

**Die Kreuzotter (*Vipera berus berus*, Linneus 1758) im  
Oberen Gailtal und Lesachtal: Ein Vergleich zweier  
Habitate und der genetischen Struktur**

**Diplomarbeit**

zur

Erlangung des Magistergrades

an der

Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Salzburg

Eingereicht von

Olivia ORTNER, BSc.

Betreut durch

Univ. Prof. Dr. A. Goldschmid

Salzburg 2005



Fotos: Olivia Ortner

Am Ende werden wir nur das bewahren, was wir lieben, wir werden nur das haben, was wir verstehen, und wir werden nur das verstehen, was man uns lehrt.

Baba Dioum, ein senegalesischer Naturschützer

<b>INHALTSVERZEICHNIS.....</b>	<b>1</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>4</b>
1.1 <b>Verbreitung und Bestandessituation der Kreuzotter (<i>Viper berus</i>).....</b>	<b>4</b>
1.2 <b>Ziele der Arbeit.....</b>	<b>5</b>
<b>2 UNTERSUCHUNGSGBIETE.....</b>	<b>7</b>
2.1 <b>Geologie.....</b>	<b>8</b>
2.2 <b>Klima im Gailtal.....</b>	<b>8</b>
2.3 <b>Zollner.....</b>	<b>9</b>
Nutzungsform und Vegetation	9
2.4 <b>Auf der Mussen.....</b>	<b>11</b>
Nutzungsform und Vegetation	12
<b>3 MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>14</b>
3.1 <b>Ökologische Charakterisierung des Fundortes.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete	14
3.1.2 Begehung der Untersuchungsgebiete	14
3.1.3 Temperatur des Fundortes	15
3.1.4 Koordinaten des Fundortes	15
3.1.5 Inclination	15
3.1.6 Habitatstrukturen	16
3.2 <b>Untersuchungen am Tier.....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Fangen der Tiere/Handling	17
3.2.2 Ermittlung des Gewichtes der Tiere	18
3.2.3 Individuelle Identifizierung	18
3.2.4.Ermittlung der Größe der Tiere	19
3.2.5 Geschlechterverhältnis	20
3.2.6 Melanistische Kreuzottern	20
3.2.7 Blutentnahme zur genetischen Untersuchung der Populationen	21
<b>4 ERGEBNISSE.....</b>	<b>23</b>
4.1 <b>Gesamtübersicht.....</b>	<b>23</b>
4.2 <b>Geschlechterverhältnis.....</b>	<b>24</b>
4.3 <b>Phänologie.....</b>	<b>26</b>
4.4 <b>Luft- und Bodentemperatur am Fundort.....</b>	<b>28</b>
4.4.1 Lufttemperatur	28
4.4.2 Bodentemperatur	29
4.5 <b>Höhe des Fundortes.....</b>	<b>29</b>
4.6 <b>Inclination des Fundortes.....</b>	<b>31</b>
4.7 <b>Exposition am Fundort.....</b>	<b>32</b>

<b>4.8 Größe und Gewicht der Tiere.....</b>	<b>33</b>
4.8.1 Größe	33
4.8.2 Gewicht	35
<b>4.9 Habitatstrukturen.....</b>	<b>37</b>
4.9.1 Mikrohabitatstrukturen	37
4.9.2 Makrohabitat	39
4.9.2.1 Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“	39
4.9.2.2 Untersuchungsgebiet „Zollner“	42
<b>4.10 Melanistische Kreuzottern.....</b>	<b>44</b>
4.10.1 Größe und Gewicht	45
4.10.2 Vegetationsformen	46
4.10.3 Mikrohabitat	46
<b>4.11 Genetische Untersuchungen der Populationen.....</b>	<b>47</b>
4.11.1 Genetische Variabilität der Populationen	48
4.11.2 Differenzierung der Populationen	50
<b>4.12 Andere Tierarten.....</b>	<b>50</b>
4.12.1 „Auf der Mussen“	51
Reptilien (Reptilia)	51
Säugetiere (Mammalia)	51
Vögel (Aves)	52
4.12.2 “Zollner”	53
Reptilien (Reptilia)	53
Amphibien (Amphibia)	53
Säugetiere (Mammalia)	53
Vögel (Aves)	54
<b>5 DISKUSSION.....</b>	<b>56</b>
5.1 Verbreitung von <i>Vipera berus</i> im Oberen Gailtal.....	56
5.2 Geschlechterverhältnis.....	57
5.3 Phänologie.....	58
5.4 Standortfaktoren am Fundort.....	59
5.4.1 Temperatur am Fundort	59
5.4.2 Höhe der Fundorte	59
5.4.3 Inclination und Exposition	60
5.5 Größe und Gewicht der Tiere.....	61
5.6 Habitatstrukturen.....	62
5.6.1 Mikrohabitat	62
5.6.2 Makrohabitat	63
5.7 Melanistische Kreuzottern.....	65
5.7.1 Geschlechterverhältnis	66
5.7.2 Größe und Gewicht	66
5.7.3 Vegetationsformen	67
5.7.4 Mikrohabitatstrukturen	67
5.8 Genetische Untersuchung der Populationen.....	67
5.8.1 Genetische Variabilität der Populationen	68

5.8.1 Differenzierung der Populationen	69
<b>6 ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>70</b>
<b>7 SUMMARY.....</b>	<b>71</b>
<b>8 DANK.....</b>	<b>72</b>
<b>10 LITERATUR .....</b>	<b>74</b>
<b>11 ANHANG.....</b>	<b>82</b>
<b>11.1 Verbreitungskarte der Population „Auf der Mussen“.....</b>	<b>83</b>
<b>11.2 Verbreitungskarte der Population „Zollner“ .....</b>	<b>84</b>

# 1 EINLEITUNG:

## 1.1 Verbreitung und Bestandessituation der Kreuzotter (*Vipera berus*)

Die Kreuzotter (*Vipera berus*) stellt eine der am weitesten verbreiteten Schlangenarten Europas dar (VÖLKL et al. , 2002 ; SCHIEMENZ , 1985). Sie besiedelt sogar das größte Verbreitungsgebiet aller Schlangen überhaupt. Es reicht vom äußeren Westen Großbritanniens und Frankreichs bis zur russischen Insel Sachalin im fernen Osten. In Europa reicht die Nord-Süd-Ausdehnung des Areals von Lappland und Nordkarelien im Norden (69° 10' N) bis nach Griechenland im Süden (VÖLKL et al. , 2002). Die Kreuzotter fehlt allerdings auf der Iberischen- und Apenninenhalbinsel. Bedeutende Verbreitungslücken bestehen auch in Mittel- und Südfrankreich, Mitteldeutschland sowie im Karpatenbecken (CABELA et al. , 2001). In weiten Teilen ihres Areals wurde in den letzten Jahrzehnten ein ständiger Rückgang beobachtet; die Kreuzotter gilt in Europas vielerorts als bedroht (BLAB et al. , 1984 ; HONEGGER , 1981). Seit den frühen 80er Jahren des letzten Jahrhunderts erschienen nahezu 200 neue Forschungsarbeiten über die Kreuzotter, das heißt die Literatur hat sich in diesem Zeitraum mehr als verdoppelt. Viele dieser Untersuchungen behandeln ökologische Themen (VÖLKL , 2002).

Die faunistische Grundlagenforschung erhält in Verbindung mit der massiven Veränderung unserer Umwelt einen zunehmend wichtigen Stellenwert. Sowohl die Übernützung natürlicher Ressourcen als auch der Schadstoffeintrag in terrestrische und aquatische Ökosysteme haben vieler Orts zu negativen Bestandesveränderungen der Fauna und Flora bis hin zum Verschwinden vieler Arten und Unterarten geführt (CABELA , 2001). Um eine bedrohte Tierart schützen zu können, müssen also möglichst umfangreiche Kenntnisse über die Biologie dieser Art, die Nutzung des zur Verfügung stehenden Raumes, die Populationsdichte und im besten Fall auch über die genetische Struktur der Populationen vorliegen. Nur so können artgerechte Schutzkonzepte erstellt werden (SCHWARZ , 1997).

In Österreich ist die Kreuzotter weit verbreitet. Sie kommt in allen Bundesländern, außer im Burgenland und in Wien vor, wobei der Alpenraum und das Granithochland das Kerngebiet ihrer Verbreitung bilden. *V. berus* kommt vorwiegend in Gebieten mit Jahreswärmesummen unter 90°C und mittleren Jahresniederschlagsmengen über 900 mm vor, wobei ihre Fundorte mehrheitlich außerhalb der sommerheißen kontinentalen Klimabereichen und in waldreichen Gebieten liegen (CABELA et al. , 2001). Trotzdem ist *V. berus* keine eigentliche Waldart (VÖLKL et al. , 2002). Die Kreuzotter ist in Österreich als kühl adaptierte Art typischerweise ein Bewohner der mittelmontanen bis hinauf in die hochsubalpine Höhenstufe. Die in der älteren Literatur reichhaltige Fundortdokumentation im Bereich der unteren

Verbreitungsgrenze der Kreuzotter (Klagenfurter Becken, Voralpenraum) deutet auf Arealrückgänge hin (CABELA et al. , 2001).

In Kärnten ist die Kreuzotter aus dem Gailtal, dem Lesach-, Drau-, Möll-, Lieser- und Maltatal bekannt, wo sie aber in der Regel die Talböden nicht bewohnt (PUSCHNIG , 1913; REISINGER , 1960; WERNER , 1926). Lediglich aus dem Gailtal liegen Meldungen von Fundorthöhen zwischen 550 m und 700 m vor (SCHWEIGER , 1957). In den Hohen Tauern wurde die Kreuzotter in der Ankogel-, Hafner-, Reißeck- und Kreuzeckgruppe gefunden. Die Besiedlungsschwerpunkte liegen im Gebiet der Reißeckgruppe, der Nockberge und der Turrach, in den Karnischen Alpen und im östlichen Teil der Karawanken. Verbreitungslücken bestehen im Nordosten, wo die Kreuzotter im Gebiet der Saualpe (mit Ausnahme zweier Fundmeldungen) und der Kor- und Packalpe genauso wenig vorkommt, wie in den gesamten Steirischen Randalpen und den Gurktaler Alpen (CABELA et al. , 1992).

## 1.2 Ziele der Arbeit

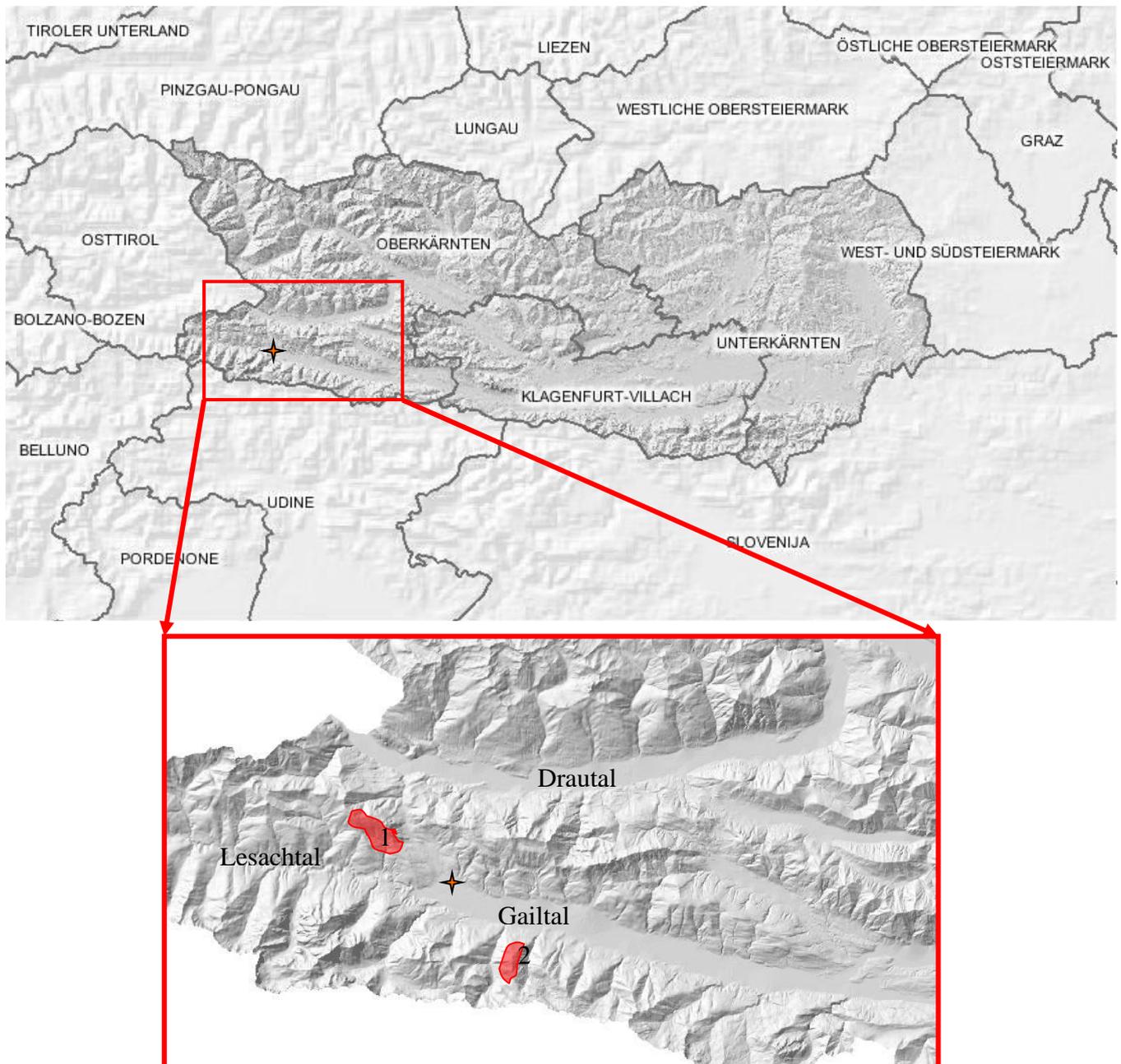
Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden zwei *Viper berus* - Populationen, eine im Lesachtal und die andere im oberen Gailtal (Kärnten), über einen Zeitraum von 6 (Mai - Oktober 2004) beziehungsweise 5 (Juni – Oktober 2004) Monaten untersucht. Das Ziel dieser Arbeit war es, vorwiegend Daten zu folgenden Punkten zu sammeln:

- Informationen über die Ökologie der beiden subalpinen Populationen, wie der Inclination, Exposition, Höhenlage und Temperatur der Fundpunkte zu erhalten.
- Die Habitatstrukturen und Habitatnutzung der Tiere sollte untersucht werden. Welche Gebiete, beziehungsweise welche Vegetationsstrukturen, werden bevorzugt genutzt?
- Es sollte auch der Anteil von melanistischen Tieren an der gesamten Population ermittelt werden. Zusätzlich wurde mit Hilfe der Verbreitungskarten, die mit dem Computerprogramm ArcGis 9 (Environmental Systems Research Institute, Inc. ESRI, Redlands, California) erstellt wurden , für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ ermittelt, ob es eventuell Habitatpräferenzen (Vegetationsformen) oder die Bevorzugung eines bestimmten Untergrundes gibt, die sich auf Grund der Färbung der Tiere ergeben könnten. Des Weiteren wurde der Frage, ob melanistische Tiere in den Untersuchungsgebieten größer und schwerer werden, als ihre normal gefärbten Artgenossen, nachgegangen. Auch das Geschlechterverhältnis innerhalb der melanistischen Tieren wurde bestimmt.
- Die Größenklassenverteilung und Struktur der Populationen sollten untersucht werden.

- Die beiden Populationen sollten mit Hilfe von Blutproben und einer Mikrosatellitenanalyse genetisch untersucht werden. Handelt es sich um isolierte Populationen, in denen es bereits zu Inzuchterscheinungen kommt? Wie weit sind diese beiden Populationen genetisch voneinander entfernt?

## 2 UNTERSUCHUNGSGEBIETE

Beide Untersuchungsgebiete, sowohl das Gebiet „Auf der Mussen“ als auch das Gebiet „Zollner“, befinden sich im Südwesten Kärntens, im Kärntner Teil des Lesachtals bzw. im oberen Gailtal, und sind etwa 13 km Luftlinie voneinander entfernt. Die Mussen liegt auf der Nordseite des unteren Lesachtals, in den Lienzer Dolomiten, und ist großteils nach Süden exponiert. Der Zollner befindet sich auf der Südseite des oberen Gailtales, in den Karnischen Alpen, mit einer vorwiegend nördlichen Exposition (NW, NO) (digitale Austrian Map).



**Abb. 2.1:** Lage der Untersuchungsgebiete (1 = „Auf der Mussen“; 2 = „Zollner“) im Oberen Gailtal, Kärnten. ✦ = Lage der Ortschaft Kötschach-Mauthen.

**Fig. 2.1:** Geographic position of the study sites (1 = “Auf der Mussen; 2 = “Zollner”) in the upper Gailtal, Carinthia. ✦ = Position of the village Kötschach-Mauthen.

## 2.1 Geologie

Geographisch gesehen gehören die **Karnischen Alpen** zwar zu den südlichen Kalkalpen, besitzen aber eine äußerst vielfältige Gesteinszusammensetzung, wie man sie in solcher Art auf engstem Raum kaum anderswo feststellen kann. In diesem Gebirgszug lagern sich Gesteinsschichten aus dem Paläozoikum (Silur bis Perm) über das Mesozoikum (Trias bis Kreide) bis hinauf ins Tertiär übereinander. Diese Mannigfaltigkeit an Gesteinen ist auch eine Grundlage sowohl für die verschiedensten hier auftretenden Bergformen, als auch für eine dermaßen abwechslungsreiche Pflanzenwelt in diesem Gebirgszug. In der Hauptkette der Karnischen Alpen lassen sich zwei Schichten feststellen: Eine untere aus Silur, Devon und Unterkarbon und eine obere aus Oberkarbon, Perm und Trias. Der Kern des Gebirges ist von Brüchen umgeben und vielfach zerschnitten. Im westlichen Teil überwiegen die altpaläozoischen Schiefer, während im Osten immer häufiger paläozoische Kalke auftreten.

Die Gailtaler Alpen mit den **Lienzer Dolomiten** sind geologisch einfacher aufgebaut. Durch den Gailbruch scharf von den paläozoischen Karnischen Alpen getrennt, überwiegen hier die mesozoischen Triaskalke. Im Lesachtal lagern sich den Lienzer Dolomiten im Süden Bergkuppen aus Schiefergneisen und Glimmerschiefern und die roten Laasschichten auf der Röthen bei Kötschach vor (RONACHER, 1992).

## 2.2 Klima im Gailtal

Klimatisch nimmt das Gebiet des Gailtales eine Sonderstellung ein. Bedingt wird dies einerseits durch die Gebirgslage, andererseits durch die Nähe zur Oberitalienischen Tiefebene und der Adria. Dadurch nähert sich das Klima in höhern Lagen ozeanischen Werten, während das Talklima – vor allem in tieferen Lagen – mit heißen Sommern und kalten Wintern als eher kontinental bezeichnet werden kann. Charakteristisch für die Wintermonate ist in diesem Gebiet die „Temperaturumkehr“ (Inversion). Die Temperatur nimmt auf 100 m Höhe um etwa 1 Grad zu. Erst ab einer Höhe von 1500 m kann man eine Trendumkehr beobachten.

Auch bei der Verteilung der jahreszeitlichen Niederschläge nimmt der Karnische Raum innerhalb Österreichs eine Sonderstellung ein. Der Karnische Kamm, und hier vor allem das Nassfeld, zählt mit einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von über 2500 mm zu den niederschlagsreichsten Gebieten der Alpen und Europas. Der im Regenschatten gelegene Talboden hingegen empfängt im Jahr nur etwa die Hälfte an Niederschlag. In den Gailtaler Alpen, der zweiten „Auffangstelle“ der von Süden kommenden Niederschläge, steigt die Niederschlagsmenge wieder auf 2000 mm. Infolge mediterraner Klimaeinflüsse fallen

im Gailtal die meisten Niederschläge im Spätherbst und Winter. Die Sommermonate sind verhältnismäßig niederschlagsarm, bedingt durch die Wetterscheide der Hohen Tauern im Norden, welche die vom Atlantik kommenden Niederschläge weitgehend abfangen. Daher liegt die Sonnenscheindauer in diesem Gebiet trotz des Niederschlagsreichtums etwa 5 – 10 % über den Durchschnitt der Ostalpen (RONACHER , 1992).

### 2.3 Zollner

Das Untersuchungsgebiet „Zollner“ befindet sich in den Karnischen Alpen. Es liegt zwischen der Eggelealm und der Rosneralm, um die „Zollner Höhe“ herum, und zählt zu den Gemeinden Dellach im Gailtal und Kötschach-Mauthen. Das Untersuchungsgebiet beginnt etwas unterhalb der natürlichen Waldgrenze auf einer Seehöhe von etwa 1600 m. Die höchste Stelle bildet die „Zollner Höhe“ mit einer Seehöhe von 1930 m (digitale Austrian Map).

#### ***Nutzungsform und Vegetation:***

Im Gegensatz zum Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wird dieses Gebiet beweidet. Hierbei handelt es sich um eine gemischte Alm, die mit Milchvieh, Glatvieh, Schafen, Ziegen und auch Pferden bestückt ist. Der Almauftrieb erfolgte im Untersuchungsjahr zwischen dem 08.06. und 19. 06.2004 , wobei die Pferde, Schafe und das Jungvieh zuerst und die Milchkühe zuletzt aufgetrieben wurden. Der Almabtrieb erfolgte zwischen dem 12.09 und dem 18.09.2004. Folgende Stückzahlen (Tabelle 2.1) wurden insgesamt aufgetrieben (GRÜNWALD mündlich):

Kategorie	Stückzahl
Milchkühe	35
Glatvieh	149
Pferde	27
Schafe und Ziegen	150

**Tabelle 2.1:** Bestückung der Zollneralm im Sommer 2004.

**Table 2.1:** Stock of the Zollneralm, summer 2004.

Die vorherrschenden Vegetationsformen in diesem Gebiet sind Weiderasen über Karbonat- und Silikatgestein, sowie das Grünerlen- und subalpine Weidengebüsch und Zwergstrauchgesellschaften.

Über Silikatgestein findet sich in diesem Gebiet der Bürstling-Weiderasen (Aveno-Nardetum s.l.), ein Magerrasen mit einer floristisch sehr gleichförmigen Zusammensetzung, welche durch die ständige Auslese durch Beweidung herbeigeführt wurde. Wenn die Hangneigung zunimmt, werden häufig auch Mosaik

mit den Zwergstrauchgesellschaften ausgebildet. Bei den sogenannten „Viehgangeln“ werden die Leistenflächen von Alpenrosen bestanden, während der Bürstlingrasen die Tritflächen bedeckt. Über Karbonatgestein findet sich oftmals der Blaugras-Horstseggenrasen (*Seslerio-Semperviretum*), der jedoch allgemein eine große ökologische Amplitude besitzt und auch in der Lage ist, Böden mit schwach saurer bis neutraler Reaktion zu besiedeln. Die langanhaltende Nutzung durch Beweidung resultiert ohne Zweifel in einer Änderung der Artenzusammensetzung und einer Einschleppung von Arten aus anderen Gesellschaften.

Zu den auch im Untersuchungsgebiet vertretenen Zwergstrauchgesellschaften auf Silikat zählt die Alpenrosen-Heidelbeerheide. Hier herrschen die Arten *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus* vor. Das echte, geschlossene Rhododendretum ist ein Zeiger für sichere und langandauernde Schneebedeckung. Es können mehrere Varianten unterschieden werden: Auf Schattenstandorten mit zusätzlich *Salix hastata* in der Strauchschicht, auf Sonnseiten mit zusätzlich *Calluna vulgaris* und *Juniperus communis* ssp. *alpina*. Durch den Viehtritt entsteht ein Mosaik von Zwergstrauch- und Rasengesellschaften.

Das Grünerlengebüsch hat seine Primärstandorte an den Ufersäumen von Bächen und an anderen feuchten Standorten. Dabei werden nordexponierte Hänge sowie im Schatten liegende Steilhänge bevorzugt. Auf Karbonatgestein ersetzen Weidengebüsche weitgehend die auf Silikat verbreiteten Grünerlenfluren. Eine Buschgesellschaft aus *Salix waldsteiniana*, *S. glabra* und *S. appendiculata* findet kleinflächig auf karbonatischen Untergrund Verbreitung (HARTL et al. , 2001).



**Abb. 2.2:** Blick über einen Teil des Untersuchungsgebietes „Zollner“ im Richtung Süden mit der hier vorherrschenden Vegetationsform Rhododendro-Vaccinietum und einem Teil des Grünerlengebüsches im Vordergrund (Foto: Olivia Ortner).

**Fig 2.2:** View over a part of the study site “Zollner” in southern direction with Rhododendro-Vaccinietum and *Alnus viridis* in the foreground (Photo: Olivia Ortner).

## 2.4 Auf der Mussen

Beim zweiten Untersuchungsgebiet "Auf der Mussen" handelt es sich um ein Naturschutz- und Natura 2000 Gebiet, welches am Beginn des Lesachtals westlich von Kötschach – Mauthen gelegen ist. Es befindet sich im östlichen Teil des Tales auf der orographisch linken Gailseite, in einer Höhenlage zwischen etwa 1.500 und 2.038 m, oberhalb der Ortschaft St Jakob und westlich des Gailbergsattels. Der Mussenstock zählt zu den Lienzer Dolomiten und bildet den östlichen Eckpfeiler dieses Gebirgszuges. Das Lesachtal nimmt geologisch eine Sonderstellung ein. Es verläuft, wie auch das Gailtal, entlang der periadriatischen Naht, welche, wie bereits erwähnt, tektonisch gesehen die Bewegungen der Alpen nach Süden und nach Norden trennt. Es werden die mesozoischen Kalke und Dolomite, die sich im Norden befinden, von den paläozoischen Schiefern und Gneisen im Süden getrennt (LAZAR , 2002 a).

Mit seiner Lage im Lesachtal weist das Naturschutzgebiet Mussen einige Klimazüge auf, die innerhalb Österreichs einzigartig sind. Dies kommt nicht zuletzt, genauso wie im Gailtal, von der Position des Gebietes südlich des Alpenhauptkammes und der damit verbundenen erhöhten Exposition gegenüber Störungseinflüssen aus dem Mittelmeerraum. Die der Mussen vorgelagerten Gebirgszüge, wie etwa die Karnischen Alpen, können Staueffekte nur mindern. Daher sind Starkniederschläge ein wichtiger Charakterzug dieses Gebietes. Des weiteren ist eine große Variabilität der Niederschläge speziell im Winterhalbjahr, sowie eine relative Nebelarmut im Vergleich zum unteren Gailtal und recht günstige Durchlüftungsverhältnisse zusammenhängend mit dem ausgeprägten Berg-Tal-Windsystem und eine günstige Sonnenscheindauer kennzeichnend. Der relativ flach ausgeprägte Jahresgang der Sonnenscheindauer hat sein Maximum im September, worauf relativ bald das Minimum im November folgt, was sich auf den verstärkten Störungseinfluss von Tiefdruckereignissen aus dem Mittelmeerraum zurückführen lässt (LAZAR , 2002 b).

Bezüglich der Bewölkung kann man sagen, dass sich im Durchschnitt das Maximum der Bewölkung im Frühjahr und Sommer, das Minimum in Herbst befindet, wobei es im November ein Sekundärmaximum gibt. Eine derartige Novemberbewölkung sowie die Verteilung der Niederschläge sind in Österreich einzigartig. Der Talraum des Lesachtals zeichnet sich durch eine Nebelarmut aus, die auf eine gute Durchlüftung durch ein ausgeprägtes Talwindsystem zurückzuführen ist. Der Jahresgang der Niederschläge im Untersuchungsgebiet ist durch ein zweigipfeliges Maximum (Hauptmaximum im Oktober mit 1500 mm, Nebenmaximum im Juli mit 1400 mm) sowie ein Minimum im Jänner mit 720 mm gekennzeichnet. In Kornat (Lesachtal) beträgt die Jahressumme der Niederschläge 1431 mm, wobei man für die Mussen bei einem geschätzten Gradienten von ca. 50 mm pro 100 Höhenmeter etwa 2000 mm schätzen kann (LAZAR , 2002 b).

### ***Nutzungsform und Vegetation:***

Die im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ vorherrschende Nutzungsform ist die Bergmahd. Auf Grund der Wasserknappheit wird nur ein kleiner, tiefer gelegener Teil dieses Gebietes beweidet. Zweifellos gehören Bergmäher zu den bedeutendsten Trägern der Biodiversität im Lesachtal (MATOUCH et al. , 2000). Die Bergwiesen werden nur jedes zweite Jahr gemäht. Das Schema der Mahd „Auf der Mussen“ ist die sogenannte Rotationsmahd. Dabei werden verschiedene Parzellen jeweils alternierend jedes zweite Jahr gemäht. Ab 1.600 m ist die Futterwüchsigkeit oft so gering, dass die zwischengeschalteten Jahre der Nutzungsruhe zur Erholung der Grasnarbe notwendig sind, damit sie eine mit der Sense mähbare Wuchshöhe erreichen (KOMPOSCH , 2002 ). In der jahrhundertelangen Nutzungsgeschichte solcher Bergmäher entwickelten sich vor allem spezielle Ausbildungen des Goldschwingelrasens, die zusammen mit ihren Kontaktgesellschaften durch südalpine Einstrahlungen (Bsp. *Paradisia liliastrum*) bereichert und besonders artenreich sind (HARTL , 1970).

Die meist recht beschwerliche Bewirtschaftung der Bergmäher führte bereits in den 1960er Jahren vielerorts zur Aufgabe der Mahd. Nur in einigen wenigen Gebieten in Kärnten, darunter auch auf der Mussen, existiert noch heute, auf Grund der guten Zusammenarbeit zwischen Naturschutz und Bewirtschaftern, die traditionelle Bergmahd (PETUTSCHNIG et al. , 2002). Bergmäher gehören zu den artenreichsten und gleichzeitig gefährdetsten Pflanzengesellschaften Mitteleuropas und Bergmäherbrachen weisen eine im Durchschnitt um 10%, in manchen Fällen sogar um 20%, artenärmere Pflanzengesellschaften auf (MATOUCH et al. , 2000). Deshalb wurde bereits in den 1980er Jahren einen Landschaftspflegeplan erstellt und Verträge mit den Grundeigentümern abgeschlossen, die eine extensive Bewirtschaftung in diesem Gebiet auch weiterhin gewährleisten. Durch diese Bewirtschaftungsform besteht die Möglichkeit einer langfristigen Sicherung der einzigartigen und gefährdeten Tier- und Pflanzenwelt , die sich im Laufe der letzten 1000 Jahre an diese konstanten Eingriffe des Menschen so angepasst hat, dass ihr Überleben unmittelbar an die Aufrechterhaltung der traditionellen Mahd gebunden ist (PETUTSCHNIG et al. , 2002).

Die Mussen beherbergt eine Reihe verschiedener Vegetationseinheiten. Kennzeichnend für das knapp vier Quadratkilometer große Almgebiet sind die subalpinen und alpinen Rasengesellschaften, die sich von 1.400 bis über 2.000 m Seehöhe erstrecken. Dabei nehmen die durch die Mahd entstandenen und sich unterhalb der natürlichen Waldgrenze befindenden Goldschwingelrasen rund ein Viertel des gesamten Gebietes ein. Pflanzengesellschaften, die eher kleinflächig und mosaikartig auftreten sind jene des Polsterseggenrasen, der Blaugras-Horstseggenhalde oder jene der Herzblättrigen Kugelblume. Vielfach sind sie jedoch nicht in ihrer typischen Artengarnitur entwickelt und deshalb schwer zu erfassen und

zu unterscheiden. Ein Grund für die wenig charakteristische Ausbildung einiger Pflanzengesellschaften liegt sowohl in der Kleinräumigkeit als auch in der engen Verzahnung mit andern Gesellschaften, aus denen einzelne Pflanzenarten immer wieder eindringen. Entlang der flachgründigen und schuttreichen Wege und „Blaiken“ (Hangrutschungen) existieren Gesellschaften, die auf Grund der hohen Strukturiertheit eine Vielzahl von Kleinstlebensräumen aufweisen, welche wiederum Mitursache für die hohe Artenvielfalt sind (THEISS , 2002).



**Abb. 2.3:** Blick vom Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ mit den großflächigen Bergmahdflächen nach Süd-Osten in Richtung Gailtal und Karnische Alpen (Foto: Olivia Ortner).

**Fig. 2.3:** View over the study site “Auf der Mussen” in the direction of the Gailtal and the Carnic Alps (Photo: Olivia Ortner).

### **3. MATERIAL UND METHODEN:**

#### **3.1 Ökologische Charakterisierung des Fundorts:**

##### **3.1.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete:**

Die Auswahl der beiden Untersuchungsgebiete erfolgte subjektiv, auf Grund der Kenntnis beider Gebiete. Dadurch konnte die Zeit für die Erkundung der Untersuchungsgebiete weitestgehend minimiert werden. Auch das sichere Vorkommen der zu untersuchenden Tierart und die relativ leichten Zugänglichkeit (die Anfahrt mit einem Fahrzeug ist möglich) beider Untersuchungsgebiete waren wichtige Auswahlkriterien. Die Unterschiede in der Größe der beiden Untersuchungsgebiete haben praktische Gründe. Die Abgrenzung im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wurde auf Grund bestimmter Geländestrukturen (Exposition und Inclination) sowie durch Vegetationsformen, die sich für eine Abgrenzung angeboten haben, durchgeführt. Die Größe des Untersuchungsgebietes beträgt hier 211 ha. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ wurde die Abgrenzung ebenfalls durch sich anbietende Gelände- und Vegetationsstrukturen vorgenommen. Das ganze Almgebiet „Zollner“ hat eine Fläche von etwa 335 ha, die aber teilweise recht zerklüftet und von großen, eintönigen Weideflächen durchzogen sind. Um ein zusammenhängendes Gebiet zu erhalten, in dem die nötigen Untersuchungen praktikabel durchzuführen waren, wurde hier ein Gebiet um die „Zollnerhöhe“ herum ausgewählt, das eine Gesamtfläche von 11 ha aufwies. Das Untersuchungsgebiet befindet sich im nördlichen Teil des Almgebietes, zum Gailtal hin gelegen.

Beide Untersuchungsgebiete wurden nochmals unterteilt und in regelmäßigen Abständen begangen. Zusätzlich wurden auch noch die an den Zollner angrenzenden Almgebiete, wie die Bischof Alm, Frondell Alm, Brugger Alm sowie die Mauthner Alm, die sich in den Karnischen Alpen weiter westlich befinden, im Laufe des Sommers 2004 aufgesucht, um festzustellen, ob auch hier *V. berus* vorkommt.

##### **3.1.2 Begehung der Untersuchungsgebiete:**

Mit dem Begehen der Untersuchungsgebiete konnte „Auf der Mussen“ auf Grund der Lage (Exposition) und der Schneeverhältnisse bereits früher begonnen werden als auf dem „Zollner“. Die späten Schneefälle noch im April ermöglichten die erste Begehung des Untersuchungsgebietes „Auf der Mussen“ trotzdem erst am 09. Mai 2004. Die erste Begehung des Untersuchungsgebietes „Zollner“ war erst rund einen Monat später, am 10. Juni 2004, möglich. Im Zeitraum von Mai bis Ende Juni erfolgten die Begehungen jeweils nur an den Wochenenden (Donnerstag – Sonntag), ab Juli wurden die Untersuchungsgebiete bei nicht regnerischer Witterung dann abwechselnd jeden zweiten Tag begangen. Während der intensivsten Zeit der Mahd

(etwa 14 Tage Ende Juli 2004) im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wurden die Begehungen auf die von der Mahd ungestörten Gebiete beschränkt um die notwendigen Untersuchungen trotzdem in Ruhe durchführen zu können. Die letzte Begehung erfolgte „Auf der Mussen“ am 24. 10. 2004, auf dem „Zollner“ bereits am 07.10.2004, da die Zufahrt ab Mitte September auf Grund von Forstarbeiten beeinträchtigt wurde.

Die Begehungen wurden in beiden Untersuchungsgebieten an den verschiedensten Tageszeiten durchgeführt, jedoch nur sehr selten vor 8.00 morgens und nach 19.00 am Abend. Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wurden im August auch 2 Nachtbegehungen durchgeführt, da die Tiere bei adäquaten Temperaturen auch Nachtaktivität zeigen (SCHIEMENZ , 1985), die jedoch kein Ergebnis erbrachten. Die Begehungen erfolgten bei jeder Witterung, außer direkt bei regnerischem Wetter.

### **3.1.3 Temperatur des Fundortes:**

Bei jedem Fang, sowie bei jeder Sichtung einer Kreuzotter im Untersuchungsgebiet, wurde die Luft- sowie die Bodentemperatur am Fundort mit Hilfe eines elektrischen Thermometers der Firma „Roth“ festgestellt. Die Lufttemperatur wurde dabei im Schatten in einer Höhe von 1 m über dem Boden gemessen. Die Bodentemperatur wurde ebenfalls im Schatten (durch den Körper erzeugt), direkt auf dem Boden am Fundort des Tieres ermittelt.

### **3.1.4 Koordinaten des Fundortes:**

Bei jedem Fang, bei jeder Sichtung und auch bei jedem Fund eines Natternhemdes wurden die Koordinaten der Fundstelle mit Hilfe eines GPS der Marke „Etrex“ der Firma „Garmin“ eingemessen und abgespeichert. Diese Koordinaten dienen dazu, Verbreitungskarten für die beiden Untersuchungsgebiete zu erstellen, mit deren Hilfe man eventuell vorhandene, unterschiedliche Habitatpräferenzen der verschiedenen Größenklassen, sowie eventuell vorhandene Unterschieden in der Verbreitung von melanistischen und normal gefärbten Tieren feststellen kann.

Auch die Exposition und die Höhe des Fundpunktes wurden mittels GPS festgestellt und notiert um auch in diesem Fall Aussagen über eventuell vorhandene spezielle Präferenzen machen zu können. Die Exposition wurde durch S, SW, SO, N, NW, NO, O oder W definiert, die Höhenstufen wurden für die Auswertung in jeweils 50-Höhenmeter-Schritte eingeteilt.

### **3.1.5 Inclination:**

Die Hangneigung wurde mit Hilfe eines sogenannten „Neigungsmessers“ ermittelt. Zu diesem Zweck wird das Gerät in Richtung des Hanges senkrecht auf den Boden aufgelegt. Bei zu großer Unebenheit des Untergrundes wird ein Stock oder ein

anderer, länglicher Gegenstand zur Verlängerung auf den Hang aufgelegt. Darauf wird dann der Neigungsmesser platziert, um eine größere Genauigkeit der Messung zu erreichen. Die Neigung des Hanges kann bis auf 1° genau abgelesen werden. Bei der Auswertung wurde die Hangneigung jeweils in 5°-Schritte eingeteilt.

### 3.1.6 Habitatstrukturen:

Ob sich ein Habitat als Kreuzotterlebensraum eignet, hängt stark davon ab, ob bestimmte Strukturelemente vorhanden sind, die oft die entscheidenden Mikrohabitate für die Tiere bilden (VÖLKL et al. , 2002). Deshalb wurden bei dieser Untersuchung in beiden Gebieten bestimmte, für Mikro- und Makrohabitate wichtige, Strukturen berücksichtigt und aufgenommen. Die Aufzeichnung der Strukturen erfolgte in einem Radius von 5 m für Mikrohabitatstrukturen, für die Makrohabitatstrukturen wurde der Radius etwa auf 10 m ausgedehnt. Auch Mehrfachantworten waren natürlich möglich, wenn das Tier in der Nähe von mehreren Strukturelementen angetroffen wurde.

Folgende Mikrohabitatstrukturen wurden aufgenommen (Auswahl nach VÖLKL et al. , 2002):

- **Humus/Rohhumus:** Dient den Tieren als Sonnenplatz, da sich der dunkle, organische Untergrund schnell erwärmt.
- **Altgras:** Kann vor allem im Frühling die selbe Funktion wie dunkler organischer Untergrund erfüllen, erwärmt sich jedoch weniger stark.
- **Todholz:** Todholzhaufen sowie liegendes Todholz kann sowohl als Sonnenplatz als auch als Tagesversteck dienen.
- **Baumstümpfe:** Dienen vor allem am Waldrand bzw. an der Waldgrenze als exponierte Sonnenplätze.
- **Steine/Felsen:** Hohlräume unter Steinen oder Felsen können als Tagesversteck dienen. Auf der Windschattenseite von Felsen oder Steinen ergeben sich nicht selten gute Sonnenplätze für die Tiere.
- **Tagesverstecke:** Kleinsäugerbauten, andere Hohlräume.
- **Schotter oder Sand** als Untergrund bei der Begegnungen mit den Tieren (war vor allem dann der Fall, wenn die Tiere direkt auf dem Fahrweg angetroffen wurden).

Die Dichte und das Vorkommen solcher Strukturelemente sind schwer zu quantifizieren und können sich zwischen den einzelnen Primär- und Sekundärhabitaten unterscheiden, sowie ausgeprägte lokale Muster zeigen. Diese Mikrohabitate sind jedoch nicht nur für die Kreuzotter wichtig, sondern auch für die Waldeidechse (*Zootoca vivipara*) (GLANDT , 2001), ein sehr wichtiges Beutetier für die Jungottern (VÖLKL et al. , 2002).

Folgende Makrohabitatstrukturen (Vegetationsstrukturen) wurden aufgenommen (Auswahl nach CABELA et al. , 2001):

- **Waldgrenze**
- **Alpine Heiden** (vor allem *Vaccinium*, *Rhododendron*, *Calluna*)
- **Alpiner Strauchbestand**: Vor allem *Alnus viridis* (Zollner), *Betula pubescens* (Mussen)
- **Alpine Matten**: Bergmahdflächen bzw. Viehweiden
- **Weg/Wegrand**
- **Gewässernähe**: Parameter, der im Untersuchungsgebiet „Zollner“, welches von einem Rinnsal, das als Viehtränke gefasst wird, durchzogen wurde und auch einige kleinere Tümpel enthielt, relevant war.
- **Felsen/Blockschutthalden**

## 3.2 Untersuchungen am Tier:

### 3.2.1 Fangen der Tiere / Handling:

Da es sich bei der Kreuzotter, wie bei allen Amphibien und Reptilien in Österreich, um eine vollkommen geschützte Tierart handelt, die im gesamten Landesgebiet ganzjährig unter Schutz steht (GUTLEB , 1999), war für den Fang und das Handling der Tiere zur Ermittlung der nötigen morphometrischen Daten und für die Blutentnahme zum Zweck der genetischen Untersuchungen der Populationen die Erteilung einer Ausnahmegenehmigung von der Tierartenschutzverordnung durch das Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 – Umweltschutzrecht, nötig (Zahl: 8-NAT-508/2/2004).

Beim Fangen der Tiere wurden dicke Lederhandschuhe (Stärke ca. 2 mm) getragen (Abb. 3.1), die vor Bissen schützen sollten. Wenn es nicht möglich war, ein Tier einzufangen, wurde die Begegnung als „Sichtung“ vermerkt. Auch in diesem Fall wurden die Koordinaten sowie die Parameter am Fundort erhoben. Als weiteren Hinweis für die Anwesenheit der Tiere wurden die sogenannten „Natternhemden“ (Häutungen) verwendet. Auch deren Fundpunkte wurden aufgezeichnet. Durch das Absammeln der Häutungen bestand auch keine Gefahr, eventuell Fundpunkte doppelt aufzunehmen. Alle Fundortparameter, mit Ausnahme der Temperatur, wurden auch in diesem Fall erhoben und notiert. Es war sogar in den meisten Fällen mit ziemlicher Sicherheit möglich durch das gegen das Licht Halten der Häutung zu erkennen, ob es sich um ein melanistisches oder ein normalgefärbtes Tier gehandelt hat, von dem die Häutung stammte. Beim Fangen wurden die Tiere mit den Lederhandschuhen vorsichtig ergriffen und in einem weißen Stoffbeutel mit einem Dreieckshacken zum Aufhalten der Öffnung (Abb. 3.1) verwahrt. Um das Tier nach den nötigen Untersuchungen sofort wieder an Ort und Stelle des Fangs freilassen zu

können und anschließend keine weiteren Störungen zu verursachen, wurden nach dem Fang des Tieres zuerst zügig die Parameter an der Fundstelle erhoben und die notwendigen Geräte bereitgestellt, während das Tier im Stoffbeutel im Schatten verwahrt wurde. Bei jedem Fang und jeder Sichtung wurden das Datum und die Uhrzeit sowie die Wetterverhältnisse vermerkt. Jedem Fang beziehungsweise jeder Sichtung wurde eine Nummer zur eindeutigen Identifizierung zugewiesen.



**Abb 3.1:** Schweißhandschuhe, die beim Einfangen der Tiere zur persönlichen Sicherheit getragen wurden (Foto: Ortner Olivia). Rechts: Sogenannter „Snake Bagger“ zum sicheren Verwahren und Transport von (Gift-)Schlangen (Foto: [www.tongs.com](http://www.tongs.com)).

**Fig. 3.1:** Left: Leathergloves, that were worn while catching the snakes (Photo: Olivia Ortner). Right: “Snake Bagger” for the storage and transport of (venomous)snakes (Photo: [www.tongs.com](http://www.tongs.com))

### 3.2.2 Ermittlung des Gewichtes der Tiere:

Zur Feststellung des Gewichtes der gefangenen Tiere diente eine digitale Federwaage („UWE Handy Weigh“, bezogen über die Firma „Waagen Schrenk“ in Klagenfurt), die für ein Maximalgewicht von 500 g ausgelegt war und über eine Genauigkeit von 0,5 g verfügte. Die Tiere wurden im weißen Stoffbeutel, dessen Gewicht bekannt war, abgewogen. Anschließend wurde das Gewicht des Beutels vom Messwert abgezogen. Diese Methode verursacht weniger Stress für das Tier, da es in ein und demselben Beutel verbleiben kann.

### 3.2.3 Individuelle Identifizierung:

Für diese Untersuchung war es nötig, die bereits einmal gefangenen Tiere individuell identifizieren zu können. Dazu wurden die Tiere direkt vom Stoffbeutel, der entsprechend konstruiert war, in eine Plexiglasröhre mit einem Durchmesser von 4 cm geleitet. Diese wurde anschließend auf beiden Seiten mit einem passend zugeschnittenen Schaumstoffstück verschlossen. Durch diese Plexiglasröhre war es möglich, mit Hilfe einer Digitalkamera Fotos von der Kopfoberseite der Tiere anzufertigen. Die Zeichnung auf der Kopfoberseite, der Beginn des Zick-Zack-

Bandes sowie die Pileusbeschilderung sind Merkmale, die für jedes Individuum einzigartig sind und, ähnlich einem Fingerabdruck, zeitlebens erhalten bleiben (SHALDON et al. , 1989). Somit war es möglich die Tiere, ohne sie auf irgendeine Weise körperlich zu beeinträchtigen, eindeutig identifizieren zu können. Auch bei den melanistischen Tieren, die kein Zeichnungsmuster auf der Kopfoberseite aufweisen, reichte die Formenvielfalt der Pileusbeschilderung in allen Fällen zur eindeutigen Identifizierung aus.



**Abb. 3.2:** Fotos der Kopfoberseite zur individuellen Identifizierung der bereits gefangenen Tiere. Links: ein männliches Tier, rechts: ein Weibchen; beide Tiere stammen aus dem Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ (Fotos: Ortner Olivia).

**Fig. 3.2:** Pictures of the headshields and the pattern of coloration that were taken for individual identification of the animals. Left: Male animal, right: Female animal; both belong to the study site “Auf der Mussen” (Photos: Olivia Ortner).

### 3.2.4 Ermittlung der Größe der Tiere:

Um das Tier auch alleine gefahrlos abmessen zu können, wurde die Kreuzotter nach Anfertigung des Identifizierungsfotos dazu veranlasst, in eine selbst hergestellte Röhre, deren Durchmesser dem Umfang des Tieres entsprach, zu kriechen. Die Röhren bestanden aus handelsüblichen Overhead-Folien, die zu verschiedenen Durchmessern zusammengerollt und mit durchsichtigem Klebeband fixiert wurden. Aus den verschiedenen Röhren konnte dann der für das jeweilige Tier passende Durchmesser ausgesucht werden. Als Vorbild dienten dabei die sogenannten „Tubing Systems“, die man auch für große Giftschlangen als Set mit verschiedenen Durchmessern erwerben kann. In dieser Röhre wurde das Tier mit einem Maßband abgemessen und die Größe notiert. Zur Anfertigung des Identifizierungsfotos waren diese Röhren auf Grund der verminderten Durchsichtigkeit nicht geeignet. Über die tatsächliche Altersstruktur einer Population kann die Größenklassenverteilung nur in gemäßigten Klimazonen bedingten Aufschluss geben (WAITZMANN , 1992). Aber auch im Fall der beiden hier untersuchten Populationen stellt die Größenklassenverteilung

eine interessante Information dar, da es nicht sehr viele Daten über die Verteilung der Größenklassen in Kreuzotternpopulationen gibt (u.a. MADSEN et al. , 1994 ; MONNEY , 1994; PIELOWSKI , 1962; VÖLKL et al. , 2002 a). Man kann auch grundsätzlich davon ausgehen, dass größere Tiere meistens älter sind, jedoch in diesem Fall ohne genauere Angaben zum Alter machen zu können.

### **3.2.5 Geschlechterverhältnis:**

Nach dem Vermessen wurde jedes Tier einer von 4 von mir gewählten Gruppen zugeordnet:

**-Männchen**

**-Weibchen**

**-Weibchen (reproduktiv)**

**-Subadult (< 35cm)**

Der reproduktive Status der Weibchen wurde durch Abtasten des Abdomens bestimmt. In einzelnen Fällen, nämlich wenn das Tier am Brutplatz angetroffen wurden, konnte man zusätzlich durch verhaltensmäßige Besonderheiten auf eine Trächtigkeit schließen. Ein Brutplatz im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wurde im Laufe des Untersuchungszeitraumes regelmäßig kontrolliert. Eine relativ sichere Aussage über den reproduktiven Zustand der Weibchen war erst ab etwa Anfang bis Mitte Juli möglich, da dann das Ertasten der Embryonen bereits etwas leichter fällt und die Paarungen schon abgeschlossen sind. Tiere von einer Körperlänge < 35 cm wurden als sicher noch nicht geschlechtsreif (subadult) eingestuft. Durchschnittlich erreichen Männchen die Geschlechtsreife ab etwa 35 cm, Weibchen etwa mit 40 cm (SCHIEMEZ , 1983; MADSEN et al. , 1992). Die Einteilung in diese Klassen wurde vorgenommen, um das Geschlechterverhältnis in den beiden Populationen zu untersuchen. Zusätzlich unterscheiden sich Männchen, Weibchen die reproduzieren, Weibchen die in diesem Jahr nicht reproduzieren sowie subadulte Tiere in ihren Verhaltensweisen (VÖLKL et al. , 2002).

### **3.2.6 Melanistische Kreuzottern:**

Im gesamten Verbreitungsgebiet der Art *Vipera berus* kommen auch immer wieder melanistische (schwarze) Kreuzottern vor (Abb. 3.3), ohne das sich in Auftreten und Häufigkeit eindeutige geographisch-klimatische Muster erkennen lassen. Der Begriff „schwarze Kreuzotter“ wird in der Literatur leider nicht immer einheitlich verwendet. Deshalb ist es wichtig zu definieren, ab wann eine Kreuzotter als „schwarz“ beziehungsweise „melanistisch“ bezeichnet wird. Bei dieser Untersuchung wurden Kreuzottern nur dann als „melanistisch“ bezeichnet, wenn sie als Adulttiere einheitlich schwarz gefärbt waren und kein Zeichnungsmuster mehr zu erkennen war. Der Kopf dieser Tiere kann entweder ebenfalls komplett schwarz sein, oder aber

hellere (weiße oder gelbe, selten rötlich-orange) Oberlippenschilder aufweisen (THIESMEIER et al. , 2002).



**Abb. 3.3:** Links: melanistisches Männchen aus dem Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“; Rechts: normalgefärbtes Weibchen aus dem Untersuchungsgebiet „Zollner“ (Fotos: Ortner Olivia).

**Fig. 3.3:** Left: Melanistic male, study site „Auf der Mussen“; right: Cryptically coloured female, study site “Zollner”. (Photos: Olivia Ortner).

### **3.2.7 Blutentnahme zur genetischen Untersuchung der Populationen:**

Bevor das Tier wieder freigelassen werden konnte, wurden ihm für die nötigen genetischen Untersuchungen der Populationen 50  $\mu$ L Blut aus der Caudalvene entnommen. Die Blutentnahme stellt einen – wenn auch geringfügigen – Eingriff dar, der die Tiere beeinträchtigen kann und ist in Österreich genehmigungspflichtig (JÖGER et al. , 1997). Die Einschulung in die Blutentnahmetechnik erfolgte durch Tierarzt Dr. Jean Meyer von der Tierarztpraxis Völkendorf, 9500 Villach.

Im Laufe dieser Untersuchung wurden 2 Sprizentypen für die Blutentnahme ausprobiert: Zum einen Tuberkulinspritzen (1 mL) mit Nadeln (25G, 27G) zum anderen Einweg-Insulinspritzen (0,5 mL). Die besseren Ergebnisse wurden mit den Insulinspritzen erzielt, da es in diesem Fall leichter war, das gesamte Blut von der Spritze in das Proberöhrchen zu transferieren.

Für die Blutentnahme (Abb. 3.4) wird das Tier in eine durchsichtige Röhre, deren Durchmesser dem Umfang des Tieres entspricht, transferiert und in Rückenlage fixiert. Die Umgebung der Einstichstelle wird desinfiziert, anschließend wird der Schwanz des Tieres vorsichtig gestreckt, leicht dorsal gebogen und mit einer Hand vorsichtig fixiert. Die Einstichstelle liegt medial, bei männlichen Tieren ist auf eine sichere Entfernung zur Hemipenistasche zu achten. Nun wird die Kanüle im spitzen

Winkel zur Wirbelsäule in der Sagittalebene eingeführt, bis man die Wirbelkörper berührt. Jetzt wird die Spritze etwas zurückgezogen und leicht aufgezogen, damit Unterdruck entsteht, bis Blut hinein läuft. Wird die Spritze langsam herausgezogen, verhindert das in den meisten Fällen ein Nachbluten (JAGER et al. , 1997). Die so gewonnen 50  $\mu$ L Blut wurden mit 450  $\mu$ L Queen`s Lysis Puffer (SUETIN , 1991) gemischt, wodurch sie einige Wochen haltbar bleiben.

Die genetische Untersuchung der Populationen erfolgte mittels Mikrosatellitenanalyse in den Monaten Oktober bis November 2004 an der Universität Lausanne (Laboratoire de Biologie de la Conservation, Institut d`Ecologie) durch Dr. Sylvain Ursenbacher. Für die statistische Auswertung wurde das Computerprogramm FSTAT V2.9.3 2 (GOUDET , 1995) verwendet.



**Abb. 3.4:** Blutentnahme aus der ventralen Caudalvene mit Tuberkulinspritze bei *V. berus*. (Foto: Alois Ortner).

**Fig. 3.4:** Taking of blood samples from the Caudal-Vein of *Vipera berus* (Photo: Alois Ortner).

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Gesamtübersicht

Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes im Sommer 2004 wurden insgesamt 6 Almen im oberen Gailtal auf das Vorkommen von *Vipera berus* hin überprüft. Dabei handelte es sich zum einen um die beiden Hauptuntersuchungsgebiete „Auf der Mussen“ und „Zollner“, die regelmäßig begangen wurden, sowie um die Bischof Alm, die Brugger Alm, die Frondell Alm und die Mauthner Alm. Diese 4 Gebiete befinden sich alle in den Karnischen Alpen, in dieser Abfolge an den Zollner anschließend weiter in Richtung Westen, das Gailtal entlang und wurden im Untersuchungszeitraum jeweils mindestens zwei Mal aufgesucht. Es konnte auf allen Almen *Vipera berus* nachgewiesen werden (Tabelle 4.1).

Gebiet	Bewirtschaftung	Fläche in ha	Anzahl von <i>V. berus</i>	Anzahl der Begehungen
Auf der Mussen	Mahd, teilw. Beweidung	370	58	52
Zollner	Beweidung	335	39	41
Bischof Alm	Beweidung	369	5	3
Brugger Alm	Beweidung	189	3	2
Frondell Alm	Beweidung	342	2	2
Mauthner Alm	Teilw. Mahd	320	3	3

**Tabelle 4.1:** Aufstellung der im Untersuchungsjahr 2004 begangenen Almen mit den wichtigsten Kenndaten.

**Table 4.1:** Mountain pastures that were controlled for the occurrence of *Vipera berus* in the summer 2004.

In allen untersuchten Gebieten, mit Ausnahme der Bischof Alm, wurden auch melanistische Tiere nachgewiesen. Auf der Bischof Alm konnte im Untersuchungsjahr lediglich ein adultes, sehr dunkles Weibchen, bei dem das Zick-Zack-Band gerade noch sichtbar war, festgestellt werden. Es ist nicht völlig auszuschließen, dass sich dieses Tier in den nächsten Jahren eventuell noch vollständig umfärbt. Bei einer Begehung der Bischof Alm am 04.06.2005 wurden allerdings 2 melanistische Weibchen angetroffen, sowie eine sehr dunkles Weibchen, bei dem im vorderen Drittel des Körpers das Zick-Zack-Band gerade noch sichtbar war. Bei den Begehungen erfolgten insgesamt 60% der Nachweise bei sonnigem bis leicht windigem Wetter, 39% bei bewölktem Wetter und 1% bei regnerischem Wetter.

Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ war es in 60% der Fälle möglich, die Tiere einzufangen. In jeweils 20% der Fälle erfolgte der Nachweis durch die Sichtung (ohne der Möglichkeit, das Tier einzufangen) oder durch den Fund von

Natternhemden. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ gelang es in 72% der Fälle, die Tiere einzufangen und in 28% erfolgte nur eine Sichtung der Tiere. Natternhemden konnten in diesem Gebiet nicht gefunden werden. In den restlichen Gebieten, mit Ausnahme der Bischof Alm, wurde vollständig darauf verzichtet, Tiere einzufangen. Auch hier wurden keine Natternhemden aufgefunden.

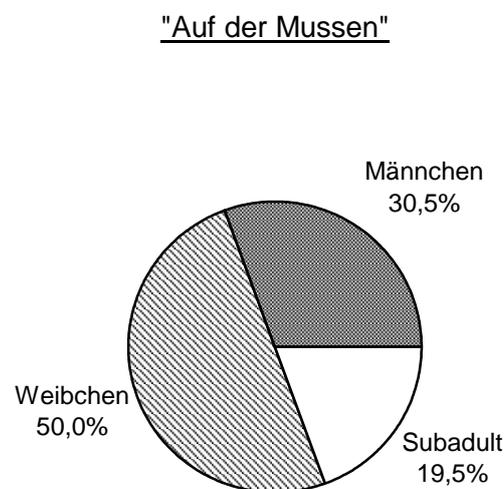
Brutplätze konnten lediglich im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ nachgewiesen werden und wurden hier regelmäßig kontrolliert. Dabei wurde sehr vorsichtig vorgegangen, um die Weibchen nicht zu stören. Obwohl in diesem Gebiet insgesamt 6 Weibchen als „reproduktiv“ eingestuft wurden, konnten nur 2 Brutplätze gefunden werden. Der erste Brutplatz eines melanistischen Weibchens befand sich direkt im Untersuchungsgebiet, auf einer Höhe von 1620 m. Eine Paarung dieses Weibchens konnte am 30.05.2004 etwa 60 m vom eigentlichen Brutplatz entfernt, beobachtet werden. Eine Woche später, am 06.06.2004, wurde das Weibchen zum ersten Mal am Brutplatz aufgefunden. Durch das Foto der Kopfoberseite war eine eindeutige Identifizierung möglich. Die letzte Sichtung des noch trächtigen Weibchens am Brutplatz erfolgte am 07.09.2004. Bei der nächsten Kontrolle, am 13.09.2004, wurde das Weibchen nicht mehr vorgefunden, auch bei keiner nachfolgenden Kontrolle. Dies würde auf eine Trächtigkeitsdauer von etwa 3 – 3,5 Monaten hindeuten. Ein weiterer Brutplatz konnte außerhalb des Untersuchungsgebietes „Auf der Mussen“ lokalisiert werden. Er befand sich auf einer etwa 0,8 ha großen Lichtung, an den Forstweg, der von der Ortschaft St. Jakob aus ins Untersuchungsgebiet führt, angrenzend, auf einer Höhe von 1155 m. Ein trächtiges, normal gefärbtes Weibchen wurde dort bei einer Begehung am 30.08.2004 aufgefunden. Am 13.09.2004 wurden 2 aus dem Untersuchungsgebiet stammende Jungtiere (1 männlich, 1 weiblich) angetroffen. Das Weibchen wurde nicht mehr gesichtet. Die Färbung des juvenilen Männchens war deutlich dunkelgrau, während das juvenile Weibchen rotbraun gefärbt war.

Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ konnte nur 1 Weibchen mit Sicherheit als reproduktiv eingestuft werden. Brutplätze wurden in diesem Gebiet nicht gefunden. Auf der Bischof Alm konnten 2 Weibchen als reproduktiv eingestuft werden. In den anderen Gebieten war durch den Verzicht auf das Einfangen der Tiere die Bestimmung des reproduktiven Status nicht eindeutig möglich.

#### **4.2 Geschlechterverhältnis:**

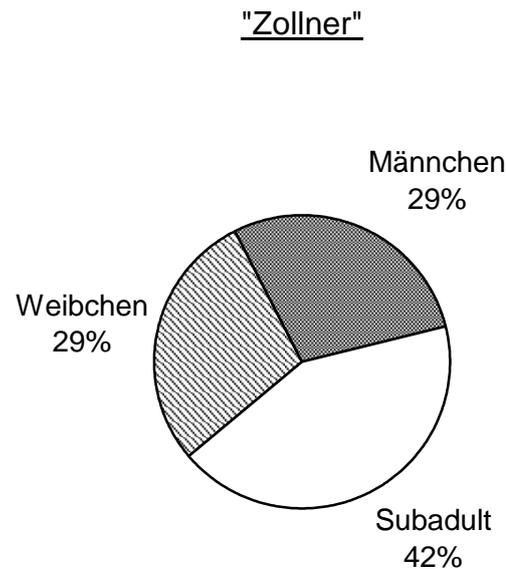
Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ (Abb. 4.1) wurden im Untersuchungszeitraum 50% weibliche Tiere, 30,5 % Männchen und 19,5 % subadulte Tiere angetroffen. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ (Abb. 4.2) wurde der größte Anteil durch die subadulten Tiere mit 42 % gebildet. Der Anteil an Männchen

und Weibchen betrug jeweils 29 %. Sowohl „Auf der Mussen“ (14.05.2004) als auch am „Zollner“ (10.06.2004) war das erste Tier, das im Untersuchungszeitraum angetroffen wurde, weiblich. Das erste männliche Tier wurde „Auf der Mussen“ am 15.05.2004 gefangen, im Untersuchungsgebiet „Zollner“ am 18.06.2004. Das erste subadulte Tier „Auf der Mussen“ wurde erst am 22.06.2004 angetroffen, am „Zollner“ konnte am 27.06.2004 das erste subadulte Tier eingefangen werden. Bei einer Begehung am 28.05.2005 wurden im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ 2 subadulte Tiere angetroffen, also bereits etwas früher als im vorhergehenden Untersuchungsjahr.



**Abb. 4.1:** Geschlechterverhältnis im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ im Untersuchungsjahr 2004.

**Fig. 4.1:** Sex ration at the study site “Auf der Mussen” in the year 2004.



**Abb. 4.2:** Geschlechterverhältnis im Untersuchungsgebiet „Zollner“ im Untersuchungsjahr 2004.

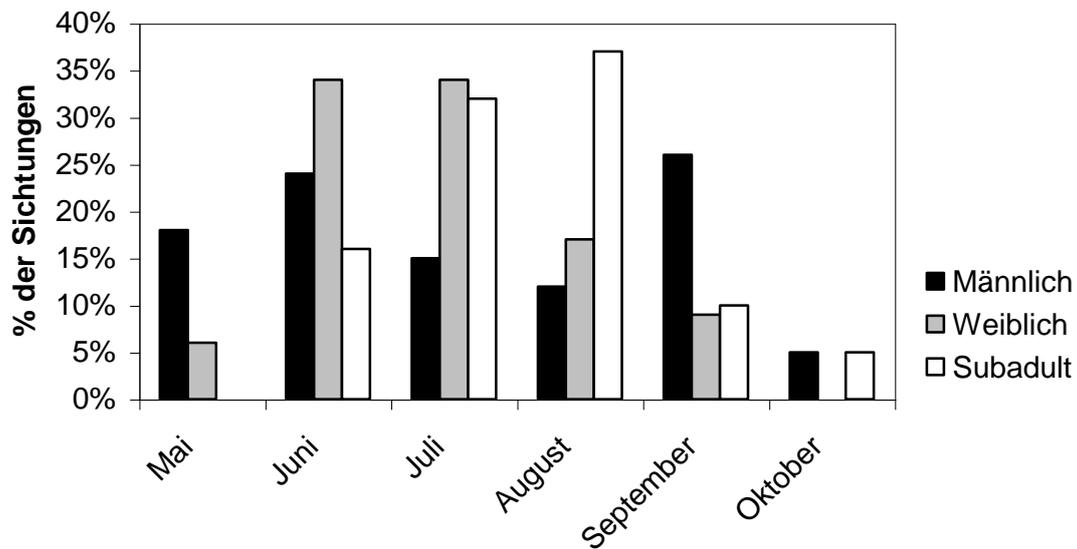
**Fig. 4.2:** Sex ratio at the study site "Zollner" in the year 2004.

### 4.3 Phänologie:

Insgesamt zeigten sich die Kreuzottern im Untersuchungsjahr in den Monaten Juni und Juli mit 28 % beziehungsweise 24 % der Nachweise am aktivsten. Im Mai wurden 13% der Nachweise erbracht, im August 18%, im September 14% und im Oktober nur mehr 3%. Dieser Unterschied konnte auch statistisch belegt werden ( $\text{Chi}^2 = 21,8$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p = 0,001$ ), wobei im Juni, Juli und August mehr Tiere als erwartet und im Mai, September und Oktober weniger Tiere als erwartet angetroffen wurden.

Wenn man die Aktivitätsschwerpunkte der verschiedenen Geschlechter betrachtet, ergeben sich für die männlichen Tiere erhöhte Aktivitäten für den Monat Juni mit 24% der Nachweise und für den September mit 26% der Nachweise. Im Mai erfolgten 18% der Nachweise, im Juli 15 %, im August 12 % und im Oktober 5 %. Das Ergebnis ist jedoch nicht signifikant ( $\text{Chi}^2 = 5,9$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p = 0,318$ ). Die Aktivitätsgipfel der weiblichen Tiere konnten in den Monaten Juni (34%) und Juli (34%) festgestellt werden. Im Mai erfolgten nur 6% der Nachweise, in August 17 % und im September 9 %. Diesem Ergebnis konnte eine Signifikanz nachgewiesen werden ( $\text{Chi}^2 = 13,1$ ;  $\text{df} = 4$ ;  $p = 0,011$ ), wobei in den Monaten Juni und Juli mehr Tiere als erwartet und in den restlichen Monaten weniger Tiere als erwartet angetroffen wurden. Die Nachweise der subadulten Tiere erfolgten zu 16% im Juni, zu 32% im Juli, im August

wurden 37% subadulter Tiere nachgewiesen, im September nur 10% und im Oktober 5%. Die Aktivitätsmaxima liegen somit im Juli und August. Im Mai konnten keine subadulten Tiere nachgewiesen werden ( $\chi^2 = 7,1$ ;  $df = 4$ ;  $p = 0,05$ ). Die Aktivitätsschwerpunkte der verschiedenen Geschlechter zeigen auch zwischen den 3 Gruppen signifikante Unterschiede (ANOVA:  $F = 2,453$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,040$ ).

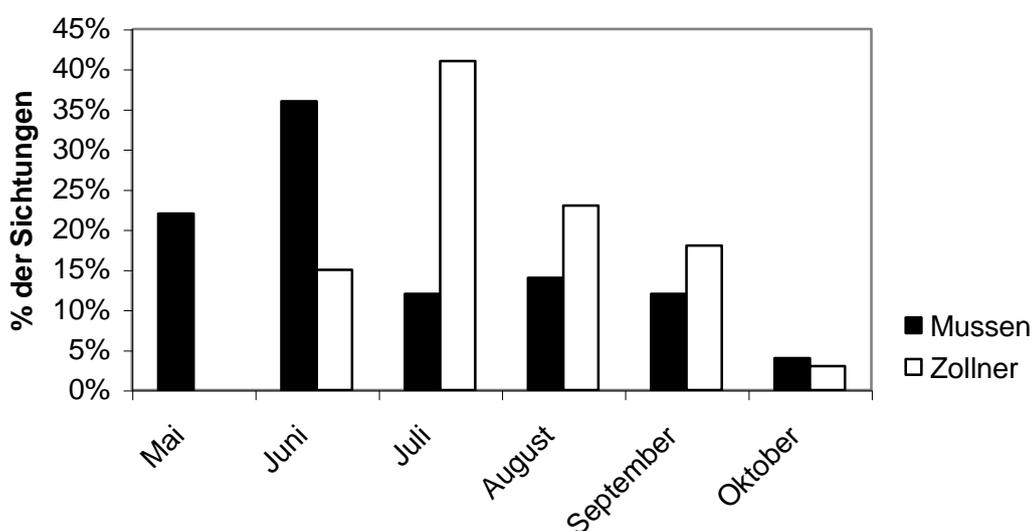


**Abb. 4.3:** Prozentsatz der Nachweise von Männchen, Weibchen und Subadulten im Untersuchungszeitraum von Mai bis Oktober 2004 für beide Untersuchungsgebiete gemeinsam.

**Fig 4.3:** Percentage of male, female and subadult for both study sites in the period from May – October 2004.

Betrachtet man die Aktivität der Tiere für beide Untersuchungsgebiete getrennt aufgegliedert, so konnten im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ im Mai 13 Tiere (22 %), im Juni 21 Tiere (36 %), in Juli 7 Tiere ( 12 %), im August 8 Tiere ( 14 %), im September 7 Tiere (12 %) und im Oktober 2 Tiere ( 4 %) nachgewiesen werden. Diese Unterschiede konnten auch statistisch belegt werden ( $\chi^2 = 22,276$ ;  $df = 5$ ;  $p < 0,001$ ). Im Mai und Juni wurden mehr Tiere als erwartet angetroffen, in den restlichen Monaten weniger. Die Aktivitätsschwerpunkte der Kreuzotternpopulation im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ liegen somit im Mai und Juni.

Da im Untersuchungsgebiet „Zollner“ erst im Juni mit den Untersuchungen begonnen werden konnte, gibt es für den Monat Mai keine Nachweise. Im Juni wurden 6 Tiere ( 15 %), im Juli 16 ( 41 %), im August 9 ( 23 %), im September 7 ( 18 %) und im Oktober 1 Tier ( 3 %) nachgewiesen. Auch dieser Unterschied ist signifikant (  $\text{Chi}^2 = 15,231$ ;  $\text{df} = 4$ ;  $p = 0,004$ ). Im Juli und August wurden mehr Tiere als erwartet nachgewiesen und im Mai, September und Oktober weniger als erwartet. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ waren die Tiere bevorzugt im Juli und August aktiv. Auch die Unterschiede der Aktivität der Tiere in den verschiedenen Monaten zwischen den beiden Gebieten konnten statistisch untermauert werden ( T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = - 3,304$ ;  $\text{df} = 94,508$ ;  $p = 0,001$ ).



**Abb. 4.4:** Prozentueller Anteil der *Vipera berus* - Nachweise vom Mai bis Oktober im Untersuchungsjahr, für beide Untersuchungsgebiete getrennt aufgegliedert.

**Fig. 4.4:** Percentage of *Vipera berus* incidence from May – October , separated for both study sites.

## 4.4 Luft- und Bodentemperatur am Fundort

### 4.4.1 Lufttemperatur:

Für beide Untersuchungsgebiete zusammen betrug die geringste gemessene Lufttemperatur bei der noch eine Kreuzottern angetroffen wurde, 10,1 °C, die höchste Temperatur lag bei 23,8 °C. Der Mittelwert lag bei 16,8°C, der Modus bei 16,4 °C. Für die Auswertung wurde die Lufttemperatur in 5 Kategorien unterteilt. Insgesamt wurden 7 Tiere bei Temperaturen zwischen 10,1-12,9°C angetroffen, 12 Tiere bei 13,0-14,9°C, 23 Tiere bei Temperaturen zwischen 15,0-16,9°C, 22 bei Temperaturen von 17,0-18,9 °C und 17 Tiere wurden bei Lufttemperaturen von 19,0-23,8°C angetroffen. Diesem Ergebnis konnte eine Signifikanz nachgewiesen werden ( $\text{Chi}^2 = 11,284$ ;  $\text{df} = 4$ ;  $p = 0,024$ ), wobei bei Temperaturen unter 15,0 °C weniger

Tiere als erwartet, und bei höheren Temperaturen mehr Tiere als erwartet angetroffen wurden. Betrachtet man jedoch die verschiedenen Geschlechter hinsichtlich ihrer Aktivität in Bezug auf die verschiedenen Temperaturkategorien, so konnte nur bei den subadulten Tieren tatsächlich ein Unterschied festgestellt werden ( $\text{Chi}^2 = 7,811$ ;  $\text{df} = 4$ ;  $p = 0,049$ ), wobei sie sich bei Temperaturen unter  $15,0^\circ\text{C}$  weniger aktiv als erwartet zeigten, als bei höheren Temperaturen. Bei Weibchen ( $\text{Chi}^2 = 5,412$ ;  $\text{df} = 4$ ;  $p = 0,248$ ) und bei Männchen ( $\text{Chi}^2 = 5,310$ ;  $\text{df} = 4$ ;  $p = 0,257$ ) konnte kein signifikanter Unterschied in der Aktivität festgestellt werden, obwohl sich die Aktivität der Weibchen bei geringen ( $< 15,0^\circ\text{C}$ ) und mittleren ( $17,0^\circ\text{C}$ - $18,9^\circ\text{C}$ ) Temperaturen etwas verringert. Die Aktivität der Männchen scheint ebenso bei niederen Temperaturen ( $<15,0^\circ\text{C}$ ) und bei sehr hohen ( $19,0$ - $23,8^\circ\text{C}$ ) Temperaturen geringfügig abzunehmen.

#### **4.4.2 Bodentemperatur:**

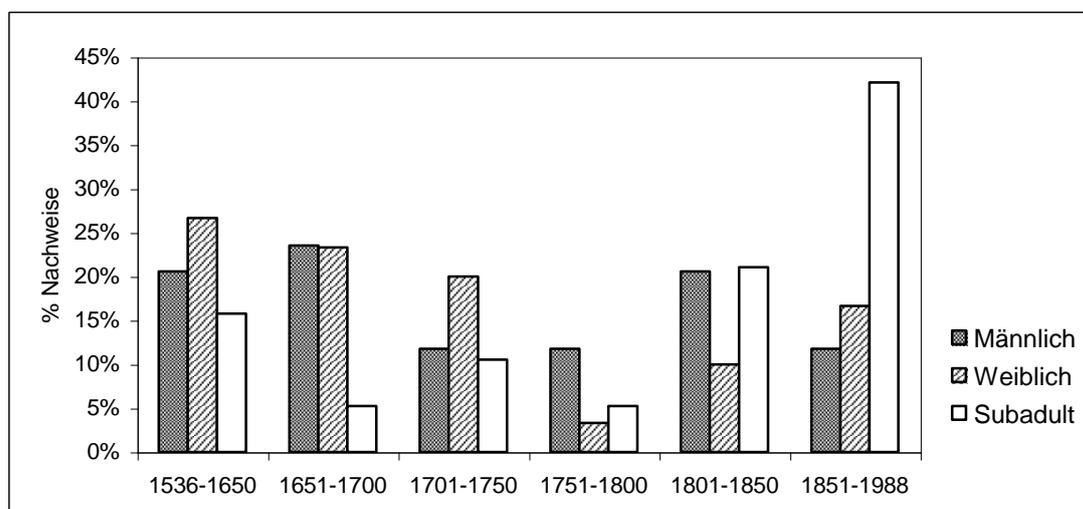
Insgesamt lag die geringste Bodentemperatur, bei der noch *Vipera berus* nachgewiesen werden konnte, bei  $14,2^\circ\text{C}$  und die höchste gemessene Temperatur bei  $26,9^\circ\text{C}$ . Der Mittelwert der Bodentemperatur lag bei  $20,4^\circ\text{C}$ , der Modus befand sich bei  $18,1^\circ\text{C}$ . Die Bodentemperatur wurde für die Auswertung in 4 Kategorien eingeteilt. Bei Temperaturen zwischen  $14,2 - 17,5^\circ\text{C}$  wurden 17 Tiere angetroffen, zwischen  $17,6$  und  $20,5^\circ\text{C}$  26 Tiere, zwischen  $20,6 - 23,5^\circ\text{C}$  30 Tiere und zwischen  $23,6$ - $26,9^\circ\text{C}$  wurden 12 Tiere nachgewiesen. Die Unterschiede in der Aktivität in Bezug auf die Bodentemperatur waren signifikant ( $\text{Chi}^2 = 9,541$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,023$ ), wobei bei Temperaturen unter  $17,5^\circ\text{C}$  und über  $23,5^\circ\text{C}$  weniger Tiere als erwartet angetroffen wurden, bei den mittleren Temperaturen wurden mehr Tiere als erwartet nachgewiesen. Weder die Analyse der Daten für die beiden Untersuchungsgebiete getrennt erbrachte den Nachweis einer Bevorzugung für bestimmte Temperaturbereiche („Auf der Mussen“:  $\text{Chi}^2 = 6,952$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,073$ ; „Zollner“:  $\text{Chi}^2 = 2,211$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,530$ ), noch die Analyse nach Geschlechtern getrennt (Männchen:  $\text{Chi}^2 = 1,207$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,751$ ; Weibchen:  $\text{Chi}^2 = 3,412$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,332$ ; Subadult:  $\text{Chi}^2 = 4,667$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,198$ ).

#### **4.5 Höhe des Fundortes:**

Der tiefste Fundpunkt, für beide Gebiete zusammen, an dem noch eine Kreuzotter angetroffen wurde, lag bei  $1536$  m, der höchste Fundpunkt befand sich auf  $1988$  m Höhe. Außerhalb der Untersuchungsgebiete lag der tiefste Fundpunkt auf einer Höhe von  $1153$  m. Der Mittelwert der Fundpunkthöhen lag bei  $1735$  m Höhe, der Modus bei  $1752$  m. Sowohl der höchste als auch der am tiefsten gelegene Fundpunkt stammen aus dem Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“. Der tiefste Fundpunkt für das Untersuchungsgebiet „Zollner“ lag auf einer Höhe von  $1616$  m, der höchst gelegene Fundpunkt auf  $1908$  m. Für beide Untersuchungsgebiete konnten Unterschiede im Vorkommen von *V. berus* in Bezug auf verschiedene Höhenlagen

nachgewiesen werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -7,8$ ;  $df = 91,126$ ;  $p < 0,001$ ). Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wurden in Höhenlagen unter 1700 m mehr Tiere als erwartet angetroffen, darüber weniger Tiere als erwartet ( $\chi^2 = 22,897$ ;  $df = 5$ ;  $p < 0,001$ ). Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ zeigte das Vorkommen der Tiere eine umgekehrte Tendenz: Unter 1800 m wurden weniger Tiere als erwartet angetroffen, in Höhenlagen über 1800 m mehr Tiere als erwartet ( $\chi^2 = 22,269$ ;  $df = 5$ ;  $p < 0,001$ ).

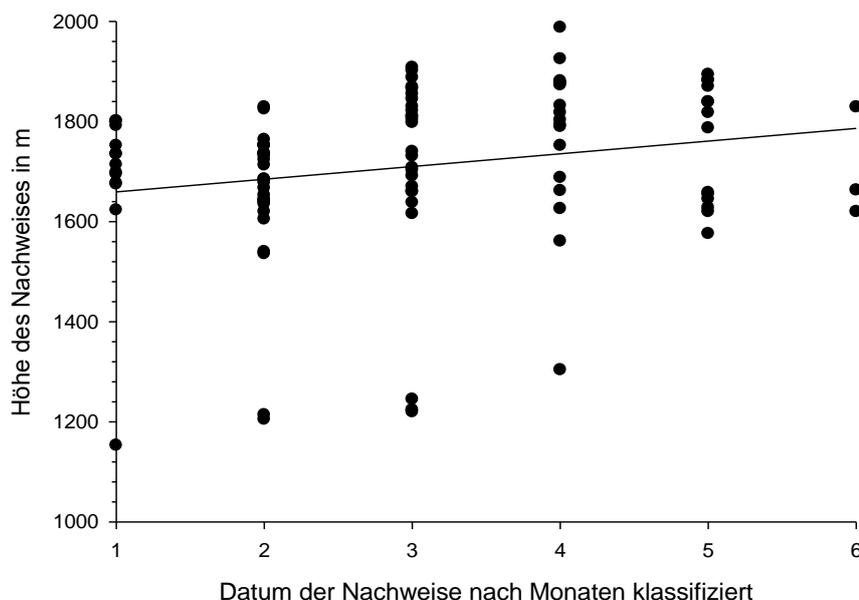
Betrachtet man insgesamt die Verteilung der einzelnen Geschlechter auf die verschiedenen Höhenstufen (Abb. 4.6), so konnten die unterschiedlichen Verteilungen nur bei den subadulten Tieren statistisch belegt werden ( $\chi^2 = 11,0$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,05$ ), wobei in Höhenlagen unter 1800 m weniger Tiere als erwartet und darüber mehr Tiere als erwartet nachgewiesen werden konnten. Bei den weiblichen Tieren konnte der Unterschied in der Verteilung nicht statistisch untermauert werden ( $\chi^2 = 6,8$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,236$ ), ebenso wenig bei den männlichen Tieren ( $\chi^2 = 3,059$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,691$ ). Auch die Unterschiede zwischen den 3 Geschlechtern in Bezug auf die Verteilung auf unterschiedliche Höhenstufen zeigte sich als nicht signifikant (ANOVA:  $F = 1,885$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,106$ ).



**Abb. 4.6:** Prozentueller Anteil der gesamten Nachweise der Geschlechter in den verschiedenen Höhenstufen (in m).

**Fig. 4.6:** Percentage of sex-specific *V. berus* occurrence at different altitudes.

Zusätzlich konnte noch eine schwache, direkt proportionale und signifikante Korrelation zwischen dem Vorkommen der Tiere auf unterschiedlichen Höhenstufen und dem Saisonverlauf festgestellt werden (Spearman Rangkorrelationskoeffizient:  $r_s = 0,243$ ;  $n = 102$ ;  $p = 0,014$ ): Mit Fortschreiten der Saison konnten ein leichter Anstieg (bis August) in der Höhe der Fundpunkte festgestellt werden (Abb. 4.7).



**Abb. 4.7:** Zusammenhang zwischen der Seehöhe der Nachweise und der Phänologie: 1=Mai, 2=Juni, 3=Juli, 4=August, 5=September, 6=Oktober. (Spearman Rangkorrelationskoeffizient:  $r_s = 0,243$ ;  $n = 102$ ;  $p = 0,014$ ).

**Fig 4.7:** Correlation between attitude of *V. berus* occurrence and phenology: 1= May, 2=June, 3=July, 4=August, 5=September, 6=October. (Spearman Rankcorrelationcoefficient:  $r_s=0,243$ ;  $n=102$ ;  $p=0,014$ )

#### 4.6 Inclination des Fundortes:

Die Tiere wurden bei den Begehungen in Hangneigungen zwischen  $0^\circ$  (ebenes Gelände) und höchstens  $50^\circ$  angetroffen. Der Modus lag bei  $25^\circ$ . Insgesamt konnte der Unterschied in der Verteilung der Tiere nicht statistisch belegt werden ( $\chi^2 = 11,939$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,063$ ). Die Tiere zeigten jedoch ein tendenziell häufigeres Vorkommen bei Hangneigungen zwischen  $16^\circ$  und  $30^\circ$ . Bei Inclinationen darüber beziehungsweise darunter wurden weniger Tiere als erwartet angetroffen. Für beide Untersuchungsgebiete getrennt konnte kein Unterschied in der Verteilung bei unterschiedlichen Inclinationen festgestellt werden („Auf der Mussen“ :  $\chi^2 = 7,263$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,3$ ; „Zollner“:  $\chi^2 = 8,564$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,2$ ), auch nicht beim Vergleich der beiden Gebiete ( T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = 1,63$ ;  $df = 88,412$ ;  $p = 0,107$ ). Des Weiteren konnte weder bei den Männchen noch bei den Weibchen oder

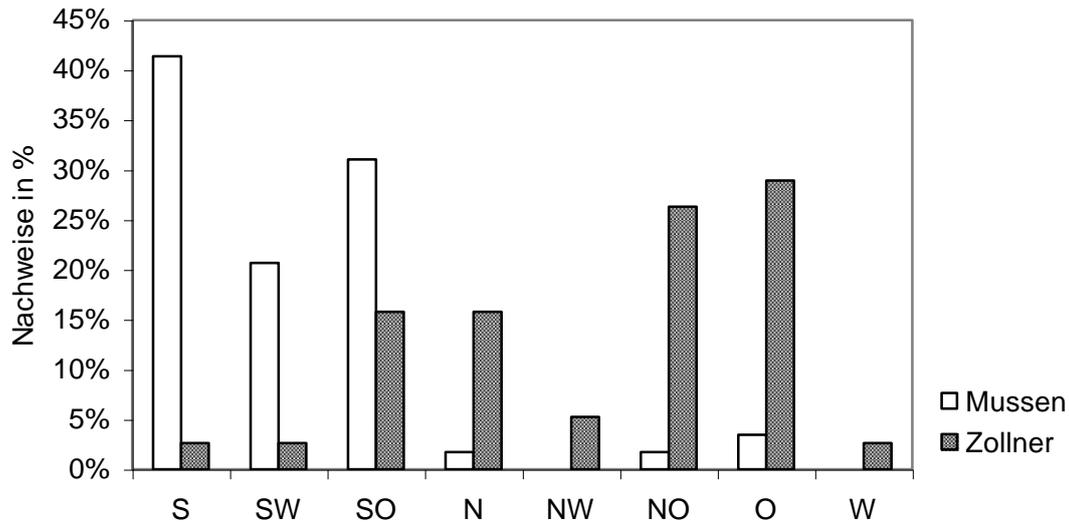
den subadulten Tieren ein Unterschied bezüglich der Verteilung auf die unterschiedlichen Hangneigungen nachgewiesen werden (Männchen:  $\text{Chi}^2 = 8,364$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p = 0,213$ ; Weibchen:  $\text{Chi}^2 = 4,4$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p = 0,623$ ; subadult:  $\text{Chi}^2 = 2,798$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p = 0,732$ ), wobei subadulte Tiere in Inclinationen zwischen  $31-40^\circ$  jedoch nicht nachgewiesen werden konnten. Auch zwischen den 3 Klassen konnte kein Unterschied in der Verteilung festgestellt werden (ANOVA:  $F = 0,61$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p = 0,722$ ).

#### 4.7 Exposition am Fundort:

Die Exposition am Fundort wurde entweder durch N, NW, NO, S, SW, SO, W oder O angegeben. Insgesamt konnte bei allen Expositionen *V. berus* nachgewiesen werden. Am häufigsten wurden die Tiere jedoch bei südlicher Exposition angetroffen (Abb. 4.8).

Für beide Untersuchungsgebiete zusammen ergab sich ein Unterschied in der Verteilung der Tiere bezüglich der verschiedenen Expositionen ( $\text{Chi}^2 = 46,833$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p < 0,001$ ), wobei bei S, SW, SO und O Expositionen mehr Tiere als erwartet und bei N, NW, NO und W Expositionen weniger Tiere angetroffen wurden. Die verschiedenen Geschlechter zeigen keine wirklichen Präferenzen für bestimmte Expositionen (Weibchen:  $\text{Chi}^2 = 8,8$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p = 0,117$ ; subadult:  $\text{Chi}^2 = 3,474$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p = 0,747$ ), lediglich die Männchen zeigten eine größere Tendenz ( $\text{Chi}^2 = 13,788$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p = 0,055$ ) zu S, SW, SO und O Expositionen.

Wenn man die Verteilung der Tiere auf die verschiedenen Expositionen für die beiden Untersuchungsgebiete getrennt betrachtet, ergeben sich signifikante Unterschiede. Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ ( $\text{Chi}^2 = 50,621$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p < 0,001$ ) wurden die Tiere in allen Expositionen, mit Ausnahme von W und NW, angetroffen. Am häufigsten konnten die Tiere hier in südexponierten Hängen nachgewiesen werden. In N und NO Hängen wurden die Tiere weniger oft als erwartet angetroffen. Auch im Untersuchungsgebiet „Zollner“ konnte ein Unterschied in der Verteilung der Tiere nachgewiesen werden ( $\text{Chi}^2 = 25,158$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p = 0,001$ ). Am häufigste wurden die Tiere hier in östlichen Hängen angetroffen. Bei S, SW, N und NW Expositionen wurden weniger Tiere als erwartet angetroffen. Auch die Unterschiede zwischen beiden Gebieten bezüglich der Verteilung von *V. berus* auf unterschiedliche Expositionen konnten statistisch belegt werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -8,52$ ;  $\text{df} = 62,808$ ;  $p < 0,001$ ).



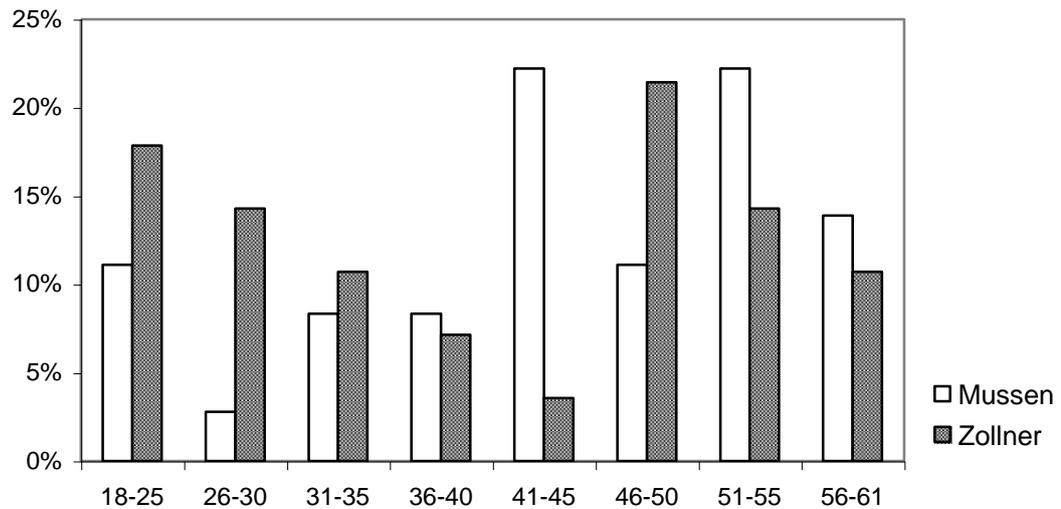
**Abb. 4.8:** Prozentueller Anteil der gesamten Nachweise an den verschiedenen Expositionen, für beide Untersuchungsgebiete getrennt.

**Fig. 4.8:** Percentage of occurrence at different expositions, separated for both study sites.

## 4.8 Größe und Gewicht der Tiere

### 4.8.1 Größe:

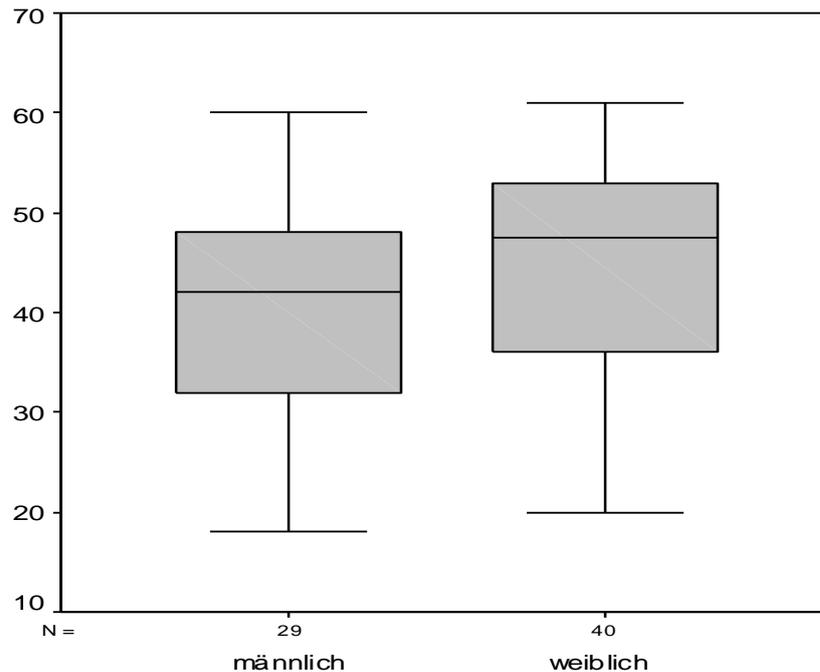
Die Größe der gefangenen Tiere erstreckte sich insgesamt von 18 cm bis 61 cm. Sowohl das kleinste als auch das größte gefangene Tier stammte aus dem Untersuchungsgebiet „Zollner“. Das kleinste gefangene Tier war männlich, das größte Tier weiblich. Die mittlere Größe der Tiere betrug 42,4 cm, der Modus lag bei 27 cm. Das kleinste im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ gefangene Tier war 20 cm lang, das größte 60 cm. Beide Tiere waren weiblich. Beim Auswerten der Verteilung der Größenklassen in den beiden Untersuchungsgebieten konnte in keinem der beiden Gebiete ein signifikanter Unterschied festgestellt werden („Auf der Mussen“:  $\chi^2 = 5,556$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,135$ ; „Zollner“:  $\chi^2 = 1,296$ ;  $df = 3$ ;  $p = 0,730$ ). Auch zwischen den beiden Untersuchungsgebieten konnten die Unterschiede in der Größenklassenverteilung nicht statistisch belegt werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = 1,343$ ;  $df = 53,991$ ;  $p = 0,185$ ).



**Abb. 4.9:** Größenklassenverteilung (in cm) in Prozent der Nachweise für beide Untersuchungsgebiete getrennt.

**Fig. 4.9:** Size categories (in cm) of the animals in percentage of occurrence, separated for both study sites.

Die Größe der männlichen Tiere erstreckte sich von 18 – 60 cm, der Mittelwert lag bei 47,8 cm, der Modus bei 47 cm. Bei den weiblichen Tieren war das kleinste gefangene Tier 20 cm lang, das größte 61 cm. Die mittlere Größe betrug hier 49,5 cm, der Modus lag bei 53 cm (Abb. 4.10). Obwohl weibliche Tiere somit größer zu werden scheinen, konnte dieser Unterschied nicht statistisch belegt werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -1,240$ ;  $df = 57,883$ ;  $p = 0,220$ ). In diese Berechnungen wurden auch männliche und weibliche Tiere, die noch als subadult eingestuft wurden, miteinbezogen.



**Abb. 4.10:** Größenverteilung der beiden Geschlechter. Der Größenunterschied zwischen männlichen (links) und weiblichen Tieren (rechts) konnte nicht statistisch belegt werden ( T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -1,240$ ;  $df = 57,883$ ;  $p = 0,220$ ).

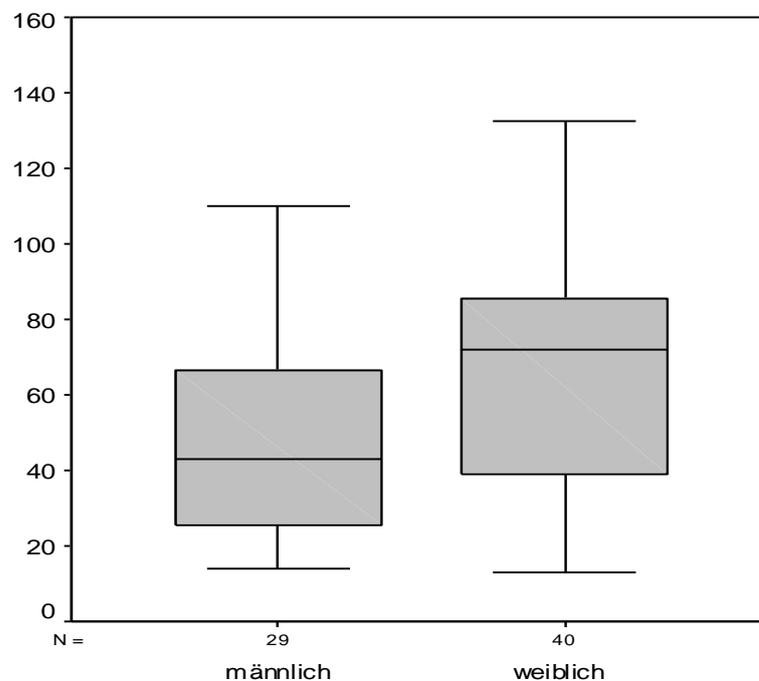
**Fig. 4.10:** Distribution of size for both sexes (right: male; left: female). The differences in size for the sexes could not be statistically verified.

#### 4.8.2 Gewicht:

Das Gewicht der Tiere erstreckte sich insgesamt von 13,0 g bis 132,5 g, was eine Spannweite von 119,5 g ergibt. Der Mittelwert lag bei 57,9 g, der Median bei 61,5 g. Das leichteste gefangene Tier stammte aus dem Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“, das schwerste Tier aus dem Untersuchungsgebiet „Zollner“. Die Unterschiede im Gewicht der Tiere konnten im Untersuchungsgebiet „Zollner“ statistisch belegt werden ( $\chi^2 = 20,5$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,002$ ), wobei Tiere mit einem Gewicht zwischen 30,1 – 60 g und zwischen 75,1 – 105 g weniger häufig als erwartet angetroffen wurden, während Tiere mit einem Gewicht zwischen 13 – 30 g und 60,1 – 75 g sowie  $> 105$  g häufiger als erwartet nachgewiesen wurden. Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ konnten die Unterschiede im Gewicht der Tiere nicht statistisch belegt werden ( $\chi^2 = 9,11$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,167$ ). Auch ein Unterschied in der Verteilung der Tiere auf die Gewichtsklassen zwischen beiden Gebieten konnte nicht statistisch nachgewiesen werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = 0,946$ ;  $df = 52,641$ ;  $p = 0,348$ ).

Insgesamt war das leichteste gefangene Männchen 14 g schwer, das schwerste 110 g. Der Mittelwert lag bei 45,8 g, der Median bei 43 g. Das leichteste Weibchen wog 13,0 g, das schwerste 132,5 g. Der Mittelwert betrug hier 66,7 g, der Median lag bei

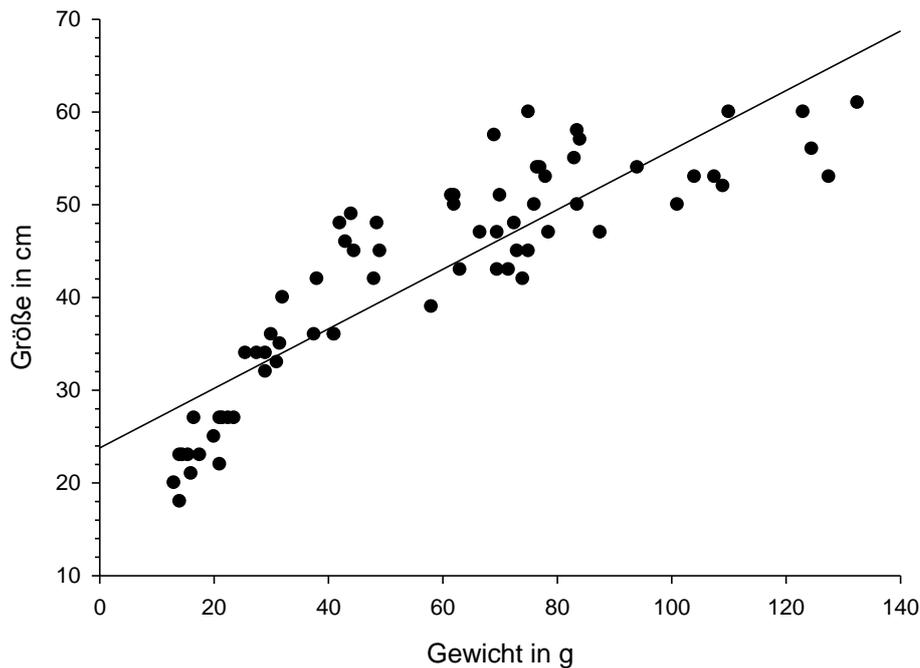
72 g. Betrachtet man nun die Gewichtsverteilung für Männchen und Weibchen getrennt (auch für diese Berechnungen wurden sowohl die subadulten Männchen, als auch die subadulten Weibchen miteinbezogen), konnte nur für die männlichen Tiere ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ( $\chi^2 = 14,241$ ;  $df = 5$ ;  $p = 0,014$ ), wobei Männchen mit einem Gewicht zwischen 45,1-60 g und über 75 g seltener als erwartet angetroffen wurden. In der Gewichtsklasse zwischen 13 – 45,0 g und 60,1 – 75,0 g wurden mehr Tiere als erwartet nachgewiesen. Für die weiblichen Tiere konnten die Unterschiede im Gewicht nicht statistisch untermauert werden ( $\chi^2 = 7,95$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,242$ ). Die Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern bezüglich der Verteilung auf die verschiedenen Gewichtsklassen konnten statistisch belegt werden (T-Test bei unabhängigen Stichproben:  $T = -2,912$ ;  $df = 66,97$ ;  $p = 0,005$ ). Weibliche Tiere werden in den Untersuchungsgebieten demnach schwerer als Männchen (Abb. 4.11).



**Abb. 4.11:** Unterschied im Gewicht der Tiere zwischen Männchen (links) und Weibchen (rechts) (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -2,912$ ;  $df = 66,97$ ;  $p = 0,005$ ).

**Fig. 4.11:** Differences of weight of male (right) and female (left) animals.

Insgesamt konnte auch eine starke, direkt proportionale und hochsignifikante, Korrelation zwischen dem Gewicht und der Größe der Tiere festgestellt werden (Spearman Rangkorrelationskoeffizient:  $r_s = 0,906$ ;  $n = 69$ ;  $p < 0,001$ ). Größere Tiere wurden somit auch schwerer als ihre kleineren Artgenossen (Abb. 4.12).



**Abb. 4.12:** Zusammenhang zwischen der Größe und dem Gewicht der Tiere für beide Untersuchungsgebiete gemeinsam (Spearman Rangkorrelationskoeffizient:  $r_s = 0,906$ ;  $n = 69$ ;  $p < 0,001$ ).

**Fig. 4.12:** Correlation between size and weight of the animals for both study sites. (Spearman Rankcorrelationcoefficient:  $r_s = 0,906$ ;  $n=69$ ;  $p < 0,001$ ).

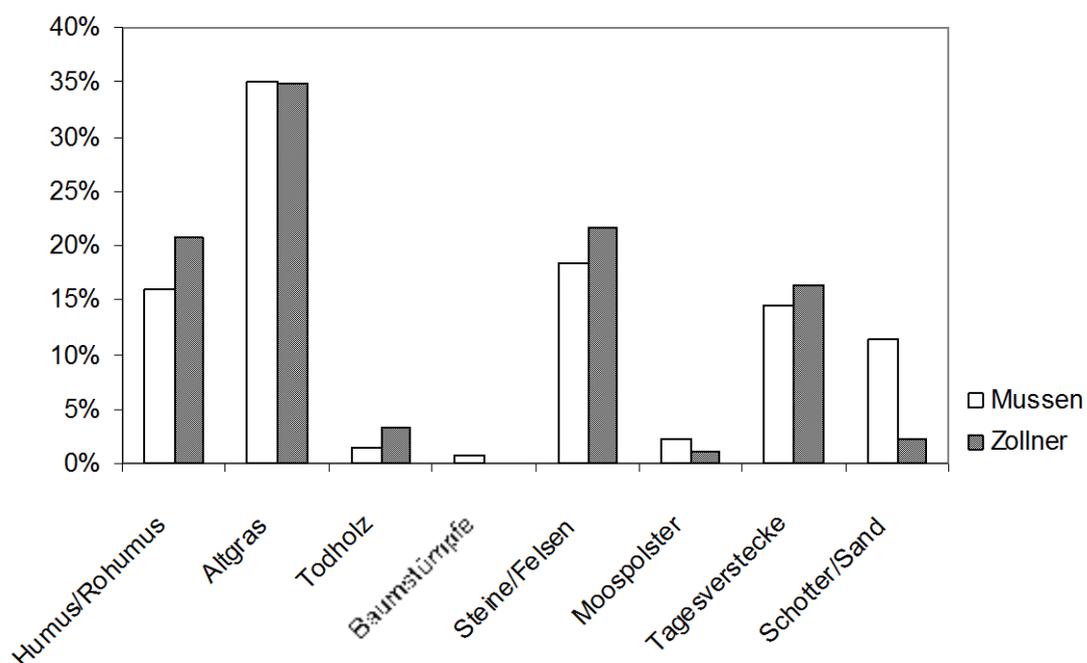
## 4.9 Habitatstrukturen

### 4.9.1 Mikrohabitatstrukturen:

Für beide Untersuchungsgebiete gemeinsam konnten in der Umgebung der Fundpunkte alle genannten Mikrohabitatstrukturen nachgewiesen werden. Die Anzahl der Nennungen von Mikrohabitatstrukturen übersteigt jene der Nachweise von *V. berus*, da Mehrfachnennungen möglich waren, wenn das Tier in der Nähe mehrerer relevanter Strukturelemente angetroffen wurde. Insgesamt bestand der Untergrund, auf dem die Nachweise erbracht wurden, in 18 % der Fälle aus Humus beziehungsweise Rohhumus, in 35% aus Altgras, Todholz war in 2% der Fälle in der Nähe der Fundpunkte vorhanden, der Anteil an Baumstümpfen betrug  $< 1$  % (da in beiden Untersuchungsgebieten nur eine sehr geringe Anzahl dieser Strukturelemente vorhanden waren), Steine oder kleine Felsen befanden sich in 20 % der Fälle nahe dem Fundpunkt, Moospolster zu 2 %, Tagesverstecke zu 15 % und Schotter, beziehungsweise Sand, bildete in 8 % der Fälle den Untergrund auf dem ein Nachweis erbracht wurde. Der Unterschied im Vorhandensein der verschiedenen Strukturelemente nahe der Fundpunkte konnte statistisch belegt werden ( $\text{Chi}^2 =$

175,982;  $df = 7$ ;  $p < 0,001$ ), wobei sich die Strukturelemente Todholz, Baumstümpfe, Moospolster und Schotter/Sand weniger häufig als erwartet in der Nähe der Fundpunkte der Tiere befanden. Humus/Rohhumus, Altgras, Steine/Felsen und Tagesverstecke wurden häufiger als erwartet nahe der Fundpunkte nachgewiesen (Abb. 4.13).

Auch wenn man das Vorhandensein für beide Untersuchungsgebiete getrennt betrachtet, konnte ein Unterschied festgestellt werden. Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ ( $\chi^2 = 96,925$ ;  $df = 7$ ;  $p < 0,001$ ) befanden sich folgende Strukturelemente seltener als erwartet in der Nähe der Fundpunkte: Todholz, Baumstümpfe, Moospolster, Schotter/Sand. Häufiger als erwartet konnten Humus/Rohhumus, Altgras, Steine/Felsen, und Tagesverstecke in der Nähe der Fundpunkte angetroffen werden. Das selbe Bild ergab sich auch für das Untersuchungsgebiet „Zollner“ ( $\chi^2 = 62,0$ ;  $df = 6$ ;  $p < 0,001$ ), mit der Ausnahme, dass hier Baumstümpfe in der Nähe der Fundpunkte völlig fehlten. In beiden Untersuchungsgebieten wurde Altgras am häufigsten als Untergrund, beziehungsweise in der Nähe der Nachweise von *V. berus* gefunden. Es konnte kein Unterschied bezüglich der Nachweise der einzelnen Mikrohabitatstrukturen nahe der Fundpunkte der Tiere zwischen den beiden Untersuchungsgebieten festgestellt werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = 1,216$ ;  $df = 208,5$ ;  $p = 0,225$ ).



**Abb. 4.13:** Prozentuelle Verteilung der Mikrohabitatstrukturen die nahe der Fundpunkte von *V. berus* nachgewiesen werden konnten, für beide Untersuchungsgebiete getrennt.

**Fig. 4.13:** Percentage of microhabitate structures the vicinity of the place the snake was caught, separated for the study sites.

Betrachtet man das Vorhandensein der Mikrohabitatstrukturen für die Geschlechter getrennt, so konnte ein Unterschied festgestellt werden. In der Nähe der Fundpunkte männlicher Tiere ( $\text{Chi}^2 = 7,818$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p < 0,001$ ) wurden die Strukturelemente Todholz, Moospolster und Schotter/Sand deutlich weniger häufig nachgewiesen als Altgras, Steine/Felsen, Tagesverstecke und Humus/Rohhumus. Am häufigsten wurde Altgras nachgewiesen, Baumstümpfe fehlten völlig. Bei den weiblichen Tieren ( $\text{Chi}^2 = 52,361$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p < 0,001$ ) wurde Todholz, Moospolster und Baumstümpfe weniger häufig als erwartet in der Nähe der Fundpunkte vorgefunden, während Altgras, Steine/Felsen, Tagesverstecke, Humus/Rohhumus und Schotter/Sand häufiger als erwartet angetroffen wurden. Auch in diesem Fall wurde Altgras am häufigsten als Untergrund eines Nachweises vorgefunden. Die subadulten Tiere ( $\text{Chi}^2 = 19,0$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p = 0,002$ ) wurden häufiger als erwartet in der Nähe von Altgras, Steinen/Felsen und Humus/Rohhumus angetroffen, weniger oft als erwartet nahe Tagesverstecken, Moospolstern und Schotter/Sand. Die Strukturelemente Baumstümpfe und Todholz konnten nicht in der Nähe der Fundpunkte subadulter Tiere nachgewiesen werden. Ein Unterschied zwischen den 3 Klassen (männlich, weiblich, subadult) konnte nicht statistisch belegt werden (ANOVA:  $F = 0,7$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p = 0,672$ ).

#### **4.9.2 Makrohabitat:**

##### 4.9.2.1 Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“:

Für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ war die Auswertung der Makrohabitatstrukturen (Vegetationsformen) mit Hilfe des Computerprogramms ArcGis 9 (Environmental Systems Research Institute Inc. ESRI, Redlands, California) möglich, da bereits eine Vegetationskarte des Untersuchungsgebietes zur Verfügung stand (THEISS 2001). Mit deren Hilfe wurde auch die Verbreitungskarte der Kreuzotter – Population für dieses Gebiet erstellt (siehe Anhang, Seite 83). Für die Verschneidung der Fundpunkte mit den Vegetationsformen wurde um jeden Fundpunkt von *V. berus* ein Puffer mit 6 m Radius gelegt, um der Ungenauigkeit des GPS Gerätes, mit dem die Fundpunkte im Gelände eingemessen wurden, Rechnung zu tragen. Auch in diesem Fall waren Mehrfachnennungen von Vegetationsformen möglich, wenn sie sich innerhalb des 6 m Radius des Fundpunktes befanden, oder ihn berührten. Folgende Vegetationseinheiten waren im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ (211 ha) vorhanden (Tabelle 4.2):

Nummer	Vegetationsform	Fläche qm	Fläche ha	Fläch %
1	Rasenschmielenflur	8630,0	0,9	0,41
2	Ostalpine Goldschwingelwiesen	875008,7	87,5	41,39
3	Silikat-Horstseggenhalde	19751,2	2,0	0,93
4	Subalpine-alpine Rasen mit kalk und sauren Magerzeigern	460940,7	46,1	21,80
5	Polsterseggenrasen	1272,3	0,1	0,06
6	Blaugras-Horstseggenhalde	134917,0	13,5	6,38
7	Alpensteinquendel Rasen	5854,9	0,6	0,28
8	Herzblättrige Kugelblumen - Gesellschaft	25226,4	2,5	1,19
9	Südalpine Blaugrashalden	15816,0	1,6	0,75
10	Rostseggenhalde	207880,3	20,8	9,83
11	Buntreitgrasflur	37345,9	3,7	1,77
12	Kalk-Gemsheiden-Spalier	23186,2	2,3	1,10
13	Bodensaure Alpenrosenheide	21442,4	2,1	1,01
14	Karbonat-Latschengebüsch mit rostblättriger Alpenrose	10468,4	1,0	0,50
15	Grünerlengebüsch	33062,9	3,3	1,56
16	Stiglitz-Ringdistel-Hochstaudenflur	24423,0	2,4	1,16
17	Subalpiner Karbonat-Alpendost-Fichtenwald	200091,2	20,0	9,46
18	Fels-Mosaikvegetation	7934,4	0,8	0,38
19	Schneepestwurzflur	924,8	0,1	0,04
<b>Gesamt</b>		<b>2114176,5</b>	<b>211,4</b>	<b>100,00</b>

**Tabelle 4.2:** Gesamte Vegetationsformen, die im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ vorhanden waren.

**Table 4.2:** Plant communities at the study site “Auf der Mussen”.

Es konnte jedoch nicht in allen Vegetationsformen *Vipera berus* nachgewiesen werden. Die Fundpunkte der Tiere verteilten sich auf 42 % (8 von 19) der gesamten Vegetationsformen, die einen flächenmäßigen Anteil von 70% (148,9 ha) der gesamten Untersuchungsgebietsfläche ausmachen (Tabelle 4.3):

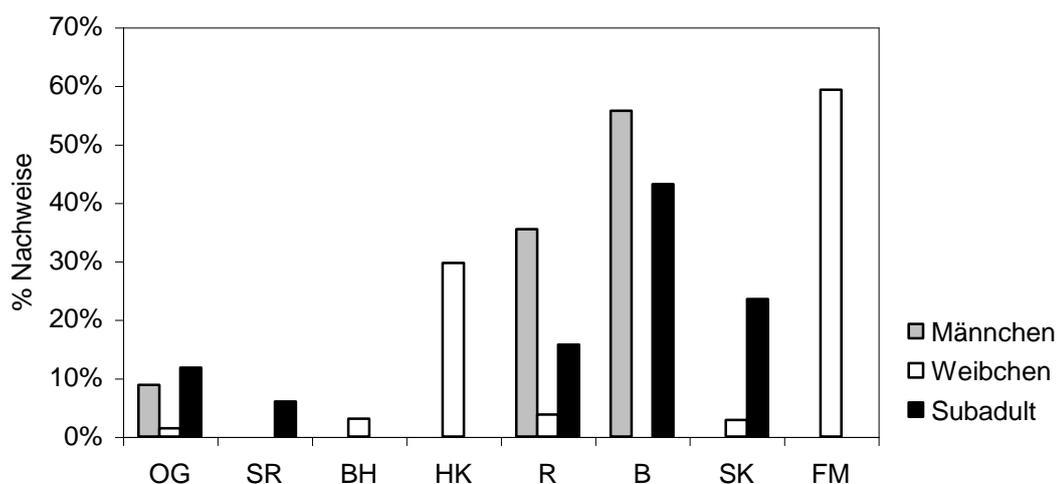
Vegetationsformen	Fläche ha	Fläche %	Nachweise gesamt	Nachweise in %
Ostalpine Goldschwingelwiesen	76,0	51,1	28	39%
Subalpine-alpine Rasen mit kalk und sauren Magerzeigern	30,5	20,5	1	1%
Blaugras-Horstseggenhalde	5,8	3,9	4	6%
Herzblättrige Kugelblumen - Gesellschaft	0,3	0,2	5	7%
Rostseggenhalde	18,8	12,6	21	30%
Buntreitgrasflur	3,5	2,4	3	4%
Subalpiner Karbonat-Alpendost-Fichtenwald	13,7	9,2	7	10%
Fels-Mosaikvegetation	0,3	0,2	2	3%
<b>Gesamt</b>	<b>148,9</b>	<b>100,0</b>	<b>71</b>	<b>100%</b>

**Tabelle 4.3:** Vegetationsformen, in denen *V. berus* im Untersuchungszeitraum nachgewiesen werden konnte (flächenmäßig wurden in dieser Tabelle nur jene Einheiten berücksichtigt, in denen auch tatsächlich *V. berus* nachgewiesen wurde, daher die Differenz der Flächengröße der Vegetationsformen).

**Table 4.3:** Plant communities, in which *V. berus* could be found during study period. (Only such areas of vegetation, in which *V. berus* really could be proofed, were considered in this table)

Um die Verteilung der Nachweise auf die verschiedenen Vegetationsformen statistisch auswerten zu können, wurden die Nachweise in den verschiedenen Vegetationsformen jeweils entsprechend gewichtet. Weil die Größe der einzelnen Vegetationseinheiten so unterschiedlich war, sollte eine, dadurch eventuell vorhandene, Beeinflussung der Verteilung der Nachweise minimiert werden. Bezüglich der Nachweisverteilung konnte ein statistischer Unterschied zwischen den Vegetationseinheiten festgestellt werden ( $\text{Chi}^2 = 5277,3$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p < 0,001$ ). Es konnten lediglich in der Herzblättrigen Kugelblumengesellschaft (16,7 Tiere/ha) und in der Fels-Mosaikvegetation (6,7 Tiere/ha) mehr Nachweise als erwartet erbracht werden. In allen anderen Vegetationsformen - Ostalpine Goldschwingelwiesen (0,4 Tiere/ha), Subalpine- und alpine Rasen mit Kalk und sauren Magerzeigern (0,003 Tiere/ha), Blaugras-Horstseggenhalde (0,7 Tiere/ha), Rostseggenhalde (1,1 Tiere/ha), Buntreitgrasflur (0,9 Tiere/ha) und Karbonat-Alpendost Fichtenwald (0,5 Tiere/ha) - wurden weniger Tiere als erwartet nachgewiesen.

Betrachtet man die Verteilung der Nachweise auf die verschiedenen Vegetationsformen nach Geschlechtern getrennt (Abb. 4.14), so ergibt sich für alle 3 Klassen (männlich, weiblich, subadult) ein statistischer Unterschied in der Verteilung. Die weiblichen Tiere ( $\text{Chi}^2 = 1415,218$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p < 0,001$ ) konnten in Subalpinen-alpinen Rasen mit Kalk und sauren Magerzeigern und in der Buntreitgrasflur nicht nachgewiesen werden. In der Herzblättrigen Kugelblumengesellschaft (30%) und in der Fels-Mosaikvegetation (59%) wurden Weibchen öfter als erwartet nachgewiesen, in den anderen Vegetationseinheiten weniger oft als erwartet. Die männlichen Tieren ( $\text{Chi}^2 = 26,152$ ;  $\text{df} = 2$ ;  $p < 0,001$ ) konnten nur in 3 der Vegetationsformen angetroffen werden. Dabei handelte es sich um die Ostalpinen Goldschwingelwiesen (9%), in denen weniger Tiere als erwartet angetroffen wurden, die Rostseggenhalde (35%) und Buntreitgrasflur (56%), in denen jeweils mehr Tiere als erwartet angetroffen wurden. Auch für die subadulten Tiere konnte der Unterschied in der Verteilung statistisch belegt werden ( $\text{Chi}^2 = 21,55$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p < 0,001$ ). Die Tiere wurden in allen, in Tabelle 15 genannten Vegetationsformen, mit Ausnahme der Blaugras-Horstseggenhalde und der Fels-Mosaikvegetation angetroffen, wobei in der Buntreitgrasflur und im Karbonat-Alpendost Fichtenwald mehr Tiere als erwartet angetroffen wurden, in den anderen Vegetationsformen wurden weniger Tiere als erwartet nachgewiesen. Zwischen den 3 Klassen konnte der Unterschied in der Verteilung auch statistisch belegt werden (ANOVA:  $F = 337,504$ ;  $\text{df} = 7$ ;  $p < 0,001$ ).



**Abb. 4.14:** Prozentuelle Geschlechterverteilung auf die unterschiedlichen Vegetationsformen für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“. OG = Ostalpine Goldschwingelwiesen, SR= Subalpine-alpine Rasen mit Kalk und sauren Magerzeigern, BH = Blaugras-Horstseggenhalde, HK= Herzblättrige Kugelblumen-Gesellschaft, R= Rostseggenhalde, B = Buntreitgrasflur, SK= Subalpiner Karbonat-Alpendost-Fichtenwald, FM= Fels-Mosaikvegetation.

**Fig. 4.14:** Percentage of sexes (male, female, subadult) in different vegetation areas in the study site “Auf der Mussen”.

Wenn man nun die Vegetationsformen, in denen *Vipera berus* nachgewiesen werden konnte, für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ insgesamt flächenmäßig zusammenfasst, ergibt sich eine, zumindest bezüglich der Vegetation, potentiell geeignete Lebensraumfläche von 194,9 ha, was 92% des gesamten Untersuchungsgebietes ausmacht und eine Abundanz von 0,3 Tieren/ha ergibt.

#### 4.9.2.2 Untersuchungsgebiet „Zollner“

Für das Untersuchungsgebiet „Zollner“ stand keine Vegetationskarte zur Verfügung. Die Auswertung der Vegetationseinheiten erfolgte in diesem Fall durch die Erfassung von bestimmten Habitatstrukturen vor Ort, die nach CABELA et al. (2001) zu den wichtigsten Makrohabitaten der Kreuzotter in den Alpen zählen und auch in Untersuchungsgebiet „Zollner“ vorhanden waren, sowie zusätzlich mit Unterstützung eines Luftbildes des Untersuchungsgebietes. Auch in diesem Fall waren Mehrfachnennungen möglich. In folgenden Vegetationseinheiten, beziehungsweise Makrohabitaten, konnte *V. berus* im Untersuchungsgebiet „Zollner“ nachgewiesen werden (Tabelle 4.4):

<b>Makrohabitat</b>	<b>Anzahl der Nachweise</b>	<b>% der Nachweise</b>
Waldgrenze	1	2%
Alpine Heiden	26	39%
Alpiner Staudenbestand	11	17%
Alpine Matten	16	24%
Weg/Wegrand	3	5%
Moorflächen/Gewässer	1	2%
Felsen/Blockschutthalden	8	12%
<b>Gesamt</b>	<b>66</b>	<b>100%</b>

**Tabelle 4.4:** Verteilung der Nachweise im Untersuchungsgebiet „Zollner“ auf die verschiedenen Makrohabitatstypen.

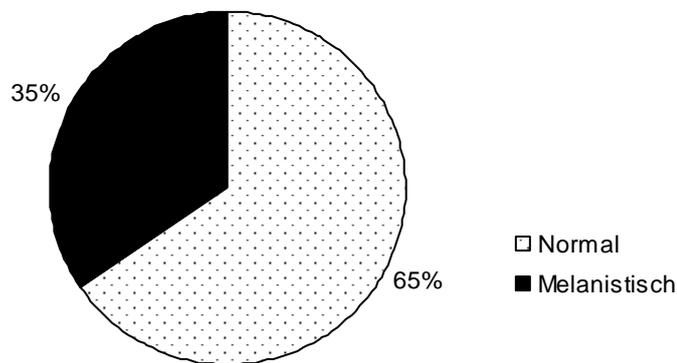
**Table 4.4:** Distribution of *V. berus* in different macrohabitates at the study site “Zollner”.

Der Unterschied in der Verteilung der Nachweise auf die verschiedenen Vegetationsformen, beziehungsweise Habitatstrukturen, konnte auch statistisch belegt werden ( $\text{Chi}^2 = 69,011$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p < 0,001$ ). Die Tiere wurden an der Waldgrenze, am Weg/Wegrand und auf Moorflächen bzw. nahe Gewässern weniger häufig angetroffen als erwartet. In allen anderen Vegetationsformen wurden häufiger als erwartet Nachweise erbracht.

Wenn man die Verteilung der Nachweise auf die verschiedenen Vegetationsformen nach Geschlechtern getrennt auswertet, konnte nur für die männlichen Tiere der Unterschied in der Verteilung statistisch untermauert werden ( $\text{Chi}^2 = 23,8$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p < 0,001$ ), wobei die Tiere an der Waldgrenze nicht nachgewiesen werden konnten. An Wegen/Wegränder, Felsen/Blockschutthalden und Moorflächen/Gewässern wurden männliche Tiere weniger oft als erwartet nachgewiesen, in alpinen Matten (29%) und alpinen Staudenbestand (17%) wurden häufiger als erwartet Nachweise erbracht. Am häufigsten wurden die Tiere in alpinen Heideflächen (40% der Nachweise) angetroffen. Weder für die weiblichen Tiere ( $\text{Chi}^2 = 5,957$ ;  $\text{df} = 5$ ;  $p = 0,31$ ), noch für die subadulten Tiere ( $\text{Chi}^2 = 3,194$ ;  $\text{df} = 3$ ;  $p = 0,363$ ), konnte ein Unterschied in der Verteilung nachgewiesen werden, wobei jedoch Weibchen nicht zusammen mit der Habitatstruktur Moorflächen/Gewässer und subadulte Tiere nicht an der Waldgrenze, am Weg/Wegrand und in Moorflächen bzw. nahe Gewässern angetroffen werden konnten. Die Unterschiede in der Verteilung auf verschiedene Vegetationsformen der 3 Klassen (männlich, weiblich, subadult) konnte nicht statistisch belegt werden (ANOVA:  $F = 0,512$ ;  $\text{df} = 6$ ;  $p = 0,798$ ).

#### 4.10 Melanistische Kreuzottern

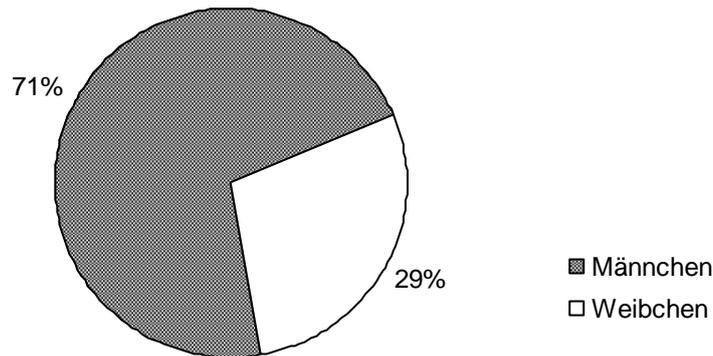
In diese Berechnungen wurden, wenn nicht anders vermerkt, nur Kreuzottern, die als Adulttiere einheitlich schwarz gefärbt waren, miteinbezogen. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ wurde während des Untersuchungszeitraumes nur 1 melanistisches Männchen eingefangen. Dies war der einzige Nachweis eines melanistischen Tieres in diesem Gebiet während der ganzen Saison. Es gab hier jedoch 3 subadulte Tiere, die bereits sehr dunkel gefärbt waren und sich eventuell noch komplett umfärben könnten, sowie 2 Weibchen, die zu 2/3 der Körperlänge komplett schwarz gefärbt waren, nur das vordere Drittel wies noch ein deutlich sichtbares Zick-Zack-Band auf braun-grauem Grund auf. Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ konnten insgesamt 20 melanistische Tiere nachgewiesen werden (Sichtung und Fang), 13 davon konnten eingefangen und somit auch individuell identifiziert werden. Bei 6 Tieren, die nicht eingefangen werden konnten, war eine sichere Aussage zum Geschlecht nicht möglich. In diesem Untersuchungsgebiet konnten keine sehr dunkel gefärbten, subadulten Tiere nachgewiesen werden.



**Abb. 4.16:** Anteil der melanistischen Tiere an der *V. berus* – Population im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ (Sichtungen und Fänge, inklusive subadulte Tiere).

**Fig. 4.16:** Percentage of melanistic animals of the population “Auf der Mussen”

Bei den melanistischen Tieren im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ handelte es sich in 10 Fällen um Männchen, in 4 Fällen um weibliche Tiere. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ war das einzige melanistische Tier männlich (Abb. 4.17).



**Abb. 4.17:** Geschlechterverhältnis der melanistischen Tiere im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“.

**Fig. 4.17:** Sex ratio of melanistic animals from the study site “Auf der Mussen”.

#### 4.10.1 Größe und Gewicht:

Das kleinste gefangene, melanistische Tier im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“, war 35 cm lang, das größte Tier 60 cm. Der Mittelwert lag insgesamt bei 48,5 cm, der Median bei 49 cm. Betrachtet man das Körpergewicht der Tiere, so wog das leichteste Tier 30,0 g und das schwerste 123 g. Der Mittelwert lag insgesamt bei 69,2 g, der Median bei 62 g (Tabelle 4.5).

	N	Länge (cm)			Körpergewicht (g)		
		Mittelwert	Spannweite	SD	Mittelwert	Spannweite	SD
M normal	4	51,8	42-60	8,656	77,8	74-83,5	4,29
M melanistisch	10	44,1	35-58	8,747	47,5	30-69	15,534
W normal	15	48,7	36-57	6,024	75,5	41-127	25,843
W melanistisch	3	53	45-60	7,55	91	73-123	25,189

**Tabelle 4.5:** Tabellarisch dargestellte Kennwerte für Größe und Gewicht der melanistischen Tiere im Vergleich zu den normalgefärbten, adulten Tieren. M = Männchen, W = Weibchen.

**Table 4.5:** Characteristic values of size and weight of melanistic animals compared to cryptically coloured, adult animals. M = male, W = female.

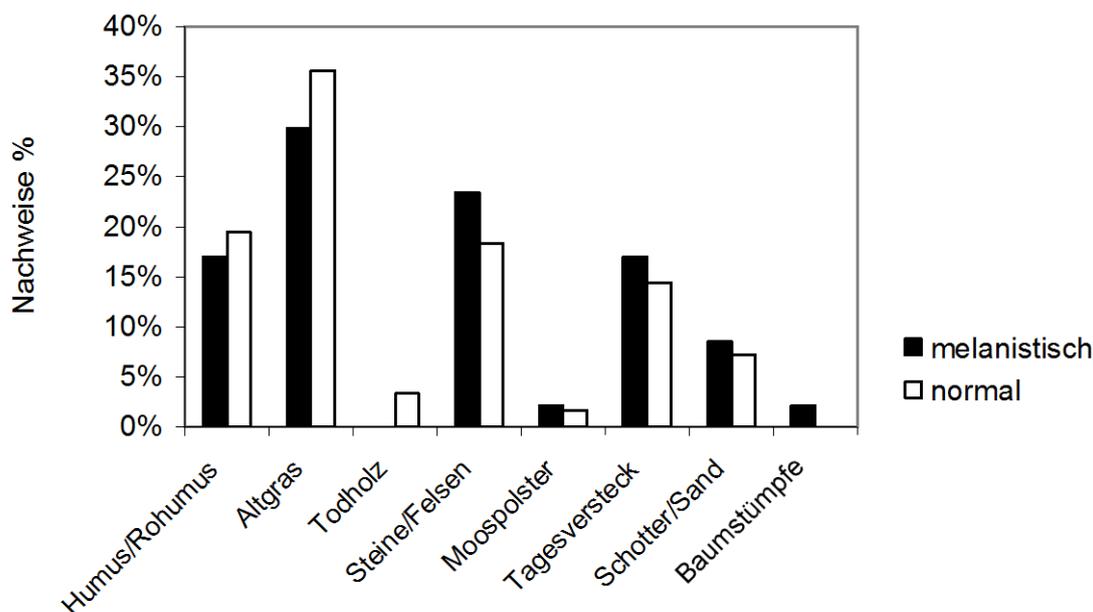
Wenn man nun die melanistischen Tiere mit den normal gefärbten Individuen vergleicht, konnte weder bei der Größe (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -1,693$ ;  $df = 18,335$ ;  $p = 0,107$ ), noch beim Gewicht (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -0,249$ ;  $df = 16,235$ ;  $p = 0,806$ ) der Tiere, ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Färbungsvarianten festgestellt werden. Man kann also nicht sagen, dass melanistische Tiere im Untersuchungsgebiet größer und schwerer werden, als ihre normal gefärbten Artgenossen.

#### **4.10.2 Vegetationsformen:**

Insgesamt konnten die melanistischen Tiere im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ nur in 3 Vegetationsformen nachgewiesen werden ( auch in diesem Fall wurden die Nachweise pro Vegetationseinheit gewichtet, um Beeinflussungen durch die unterschiedlichen Größen der Vegetationseinheiten zu verringern): In den Ostalpinen Goldschwingelwiesen wurden 2% der Nachweise erbracht, in der Herzblättrigen Kugelblumengesellschaft 88% und in den Rostseggenhalden 10%. Der Unterschied in der Verteilung der Nachweise konnte auch statistisch untermauert werden ( $\chi^2 = 387,4$ ;  $df = 2$ ;  $p < 0,001$ ). Des Weiteren konnte auch ein hochsignifikanter Unterschied in der Verteilung der Nachweise auf die unterschiedlichen Vegetationsformen, zwischen normal gefärbten und melanistischen Tieren, nachgewiesen werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = 45,2$ ;  $df = 954,8$ ;  $p < 0,001$ ).

#### **4.10.3 Mikrohabitat**

Bezüglich der Mikrohabitatstrukturen, die nahe der Fundpunkte der melanistischen Tiere nachgewiesen wurden, konnte der Unterschied statistisch untermauert werden ( $\chi^2 = 21,957$ ;  $df = 6$ ;  $p = 0,001$ ). Dabei wurden die Elemente Humus/Rohhumus, Altgras, Steine/Felsen und Tagesverstecke häufiger als erwartet nahe der Fundpunkte nachgewiesen, während die Elemente Moospolster, Schotter/Sand und Baumstümpfe weniger häufig als erwartet im Umkreis der Fundpunkte nachgewiesen werden konnten. Der Unterschied zwischen normal gefärbten und melanistischen Tieren (Abb. 4.19) konnte jedoch nicht statistisch belegt werden (T-Test für unabhängige Stichproben:  $T = -1,022$ ;  $df = 70,7$ ;  $p = 0,310$ ).



**Abb. 4.19:** Prozent der Nachweise von Mikrohabitatstrukturen nach Farbvarianten der Tiere (melanistisch, normal) getrennt.

**Fig. 4.19:** Percentage of microhabitat structures in the vicinity of the place a snake was caught, separated for melanistic and cryptically coloured animals.

#### 4.11 Genetische Untersuchungen der Populationen

Durch die genetische Untersuchung der drei Populationen sollte festgestellt werden, ob diese als isoliert zu betrachten sind und ob sich daraus eine Gefährdung durch Inzuchterscheinungen ergibt. Des Weiteren sollte untersucht werden, wie groß die genetische Distanz zwischen den beiden Untersuchungspopulationen ist, da es sehr unwahrscheinlich scheint, dass sich die Tiere zwischen den Population „Auf der Mussen“ und „Zollner“ auf Grund der geographischen Distanz (etwa 13 km Luftlinie) und der natürlichen (Talboden, Fluss) und von Menschen geschaffenen (Bundesstraßen, Landstraße) Barrieren genetisch austauschen. Zusätzlich zu den Populationen „Auf der Mussen“ und „Zollner“ wurde auch noch 5 Tieren der Population „Untere Bischofalm“ Blut entnommen. Die Bischofalm befindet sich geografisch nahe an der Population „Zollner“ (etwa 1-1,5 km Luftlinie) in den Karnischen Alpen. Ein Austausch zwischen diesen beiden Populationen ist von der Distanz her nicht auszuschließen, obwohl das Gelände, das die beiden Populationen voneinander trennt, teilweise unwegsam (stark geneigt) und für *V. berus* eher unattraktiv erscheint.

Insgesamt wurden sieben Mikrosatelliten Loci untersucht: A8, B´2, B´9 bi, B´10, B18, D6 und D17. Von der Population „Auf der Mussen“ (hier: Mussen) wurden 22 Proben entnommen, von der Population „Zollner“ 20 Proben. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigen folgende Tabellen:

#### 4.11.1 Genetische Variabilität der Populationen:

Anzahl der beprobten Allele			
Locus	Mussen	Zollner	Untere Bischofalm
A8	6	7	3
B'2	7	9	5
B'9 bi	6	5	4
B'10	8	6	2
B18	15	8	6
D6	12	8	8
D17	12	6	7
Allelic diversity	9,4	7	5

**Tabelle 4.6:** Anzahl der Allele pro Population und Locus.

**Table 4.6:** Number of alleles per population and locus.

Die Anzahl der Allele pro Locus ist für die drei Untersuchungspopulationen unterschiedlich. Sie reicht für die Population „Auf der Mussen“ von wenigstens 6 (Locus A8 und B'9 bi) bis höchsten 15 Allele (Locus B18). Bei der Population Zollner reicht sie von 5 (Locus B'9 bi) bis 9 (Locus B'2) Allelen und bei der Population „Untere Bischofalm“ von wenigstens 2 (Locus B'10) bis höchstens 8 Allelen (Locus D6). Die Allelvielfalt (Allelic diversity) für die Population „Auf der Mussen“ beträgt 9,4, für die Population „Zollner“ 7 und für die Population „Untere Bischofalm“ 5. Die Population „Auf der Mussen“ zeigt somit die höchste Allelvielfalt im Vergleich zu den beiden anderen Untersuchungspopulationen.

Gendiversität pro Locus und Population			
Locus	Mussen	Zollner	Untere Bischofalm
A8	0,767	0,793	0,675
B'2	0,429	0,83	0,85
B'9 bi	0,737	0,749	0,65
B'10	0,652	0,555	0,6
B18	0,909	0,8	0,875
D6	0,863	0,808	0,925
D17	0,904	0,754	0,9
Durchschnitt	0,752	0,756	0,782

**Tabelle 4.7:** Gendiversität ( $H_e$ ) für die drei Untersuchungspopulationen.

**Table 4.7:** Genediversity ( $H_e$ ) of the three studied populations.

Die durchschnittliche Gendiversität für die Population „Auf der Mussen“ beträgt 0,75, für die Population „Zollner“ 0,76 und für die Population „Untere Bischofalm“ 0,78. Die Population „Untere Bischofalm“ weist somit die höchste durchschnittliche erwartete Heterozygotie der drei Untersuchungspopulationen auf.

Allelic Richness pro Locus und Population			
Locus	Mussen	Zollner	Untere Bischofalm
A8	2,86	2,929	2,476
B'2	1,908	3,131	3,062
B'9 bi	2,707	2,744	2,462
B'10	2,453	2,218	1,952
B18	3,473	2,993	3,195
D6	3,249	3,041	3,633
D17	3,457	2,792	3,5
mean	2,872	2,835	2,897
%	92,8%	91,6%	93,6%

**Tabelle 4.8:** Allelic Richness (= Schätzung der Allele pro Locus unabhängig von der Probengröße) pro Locus und Population, basierend auf einer minimalen Probengröße von 2 diploiden Individuen.

**Table 4.8:** Allelic richness (=Number of alleles per locus, independent of the sample size) per locus and population, based on minimal sample size of two diploid animals.

Die Allelic Richness erstreckt sich bei der Population „Auf der Mussen“ von 1,908 (Locus B'2) bis höchstens 3,473 (Locus B 18), bei der Population „Zollner“ von 2,218 (Locus B'10) bis 3,131 (Locus B'2) und bei der Population „Untere Bischofalm“ von 1,952 (Locus B'10) bis 3,633 (Locus D6). Die durchschnittliche Allelic Richness ist bei der Population „Untere Bischofalm“ mit einem Wert von 2,897 am Größten. Danach folgt die Population „Auf der Mussen“ mit einem Wert von 2,872. Die geringste Allelic Richness weist die Population „Zollner“ mit einem Wert von 2,835 auf. Die Unterschiede zwischen den Populationen erwiesen sich nicht als signifikant ( $P > 0,05$ ).

Die  $F_{is}$  – Werte (Korrelation der Gene innerhalb der einzelnen Individuen innerhalb der Populationen) für die verschiedenen Populationen wurden auch auf einen Überschuss beziehungsweise auf ein Defizit an Heterozygoten getestet. Sie lagen bei Werten von höchsten  $F_{is}=0,205$  für die Population „Auf der Mussen“, bei  $F_{is}=0,017$  für die Population „Zollner“ und bei  $F_{is}=0,123$  für die Population „Untere Bischofalm“. Alle drei Populationen weisen also Inzuchterscheinungen auf. Lediglich der Wert für die Population „Auf der Mussen“ zeigte jedoch ein signifikantes Defizit an Heterozygoten, wobei vor allem der Locus B'9 bi (0,01) und der Locus B18 (0,0002) sowie der Locus D6 (0,00) Defizite aufwiesen. Die Werte für die

Populationen „Zollner“ und „Untere Bischofalm“ zeigten weder einen signifikanten Überschuss noch ein signifikantes Defizit an Heterozygoten ( $P=0,00179$ , 28000 randomisations).

#### 4.11.2 Differenzierung der Populationen:

Fst Werte			
	Mussen	Zollner	Bischofalm
Mussen	0	0,1252	0,1112
Zollner	**	0	0,0556
Bischofalm	**	**	0

**Tabelle 4.9:** Gegenüberstellung der  $F_{st}$ -Werte für die drei untersuchten Populationen (Oberhalb der Diagonale:  $F_{st}$ -Werte, unterhalb der Diagonale: Signifikanzniveau – durch \*\* gekennzeichnet).

**Table 4.9:** List of the  $F_{st}$ -values for the three study sites (above diagonal:  $F_{st}$ -values, below: significance level, marked with \*\*)

Die in Tabelle. 4.9 dargestellten  $F_{st}$ -Werte (Inzucht auf Grund von Differenzierung zwischen den Subpopulationen, relativ zur gesamten Population) zeigen, dass die geographische Distanz der Populationen im Großen und Ganzen gut mit ihrem genetischen Status übereinstimmen. Der Werte für die Populationen „Untere Bischofalm“ - „Zollner“ ( $F_{st}=0,0556$ ) ist wesentlich geringer (geographische Distanz von etwa 1-1,5km) als die Werte für den Vergleich der Populationen „Mussen“ - „Zollner“ ( $F_{st}=0,1252$ ; geographische Distanz etwa 13 km Luftlinie) beziehungsweise „Mussen“ - „Untere Bischofalm“ ( $F_{st} = 0,1112$ ; geographische Distanz etwa 12 km Luftlinie).

#### 4.12 Andere Tierarten

Sowohl das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“, als auch das Gebiet „Zollner“, bieten neben der Art *V. berus* auch einer Vielzahl von zusätzlichen Tierarten Lebensraum. Im Verlauf dieser Untersuchung wurden auch andere Tierarten, die in den beiden Gebieten wahrgenommen werden konnten, aufgenommen. Das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ ist als Naturschutz- und Natura 2000 – Gebiet bezüglich dem Vorkommen der verschiedenen Tierarten bereits recht gut untersucht (WIESER , 2002). Hier wurden jedoch nur jene Tierarten angeführt, die auch persönlich während des Untersuchungszeitraumes nachgewiesen werden konnten. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

#### 4.12.1 Auf der Mussen:

##### Reptilien (Reptilia):

- Die Waldeidechse (*Zootoca vivipara*) konnte teilweise sehr zahlreich im gesamten Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden. Bei einer Begehung im Juli 2004 wurden an einem Tag insgesamt 18 Tiere gesichtet.
- Blindschleichen (*Anguis fragilis*) wurden ebenfalls insgesamt 3 Mal angetroffen. Ein Tier wurde tot aufgefunden.
- Eine Schlingnatter (*Coronella austriaca*) konnte im Untersuchungsgebiet auf einer Höhe von 1616 m nachgewiesen werden, was einen der höchsten Fundpunkte dieser Reptilienart im Lesachtal, und den einzigen und ersten im Untersuchungsgebiet, darstellt (CABELA et al. , 1992; WERNER , 1926; WIESER , 2002). Das Tier war weiblich, und wurde mehrmals am Sonnenplatz einer Kreuzotter angetroffen. Die Schlingnatter wurde hauptsächlich in den Vormittags- bis Mittagsstunden angetroffen, während die Kreuzotter meistens Nachmittags anwesend war. Eine weitere Schlingnatter (ebenfalls weiblich) wurde im Wald auf dem Fahrweg, der von der Ortschaft St Jakob aus ins Untersuchungsgebiet führt, auf einer Höhe von etwa 1250 m, beobachtet.

##### Säugetiere (Mammalia):

- Gämsen (*Rupicapra rupicapra*) – ein Rudel dieser Tiere ist im Untersuchungsgebiet "Auf der Mussen" heimisch. Es konnten mehrmals Tiere gesichtet werden.
- Rehe (*Capreolus capreolus*) wurden hin und wieder an und auch oberhalb der Waldgrenze angetroffen.
- Rothirsch (*Cervus elaphus*) – eine Hirschkuh konnte nahe der Waldgrenze im östlichen Teil des Untersuchungsgebiet festgestellt werden.
- Wildschweine (*Sus scrofa*) – die Grabespuren der Nahrungssuche dieser Tiere konnten in tiefer gelegenen Bereichen, etwas außerhalb des Untersuchungsgebietes, festgestellt werden.
- Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) – von Rotfüchsen konnten nur Losungsspuren nachgewiesen werden.
- Marder (Mustelidae) – an manchen Orten befanden sich Kots Spuren dieser Tiere, denen die genaue Marderart nicht eindeutig zugeordnet werden konnte. Ein Hermelin (*Mustela erminea*) konnte direkt im Untersuchungsgebiet festgestellt werden, auch Steinmarder (*Martes foina*) sollen sich nach Auskunft der Jäger dort aufhalten.
- Maulwurf (*Talpa europaea*) – die Spuren der Grabetätigkeit dieses Bodenbewohners konnten immer wieder in den verschiedensten Teilen des Untersuchungsgebietes entdeckt werden.

- Feldmaus (*Microtus arvalis*) – Feldmäuse konnten im Untersuchungszeitraum 2 Mal direkt gesichtet werden, die Grabespuren der Tiere waren über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt.
- Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris*) – diese Tiere wurden mehrmals an und unterhalb der Waldgrenze beobachtet.

### **Vögel (Aves):**

- Birkhuhn (*Lyrurus tetrix*) – diese Vogelart ist im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ recht zahlreich vertreten. Bei vielen Begehungen wurden immer wieder sowohl Hähne als auch Hühner gesehen. Einmal konnte eine Henne mit 5 Küken beobachtet werden.
- Turmfalke (*Falco tinnunculus*) – ein Paar dieser Vögel wurde im Untersuchungszeitraum regelmäßig beobachtet.
- Mäusebussard (*Buteo buteo*) – auch dieser Raubvogel wurde mehrmals im Untersuchungsgebiet beobachtet.
- Feldlerche (*Alauda arvensis*) – das Vorkommen dieser Vogelart war über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt. Die Tiere vielen immer wieder durch ihren charakteristischen Gesang auf.
- Bergpieper (*Anthus spinoletta*) und Baumpieper (*Anthus trivilis*) – von diesen Vogelarten konnten sowohl adulte Tiere als auch Jungvögel (August) nachgewiesen werden. Die Bestimmung der Jungvögel erfolgte über das zugehörige Adulttier.
- Alpendohlen (*Pyrrhocorax graculus*) – ein großer Schwarm dieser Tiere (etwa 40-60 Tiere) wurde regelmäßig im Untersuchungsgebiet gesichtet.
- Kolkrabe (*Corvus corax*) – diese Vogelart konnte auch mehrmals während des Untersuchungszeitraumes gesichtet werden.
- Buntspecht (*Picoides major*) – diese Vogelart wurde 3 - mal an der Waldgrenze beziehungsweise knapp darüber im zentralen bis westlichen Teil des Untersuchungsgebietes angetroffen.
- Haselhuhn (*Tetrastes bonasia styriacus*) – 3 Haselhühner wurden in der Nähe des Untersuchungsgebietes, am Rand des Fahrweges der von der Ortschaft St. Jakob aus ins Untersuchungsgebiet führt, angetroffen.
- Schwarzspecht (*Dryocopus martius*) – diese Vogelart konnte etwas unterhalb der Waldgrenze und in tiefer gelegenen Waldbereichen regelmäßig, vor allem am frühen Vormittag und späten Nachmittag, beobachtet werden.
- Alpensegler (*Apus melba*) – während des gesamten Untersuchungszeitraumes konnte diese Vogelart mehrmals im schnellen Flug über das Untersuchungsgebiet beobachtet werden. Es handelte sich dabei meistens um 1-3 Tiere.
- Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*) – Nester mit Jungvögeln wurden in einer leerstehenden Holzhütte und unter dem Dach einer Almhütte

angetroffen. Adulttiere konnten mehrmals sowohl beim Füttern der Brut als auch in anderen Teilen des Untersuchungsgebietes beobachtet werden.

- Ringdrossel (*Trudus torquatus*) – diese Vogelart wurde insgesamt 2 - mal im Untersuchungsgebiet beobachtet.
- Meisen (*Parus* spp.) – verschiedene Meisenarten konnten während des gesamten Untersuchungszeitraumes immer wieder im Untersuchungsgebiet an und unter der Waldgrenze beobachtet werden. Dabei handelte es sich meistens um Kohlmeisen (*Parus major*), Tannenmeisen (*Parus ater*), Haubenmeisen (*Parus cristatus*) oder Sumpfmeisen (*Parus palustris*).
- Eichelhäher (*Garrulus glandarius*) – Eichelhäher konnten mehrmals an der Waldgrenze im Untersuchungsgebiet beobachtet werden, genauso wie der Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*).
- Fichtenkreuzschnabel (*Loxia curvirostra*) – ein Brutpaar mit Jungtieren konnte während des Untersuchungszeitraumes mehrmals an der Waldgrenze beobachtet werden.

#### **4.12.2 Zollner:**

##### **Reptilien (Reptilia):**

- Waldeisechse (*Zootoca vivipara*) – diese Eidechsenart war auch im Untersuchungsgebiet "Zollner" sehr häufig vertreten. Hier konnten sowohl adulte als auch juvenile Tiere beobachtet werden.
- Ringelnatter (*Natrix natrix*) – eine juvenile Ringelnatter konnte außerhalb des Untersuchungsgebietes, auf dem Fahrweg, der von der Ortschaft Weidenburg aus in das Untersuchungsgebiet führt, auf einer Höhe von etwa 1350 m, nachgewiesen werden.

##### **Amphibien (Amphibia):**

- Braunfrösche (*Rana dalmatina*) – diese Tierart konnte mehrmals im Untersuchungsgebiet beobachtet werden. In den dort vorhandene Lacken und Tümpeln wurde eine große Anzahl von Kaulquappen nachgewiesen.
- Erdkröte (*Bufo bufo*) – Erdkröten wurden sehr oft im gesamten Untersuchungsgebiet nachgewiesen. Hier konnten ebenfalls zahlreiche Larven beobachtet werden.
- Bergmolch (*Triturus alpestris*) – die Tiere wurden in ihren Laichgewässern im Untersuchungsgebiet als Adulttiere und als Larven angetroffen.

##### **Säugetiere (Mammalia):**

- Reh (*Capreolus capreolus*) – diese Tierart konnte mehrmals während des Untersuchungszeitraumes im Untersuchungsgebiet beobachtet werden.
- Gämse (*Rupicapra rupicapra*) – Ein Tier konnte im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes beobachtet werden.

- Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) – Rotfüchse konnten im Untersuchungsgebiet nur anhand von Losungen nachgewiesen werden.
- Dachs (*Meles meles*) – ein Dachs konnte im August an der Waldgrenze im Untersuchungsgebiet beobachtet werden. Schon davor deuteten Losungsspuren auf das Vorhandensein dieser Tierart hin.
- Feldmaus (*Microtus arvalis*) – Die Grabespuren dieser Tierart waren in mehreren Teilen des Untersuchungsgebietes vorhanden. Ein Mal konnte eine Tier direkt beobachtet werden.
- Waldmaus (*Apodemus sylvaticus*) – diese Tiere konnten im Herbst mehrmals, teilweise sogar zahlreich, beim Klettern im Grünerlengebüsch (*Alnus viridis*) beobachtet werden.

### **Vögel (Aves):**

- Birkhuhn (*Lyrurus tetrrix*) – im Untersuchungsgebiet „Zollner“ konnte diese Vogelart regelmäßig beobachtet werden. Auch hier konnten sowohl Hähne als auch Hühner und einmal ein Huhn mit Küken gesichtet werden.
- Haselhuhn (*Tetrastes bonasia styriacus*) – Haselhühner konnten ein Mal etwas außerhalb des Untersuchungsgebietes nahe dem Fahrweg beobachtet werden.
- Bergpiper (*Anthus spinoletta*) – von dieser Vogelart konnten Adulttiere und Nester mit Eiern oder Jungvögeln nachgewiesen werden.
- Feldlärche (*Alauda arvensis*) – Feldlärchen waren im ganzen Untersuchungsgebiet zahlreich vertreten.
- Meisen (*Parus* spp.) – verschiedene Meisenarten (Kohlmeise, *Parus major*, Tannenmeise, *Parus ater*, Blaumeise, *Parus caeruleus* und Sumpfmeise, *Parus palustris*) konnten immer wieder im gesamten Untersuchungsgebiet beobachtet werden, meist nahe der Waldgrenze.
- Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*) – ein Männchen dieser Vogelart wurde ein Mal im Untersuchungsgebiet beobachtet.
- Bergstelze (*Motacilla cinerea*) – Bergstelzen konnten mehrmals, hauptsächlich im zentralen und nach Osten exponierten Teil des Untersuchungsgebietes, beobachtet werden.
- Zaunkönig (*Troglodytes troglodytes*) – Zaunkönige wurden während des Untersuchungszeitraumes wiederholt gesichtet, meistens im Bereich des Grünerlengebüsches (*Alnus viridis*).
- Zilpzalp (*Phylloscopus collybita*) – der Zilpzalp wurde im Untersuchungsgebiet hauptsächlich durch seinen häufig wahrzunehmenden und charakteristischen Gesang nachgewiesen.
- Bussard (*Buteo buteo*) – Bussarde konnten mehrmals im Flug über dem Untersuchungsgebiet beobachtet werden.

- Gänsegeier (*Gyps fulvus*) – insgesamt konnten während es Untersuchungszeitraumes 4 Mal Gänsegeier (zwischen 1-3 Tieren) beim Flug über das Untersuchungsgebiet gesichtet werden.
- Kolkrabe (*Corvus corax*) – zwei Mal konnten auch Kolkraben im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden.
- Eichelhäher (*Garrulus glandarius*) – diese Vogelart wurde wiederholt im Untersuchungsgebiet angetroffen.
- Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*) – sowohl Männchen als auch Weibchen dieser Vogelart konnten hin und wieder im Untersuchungsgebiet beobachtet werden.
- Rotkehlchen (*Erithacus rubecula*) – konnten vereinzelt an der Waldgrenze und im Grünerlengebüsch im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes gesichtet werden.

## 5 DISKUSSION

### 5.1 Verbreitung von *Vipera berus* im Oberen Gailtal

Es war sehr positiv, wenn auch nicht überraschend, dass auf allen im Untersuchungsjahr 2004 begangenen Almen, *Vipera berus* nachgewiesen werden konnte. Für das Gebiet des (Oberen) Gailtals, sowie für das Lesachtal gab es aber schon immer relativ häufige Fundmeldungen (CABELA et al. , 1992). Die bisher höchsten dokumentierten Fundpunkte für *V. berus* in den Dolomiten lagen bei Höhen bis 1760 m (PUSCHNIG , 1915; SCHWEIGER, 1957). Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ (Dolomiten) lag der höchste Fundpunkt eines subadulten Weibchens im Untersuchungsjahr 2004 jedoch sogar auf einer Höhe von 1988 m. Auch bei Begehungen, die im Sommer 2005 im Rahmen einer Reptilienkartierung durchgeführt wurden (ORTNER, in Bearbeitung), konnte auf allen untersuchten Almen – Würmlacher Alm, Spielbodenalm, Tschintemunt, Angerbachtal, Valentinalm, Wolayer Alm (Karnische Alpen) und auf der Ochsenalm (Juckbühel, Gailtaler Alpen) – ausnahmslos und teilweise sogar zahlreich, *Vipera berus* nachgewiesen werden. Dies deutet darauf hin, dass die Bestandessituation der Kreuzotter-Populationen im Oberen Gailtal, zumindest im Moment, nicht als gefährdet betrachtet werden muss, obwohl Gespräche mit Almbewirtschaftern und Jägern vermuten lassen, dass die Tiere in früheren Zeiten noch zahlreicher vertreten waren.

Auch hängt das allgemeine Verbreitungsmuster von *V. berus* im Gebiet des Oberen Gailtals beziehungsweise des Lesachtals nicht merklich von der Bewirtschaftungsform der Almen ab, obwohl sich die räumliche Verteilung der Tiere auf den einzelnen Almflächen ab dem Zeitpunkt des Almauftriebes und der Aktivierung der Almhütten zu verändern scheint. So berichteten 2 Bewirtschafter von Hütten (Rossner Hütte, Frondell Alm) unabhängig voneinander davon, dass sich *Vipera berus* aus der Umgebung der Almhütten zurückzieht, sobald diese in Frühjahr wieder regelmäßig genützt werden. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ schien teilweise auch ein beweidungsspezifisches Verteilungsmuster der Tiere (siehe Verbreitungskarte „Zollner“, Anhang 2) vorhanden zu sein. *Vipera berus* tendierte hier dazu, jene Gebiete, die vom Weidevieh (vor allem von den Rindern) nicht so stark frequentiert wurden, zu bevorzugen. Eine Studie von LAUFER (2004) zu diesem Thema zeigte ähnliche Ergebnisse. Bei seiner Untersuchung wurde der Effekt von Schaf- und Rinderbeweidung auf *V. berus* verglichen, mit dem Ergebnis, dass sich *V. berus* durch Rinderbeweidung eher beeinflussen lässt. Die Bewirtschaftungsform der Bergmahd, wie sie im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ traditionell praktiziert wird, scheint *V. berus* nicht weiter zu beeinflussen, da sich die Störungen nur über den Zeitraum von 2-3 Wochen erstrecken und immer in etwa zur selben Zeit im Jahr stattfinden. Bei diesen Tieren wurden jedoch, häufiger als bei den Tieren der Untersuchungspopulation „Zollner“, Narben nachgewiesen. Teilweise kam es sogar

zu einer vollständigen Amputation den Schwanzes, was durch Motormäher oder Sensen hervorgerufen werden kann. Alle Verletzungen waren jedoch gut abgeheilt, und schienen die Tiere nicht mehr zu beeinflussen. Dadurch, dass diese Bewirtschaftungsform in diesem Gebiet schon jahrhundertelange Tradition hat, konnten sich die Tiere an diese Form der Nutzung gewöhnen (PETUTSCHNIG et al., 2002), sich daran anpassen und Strategien entwickeln, was sicherlich auch für die Nutzungsform der Beweidung zutrifft, die auch für das Offenhalten der Flächen eine wichtige Funktion erfüllt.

## 5.2 Geschlechterverhältnis

Für das Geschlechterverhältnis von *Vipera berus* Populationen findet man in der Literatur eine Vielzahl von unterschiedlichen Ergebnissen. Auch die Strukturen der beiden hier untersuchten Populationen erwiesen sich als sehr verschieden voneinander. Vergleiche mit anderen Arbeiten ergaben, dass sich sowohl in der Oberlausitz als auch im Westerzgebirge und Ostthüringen die Anteile von männlichen, weiblichen und subadulten Tieren nicht sehr stark voneinander unterscheiden. In allen 3 Gebieten bilden die männlichen Tiere den größten Anteil der Populationen. In der Oberlausitz und im Westerzgebirge ist der Anteil an Weibchen und Subadulten gleich hoch. Nur in Ostthüringen bilden die subadulten Tiere den geringsten Anteil an der Population. Im Fichtelgebirge bilden die Weibchen die größte Gruppe, die subadulten Tiere wiederum die kleinste (BIELLA et al., 1993), was dem Ergebnis für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ ähnelt. Auch berichtet URSENBACHER (1998) von einer Dominanz adulter Weibchen für 2 aufeinanderfolgende Untersuchungsjahre im Schweizer Jura. In vielen anderen Untersuchungen wird für adulte Kreuzottern ein nahezu ausgeglichenes Geschlechterverhältnis angegeben ( u. a. ANDREN, 1985; PIELOWSKI, 1962; SAINT GIRONS, 1952, VAINIO 1932), was eher der Situation im Untersuchungsgebiet „Zollner“ entspricht. Betrachtet man das Geschlechterverhältnis bei neugeborenen Tieren, so zeigt sich meist ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Tiere (u.a. ANDREN, 1985; PETZOLD, 1980; PRESTT 1971; SAINT GIRONS 1952; URSENBACHER 1998). Abweichend davon ergaben Untersuchungen, die von CAPULA et al. (1992) in den Karnischen Alpen durchgeführt wurden, in einem Untersuchungsjahr deutlich mehr weibliche Tieren (63,4%), während im nächsten Jahr das Geschlechterverhältnis bei der Geburt wieder ausgeglichen war.

Wie kann man sich nun diese große Vielfalt an Ergebnissen erklären? Analysen der Populationsstruktur sind bei Kreuzottern natürlich immer problematisch, nicht zuletzt auf Grund der verschiedenen Aufenthaltsorte im Lebensrhythmus der Tiere. Hinzu kommen noch die Unterschiede im Verhalten zwischen den Männchen, reproduktiven und nicht-reproduktiven Weibchen, sowie subadulten Tieren (SCHIEMENZ, 1985), die zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen können. Auch Unterschiede in der geschlechtsspezifischen Mortalität könnten möglicherweise

Abweichungen des Geschlechterverhältnisses in beide Richtungen erklären (VÖLKL et al., 2002). Langzeitstudien könnten hierbei interessante Einblicke in Vorgänge der Populationsdynamik liefern (PHELPS 2004), wobei aber die Ergebnisse dieser Untersuchung auf Grund des kurzen Zeitraumes nur eine Momentaufnahme der Verhältnisse liefern können.

### 5.3 Phänologie

Der Jahresrhythmus der Kreuzotter hängt sowohl von ihrem Verbreitungsgebiet (Gebirge oder Tiefland), als auch von den Wetterverhältnissen des jeweiligen Jahres und damit von den Temperaturen, ab (VÖLKL et al., 2002; SCHIEMENZ, 1985). Normalerweise verlassen die Männchen ihre Winterquartiere zuerst. Weibchen und noch nicht geschlechtsreife Tiere folgen mit einem Abstand von etwa 1-3 Wochen (BIELLA, 1980; BIELLA et al., 1993). Auf das Verlassen der Winterquartiere folgt eine Phase des Frühjahrsnennens, die meist in unmittelbarer Nähe der Winterquartiere stattfindet und in die Paarungszeit übergeht, die in Mitteleuropa zwischen 3-5 Wochen dauert. Nach Ende dieser Periode wandern die Männchen und die nicht reproduktiven Weibchen in ihre Sommerlebensräume, wo beide Geschlechter mit der Nahrungsaufnahme beginnen. Die trächtigen Weibchen verbleiben meist am Paarungsplatz oder in dessen Nähe, der damit als Brutplatz dient. Im Spätsommer, beziehungsweise Herbst, kommt es zur Rückkehr zu den Überwinterungsplätzen (VÖLKL et al., 2002).

Für Österreich wird oberhalb von 1 500 m von einem Beginn regelmäßiger *Vipera berus* Beobachtungen ab Mitte April berichtet. Das Ende der Aktivitätsperiode liegt in etwa bei Mitte Oktober (CABELA et al., 2001), was auch im Verlauf des Untersuchungszeitraumes im Sommer 2004 bestätigt werden konnte. Ein Häufungsmaximum der Nachweise liegt nach CABELA et al. (2001) oberhalb von 1500 m im August, was zumindest für die subadulten Tiere beider Untersuchungsgebiete zugetroffen hat. Jungtiere sind insgesamt von Mitte März bis Anfang Oktober aktiv (CABELA et al., 2001). Im Laufe dieser Untersuchung war das erste Tier, das angetroffen wurde, weiblich, aber schon eine Woche später wurde ein männliches Tier nachgewiesen, und erst im Juni das erste subadulte Tier. Dies sollte aber nicht bedeuten, dass in den beiden Untersuchungspopulationen konträre Verhältnisse zum Rest der *Vipera berus* Populationen herrschen. Es handelt sich dabei eher um ein zufälliges Ergebnis, da keines der Tiere an einem Frühjahrsnennplatz entdeckt werden konnten. Nur durch Beobachtungen an solchen Plätzen ließen sich allgemeine Aussagen über geschlechtsspezifisch unterschiedliche Aktivitätsperioden tätigen. Die allgemeinen Aktivitätsschwerpunkte (für Männchen, Weibchen und Subadulte zusammen) zeigten zwischen den beiden Untersuchungspopulationen Unterschiede. Diese Unterschiede könnten entweder an der Lage der beiden Gebiete (Exposition, Erwärmung, Mikroklima) liegen, oder aber

an einer unterschiedlichen Bearbeitungsintensität für beide Gebiete in den Monaten Juni und Juli. Das Gebiet „Auf der Mussen“ wurde im Juni geringfügig öfter begangen als das Gebiet „Zollner“, wo mit den Begehungen erst am 10. Juni begonnen werden konnten, wodurch sich aber der Rückgang der Aktivität der Tiere im Monat Juli für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ nicht erklären lässt. Dieser Rückgang könnte durch das Aufsuchen der Sommerlebensräume und den damit verbundenen aktiveren Lebensstil der Tiere zusammenhängen. Durch die Großflächigkeit des Untersuchungsgebietes (211 ha) ist es dann nicht mehr ganz so einfach, die Tiere in den Wiesenflächen zu lokalisieren.

## **5.4 Standortfaktoren am Fundort**

### **5.4.1 Temperatur am Fundort**

In einer subalpinen Umgebung wie den beiden Untersuchungsgebieten, ist *Vipera berus* nicht unbedingt nur von strahlendem Sonnenschein und hohen Temperaturen abhängig (NEUMEYER, 1987). Durch die erhöhte Strahlungsbilanz in solchen Höhenlagen konnte NEUMEYER (1987) beispielsweise seine Tiere teilweise sogar bei Lufttemperaturen von  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Freien antreffen. Um die Winterruhe zu beenden, müssen die Lufttemperaturen jedoch etwas höher liegen. ANDREN (1982) berichtet davon, dass die ersten Männchen ihre Winterruhe bei Temperaturen von  $8^{\circ}\text{C}$ , die ersten Weibchen bei  $12^{\circ}\text{C}$ , beendeten. SCHIEMENZ (1978) berichtet von einem Beginn der Aktivität seiner im Freiluftterrarium gehaltenen Tiere bei bereits  $3^{\circ}\text{C}$ . Der ganze Körper der Tiere wurde jedoch erst bei  $9^{\circ}\text{C}$  ins Freie bewegt. Die Tatsache, dass die Lufttemperaturen, bei denen *Vipera berus* im Laufe dieser Untersuchung nachgewiesen wurde, nur zwischen  $10,1^{\circ}\text{C}$  und  $23,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  und die Bodentemperaturen zwischen  $14,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $26,9^{\circ}\text{C}$  lagen, hängt sehr wahrscheinlich damit zusammen, dass die Begehungen der Untersuchungsgebiete zwar regelmäßig, aber doch eher zu Zeiten und an Tagen stattfanden, an denen die Witterungsverhältnisse lohnend erschienen. Es ist also durchaus wahrscheinlich, dass sich die Tiere auch bei niedrigeren Temperaturen im Freien aufhalten, jedoch einfach nicht so häufig registriert wurden. Bei den Ergebnissen handelt es sich aber um Werte, die gut mit den Ergebnissen anderer Arbeiten übereinstimmen (MUTZ et al., 2004; SCHIEMENZ 1985, VÖLKL et al., 2002).

### **5.4.2 Höhe der Fundorte**

Für Österreich geben CABELA et al. (2001) eine überdurchschnittlich hohe Bestandesdicht von *Vipera berus* in Höhenlagen zwischen 500 m und 1900 m an, ein Bereich, in dem sich auch der Großteil beider Untersuchungsgebiete befindet. Der tiefste Fundort einer Kreuzotter in Österreich lag auf einer Höhe von 299 m (Purgstall, Niederösterreich). Der höchste Fundpunkt mit Ortsangabe befand sich in Osttirol (Lasörllinggruppe) auf einer Höhe von 2 420 m (CABELA et al., 2001; GRILLITSCH et al., 2004). Die Tatsache, dass beide Untersuchungspopulationen

unterschiedliche Präferenzen bezüglich der Höhenverteilung zeigten, könnte vom Faktor „Beweidung“ im Untersuchungsgebiet Zollner abhängen. In diesem Gebiet wurden in Höhenlagen über 1800 m mehr Tiere als erwartet angetroffen. Dies könnte damit zusammenhängen, dass diese Höhenlagen nur sehr selten von Rindern aufgesucht werden. Hier herrscht die Beweidung durch Schafe vor, was die Tiere weniger zu beeinflussen schien (LAUFER 2004). Die Tatsache, dass im Saisonverlauf ein leichter Anstieg in der Höhe der Fundpunkte festgestellt werden konnte, könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich die Überwinterungsquartiere der Tiere eher in tieferen Lagen der Untersuchungsgebiete befinden und eine Einwanderung in die höher gelegenen Gebiete eventuell erst beim Bezug der Sommerlebensräume geschieht. MOSER (1988) berichtete im Verlauf seiner Untersuchung von einem ähnlichen, jedoch konträren, Ergebnis: Seine Tiere überwinterten in höher gelegenen Gebieten, zeigten jedoch ab Mitte Juni eine starke Bewegungstendenz hangabwärts in ihre Sommerlebensräume. Ab September begann die Rückwanderung von den Sommerlebensräumen in der Talzone zu den Überwinterungsquartieren in der Geröllzone am Hang.

#### **5.4.3 Inclination und Exposition**

CABELA et al. (2001) geben leider keine genauen Werte für die Hangneigungen (Inclinationen) an, bei denen *V. berus* angetroffen werden konnte. Es wird lediglich erwähnt, dass die Hälfte aller ausgewerteten *V. berus* - Nachweise in „steilem“ Gelände erfolgten. Am seltensten wurde *Vipera berus* in ebenem Gelände angetroffen. Im Vergleich zu allen anderen Reptilienarten zeigt sie eine erhöhte Akzeptanz gegenüber steil geneigtem Gelände. Bei dieser Untersuchung zeigten die Tiere eine größere Tendenz zu „mittleren“ Hangneigungen, zwischen 16° und 30° . Dies hängt hier nicht unbedingt nur von den Geländebeziehungen in den Untersuchungsgebieten ab, da durchaus auch steiler sowie flacher geneigtes Gelände vorhanden war, das auch begangen wurde und in dem auch *V. berus* nachgewiesen werden konnte (größte Hangneigung bei einem Nachweis: 50°). Der Anteil an ebenem Gelände an beiden Untersuchungsgebieten war jedoch verschwindend gering. Es wäre eventuell denkbar, dass *V. berus* in den Untersuchungsgebieten bei Hangneigungen im mittleren Bereich einen guten Kompromiss zwischen Einstrahlungsintensität und Energieaufwand für die Fortbewegung geschlossen hat, und dort deshalb tendenziell häufiger angetroffen werden konnte.

Nach CABELA et al. (2001) sind *V. berus* Fundorte, die sich in Hanglagen befinden, überwiegend südlich, in 38 % der Fälle sogar genau nach Süden, gerichtet. Auch der Vergleich mit anderen Reptilienarten zeigte, dass sich *V. berus* häufiger in südost- und südexponierten Lagen aufhielt. Im Verlauf dieser Untersuchung kristallisierte sich eine gewisse Flexibilität der Tiere heraus. Da das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ überwiegend nach Süden und Südosten exponiert ist, konnte auch ein

vermehrtes Vorkommen der Tiere bei diesen Expositionen für dieses Gebiet nachgewiesen werden. Das Untersuchungsgebiet „Zollner“ war wiederum vorwiegend nach Nordosten und Osten ausgerichtet. Hier wurden die Tiere am häufigsten in östlichen Hängen angetroffen. Die Tiere zeigen im Fall dieser beiden Untersuchungsgebiete also offensichtlich keine enge Bindung an bestimmte Expositionen, müssen aber wahrscheinlich ihren Tagesrhythmus an die unterschiedlichen Bestrahlungsmaxima und Bestrahlungszeiten des jeweiligen Gebietes anpassen, was jedoch weiterer Untersuchungen bedürfte.

## 5.5 Größe und Gewicht der Tiere

Die Größenklassenverteilung bei *Vipera berus* - Populationen kann Hinweise auf die Altersstruktur der Population liefern (VÖLKL et al., 2002). Eine tabellarische Aufstellung, welche die Beziehung zwischen der Größe der Tiere und ihrem ungefähren Alter darstellt, findet man beispielsweise in einer Arbeit von PHELPS (2004). Obwohl die Unterschiede in der Größenklassenverteilung in keinem der beiden Untersuchungsgebiete statistisch belegt werden konnten, ergaben sich doch interessante Verteilungsformen, die sich für beide Gebiete unterscheiden. Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ wurden beispielsweise tendenziell mehr große Tiere (> 40 cm) als Subadulte nachgewiesen. Dies könnte eventuelle darauf hindeuten, dass die Tiere in diesem Gebiet älter werden, als die Tiere im Untersuchungsgebiet „Zollner“. Hier zeigte die Verteilungskurve ein zweigipfeliges Maximum. Es konnten sowohl viele kleine Tiere (< 26 cm, subadult) als auch ein größerer Anteil an Tieren, die mehr als 46 cm maßen, nachgewiesen werden. Tiere dieser Größenklasse werden von PHELPS (2004) einem Alter von mehr als 5 Jahren zugeordnet. Die Verteilung im Untersuchungsgebiet „Zollner“ lässt vermuten, dass es wahrscheinlich keine Probleme bezüglich der Reproduktion geben dürfte, da trotz der Strukturiertheit des Lebensraumes und der geringen Größe der Subadulten relativ viele Tiere dieser Größenklasse nachgewiesen werden konnten. Trotzdem kann man dadurch keine Aussagen darüber machen, wie es mit der anschließenden Überlebenswahrscheinlichkeit der Jungtiere beim Heranwachsen und in den ersten Lebensjahren aussieht. Diese hängt im ersten Jahr vor allem von der Nahrungsverfügbarkeit und vom schnellen Auffinden geeigneter Überwinterungsquartiere ab, was natürlich von der Dichte und Verfügbarkeit geeigneter Plätze beeinflusst wird. Da Kreuzottern ihre Winterquartiere normalerweise traditionell nutzen, ist dieser Faktor bei adulten Tieren vernachlässigbar (VÖLKL et al., 2002).

*Vipera berus* zeigt neben dem Farbdimorphismus normalerweise auch einen deutlichen Größendimorphismus, wobei Weibchen bei gleichem Alter größer werden als die Männchen, obwohl es bei der Geburt eigentlich keine signifikanten Unterschiede in der Größe gibt (VÖLKL et al., 2002). Die größten Tiere findet man dabei im Tiefland, die kleinsten im Gebirge (SCHIEMENZ, 1985). Die Tatsache, dass im

Rahmen dieser Untersuchung nicht statistisch belegt werden konnte, dass weibliche Tiere tatsächlich größer werden als männliche, hängt mit großer Wahrscheinlichkeit am ehesten von einer zu geringen Stichprobengröße ab.

Bei adulten Kreuzottern unterscheidet sich das Gewicht ebenfalls zwischen weiblichen und männlichen Tieren, und hängt bei den Weibchen außerdem von ihrem Reproduktionszustand ab (VÖLKL et al., 2002). Die Masse ist bei beiden Geschlechtern signifikant mit der Körperlänge korreliert (z.B. ANDREN, 1982; MADSEN et al., 1988). Auch im Rahmen dieser Untersuchung konnte ein positiver Zusammenhang zwischen Größe und Gewicht der Tiere nachgewiesen werden, wobei Weibchen signifikant schwerer als Männchen wurden, obwohl sie nicht signifikant größer zu werden scheinen. Dies könnte eventuell mit dem Anteil an reproduktiven Weibchen an der Stichprobe zusammenhängen, oder aber damit, dass vielleicht vermehrt Weibchen angetroffen wurden, die kürzlich Nahrung zu sich genommen hatten.

## **5.6 Habitatstrukturen**

### **5.6.1 Mikrohabitat**

Die Strukturelemente, die im Laufe dieser Untersuchung aufgenommen wurden, bilden oftmals die entscheidenden Mikrohabitate für *Vipera berus*. Vom Vorkommen dieser Elemente ist es auch abhängig, ob sich ein Habitat tatsächlich als Kreuzotterlebensraum eignet. Solche Strukturelemente sind jedoch schwierig zu quantifizieren und können sich auch zwischen den einzelnen Primär- und Sekundärhabitaten unterscheiden, sowie lokal ausgeprägte Muster bilden. Langfristig gesehen ist vor allem das Vorhandensein geeigneter Sonnenplätze und Tagesverstecke ein entscheidender Faktor für die Tiere (VÖLKL et al. 2002).

Nach einer Untersuchung von VÖLKL et al. (2002 b) im Lechtal, südlich von Augsburg, bildeten Altgras und Rohhumus den prozentual größten Anteil an Mikrohabitatstrukturen im Lebensraum von *V. berus*, was auch gut mit den Ergebnissen dieser Arbeit übereinstimmt. Auch hier wurden die Strukturelemente Humus/Rohhumus und Altgras sowie zusätzlich noch Steine/Felsen und Tagesverstecke am häufigsten nahe der Fundpunkte von *V. berus* nachgewiesen. Diese Bevorzugung könnte jedoch auch mit der Tatsache zusammenhängen, dass es sich hierbei, zumindest bei den Elementen Humus/Rohhumus und Altgras, um die allgemein am stärksten in den Untersuchungsgebieten vertretenen Strukturen handelte. Die Strukturelemente Todholz, Schotter/Sand, Baumstümpfe und Moospolster, die bei Weitem nicht so häufig im Bereich von Fundpunkten nachgewiesen werden konnten, waren in beiden Untersuchungsgebieten flächenmäßig auch nicht annähernd so stark vertreten. Trotzdem muss man sagen, dass gerade dunkler, organischer Untergrund und Altgrasbestände Strukturen sind,

die vor allem im Frühjahr von den Tieren gerne als Sonnenplätze verwendet werden, weil sich diese Strukturen schnell erwärmen (VÖLKL et al. 2002). Deshalb kann man durchaus davon ausgehen, dass die nachgewiesenen Präferenzen, zumindest für die Elemente Humus/Rohhumus und Altgras, echt sind und nicht nur durch die große Menge dieser Strukturelemente beeinflusst wurden.

### **5.6.2 Makrohabitat**

Im alpinen Bereich liegen die wichtigsten Lebensräume der Kreuzotter an und oberhalb der Baumgrenze. In den Zentralalpen Österreichs sowie an der Alpennordflanke der Schweiz erstreckt sich die Verbreitung von *V. berus* jedoch auch bis weit über die Baumgrenze hinauf (VÖLKL et al., 2002). Die typischen alpinen Primärhabitats in diesen Gebieten sind strukturreiche alpine Matten und Zwergstrauchheiden sowie Latschengebüsche und strukturierte Fels- und Geröllhalden, die oftmals mit Lärche (*Larix decidua*) und Zirbe (*Pinus cembra*) bestanden sind (CABELA et al., 2001; HOFER et al. 2001).

Im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ herrscht die Habitatform der alpinen Matten mit unterschiedlichen Vegetationseinheiten klar vor. Die Tatsache, dass in Bereichen mit Fels-Mosaikvegetation, relativ zur kleinräumigen Ausprägung dieser Vegetationseinheit, mehr Tiere als erwartet angetroffen wurden, hängt wahrscheinlich nicht zuletzt damit zusammen, dass dieser Vegetationstyp durch seine Strukturiertheit und Menge an Randstrukturen (SCHIEMENZ, 1985) für die Tiere einen passenden Lebensraum darstellt. Wenn man jedoch die zugehörige Tabelle (Tabelle 4.2) betrachtet, wird deutlich, dass trotzdem nur 3% aller Nachweise in dieser Vegetationseinheit erbracht werden konnten, was vermuten lässt, dass keine enge Bindung an diese Vegetationseinheit besteht. In dem Bereich der Gesellschaft der Herzblättrigen Kugelblume, in welcher auch deutlich mehr Nachweise als erwartet erbracht wurden, fallen immerhin schon 7% der Sichtungen, also bei gleicher Größe der Vegetationseinheit mehr als doppelt so viele Nachweise wie in der Fels-Mosaik-Vegetation. Bei der hier gewählten Methode kann man jedoch leider nicht immer mit Bestimmtheit sagen, ob die statistisch belegte Bevorzugung gewisser Vegetationseinheiten tatsächlich nur von der Vegetation an und für sich abhängig ist, oder ob auch andere Standortfaktoren wichtig sind, die hier jedoch nicht berücksichtigt wurden, beziehungsweise nicht mit dem Faktor „Vegetation“ korreliert werden konnten. So könnte zum Beispiel sowohl die Inclination als auch die Exposition und die Ungestörtheit sowie die Nahrungsverfügbarkeit oder das Vorhandensein bestimmter Mikrohabitatstrukturen die Auswahl der Tiere, und damit auch das hier dargestellte Ergebnis, beeinflussen. Nachdem es sich bei der Methode, nach der die Tiere bei dieser Untersuchung nachgewiesen wurden, um die einfache Begehung des Gebietes gehandelt hat, war auch keine Standardisierung möglich. In manchen Vegetationseinheiten sind die Tiere einfach nicht so leicht zu entdecken als in anderen. Auch diese Tatsache kann natürlich Einfluss auf das

Ergebnis genommen haben. Im Großen und Ganzen kann man sagen, dass viele der verschiedenen hier vorkommenden Vegetationseinheiten für Tiere, die nicht primär von der Vegetation an und für sich, sondern eher von der strukturellen Funktion die sie erfüllt, wie etwa Deckung vor Räubern, Schutz vor zu starker Insolation, Jagdrevier, abhängig sind, eigentlich keine so massiven und grundlegenden Unterschiede zeigt. Ostalpine Goldschwingelwiesen unterschieden sich von beispielsweise Subalpinen-alpinen Rasen mit Kalk und sauren Magerzeigern rein von der Funktion her, die sie für *V. berus* erfüllen, nicht so grundlegend, dass ein Unterschied bei den Nachweisen von 38% nur von der Vegetationseinheit herrühren sollte. Entscheidend für die Tiere sind mit großer Wahrscheinlichkeit auch noch weitere Standortfaktoren.

Die Angaben in der Literatur über Kreuzotter-Abundanzen schwanken beträchtlich. Die Individuendichten von *V. berus* liegen beispielsweise in Deutschland bei 1-4 Tieren/ha (VÖLKL et al., 2002), in den Niederlanden zwischen 0,06-4 Tiere/ha (WIJNGAARDEN, 1959), in Belgien bei 0,4 Tieren/ha (Zwergstrauchheide) (PARENT, 1968), und in der Schweiz zwischen 0,8-3 Tieren/ha, je nach Habitattyp (MOSER, 1988; NEUMEYER, 1987; URSENBACHER, 1998). Beim Vergleich mit diesen Werten erscheint die im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ festgestellte Abundanz von 0,3 Tieren/ha eher gering. Dies kann damit zusammenhängen, dass wahrscheinlich bei Weitem nicht alle Tiere im Untersuchungsgebiet erfasst werden konnten. Es gelang während des Untersuchungszeitraumes nur ein Mal ein bereits bekanntes Tier wieder zu fangen. Bei allen anderen Nachweisen handelte es sich um noch nicht bekannte Tiere. Im Untersuchungsgebiet „Zollner“ ergab sich eine Abundanz von etwa 3,5 Tieren/ha, was wiederum einen eher hohen Wert darstellt. Da das Untersuchungsgebiet in diesem Fall nicht sehr groß (11 ha) war, konnte es auch flächendeckender begangen werden. Dies lässt den Schluss zu, dass es in diesem Gebiet eher möglich war, zumindest die meisten Tiere der Population, die sich auf diesen 11 ha aufhielten, zu erfassen. Die hohe Dichte an Individuen spricht auch für die gute Qualität des Lebensraumes.

Die Verteilung der Nachweise von *V. berus* auf die unterschiedlichen Makrohabitate im Untersuchungsgebiet „Zollner“ könnte auch in diesem Fall, zumindest geringfügig, vom flächenmäßigen Anteil der verschiedenen Habitate am gesamten Untersuchungsgebiet beeinflusst sein. Alpine Heiden, alpiner Staudenbestand, alpine Matten und Felsen/Blockschutthalden bildeten im Gebiet „Zollner“ nicht nur bei der Verteilung der Tiere, sondern auch flächenmäßig, den größten Anteil. Zumindest kann man sagen, dass keines der aufgenommenen Makrohabitate von den Tieren gemieden wird. Das Ergebnis stimmt auch mit den Daten von CABELA et al. (2001) überein. Hier werden alpine Matten als häufigster Kreuzotterlebensraum in alpinen Lagen genannt, aber auch Latschengebüsch und alpiner Staudenbestand werden von den Tieren gerne genutzt.

## 5.7 Melanistische Kreuzottern

Eines der verwirrendsten Phänomene in der Natur ist das Auftreten von zwei oder mehr verschiedenen phänotypischen Ausprägungen in ein und derselben Population. Polymorphismus wird herkömmlicher Weise einer Balance zwischen entgegengesetzten Selektionsfaktoren, welche die jeweiligen Ausprägungen bevorzugen, räumlichen Variationen der Selektionsfaktoren in Kombination mit Genfluss zwischen den Gebieten, häufigkeitsabhängiger Selektion, einer korrelierten Reaktion auf die Selektion sowie zufälligen Prozesse, wie etwa dem Gründereffekt und genetischer Drift, zugeschrieben (HENDRICK et al., 1976; HENDRICK, 1986; JONES et al., 1977; ROSE 1985).

Polymorphismus bezüglich der Farbmuster kommt bei einer ganzen Reihe von Schlangenarten vor, zum Beispiel bei *Thamnophis butleri* (CATLING et al., 1977) oder *Crotalus horridus* (REINERT, 1984). Melanismus ist eine der bekanntesten Farbvariationen und tritt in manchen Populationen von *V. berus* sogar recht häufig auf (u. a. ANDREN et al., 1981; BIELLA, 1977; FORSMAN et al., 1987; LUISELLI, 1992; MADSEN et al. 1988), obwohl die meisten Populationen dieser Art nur normalgefärbte Tiere enthalten (FORSMAN, 1995). Die Entwicklung von dorsalen Farbmustern bei Schlangen hängt zum Einen von Effekten für die Tarnung (u.a. JACKSON et al., 1976; KING, 1992) des Tieres und zum Anderen von Auswirkungen auf die Thermoregulation ab (GIBSON et al., 1979). Es wird auch immer wieder spekuliert, ob melanistische Kreuzottern auf Grund ihrer besonderen Färbung bestimmte Vegetationsformen oder ein bestimmtes Mikrohabitat (Untergrund) bevorzugen (u.a. ANDREN & NILSON 1981, LUISELLI & CAPULA 1994). Deshalb wurde diese Frage auch im Rahmen dieser Untersuchung aufgegriffen.

Nach CABELA et al. (1992) weist rund ein Drittel der in Kärnten nachgewiesenen Kreuzottern Besonderheiten in der Färbung auf. Melanistische Tiere machten bei insgesamt 224 verwertbaren Nachweisen in Fundhöhen < 1000 m 21%, zwischen 1000-1500 m 47% und über 1500 m 25% der Beobachtungen aus. Der Anteil an melanistischen Tieren im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ liegt mit 35% somit über dem Durchschnitt für diese Höhenlage. Erstaunlich ist es jedoch, dass im Untersuchungsgebiet „Zollner“ nur ein melanistisches Tier nachgewiesen werden konnte. Diese Tatsache ist nun nicht ganz einfach zu interpretieren, gerade auch weil in allen umliegenden Gebieten, die in dieser Saison begangen wurden, durchaus, und teilweise sogar zahlreich, melanistische Tiere nachgewiesen werden konnten. Ein Nachteil der schwarzen Färbung liegt darin, dass diese Tiere einem höheren Druck, vor allem durch optisch jagende Räuber (zum Beispiel Mäusebussard, *Buteo buteo*, oder Rabenvögel), ausgesetzt sind (ANDREN et al., 1981; FORSMAN, 1995). Gerade für schwarze Männchen kann diese Tatsache schwerwiegende Auswirkungen haben, da sie im Frühjahr bei der Partnersuche oft

weite Strecken, auch in offenem Gelände, zurücklegen (FORSMAN, 1995; LINDELL et al. 1996). Es wäre also einerseits denkbar, dass die Tiere in diesem Gebiet einem stärkeren Druck durch optisch jagende Räuber ausgesetzt sind. Natürlich wäre es auch möglich, dass sich die melanistischen Tiere eher in anderen Teilen des Almgebietes aufhalten, beziehungsweise tatsächlich einfach nicht vorhanden sind.

### **5.7.1 Geschlechterverhältnis**

Interessant ist auch das Ergebnis für das Geschlechterverhältnis bei den melanistischen Tieren im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“. Es wurden deutlich mehr Männchen (71%) als Weibchen (29%) nachgewiesen. Wie bereits erwähnt, sollten jedoch die Nachteile der melanistischen Färbung eher die männlichen Tiere beeinflussen. Tatsächlich haben FORSMAN (1995) und auch LINDELL et al. (1996) nachgewiesen, dass die Überlebensrate schwarzer Männchen geringer war, als jene normal gefärbter Tiere. Bei den Weibchen zeigt sich eine entgegengesetzte Situation. Obwohl auch in diesem Untersuchungsgebiet durchaus optisch jagende Räuber vorhanden waren (zum Beispiel: Turmfalke, *Falco tinnunculus*, Alpendohlen, *Pyrhocorax graculus*, oder Mäusebussard, *Buteo buteo*) schien sich dieser Faktor, zumindest oberflächlich betrachtet, nicht besonders negativ auf die männlichen Tiere auszuwirken. Um jedoch tatsächlich stichhaltige Aussagen zur Überlebenswahrscheinlichkeit der beiden Geschlechter bei melanistischen Tieren machen zu können, sollte man vielleicht dort ansetzen, wo noch kein Selektionsdruck auf die Tiere ausgeübt wurde: bei dem nachgeburtlichen Geschlechterverhältnis (FORSMAN, 1995). Es wäre möglich, dass das Geschlechterverhältnis bei der Geburt bei melanistischen Kreuzottern zu Gunsten der männlichen Tiere verschoben ist, so dass von vornherein mehr männliche als weibliche Tiere dieser Farbvariante vorhanden sind.

### **5.7.2 Größe und Gewicht**

Die Tatsache, dass melanistische Tiere im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ nicht signifikant größer und schwerer werden, als ihre normal gefärbten Artgenossen, stimmt auch mit den Ergebnissen von FORSMAN (1995) überein. Die melanistischen Tiere seiner Untersuchungspopulationen waren zwar geringfügig, doch nicht signifikant, größer als normal gefärbte Tiere. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Stichprobengröße an melanistischen Tieren, zumindest für die Weibchen, bei der Population „Auf der Mussen“ relativ gering war, und deshalb keine allgemein gültigen Aussagen abgeleitet werden sollten. Andere Autoren wie etwa ANDREN et al. (1981), MADSEN et al. (1988), MONNEY (1994) oder MONNEY et al. (1995) kamen im Laufe ihrer Untersuchungen durchaus zu dem Ergebnis, dass melanistische Tiere größer und schwerer werden.

### **5.7.3 Vegetationsformen**

Bei der Verschneidung der Vegetationsformen mit dem Vorkommen der melanistischen Tiere zeigte sich ein interessantes Ergebnis. Nur in drei der insgesamt 8, auch von den normal gefärbten Tieren genutzten Vegetationsformen, konnten tatsächlich melanistische Tiere nachgewiesen werden. 88% der Nachweise erfolgen in der Gesellschaft der Herzblättrigen Kugelblume, die auch von den normalgefärbten Tieren gerne genutzt wurde. Dieses Ergebnis ist insofern bemerkenswert, als dass die Arbeiten anderer Autoren (LUISELLI et al., 1994; CAPULA et al., 1995) ergaben, dass es zwar saisonbedingte Unterschiede in der Habitatwahl gab, sich diese jedoch nicht zwischen normal gefärbten und melanistischen Tieren unterschieden. Des Weiteren konnten sie weder im Freiland noch im Labor Unterschiede in der Wahl der Mikrohabitate zwischen melanistischen und normal gefärbten Tieren nachweisen. Zum häufigen Vorkommen der Tiere in der Gesellschaft der Herzblättrigen Kugelblume ist zu sagen, dass der Großteil der Nachweise in diesem Fall durch Häutungen melanistischer Tiere erfolgte. Da die Häutungen in dieser kleinflächig vertretenen Vegetationseinheit relativ gehäuft und früh in Saisonverlauf aufgefunden wurden, kann man davon ausgehen, dass es sich hierbei um einen Frühjahrssonnenplatz eventuell mit nahe gelegenen Überwinterungsquartier handeln könnte (VÖLKL et al., 2002). Somit kann man sagen, dass das Vorkommen der Tiere in diesem Fall nicht allein von der Vegetationsform, sondern auch von den Mikrohabitatstrukturen, abhängig war. Trotzdem ist die Stichprobengröße für allgemein gültige Aussagen über tatsächliche Präferenzen, beziehungsweise Abneigungen der Tiere leider zu gering. Es wäre auch ein Vorteil, die Art der Datensammlung standardisieren zu können, was bei einem Untersuchungsgebiet von solcher Größe und Strukturiertheit natürlich nicht ganz einfach ist.

### **5.7.4 Mikrohabitatstrukturen**

Die Ergebnisse bezüglich der Bevorzugung bestimmter Mikrohabitatstrukturen ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen normal gefärbten und melanistischen Tieren. Dieses Ergebnis stimmt auch gut mit den Arbeiten von LUISELLI et al. (1994) und CAPULA et al. (1995), die ebenfalls keine Präferenzen für melanistische Tiere nachweisen konnten, überein.

## **5.8 Genetische Untersuchung der Populationen**

Die Fortschritte in der molekularen Biologie während des letzten Jahrzehnts haben viele am Artenschutz interessierte Biologen dazu angeregt, die genetischen Variationen sowohl innerhalb als auch zwischen Populationen zu untersuchen und zu quantifizieren (MADSEN et al., 2000). Kleine und isolierte Populationen reagieren auf externe Störungen ihrer Umwelt und zufällige Fluktuationen empfindlicher bezüglich ihrer Überlebenswahrscheinlichkeit und Fortpflanzungsraten. Daten genetischer

Untersuchungen von Populationen verschiedener Tierarten legen nun den Schluss nahe, dass gerade solche Populationen zusätzlich noch durch Inzucht und geringe genetische Diversität gefährdet sind (KELLER et al., 2002).

Es liegen bisher noch nicht sehr viele Daten über die genetische Struktur von *Vipera berus* Populationen vor, von denen unter anderem einige in der Schweiz (URSENBACHER, 1998) und viele in Skandinavien durchgeführt wurden (u.a. CARLSSON et al., 1995; MADSEN et al., 1996).

### 5.8.1 Genetische Variabilität der Populationen

Population	Allelic Diversity	Gene Diversity ( $H_e$ )	Allelic Richness	$F_{is}$
Mussen	9,4	0,752	2,872	0,205
Zollner	7	0,756	2,835	0,017
Untere Bischofalm	5	0,782	2,897	0,123

**Tabelle 5.1:** Zusammenfassung der Werte für die genetische Diversität der Populationen.

**Table 5.1:** Summary of the values of genetic diversity for the studied populations.

$F_{is}$ , die Abweichung der beobachteten Heterozygotie eines Individuums relativ zu jener, die unter zufälliger Paarung zu erwarten wäre, ist folgendermaßen zu interpretieren:  $F_{is} > 0$  bedeutet, dass es öfter zu Inzucht kommt, als bei rein zufälliger Paarung zu erwarten wäre (Inbreeding).  $F_{is} < 0$  wiederum bedeutet, dass Inzucht weniger oft vorkommt, als unter zufälligen Bedingungen zu erwarten wäre (Outbreeding). Man muss sich jedoch darüber im Klaren sein, dass es sich bei kleinen Populationen auch bei rein zufälligen Paarungen um Paarungen von Verwandten handeln kann (KELLER et al., 2002). Die  $F_{is}$  – Werte für die hier untersuchten Populationen sind, außer für die Population „Auf der Mussen“, eher gering, was darauf schließen lässt, dass der Grad an Inzucht sehr gering, beziehungsweise für die Population „Zollner“, fast nicht vorhanden ist. Die Werte für *Elaphe obsoleta* liegen beispielsweise für Tiere, die den selben Überwinterungsplätze nutzen, zwischen  $F_{is} = 0,00$  und  $0,13$  (LOUGHEED et al., 1999). Der Wert für die Population „Auf der Mussen“ ist zwar mit  $F_{is} = 0,205$  relativ hoch, wodurch man auf einen höheren Grad an Inzucht schließen kann. Dies könnte aber an der Größe des Untersuchungsgebietes liegen, was dazu führen kann, dass sich die Tiere untereinander nicht stark vermischen. Ein Hinweis darauf könnte auch die Tatsache sein, dass mit dem Programm „STRUCTURE“ 2 genetisch geringfügig verschiedenen Gruppen im Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ nachgewiesen werden konnten. Auf Grund der Werte für die Allelic Richness, die nicht größer beziehungsweise geringer als im Schweizer Gebirge sind (URSENBACHER schriftlich), sollte man aber nicht von einer sehr geringen genetischen Vielfalt innerhalb der Population sprechen. Auch die Werte für die Gene Diversity ( $H_e$ ) für diese drei Populationen, deuten, im Vergleich zu anderen *V. berus* – Populationen, nicht auf starke Inzucht hin (zum Beispiel: MADSEN et al., 1996).

### 5.8.2 Differenzierung der Populationen

Wenn Population in mehr oder weniger isolierte Untergruppen geteilt sind, wird es schon alleine deshalb, weil die Populationsgröße beschränkt ist, zu Inzuchterschienenungen kommen. Das passiert auch, wenn es sich um rein zufällige Paarungen innerhalb der Subpopulationen handelt (KELLER et al., 2002).

Der Vergleich zwischen Populationen aus dem Schweizer Jura und den hier untersuchten Populationen war leider nicht möglich, da die Mikrosatelliten nicht die selben Reaktionen zeigen. Dies liegt mit großer Wahrscheinlichkeit daran, dass es sich bei diesen beiden Gebieten um verschiedene Unterarten von *V. berus* handelt. Der Vergleich zwischen österreichischen Populationen und Populationen aus Graubünden eignet sich besser. Die genetische Distanz zwischen zwei Populationen, die sich in einer Entfernung von etwa 17 km zueinander befinden (die erste nahe Pontresina, die andere im Schweizer Nationalpark), ist in diesem Fall nur etwa halb so groß, wie beim Vergleich der Populationen „Auf der Mussen“ - „Zollner“ (etwa 13 km Entfernung, Luftlinie) (URSENBACHER, schriftlich). Dies kann möglicher Weise daran liegen, dass bei den hier untersuchten Populationen zwingendere Isolationsfaktoren vorhanden sind. Es scheint tatsächlich sehr unwahrscheinlich, dass es zwischen diesen beiden Populationen, die sich auf gegenüberliegenden Talseiten befinden, noch tatsächlich zum Austausch kommt. Der beschränkende Faktor in diesem Fall ist also nicht primär die Entfernung, sondern die Geländestruktur, welche die Migration zwischen den beiden Populationen wesentlich erschwert. Die Bundesstraßen, das Siedlungsgebiet und der Gailfluss am Talboden stellen zusätzlich noch Barrieren dar, die einen Austausch nahezu unmöglich, und außerdem nicht sehr attraktiv, machen. Die Differenzierung zwischen den Populationen „Untere Bischofalm“ – „Zollner“ ist, wie nicht anders zu erwarten, nur gering, aber doch vorhanden. Dies lässt darauf schließen, dass sich, zumindest in diesem Fall, Tiere zwischen den Populationen auch bei so geringen Entfernungen (ca. 1 km Luftlinie) nicht häufig austauschen. Es wäre denkbar, dass in beiden Gebieten gute Bedingungen für *V. berus* herrschen, wie etwa bezüglich Nahrung, Fortpflanzungspartnern und Mikrohabitatstrukturen, wodurch die Tiere nicht unbedingt veranlasst sind, weit umher zu wandern. Zum Vergleich: Die Werte für Populationen von *Elaphe obsoleta* für die Differenzierung zwischen Subpopulationen bei einer Entfernung von 15-50 km liegen durchschnittlich bei  $F_{st}=0,059$  (LOUGHEED et al., 1999), die Werte für die *V. berus* - Populationen „Zollner“ - „Untere Bischofalm“ bei  $F_{st} = 0,0556$ . Nach den Interpretationsrichtlinien von WRIGHT (1978) ist die Differenzierung zwischen allen Untersuchungspopulationen als moderat einzustufen.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden im Zeitraum von Mai bis Oktober 2004, zwei Kärntner *Vipera berus* - Populationen, eine im Gailtal (Untersuchungsgebiet „Zollner“, Karnische Alpen), die andere im Lesachtal (Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“, Lienzer Dolomiten), sowohl ökologisch als auch genetisch untersucht. Zusätzlich wurden noch vier weitere Almen, die sich alle in den Karnischen Alpen befinden, auf das Vorkommen von *Vipera berus* hin überprüft.

Für die beide Untersuchungspopulationen wurde bei jedem *Vipera berus* - Nachweis Daten zur Exposition, Inclination, Höhe, Luft- und Bodentemperatur am Fundort erhoben, und die Koordinaten der Fundpunkte wurden mittels GPS ermittelt. Des Weiteren wurden Informationen zur Mikro- und Makrohabitatnutzung der Tiere gesammelt. Es wurde mit Hilfe des Computerprogramms ArcGis 9 für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ untersucht, ob die Tiere im Bezug zur Vegetationsstruktur spezielle Präferenzen zeigen. Größe und Gewicht der Tiere, sowie das Geschlechterverhältnis und der Anteil subadulter Tiere, wurden erhoben. Die individuelle Identifizierung der Tiere erfolgte durch Fotos der Kopfoberseite. Der Anteil an melanistischen Tieren an den beiden Populationen wurde bestimmt. Für die melanistischen Tiere wurden alle ökologischen Parameter mit den Ergebnissen der normal gefärbten Tiere verglichen, um Aussagen über eventuell vorhandene Besonderheiten und Unterschiede machen zu können. Es wurde überprüft, ob melanistische Tiere in diesen Populationen größer und schwerer werden, als ihre normal gefärbten Artgenossen. Signifikante Unterschiede zeigten sich jedoch nicht. Für beide Untersuchungspopulationen wurden Verbreitungskarten erstellt.

Das Material für die genetische Untersuchung der Populationen stammte von Blutproben (jeweils 50  $\mu$ L), die den Tieren aus der Caudalvene entnommen wurden. Die beiden Untersuchungspopulationen wurden noch zusätzlich mit einer dritten Population („Untere Bischofalm“) aus den Karnischen Alpen verglichen. Die Differenzierung innerhalb der Populationen ( $F_{is}$ ), sowie die Differenzierung zwischen den Populationen ( $F_{st}$ ), wurde mittels Mikrosatellitenanalyse bestimmt, die von der Universität Lausanne (Laboratoire de Biologie de la Conservation, Institut d'Ecologie) durchgeführt wurde. Die Statistische Auswertung dieser Daten erfolgte mit Hilfe des Computerprogramms FSTAT. Die interne Struktur der Populationen zeigte keine schwerwiegenden Inzuchterscheinungen; die Differenzierung zwischen den Populationen stimmte mit der geographischen Distanz überein.

## 7 SUMMARY

The ecology and genetic structure of two subalpine populations of *V. berus* was studied from May – Oktober 2004. One Population was situated in the Gailtal (study site “Zollner”, Carnic Alps), the other one was situated in the Lesachtal (study site “Auf der Mussen”, Lienzer Dolomiten), Carinthia. Additional, 4 other mountain pastures, situated in the Carnic Alps, were investigated for the occurrence of *Vipera berus*.

Whenever a snake was seen or caught, exposition, inclination, altitude, air and soil temperature as well as the coordinates (via GPS) of the place the snake was found, were registered. Information about micro- and macrohabitate structures in the vicinity of the place was taken. With the support of the computer program ArcGis 9, maps of the distribution of the snakes were made. For the study site “Auf der Mussen”, correlations between habitat preference and vegetation were investigated. Morphometric measurements of the two populations, like size and weight, were taken, as well as the sex ratio. For individual recognition, photographs of the pattern of headshields and the pattern of coloration on the snakes head were taken. The proportion of melanistic adders in each population was determined. All ecological parameters were compared between melanistic and cryptically coloured adders for information of differences between the two colour morphs. Size and weight of melanistic adders were compared to normal coloured animals; no statistic difference could be found.

Material for the genetic examination of the populations was gained by blood samples (50  $\mu$ L), which were taken from the Caudal-Vein. Both populations were additional compared to a third population (“Untere Bischofalm”), also situated in the Carnic Alps. The study of microsatellites was used to get information about differentiation within the populations ( $F_{is}$ ) as well as differentiation between the populations ( $F_{st}$ ). Analyses of the blood samples was carried out by the University of Lausanne (Laboratoire de Biologie de la Conservation, Institut d’Ecologie). The computer program FSTAT was used for statistical analyses.

## 8 DANK

Meinen herzlichen Dank möchte ich all jenen Personen aussprechen, die zur Ermöglichung, Durchführung und Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben! Ohne ihre Mithilfe und Unterstützung wäre diese Arbeit nicht so geworden, wie sie jetzt vorliegt.

Ganz besonders bedanke ich mich bei:

- Ao. Univ. Prof. Dr. Alfred GOLDSCHMID ( Universität Salzburg) für die Betreuung der Diplomarbeit.
- Dr. Sylvain URSENBACHER von der Universität Lausanne, für die freundliche Unterstützung mit seiner fachlichen Kompetenz in allen Situationen, für die Bereitstellung von Material und Literatur, sowie für die unkomplizierte, verlässliche und kompetente Auswertung der Blutproben. Alle eventuell vorhandenen, diesbezüglichen Fehler in der Interpretation der Daten stammen von mir, und nicht von ihm.
- Dr. Robert SCHABETSBERGER (Universität Salzburg) für anregende Diskussionen vorab, die mir die Augen für mögliche Probleme geöffnet haben.
- Frau Mag. Anna-Karina SMOLE-WIENER und Herrn Mag. Klaus KRAINER (Arge NATURSCHUTZ, Klagenfurt), die mir in vielen Situationen Hilfestellung geleistet haben, und immer ein offenes Ohr für meine Probleme und Fragen hatten.
- Tierarzt Dr. Jean MAYER (Tierarztpraxis Völkendorf) für die kompetente Einschulung in die Blutentnahmetechnik bei Reptilien und das Bestellen von Material.
- Dr. Christian WIESER (Landesmuseum Kärnten) für sein Interesse an meiner Arbeit und die unkomplizierte und schnelle Abwicklung und Bewertung des Antrages.
- Herrn Ing. Albin OBERLUGGAUER (Bezirksforstinspektion) für das zur Verfügung stellen des GPS Gerätes, für die Versorgung mit Luftbildern und das Erstellen von Karten.
- Der Bringungsgemeinschaft Strajach/St. Jakob im Lesachtal (Obmann Ewald SCHMID), für die Erlaubnis, den ganzen Sommer 2004 über unendgeldlich den Zufahrtsweg zum Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“ zu benutzen. Hier ganz besonders Herrn Josef EINETTER, der mir seinen Schrankenschlüssel und seine Hütte den ganzen Sommer über zur Verfügung stellte, sowie für so manches interessante Gespräch und für Informationen über Kreuzzotterstichtungen.
- Herrn Andreas KRONABETTER (Gratzhof), für die Bereitstellung des Schrankenschlüssels für das Untersuchungsgebiet „Zollner“ und die Erlaubnis, den Zufahrtsweg auch außerhalb des offiziellen Öffnungszeitraumes zu benutzen, sowie für Hinweise auf Kreuzzotterstichtungen.

- Herrn Hans GRÜNWALD, Dellach (Obmann des Almverbandes „Zollner“) für die Bereitstellung der Bewirtschaftungsdaten des Untersuchungsgebietes „Zollner“ für die Alpungsperiode 2004.
- Herrn Dr. Werner PETUTSCHNIG und Herrn DI Johann WAGNER (Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 20, Uabt. Naturschutz) für die unentgeltliche Bereitstellung der Vegetationskarte für das Untersuchungsgebiet „Auf der Mussen“, sowohl in analoger als auch in digitaler Form.
- Frau Mag. Susanne AIGNER (Institut für Ökologie und Umweltplanung, Klagenfurt) für das zur Verfügung stellen von Literatur und für die Hilfe, sowie wertvolle Tipps, bei der Literatursuche.
- Herrn Univ. Prof. Dr. Helmut HARTL für seine fachliche Unterstützung, die freundliche und verlässliche Versorgung mit Literatur, die Bereitstellung der Florenliste für das Untersuchungsgebiet „Zollner“ und die Übermittlung von eingescannten Luftbildern.
- Frau Mag. Renate SCHREMPF für ihre unkomplizierte Hilfe bei der statistischen Auswertung meiner Daten und für so manche anregende Diskussion.
- Herrn Mag. Roland KAISER für seine kompetente Hilfestellung bei der Generierung der Verbreitungskarten und der Datenanalyse mit dem Computerprogramm ArcGis 9.
- Herrn Christian SCHMID für seine vielfältige Unterstützung während des gesamten Studiums, während der Feldarbeit für die Diplomarbeit und auch für viele aufbauende Unterhaltungen.
- Und nicht zu letzt möchte ich vor allem meiner Familie, meinen Eltern, Adelheid und Alois ORTNER, und auch meiner Schwester, Daniela Ortner, für ihre Unterstützung danken! Sie waren zu einem nicht unerheblichen Teil daran beteiligt, dass es mir möglich war, mein Hobby zum Beruf zu machen. Besonderer Dank gilt meinem Vater, Alois Ortner, für seine Geduld, die Bereitstellung des Familienautos, für anregende Gespräche, Hilfe bei Begehungen und dafür, dass sich seine anfängliche Skepsis meiner Arbeit gegenüber, bald in reges Interesse verwandelt hat.

## 9 LITERATUR:

- ANDREN, C., NILSON, G. (1981): Reproductive success and risk of predation in normal and melanistic colour morphs of the adder, *Vipera berus*. Biological Journal of the Linnean Society of London **15**: 235-246.
- ANDREN, C. (1982): Effect of prey density on reproduction, foraging, and other activities in the adder, *Vipera berus*. Amphibia-Reptilia **3**: 81-96.
- ANDREN, C. (1985): Risk of predation in male and female adders, *Vipera berus* (Linné). Amphibia-Reptilia **6**: 203-206.
- BIELLA, H.J., DITTMANN, G. & VÖLKL, W. (1993): Ökologische Untersuchungen an Kreuzotterpopulationen (*Vipera berus* [L.]) in vier Regionen Mitteldeutschlands. Zoologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden **47**
- BIELLA, H.J. (1980): Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie der Kreuzotter (*Vipera berus* L.). Zoologische Abhandlungen aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde Dresden **36**: 117-125.
- BIELLA, H.J. (1977): Studien zur Verbreitung und Ökologie der Kreuzotter (*Vipera b. berus*) in der Oberlausitz. Abhandlungen Berliner Museum für Naturkunde, Görlitz **51**: 1-9.
- BLAB, J., NOVAK, E., TRAUTMANN, W. & SUKOPP, H. (1984): Rote Liste der bedrohten Tierarten in der Bundesrepublik Deutschland. Kilda, Greven, 270 S.
- CABELA, A., GRILLITSCH, H., TIEDEMANN, F. (2001): Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien in Österreich: Auswertung der Herpetofaunistischen Datenbank der Herpetologischen Sammlung des Naturhistorischen Museums in Wien. Umweltbundesamt, Wien, 880 S.
- CABELA, A., GRILLITSCH, H., HAPP, H. & F., KOLLAR, R. (1992): Die Kriechtiere Kärntens. Carinthia II **182**: 195-316.
- CAPULA, M., LUISELLI, L. & ANIBALDI, C. (1992): Complementary study on the reproductive biology of the female adder, *Vipera berus* L., from eastern Italian Alps. Vie et Milieu **42** : 327-336.

- CAPULA, M. , LUISELLI, L. (1995) : Is there a different preference in the choice of background colour between melanistic and cryptically coloured morphs of the adder, *Vipera berus*? Bolletino di Zoologica **62**: 253-256.
- CARLSSON, M., HÖGGREN, M., JAAROLA, M., TEGELSTRÖM, M. (1995): Postglacial colonization history of Scandinavian adders (*Vipers berus*). Memorabilia Societas Fauna et Flora Fennica **71**: 89-92.
- CATLING, P.M. , FREEDMAN, W. (1977): Melanistic Butler's Garter Snake (*Thamnophis butleri*) at Amherstburg, Ontario. Canadian Field Naturalist **91**: 397-399.
- FORSMAN, A. (1995): Opposing fitness consequences of colour pattern in male and female snakes. Journal of evolutionary Biology **8**: 53-70.
- FORSMAN, A., AS, S. (1987): Maintenance of colour polymorphism in adder, *Vipera berus*, populations: a test of popular hypothesis. Oikos **50**: 13-16.
- GIBSON, A.R., FALLS, J.B. (1979): Thermal biology of the common garter snake, *Thamnophis sirtalis* L. II The effects of melanism. Oecologia **43**: 99-109.
- GRILLITSCH, H. , CABELA, A. (2004): Zur Verbreitung und Ökologie der Kreuzotter in Österreich. Mertensiella **15**: 131-143.
- GLANDT, D. (2001): Die Waldeidechse. Beiheft 2 der Zeitschrift für Feldherpetologie. Laurenti, Bochum.
- GOUDET, J. (1995): „Fstat“: A computer program to calculate F-statistics. Journal of Heredity **86(6)**: 485-486.  
Programm verfügbar unter: [http:// www.unil.ch/izea/software/fstat.html](http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html)
- GRÜN WALD, HANS: (Dellach im Gailtal) Nachbarschaftsobmann des Almverbandes „Zollner“ .
- HARTL, H., STERN, R., SEGER, M. (2001): Karte der Aktuellen Vegetation von Kärnten. Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Klagenfurt, 80 S.
- HARTL, H. (1970): Südliche Einstrahlungen in die Pflanzenwelt Kärntens. Carinthia II, 30. Sonderheft: 1-74.
- HENDRICK, P.W., GINEVAN, M.E., EWING, E.P. (1976): Genetic polymorphism in heterogenous environments. Annual Review of Ecology and Systematics **7**: 1-32.

- HENDRICK, P.W. (1986): Genetic polymorphism in heterogeneous environments: a decade later. *Annual Review of Ecology and Systematics* **17**: 535-566.
- HOFER, U., MONNEY, J.C., DUSEJ, G. (Hrsg.) (2001): *Die Reptilien der Schweiz. Verbreitung, Lebensraum, Schutz*. Birkhäuser, Basel.
- HONEGGER, R., Böhme, W. (Hrsg.) (1981): *Threatened Amphibians and Reptiles in Europe*. Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas, Suppl. Wiesbaden, 158 S.
- JACKSON, J.F., CAMPBELL, H.W. (1976): The dorsal pigmentation pattern of snakes as an antipredator strategy: multivariate approach. *American Naturalist* **110**: 1029-1053.
- JÖGER, U., LENK, P. (1997): Entnahme und Behandlung von Blutproben für molekulargenetische Untersuchungen in der Feldherpetologie. *Mertensiella* **7**: 329-340.
- JONES, J.S., LEITH, B.H., RAWLINGS P. (1977): Polymorphism in *Cepea*: A problem with too many solutions. *Annual Review of Ecology and Systematics* **8**: 109-143.
- KELLER, L.F., WALLER, D.M. (2002): Inbreeding effects in wild populations. *Trends in Ecology and Evolution* **17**: 230-240.
- KING, R.B. (1992): Lake Erie water snakes revisited: morph- and age-specific variation in relative crypsis. *Evolutionary Ecology* **6**: 115-124.
- KOMPOSCH, C. (2002): Kulturraum Lesachtal – Eine Zeitreise von 1000 bis 2000 n. Chr., In: *Paradieslilie und Höllenotter – Bergwiesenlandschaft Mussen*. Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.), Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt, 29-42.
- LAUFER, H. (2004): Auswirkungen der Schaf- und Rinderbeweidung auf die Kreuzotter (*Vipera berus*) – erste Ergebnisse. *Mertensiella* **15**: 302-309.
- LAZAR, R. (2002 a): Das Naturschutzgebiet Mussen im Lesachtal – Ein ländlicher Überblick, In: *Paradieslilie und Höllenotter – Bergwiesenlandschaft Mussen*. Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.), Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt, 85-88.
- LAZAR, R. (2002 b): Das Klima im Bereich der Mussen, In: *Paradieslilie und Höllenotter – Bergwiesenlandschaft Mussen*. Amt der Kärntner Landesregierung

- (Hrsg.), Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt, 89-99.
- LINDELL, L.E., FORSMAN, A. (1996): Density effects and snake predation: prey limitation and reduced growth rate of adders, *Vipera berus*, at high densities of conspecifics. *Canadian Journal of Zoology* **74**: 1000-1007.
- LOUGHHEED, S.C., GIBBS, H.L., PRIOR, K.A., WEATHERHEAD, P.J. (1999): Hierarchical patterns of genetic population structure in black rat snakes (*Elaphe obsoleta obsoleta*) as revealed by microsatellite DNA analyses. *Evolution* **53**: 1995-2001.
- LUISELLI, L., CAPULA, M., RUGIERO, L., ANIBALDI, C. (1994): Habitat choice by melanistic and cryptically coloured morphs of the adder, *Vipera berus*. *Bolletino Zoologia* **61**: 213-216.
- LUISELLI, L. (1992): Reproductive success in melanistic adders: a new hypothesis and some considerations on Andren and Nilson's (1981) suggestions. *Oikos* **64**: 601-604.
- MADSEN, T., STILLE, B. (1988): The effect of size dependent mortality on colour morphs in male adders, *Vipera berus*. *Oikos* **52**: 73-78.
- MADSEN, T., SHINE, R. (1992): Determinants of reproductive success in female adders, *Vipera berus*. *Oecologia* **94**: 40-47.
- MADSEN, T., SHINE, R. (1994): Costs of reproduction influence the evolution of sexual size dimorphism in snakes. *Evolution* **48**: 1389-1397.
- MADSEN, T., STILLE, B., SHINE, R. (1996): Inbreeding depression in an isolated population of adders *Vipera berus*. *Biological Conservation* **75**: 113-118.
- MADSEN, T., OLSSON, M., WITZELL, H., STILLE, B., GULLBERG, A., SHINE, R., ANDERSSON, S., TEGELSTRÖM, H. (2000): Population size and genetic diversity in sand lizards (*Lacerta agilis*) and adders (*Viper berus*). *Biological Conservation* **94**: 257-262.
- MATOUCH, S., TRAXLER, A., GRASS, V. (2000): Die Bergmähder des Kärntner Lesachtales – Biodiversität und Nutzungswandel. *Carinthia II, Klagenfurt*, **190**: 591-604.

- MONNEY, J.-C. (1994): Note sur la reproduction et la taille des nouveau-nés chez la vipère aspic (*Vipera aspis*) et la vipère péliade (*Vipera berus*) dans l'Oberland bernois. Bulletin de la Société Fribourgeoise pour la Science Naturelle **83** : 61-74.
- MONNEY, J.C. , LUISELLI, L. , CAPULA, M. (1995) : Correlates of melanism in a population of adders (*Vipera berus*) from Swiss Alps and comparisons with other alpine populations. Amphibia-Reptilia **16**: 323-330.
- MOSER, A. (1988) : Untersuchung einer Population der Kreuzotter (*Vipera berus* L.) mit Hilfe der Radio-Telemetrie. Dissertation Universität Basel.
- MUTZ, T., GLANDT, D. (2004): Künstliche Versteckplätze als Hilfsmittel der Freilandforschung an Reptilien unter besonderer Berücksichtigung von Kreuzotter (*Vipera berus*) und Schlingnatter (*Coronella austriaca*). Mertensiella **15**: 186-196.
- NEUMEYER, R. (1987): Density and Seasonal Movements of the Adder (*Vipera berus* L. 1758) in a Subalpine Environment. Amphibia-Reptilia **8**: 259-276.
- PARENT, G. M. (1968) : Contributions á la connaissance du peuplement herpetologique de la Belgique. Bulletin de l'Institut de al Science naturelle Belgique **44** : 1-34.
- PETUTSCHNIG, W., KOMPOSCH, C., ROTTENBURT, T., GUTLEB, B., KLEINEGGER, K. , WIESER, C. (2002): Die Mussen, ein Naturschutz- und Natura 2000-Gebiet – Bedeutung und Ausblick, In: Paradieslilie und Höllenotter – Bergwiesenlandschaft Mussen. Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.), Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt, 243-251.
- PETZOLD, H.G. (1980): Statistisches über die Geburtsgewichte von Kreuzottern (*Vipera berus*). Milu **5**: 443-448.
- PHELPS, T. (2004): Population Dynamics and spatial distribution of the adder *Vipera berus* in southern Dorset, England. Mertensiella **15**: 241-258.
- PIELOWSKI, Z. (1962): Untersuchungen über die Ökologie der Kreuzotter (*Vipera berus* L. ). Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik und Ökologie der Tiere **89**: 479-500.
- PRESTT, I. (1972): An ecological study of the viper *Vipera berus* in south Britain. Journal of Zoology **164**: 373-418.
- PUSCHNIG, R. (1913): Beitrag zur Kenntnis der Formen und der Verbreitung der Vipern-Arten in Kärnten. Carinthia II , Klagenfurt, **23** : 58-93.

- PUSCHNIG, R. (1915): Naturschutz und Giftschlangenvertilgung. Carinthia II, Klagenfurt, **25**: 46-50.
- REINERT, H.K. (1984): Habitat variation within sympatric snake populations. Ecology **65**: 1673-1682.
- REISINGER, E. (1960): Einiges über die Tierwelt der Kreuzeckgruppe. Carinthia II, Klagenfurt, **70**: 87-100.
- RONACHER, A. (1992): Die Gail entlang – Karnische Täler, Karnische Berge. Verlag Johannes Heyn, Klagenfurt, 181 S.
- ROSE, M.R. (1985): Life-history evolution with antagonistic pleiotropy and overlapping generations. Theor. Pop. Biol. **28** : 342-358.
- SAINT GIRONS, H. (1952): Écologie et éthologie des vipères de France. Annales des Sciences naturelles Paris, Sèries zoologiques **11** : 263-343.
- SCHIEMENZ, H. (1978): Zur Ökologie und Bionomie der Kreuzotter (*Vipera berus*). Teil I: Adulte Männchen und Weibchen. Zoologische Abhandlungen aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde Dresden **35**: 203-218.
- SCHIEMENZ, H. (1983): Zur Ökologie und Bionomie der Kreuzotter (*Vipera berus berus* L.). Teil II: Entwicklung der Jungtiere von der Geburt bis zur Geschlechtsreife. Zoologische Abhandlungen aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde Dresden **34**: 229-243.
- SCHIEMENZ, H. (1985): Die Kreuzotter. NBB 332, Wittenberg Lutherstadt (Ziemsen).
- SCHIEMENZ, H., BIELLA, H.J., GÜNTHER, R., VÖLKL, W. (1996): Kreuzotter – *Vipera berus* (Linnaeus 1758). In: Günther, R. (Hrsg.): Die Amphibien und Reptilien Deutschlands. Fischer, Jena, 710-728.
- SCHWARZ, A. (1997): Möglichkeiten der Ermittlung von Raumnutzung und Populationsdichte bei der Kreuzotter (*Vipera b. berus* L.). Mertensiella **7**: 247-260.
- SCHWEIGER, H. (1957): Das Phänomen der Warmen Hangstufen in den Alpen. Bericht der 8. Wanderversammlung Deutscher Entomologen 54-70.
- SHALDON, S., BRADLEY, C. (1989): Identification of individual adders (*Vipera berus*) by their head markings. Herpetological Journal **1**: 392-396.

- SUETIN, G., WHITE, B.N. & BOAG, P.T. (1991): Preservation of avian blood and tissue samples for DNS analyses, *Canadian Journal of Zoology* **69**: 82-90.
- THEISS, M. (2002): Vegetation und Lebensraumtypen des Naturschutzgebiets Mussen – Ein Wiesenmosaik in den Gailtaler Alpen, In: *Paradieslilie und Höllenotter – Bergwiesenlandschaft Mussen*. Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.), Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt, 127-141.
- THIESMEIER, B.; VÖLKL, W. (2002): Zur Verbreitung und Ökologie schwarzer Kreuzottern – ein Überblick. *Zeitschrift für Feldherpetologie* **9**: 127-142.
- URSENBACHER, S. (1998): Estimation de l'effectif et analyse du risque d'extinction d'une population de vipère pélide (*Vipera berus* L.) dans le Jura vaudois. Diplomarbeit Universität Lausann, unveröff.
- VAINIO, I. (1932): Zur Verbreitung und Biologie der Kreuzotter (*Vipera berus* L.) in Finnland. *Annales Societas Zoologica-Botanica Helsinki* **12**: 1-19.
- VÖLKL, W., BIELLA, H.J. (1993): Ökologische Grundlagen einer Schutzkonzeption für die Kreuzotter *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) in Mittelgebirgen. *Mertensiella* **3**: 357-368.
- VÖLKL, W., THIESMEIER, B. (2002): *Die Kreuzotter – Ein Leben in festen Bahnen?* Laurenti-Verlag, Bielefeld.
- VÖLKL, W., KÄSEWIETER, D., BAUMANN, N. (2002 b): Biotopverbund für gefährdete Reptilienarten im Lechtal. Schlussbericht eines E+E Projektes des Bundesamtes für Naturschutz, Bonn und des DVL. Universität Bayreuth und DLV.
- WAITZMANN, M. (1992): Verbreitung, Ökologie und Schutzproblematik der thermophilen Reptilienarten im südlichen Odenwald. *Veröffentlichungen Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg* **67**: 233-266.
- WERNER, F. (1926): Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Fauna des Lesachtals. *Carinthia II, Klagenfurt* **36**: 12-17.
- WIESER, C. (Schriftleitung) (2002): *Paradieslilie und Höllenotter – Bergwiesenlandschaft Mussen*. Amt der Kärntner Landesregierung (Hrsg.), Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereins für Kärnten, Klagenfurt.

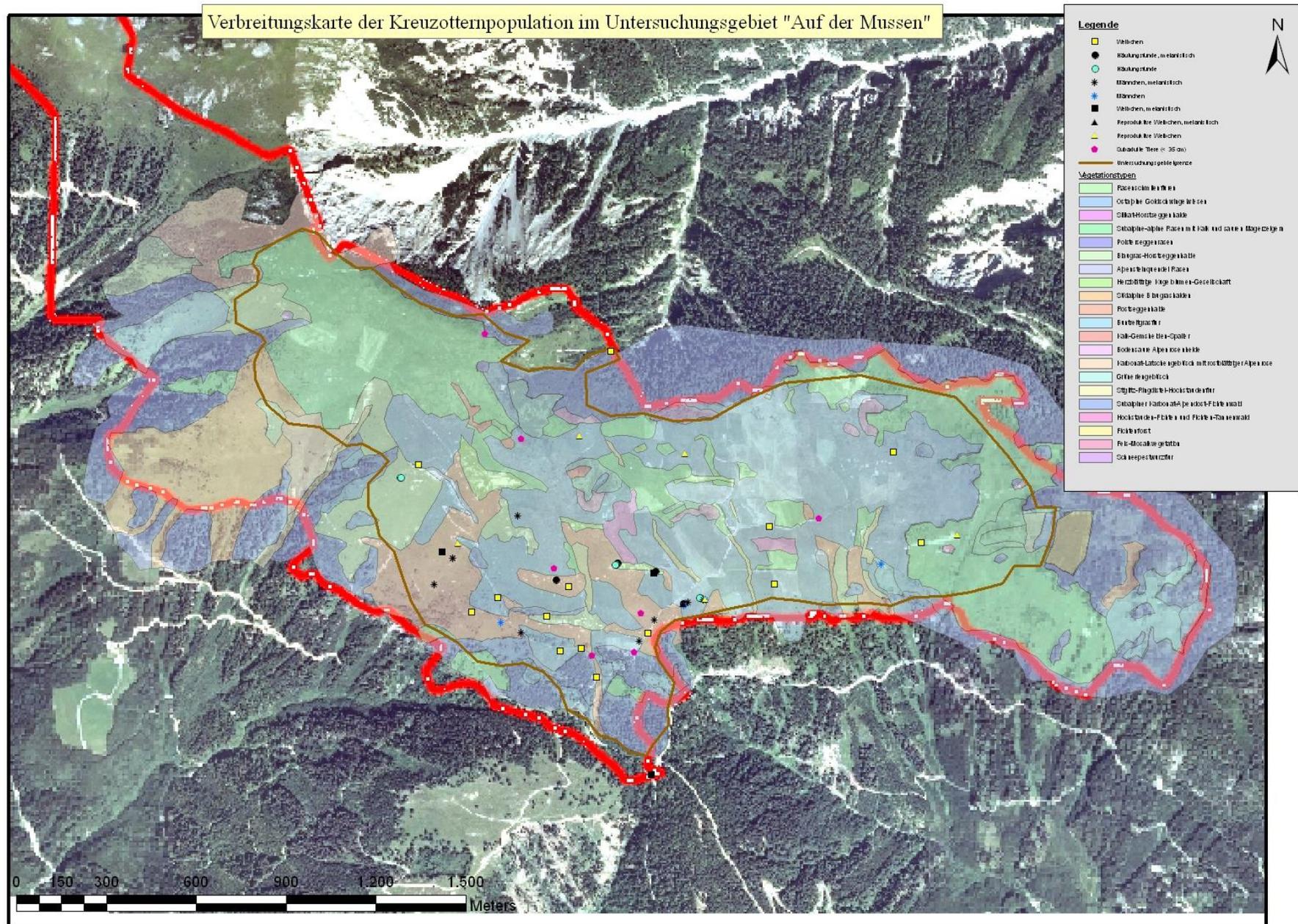
WIJNGRAADEN, A. (1959): Over de verspreiding en de ecologie van de adder in Nederland. *Levende Natuur* **62**: 254-261.

WRIGHT, S. (1978): *Evolution and the Genetics of Population, Variability Within and Among Natural Populations*. The University of Chicago Press, Chicago.

## **10 ANHANG**

Seite 1: Verbreitungskarte für die Untersuchungspopulation „Auf der Mussen“. Die Karte wurde auf Grundlage der Vegetationskarte des NSG „Auf der Mussen“ von Herrn Mag. Maximilian Theiss (Stand 2001) generiert.

Seite 2: Verbreitungskarte für die Untersuchungspopulation „Zollner“. Erstellt auf Grundlage eines Luftbildes des Untersuchungsgebietes (Quelle: Kagis).



Karte erzeugt durch Ortner Olivia im Rahmen einer Diplomarbeit der Universität Salzburg nach der Vegetationskarte von Mag Maximilian Theiß

## Verbreitungskarte der Kreuzotternpopulation im Untersuchungsgebiet Zollner

Karte erstellt von Olivia Ortner im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Salzburg, Sommer 2004

