



universität  
wien

## Diplomarbeit

# Raumnutzung männlicher Kreuzottern (*Vipera berus L.*) während der Paarungszeit

angestrebter akademischer Grad

**Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)**

Verfasser:

Werner Krupitz

Matrikel-Nummer:

0007512

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 439

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Zoologie

Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Hödl

Wien, 1. Juli 2009





**Gewidmet meinem Großvater Eberhard Clar,  
der mir persönlich wie wissenschaftlich immer ein Vorbild sein wird.**

## **Danksagung:**

Ich möchte mich herzlich bei meinem Betreuer Prof. Dr. Walter Hödl für die immer hilfsbereite und geduldige Betreuung meiner Arbeit bedanken. Großer Dank gilt auch meinen Eltern Anneliese und Heiner Krupitz, die mich während meines Studiums finanziell aber vor allem persönlich immer unterstützt haben. Meiner Lebensgefährtin Conny Gigl danke ich für ihre Begleitung bei der teilweise kraftraubenden Feldarbeit und dafür, dass sie mir immer zur Seite stand. Dr. Wolfgang Völkl gilt mein besonderer Dank für seine immer bereitwillige Hilfe zu methodischen Fragen. Aus demselben Grund möchte ich auch Mag. Martin Kyek, Dr. Andreas Maletzky, Dr. Marc Sztatecsny und Wilfried Rieder danken. Franz und Gerda Zehetner kann ich für ihre herzliche Aufnahme in ihrer Hütte beim Seewaldsee, wo ich mich gleich wie zu Hause fühlte, gar nicht genug Dank aussprechen. Auch meinen Freunden Florian Wallner und Johannes Klackl sei an dieser Stelle gedankt, die mir in Salzburg ein Dach über dem Kopf boten. Ein herzliches Danke auch an meinen Freund Lukas Pesendorfer für seine Begleitung und Unterstützung bei einer späten Begehung im Schnee. Wolfgang Hauer möchte ich für die Begleitung und die wunderschönen Fotos danken. Zum Ende möchte ich noch meiner gesamten Familie und all meinen Freunden, die hier unerwähnt blieben danken, die, auch wenn es nicht bei allen unbedingt seinem oder ihrem Interessengebiet entsprach, doch immer ein offenes Ohr für meine begeisterten Ausführungen über die Kreuzotter hatten.

Ohne euch alle wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen!

### **Zusammenfassung:**

Mit ihrem Vorkommen von Mitteleuropa bis Ostasien und von der Balkanhalbinsel bis Skandinavien zeigt die Kreuzotter (*Vipera berus*) die weiteste Verbreitung aller europäischen Schlangen. Die Kreuzotter steht in Österreich wie in vielen anderen europäischen Ländern auf der „Rote Liste“. Um effektive Schutzmaßnahmen für diese gefährdete Art zu ermöglichen sind Informationen über die Größe der von Kreuzottern genutzten Flächen und die von den Individuen zurückgelegten Strecken wichtig. Zur Bestimmung der während der Paarungszeit genutzten Flächen und der von den Männchen zurückgelegten Wege in ihrem Paarungsgebiet, wurde eine alpine Kreuzotternpopulation ausgewählt und in den Jahren 2007/08 untersucht. 2007 wurde das Gebiet der Hintertrattbergalm im Land Salzburg nach Kreuzottern abgesucht, um deren Verbreitung und die Lage der Paarungsgebiete herauszufinden. Während der Voruntersuchungen im Jahr 2007 wurden 43 Individuen markiert und drei verschiedene Paarungsgebiete festgestellt. Im Frühjahr 2008 wurden 8 männliche Kreuzottern im Paarungsgebiet Frunstberg mit Schlucksendern ausgestattet und von 14. Mai bis 23 Juni verfolgt. Bei großen Männchen (46-54cm) wurden Tagesdistanzen von bis zu 600m bei einer durchschnittlichen Tagesdistanz von 41m registriert. Die Männchen der kleineren Größenklasse (38-40cm) hingegen legten maximal eine Tagesdistanz von 31m und im Durchschnitt 5m pro Tag zurück, was vermuten lässt, dass sie sich an den Paarungsaktivitäten nicht beteiligten. Überraschend ist, dass 38-40cm große Männchen in anderen Untersuchungen bereits geschlechtsreif waren und sich auch am Paarungsgeschehen beteiligten. Ein Kontakt der Kreuzottern des Paarungsgebiets Frunstberg mit einem anderen Paarungsgebiet konnte aufgrund der telemetrischen Verfolgung nicht festgestellt werden. Das Paarungsgebiet am Frunstberg nahm eine Fläche von 9,5 Hektar ein, das im Sommer genützte Gebiet umfasste 16,5 Hektar. Über die gesamte Aktivitätssaison wurde von den Kreuzottern eine Fläche von mindestens 30,6 Hektar genützt. Die Ergebnisse zeigen, dass die von Kreuzottern in anderen Habitaten genutzten Flächen und zurückgelegten Wege nicht direkt auf alpine Populationen übertragen werden können.

### **Abstract:**

The adder (*Vipera berus*) shows the largest distribution known from European snakes, from central Europe to East Asia and from the Balkan Peninsula to Scandinavia. In Austria, as in many other European countries, the adder is an endangered species. To protect this species especially information on the size of and movements in the areas used during the active season of the adder is important. To consider the distances moved and ranges used by the males during the mating season, an alpine population of adders was studied in the years 2007/08 including a telemetric study. In 2007 the area of Hintertrattbergalm, Salzburg, was searched for adders to reveal their distribution and to locate mating places. During this preexamination period 43 individuals were marked and three different mating places were identified. In spring 2008 eight males were equipped with transmitters and radiotracked from 14th May to 23rd June. Bigger males (46-54cm) moved a maximum distance of 600m per day, the mean distance was 41m per day. Smaller males (38-40cm) however moved only a maximum distance of 31m per day and a mean distance of 5m per day, which indicates that they didn't take part in the mating activities. Surprisingly in other studies males of 38-40cm size were found to be mature and moved large distances in search for mating partners. Contact of the adders at Frunstberg mating place with other mating places couldn't be found during the telemetric study. The mating place at Frunstberg had a size of 9.5 hectares, the summer area of 16.5 hectares. During the whole active season an area of 30.6 hectares was used by the adders. The results indicate that the ranges used and distances travelled by adders in other habitats are not comparable with those in alpine habitats.

## Einleitung:

Die Kreuzotter hat die weiteste Verbreitung aller europäischen Giftschlangen (GRUBER 1989). Ihr Verbreitungsgebiet reicht von Mitteleuropa über Asien bis Sachalin und vom Mittelmeerraum bis über den Polarkreis nach Skandinavien (VÖLKL & THIESMEIER 2002). Wie alle heimischen Reptilien steht die Kreuzotter in Österreich auf der „Rote Liste“ (KYEK & MALETZKY 2006). Besonders Vorkommen im Tiefland und den Tallagen sind stark gefährdet oder verschwunden, was hauptsächlich auf Flurbereinigung und auf starke Verfolgung von Giftschlangen in dichter besiedelten Gebieten zurückzuführen ist (VÖLKL & THIESMEIER 2002).

Die Vorkommen im alpinen Raum galten bisher als stabil, jedoch sind, etwa im Land Salzburg, großflächige Erhebungslücken vorhanden, sodass eine Verringerung der Populationsdichten schwer zu erfassen ist (M. KYEK pers. Mitt.). Durch das Verschwinden der Kreuzotter in den Tallagen (KYEK & MALETZKY 2006) treten Alpine Matten und Almen zusehends als Rückzugs- und Erhaltungsgebiet für diese Art in den Vordergrund. Sollten im alpinen Raum gezielte Schutzmaßnahmen für die gefährdete Kreuzotter angedacht werden, ist eine detaillierte Kenntnis des Verhaltens der Art notwendig.

Die Paarungszeit stellt für den Erhalt jeder Art eine wichtige wie auch sensible Zeit dar. Für den effektiven Schutz gefährdeter Arten ist somit eine detaillierte Kenntnis des Verhaltens während der Paarungszeit notwendig. Bei vielen Tierarten kann man während der Paarungsperiode eine erhöhte Aktivität und auffällige Verhaltensänderungen beobachten. Europäische Aale wandern hunderte Kilometer auf dem Weg von ihren Fressgewässern in Europa zu ihren Paarungs- und Laichgebieten in der Sargassosee im Westatlantik (HAUER 2007). Vögel sind dafür bekannt, zur Anlockung der Weibchen oft kompliziert aufgebaute Gesänge zu äußern (GILL 1994). Bei anderen Vogelarten wiederum, wie etwa dem Kampfläufer, finden sich die Männchen zur Attraktion der Weibchen in Balzleks zusammen und vollführen tanzartige displays (GILL 1994). Schlangen stehen als überwiegend solitär lebende Tiere zur Paarungszeit vor der Problematik der Partnerfindung. Häufig kann man daher während der Paarungszeit erhöhte Aktivität und aktives Suchverhalten nach Fortpflanzungspartnern feststellen. Solche Verhaltensweisen kennt man zum Beispiel von Ringelnatter (*Natrix natrix*) (BÖHME 1999) und Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*) (BÖHME 1993), aber auch verschiedenen *Viperiden* wie der Armenischen Bergotter (*Vipera raddei*), der Aspiviper (*Vipera aspis*) oder auch der Kreuzotter (MALLOW et al. 2003). Bei Schlangen finden die Paarungspartner üblicherweise olfaktorisch zueinander, aber auch

optische Lokalisierung dürfte vorkommen (SEIGEL et al. 1987). Bei Kreuzottern findet man in vielen Populationen spezifische Paarungsareale, die während des Frühjahrs von allen an den Paarungsaktivitäten teilnehmenden Tieren besucht werden, während im Sommer davon getrennte Funktionsräume besiedelt werden (VÖLKL & THIESMEIER 2002). Die Paarungszeit wird mit der so genannten Hochzeitshäutung der Männchen eingeleitet, nach der sie damit beginnen aktiv nach Paarungspartnern zu suchen, wobei sie beachtliche Strecken zurücklegen können. Bei Kreuzottermännchen in Südfinnland wurden Wanderungen von 20 bis 125 m pro Tag auf der Suche nach Weibchen festgestellt (VITAANEN 1976). Einzelne Männchen in Südengland und Wales wurden gar bis zu 600m pro Tag verfolgt (PHELPS 2007). Im Gegensatz zu den Männchen verhalten sich die Weibchen im Paarungsareal stationär (VÖLKL & THIESMEIER 2002).

Aus dem skandinavischen Raum, aus Großbritannien und aus Mitteleuropa liegen zahlreiche Untersuchungen zu Raumnutzung und Ökologie der Kreuzotter vor (MOSER 1988; NEUMEYER 1987; NILSON & ANDREN 1982; VITAANEN 1976; PHELPS 2007; KÄSEWIETER et al. 2004). Diese zeigen, dass sich Kreuzottern in verschiedenen Populationen unterschiedlich verhalten können. So scheinen Männchen aus Populationen in Südschweden in der Paarungszeit temporäre Territorien um fortpflanzungsbereite Weibchen zu bilden (NILSON & ANDREN 1982). Im Fichtelgebirge in Bayern hingegen konnte Territorienbildung während der Paarungszeit nicht nachgewiesen werden (VÖLKL & THIESMEIER 2002). An den Lechdämmen südlich von Augsburg wiederum konnte kein funktionell von anderen während der Aktivitätssaison genutzten Funktionsräumen getrenntes Paarungsareal festgestellt werden (KÄSEWIETER et al. 2004). Die verschiedenen Untersuchungen zeigen, dass durch die ökologische Plastizität der Kreuzotter Ergebnisse aus einer Population nicht beliebig auf andere Populationen übertragbar sind. In der vorliegenden Untersuchung soll der Frage nachgegangen werden, wie sich die Männchen einer alpinen Population während der Paarungszeit verhalten. Einerseits sollen Daten zu den Distanzen, welche die Männchen auf der Suche nach Weibchen während der Paarungszeit zurücklegen, gesammelt werden, andererseits die Größe des Paarungsareals ermittelt werden.

Bei vorangegangenen Untersuchungen zur Raumnutzung der Kreuzotter wurde in der Regel die Fang-Wiederfang-Methode angewandt (MADSEN & SHINE 1993; NEUMEYER 1987; PRESST 1971; VITAANEN 1976). Wiederfänge verlangten bei geringem Datenoutput einen hohen Zeitaufwand da die Tiere nicht gezielt lokalisiert werden konnten. Besonders während der Paarungszeit waren die Männchen durch ihre zügigen Bewegungen kaum zu verfolgen

was Mehrfachbeobachtungen derselben Individuen erschwerte (VITAANEN 1976). In alpinem Gelände mit vielen Versteckmöglichkeiten kann die Fang-Wiederfang-Methodik an ihre Grenzen stoßen, wenn das Gebiet durch Hindernisse wie Latschendickichte oder unwegsame Geländebeschaffenheit nicht systematisch durchwandert werden kann. Mit Radiotransmittern versehene Individuen können selbst bei Aufhalten in unzugänglichen Verstecken (Nagerbauten, Felsspalten, undurchsichtiges Altgras, etc.) mithilfe eines Empfängers geortet werden. Die Ausstattung der Tiere mit Sendern bietet somit eine gute Alternative zur Fang-Wiederfang-Methodik.

Der Einsatz von Schlucksendern ist bei Kreuzottern besonders in der Paarungszeit als problemlos anzusehen, da die Tiere zwischen dem Erwachen aus der Winterstarre und dem Ende der Paarungszeit keine Nahrung aufnehmen (PRESST 1971). Laboruntersuchungen an mit Schlucksendern versehenen *Aspivipern* zeigten keinerlei Beeinträchtigung des Verhaltens und der Verdauung von Beutetieren (MOSER 1988). Auch bei Freilanduntersuchungen an Kreuzottern konnte, nach menschlichem Ermessen, keinerlei Beeinträchtigung der Tiere durch Schlucksender festgestellt werden (J.-C. MONNEY pers. Mitt.; A. MOSER pers. Mitt.; W. VÖLKL pers. Mitt.)

Besondere Tiere können zu jedem Zeitpunkt lokalisiert werden, was eine häufige Ortung und eine große Datenmenge zu Verhalten und zurückgelegten Strecken auch in kurzer Zeit ermöglicht. In Südschweden konnten bei Männchen basierend auf Wiederfang Wanderungen von 4 bis 116 m (durchschnittlich 47,7m) pro Tag festgestellt werden (MADSEN & SHINE 1993). Mit Sendern ausgestattete Tiere lassen sich bei diesen recht weiten Dislokationen viel lückenloser verfolgen als bei der Fang-Wiederfang-Methode.

In der vorliegenden Untersuchung wurden Kreuzottermännchen in einem alpinen Habitat untersucht. Die Ausstattung mit Schlucksendern soll Aufschluss über die zurückgelegten Strecken und genutzten Flächen während der Paarungszeit geben.

## **Material und Methode**

### **Untersuchungsgebiet:**

Das Untersuchungsgebiet „Hintertrattbergalm“ (Abb. 1) befindet sich 8 km südöstlich von Hallein im Land Salzburg. Die Trattbergalm ist Teil des zweitgrößten zusammenhängenden Almwiesengebiets Europas. Je nach Schneelage ist die „Hintertrattbergalm“ etwa von Mai bis Oktober über eine Mautstraße gut erreichbar.

Der für die Untersuchung herangezogene Bereich erstreckt sich vom Parkplatz auf der Hintertrattbergalm über Frunstberg und hohen First zur Moosangerlalm. Das Areal wird von süd- bis südostexponierten Hängen dominiert (Abb. 1). Süd und Südosthänge wurden bei der Wahl des Untersuchungsgebiets bevorzugt, weil Kreuzottern während des Frühjahrssonnens und insbesondere der Paarungszeit hauptsächlich Hänge dieser Expositionen nutzen (VÖLKL & THIESSMEYER 2002).

Der Großteil des untersuchten Gebiets setzt sich aus Almwiesen und alpinen Matten zusammen. Teilweise, etwa am Südosthang des Hohen First, gehen diese in Alpine Heiden mit Alpenrose und Heidekraut über. Der Nordwestabfall von Frunstberg und Hohem First wird von Latschendickicht dominiert, kleine Teile der Hintertrattbergalm und der Moosangerlalm sind mit lichtem Fichten-Lärchen-Mischwald bestanden. Die flacheren Hangpartien werden größtenteils von Kühen und Pferden beweidet, in den steileren Hängen findet teils Beweidung durch Schafe statt. In den flacheren Teilen der Hintertrattbergalm und Moosangerlalm befinden sich von Legsteinmauern umgrenzte Bergmahdflächen, die einmal pro Jahr gemäht werden.

Üblicherweise findet man im Untersuchungsgebiet nach eigenen Beobachtungen und Auskünften Einheimischer etwa von Dezember bis April eine geschlossene Schneedecke, spätestens Ende April bis Anfang Mai bilden sich an den Süd- und Südosthängen erste schneefreie Stellen. Vereinzelt sind Schneefälle auch bis in die Sommermonate möglich. Das Frühjahr 2007 stellte eine im Jahresvergleich schneearme Situation dar, während die Schneelage des Winterhalbjahres 2007/2008 nach Auskunft Ortsansässiger die Normalsituation repräsentierte. Dementsprechend wurden 2007 bereits Anfang April erste schneefreie Stellen im Untersuchungsgebiet festgestellt, während das 2008 erst Anfang Mai der Fall war.

## Voruntersuchungen:

2007 wurde ab dem Beginn der Schneeschmelze bis zum Ende der Jahresaktivität der Kreuzottern das Untersuchungsgebiet in 41 Begehungen regelmäßig nach Kreuzottern abgesucht, um die Aktivitätsräume der Schlangen zu bestimmen. Die Begehungen dauerten üblicherweise etwa von 10:00 bis 16:00, nur bei Gewitter musste teilweise früher abgebrochen werden.

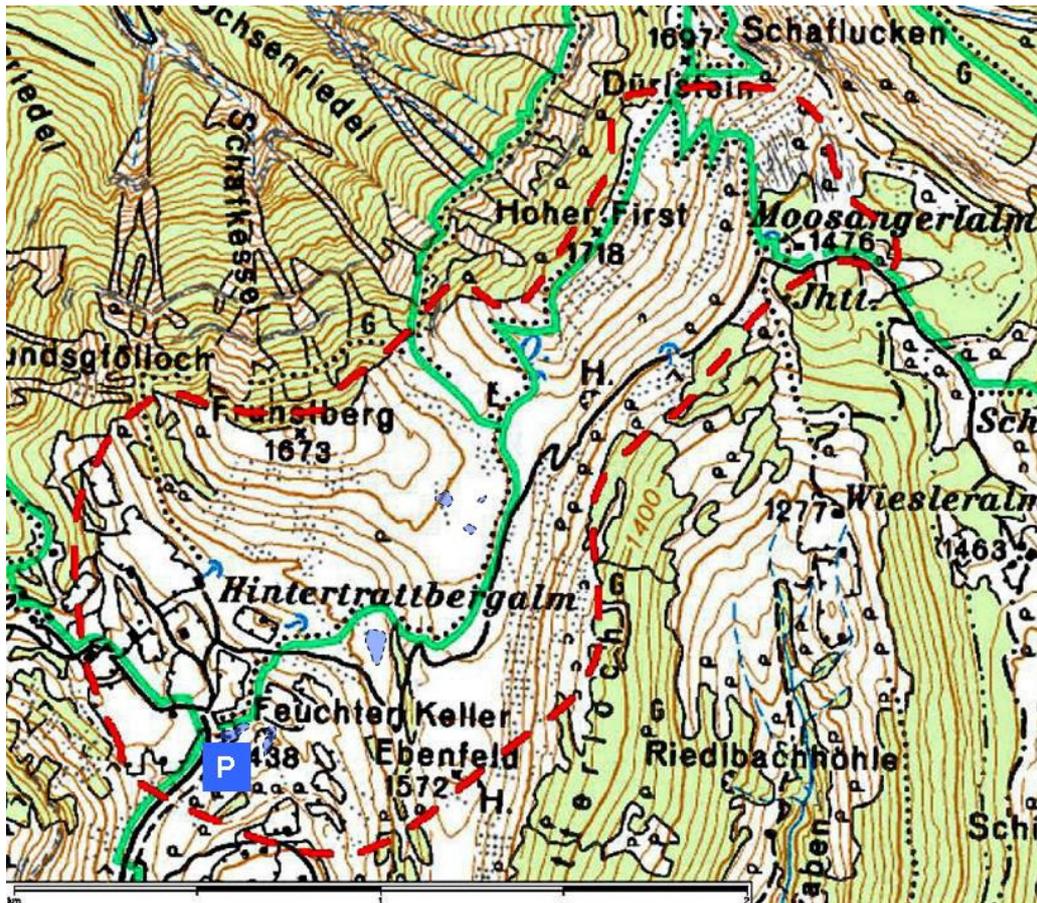


Abb. 1: Untersuchungsgebiet Hintertrattbergalm. Die strichlierte Linie umfasst das während der Voruntersuchungen 2007 abgegangene Areal. Das 2,2 km<sup>2</sup> umfassende Gebiet zieht sich von der Hintertrattbergalm über Frunstberg und Hohen First bis zur Moosangerlalm.

Das während der Voruntersuchungen begangene Areal weist eine Gesamtfläche von 2,2 km<sup>2</sup> (Abb.1.) auf.

Bei den Begehungen wurde das Untersuchungsgebiet in Serpentinaen gehend nach Kreuzottern abgesucht, sofern das von der Geländebeschaffenheit oder Schneelage her möglich war. Da nicht das gesamte Untersuchungsgebiet innerhalb einer Begehung abgedeckt werden konnte, wurde darauf geachtet die Begehungsrouten zu variieren. Die Begehungsrouten wurden jeweils so gelegt, dass noch nicht oder noch nicht so oft abgesuchte Bereiche des Untersuchungsgebiets in folgenden Begehungen berücksichtigt wurden. Um eine bessere Erfassung der von

Kreuzottern bewohnten Gebiete zu gewährleisten, wurde das Umfeld von vorhergehenden Nachweisen häufiger abgegangen. Es wurde jedoch darauf geachtet, auch die Bereiche des Untersuchungsgebietes die keine Nachweise aufwiesen, mindestens viermal im Untersuchungszeitraum nach Kreuzottern abzusuchen (nach KYEK 2000).

Wurde eine Schlange entdeckt, so wurde sie mithilfe einer Schlangenzange und Schlangenschutzhandschuhen (Abb. 2) gefangen, mit einem Maßband vermessen und markiert, bzw. auf bereits vorhandene Markierungen untersucht, sofern aus der Ferne keine sichtbar waren.

Die Handhabung der Kreuzottern wurde möglichst kurz gehalten um unnötigen Stress zu vermeiden und dauerte bei noch unmarkierten Tieren 10-15 Minuten.



Abb. 2: Schlangenschutzhandschuhe aus festem Wildleder und Schlangenzange.

### **Markierungs- und Wiedererkennungsmethoden**

#### **1) Individuelle Nummerierung mittels Acrylfarbe (WEINMANN et al. 2004)**

Jedem Individuum wurde eine individuelle Nummer mit weißem Acrylstift auf die Dorsalseite geschrieben (Abb. 3). Die Markierung wurde jeweils im hinteren Körperdrittel angebracht, um der Schlange, sollte sie durch die weiße Farbe für Prädatoren besser sichtbar sein, eine bessere Fluchtmöglichkeit zu bieten. Die aus einiger Entfernung gut abzulesende Farbmarkierung hält nur bis zur nächsten Häutung, da die Markierung mit der alten Haut abgestreift wird. Von weitem nicht als markiert erkennbare Kreuzottern wurden immer gefangen. Konnte ein Individuum aufgrund einer der anderen Wiedererkennungsmethoden als bereits registriert erkannt werden, so wurde die entsprechende Markierung mit Acrylstift erneuert.



Abb. 3: Markiertes Kreuzotternweibchen (Weibchen 43) auf der Hintertrattbergalm. Die mit weißem Acrylstift am hinteren Körperdrittel aufgemalte Nummer ist hier gut zu erkennen.

## 2) Beschneidung der Ventralschilder („Ventral scale clipping“) (nach BLANCHARD & FINSTER 1933, in VITAANEN 1967).

„Ventral scale clipping“ ist mit verschiedenen Variationen eine gängige Methode zur Markierung von Schlangen (MADSEN & SHINE 1994; NEUMEYER 1986; VITAANEN 1967). Dabei werden aus den Ventralschildern mit einer Nagelschere kleine Ecken in individuellem Muster herausgeschnitten (Abb. 4). Bei der vorliegenden Untersuchung wurde vom Afterschild weg Richtung Kopf gezählt und von ventral gesehen linke und rechte Kerben unterschieden. Die linke Kerbe markierte die Zehnerstelle der individuellen Nummer, die rechte Kerbe die Einerstelle. So war die Markierung von bis zu 99 Individuen möglich. Je nach Tiefe des Schnittes hält die Markierung einige Häutungen bis ein Leben lang. Die Schnitte wurden in der vorliegenden Untersuchung so gesetzt, dass sie nur über einige Häutungen hinweg erkennbar waren (Abb. 5), um eine Verletzung mit Blutung und Infektionsgefahr zu vermeiden. Ein Nachteil der Methode ist, dass der Fang der Tiere und damit eine Störung nötig ist, um die Marken abzulesen. Nach erfolgreichem Fang ist die Identifikation jedoch schnell möglich, sodass die Manipulation mit dem Tier meist kurz ausfällt. Die Perfektion der Methode mindert, dass man häufig Kreuzottern findet die kleine Verletzungen an der Ventralseite aufweisen, die je nach Lage auch mit einer Markierung verwechselt werden können. Darum ist der parallele Einsatz einer zweiten langfristigen Wiedererkennungsmethode sinnvoll.

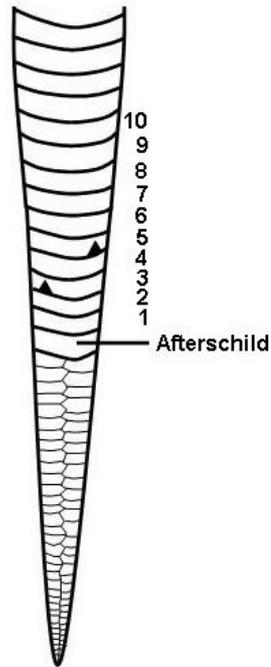


Abb. 4: Skizze der ventralen Schwanzregion einer durch „Ventral scale clipping“ markierten Kreuzotter (Tier Nummer 35). Die linke Kerbe repräsentiert die Zehnerstelle der Nummer des Individuums, die rechte Kerbe die Einerstelle.



Abb. 5: Beschnittene Ventralschuppe (Pfeil) bei einem Kreuzotternweibchen (Weibchen 2) auf der Trattbergalm. Die Markierung erfolgte rund ein Jahr vor dem Foto, die Kerbe am zweiten Bauchschild nach dem Analschild ist noch deutlich zu sehen.

### 3) Individualerkennung anhand Kopfzeichnung/ Kopfbeschuppung (SCHWARZ 1997)

Um die Kreuzottern langfristig individuell zu erkennen wurde von jedem gefangenen Individuum eine Fotografie der Dorsalseite des Kopfes angefertigt (Abb. 6). Kreuzottern weisen eine individuelle Kopfmusterung bzw. Kopfbeschuppung auf, sodass die Individuen anhand eines Fotokatalogs (Anhang 1) identifiziert werden konnten (KÄSEWIETER et al. 2004; THOMAS 2004; WEINMANN et al. 2004). Eine Fernidentifizierung nach dem Kopfmuster mittels Teleobjektiv, wie bei Untersuchungen im Spessart in Deutschland praktiziert (J. PENNER pers. Mitt.), erwies sich im Gebirge als nicht machbar, da das stark geneigte und gestufte Gelände mit viel Altgras einen freien Blick auf den Kopf auch mittels Spektiv oder Teleobjektiv fast nie zuließ.



Abb. 6: Köpfe zweier Kreuzotternmännchen. Die individuelle Beschuppung und Zeichnung des Kopfes erlaubt eine Identifikation anhand eines Fotokataloges.

Jeder Fund eines Individuums wurde im GPS-Gerät (Garmin GPSMAP 76 CSx) als Wegpunkt festgehalten und der Habitatstyp und die Hangneigung protokolliert. Die Charakterisierung der Habitattypen wurde verändert nach VÖLKL & THIESMEIER (2002) vorgenommen: 1-Waldgrenze, 2-Alpine Heiden (*Vaccinium*, *Calluna*, *Rhododendron*...), 3-Alpiner Strauchbestand (*Alnus*, *Betula*,...), 4-Alpine Matten (Bergmahdflächen, Weideflächen...), 5-Weg/Wegrand, 6- unmittelbare Gewässernähe (Auf der Trattbergalm z.B. Quellen, Viehtränken, Tümpel), 7-Felsen/Blockschutthalden). Der prozentuelle Anteil der einzelnen Habitattypen im Untersuchungsgebiet wurde geschätzt, um im Vergleich mit der Habitatnutzung Präferenzen der Kreuzottern für bestimmte Habitats erkennen zu können. Bei der Hangneigung wurde sowohl die durchschnittliche Neigung des Gesamthanges, als auch die kleinräumige Neigung der Stufe, auf der sich die Schlange befand, gemessen, da die Tiere

zwar insgesamt recht steile Hänge bewohnten, innerhalb dieser Hänge aber jeweils flachere Stufen zur Fortbewegung nützten.

### **Telemetrie:**

Die telemetrische Untersuchung wurde am Südhang des Frunstberg durchgeführt, da bei den Voruntersuchungen sowohl ein Paarungsgebiet nachgewiesen, als auch mit 21 Individuen die meisten Kreuzottern am Frunstberg nachgewiesen wurden. Auch ist der Frunstberg im Frühjahr bei Schneelage am schnellsten zu erreichen. Schlucksender (Modell BD-H-2 der Firma Holohil) wurden als der am besten geeignete Sendertyp für die Besenderung von Schlangen angesehen, da die Sender die Tiere nicht merklich behindern. Schlucksender sind einfach und ohne Operation anzubringen sowie wieder zu entfernen, wodurch keine Beeinträchtigung der Fitness der Versuchstiere durch Operationsnarben oder Anästhesie zustande kommt.

Eine Behinderung der Verdauungstätigkeit ist laut radiologischen Untersuchungen an *Aspisvipern* bei einer Schweizer Studie auszuschließen (MOSER 1988), was aber bei der vorliegenden Untersuchung von nachrangiger Bedeutung ist, da die Männchen während der Paarungszeit normalerweise keine Nahrung aufnehmen (PRESST 1971).

Die Lebensdauer der Sender war mit 10 bis 20 Wochen für die Dauer der Paarungszeit von rund drei Wochen (VÖLKL & THIESMEIER 2002) ausreichend. Die Maße der Sender betragen 17mm x 10mm x 10mm, das Gewicht etwa 2 Gramm. Der Durchmesser der Sender wurde von ursprünglich 8,5mm auf 10mm erhöht, da dies von MOSER (1988) als maximale Dehnbarkeit des Pylorus bei Kreuzottern angegeben wurde. Da die Sender den Pylorus nicht passieren konnten, verblieben sie über den gesamten Untersuchungszeitraum im Magen und konnten nicht in den Darmtrakt gelangen.

Während der Paarungszeit 2008 wurden 8 männliche Kreuzottern mit Sendern ausgestattet und verfolgt.

Die Paarungszeit wurde als jene Zeit definiert in der:

1. Männchen mit frischen Hochzeitshäutungsmerkmalen (Frische kontrastreiche Färbung, glänzend) auftreten (Abb. 7).
2. Männchen auffällig nach Paarungspartnern suchen (Zielstrebigkeit, zügige Bewegungen, häufiges Züngeln und Heben des Kopfes).
3. Konkurrenzverhalten zwischen Männchen (Kontaktkampf) beobachtet werden kann.
4. Werbe- und Paarungsverhalten von Männchen und Weibchen beobachtet werden kann.



Abb. 7: Männchen 48 vor der Hochzeitshäutung (links) und nach der Hochzeitshäutung beim Umwerben eines Weibchens (rechts). Deutlich zu erkennen ist die kontrastreichere und intensivere Färbung nach der Hochzeitshäutung. Beide Fotos entstanden während der Aktivitätssaison 2008 (14.5.2008 und 25.5.2008).

Die Sender wurden vor der Einbringung mit etwas Vaseline eingeschmiert, um ein problemloses Gleiten im Ösophagus zu gewährleisten. Mithilfe einer chirurgischen Klemme wurden die Sender in den Ösophagus eingeführt und dann durch vorsichtigen Druck mit den Fingern von außen vorsichtig in den Magen massiert. Nach der Untersuchung wurden die Sender von außen ertastet und durch Massieren mit den Fingern vorsichtig Richtung Mundöffnung ausmassiert, bis sie ausgewürgt wurden.

Die besenderten Tiere wurden über die Dauer der Paarungszeit jeden Tag von Beginn bis Ende ihrer Tagesaktivität so oft wie möglich geortet. Jede Ortung eines Tieres wurde mit einem GPS-Gerät (Garmin GPSMAP 76 CSx) als Wegpunkt gespeichert und auf eine Genauigkeit von mindestens 5 Meter gemittelt.

Im Programm ArcMap 9.2 wurden die von den Kreuzottern über die Saison genutzten Flächen als Polygon der äußersten Fundpunkte und die pro Tag zurückgelegten Strecken gemessen. Mithilfe von Temperaturmessungen der Immissionsmessstation der Salzburger Landesregierung in St. Koloman am Fuße des Trattberg wurde eine Spearman-Korrelation der Aktivität der Tiere in Abhängigkeit von der Tagesdurchschnittstemperatur errechnet. Regentage im Untersuchungsgebiet wurden anhand eigener Beobachtungen und Niederschlagsmessungen der ZAMG in Salzburg festgehalten. Zur Feststellung eines Zusammenhangs zwischen dem Auftreten von Niederschlag und den Tagesdistanzen der Kreuzottern wurde eine ANOVA durchgeführt. Mithilfe eines Mann-Whitney U- Tests wurde auf einen Zusammenhang zwischen Tagesdurchschnittstemperatur und dem Auftreten von Niederschlag getestet.

## Ergebnisse

### 1. Voruntersuchungen:

Es konnten während der Aktivitätssaison 2007 in 41 Begehungen (Tab. 1) insgesamt 43 Kreuzottern markiert und 80 Fundpunkte dieser markierten Individuen festgehalten werden.

Tab. 1: Begehungen und Kreuzotternachweise während der Voruntersuchungen 2007. m-Männchen, w-Weibchen, juv.-Juvenil, subad.-Subadult, Unid.-Unidentifizierte Kreuzotter.

Begehung Nr.	Datum	Anmerkungen	m	w	subad.	juv.	Unid.
1	01.04.2007	Erster Fund: Männchen in Schneeloch sonnend	1				
2	06.04.2007						1
3	13.04.2007						
4	16.04.2007	Erste Paarungsaktivitäten am Frunstberg	3	1			1
5	19.04.2007		3	2			
6	21.04.2007		2	2			1
7	25.04.2007		1	2			
8	27.04.2007		2	1			
9	28.04.2007	Erste Paarungsaktivitäten am Hohen First	4	1		1	1
10	01.05.2007			1			
11	03.05.2007			1			
12	04.05.2007		1	1			1
13	07.05.2007			1			1
14	10.05.2007		1	2			
15	12.05.2007						
16	13.05.2007		2		1		
17	14.05.2007			2			
18	18.05.2007			2			1
19	21.05.2007			2			1
20	22.05.2007		1	2			
21	24.05.2007	Abbruch wegen Gewitters					
22	25.05.2007			1			1
23	30.05.2007	Kurze Begehung wegen Schnee					
24	31.05.2007	Kurze Begehung wegen Schnee		2			1
25	01.06.2007			2			
26	06.06.2007		1	2			
27	08.06.2007		1	5			
28	11.06.2007		1	6			
29	12.06.2007	Abbruch wegen Gewitters		3			
30	14.06.2007			1		1	
31	18.06.2007						
32	12.07.2007						
33	13.07.2007						
34	25.07.2007						
35	01.08.2007			1			
36	14.08.2007			1			
37	21.08.2007			3			1
38	23.08.2007						1
39	27.08.2007						
40	16.09.2007			3	1		
41	19.09.2007	Abbruch wegen Gewitters					

Die Funde des Jahres 2007 verteilten sich auf drei Areale im Untersuchungsgebiet (Abb. 8), wobei 21 Individuen am Frunstberg, 15 Individuen am Hohen First und 7 Individuen auf der Moosangerlalm markiert wurden (Tab. 2).

Tab. 2.: Markierte Kreuzottern der verschiedenen Altersklassen und unidentifizierte Funde in den drei Teilgebieten des Untersuchungsgebietes.

	Frunstberg	Hoher First	Moosangerlalm	gesamt
w	10	6	4	20
m	8	8	3	19
subadult	2	1	0	3
juvenil	1	0	0	1
gesamt	21	15	7	43
Unidentifizierte Funde	8	3	0	11

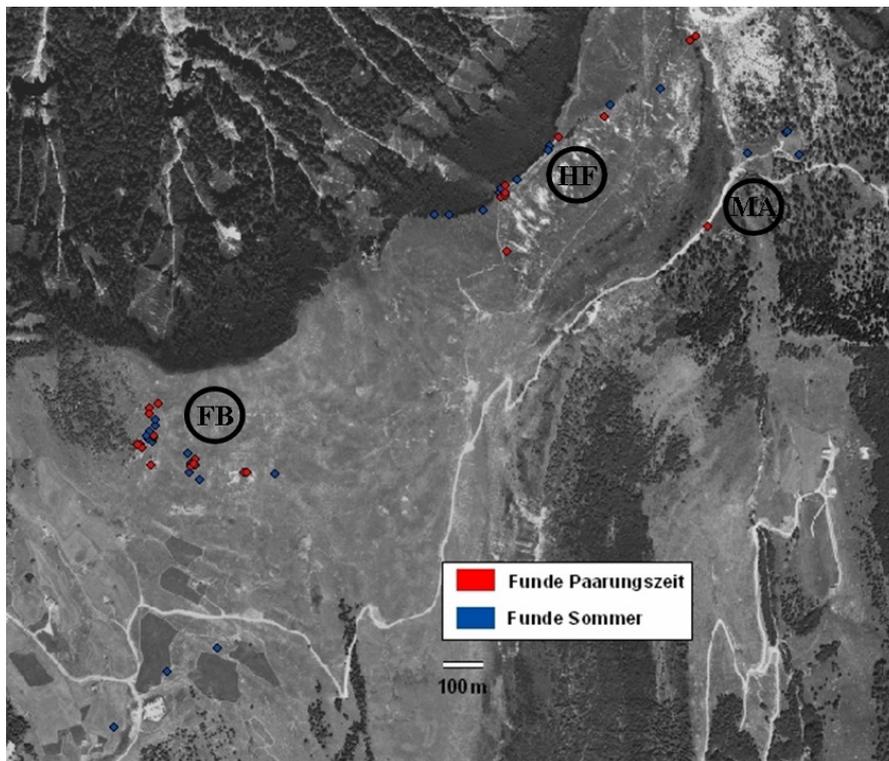


Abb. 8: Funde von Kreuzottern im Jahr 2007 während der Paarungszeit und der Sommeraktivität. Im Westen der Frunstberg (FB), im Norden der Grat des hohen Firsts (HF), östlich davon an der Forststraße die Moosangerlalm (MA).

Wiederfänge gelangen kaum. Eine Ausnahme bildeten drei trächtige Weibchen (Weibchen 2, 11, 30), welche regelmäßig am Brutplatz beobachtet werden konnten (Tab. 3, Anhang 2), da trächtige Weibchen üblicherweise stationär an günstigen Sonnplätzen bleiben. Während der Paarungszeit 2007 konnten dreimal Pärchen beim Paarungsvorspiel, bei dem die Männchen die Weibchen intensiv bezügelten, jeweils im Gebiet Frunstberg, beobachtet werden.

Tab. 3: Menge der Mehrfachfunde von markierten Kreuzottern. Tier 2, 11, 30 waren trächtige Weibchen am Brutplatz, Tier 22 und 37 nicht reproduktive Weibchen, Tier 8, 9, 20 waren Männchen.

Tier Nr.	2	8	9	11	20	22	30	37
Funde	13	3	3	16	2	2	4	3

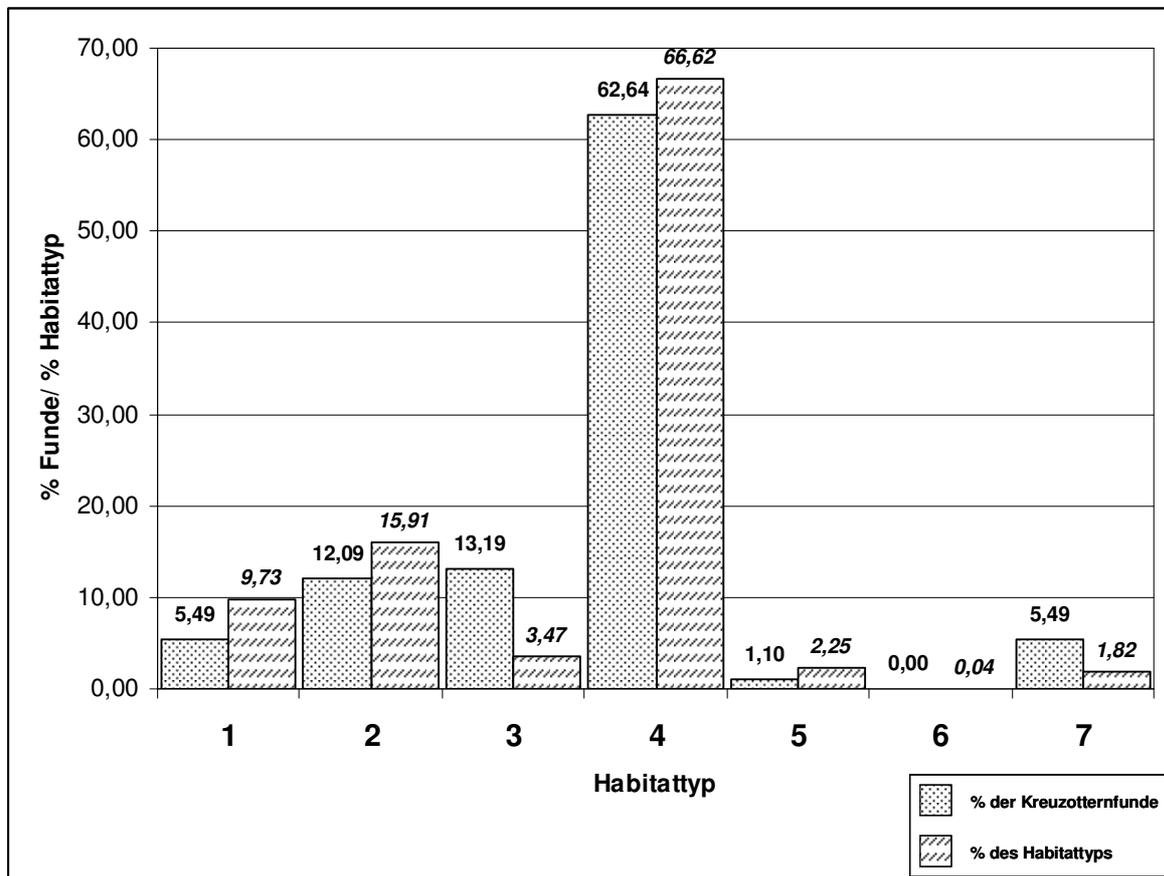


Abb. 9: Funde von Kreuzottern in den verschiedenen Habitattypen während der Voruntersuchung 2007 und prozentueller Anteil des jeweiligen Habitattyps im Untersuchungsgebiet: 1-Wald, Waldrand, 2-Alpine Heiden (*Vaccinium*, *Calluna*, *Rhododendron*...), 3-Alpiner Strauchbestand (*Alnus*, *Betula*,...), 4-Alpine Matten (Bergmahdflächen, Weideflächen...), 5-Weg/Wegrand, 6- unmittelbare Gewässernähe, 7-Felsen/Blockschutthalden.

Die Zahlen an den Balken geben die exakten prozentuellen Anteile der Funde innerhalb eines Habitattyps, bzw. prozentuellen Anteil des Habitattyps im Untersuchungsgebiet an.

Die Kreuzottern wurden im Untersuchungsgebiet uberwiegend in Hanglagen angetroffen. In den bis zu 45 Grad steilen Hängen wurden jedoch in 88 von 91 Funden flachere Partien und Stufen innerhalb des Hanges genutzt. So liegt der Median der Gesamtneigung der Hänge bei 35 Grad, während der Median der Neigung der tatsächlich von den Tieren genutzten kleinräumigen Flächen bei 15 Grad lag.

Bei den genutzten Habitaten (Abb. 9) dominieren mit 62,6% alpine Matten und Hochmahdflchen gefolgt von alpinen Heiden (13,2%), alpinen Strauchbestnden (12,1%), Waldgrenze (5,5%), Blockschutthalden (5,5%), Wegrändern (1,1%) und unmittelbarer

Gewässernähe (0,0%) (Abb. 9). Eine klare Präferenz der Kreuzottern für einen bestimmten Habitattyp konnte nicht erkannt werden die meisten Habitattypen wurden etwa entsprechend ihrer Verfügbarkeit genützt. Lediglich alpiner Strauchbestand wurde mit 13% der Funde auf nur 3% der Fläche deutlich bevorzugt gegenüber seiner Verfügbarkeit genutzt.

## 2. Wanderdistanzen

In der Untersuchungsperiode 2008 wurde das erste aktive Tier am 07. Mai angetroffen. Der Beginn der Paarungszeit wurde mit dem Fund eines frisch gehäuteten Männchens am 14. Mai 2008 festgestellt. Ab dem 05. Juni 2008 waren keine nennenswerten Suchbewegungen der besenderten Männchen mehr zu registrieren (Tab. 6), weshalb das Ende der Paarungszeit angenommen wurde. Am 14. Mai 2008 wurde das erste Tier besendert, am 23. Juni 2008 der letzte Sender entfernt.

Innerhalb der besenderten Männchen konnten während der Paarungszeit zwei Gruppen unterschieden werden. 5 Männchen wiesen frische Häutungsmerkmale auf und zeigten die für die Paarungszeit typischen Suchbewegungen nach den Weibchen (Gruppe „aktive Männchen“) (Tab. 4). 3 Männchen zeigten keine Hochzeitshäutungsmerkmale und verhielten sich überwiegend stationär (Gruppe „passive Männchen“) (Tab. 5), suchten also nicht nach Weibchen. Die Tiere der aktiven Gruppe (Tab. 4) waren deutlich größer als die passiven Männchen (Tab. 5). Zweimal wurde während der Paarungssaison 2008 Paarungsvorspiel, jeweils ein Männchen das ein Weibchen bezügelte, beobachtet.

Tab. 4: Maße, Tagesdistanzen und Besenderungsdauer aktiver Männchen (♂♂ mit Hochzeitshäutungsmerkmalen)

Tier Nr.	8	9	48	54	58
Länge (cm)	52	54	50	46	48
Tagesdistanz Min. (m)	0	0	0	0	0
Tagesdistanz Max. (m)	617	42	372	172	66
Durchschnittl. Tagesdistanz (m)	46	15	67	60	19
Besenderungsdauer Paarungszeit (d)	23	3	22	12	9
Besenderungsdauer gesamt (d)	41	3	35	25	23

Tab. 5: Maße, Tagesdistanzen und Besenderungsdauer passiver Männchen (♂♂ ohne Hochzeitshäutungsmerkmale)

Tier Nr.	50	53	55
Länge (cm)	40	38	40
Tagesdistanz Min. (m)	1	0	0
Tagesdistanz Max. (m)	31	24	9
Durchschnittl. Tagesdistanz (m)	5	7	3
Besenderungsdauer Paarungszeit (d)	13	12	10
Besenderungsdauer gesamt (d)	26	30	28

### Aktive Männchen

Die Männchen der aktiven Gruppe bewegten sich auf der Suche nach den Weibchen zeitweise sehr schnell (bis 117 m/h, durchschnittlich 22m/h) und legten überraschend weite Distanzen zurück (Tab. 6). Die durchschnittliche Tagesdistanz von 41m pro Tag liegt weit unter den maximal an einem Tag durchwanderten Distanzen, da an einigen regnerischen Tagen keine Dislokationen durchgeführt wurden.

Eine Spearman-Korrelation der aktiven Männchen ergab bei einer Stichprobe von n=68 eine positive Abhängigkeit der zurückgelegten Tagesdistanz während der Paarungszeit von der Tagesdurchschnittstemperatur mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,355 sowie einer Signifikanz von 0,003. Die ANOVA zum Vergleich zwischen den von den aktiven Männchen an Regentagen und Schönwettertagen zurückgelegten Strecken ergab einen signifikanten Unterschied mit einem Signifikanzlevel von  $p=0,001$  ( $df=1$ ;  $F=11,498$ ;  $n=68$ ), die durchschnittlichen Tagesdistanzen betragen bei trockener Witterung 68m, bei Regen 7m.

### Passive Männchen

Die passive Männchengruppe legte mit durchschnittlich 5m pro Tag deutlich geringere Tagesdistanzen zurück (Tab. 6). Obwohl die Distanzen der passiven Männchen um einiges niedriger lagen als bei aktiven Männchen, ergab eine Spearman-Korrelation auch hier eine positive Abhängigkeit der zurückgelegten Tagesdistanz während der Paarungszeit von der Durchschnittstemperatur mit Korrelationskoeffizienten von 0,380 und einer Signifikanz von 0,024 ( $n=35$ ). Die ANOVA zum Vergleich zwischen den von den passiven Männchen an Regentagen und niederschlagsfreien Tagen zurückgelegten Strecken ergab einen signifikanten Unterschied mit einem Signifikanzlevel von  $p=0,021$  ( $df=1$ ;  $F=5,847$ ;  $n=35$ ), wobei die durchschnittlichen Tagesdistanzen bei Trockenheit bei 6m und an Regentagen bei 1m lagen. Zwischen Tagesdurchschnittstemperatur und dem Auftreten von Niederschlag wurde ein signifikanter Zusammenhang festgestellt (Mann-Whitney Test;  $Z=-3,873$ ;  $p=0,000$ ;  $n=23$ ).

Nach Ende der Paarungszeit mit 05. Juni 08 begannen sich die aktiven Männchen stationär zu verhalten, nur kleinräumige Dislokationen bei der Veränderung des Versteck- oder Liegeplatzes konnten beobachtet werden (Tab. 6).

Mit 18.06.08 wurde begonnen, die Sender zu entfernen, am 23.06.2008 wurde der letzte Sender entfernt.

Tab. 6.: Tagesdistanzen besendeter Kreuzottermännchen. An gelb hinterlegten Tagen wurde telemetriert. Bei Kursiv dargestellten Distanzen erfolgte an dem betreffenden Tag keine Ortung dieses Tieres. Regentage sind grau hinterlegt.

Datum \ Tier-Nr.	8	9	48	54	58	50	53	55
14.05.2008	121,4							
15.05.2008	616,9		67,9					
16.05.2008	76,1		94,9					
17.05.2008	113,2		24,4					
18.05.2008	4,6		18,6					
19.05.2008	4,6		18,6					
20.05.2008	4,6		18,6					
21.05.2008	0,0		18,6					
22.05.2008	2,2		18,6					
23.05.2008	4,5		18,6					
24.05.2008	20,2		18,6			2,2		
25.05.2008	24,6	0,0	0,0			4,7	0,0	
26.05.2008	6,0	3,9	95,3	0,0		2,3	22,8	
27.05.2008	3,9	42,1	371,5	144,6		1,3	7,7	9,4
28.05.2008	11,2		301,0	61,9	0,0	7,8	1,9	2,2
29.05.2008	7,5		189,8	159,5	17,5	2,3	1,9	3,1
30.05.2008	12,5		11,4	63,5	17,5	31,5	24,2	5,7
31.05.2008	3,1		162,8	171,8	0,0	3,0	3,1	4,5
01.06.2008	3,1		11,5	16,7	58,2	3,9	4,2	3,7
02.06.2008	3,1		7,5	37,7	65,8	3,9	6,2	2,2
03.06.2008	3,7		3,7	3,7	3,8	2,5	10,0	0,0
04.06.2008	1,1		0,9	2,0	1,9	2,3	1,1	0,6
05.06.2008	1,1		0,9	2,0	1,9	2,3	1,1	0,6
06.06.2008	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07.06.2008	3,9		7,4	5,3	1,9	5,6	7,5	0,4
08.06.2008	1,8		5,6	21,7	2,5	1,0	1,5	0,4
09.06.2008	1,8		5,6	21,7	2,5	1,0	1,5	0,4
10.06.2008	1,8		5,6	21,7	2,5	1,0	1,5	0,4
11.06.2008	1,8		5,6	21,7	2,5	1,0	1,5	0,4
12.06.2008	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13.06.2008	27,0		0,8	1,1	0,8	1,2	0,4	0,2
14.06.2008	27,0		0,8	1,1	0,8	1,2	0,4	0,2
15.06.2008	27,0		0,8	1,1	0,8	1,2	0,4	0,2
16.06.2008	27,0		0,8	1,1	0,8	1,2	0,4	0,2
17.06.2008	27,0		0,8	1,1	0,8	1,2	0,4	0,2
18.06.2008	27,0		0,0	1,1	0,0	0,0	0,4	0,2
19.06.2008	27,0			0,0	15,6		0,4	0,2
20.06.2008	27,0						0,4	0,2
21.06.2008	27,0						0,4	0,2
22.06.2008	27,0						0,4	0,2
23.06.2008	0,0						0,0	0,0

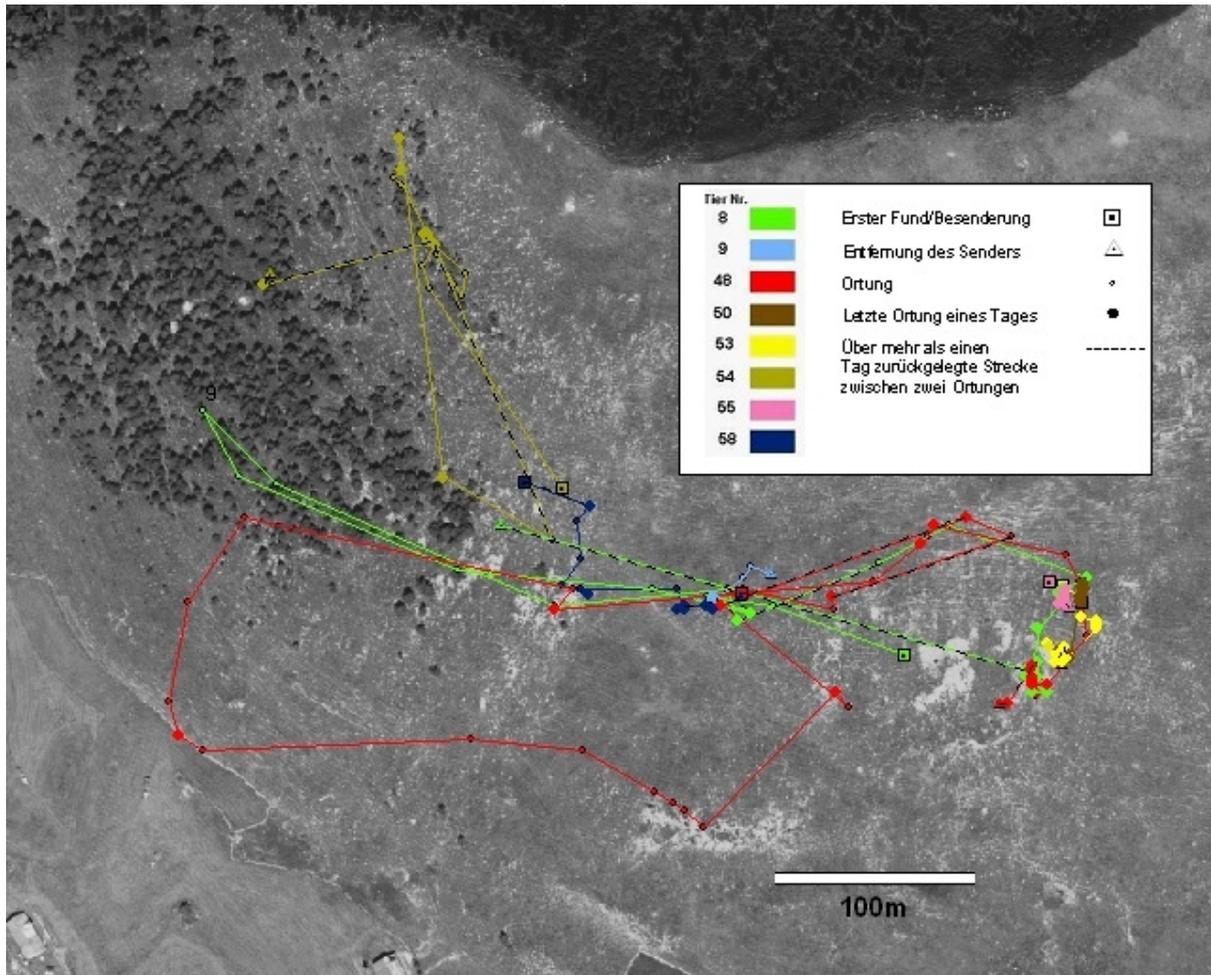


Abb. 10: Ortungen telemetriertener Kreuzotternmännchen am Frunstberg und Wege, die zwischen den Ortungen zurückgelegt wurden.

8, 9, 48, 54, 58: aktive Männchen mit Merkmalen einer Hochzeitshäutung; 50, 53, 55: passive Männchen ohne Merkmale einer Hochzeitshäutung.

Bei den Wanderbewegungen der Männchen konnten keine Muster festgestellt werden. Die zurückgelegten Wege der besenderten Individuen deckten sich nur in einem geringen Ausmaß (Abb. 10).

### 3. Flächennutzung:

Von den drei Teilgebieten (Frunstberg, Hoher First, Moosangerlalm) in denen Kreuzottern nachgewiesen wurden ist die Teilpopulation am Frunstberg wohl am besten erfasst. Dies liegt einerseits an den mäßig steilen Hängen des Gebiets, die eine systematische Durchwanderung erleichterten, sowie dem Fehlen von dichter Vegetation (z.B. Latschendickichten) in die flüchtende Schlangen schlecht verfolgt werden können. Außerdem konzentrierte sich die telemetrische Untersuchung rein auf den Frunstberg, weshalb alle Funde aus dem Jahr 2008 in dieses Gebiet fallen. Angaben zur Flächennutzung werden darum nur zum Gebiet Frunstberg

gemacht (Tab. 7). da dieses die meisten erfassten Individuen aufweist, die Gebiete Hoher First und Moosangerlalm weisen zu wenige Funde auf, um eine Berechnung der genützten Flächen zuzulassen.

Das Paarungsgebiet beschränkte sich auf die südöstlichen Hanglagen des Frunstberg. Das Paarungsgebiet (Abb. 11) wurde aufgrund aller Ortungen besonderter Männchen der aktiven Gruppe sowie Funden von Weibchen während der Paarungszeit 2008 erstellt. Nach der Paarungszeit wurden 2007 und 2008 auch Funde außerhalb des Paarungsareals gemacht, eine klare Trennung zu den Frühjahrsgebieten konnte jedoch nicht festgestellt werden (Abb. 12)

Tab. 7: Von der Subpopulation am Frunstberg während der Paarungszeit und der Sommeraktivität genützte Flächen

	Genützte Fläche (ha)
Paarungszeit (n=169)	9,5
Sommer (n=31)	16,5
Gesamte Aktivitätssaison (n=349)	30,6

Da keine Trennung von saisonal genützten Habitaten vorliegt, mussten keine Wanderkorridore zwischen den Teilhabitaten berücksichtigt werden. Das über die gesamte Aktivitätssaison genützte Areal (Abb. 13) ergab sich somit aus allen Funden des Jahres 2007 und 2008. Berücksichtigt man alle 2007 und 2008 am Frunstberg markierten Tiere ergibt sich eine durchschnittliche Dichte von rund einem Tier pro Hektar in diesem Gebiet.

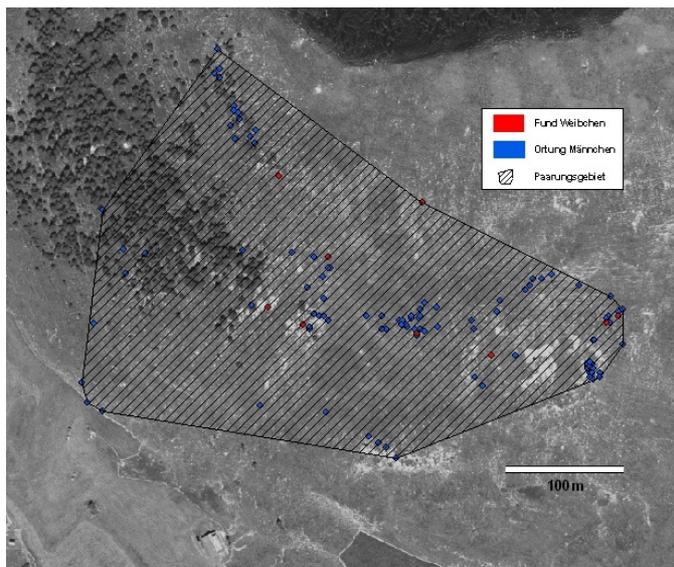


Abb. 11: Kreuzotterpaarungsgebiet am Frunstberg (Basierend auf den Ortungen der besondern Männchen und Funden von Weibchen während der Paarungszeit 2008).

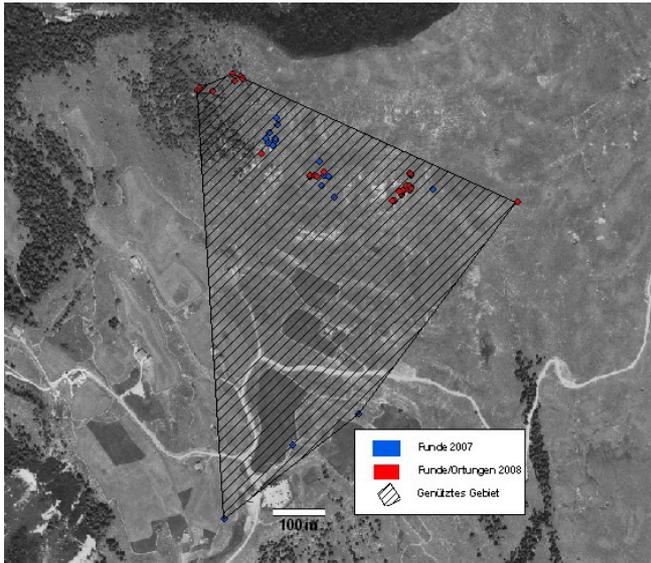


Abb. 12: Von der Kreuzotternsubpopulation am Frunstberg außerhalb der Paarungszeit genütztes Gebiet (Basierend auf Nachweisen aus den Voruntersuchungen 2007 sowie Ortungen besonderer Männchen nach der Paarungszeit 2008).

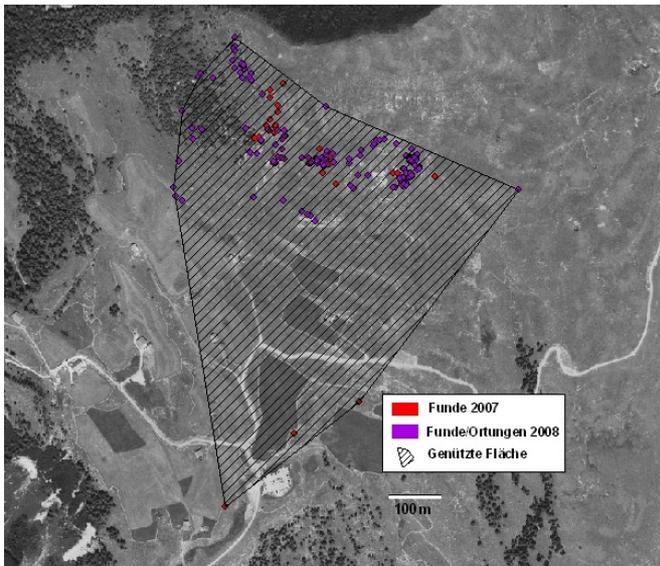


Abb. 13: Die von der Kreuzotternsubpopulation am Frunstberg über eine Aktivitätssaison genützte Fläche (Basierend auf den Funden aus dem Jahr 2007 und 2008, sowie den telemetrischen Daten aus dem Jahr 2008).

## Diskussion

Die Funde von Kreuzottern im Untersuchungsgebiet Trattbergalm weisen auf drei verschiedene Paarungsgebiete (Frunstberg, Hoher First, Moosangerlalm) hin. Das erlaubt unter der Annahme von vermindertem genetischem Austausch zwischen verschiedenen Paarungsgebieten die Unterscheidung von drei Subpopulationen. Die Subpopulation am Frunstberg ist mit über 600m Abstand zum Paarungsgebiet am Hohen First räumlich stark von den übrigen Subpopulationen am Hohen First und auf der Moosangerlalm getrennt. Auch bei Moosangerlalm und Hohem First weisen die Funde während der Paarungszeit auf zwei getrennte Paarungsgebiete und damit Subpopulationen hin. Aus diesen beiden Gebieten liegen jedoch viel weniger Nachweise vor und die beiden Paarungsgebiete scheinen näher beieinander zu liegen als etwa die Paarungsgebiete Hoher First und Frunstberg. Ein Kontakt der Kreuzottermännchen mit anderen Paarungsgebieten konnte auf der Trattbergalm durch die telemetrische Verfolgung am Frunstberg nicht nachgewiesen werden. Bei einer Untersuchung in Dorset in Südwestengland konnte ebenfalls kein Austausch von Individuen zwischen den angrenzenden, von Kreuzottern bewohnten Areale, und dem Untersuchungsgebiet beobachtet werden (PRESST 1971). Auch in Südengland und Wales, wo einzelne Populationen über einen Untersuchungszeitraum von 32 Jahren beobachtet wurden, konnten niemals erwachsene Tiere in einem fremden Paarungsgebiet angetroffen werden: „*These subpopulations may be separated by as little as 300 metres but adults have consistently exhibited a 100% fidelity and mating autonomy*“ (PHELPS 2007). In den englischen Populationen konnte Austausch zwischen den Subpopulationen über die Ausbreitung der Jungtiere in andere Subpopulationen erklärt werden, die Bindung an einen Paarungsplatz scheint dort erst im Erwachsenenalter zu erfolgen (PHELPS 2007). In manchen anderen Populationen hingegen scheinen sich die Jungtiere bereits an ihren Geburtsort zu binden. In der Oberlausitz und im Fichtelgebirge wurde beobachtet, dass Jungtiere nach dem Erreichen der Geschlechtsreife üblicherweise wieder an ihre Geburtsplätze zurückkehren, während der Fund bereits erwachsener Männchen an einem ihnen fremden Paarungsplatz die Ausnahme darstellt (VÖLKL & KORNACKER 2004). Dieses Verhalten ermöglicht das Tradieren günstiger Paarungsplätze in einem Habitat wo diese eine begrenzte Ressource darstellen. Wann und wie stark die Bindung an ein Paarungsgebiet erfolgt, scheint stark von der Struktur des Habitats abzuhängen, stark fragmentierte Habitats etwa fördern eine starke Traditionsbildung. Durch den daraus resultierenden geringen Austausch zwischen verschiedenen Paarungsplätzen dürfte sich eine starke genetische Identität einzelner

Subpopulationen ergeben. In einer genetischen Untersuchung alpiner Kreuzotternpopulationen in Kärnten konnten hohe genetische Unterschiede zwischen nahe gelegenen Subpopulationen festgestellt werden, was auf die Nutzung unterschiedlicher Paarungsgebiete zurückgeführt wurde (ORTNER pers. Mitt.). Auf der Trattbergalm ist anzunehmen, dass zwischen einzelnen Subpopulationen, etwa zwischen Frunstberg und hohem First, geringer genetischer Austausch stattfindet, da diese weit voneinander entfernt sind. Im alpinen Raum kann die begrenzte Ressource geeigneter, Süd bis Südostexponierter und früh schneefreier Paarungsplätze ebenfalls zu einer starken Tradierung dieser Orte beitragen. Bei Untersuchungen im bayrischen Lechtal konnte hingegen keine traditionelle Nutzung von Paarungsgebieten festgestellt werden, was mit der Instabilität des dort durch Überschwemmungen veränderten Lebensraums begründet wurde (KÄSEWIETER et al., 2004). Alpine Primärhabitats sind im Gegensatz dazu sehr stabil und unterliegen kaum einer Sukzession, weshalb eine starke Tradierung bestimmter Funktionsräume sinnvoll ist. Almen als Sekundärhabitats hingegen wachsen bei Nachlassen der Nutzung wieder zu, was dort ansässige, an stabile Habitats angepasste Kreuzotternpopulationen schwächen oder sogar aussterben lassen könnte. Im Gebiet der Trattbergalm fielen mit 62% der Kreuzotternfunde die meisten Nachweise in den Habitattyp „Alpine Matten“, also Bergmahdflächen und Weideflächen. Wenn auch alpine Matten mit 66% der Fläche der im Untersuchungsgebiet bei weitem häufigste Habitattyp waren, so zeigt dieses Ergebnis doch, dass Almen für die Kreuzotter einen gut geeigneten Lebensraum darstellen. Es ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass die Habitattypen „Alpine Heiden“, „Alpiner Strauchbestand“ sowie „Felsen/ Blockschutthalden“ den Kreuzottern viel mehr Deckung und Versteckmöglichkeiten bieten. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, dass die Abundanzen von Kreuzottern in diesen Habitattypen höher sind als festgestellt, da die Individuen schwerer zu entdecken sind. Für den Habitattyp „Alpiner Strauchbestand“, z.B. Latschendickichte, wurde eine deutliche Präferenz der Kreuzottern im Vergleich zur Verfügbarkeit dieses Habitattyps im Untersuchungsgebiet festgestellt. Die meisten Funde in Latschendickichten fallen in die Sommermonate, während derer Kreuzottern aufgrund der hohen Temperaturen vermehrt Schattenplätze im Dickicht suchen (SCHIEMENZ 1978 in VÖLKL & THIESSMEIER 2002). Die auf der Trattbergalm von Kreuzottern genutzten Habitattypen stellen fast durchwegs für bewirtschaftete Almen und deren Randbereiche typische Lebensräume dar. Durch den Niedergang der Almwirtschaft verschwinden damit immer mehr für die Kreuzotter wichtige Lebensräume. Auch wenn Almen Sekundärlebensräume darstellen und die alpinen Primärhabitats zu einem großen Teil noch als intakt anzusehen sind, können Almen doch in

Zukunft ein wichtiges Rückzugs und Erhaltungsgebiet für die gefährdete Kreuzotter darstellen. Auf weite Sicht könnten Almflächen in Zukunft auch durch ihre Lage unterhalb der Waldgrenze als Ausgangspunkt oder Korridor zu Wiederbesiedlung der Tieflagen durch die Kreuzotter in den Vordergrund treten. Untersuchungen der Populationsentwicklung von Kreuzottern auf verlassenen und revitalisierten Almen würden interessante Ergebnisse zur künftigen Entwicklung der Kreuzotter im alpinen Raum geben.

Die pro Tag von den Männchen zurückgelegten Wegstrecken waren mit Distanzen bis zu 600m unerwartet groß und stellen auch im Literaturvergleich überdurchschnittliche Werte dar. Bei Untersuchungen in England legte ein Männchen an je zwei Tagen einmal eine Distanz von 200m und einmal von 250m Luftlinie zurück (PRESST 1971). Aus Südfinnland sind Tagesdistanzen zwischen 20 und 125 m bekannt (VITAANEN 1976). Bei einer alpinen Population im Engadin wurden Kreuzottermännchen über „mehrere hundert Meter“ verfolgt (MOSER 1986), jedoch wurde diese Distanz nicht über einen Tag, sondern innerhalb eines Monats zurückgelegt. Es gibt jedoch durchaus auch Angaben über weitere Dislokationen, so konnte ein einzelnes Männchen 500m in einer Stunde verfolgt werden (BERNSTRÖM (1943) in VITAANEN 1971). Neuere Daten aus Südengland und Zentralwales hingegen entsprechen recht genau den Distanzen der vorliegenden Untersuchung. Ein Männchen wanderte dort eine Maximaldistanz von 600m/Tag (PHELLPS 2007). Diese Distanz gilt allerdings nur für Männchen von 32-40cm Länge, da größere Männchen der Größenklasse 40-54cm in den untersuchten Gebieten in Südengland und Zentralwales maximal um 200m/Tag zurücklegten, wobei mit zunehmender Größe kürzere Strecken zurückgelegt wurden (PHELLPS 2007). Auf der Trattbergalm wurden drei Männchen der Größenklasse 32-40cm besendert, jener Größenklasse, die in Südengland und Wales die weitesten Distanzen zurücklegte. Überraschenderweise fielen diese kleinen Männchen auf der Trattbergalm durchwegs in die Gruppe der „passiven Männchen“ und zeigten überhaupt keine Suchbewegungen nach Weibchen. Die fünf „aktiven Männchen“ hingegen, die 46-54cm groß waren legten weite Distanzen von 42-617 m/Tag zurück. Über 55 cm große Männchen, die in den englischen Untersuchungsgebieten die kürzesten und zielsichersten Anwanderungsrouten auf der Suche nach den Weibchen zurücklegten und die höchste Erfolgsquote aufwiesen, wurden auf der Trattbergalm gar nicht nachgewiesen. Nimmt man die Länge der Tiere als einen Indikator für Geschlechtsreife an, so hätten die Tiere der „passiven“ Gruppe auf der Trattbergalm eigentlich schon geschlechtsreif sein müssen (vergl. VÖLKL & THIESSMEIER 2002). Bei Männchen mit einer Länge von knapp über 30 cm konnten bereits reife Spermatozoen im *vas*

*deferrens*, festgestellt werden, so dass Männchen über 35cm Länge mit Sicherheit als geschlechtsreif anzusehen sind (PRESST 1971). Da die „passiven“, kleineren Männchen auf der Trattbergalm sich an den Paarungsaktivitäten nicht beteiligten, ist wahrscheinlich, dass Kreuzottern in alpinen Regionen später geschlechtsreif werden oder erst später mit der Fortpflanzung beginnen. Große Männchen verlieren während der Paarungsaktivitäten deutlich weniger ihrer Masse als kleine Männchen (PHELLPS 2007). Das liefert eine Erklärung, für eine spätere Beteiligung am Paarungsgeschehen, da während der kurzen Aktivitätssaison alpiner Populationen große Männchen, die weniger Gewicht verloren haben, bessere Chancen haben, ihre Fettreserven wieder aufzufüllen.

In den englischen Populationen legten die Männchen mit zunehmender Größe jeweils geringere Wege auf der Suche nach Weibchen zurück (PHELLPS 2007). Ein solcher Zusammenhang konnte auf der Trattbergalm nicht festgestellt werden, hier legte sogar ein relativ großes Männchen (52cm) die weiteste Tagesdistanz (617m) zurück. Die sehr weiten Distanzen der Männchen in der vorliegenden Untersuchung auf der Trattbergalm können also in den Bedingungen des Paarungsplatzes begründet liegen. In vielen anderen Populationen scheinen die Männchen Duftwegen zu folgen, die die Weibchen bei der Wanderung vom Frühjahrssonnggebiet ins Paarungsgebiet legen (VÖLKL & THIESSMEIER 2002; PHELLPS 2007). Da die Beobachtungen auf der Trattbergalm nahe legen, dass Überwinterungsplätze, Frühjahrssonnggebiete und Paarungsplatz nicht voneinander getrennt sind, entfallen die Wanderungen zwischen den entsprechenden Teillebensräumen. Damit können die Männchen keinen Duftwegen folgen, die die Weibchen beim Aufsuchen der Paarungsgebiete legen, wie bei anderen Populationen angenommen (ANDREN 1982; MADSEN & SHINE 1993). Eine Nutzung sich überlappender Wege im Paarungsgebiet (VITAANEN 1967) durch paarungsbereite Männchen auf der Suche nach Weibchen konnte auf der Trattbergalm nicht beobachtet werden, was ebenfalls das Fehlen von Duftwegen untermauert. Vielmehr schienen sich die Männchen ungeordnet zu bewegen. Wären hingegen Duftwege vorhanden, so hätten sich die von den Männchen zurückgelegten Wege stärker gedeckt. Bei der Population auf der Trattbergalm dürften Duftstoffe bei der Weibchenfindung nur auf geringe Distanz eine Rolle spielen. Auch für Populationen in der Oberlausitz und im Fichtelgebirge wird angenommen, dass die olfaktorische Anlockung erst am Paarungsplatz selbst, und nicht schon bei der Wanderung dorthin über Duftwege, stattfindet, da in manchen Jahren zuerst die Männchen, in anderen zuerst die Weibchen den Paarungsplatz erreichen (VÖLKL & KORNACKER 2004). Hinweise auf ein theoretisches 500m weit wirksames Sexualpheromon (ANDREN et al.

1997) konnten auf der Trattbergalm nicht gefunden werden. Sind die Männchen nicht in der Lage die Weibchen aus großer Entfernung zu orten oder ihren Wegen zu folgen so müssen sie auf der Suche viel weitere Distanzen zurücklegen, was die Tagesmaximaldistanzen von 42-617m pro Tag erklärt. Auch im Engadin wurden bei telemetrischen Untersuchungen ungerichtete Bewegungen der Männchen beobachtet (MOSER 1986). Im Engadin herrschte eine ähnliche Situation wie am Frunstberg, da Überwinterungs- und Paarungsgebiete nicht deutlich voneinander getrennt waren, beziehungsweise sehr nahe beieinander lagen.

Verschiedene Autoren beschreiben eine mehrtägige Bewachung der Weibchen in der Art eines temporären Paarungsreviers durch die Männchen, während der es zu regelmäßigen Kommentkämpfen mit anderen Männchen kam (NILSON & ANDREN 1982; NEUMEYER 1987; PRESST 1971). Auf der Trattbergalm konnten die Männchen nur 1-2 Tage bei einem Weibchen beobachtet werden, das sie durch Bezüngen anbalzten. Kommentkämpfe wurden nur zweimal während der zweijährigen Untersuchung registriert.

Daraus lässt sich vermuten, dass in der vorliegenden Population relativ wenig Konkurrenz zwischen den Männchen herrschen dürfte. Revierbildung scheint auf Gebiete mit hoher Kreuzotterndichte beschränkt zu sein (VÖLKL & THIESMEIER 2002). Die geringe Konkurrenz kann auf der Trattbergalm auch eine Folge des Fehlens von weitreichenden olfaktorischen Mechanismen zur Weibchenfindung, wie Duftwegen, sein, da dadurch auch die Wahrscheinlichkeit eines Aufeinandertreffens von Männchen herabsetzt wird. Männchen 8 etwa legte über den Zeitraum der Besenderung die weitesten Strecken zurück (bis 600m/Tag), wurde aber bei keiner Paarung beobachtet sowie bei keinem antagonistischen Verhalten gegenüber anderen Männchen, obwohl es über die gesamte Untersuchungszeit geortet werden konnte. Allerdings verschwanden andere besenderte Männchen jeweils für einige Zeit aus dem Empfangsbereich und konnten nicht geortet werden oder konnten erst spät in der Paarungszeit besendert werden. Diese Tiere könnten also während der Ortungslücken oder vor der Besenderung Weibchen begattet haben. Generell wurden überraschend wenige Paarungen am Frunstberg beobachtet, drei im Frühjahr 2007 und nur zwei im Frühjahr 2008, wobei sich 2008 dasselbe Pärchen im Abstand von mehreren Tagen traf. Während der Aktivitätssaison 2007 konnten am gesamten Frunstberg nur zwei Weibchen als trächtig und regelmäßig am Brutplatz sonnend festgestellt werden. Bei einer Population in Südengland wurde nachgewiesen, dass nur etwa 30% der Männchen sich erfolgreich paaren (PHELLPS 2004). Eine dadurch sehr geringe Vermehrungsrate könnte durch Langlebigkeit ausgeglichen werden, so konnten einzelne Kreuzottern in Südengland über einen Zeitraum von 30 Jahren beobachtet werden (PHELLPS 2007) was das bisher angenommene Höchstalter für

Kreuzottern von etwa 9 Jahren (MADSEN 1988) weit übersteigt. Eine Mehrfachpaarung, wie etwa aus Südfinnland beschrieben (MADSEN et al. 1992), wurde im Frühjahr 2007 registriert, als sich ein Weibchen mit zwei Männchen im Abstand von etwa einem Tag nacheinander paarte. Es wird jedoch häufig davon ausgegangen, dass solche Mehrfachpaarungen im Freiland eher selten sind (ANDREN et al. 1997; BIELLA et al. 1993).

Eine Wanderung zwischen Funktionsräumen konnte bei der untersuchten Population nicht festgestellt werden. In anderen Populationen werden zwischen den Teilhabitaten Überwinterungsgebiet, Paarungsgebiet und Sommergebiet oft beträchtliche Strecken zurückgelegt. In Südfinnland wanderten Kreuzottern bis zu 1200m in etwa zwei Wochen vom Überwinterungs- ins Sommergebiet (VITAANEN 1967). Auch in Südengland wurden Distanzen von durchschnittlich 500 und 1200m zwischen diesen Funktionsräumen gemessen (PRESST 1971). Bei einer alpinen Population im Engadin konnte ebenfalls eine Trennung von Paarungs- und Sommergebieten gefunden werden (MOSER 1986). Während die Paarung bei der Population im Engadin in der höher gelegenen Geröllzone stattfand, fand man im Sommer die Tiere größtenteils in den tiefer gelegenen Rasen- und Wiesenzone. Die Beobachtungen während der Paarungszeit legen nahe, dass im gesamten Untersuchungsgebiet Hintertrattbergalm drei verschiedene Paarungsgebiete (Frunstberg, Hoher First, Moosangerlalm) genützt wurden. Sowohl am Frunstberg als auch am hohen First konnte keine räumliche Trennung zwischen den Paarungsgebieten und den Sommergebieten festgestellt werden. Von der Moosangerlalm liegen nur wenige Funde vor, weshalb eine Interpretation hier ausbleibt. Am Frunstberg dürfte der besiedelte Hang, der von zahlreichen Nagerbauten durchzogen ist, ganzjährig ausreichend Nahrung bieten. In der von der Engadiner Population als Paarungsgebiet genützten Geröllzone dürfte das nicht der Fall ist, wodurch die Tiere nach der Paarungszeit in beutereichere Gebiete abwandern müssen. Am Frunstberg konnte statt einer Abwanderung lediglich eine Vergrößerung des genützten Gebietes von 9,5 ha in der Paarungszeit auf 16,5 ha im Sommer registriert werden. Der Sommer dient bei Kreuzottern hauptsächlich der Nahrungsaufnahme, darum kann die Verteilung der Kreuzottern auf ein größeres Gebiet durch die Vermeidung von dichteabhängiger Nahrungskonkurrenz erklärt werden. Vom hohen First liegen weniger Funddaten vor, jedoch dürfte die Situation auch hier ähnlich sein, hier kamen während der Sommeraktivität Funde an der Nordseite des Grates hinzu, während im Frühjahr nur Tiere an der Südseite gefunden wurden. Am Frunstberg tritt das Paarungsgebiet trotz fehlender räumlicher Trennung zum Sommergebiet als umgrenzter, saisonal genützter Funktionsraum hervor. Die telemetrischen Daten belegen, dass dieses Areal

während der Paarungszeit von den an der Reproduktion teilnehmenden Tiere nicht verlassen wird. Eine ähnliche Situation konnte in der Pupplinger Au bei Wolfratshausen südlich von München festgestellt werden, die dort vorherrschenden lichten Kieferwälder bilden ebenfalls einen ganzjährig günstigen Lebensraum (VÖLKL pers. Mitt.). Auch in der Pupplinger Au wurde das Paarungsgebiet von den Kreuzottern während der Sommeraktivität nicht verlassen. Auch wenn das Paarungsgebiet am Frunstberg von den Kreuzottern während des Sommers nicht vollständig verlassen wird so findet man doch ein ähnliches Muster wie im Engadin wo die Tiere im Sommer aus der höher gelegenen Geröllzone abwanderten (MOSER, 1986). Auch am Frunstberg werden im Frühjahr die höher am Hang gelegenen Areale besiedelt, während im Sommer zusätzlich die tiefer gelegenen und flacheren Partien genützt werden. VITAANEN (1967) beschreibt in Südfinnland ebenfalls Überwinterungsquartiere in einem höher gelegenen Geröllfeld. Eine Erklärung für dieses Muster ist, dass in höheren Hangpartien ein Wassereinbruch durch Schmelzwasser in die Winterquartiere unwahrscheinlicher ist, weshalb höher gelegene Winterquartiere bevorzugt werden (MOSER 1986). Auch die frühere Schneefreiheit dieser Regionen - am Frunstberg werden die an der Kuppe der Erhebung grenzenden oberen Hangpartien im Winter stark abgeblasen und haben dementsprechend eine dünnere Schneedecke - spielt bei der Wahl der Frühjahrsareale eine Rolle. Im Dischmatal in Graubünden wurde beobachtet, dass die Männchen, die üblicherweise früher als die Weibchen aus der Winterruhe erwachen, höher gelegene Teile des Hanges zur Überwinterung nutzten, da diese Partien dort - ähnlich wie am Frunstberg - früher schneefrei wurden (NEUMEYER 1987).

Die Größe des am Frunstberg festgestellten Paarungsgebiets beträgt 9,5 ha. Im Fichtelgebirge sind die Paarungsgebiete durchschnittlich mit 1-2 ha viel kleiner (VÖLKL & KORNACKER 2004), was wahrscheinlich auf die andere Landschaftsstruktur zurückzuführen ist. Im Fichtelgebirge werden von den Kreuzottern Lichtungen als Paarungsgebiet genützt, die von dichtem Fichtenforst begrenzt werden, während im alpinen Raum, wie auf der Trattbergalm, die von den Kreuzottern genützten Flächen viel offener und nicht eng umgrenzt sind. Wenn vorhanden, nützen die Kreuzottern im Fichtelgebirge durchaus auch größere Paarungsgebiete von bis zu 6 ha (W. VÖLKL pers. Mitt.). Somit dürfte die Größe der Paarungsgebiete stark von der Habitatstruktur abhängen.

Für die über die gesamte Aktivitätssaison genützte Fläche von 30,6 ha gibt es vergleichbare Ergebnisse. Im Engadin wurde für eine mindestens 82 adulte Tiere umfassende Kreuzotternpopulation ebenfalls eine genützte Fläche von 33 ha errechnet (MOSER 1986).

Somit kann man annehmen, dass diese Flächen für alpine Kreuzotternpopulationen durchaus repräsentativ sind, und als Maß für eventuelle Schutzareale herangezogen werden können.

Während im Frühjahr 2008 die Paarungszeit mit 14.5. begann und damit im Jahresvergleich wohl etwa im Durchschnitt lag, wurde der Beginn 2007 um fast ein Monat früher, am 16.4. festgestellt. Dies war aller Wahrscheinlichkeit nach bedingt durch die für diese Jahreszeit außergewöhnlich frühe Schneeschmelze und die 2007 allgemein geringe Schneebedeckung, in Verbindung mit außerordentlich hohen Temperaturen im Frühjahr. Nach Auskunft ansässiger Almbesitzer wäre zu diesem Zeitpunkt in den meisten anderen Jahren noch eine durchgehende Schneedecke vorzufinden gewesen. Die Verhältnisse des Jahres 2008 hingegen stellten den Almbesitzern zufolge eine durchschnittliche Schneelage dar. Die Verschiebung der Paarungszeit um beinahe ein Monat widerspricht der Annahme, dass die Hochzeitshäutung der Männchen und damit die Aufnahme der Paarungsaktivitäten circadian gesteuert sei (BIELLA et al., 1993). Die Synchronisation der Hochzeitshäutung wurde bisher als weitgehend unabhängig von dem Zeitpunkt des Verlassens der Winterquartiere und Witterung angesehen und eine externe Steuerung angenommen (BIELLA et al., 1993). Denkbar wäre, dass alpine Populationen wechselwarmer Tiere durch lange die Schneebedeckung ihres Lebensraums und die Möglichkeit sehr früher Wintereinbrüche gewissermaßen unter Zeitdruck stehen, die im Vergleich zu Tieflandpopulationen sehr kurze Aktivitätsperiode zu nutzen. Unter dieser Annahme muss insbesondere im alpinen Raum ein Selektionsdruck auf frühest möglichen Beginn der Paarungsaktivitäten liegen. Dem gegenüber stehen allerdings Beobachtungen im Berner Oberland, wo eine vom Verlassen der Winterquartiere unabhängige Hochzeitshäutung festgestellt wurde (MONNEY 1994). In einer Population im Dischmatal/Oberengadin hingegen wurde herausgefunden, dass die Hochzeitshäutung über einen längeren Zeitraum und nicht synchron durchgemacht wurde, da die Aufenthaltsorte der Männchen unterschiedlich schnell schneefrei wurden (NEUMEYER 1987).

Die Spearman-Korellation ergab einen linearen Zusammenhang zwischen Aktivität der Männchen während der Paarungszeit und Temperatur. Eigentlich wäre eine Linearität nicht zu erwarten gewesen, da Kreuzottern bei Temperaturen oberhalb 28° wieder weniger aktiv werden (SCHIEMENZ 1978). Da so hohe Temperaturen im Frühjahr jedoch kaum vorkommen, ist damit eine lineare Steigerung der Aktivität mit der Temperatur gegeben. Der lineare Zusammenhang findet sich sowohl bei der „aktiven“ als auch bei der „passiven“

Gruppe der Männchen. Die „passiven“ Männchen bewegten sich zwar mit durchschnittlich 5m pro Tag viel weniger als die „aktiven“ Männchen mit durchschnittlich 41m pro Tag, allfällige Dislokationen wurden trotzdem bevorzugt bei hohen Temperaturen durchgeführt. Auch das Auftreten von Niederschlag zeigt einen signifikanten Zusammenhang mit den pro Tag während der Paarungszeit zurückgelegten Strecken. Da Kreuzottern bei Regen durchaus aktiv sein können (PRESST 1971) ist der negative Zusammenhang von zurückgelegten Strecken und Regen wohl auf die niedrigeren Temperaturen bei Regenwetter, die besonders im Frühjahr unter die Aktivitätsgrenze der Kreuzotter fallen können, zurückzuführen. Dieser Zusammenhang zwischen Temperatur und dem Auftreten Niederschlag wurde auch mithilfe des Mann-Whitney-Tests aufgezeigt. Da die nächstgelegene Niederschlagsmessstelle der ZAMG in Salzburg-Stadt liegt, waren leider keine mit der Trattbergalm direkt vergleichbaren quantitativen Daten über den Niederschlagsverlauf eines Tages verfügbar. Somit musste das bloße Auftreten oder Fehlen von Regen im Großraum als Basis für die Berechnung herangezogen werden.

Ohne den Einsatz der Sender wäre die Beobachtung der Wanderungen nicht möglich gewesen, da auch besenderte Individuen oft erst aus etwa einem halben bis einem Meter Entfernung visuell lokalisiert werden konnten. Ohne Sender wäre also der Großteil der Ortungen nicht möglich gewesen und damit sowohl die Wanderungen der Männchen als auch die genutzten Flächen stark unterschätzt worden. Das wirft ein anderes Licht auf vorangegangene Untersuchungen, die mit einer Fang-Wiederfang Methode während der Paarungszeit an methodische Grenzen stießen. Während der Paarungszeit kommt es zu häufigen und schnellen Dislokationen der Männchen, gerade durch diese Dislokationen wird aber die Beobachtungs- und Wiederfangrate während dieser Zeit sehr gering (VITAANEN 1967). Die Verwendung von Sendern hingegen gewährleistet eine weitgehend lückenlose Verfolgung der besenderten Tiere. Dem gegenüber steht andererseits das Problem der Reichweite im Verhältnis zum Gewicht der Sender. Da man möglichst unbeeinflusstes Verhalten der Versuchstiere beobachten möchte, soll das Gewicht der Sender möglichst gering sein, die Reichweite soll aber den Dislokationen der untersuchten Tiere entsprechen. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Sender sind mit etwa 2 Gramm im Verhältnis zum Körpergewicht männlicher Kreuzottern von etwa 45-160 Gramm leicht, machen also maximal 4,5% des Körpergewichts aus. Die Größe der Sender liegt im für Kreuzottern üblichen Bereich. So hat ein Sender mit 17mm x 10mm x 10mm in etwa die Größe eines Wühlmauskopfes, also nur einen Bruchteil der Größe einer für Kreuzottern

üblichen Beute (MOSER 1986). Durch die geringe Größe hatten die Transmitter eine relativ geringe Reichweite, je nach Wetter und Lage der Schlange konnte die Reichweite von etwa 15 Metern bis zu mehreren hundert Metern schwanken. Da die Distanzen, die die Schlangen zurücklegten, um einiges weiter waren als erwartet wurde, wurde die Verfolgung der Kreuzottern zum Teil recht schwierig, da sie leicht aus dem Empfangsradius verschwanden. Einzelne Individuen verschwanden gar für mehrere Tage aus dem Empfangsbereich, um später wieder geortet werden zu können. Für Folgeuntersuchungen wären daher Sender mit etwas größerer Reichweite oder eine Aufteilung der Suche auf mehrere parallel arbeitende Personen empfehlenswert. Mit fortschreitender technischer Entwicklung verbessern sich sowohl Reichweite als auch Haltbarkeit bei geringerem Gewicht der Sender stetig, weshalb zu hoffen ist, dass das Verhältnis dieser drei Faktoren zueinander in Zukunft weniger Probleme birgt. Ein weiteres Problem stellt die bei telemetrischen Untersuchungen zwangsweise recht niedrige Stichprobe dar, da nur eine geringe Anzahl an Tieren intensiv - in der vorliegenden Untersuchung wurden die besenderten Tiere bis zu zehnmal täglich geortet - verfolgt werden können. Außerdem kommt bei der Untersuchung eines mit etwa drei Wochen eng begrenzten Zeitabschnitts wie der Paarungszeit hinzu, dass während recht kurzer Zeit ausreichend Tiere gefunden und besendert werden müssen. Für die vorliegende Untersuchung war ursprünglich geplant, etwa 10-15 Männchen zu besendern, endgültig waren es jedoch nur acht Tiere da nicht mehr geschlechtsreife Männchen gefunden wurden. Somit sind die Ergebnisse aufgrund der geringen Stichprobe teilweise kritisch zu betrachten, sie können jedoch Hinweise und Anhaltspunkte für weitere Untersuchungen liefern. Hinzu kommt, dass nur eine einzelne Population untersucht wurde, die Plastizität unterschiedlicher Kreuzotternpopulationen aber nahe legt, dass sich verschiedene alpine Vorkommen in der Raumnutzung je nach Habitatbeschaffenheit stark unterscheiden könnten.

Die am Frunstberg festgestellte Dichte von einem Tier pro Hektar für das von den Kreuzottern genützte Gebiet ist sicher durch unvollständige Erfassung der Population noch zu niedrig, besonders subadulte und juvenile Tiere sind nicht ausreichend repräsentiert. Bei einer ebenfalls alpinen Population im Engadin konnten nach einer zweijährigen Untersuchung nur noch vereinzelt unmarkierte adulte Tiere gefunden werden, weshalb von einer recht vollständigen Erfassung dieser Altersklasse ausgegangen wurde (MOSER 1986). Für das Engadiner Untersuchungsgebiet wurde eine Dichte von 2-3 adulten Tieren je Hektar errechnet, unter Einbeziehung subadulter Altersklassen durch eine theoretische Berechnung gar eine Dichte von rund 10 Tieren pro Hektar. Auf einer im Toten Moor bei Hannover von

Kreuzottern genützten Fläche von 75ha wurde eine Abundanz von ebenfalls einem Tier pro Hektar festgestellt (THOMAS 2004). Im hessischen Spessart fand man auf einer nutzbaren Fläche von 16 ha eine Populationsdichte von 8,4 bis fünf adulten Kreuzottern je Hektar (WEINMANN et. al. 2004). Die Populationsdichten scheinen also je nach Population stark schwanken zu können. Die am Frunstberg festgestellte Dichte stellt im Literaturvergleich keine außergewöhnlich niedrige Dichte dar (vergl. VÖLKL & THIESSMEIER 2002).

## **Literatur:**

- ANDREN, C. (1982): The role of the vomeronasal organs in the reproductive behaviour of the adder *Vipera berus*. – *Copeia* 1982: 148-157
- ANDREN, C., G. NILSON, M. HÖGGREN & H. TEGELSTRÖM (1997): Reproductive strategies and competition in the adder, *Vipera berus*. – *Symposia of the Zoological Society of London* 70: 129-141.
- BIELLA H.-J., G. DITTMANN, G. & W. VÖLKL (1993): Ökologische Untersuchungen an Kreuzotterpopulationen (*Vipera berus* L.) in vier Regionen Mitteldeutschlands (Reptilia, Serpentes, Viperidae). – *Zoologische Abhandlungen aus dem Museum für Tierkunde Dresden* 47: 193-204.
- BÖHME, W. (1993): *Elaphe longissima* – Äskulapnatter. In BÖHME, W. (Hrsg): *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas Band 3/1*. – Aula Verlag, Wiesbaden: 331-372.
- GILL, F. B. (1994): *Ornithology*, 2nd edition. – W. H. Freeman Company and Company.
- GRUBER, U. (1989): *Die Schlangen Europas und rund ums Mittelmeer*. – Franckh Kosmos Verlags- GmbH & Co. KG, Stuttgart.
- HAUER, W. (2007): *Fische, Krebse, Muscheln in heimischen Seen und Flüssen*. – Leopold Stocker Verlag, Graz.
- KABISCH, K. (1999): *Natrix natrix* – Ringelnatter. In BÖHME, W. (Hrsg): *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas Band 3/2*. – Aula Verlag, Wiesbaden: 513-581.
- KÄSEWIETER, D., N. BAUMANN & W. VÖLKL (2004): Populationsstruktur und Raumnutzung der Kreuzotter (*Vipera berus* [L.] im Lechtal: ist ein Biotopverbundsystem machbar? – *Mertensiella* 15 - Verbreitung, Ökologie und Schutz der Kreuzotter (*Vipera berus* [Linneus, 1758]): 213-220.
- KYEK, M. (2000): *Kartierungsanleitung der Herpetofauna Salzburgs*. - Amt der Salzburger Landesregierung, *Naturschutzbeiträge* 27/00.
- KYEK, M. & A. MALETZKY (2006): *Atlas und Rote Liste der Amphibien und Reptilien Salzburgs*. – Amt der Salzburger Landesregierung, *Naturschutz-Beiträge* 33/06.
- MADSEN, T. (1988): Reproductive success, mortality and sexual size dimorphism in the adder, *Vipera berus*. – *Holarctic Ecology* 11: 77-89.
- MADSEN, T. & R. SHINE (1993): Costs of reproduction in a population of European adders. – *Oecologia* 94: 488-495
- MADSEN T., R. SHINE, J. LOMAN & T. HÅKANSON (1992): Why do female adders copulate so frequently? – *Nature* 355: 440-441.
- MALLOW D., D. LUDWIG & G. NILSON (2003): *True vipers: natural history and toxinology of Old World vipers*. – Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.

MONNEY, J.-C. (1994): Comparaison des cycles annuels d'activité de *Vipera aspis* et *Vipera berus* (Ophidia, Viperidae) dans une station des Préalpes bernoises (Ouest de la Suisse). – Bulletin de la Société Herpetologique Française 71/72: 49-61.

MOSER, A. (1988): Untersuchung einer Population der Kreuzotter (*Vipera berus*, L.) mit Hilfe der Radio-Telemetrie. – Dissertation Universität Basel.

NEUMEYER, R. (1987): Density and seasonal movements of the adder (*Vipera berus* L. 1758) in a subalpine environment. – Amphibia-Reptilia 8: 259-276.

NILSON, G. & C. ANDREN (1982): Function of renal sex secretion and male hierarchy in the adder, *Vipera berus*, during reproduction. – Hormones and Behavior 16: 404-413.

PHHELLPS, T. (2004): Population dynamics and spatial distribution of the adder *Vipera berus* in Southern Dorset, England. – Mertensiella 15 - Verbreitung, Ökologie und Schutz der Kreuzotter (*Vipera berus* [Linneus, 1758]): 241-258.

PHHELLPS, T. (2007): Reproductive strategies and life history traits of the Adder, *Vipera berus* (Serpentes: Viperidae), in southern England and Central Wales. – Herpetological Bulletin 102: 18-31.

PRESST, I. (1971): An ecological study of the viper *Vipera berus* in southern Britain. – Journal of Zoology 164: 373-418.

SCHIEMENZ, H. (1978): Zur Ökologie und Bionomie der Kreuzotter (*Vipera berus berus* L.). Teil I: Adulte Männchen und Weibchen. – Zoologische Abhandlungen aus dem Staatlichen Museum für Tierkunde Dresden 35: 203-221.

SEIGEL, R. A., J. T. COLLINS & S. S. NOVAK (1987): Snakes – ecology and evolutionary biology. – Macmillan publishing company, New York.

THOMAS, B. (2004): Die Kreuzotter (*Vipera b. berus* [L.] im Toten Moor in der Region Hannover- Mertensiella 15 - Verbreitung, Ökologie und Schutz der Kreuzotter (*Vipera berus* [Linneus, 1758]): 175-186.

VITAANEN, P. (1976): Hibernation and seasonal movements of the viper, *Vipera berus* (L.) in Southern Finland. – Annales Zoologici Fennici 4: 472-546.

VÖLKL, W. & P. M. KORNACKER (2004): Die traditionelle Nutzung von Schlüsselhabitaten bei der Kreuzotter (*Vipera berus berus* [Linnaeus, 1758]): Konsequenzen aus verhaltensökologischen Untersuchungen für Schutzkonzeptionen. – Mertensiella 15 - Verbreitung, Ökologie und Schutz der Kreuzotter (*Vipera berus* [Linneus, 1758]): 221-228.

VÖLKL, W. & B. THIESMEIER (2002): Die Kreuzotter – ein Leben in festen Bahnen? – Beiheft 5 der Zeitschrift für Feldherpetologie. – Laurenti-Verlag, Bielefeld.

WEINMANN, K., C. BECK, R. MADL, J. PENNER, P. SOUND, R. WOLLESEN & U. JOGER (2004): Zur Ökologie und Raum-Zeit-Einbindung einer Kreuzotterpopulation (*Vipera berus* [L.] im Hessischen Spessart. – Mertensiella 15 - Verbreitung, Ökologie und Schutz der Kreuzotter (*Vipera berus* [Linneus, 1758]): 179-212.

## **Anhang 1: Liste der markierten Kreuzottern auf der Trattbergalm, Land Salzburg**

Es wurden 43 Tiere im Jahr 2007 und 12 Tiere im Jahr 2008 individuell registriert.

Fehlende Nummern entstanden durch nachträgliche Identifikation eines Tieres anhand von Fotos und Zuweisung einer anderen Nummer. Im Fall von Tier 1 und Tier 3 gelang kein Fang und die Qualität des Fotos des Kopfes war nicht ausreichend um eine Identifizierung zu gewährleisten. Darum wurden diese beiden Tiere nicht in die Liste aufgenommen.

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
2	Frunstberg	15.4. 2007	w		
5	Frunstberg	15.4.2007	m	Kein Fang, daher nicht markiert, nur Foto des Kopfes	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
6	Hoher First	1.4.2007	m	<p>In Schneeloch frühjahrssonnend.</p> <p>Kein Fang, daher nicht markiert, nur Foto des Kopfes.</p>	
7	Frunstberg	13.5.2007	m		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
8	Frunstberg	19.4.2007	m	2008 besendert Aktive Männchengruppe	
9	Frunstberg	19.4.2007	m	2008 besendert Aktive Männchengruppe  2008 plötzlich aus Empfangsbereich verschwunden-wahrscheinlich von Raubvogel verschleppt.	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
10	Frunstberg	19.4.2007	m		
11	Frunstberg	19.4.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
12	Frunstberg	21.4.2007	w		
13	Moosangerlalm	21.4.2007	m		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
14	Hoher First	25.4.2007	m		
15	Hoher First	25.4.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
16	Frunstberg	27.4.2007	m		
17	Frunstberg	28.4.2007	w	<p>Juv. etwa 20 cm.</p> <p>Wegen zu geringer Größe nicht markiert.</p>	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
18	Hoher First	28.4.2007	m		
19	Hoher First	28.4.2007	m		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
20	Hoher First	28.4.2007	m		
21	Frunstberg	4.5.2007	m	u.U. w	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
22	Frunstberg	10.5.2007	w		
23	Frunstberg	10.5.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
24	Moosangerlalm	10.5.2007	m		
25	Hoher First	13.5.2007	m	subadult?	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
26	Moosangerlalm	13.5.2007	m		
27	Moosangerlalm	14.5.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
28	Hoher First	21.5.2007	w	<p>subad?</p> <p>Wegen zu geringer Größe nicht markiert.</p>	
29	Frunstberg-Hintertratt bergalm	22.5.2007	m	Etwa 300 m vom Parkplatz entfernt	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
30	Hoher First	21.5.2007	w		
31	Hoher First	6.6.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
32	Hoher First	6.6.2007	m	Viele Verletzungen an Ventralschildern, daher nicht markiert. Blutet aus GÖ.	
33	Hoher First	8.6.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
34	Hoher First	6.6.2007	w		
35	Hoher First	6.6.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
36	Frunstberg	11.6.2007	w		
37	Frunstberg	11.6.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
38	Moosangerl alm	11.6.2007	m	kurz vor Häutung	
39	Moosangerl alm	11.6.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
40	Moosangerlalm	11.6.	w	Auffällige Narbe an Kopfoberseite. Auch an Unterseite Verletzungen -nicht mit Markierung verwechseln	
41	Frunstberg	12.6.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
42	Frunstberg	14. 6.2007	w	<p>Juv.</p> <p>Wegen zu geringer Größe nicht markiert.</p>	
43	Frunstberg	14. 8.2007	w	<p>Auffällige vernarbte große Wunde an rechter Flanke (Bild)- daher nicht markiert.</p>	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
44	Frunstberg-Hintertrattbergalm	21.8.2007	w	Am Weg nahe Parkplatz	
45	Hoher First	16.9.2007	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
46	Frunstberg	19.9.2007	w	<p>juv. Weibchen (?) Schlüpfling 2007 Nahe Brutplatz von Weibchen 11.</p> <p>Wegen zu geringer Größe nicht markiert.</p>	
48	Frunstberg	15.5.2008	m	<p>Besondert Bei Erstfund noch nicht gehäutet, recht bräunliche Grundfärbung. Nächster Fund (17.5.2008) nach Hochzeitshäutung mit hellgrauer Grundfärbung.</p> <p>Aktive Männchengruppe</p>	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
49	Frunstberg	17.5.2008	w		
50	Frunstberg	24.5.2008	m	Besondert Passive Männchengruppe	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
51	Frunstberg	24.5.2008	w		
52	Frunstberg	24.5.2008	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
53	Frunstberg	25.5.2008	m	Besendert Passive Männchengruppe	
54	Frunstberg	26.5.2008	m	Besendert Aktive Männchengruppe	

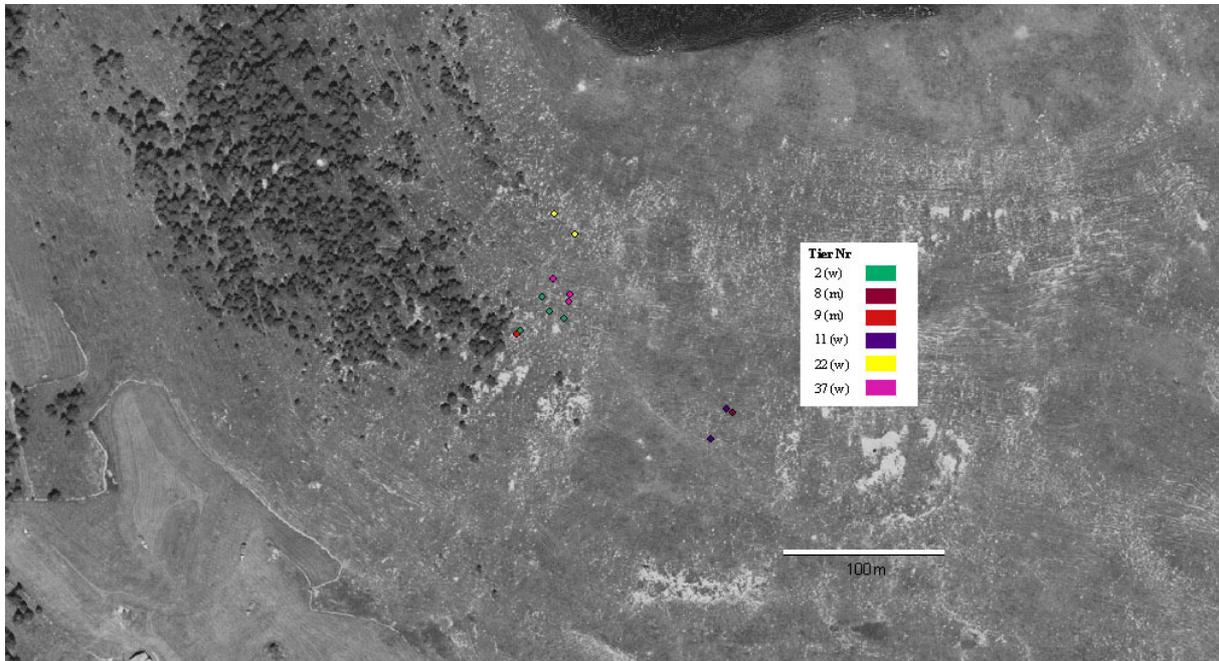
Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
55	Frunstberg	27.5.2008	m	Besondert Passive Männchengruppe	
56	Frunstberg	28.5.2008	w		

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
57	Frunstberg	28.5.2008	w		
58	Frunstberg	28.5.2008	m	<p>Besondert</p> <p>Aktive Männchengruppe</p>	

Tier Nr.	Fundort	Erstfund	Geschlecht	Bemerkungen	Foto
59	Frunstberg	12.6.2008	m	kurzzeitig besendert	

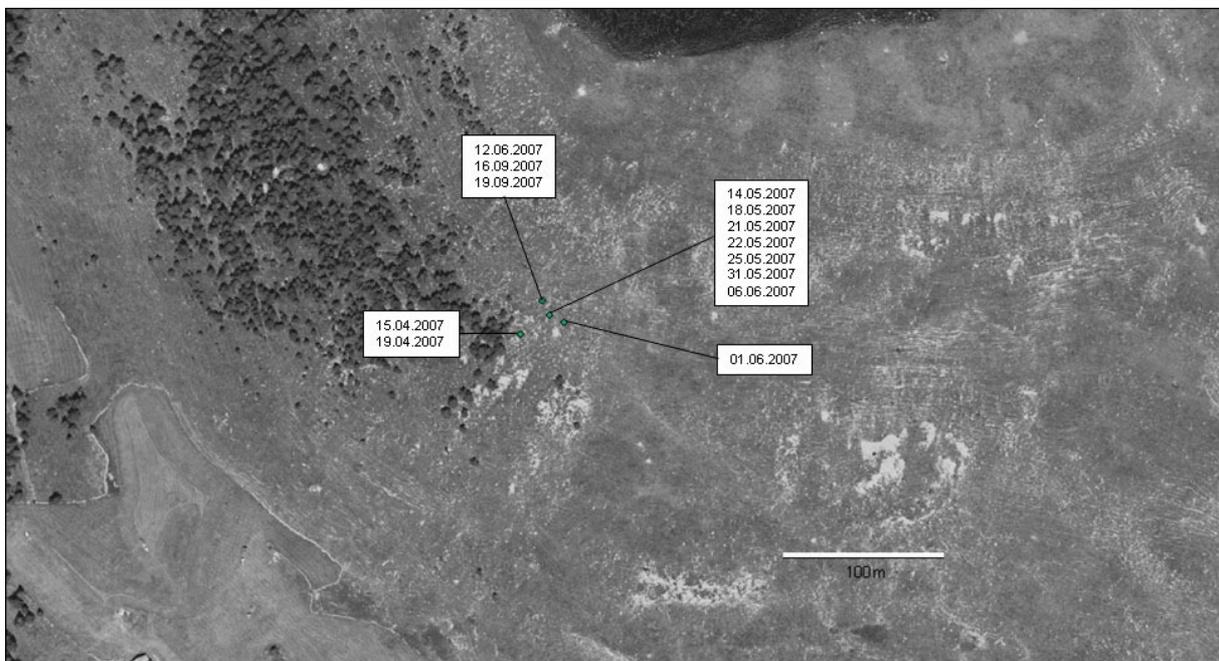
## Anhang 2: Wiederfänge 2007

### Wiederfänge Frunstberg

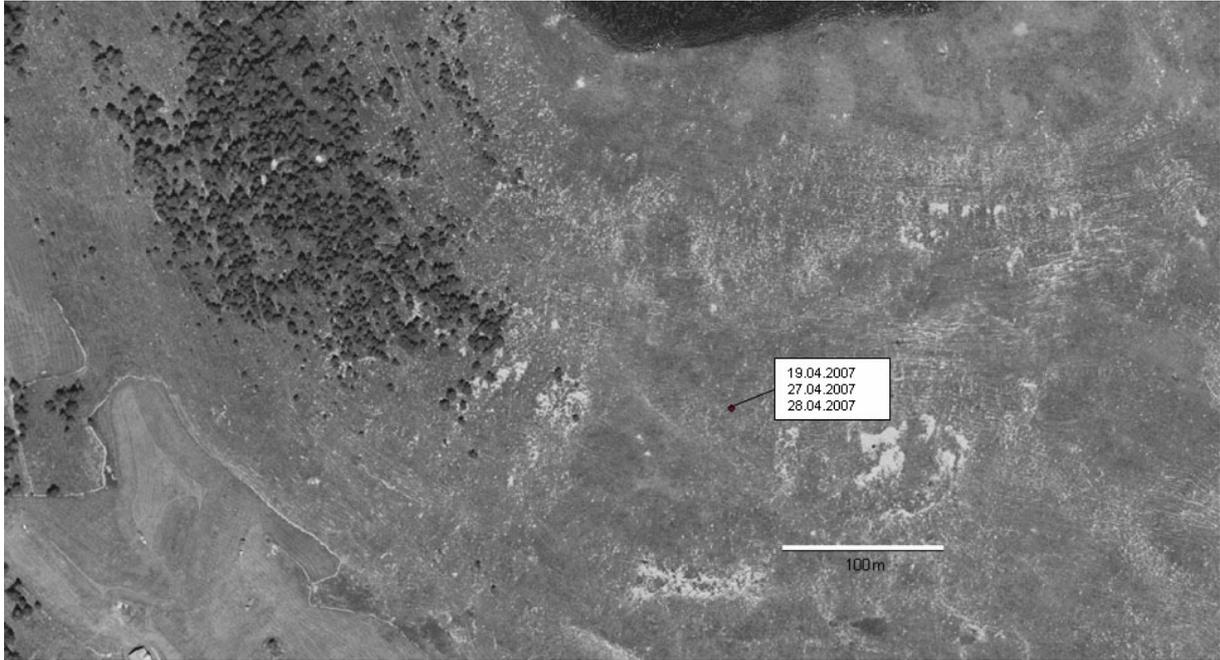


Übersicht der Mehrfachfunde von markierten Kreuzottern am Frunstberg.

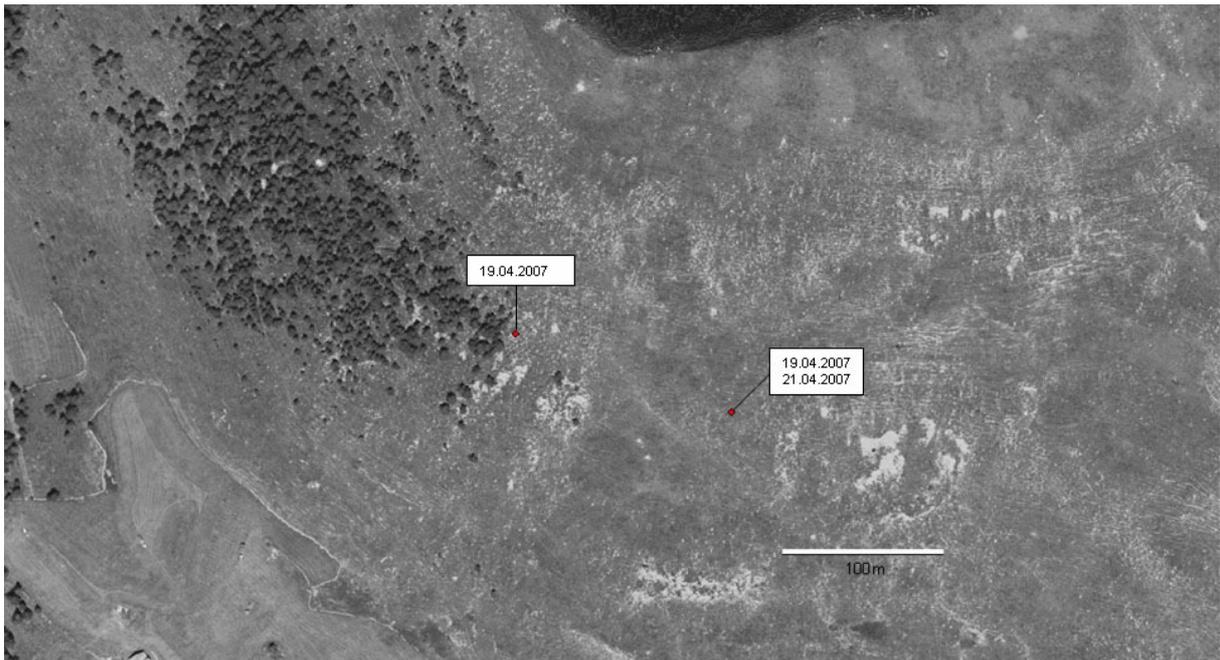
m=Männchen, w= Weibchen;



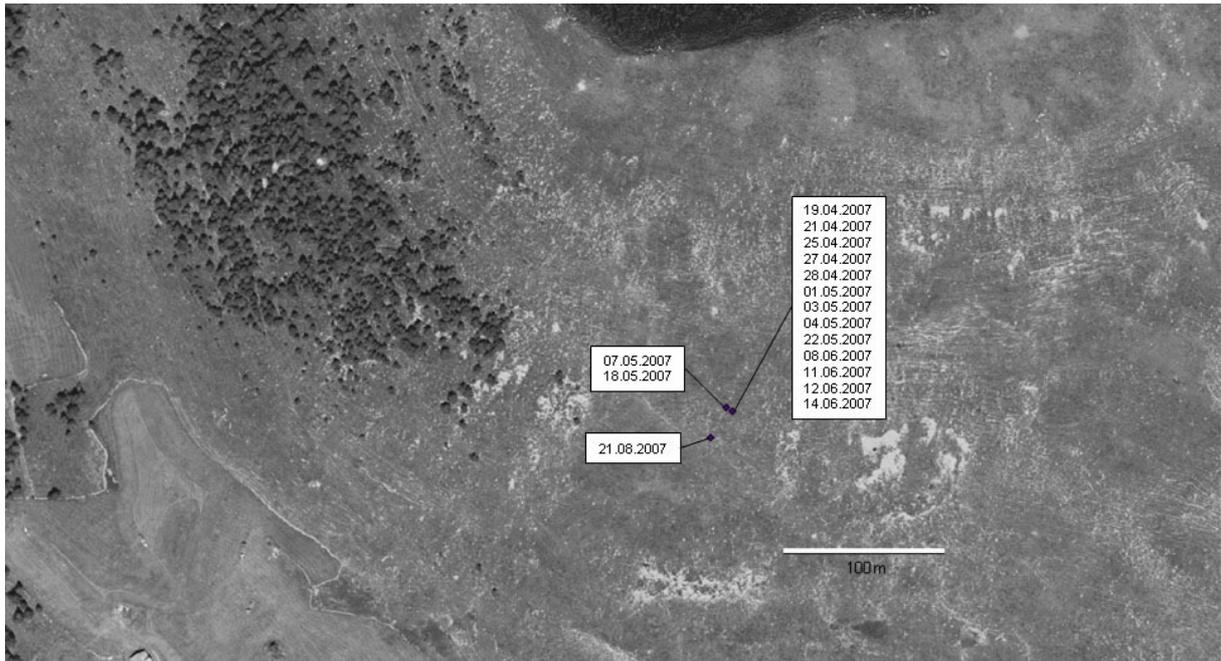
Wiederfunde von Weibchen 2 (trächtig) am Frunstberg. In den Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.



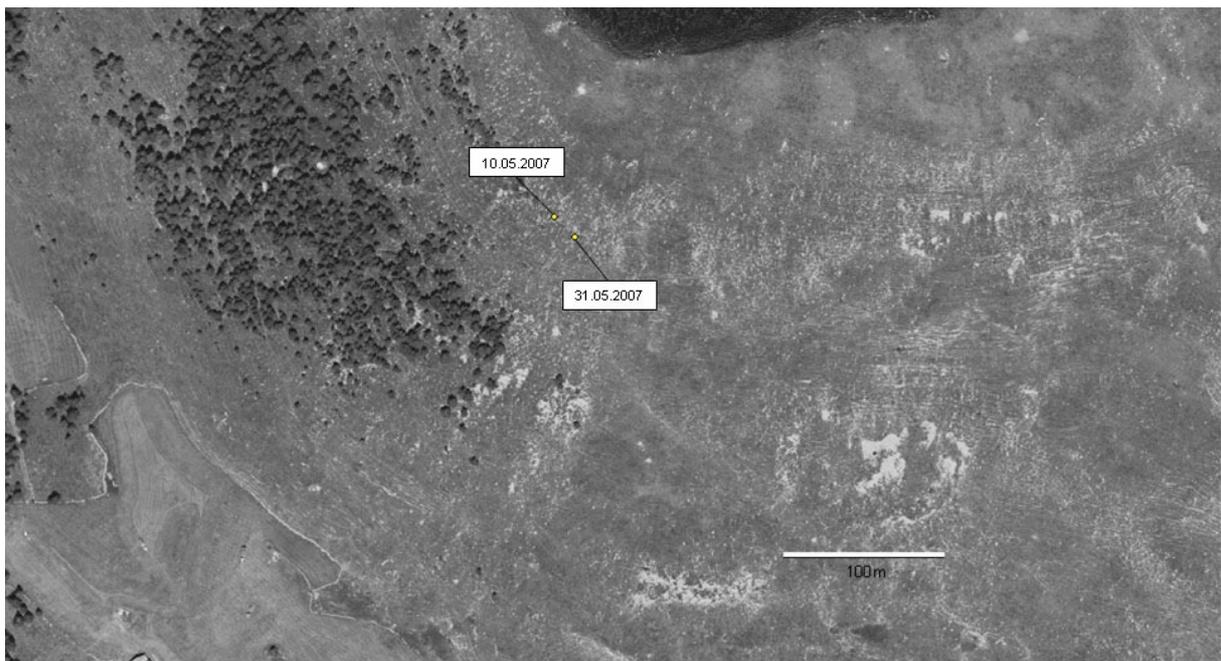
Wiederfunde von Männchen 8 am Frunstberg. In dem Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.



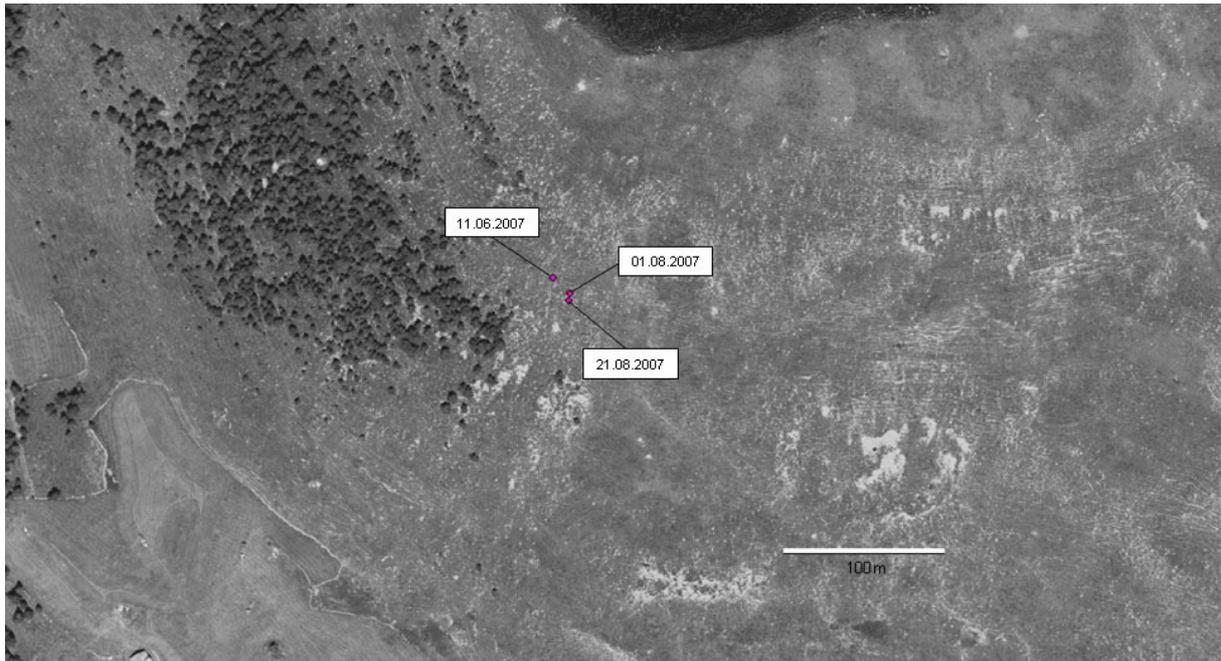
Wiederfunde von Männchen 9 am Frunstberg. In den Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.



Wiederfunde von Weibchen 2 (trächtig) am Frunstberg. In den Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.



Wiederfunde von Weibchen 22 am Frunstberg. In den Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.



Wiederfunde von Weibchen 37 am Frunstberg. In den Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.

### Wiederfunde Hoher First



Übersicht der Mehrfachfunde von markierten Kreuzottern am Hohen First.

m=Männchen, w= Weibchen;



Wiederfunde von Männchen 20 am Hohen First. In den Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.



Wiederfunde von Weibchen 30 am Hohen First. In dem Kästchen sind die Tage der jeweiligen Funde angegeben.

## Lebenslauf Werner Krupitz



- Geboren am 4. April 1982 in Bad Ischl  
Fünftes Kind von Dr. Anneliese Krupitz (geb. Clar) & Dr. Heiner Krupitz
- September 1988 bis Juli 1992: Besuch der Volksschule Bad Ischl
- September 1992 bis Juni 2000: Besuch des Bundesrealgymnasiums Bad Ischl
- Juni 2000: Matura am Bundesrealgymnasium Bad Ischl mit gutem Erfolg.  
Fachbereichsarbeit in Biologie: „Brutfürsorge und Brutpflege bei Amphibien“  
Benotung: „Sehr gut“
- Oktober 2000: Beginn des Studiums der Biologie an der Universität Wien
- September 2003: Abschluss des ersten Abschnitts, Beginn des Studienzweigs  
Zoologie
- Februar 2004 bis Februar 2005: Beurlaubung vom Studium zur Absolvierung des  
Zivildienstes beim Verein Wiener Jugendzentren im Jugendzentrum „Am  
Schöpfwerk“
- Seit Frühjahr 2007: Arbeit an der Diplomarbeit: „Raumnutzung männlicher  
Kreuzottern“
- Seit November 2007: Mitarbeit im Tiergarten Schönbrunn, „Kommentierte  
Fütterungen“

---

Werner Krupitz