungsangebot als im Wald selbst. Demnach wäre eine Kombination aus Wald und *Schonung* ein geeigneter Lebensraum für den Fuchs. Die Deckung für die Schlafplätze und die Wurfhöhlen für die Nachkommen würden sich dabei im Wald befinden. Interessanterweise wurde von den Füchsen des Gebietes Quilan relativ häufig der Strand aufgesucht (Tab. ). Es ist anzunehmen, dass die Füchse, wie auch Rose und Polis (1998) an Kojoten zeigten, die an der Küste auftretenden proteinreichen Nahrungsquellen wie zum Beispiel angespülte Fische, für sich entdeckten. Die Füchse aus dem nördlichsten Untersuchungsgebiet Lliuco nutzten am intensivsten den *Valdivian-Wald*.

Von Jaksić *et al.* (1990) und Medel *et al.* (1990) wird der Darwin-Fuchs als ein typischer Waldbewohner betrachtet. Seine Verbreitung ist zwar an Regionen mit ausgedehnten, zusammenhängenden Wäldern gebunden, das heißt aber nicht, dass er ausschließlich im Wald anzutreffen ist. Die vorliegende Studie bestätigt diese Aussage. Nach der erwähnten „Resource Dispersion Hypothesis“ (MacDonald 1983) sind die Wohngebiete der Tiere in Größe und Struktur gute Indikatoren für die Habitatqualität. Betrachtet man in diesem Zusammenhang die anthropogen beeinflussten Tiere, muss die Aussage über die Habitatqualität kritisch diskutiert werden. Denn diese Füchse nutzten nicht ausschließlich die natürliche Umgebung, um ihre lebensnotwendigen Bedürfnisse zu stillen.

Diese Untersuchung zeigt, dass individuelle Anpassungen an den halboffenen Lebensraum, der aus Wald und *Schonung* besteht, erfolgen können. Menschliche Einwirkungen, wie zum Beispiel Rodungen kleinerer Waldregionen, müssen nicht zwangsläufig eine Verdrängung oder Auslöschung von Fuchspopulationen nach sich ziehen, da hier nach einiger Zeit die erneute Bildung von Vegetation möglich wäre. Gerade der Fuchs ist aufgrund seiner Anpassungsfähigkeit und opportunistischen Lebensweise in der Lage, das anthropogene Nahrungsangebot für sich zu nutzen beziehungsweise bestimmten anthropogenen Einwirkungen auszuweichen. Letztlich stellt jedes Tier ein Individuum dar, das auf Einflüsse der Umwelt individuell reagiert.

### 4.3 Anthropogener Einfluss

Die Gebiete, in denen die Darwin-Füchse leben, sind zwar noch nicht urbanisiert, aber die Dörfer und Städte der Insel breiten sich zunehmend in die angrenzende Natur aus. Somit verkleinern sie den natürlichen Lebensraum der Füchse und anderer Tiere.

Kurzfristig mag zwar eine Einflussnahme des Menschen auch positiv sein, wie es in dem Untersuchungsgebiet Tepuhueico zutraf. Die Jungtiere wurden mehr als ausreichend mit Futter versorgt. Das Nahrungsangebot stellte somit keinen begrenzender Faktor dar und die Tiere mussten weniger Energie aufbringen, um an Nahrung zu gelangen. Dennoch ist anzuzweifeln, dass diese Tierart dadurch nachhaltig in ihrem Bestand gefördert werde. Wenn ihr Lebensraum zerstört würde und sie keinen ausreichenden Schutz vor Feinden und keine Wurfhöhlen für ihre Nachkommen fänden, wäre ein Überleben auf Dauer nicht möglich. Hinzu kommt, dass durch das Füttern eine hohe Individuendichte auftreten könnte, wobei sich die Tiere untereinander negativ beeinflussen und stressen würden. Dieser negative Aspekt der erhöhten intraspezifischen Kontaktrate würde ein verstärktes Risiko der schnelleren Übertragung von Krankheiten und Parasiten nach sich ziehen (**Crooks et al.** 2001). Gerade in der Nähe des Menschen muss von einer deutlich höheren potentiellen Gefahr durch Hunde, Menschen und Verkehr für Füchse ausgegangen werden.

Ferner wäre es möglich, eine Population innerhalb kürzester Zeit auszulöschen, wenn Futterplätze bekannt wären, an denen sie vergiftet werden könnten.

Zusätzlich könnten sich Tiere, wenn sie Abfälle fressen (Abb. 5), daran vergiften und an Blechdosen, Glas und anderen scharfen Gegenständen Verletzungen zuziehen.

Welche Veränderungen eintreten werden, wenn eine Brücke die Insel mit dem Festland verbindet und somit eine leichtere Überquerung für weitere Konkurrenten ermöglicht, kann nur vermutet werden. **Crooks et al.** (2001) stellte bei den Channel-Island-Füchsen (*Urocyon littoralis*) fest, dass es insularen Carnivoren an natürlichen Feinden mangelt, so dass sie sehr schutzlos eingeschleppten Raubtieren oder Parasiten gegenüberstehen.

Eine weitere Gefahr stellen lokale Hunde der Insel dar. Zu den Gefahren zählen direkte Angriffe, Töten und Fressen des gleichen Beutetieres (Pudú, eigene Beobachtung) und Übertragung von Krankheiten. Eine Untersuchung auf Chiloé ergab, dass von 298 Hunden 57% nie entwurmt und 84% noch nie geimpft wurden (Briceno unveröffentlicht).

#### 4.4 Gesamtdiskussion

Die ersten Maßnahmen zum Schutz einer Zielart sind immer aus der jeweiligen Ortskenntnis und der Auswertung der verfügbaren Literatur über diese Art ableitbar (Mühlenberg 1993). Dementsprechend treten erhebliche Probleme auf, wenn diese Angaben noch nicht vorliegen.

Mit Hilfe aller Daten dieser Untersuchung können quantitative Aussagen über die natürlichen Bedürfnisse und die Ökologie der Darwin-Füchse auf der Insel Chiloé erfolgen. Diese Informationen können die Grundlage für die Ausarbeitung eines Managementplanes zum Schutz der Art bilden. Die Habitatansprüche der direkt anthropogen beeinflussten Tiere sollten dagegen nicht in einen solchen Plan mit einfließen.

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Menschen Einfluss auf das Verhalten von Wildpopulationen haben. Es wird zwar zwischen indirekten und direkten Einwirkungen unterschieden, aber beide sind auf Dauer negativ. Die beobachteten Darwin-Füchse veränderten bei direkten Einwirkungen ihr Verhalten. Deshalb halte ich ein Einbeziehen der entsprechenden, aus der Population Tepuhueico gewonnenen Daten nicht für sinnvoll.

Der Darwin-Fuchs (*Pseudalopex fulvipes*) ist der größte Carnivor auf der Insel Chiloé und spielt eine sehr wichtige Rolle im ökologischen Gleichgewicht der Insel. Die Art steht auf Chiloé am oberen Ende der Nahrungskette. Die Flexibilität bezüglich der Futterwahl ermöglicht entscheidende Vorteile. Einerseits sind die Darwin-Füchse wichtige Aasvertilger und Mäusejäger und kontrollieren dadurch die Säugetier- und Vogelpopulationen. Andererseits haben sie eine große Bedeutung für Gesundheit und Kondition ihrer Beutebestände. Gerade kranke und geschwächte Tiere fallen Füchsen am leichtesten zum Opfer, so dass mögliche Seuchenherde rasch eliminiert werden können (MacDonald & Sillero 2004). Vor allem Nagetiere können negative Auswirkungen auf die Gesundheit der lokalen Bevölkerung ausüben, indem sie gefährliche Krankheitserreger übertragen (URL 14). Des Weiteren sind Darwin-Füchse auch an der Verbreitung von Samen beteiligt. Macfadem Juarez und Marinho-Filho (2002) untersuchten Samen nach dem Passieren des Verdauungstraktes und stellten fest, dass diese noch intakt waren. Die in den Caniden transportierten Samen können so einen Teil zur Waldregeneration beitragen.

Es wird vermutet, dass die Bestände der Darwin-Füchse noch nicht durch Fressfeinde bestimmt werden. Sondern eventuell auch dem Schema der Familiengruppenbildung unterliegen, wie es Gloor *et al.* (2001) an Rotfüchsen entdeckten. Infolgedessen würde dieses System automatisch die Geburtenrate beschränken und die Fuchspopulation auf einem konstanten Niveau halten, da nur ein kleiner Teil der Fähen trächtig wird. Würde

dieses Schema durch Beeinflussung des Lebensraumes wie die Habitatzerstörung aus dem Gleichgewicht geraten, hätte dies dramatische Folgen für instabile Populationen.

Der Verlust des Darwin-Fuchses wäre für das Ökosystem Valdivian-Wald nicht tragbar. Andere Caniden, wie zum Beispiel domestizierte Hunde, könnten nicht den gleichen Stellenwert einnehmen. Die natürlichen ökologischen Prozesse könnten nicht weiter bestehen. Dies würde eine Veränderung in der Zusammensetzung und Dynamik des einzigartigen Valdivian-Waldes zur Folge haben. Der durch die zunehmende Holzwirtschaft bereits sehr beschädigt und zerstört ist (URL14).

Das Darwin-Fuchs-Erhaltungs- und Schutzprogramm sollte meines Erachtens eine Schutzfunktion übergeordneter Position („*umbrella species*“) einnehmen. Der Fuchs würde so als Aushängeschild („*flagship*“) der Insel fungieren und den Wald und die dort vorkommenden Pflanzen- und Tiergesellschaften in ihrem Überleben unterstützen beziehungsweise zu deren Schutz beitragen.

Zu den notwendigen Erhaltungs- und Schutzmaßnahmen zählen unter anderem das Impfen der zu schützenden Wildpopulationen des Darwin-Fuchses und dessen Prädatoren. In weiten Bereichen Europas konnte die Tollwut, die für Mensch und Tier gefährlich ist, durch den Einsatz von tierfreundlichen Impfködem bereits besiegt werden (MacDonald & Sillero 2004). Die Insel gilt noch als staupefrei, aber im Notfall müsste zur Bekämpfung der Staupe intravenöse Impfungen stattfinden. Generell müssten viele domestizierte Hunde auf Chiloé kastriert und aus den vom Darwin-Fuchs bewohnten Regionen ferngehalten werden. Außerdem muss die Bevölkerung auf die Einzigartigkeit des Darwin-Fuchses und seiner wichtigen Funktionen im Ökosystem hingewiesen werden. Dabei sollte vor allem Wert bei der Aufklärung der nachfolgenden Generation gelegt werden, so dass ein entsprechendes Verständnis für die Natur und deren Bedeutung für den Menschen vermittelt wird. Zusätzlich sollten gesetzlich geschützte Bereiche für die Füchse abgegrenzt werden, zu denen Menschen und domestizierte Tiere keinen Zutritt haben.

Das Naturschutzprojekt „bosque modelo“ auf Chiloé strebt an, bestimmte Bereiche des Valdivian-Waldes unter Schutz zu stellen (URL 7), was auch zur Erhaltung des Fuchses beitragen würde. Wie bereits erwähnt, ist eine Kombination aus Schonung und Wald für den Fuchs nicht von Nachteil. Die dargestellte Anpassung der Tiere an den veränderten Lebensraum befürwortet aber nicht eine Fortsetzung der Zerstörung der Wälder. Die Bereiche der Jahrtausende alten Primärwälder, die zerstört sind, kehren nicht zurück. Der noch vorhandene Valdivian-Wald muss verschärft geschützt werden. Für die lokale Bevölkerung sollte ein Ausgleich für Heizmittel vom naheliegenden Festland gewährleistet werden. Die Holzproduktion sollte sich auf andere Bereiche beschränken, die speziell aus dem Grund des Abholzens angepflanzt wurden (URL 14).

Falls die aufgezählten Maßnahmen nicht ausreichen, könnte für den Darwin-Fuchs, wie es beim San Miguel-Insel-Fuchs (*Urocyon littoralis littoralis*) auf den Channel-Inseln nahe Kalifornien der Fall ist, ein Aktionsplan erstellt werden, zu dem auch die Nachzucht in Gefangenschaft gehört (Roemer *et al.* 2001).

Um negative Bestandsentwicklungen rechtzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten, wäre ein kontinuierliches Monitoring der Darwin-Füchse weiterhin notwendig.

#### **4.5 Ausblick**

Im Rahmen dieser Diplomarbeit konnten wichtige Daten ermittelt werden, jedoch sind einzelne Fragen unberücksichtigt geblieben oder sie konnten nur teilweise bearbeitet werden. Daher müssen in zukünftigen Studien weitere Daten gesammelt werden, so dass ein breites Grundlagenwissen zur Biologie des Darwin-Fuchses entsteht und so zu seinem Schutz beiträgt.

Inwieweit die Rüden der Darwin-Füchse bei übermäßigem Futterangebot zur Polygynie tendieren oder diese bereits zeigen, wie Zabel und Taggart (1989) es bei Rotfüchsen (*Vulpes vulpes*) herausfanden, muss in weiteren Studien geklärt werden.

Wenn die in der Einleitung erwähnte Insel-Theorie auf die Darwin-Füchse der Insel Chiloé zutreffen würde, würde sich unter anderem der verringerte Genfluss negativ auf die zukünftigen Fuchspopulationen ausüben. Diese Frage müsste anhand von genetischen Untersuchungen der inselbewohnenden Darwin-Füchse und mit entsprechenden Vergleichsdaten der Festlandpopulationen geklärt werden.

#### **4.6 Methodenkritik**

Keine der zur Auswahl stehenden Analysemethoden zur Berechnung von Wohngebietsgrößen und Raumnutzungsflächen wildlebender Tierarten ist geeignet, diese einwandfrei nachzuweisen. Boulanger und White (1990) verglichen mehrere Berechnungsmethoden und deckten erhebliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der entsprechenden Analysen und der tatsächlichen Wohngebietsgröße auf. Die Autoren schlussfolgerten daraus, dass eine Kombination aus unterschiedlichen Berechnungen von Wohngebietsgrößen optimal wäre. Eine der Grundvoraussetzungen für die Anwendung des Kernel Dichteschätzers ist die Unabhängigkeit der Daten (Harris *et al.* 1990), die nach Swihart und Slade (1985) dann erfüllt ist, wenn die durchschnittliche quadrierte Entfernung zweier aufeinander folgenden Ortungen mindestens doppelt so groß ist, wie die durchschnittliche quadrierte Entfernung vom Aktivitätszentrum aller Ortungen. Meines Erachtens wird jedoch in diesem Test das Verhalten der Tiere nicht ausreichend berücksichtigt. Zeigen die Tiere außerordentliche Standorttreue, wie es bei den

anthropogen beeinflussten Tieren der Fall war, werden die Ortungen immer noch zeitlich korreliert sein, auch wenn sie durch lange Zeitspannen getrennt sind. Demnach wurde bei den vorliegenden Daten die zeitliche Autokorrelation, die gelegentlich aufgetreten ist, als vernachlässigbar betrachtet.

Bei dem Vergleich der durch die MKP-Methode und die Kernel-Dichteschätzung errechneten Wohngebietsgrößen fiel auf, dass sich diese weitgehend ähnelten, aber zum Teil auch signifikant voneinander unterschieden. Bei einem großen Datensatz ist es in der Regel das MKP, welches größere Flächen ergibt. Grund hierfür ist, dass das MKP alle, möglicherweise auch sporadisch besuchte Gebiete mit einbezieht, während diese bei der Kernel-Dichteschätzung nicht unbedingt berücksichtigt werden (Abb. 11 und Abb. 15 & 19, M151). Bei einem kleinen Datensatz neigt dagegen die Kernel-Methode dazu, die Wohngebietsgröße zu überschätzen, was sich auch in den größeren errechneten Wohngebieten bei kleiner Probengröße (Tab. 3, H280) widerspiegelt.

Da die zur Verfügung stehenden Vegetationsdaten für das Geografische Informationssystem (GIS) aus dem Jahr 1996 stammen (URL 7), muss die Analyse der Habitatnutzung kritisch betrachtet werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass keine anderen Waldbereiche hinzugekommen sind, sondern die Waldzerstörung vermutlich weiter fortgeschritten ist, wie es in dem Gebiet Tepuhueico durch den Bau des Hotels, der Fall war.

## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit wurden verschiedene Aspekte der Ökologie und Biologie des Darwin-Fuchses (*Pseudalopex fulvipes*) auf Chiloé, Chile untersucht. Der Lebensraum dieser Art wird zunehmend vom Menschen beeinträchtigt und zerstört, während geeignete Schutzmaßnahmen bis heute fehlen.

Ziel dieser Diplomarbeit war es, mit den ermittelten Ergebnissen einen Beitrag zur Erforschung, dem Schutz und der Erhaltung des Darwin-Fuchses zu leisten.

Grundlage der Untersuchung waren Telemetriedaten von insgesamt 15 Füchsen, die in drei unterschiedlichen Gebieten (Quilan, Lliuco und Tepuhueico) gefangen und mit Funkhalsbändern versehen wurden. Die genauen Aufenthaltsorte der Tiere konnten in einem Zeitraum von April 2003 bis Dezember 2004 ermittelt werden.

Mit Hilfe des Programms Arc View konnten mittels zweier unterschiedlicher Verfahren, dem Minimum-Konvex-Polygon und dem Kernel-Dichteschätzer, die Wohngebietsgrößen, Raumnutzungsflächen und Aktivitätszentren und deren Überlappungsbereiche berechnet, sowie die Habitatnutzung der Tiere nachgewiesen werden. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk auf mögliche Verhaltensunterschiede direkt anthropogen beeinflusster und nicht beeinflusster Tiere gelegt. Des Weiteren wurde auf geschlechts- und altersspezifische Unterschiede innerhalb der ermittelten Daten geprüft.

Anhand der Ergebnisse konnte bestätigt werden, dass anthropogene Einflüsse direkter und indirekter Art das Verhalten von Darwin-Füchsen in verschiedener Weise verändern. Die direkt anthropogen beeinflussten Tiere verringerten ihre Raumnutzungsflächen und Aktivitätszentren und ihre benachbarten Gebiete überlappten sich stärker, als diejenigen unbeeinflusster Füchse. Bei der Analyse der Habitatnutzung konnten keine gravierenden Unterschiede festgestellt werden. Geschlechts- und altersspezifische Unterschiede wurden nicht gefunden. Alle ermittelten und analysierten Daten bilden jedoch eine wichtige biologische Grundlage, die im Rahmen für die geplante Erstellung eines Erhaltung- und Schutzplanes für das Überleben des Darwin-Fuchses auf der Insel Chiloé, Chile, unerlässlich ist.

## 6. Literaturverzeichnis

- Adkins, CA, Scott, P (1998): Home range, movement and habitat associations of red foxes (*Vulpes vulpes*) in suburban Toronto, Ontario, Canada. *Journal of Zoology* **244**, No.3: 335-346
- Adler, GH & Levin, R (1994): The island syndrome in rodent population. *Quarterly Review of Biology* **69**: 473-490
- Aebischer, NJ & Robertson, PA (1993): Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* **74** (5): 1313-1325
- Anderson, DJ (1982): The home range: A new nonparametric estimation technique. *Ecology* **63**:103-112
- Bailey, JA (1984): Principles of wildlife management. Wiley-Liss, New York
- Block, WM & Brennan, LA (1993): The habitat concept in ornithology : Theory and applications. *Current Ornithology* **11**: 35-91
- Boulanger, JG & White, GC (1990): A comparison of home range estimators using Monte Carlo simulation. *Journal of Wildlife Management* **54**: 310-315.
- Burt, WH (1943): Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* **24**:346-352
- Crooks, KR, Scott, CA & Van Vuren, DH (2001): Exotic disease and an insular endemic carnivore, the island fox. *Biological Conservation* **98**: 55-60
- Davies, NB & Houston, AI (1984): Territory economics. In Krebs, J R & Davies, N B (Hrsg.) *Behavioural Ecology*, 2. Auflage Blackwell, Oxford
- Dekker, JA, Stein, A & Heitkönig, IMA (2001): A spatial analysis of a population of red fox (*Vulpes vulpes*) in the Dutch coastal dune area. *Journal of Zoology, London* **255**: 505-510
- Diercke Weltatlas (1988): Diercke Weltatlas. Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig
- Doncaster, CP, Dickman, CR & MacDonald, DW (1990): Feeding ecology of red foxes (*Vulpes vulpes*) in the City of Oxford. England, *Journal of Mammalogy* **71** (2): 188-194
- Eibl-Eibesfeldt, I. (1967). *Grundriss der vergleichenden Verhaltensforschung -Ethologie*. München, Piper.
- ESRI (Environmental System Research Institut) (1996). *Arc View GIS*. Readland, California
- Gloor, S, Bontadina, F, Hegglin, D, Deplazes, P & Breitenmoser, U (2001): The rise of urban fox populations in Switzerland. *Mammalian Biology* **66**: 155-164
- Harris, S, Cresswell, WJ, Forde, PG, Trewella, WJ, Wollart, T & Wray, S (1990): Home-range analysis using radio-tracking data: a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review* **20**: 97-123
- Hooge, PN & Eichenlaub, B (1997): *Animal Movement Analysis Extension ver. 1.1 to Arc View (3.1)*. Alaska biological science center. U.S. geological survey, Anchorage, AK, USA

- Jaksić, FM, Schlatter, RP & Yanez, JL (1980): Feeding ecology of central Chilean foxes, *Dusicyon culpaeus* and *Dusicyon griseus*. *Journal of Mammalogy* **61**(2): 254-260
- Jaksić, FM, Jiménez, JE, Medel, RG & Marquet, PA (1990): Habitat and diet of Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) on the Chilean mainland. *Journal of Mammalogy* **71**: 246-248
- Jimenez, EJ, Marquet, PA, Medel, RG & Jaksić, FM (1990): Comparative ecology of Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) in mainland and island settings of southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* **63**: 177-186
- Jimenez, EJ, Yanez, JL, Tabilo, EL & Jaksić, FM (1996): Niche-complementarity of South American foxes: reanalysis and test of a hypothesis. *Revista Chilena de Historia Natural* **69**:113-123
- Jimenez, JE (2000): Viability of endangered Darwin's Fox (*Pseudalopex fulvipes*): Assessing ecological factors in the last mainland population and its ecology on the island population, Progress Report for the Lincoln Park zoo neotropic fund, Chicago, Illinois, USA
- Jimenez, J & McMahon, E (2004) aus Sillero-Zubiri, C, Hoffmann, M & Macdonald, DW (eds.): Canids: foxes, wolves, jackals and dogs. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK + 430 pp
- Johnson, EJ & Franklin, WL (1994): Role of body size in the diets of sympatric gray and culpeo foxes. *Journal of Mammalogy* **75**(1): 163-174
- Kehl, H (2000): Conventional concepts of Nature and pragmatic conservation: irreconcilable differences? Evangelische Akademie, Iserlohn
- Kenward, R (1987): Wildlife radio tagging, equipment, field techniques and data analysis. Academic Press, London.
- Kenward, RE (1992): Quantity versus quality: programmed collection and analysis of radio-tracking data: In *Wildlife Telemetry*, Ellis Horwood Series, Imants, George Pirede, Susan Swift
- Kenward, RE (2001): A manual for Wildlife radio tagging. Academic Press, San Diego
- Krebs, JR & Davis, NB (1996): Einführung in die Verhaltensökologie. 3. Auflage, Blackwell Wissenschaft Verlag, Berlin, Oxford
- MacDonald, DW (1983): The ecology of carnivore social behaviour. *Nature* **301**: 379-384
- MacDonald, DW, Courtenay, O, Forbes, S & Mathews F (1999): The red fox (*Vulpes vulpes*) in Saudi Arabia: loose-knit groupings in the absence of territoriality. *Journal of Zoology*, London **249**: 383-391
- MacDonald, D (Hrsg.) (2001): Die große Enzyklopädie der Säugetiere. Könemann, Tandem Verlag, Königswinter
- MacDonald, DW & Sillero-Zubiri, C (2004): Biology and Conservation of Wild Canids, Oxford University Press, UK

- MacFadem Juarez, K & Marinho-Filho, J (2002): Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in Central Brazil. *Journal of Mammalogy* **83**(4):925-933
- MacFarland, D (1999): *Biologie des Verhaltens*. 2. Auflage, Spektrum, Gustav Fischer, Heidelberg, Berlin
- Marquiss, M & Newton, I (1981): A radio-tracking study of the ranging behaviour and dispersion of European Sparrowhawks *Accipiter nisus*. *Journal of Animal Ecology* **51**: 111-133
- McMahon, E, Fuller, TK & Johnson, WE (1999): *Ecología y conservación en los zorros simpátricos de Chile*. Progress report for SAG and CONAF, Temuco, Chile
- Medel, RG, Jiménez, JE, Jaksic, FM, Yáñez, JL & Armesto, JJ (1990): Discovery of a continental population of the rare Darwin's fox, *Dusicyon fulvipes* (Martin, 1837) in Chile. *Biological Conservation* **51**:71-77.
- Mühlenberg, M (1993): *Freilandökologie*. Stuttgart
- Newton, I (1979): *Population ecology of raptors*. T & A. D. Poyser, Berkhamsted
- Osgood, WH (1943): *The mammals of Chile*. Zoological Series 30, Field Museum of Natural History, Chicago
- Pflumm, W (1989): *Biologie der Säugetiere*. Parey Studentexte 66, Berlin und Hamburg
- Pouille, ML, Artois, M & Roeder, JJ (1994): Dynamics of spatial relationships among members of a fox group (*Vulpes vulpes*: Mammalia: Carnivora). *Journal of Zoology*, London **233**: 93-106
- Reichholf, J (1988): *Feuchtgebiete*. Mosaik Verlag GmbH, München
- Roemer, GW, Smith, DA, Garcelon, DK & Wayne, RK (2001): The behavioural ecology of the island fox (*Urocyon littoralis*). *Journal of Zoology* **255**, (1), 1-14
- Rose, MD & Polis, GA (1998): The distribution and abundance of coyotes: the effects of allochthonous food subsidies from the sea. *Ecology* **79**(3): 998-1007
- Ryser, A, von Wattenwyl, K, Ryser-Degiorgis, MP, Willis, C, Zimmermann, F & Breitenmoser, U (2004): *Luchsamsiedlung Nordostschweiz 2001-2003*. KORA Bericht Nr.22
- Samuel, MD, Pierce, DJ & Garton, EO (1985): Identifying areas of concentrated use within home range. *Journal of Animal Ecology* **54**: 711-719
- Sandell, M (1989): *The mating tactics and spacing behaviour of solitary carnivores*. *Carnivore behavior, ecology and evolution*, Gittleman, JL (Ed.). New York, Cornell University Press: 164-182
- Seaman, DE & Powell, RA (1996): An evaluation of the accuracy of kernel density estimator for home range analysis. *Ecology* **77**: 2075-2085
- Stamps, JA & Buechner M (1985): The territorial defense hypothesis and the ecology of insular vertebrates. *Quarterly Review of Biology*, Jun **60**(2):155-81

- Swihart, RK & Slade, NA (1985): Testing for independence of observations in animal movements. *Ecology* **66**, 1176-1184.
- Voigt, DR & MacDonald, DW (1984): Variation in the spatial and social behaviour of red fox, *Vulpes vulpes*. *Acta Zoologica Fennica* **171**: 261-265
- Van Winkle, W (1975): Comparison of several probabilistic home-range models. *Journal of Wildlife Management* **39**: 118-123
- White, GC & Garrott, RA (1990): *Analysis of Wildlife Radio-tracking data*. Academic Press, San Diego
- White, PCL, Saunders, G & Harris, St (1996): Spatio-temporal patterns of home range use by red foxes (*Vulpes vulpes*) in urban environments. *Journal of Animal Ecology* **65**: 121-125
- Wilson, EO (1992): *Ende der biologischen Vielfalt*. Spektrum-Verlag
- Worton, BL (1989): Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* **70**: 164-168
- Yahnke, Ch, Johnson, WE, Geffen, E & Smith, D (1996): Darwin's Fox: A distinct endangered species in a vanishing habitat. *Conservation Biology* **10**, No.2 April: 366-375
- Zabel, CJ & Taggart, SpT (1989): Shift in red fox, *Vulpes vulpes*, mating system associated with El Nino in the Bering Sea, *Animal Behaviour* **38**: 830-838

Angaben zu Internetquellen:

- URL 1a: [www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/710328](http://www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/710328) (28.05.2005)
- URL 1b: [www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/691534](http://www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/691534) (28.05.2005)
- URL 2: [www.foea.de/vbs/VBS\\_ZIEL/ZIEL\\_PVB.HTM](http://www.foea.de/vbs/VBS_ZIEL/ZIEL_PVB.HTM) (28.05.2005)
- URL 3: [de.wikipedia.org/wiki/H%C3%A4ngebr%C3%Bccke\\_Puente\\_Bicentenario\\_de\\_Chilo%C3%A9](http://de.wikipedia.org/wiki/H%C3%A4ngebr%C3%Bccke_Puente_Bicentenario_de_Chilo%C3%A9) (07.06.2005)
- URL 4: [de.wikipedia.org/wiki/Chilo%C3%A9](http://de.wikipedia.org/wiki/Chilo%C3%A9) (07.05.2005)
- URL 5: [en.wikipedia.org/wiki/Valdivian\\_temperate\\_rain\\_forests](http://en.wikipedia.org/wiki/Valdivian_temperate_rain_forests) (30.05.2005)
- URL 6: [www.greenpeace.at/uploads/media/Valdivia-Urwald.doc](http://www.greenpeace.at/uploads/media/Valdivia-Urwald.doc) (14.06.2005)
- URL 7: [www.bosquemodelochiloe.cl](http://www.bosquemodelochiloe.cl) (03.06.2005)
- URL 8: [www.ecostats.com/software/loas/loas/htm](http://www.ecostats.com/software/loas/loas/htm) (01.07.05)
- URL 9: [en.mimi.hu/gis/buffer.html](http://en.mimi.hu/gis/buffer.html) (01.07.2005)
- URL10: [en.mimi.hu/gis/intersect.html](http://en.mimi.hu/gis/intersect.html) (01.07.2005)
- URL 11: [de.wikipedia.org/wiki/Prim%C3%A4rwald](http://de.wikipedia.org/wiki/Prim%C3%A4rwald) (17.06.05)
- URL12: [www.wsl.ch/land/inventory/mireprot/besmos/moorbiotope/moorbiotope-de.html](http://www.wsl.ch/land/inventory/mireprot/besmos/moorbiotope/moorbiotope-de.html) (07.06.2005)
- URL 13: [www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/biologie/EG/oekologie/htm](http://www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/biologie/EG/oekologie/htm) (07.06.2005)
- URL 14: [www.sgim.ch/info/news/PN-22-Hantaviren.pdf](http://www.sgim.ch/info/news/PN-22-Hantaviren.pdf) (02.07.2005)

## 7. Danksagung

Ich danke **Dr. Ralf Wanker** für seine Bereitschaft meine Diplomarbeit zu betreuen und zu begutachten.

**Prof. Dr. Jörg Ganzhorn** danke ich dafür, dass er sich als Zweitgutachter zur Verfügung stellt.

### **Persönliches „Literaturdankeverzeichnis“: ich danke...**

**Alberti, Henning:** für seine Liebe, Geduld und seine Photoshop-Kenntnisse

**Briceno, Cristobal:** dem unordentlichsten und unorganisiertesten Tierarzt Südamerikas, aber perfekt im Umgang mit Tieren, für viel Spaß im terreno & laboratorio silvestres

**Eilers, Alexander & Hennig, Veit:** meine beiden Helden im Wissen des Geografischen-Informationen-Systems

**HGV:** für das Beisteuern eines Betrages zu den Fahrtkosten des 2. Chile-Aufenthaltes

**Hoeltvoeth, Kirsten & Schlieder, Brigitte:** ohne Euch hätte es nicht halb so viel Spaß gebracht, außerdem allein essen macht dick...danke für Eure Freundschaft...

**Jimenez, Jaime & Funk, Stephan:** für ihre Zustimmung meine Diplomarbeit über den niedlichsten Fuchs der Welt zu schreiben

**Killian, Annedore & Killian, Diether:** für ihre Unterstützung (nicht nur finanzieller Art), ihre Liebe und ihren Glauben an mich

**Killian, Tobias:** den ich zu jeder Tages- und Nachtzeit telefonisch mit PC-Problemen genervt habe, und es stimmt doch: der Computer hat ein Eigenleben

**Lazarov, Katina & Marquart, Anna:** die besten und kritischsten Korrekturleser, die man sich vorstellen kann, danke, dass ich mich immer auf Euch verlassen kann

**Leegwater, Eve:** die lustigste und hilfsbereiteste Engländerin, die auch im chilenischen Modder -10 Tage ohne Dusche- immer noch gut aus sah

**Leese, Janine & Nagel-Szillat, Kerstin:** die spontansten Helferinnen zu jeglicher Stunde

**Meyer-Lucht, Yvonne, Hennicke, Janos & Püttker, Thomas:** die lieben Ökologen, immer mit einem netten Wort und mit offenen Ohren und Rat zur Stelle

**Nessler, Stephan & Fromhage, Lutz:** für einige produktive Beiträge..., mittlerweile versteht ihr ja auch unseren norddeutschen Humor

**Sauter, Iris:** immer erreichbar und für spontanes Korrekturlesen einsetzbar

**Plath, Martin & Riesch, Rüdiger:** die Helden der Statistik, Sigma Plot& Sigma Stat

**Poschadel, Jens:** mir fehlen die Worte bzw. würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen ;)

**Wronski, Thorsten:** für seine ununterbrochene Hilfsbereitschaft

## 8. Abstract

This thesis addresses various ecological and biological parameters affecting the Darwin fox (*Pseudalopex fulvipes*) of Chiloé, Chile. Humans progressively affect and destroy the natural habitat of this species, aided by a lack of conservation measures. The aim of this research is to contribute to the investigation into the protection and conservation of the Darwin fox.

Telemetry data from 15 foxes in three different areas were collected from April 2003 to December 2004. These data were used to calculate home range size, habitat utilization, activity centres and their overlap using the Minimum Convex Polygon, the fixed Kernel method as well as the type of habitat used. In addition, differences in behaviour between groups affected or unaffected by humans were tested. Gender and age-specific differences were also investigated.

The research shows that anthropogenic influence changes the behaviour of the Darwin fox. Animals affected by humans minimised their habitat utilization and activity centres and their overlap was very high compared with unaffected groups. No significant differences between the different groups were registered in the type of habitat used, and in gender- and age-specific analyses. The results of the research provide an important biological basis for creating a conservation management plan to protect the Darwin fox and its natural habitat. This plan is essential for the survival of the Darwin fox on Chiloé Island, Chile.



Darwin's Fox Research & Conservation Project,

Chiloé Island, Chile

## 9. Acknowledgments

**I would like to thank for financing and supporting the Darwin fox project:**

- Darwin Initiative (DEFRA, Department for Environment, Food and Rural Affairs, UK)
- Zoological Society of London
- Universidad de Los Lagos
- Fundación Senda Darwin
- Comunidad de Conservación Ahuenco

I am grateful to Dr. Jaime Jimenez and Dr. Stephan Funk for their support and that they looked after me. I thank Eve Leegwater and Cristobal Briceno for helpful discussions and a good time in the field and Carlos Castillo for statistical advice.

## 10. Anhang

**Tabelle I.** Aktivitätszentren (K50) subadulter und adulter Darwin-Füchse (Nr. H = Fähe, M = Rüde)

Nr.	Alter	Gebiet	Aktivitätszentrum (ha)
H735	sad	Tepuhueico	5,49
M148	sad	Tepuhueico	1,94
M151	sad	Tepuhueico	7,56
H262	sad	Quilan	15,17
H754	sad	Lliuco	57,94
M124	ad	Tepuhueico	19,34
M577	ad	Lliuco	104,26
H147	ad	Tepuhueico	18,12
H755	ad	Lliuco	53,51
H280	ad	Quilan	98,19
H737	ad	Quilan	9,71
H739	ad	Quilan	28,55
M153	ad	Quilan	35,43
M363	ad	Quilan	16,77
H199	ad	Quilan	20,05

**Tabelle II.** Wohngebietsdaten der MKP- und K90-Methode und Aktivitätszentren des Fuchses H147 aus dem Gebiet Tepuhueico in unterschiedlichen Zeiträumen

Zeitraum	Lokalisationen	MKP (ha)	KHR 90(ha)	KHR 50 (ha)	Faktor H
Jan / Feb 03	73	250,83	60,26	11,73	144
April - Juli 03	66	68,91	30,79	5,80	75
Jan - Juli 03	139	257,41	67,41	18,12	112

**Tabelle III.** Überlappungsbereiche (ha) der Raumnutzungsflächen und der Aktivitätszentren der Darwin-Füchse aus dem Gebiet Quilan

Quilan								
Fuchs	K90	H199 (ha)	H262 (ha)	H280 (ha)	H737 (ha)	H739 (ha)	M153 (ha)	M363 (ha)
H199	152,82	xxx	49,95	28,45	-	35,85	21,01	-
H262	118,34	49,95	xxx	20,08	-	2,69	3,35	-
H280	313,21	28,45	20,08	xxx	44,98	112,83	152,52	106,31
H737	45,40	-	-	44,98	xxx	34,13	44,89	17,47

Fortsetzung Tabelle III.

<b>H739</b>	<b>208,39</b>	35,85	2,69	112,83	34,13	xxx	142,97	26,58
<b>M153</b>	<b>227,72</b>	21,01	3,35	152,52	44,89	142,97	xxx	46,33
<b>M363</b>	<b>112,43</b>	-	-	106,31	17,47	26,58	46,33	xxx
<b>Fuchs</b>	<b>K50</b>	<b>H199 (ha)</b>	<b>H262 (ha)</b>	<b>H280 (ha)</b>	<b>H737 (ha)</b>	<b>H739 (ha)</b>	<b>M153 (ha)</b>	<b>M363 (ha)</b>
<b>H199</b>	<b>20,05</b>	xxx	-	-	-	0,70	-	-
<b>H262</b>	<b>15,17</b>	-	xxx	-	-	-	-	-
<b>H280</b>	<b>98,19</b>	-	-	xxx	9,20	19,11	22,46	13,93
<b>H737</b>	<b>9,71</b>	-	-	9,20	xxx	2,49	3,12	-
<b>H739</b>	<b>28,55</b>	0,70	-	19,11	2,49	xxx	13,80	-
<b>M153</b>	<b>35,43</b>	-	-	22,46	3,12	13,80	xxx	0,06
<b>M363</b>	<b>16,77</b>	-	-	13,93	-	-	0,06	xxx

**Tabelle IV.** Überlappungsbereiche (ha) der Raumnutzungsflächen und der Aktivitätszentren der Darwin-Füchse aus dem Gebiet Lliuco

<b>Lliuco</b>				
<b>Fuchs</b>	<b>K90</b>	<b>H754 (ha)</b>	<b>H755 (ha)</b>	<b>M577 (ha)</b>
<b>H754</b>	<b>417,21</b>	xxx	166,59	291,72
<b>H755</b>	<b>470,25</b>	166,59	xxx	398,60
<b>M577</b>	<b>688,77</b>	291,72	398,60	xxx
<b>Fuchs</b>	<b>K50</b>	<b>H754 (ha)</b>	<b>H755 (ha)</b>	<b>M577 (ha)</b>
<b>H754</b>	<b>57,94</b>	xxx	-	-
<b>H755</b>	<b>53,51</b>	-	xxx	6,69
<b>M577</b>	<b>104,26</b>	-	6,69	xxx

**Tabelle V.** Überlappungsbereiche (ha) der Raumnutzungsflächen und der Aktivitätszentren der Darwin-Füchse aus dem Gebiet Tepuhueico

<b>Tepuhueico</b>					
<b>Fuchs</b>	<b>K90</b>	<b>H147 (ha)</b>	<b>H735 (ha)</b>	<b>M148 (ha)</b>	<b>M151 (ha)</b>
<b>H147</b>	<b>30,79</b>	xxx	17,46	13,24	18,32
<b>H735</b>	<b>22,06</b>	17,46	xxx	14,23	17,29
<b>M148</b>	<b>17,44</b>	13,24	14,23	xxx	16,68
<b>M151</b>	<b>31,35</b>	18,32	17,29	16,68	xxx
<b>Fuchs</b>	<b>K50</b>	<b>H147 (ha)</b>	<b>H735 (ha)</b>	<b>M148 (ha)</b>	<b>M151 (ha)</b>
<b>H147</b>	<b>5,80</b>	xxx	3,51	1,60	4,40
<b>H735</b>	<b>5,49</b>	3,51	xxx	1,34	3,64
<b>M148</b>	<b>1,94</b>	1,60	1,34	xxx	1,94
<b>M151</b>	<b>7,56</b>	4,40	3,64	1,94	xxx

## VI. Einstufungskategorien der IUCN (2001)

Quelle: MacDonald, D. (Hrsg.) 2001: Die große Enzyklopädie der Säugetiere, (Könemann, Tandem Verlag, Königswinter)

Cr – critically endangered, vom Aussterben bedroht: Es ist stark anzunehmen, dass das Taxon in unmittelbarer Zukunft in der freien Natur aussterben wird.

CR:C2a (ii)

**C.** Population size estimated to number fewer than 250 mature individuals and either:

**2.** A continuing decline, observed, projected, or inferred, in numbers of mature individuals AND at least

one of the following (a-b): Population structure in the form of one of the following:

(ii) at least 90% of mature individuals in one subpopulation.

## VII. Mann-Whitney U-Test

Unterschied der MKP der beeinflussten und unbeeinflussten Tiere ohne M151

unbeeinflusst: 300,300 (Median) 25% = 203,350 75% = 316,790

beeinflusst: 68,910 (Median) 25% = 65,752 75% = 97,403

T = 6,000 n(klein)= 3 n(groß)= 10 (**p = 0,014**)

## Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet und die den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Mit einer späteren Ausleihe dieser Arbeit bin ich einverstanden.

Hamburg, den 12.07.2005