



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Kartierung der Sibirischen Keulenschrecke

(*Gomphocerus sibiricus*) in den Zillertaler Alpen (Zemmgrund)

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Astrid Pöppl
Matrikel-Nummer:	0303552
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	A 190 445 344 Lehramt UF Biologie & Umweltkunde
Betreuerin / Betreuer:	Ao. Univ.- Prof. Mag. Dr. Harald W. Krenn

Wien, im März 2009

DANKSAGUNG

Zu aller erst möchte ich mich bei meinem Vater, Dr. Erwin Pöppl, für die finanzielle und mentale Unterstützung bedanken, ohne diese mir das Studium nicht möglich gewesen wäre und bei meinem Bruder, Mag. Ronald Pöppl, der mir stets während der Verfassung der Diplomarbeit hilfreiche Inputs gab.

Herzlichst möchte ich mich auch bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Ao. Univ.- Prof. Mag. Dr. Harald W. Krenn sowie bei Dr. Barbara-Amina Gereben-Krenn für die zeitaufwändige, intensive und motivierende Betreuung über 2000 m sowie auch unterhalb 2000 m Höhe bedanken. Dank Ihnen öffnete sich mir die Tür zur alpinen Faszination.

Herrn Dipl. Ing. Thomas Zuna-Kratky danke ich für die wertvollen Hinweise und Informationen, sowie für das Interesse an meiner Arbeit.

Vielen Dank an Dr. Irene Zweimüller für die statistische Hilfeleistung, sowie an Theresa Floimayr und BA(Hons) Nicholas Wilkinson für die Korrektur des Abstracts.

Weiters möchte ich meinem Lebensgefährten Stefan danken, der mich in allen Lagen während meines Studiums stets unterstützt hat und mir Mut und Kraft schenkte. Ebenso dankbar bin ich all meinen FreundInnen und StudienkollegInnen, die mir mentale Stütze waren.

INHALTSVERZEICHNIS

Abstract	7
1. EINLEITUNG	11
2. MATERIAL UND METHODE	15
2.1. Die geographische Lage	15
2.2. Geologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes	17
2.3. Hydrologische Beschreibung des Untersuchungsgebietes	17
2.4. Die Auswahl von Transekten	18
2.4.1. Die Höhenlage	19
2.4.2. Die Hangexposition	22
2.4.3. Die Bodendeckung	22
2.4.4. Vegetations-/Habitatklassen	22
2.4.5. Biotoptypen	23
2.4.6. Durchschnittliche Vegetationshöhe	30
2.5. Zählung der Heuschrecken	31
2.6. Abiotische Komponente	32
2.6.1. Temperatur	32
2.6.2. Uhrzeit	33
2.7. Auswertungsmethoden	34
3. ERGEBNISSE	35
3.1. Transektbeschreibung	35
3.2. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Höhenlage	39
3.3. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Hangexposition	41
3.4. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Bodendeckung	42
3.5. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Vegetations-/Habitatklassen	44

3.6. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Biotoptypen	49
3.7. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und durchschnittlicher Vegetationshöhe	51
4. DISKUSSION	53
4.1. Charakterisierung bevorzugter Lebensräume	53
4.2. Individuenanzahl und ökologische Parameter	53
4.2.1. Höhenlage	53
4.2.2. Hangexposition	55
4.2.3. Bodendeckung	55
4.2.4. Biotoptypen	57
4.2.5. Durchschnittliche Vegetationshöhe	58
4.2.6. Differenzen in der Geschlechterverteilung	59
4.3. Verbreitung in Österreich/Europa	60
4.4. <i>Gomphocerus sibiricus</i> – ein alpiner Spezialist?	61
4.5. Weiterführende Fragen	62
5. ZUSAMMENFASSUNG	64
6. LITERATUR	67
7. ANHANG	69
8. CURRICULUM VITAE	77

ABSTRACT

Mapping of the locust *Gomphocerus sibiricus* in the Tyrolean Zillertal/Zemmgrund (Austrian Central Alps).

The aim of this diploma thesis was to examine the habitat preferences of the locust *Gomphocerus sibiricus*, which is a well-established species within alpine altitudes (1300–2700 m) (Illich & Winding, 1998). Based on the research of Illich and Winding (1998), the intention was to study the abundance of *Gomphocerus sibiricus* by means of analysing densities, among various transects of different qualities (altitude, exposition, habitat, average substrate coverage and average vegetation height). The research took place in the Tyrolean Zillertal/Zemmgrund (Austrian Central Alps) near the Berliner Hütte (2044 m) in July 2008. In total, 89 transects of 100 m² between the altitude of 1850 m and 2600 m were mapped and examined.

The methods of investigation were as follows: Mapping started as soon as an adult male *Gomphocerus sibiricus* stridulated (9.00 a.m. to 10.00 a.m.) and ended about 4.00 p.m. or 5.00 p.m. since the intensity of stridulation seemed to lessen due to the decline of radiation-intensity. Transects of 100 m² each were delimited and searched for. Counting was performed either by net-sampling or visual confirmation, followed by removal of the grasshopper from the plot. The altitude and the slope exposition were identified by a GPS appliance. The average substrate coverage and the mean growth height were calculated. The transect's affinity to a certain type of habitat was categorized based on the defined categories of Illich and Winding (1998) (alpine grasslands, alpine pastures, mountain meadows, dwarf shrub/bush covered heaths, wind exposed ridges, gravel banks, lowland moors, richly manured alpine pastures and lithosoils). All mappings took place only on days of dry and stable weather conditions.

As a result, the following preferences could be identified:

- The distribution of *Gomphocerus sibiricus* within the altitude of 1850 m and 2600 m does not show any significant preference to a certain section of altitude. Although most individuals could be found within 2151 m and 2300 m (average quantity of nine individuals/100 m²), lower areas such as

the section of altitude between 1850 m and 2000 m also possessed a high density of adult locusts (average quantity of eight individuals/100 m²). This might be due to the fact, that the altitude-preference of *Gomphocerus sibiricus* lies somewhere between 1800 m and 2600 m (Illich & Winding, 1998) and therefore, further examinations of altitude-preferences were without significant results. The highest discovery of a female *Gomphocerus sibiricus* was recorded at a height of 2441 m.

- In terms of slope exposition, *Gomphocerus sibiricus* prefers southerly-exposed transects (south: nine, south-east: six, south-west: five individuals/100 m²). The plots without any exposition were also well populated. Only northerly-exposed slopes were uninhabited. Males were not as selective as the females, since in north-easterly- and westerly-exposed slopes males still could be found, but hardly any females.
- The preferred substrate specificity of *Gomphocerus sibiricus* consists of a small percentage of lithosoil (0-40%) and dwarf shrubs (21-40%), as well as a high percentage of grass (41-60%). Therefore, transects with a too-high percentage of lithosoil and dwarf shrubs result in a decline in locust density. Furthermore, the loss of closed vegetation due to the increasing altitude also entails a decrease of locust quantity. There could not be found any significant difference between male and female individuals.
- Most individuals of *Gomphocerus sibiricus* were recorded in the habitat category of alpine pastures (average quantity of 12/100 m²). Wind exposed ridges (6/100 m²) and alpine grasslands (4/100 m²) were also well populated. Dwarf shrub-covered pastures, mountain meadows and richly-manured alpine pastures were less inhabited than the average (3/100 m²), whereas lithosoils and lowland moors were avoided by *Gomphocerus sibiricus*. Once again, male individuals could even be found in apparently atypical habitats, while females could not.
- The preferred vegetation growth height by *Gomphocerus sibiricus* was between 10-20 cm with an average quantity of seven individuals. Also a growth height of 0-10 cm was exhibited of six individuals on average.

Vegetation that was too tall (20 cm and more) was either hardly populated (male individuals) or completely rejected (female individuals).

- Finally, the overall number of male individuals of *Gomphocerus sibiricus* (335) is almost twice as high as the overall quantity of females (175) (female 1:1.9 male). This emphasizes the general assumption of the insects' male dominance in quantity.

This diploma thesis confirms and expands the standard of current knowledge about *Gomphocerus sibiricus* and, furthermore, gives an insight into the distribution and habitat choice of this locust in Austria.

Key words: *Gomphocerus sibiricus*, locust, grasshopper, Austrian Alps, Zillertal, habitat preferences, altitude, slope exposition, abundance, substrate specificity, habitat category, vegetation growth height, sexes

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Eine häufig gestellte Frage von Bergwanderern im Zuge der Datenaufnahme in den Zillertaler Alpen war: „Heuschrecken? Die gibt's hier?“ Sehr wohl gibt es in solchen Höhen Heuschrecken. Obwohl sich die „kleinen geflügelten Gesellen“ so lautstark bemerkbar machen, werden sie selten von Vorbeiwandernden bemerkt.



Abbildung 1+2. *Gomphocerus sibiricus* Männchen (links) und Weibchen (rechts). Charakteristische Merkmale der Sibirischen Keulenschrecke sind ein gewölbtes Pronotum (bei Weibchen schwächer ausgeprägt) und eine keulenartige Verbreiterung der Antennen. Die Männchen besitzen weiters noch aufgebläht-blasenförmige Tibien. (Fotos: Astrid Pöpl)

Gomphocerus sibiricus als Vertreter der Caelifera (Kürzfühlerschrecken), zugehörig zur Familie der Feldheuschrecken (Acrididae), ist nicht nur durch die verdickten, blasen-förmigen Vorderschienen bei den Männchen gekennzeichnet (Abb. 1+2), deren Bedeutung noch ungeklärt ist, sondern auch durch ihre Anpassungsfähigkeit und Verbreitung in der alpinen Stufe. Neben dem sibirischen Vorkommen, worauf der Name bereits hindeutet, ist *Gomphocerus sibiricus* als typisches Eiszeitrelikt in Österreich nur in höheren Lagen der Alpen vorzufinden (Tauscher, 1986; Bellmann, 2006). Die Tatsache, dass *Gomphocerus sibiricus* in den Ostalpen vorzufinden ist, hat ihren Ursprung bereits vor langer Zeit. Vor ca. 10.000 Jahren war ganz Österreich noch mit Schnee und Eis bedeckt als eine schnell einsetzende Wärmeperiode der Würmeiszeit ein Ende setzte. So kam es, dass vorerst dicke Eisschichten verschwanden und neue Lebensräume zur Besiedlung entstanden. Die an das kalte Klima angepasste Tierwelt (u.a. Lemming, Rentier sowie Mammut, Höhlenbär) verschwand oder starb in Österreich, mit der sich nach Norden zurückziehenden Schnee- und Eisdecke. Somit wurde Platz für eine neue Tierwelt geschaffen. Nur wenige Arten überbrückten die Alpen nicht und blieben zum Teil

vor Ort, so auch *Gomphocerus sibiricus* (Spindler, 2002 In: Ackerl). Das rezente Vorkommen und die beobachtete Meidung der Tieflagen, in welchen sie früher sehr wohl anzutreffen waren (Abb. 3), lässt vermuten, dass nun auch die globale Erwärmung *Gomphocerus sibiricus* in höhere Lagen verdrängt. Nicht auszuschließen sind natürlich auch verstärkte Konkurrenz und die daraus resultierende Verdrängung aus deren Lebensräumen (persönliche Mitteilung von Dipl. Ing. Thomas Zuna-Kratky).

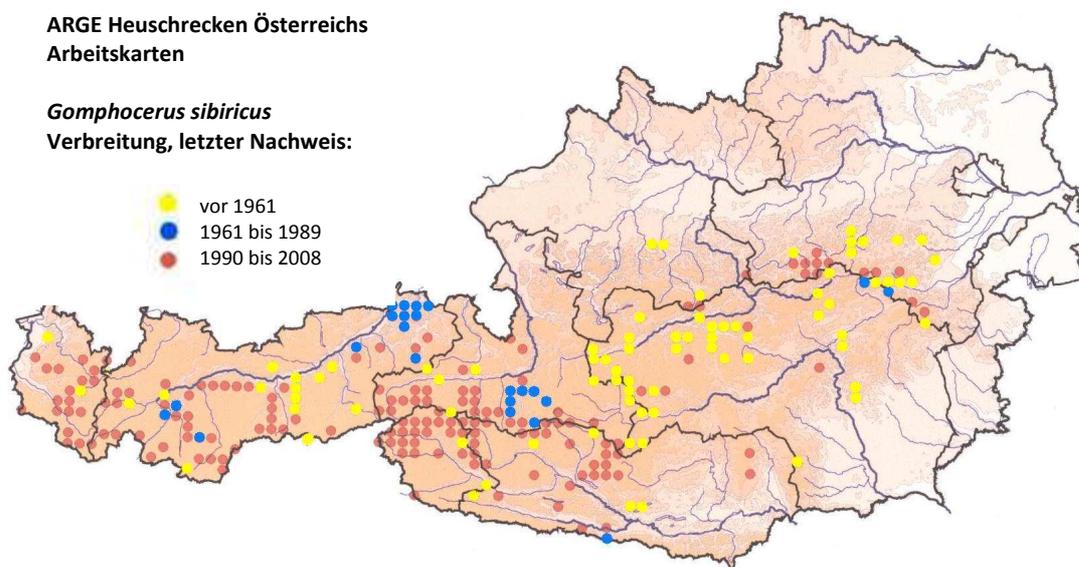


Abbildung 3. Verbreitung von *Gomphocerus sibiricus* in Österreich: vor 1961 gesichtet (gelber Punkt), zwischen 1961 und 1989 gesichtet (blauer Punkt), seit 1990 gesichtet (roter Punkt). *Gomphocerus sibiricus* gilt als eine an die alpine Stufe angepasste Heuschrecke. Wurde sie früher auch noch in tieferen Lagen gesichtet, so war er seit 1990 lediglich nur noch in höheren Lagen anzutreffen (Verbreitungskarten zur Verfügung gestellt durch ARGE Heuschrecken Österreichs).

Mit steigender Seehöhe ist auch immer extremeres Klima anzutreffen. Das Hochgebirgsklima ist von starker Sonneneinstrahlung, höherer Globalstrahlung und Reflexion von Strahlung geprägt. Vor allem frische Schneefelder reflektieren (Albedo) bis zu 88% der Einstrahlung zurück. Weiters steigt auch die UV-B Intensität mit steigender Seehöhe aufgrund von wenig getrüübter Atmosphäre, die sodann v.a. kurzweilige Strahlengänge nicht mehr aufhalten können. Das Lufttemperatur-Jahresmittel nimmt ebenso mit steigender Höhenlage ab, so kommt es, dass pro 100 Höhenmeter in etwa das Temperaturjahresmittel um 0,51-0,59 °C geringer ist (Mörikofer, 1933 In: Franz, 1979). Ebenso üben komplizierte Windverhältnisse

großen Einfluss auf Flora und Fauna der Gebirgswelt aus. All diesen klimatischen Extremen trotzend, etablierte sich die Sibirische Keulenschrecke in den Zillertaler Alpen, wie viele andere in den Alpen lebende Tiere (Franz, 1979). Die soeben erwähnten vorherrschenden klimatischen Bedingungen spielen eine wichtige Rolle bei der Feldforschung in zoologischen Bereichen, da, wie auch in diesem Falle, viele Insekten auf die Einstrahlungsintensität und die daraus resultierende Wärme als ektotherme bzw. temporär ektotherme Tiere angewiesen sind.

So unscheinbar kleine Heuschrecken auch sein mögen, können sie dennoch Aufschluss über sich verändernde Bedingungen geben, da die Ansprüche vieler Heuschreckenarten sich oft als sehr spezifisch erweisen (Sänger, 1977).

Aufschlussreiche Untersuchungen führten bereits Illich und Winding in den Jahren 1993-1995 durch. Es erfolgte eine qualitative sowie quantitative Kartierung der Heuschrecken in den Hohen Tauern, in welcher vom Talboden bis zur Gletscherregion alle vorzufindenden Heuschreckenarten, deren Dichte und Verbreitung sowie Lebensraumpräferenzen, wie Biotoptyp und Vegetations-/Habitatklassenverteilung erhoben wurden, einschließlich der Präferenzen von *Gomphocerus sibiricus*. Demnach ist *Gomphocerus sibiricus* als ein typischer Bewohner alpiner Rasengesellschaften verstärkt an sonnigen Almweiden und alpinen Rasen mit einem hohen prozentuellen Gräser- und Kräuteranteil und einem geringen Zwergsträucher- und Rohbodenanteil anzutreffen. Die bevorzugte Vegetationshöhe entspricht laut Illich und Winding (1998) einer niedrigen von bis zu 10 cm und die bevorzugte Höhenverbreitung erstreckt sich von 1300-2700 m. Basierend auf dieser Arbeit, wurden in der Diplomarbeit die von Illich und Winding definierten Ziele bzw. definierte Biotoptypen und Vegetations-/Habitatklassen übernommen.

So stellt sich nun die Frage, wo *Gomphocerus sibiricus* bevorzugt in den Zillertaler Alpen anzutreffen ist. Das Silikatgebirge bietet verschiedenste Biotope, welche potentielle Lebensräume für die Heuschrecke darstellen. Ziel dieser Diplomarbeit ist es nun, eine Kartierung von *Gomphocerus sibiricus* in verschiedenen Lebensräumen vorzunehmen. Unter Berücksichtigung von Höhe, Hangexposition, Vegetationshöhe und Bodenbeschaffenheit soll die Anzahl der Individuen sowie die

Geschlechterverteilung erhoben werden. Weiters soll neben der Kartierung von *Gomphocerus sibiricus* noch herausgefunden werden, bis in welche maximale Höhenlage die Sibirische Keulenschrecke in den Zillertaler Alpen, Zemmgrund, zu finden ist. Obwohl bereits qualitative Kartierungen von Heuschrecken in Österreich vorgenommen wurden (Illich & Winding, 1998), wurden solche Untersuchungen bis jetzt noch nie in den Zillertaler Alpen durchgeführt und sind demnach ein Beitrag zur Erfassung der Heuschreckenfauna der Alpen.

[Es soll hiermit noch kurz darauf hingewiesen, dass Individuenzahlen, die Anzahl an Transekten etc. in der Diplomarbeit oft wie folgt abgekürzt wurden:

$N_T=89$ 89 Transekte

$N_{IND}=510$510 Individuen

Rohboden ($N_{T(0-50\%)}=84$, $N_{T(>50\%)}=5$)..... 84 der Transekte besaßen einen Rohbodenanteil zwischen 0 und 50%, während 5 Transekte einen Rohbodenanteil >50% aufwiesen.]

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Die geographische Lage



Abbildung 4. Überblickskarte von Österreich inklusive Verortung des Untersuchungsgebiets – Zillertal/Zemmgrund (Maßstab: 1:4.000.000). (www.austrianmap.at)

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am Zemmgrund der Zillertaler Alpen (Abb. 4). Im Juli 2008 wurden 89 Transsekte unterschiedlichster biotischer und abiotischer Charakteristika untersucht, welche Höhenlagen zwischen 1850 m und 2600 m aufwiesen.

Die Kartierung der Sibirischen Keulenschrecke erfolgte von dem Gasthaus Alpenrose (1873 m) entlang des Adlerwegs über die Berliner Hütte (2044 m) bis zum Schwarzsee (2472 m), ein Untersuchungsareal, welches im Zuge der Freilandarbeit erweitert wurde. So wurden auch Kartierungen nahe des Schwarzensteinkees, sowie unterhalb des geplanten Höhenlagenminimums nahe der Alpenrose und oberhalb des Schwarzsees in Richtung Mörchner- und Melkerscharte durchgeführt, wie in Abb. 5 in Rot vermerkt ist (Untersuchungsareal gelb umrandet).

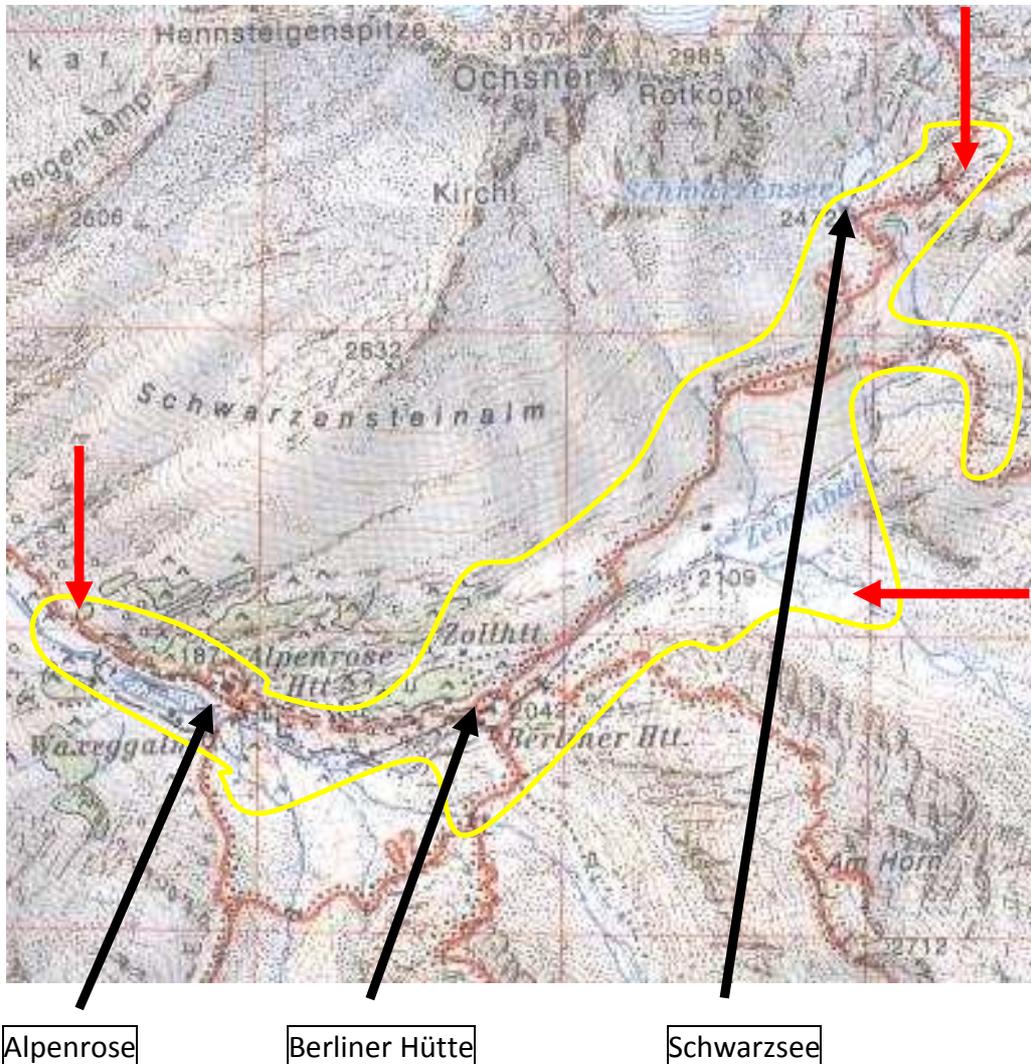


Abbildung 5. Geographische Detailansicht des Untersuchungsareals (gelbe Umrandung). Die Kartierung erfolgte beginnend von 1850 m (roter Pfeil ganz links) über das Gasthaus Alpenrose (1873 m, 1.Schwarzer Pfeil von links) über die Berliner Hütte (2044 m, schwarzer Pfeil in Mitte) bis zum Schwarzsee (2472 m, rechter schwarzer Pfeil). Die roten Pfeile weisen auf das vor Ort erweiterte Untersuchungsareal hin.

(Österreichische Karte ÖK 50 (vergrößert: 1: 25.000), 2230)

2.2. Geologische Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Die geologische Diversität der Ostalpen spiegelt sich auch in den untersuchten Arealen wider. Das Penninikum prägt das Ostalpine Gebirge. Als tiefe Basis der Ostalpen, bestehend aus drei Gesteinszonen (Plutonit, Zentralgneis, obere Schieferhülle) bildet das Penninikum die Basis des Tauernfensters (Krainer, 2002 In: Ackerl).

Hangschutt und undifferenzierte Moränen aus dem Quartär gestalten die Gletschervorfelder von Schwarzenstein-, Horn- und Waxeggkees. Als wichtige Vertreter des Subpenninikums, Vertreter des Venediger Deckensystems, sind Hornblendengneise, Graphit- und Biotitschiefer, welche großflächig durch das Untersuchungsareal von Westen nach Osten verlaufen, sowie Serpentinite nördlich des Schwarzsees zu erwähnen. Weitere Vertreter des Subpenninikums sind Zweiglimmergneise, Feldspatblastengneise südlich von den zuvor erwähnten Schiefen gelegen, Augengneise, Migmatite sowie Granite. Vor allem die eben genannten Granite inklusive Quarzdiorite, Tonalite, Biotite und Hornblenden sind im Süden des Untersuchungsgebietes unterhalb der vorliegenden Gletscherzungen dominant vertreten (Krennmayr & Pavlik & Bayer & Schiegl, Geofast 2008/05, Geologische Karte, 149-Lanersbach).

2.3. Hydrologische Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Laut dem HAÖ (Hydrologischen Atlas Österreich, 2005) gehört das untersuchte Areal rund um den Zemmgrund zum Inngbiet oberhalb der Salzach, welches ein Einzugsgebiet von 54,22 km² aufweist.

Die durchschnittliche mittlere Niederschlagshöhe dieses Einzugsgebietes beträgt 2059,4 mm, während die mittlere Gebietsverdunstung bei 139,5 mm und die mittlere Abflusshöhe 1919,9 mm pro Jahr betragen (positive Wasserbilanz).

Gletscher sind noch zahlreich vorhanden aber von starkem Rückgang betroffen. So wurden 1969 noch 136 Gletscher gezählt, während 1998 lediglich noch 133 verzeichnet werden konnten. Ebenso die Gletscherfläche der Zillertaler Alpen-

Gletschergruppe verzeichnet ein starkes Minus. So konnte 1969 noch eine Gletscherfläche von 65,64 km² ermittelt werden, 1998 waren es nur noch 50,63 km² (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Sektion Wasser - Abt. Wasserhaushalt, Projektleitung: Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau (IWHW), Universität für Bodenkultur, HAÖ – Hydrologischer Atlas Österreich, 2005).

2.4. Die Auswahl von Transekten

Um Antworten auf die Fragestellungen dieser Diplomarbeit zu erhalten, wurden 89 Transekte unterschiedlichster Charakteristika untersucht und die Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gezählt. Die Transekte wurden nicht stets zufällig ausgewählt. Ziel war eine in möglichst gleichmäßige Kartierung entlang des Höhengradienten (1850-2600 m) um etwaige Höhenpräferenzen aufweisen zu können. Weiters wurden als typisch geltende Lebensräume, wie niederwüchsige alpine Rasen und Almweiden mit geringem Anteil an Rohboden und Zwergsträuchern (Illich & Winding, 1998) kartiert, sowie alle Areale in welchen zirpende Männchen gehört wurden, um Rückschlüsse auf Lebensraumpräferenzen schließen zu können bzw. bestehende Untersuchungsergebnisse bestätigen oder widerlegen zu können. Auch als nicht typisch geltende Habitate wurden kartiert. Diese wurden meist gezielt ausgewählt um herauszufinden ob die Ergebnisse von Illich und Winding (1998), welche besagen, dass Kiesbänke, Rohböden und Niedermoore von *Gomphocerus sibiricus* gemieden werden, bestätigt werden können oder nicht. Nachdem die Untersuchungsfläche ausgewählt wurde, wurden 100 m² abgemessen und abgegrenzt (entweder 4 x 25 m oder 10 x 10 m).

Letztendlich konnten innerhalb der 89 untersuchten Transekte in 54 Sibirische Keulenschrecken gefunden werden, während in 25 Transekten keine Individuen von *Gomphocerus sibiricus* kartiert werden konnten.

Weiters ist nochmals anzumerken, dass auch das vorweg ausgewiesene Untersuchungsareal vor Ort erweitert wurde, sodass nicht nur Transekte entlang

des Wanderweges von der Alpenrose bis zum Schwarzsee kartiert wurden, sondern auch Kartierungen nahe des Schwarzensteinkees sowie oberhalb des Schwarzsees in Richtung der Melker- und Mörchnerscharte stattfanden, um die obere Verbreitungsgrenze von *Gomphocerus sibiricus* ermitteln zu können.

2.4.1. Die Höhenlage

Die 89 Transsekte erstreckten sich von 1850 m bis 2600 m Seehöhe. Laut Illich und Winding (1998) entspricht dieser Höhenabschnitt der bevorzugten Höhenlage von *Gomphocerus sibiricus*. Weiters ist zu sagen, dass in jenem Untersuchungsareal im Zillertal im Juli 2008 bereits ab ca. 2480 m, oberhalb des Schwarzsees, die Schneegrenze lokalisiert war.

Variierende Höhenlagen der Transsekte wurden mittels topographischer Karten und GPS-Gerät (Geko 301 von GARMIN) errechnet bzw. gemessen. Die Lage der abgegrenzten Transsekte wurde durch das GPS-Gerät festgestellt, in dem die GPS-Daten der 4 Eckpunkte des jeweiligen Transsekts notiert sowie gespeichert wurden, um letztendlich mit Hilfe der digitalen Österreichischen Alpenvereinskarten eine Übersicht der kartierten Areale zu erstellen (Abb. 6+7).

(Ad Abbildungen 6+7: ÖAV Karte – Screen Shots: Die folgenden Abbildungen wurden mittels der digitalen Österreichischen Alpenvereinskarten erstellt. Aufgrund des langen Höhengradienten von fast 800 m musste die Abbildung halbiert werden, um die Transsektnummerierungen noch lesbar darstellen zu können. **Abb. 6.** zeigt die Transsekte von 1850 m Höhe bis ca. max. 2200 m Höhe, während **Abb. 7.** die restlichen Transsekte bis 2600 m Höhe abbildet. Die Kompassabbildung stammt von <http://terraquest.de/kompass.gif>)

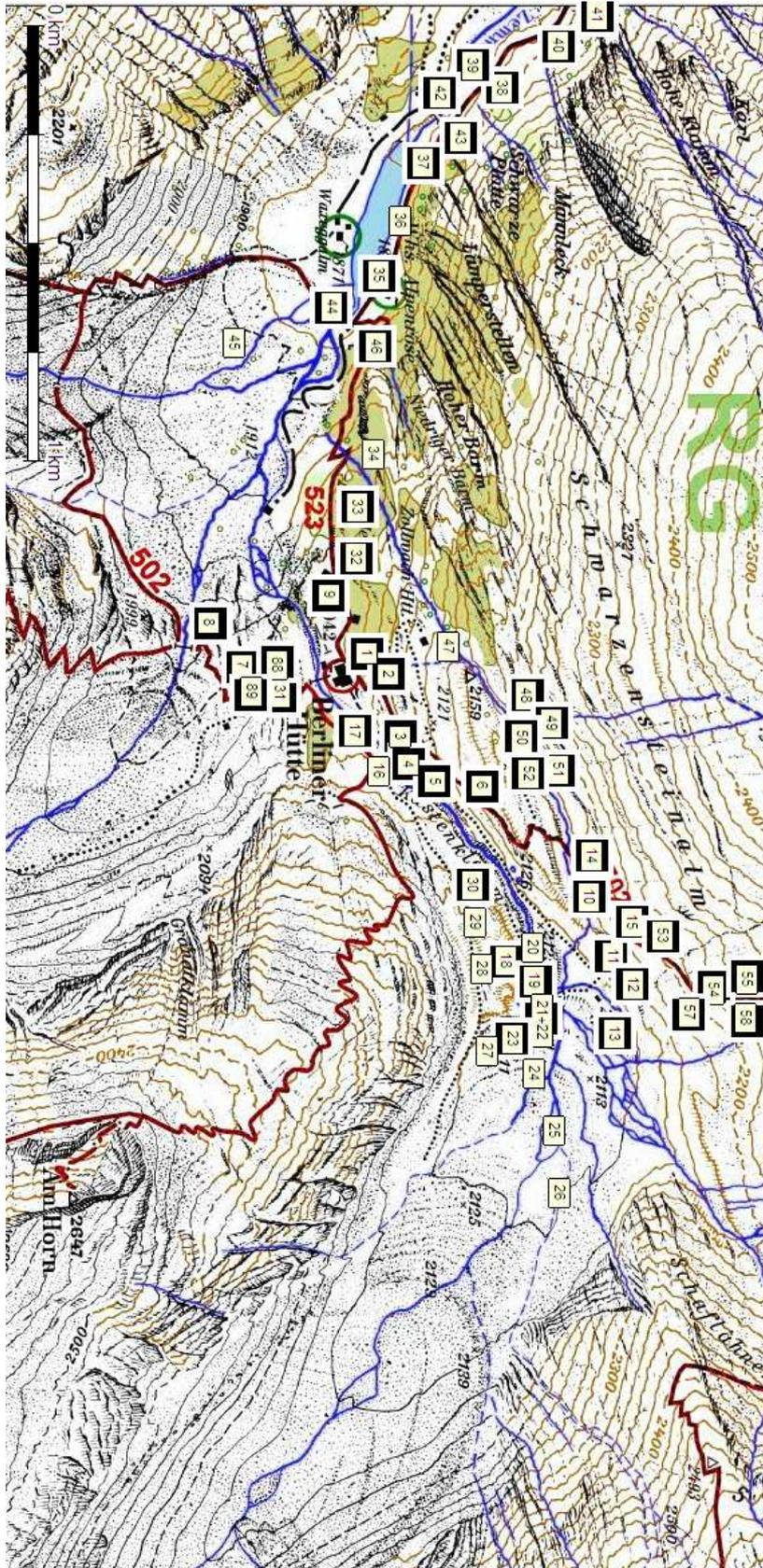


Abbildung 6. Ausschnitt aus der digitalen Österreichischen Alpenvereinskarte: Abbildung der Lage der Transekte 1850 m–ca. 2200m. Transekte (Transektnummern) in welchen *Gomphocerus sibiricus* gefunden wurde sind schwarz umranden, Transekte in welchen keine Individuen gefunden wurde, sind lediglich mit der Transektnummer versehen.

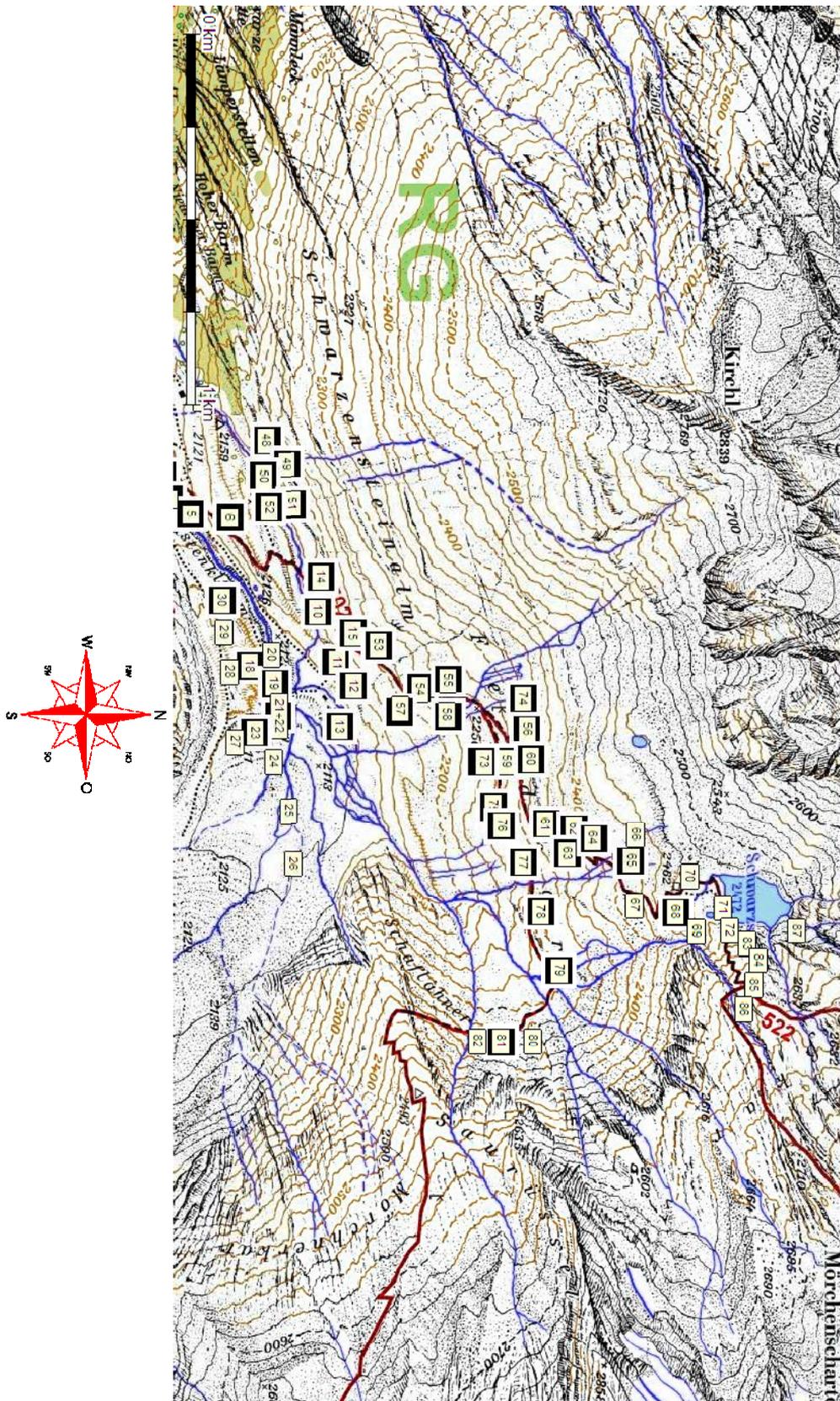


Abbildung 7. Ausschnitt aus der digitalen Österreichischen Alpenvereinskarte: Abbildung der Transsekte von ca. 2100 m – 2600 m. Transsekte (Transsektnummern) in welchen *Gomphoceris sibiricus* gefunden wurde sind schwarz umranden, Transsekte in welchen keine Individuen gefunden wurde, sind lediglich mit der Transsektnummer versehen.

2.4.2. Die Hangexposition

Die Transekte sollten nicht nur in der Höhenlage variieren, sondern auch in den anzutreffenden Hangexpositionen. Demnach wurde versucht, Transekte unterschiedlicher Hangexpositionen auszuwählen und zu kartieren.

Ebenso wie die Höhenlage konnten mit dem Geko 301 die Hangexpositionen mit Hilfe des inkludierten Kompasses bestimmt werden.

2.4.3. Die Bodendeckung

Unterschiedliche Bodendeckungen wirken sich auf die Individuendichte von *Gomphocerus sibiricus* aus (Illich & Winding, 1998). Um einen möglichst großen Einblick zu erhalten, wurden Transekte verschiedenster Bodendeckungen untersucht und kartiert. Die Bodendeckung wurde mit Hilfe einer Vergleichstafel eruiert und in Prozentklassen geschätzt (Anhang Abb. 1). Als Bodendeckung gilt die tatsächliche Vegetationsschicht auf dem zu untersuchenden Areal. Bei größerem Auftreten von Rohbodenanteil, wird der Bodendeckungsanteil ein kleinerer.

2.4.4. Vegetations-/Habitatklassen

Im Zuge der Datenaufnahme war es ebenso wichtig, die vorliegenden Vegetations-/Habitatklassen bzw. ihre prozentuelle Verteilung innerhalb eines Transekts zu verzeichnen. Unterschieden wurde zwischen vier Vegetations-/Habitatklassen (Illich & Winding, 1998) (siehe Tab. 1). Illich und Winding (1998) inkludierten ebenso Moose und Flechten, sowie Hochstauden, welche zwar bei der Kartierung berücksichtigt wurden, dann aber aufgrund zu geringer Stichprobenanzahlen und daraus resultierender geringer Aussagekraft aus der Auswertung exkludiert wurden. Der Anteil an Moosen und Flechten war lediglich an Windkanten verstärkt zu verzeichnen. Die Gesamtheit der kartierten Transekte wies stets keinen bis einen sehr geringen sichtbaren Anteil zwischen 0 und 20% an Moosen und Flechten auf. Höhere Vegetation kann Moose und Flechten verdecken und wurde demnach nicht mehr für weitere Analysen zugelassen. Ähnliches galt für die Vegetations-/Habitatklasse der Hochstauden. Nur einer der 89 Transekte konnte überhaupt einen größeren prozentuellen

Hochstaudenanteil >0% aufweisen. Aufgrund dieser sehr geringen Stichprobenanzahl, wurde auch diese Vegetations-/Habitatklasse für weitere statistische Analysen nicht mehr zugelassen. Grund hierfür mag darin liegen, dass die maximale Höhenverbreitung von Hochstauden bei zirka 2000 m liegt und somit für viele der kartierten Transsekte in noch höheren Lagen nicht mehr von Relevanz war.

Tabelle 1. Vegetations-/Habitatklasseneinteilung nach Illich und Winding, 1998.

Vegetations-/Habitatklassen & Definitionen

Rohboden	Stein und Fels.
Gräser und Kräuter	Hierzu gehören alle Gräser und Kräuter, welche keine verholzten oberirdischen Teile besitzen
Zwergsträucher	Als Zwergstrauch bezeichnet man Sträucher, die eine Höhe von maximal 50 cm erreichen (z.B.: <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rhododendron ferrugineum</i> , <i>Loiseleuria procumbens</i>).
Sträucher	Hierzu zählen holzige Sträucher die eine Höhe von mehr als 50 cm.
(Moose & Flechten)	
(Hochstauden)	Alle mastigen, hohen Kräuter sind Vertreter dieser Habitatklasse.

2.4.5. Biotoptypen

Die Transsekte mussten sich ebenso in ihrer Biotoptypzugehörigkeit unterscheiden, um feststellen zu können, ob etwaige Präferenzen bezüglich des Vorkommens von *Gomphocerus sibiricus* und der Gegebenheit von gewissen Biotopen herrschen. So wurde zwischen folgenden Biotoptypen unterschieden (Illich & Winding, 1998) (Tab. 2) (Abbildungen von den verschiedenen typischen Vertretern der Biotoptypen: Abb. 8-17).

Tabelle 2. Biotoptypendefinition nach Illich und Winding, 1998.

Biotoptypen	Definitionen
Alpiner Rasen	Mehr oder weniger geschlossene Rasenbestände in der Alpinstufe, gekennzeichnet durch Curvuletum (Krummseggenrasen), Elynetum (Nacktriedrasen), Seslerietum (Blaugrasrasen) (Abb. 8).
Almweide	Grünflächen, welche in der Hochmontan-, Subalpin- und Alpin-stufe vom Vieh beweidet werden und einen Zwergstrauchanteil von 0-30% besitzen (Abb. 9).
Bergmahd	Bergmähder sind artenreiche, ungedüngte Wiesen der Subalpinstufe, die bevorzugt an südexponierten Hängen anzutreffen sind (Abb. 10).
Sträucher/ Latschengebüsch	Hier dominieren hohe mastige Kräuter, Büsche wie z.B. Grünerlen und Weidengebüsche, sowie niederwüchsige Legföhren (Abb. 11).
Kiesbank	Schotter-, Sand- und Kiesbänke an Fließgewässern (Abb. 12).
Lägerflur	Lägerfluren sind durch Viehtritt und Überdüngung geprägt. Charakteristische Pflanzenarten sind z.B. Alpenampfer, stachelige Kratzdistel und Brennnessel (Abb. 13).
Niedermoor	Periodische Wasserüberstauung. (Abb. 14).
Rohboden	Schutt- und Blockhalden, die wenig bis keine Vegetation aufweisen (Abb. 15).
Windkante	Windkanten sind herausragende und windexponierte Stellen, welche meist nur spärlich z.B. durch <i>Loiseleuria procumbens</i> und Flechten bewachsen sind. Durch die ständige Erosion kommt viel Rohboden zum Vorschein (Abb. 16).
Zwergstrauchheide	Zwergstrauchheiden besitzen einen Anteil an Zwergsträuchern von mehr als 60%, welche nicht mehr als 50 cm Wuchshöhe erreichen. Zu den charakteristischen Zwergsträuchern zählen Rhododendretum, Vaccienetum und Nardeten (Abb. 17)

Alpiner Rasen



Abbildung 8. Alpiner Rasen. Charakterisiert durch einen mehr oder weniger geschlossenen Rasenbestand, gekennzeichnet durch Curvuletum (Krummseggenrasen), Elynetum (Nacktriedrasen), Seslerietum (Blaugrasrasen).

(Foto: Astrid Pöppl)

Almweide



Abbildung 9. Almweide. Grünflächen, welche in der Hochmontan-, Subalpin- und Alpin-Stufe vom Vieh beweidet werden und einen Zwergstrauchanteil von 0-30% besitzen.

(Foto: Astrid Pöppl)

Bergmahd



Abbildung 10. Bergmähder sind artenreiche, ungedüngte Wiesen der Subalpinstufe, die bevorzugt an südexponierten Hängen anzutreffen sind.

(Foto: Astrid Pöpl)

Sträucher/Latschengebüsch



Abbildung 11. Sträucher/Latschengebüsch. Hier dominieren hohe Büsche wie Grünerlen und Weidengebüsche, sowie Legföhren.

(Foto: Astrid Pöpl)

Kiesbank



Abbildung 12. Kiesbank. Schotter-, Sand- und Kiesbänke an/in Fließgewässern.

(Foto: Astrid Pöpl)

Lägerflur



Abbildung 13. Lägerflur. Lägerfluren sind durch Viehtritt und Überdüngung geprägt. Charakteristische Pflanzenarten sind Alpenampfer, stachelige Kratzdistel und Brennnessel.

(Foto: Astrid Pöpl)

Niedermoor



Abbildung 14. Niedermoor/Feuchtwiese.

(Foto: Astrid Pöppel)

Rohboden



Abbildung 15. Rohboden. Schutt- und Blockhalden, die wenig bis keine Vegetation besitzen.

(Foto: Astrid Pöppel)

Windkante



Abbildung 16. Windkante. Windkanten sind herausragende und windexponierte Stellen. Durch die ständige Erosion kommt viel Rohboden zum Vorschein.

(Foto: Astrid Pöpl)

Zwergstrauchheide



Abbildung 17. Zwergstrauchheide. Zwergstrauchheiden besitzen einen Anteil an Zwergsträuchern von mehr als 60%, welche nicht mehr als 50 cm Wuchshöhe erreichen.

(Foto: Astrid Pöpl)

2.4.6. Durchschnittliche Vegetationshöhe

Je nach Beweidungsgrad, anthropogenem Einfluss bzw. Höhenlage und Rohbodenanteil unterschieden sich die Transekte in der Vegetationshöhe. Ziel war es herauszufinden, ob *Gomphocerus sibiricus* eine gewisse Vegetationshöhe bevorzugt. Anzunehmen ist, dass, wie bereits von Illich und Winding (1998) beschrieben wurde, die Sibirische Keulenschrecke öfter anzutreffen ist, je niedriger die ermittelte durchschnittliche Vegetationshöhe ist, während Areale mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe über 50 cm gemieden werden.

Die Vegetationshöhe wurde alle 5 m längs in 4 x 25 m Transekten, sowie alle 3 m diagonal in 10 x 10 m Transekten gemessen. Es folgte eine Mittelwertberechnung der notierten Werte (Abb. 18+19).

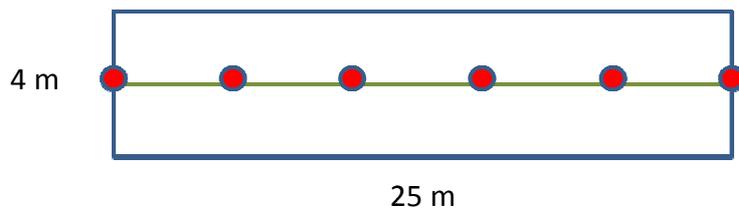


Abbildung 18. Messmethode der durchschnittlichen Vegetationshöhe; alle 5 m längs in einem 4 x 25 m Transekt.

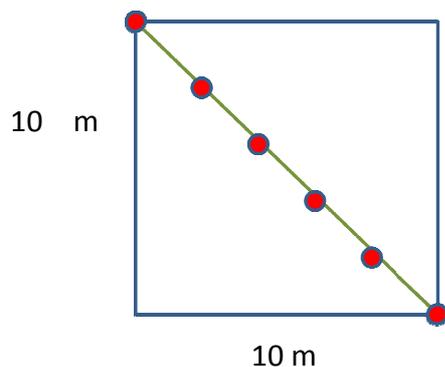


Abbildung 19. Messmethode der durchschnittlichen Vegetationshöhe; alle 3 m diagonal in einem 10 x 10 m Transekt.

Für die Kartierung vorgesehen, war ebenso eine Auflistung der als häufig wahrgenommenen Vegetation auf Familien- bzw. Gattungsniveau. Da diese aber lediglich aufgrund persönlicher Einschätzung vorgenommen werden konnte, und so hauptsächlich blühende Pflanzenarten als häufig empfunden wurden, welche für *Gomphocerus sibiricus* kaum Relevanz haben, wurden diese Erhebungen ebenso aus der Auswertung exkludiert, sind aber dennoch am Protokollblatt zu finden (Anhang. Abb. 2+3).

2.5. Zählung der Heuschrecken

Jede zu untersuchende Fläche betrug 100 m². Die einzelnen ausgewählten Transekte wurden mittels Maßband abgemessen (4 m x 25 m oder 10 m x 10 m) und abgesteckt bzw. markiert. Daraufhin wurde die Fläche innerhalb von 10 bis 15 Minuten (je nach Vegetationsdichte und der daraus resultierenden Zeitdauer des Absuchens) abgegangen und nach Individuen durchsucht (Abb. 20). Alle gefundenen Adulttiere von *Gomphocerus sibiricus* wurden vermerkt und je nach Geschlecht ins Protokollblatt (siehe Anhang Abb. 2+3) eingetragen, um danach auch etwaige Unterschiede bezüglich Geschlechterdichte ermitteln zu können.

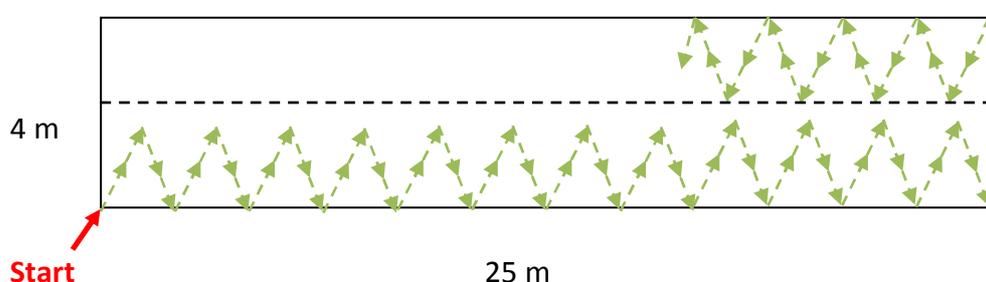


Abbildung 20. Suchschema innerhalb eines 100 m² großen Transekts.

Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurde nach erfolgreichem Notieren jedes adulte Tier aus dem Transekt entfernt, mittels Einfangen durch das Streifnetz. Wurde ein Individuum innerhalb der 100 m² Grenzen des Untersuchungsareals gehört, aber nicht gefangen bzw. gesehen, so wurde dieses ebenso vermerkt.

Wie bereits zuvor schon erwähnt, sollten Transekte in Höhenlage, Hangexposition, sowie in Substratbedeckung variieren (z.B.: 1800 m Höhe, 1 Transekt Hanglage: Süd, 1 Transekt Hanglage: Süd-West, 1 Transekt Hanglage: Süd-Ost,... Aufstieg: 1850 m Höhe, weitere Transekte die in Hanglage und Bodendeckung variieren,...). Weiters wurde immer das Datum, sowie die Uhrzeit der Kartierung, die Uhrzeit des Absuchens (Beginn und Ende) sowie die Uhrzeit der Wuchshöhenmessung vermerkt (Protokollblatt: Anhang Abb. 2 + 3).

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass es ursprünglich noch die Kartierungsmethode von Illich und Winding (1998) vorgesehen war, nämlich durch

Einteilen der 100 m² großen Untersuchungsfläche in 4 Fangstreifen zu je 1 x 25 m zwischen welchen ein Abstand von mindestens 5 m einzuhalten gewesen wäre. Mittels regelmäßigen Streifnetzschnitten wären sodann die einzelnen Fangstreifen nach Heuschrecken eingesammelt worden. Diese Methode musste allerdings vor Ort verworfen werden und durch eine neue, wie zuvor beschrieben, ersetzt werden.

2.6. Abiotische Komponenten

2.6.1. Temperatur

Sämtliche Zählungen fanden bei annähernd gleichen Wetterbedingungen statt. Hierzu waren tägliche Temperaturkontrollen mittels Thermometer (handelsüblicher Außenthermometer) erforderlich. Aufgrund der für die Jahreszeit untypischen (nicht sommerlichen) Wetterlage im Juli 2008, wurde ein Temperaturminimum vereinbart, bei welchem eine Kartierung vorgenommen wurde. So kam es, dass keinerlei Datenaufnahme unter einem Schatten-Temperaturminimum von 16 °C durchgeführt wurde. Die Festsetzung dieser Minimaltemperatur erwies sich als sinnvoll, da *Gomphocerus sibiricus* bei etwa bei einem Temperaturschwellenwert von 16 °C im Schatten jeden morgen zwischen 9.00 und 9.30 Uhr aktiv zu werden schien und stridulationsbereit war. Somit wurden Kartierungen nur dann vorgenommen, wenn die Tiere bereits genügend Zeit hatten durch Aufwärmen in der Sonne ihre „Betriebstemperatur“ zu erreichen, um sich akustisch bemerkbar zu machen.

Abbildung 21 zeigt, welche Temperaturen während der Datenaufnahme am häufigsten verzeichnet wurden. Von den 89 untersuchten Transsekten, wurden 27% (24 Transsekte) bei einer Schattentemperatur von 17 °C untersucht. Weiters häufig gemessen wurden Temperaturen von 18 °C (22,5%), 19 °C (16,9%), 20 °C (12,4%) und 16 °C (11,2%). Eine Schattentemperatur von 22 °C konnte im Zuge der Kartierung nie gemessen werden. Selten kartiert wurde bei einer Schattentemperatur von über 22 °C (Abb. 21).

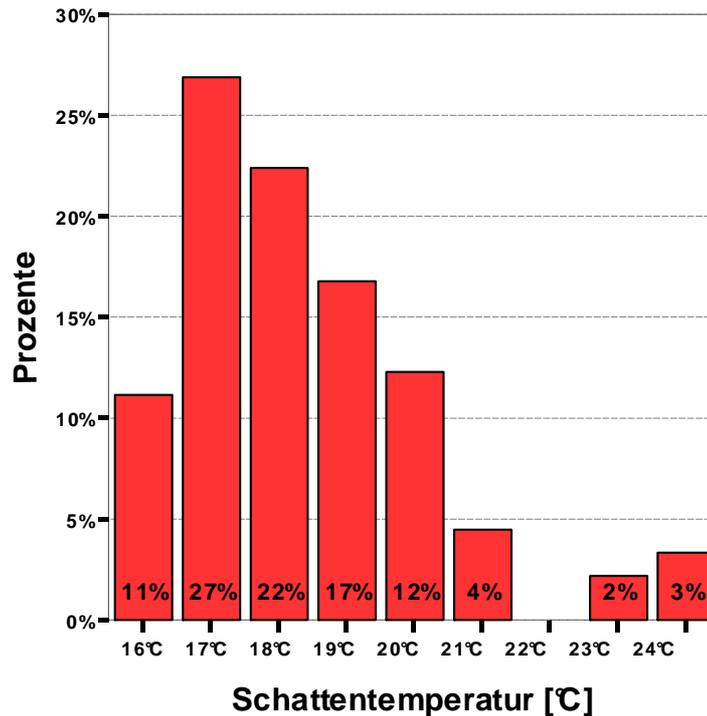


Abbildung 21. Gemessene Temperaturen bei den Untersuchungen ($N_T=89$). Bei 27% der Kartierungen konnte eine Schattentemperatur von 17 °C gemessen werden. Auch 18 °C und 19 °C wurden sehr oft gemessen. Höhere Temperaturen ab 21 °C wurden nur selten gemessen (2-4%). Eine Schattentemperatur von 22 °C kam im Zuge der Kartierung nie vor. Unter 16 °C erfolgten keine Kartierungen.

2.6.2. Uhrzeit

Eng korrelierend mit der vorherrschenden Temperatur ist die Uhrzeit, zu welcher die Kartierungen stattfanden. Grundsätzlich begann ein Erhebungstag etwa um 8.15 Uhr. Je nachdem wo kartiert wurde, war eine Wegstrecke bis zu 60 Minuten zurückzulegen, bevor Datenaufnahmen stattfanden. Die meisten Kartierungen fanden zur Mittagszeit statt, da hier bei maximaler Sonneneinstrahlung und demnach hoher Schattentemperatur die meisten aktiven Tiere erhofft wurden. 31,5% der Kartierungen fanden vormittags (9.00–11.00 Uhr), 32,6% mittags (11.01–13.00 Uhr), 25,8% früh nachmittags (13.01–15.00 Uhr) statt, während Kartierungen nach 15.00 Uhr lediglich einen Prozentanteil von 10,1% ausmachten, da ab 16.00 Uhr meist aufgrund von ungünstigen Wetterbedingungen die Kartierungen abgebrochen werden mussten.

2.7. Auswertungsmethoden

Die Protokollblätter wurden in schriftlicher und digitaler Form ausgewertet. Die Analysen erfolgten mit Hilfe des Computerprogramms *SPSS 15.0 für Windows XP®*. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit Mann-Whitney-U-Tests, sowie Korrelationskoeffizienten nach Spearman und Pearson. Die graphischen Darstellungen wurden mittels *SPSS 15.0 für Windows XP®* und *Excel für Windows XP®* angefertigt.

3. ERGEBNISSE

Insgesamt konnten 175 weibliche und 335 männliche Individuen vom *Gomphocerus sibiricus* kartiert werden ($N_{\text{IND}}=510$). Dies entspricht in etwa einem Verhältnis von 1:1,9.

3.1. Transektbeschreibung

Innerhalb der 4 Untersuchungswochen wurden 89 Transekte kartiert, die sich in Höhenlage, Hangexposition, Bodendeckung, Vegetations-/Habitatklassen und deren Zusammensetzung, Biotoptyp, durchschnittlicher Vegetationshöhe und Individuendichte unterschieden. Innerhalb der 89 untersuchten Transekte konnten in 54 Sibirische Keulenschrecken gefunden werden, während in 25 Transekten keine Individuen von *Gomphocerus sibiricus* kartiert werden konnten. Eine Zusammenfassung aller Transektparameter ist in Tabelle 3 zu finden.

Tabelle 3. Zusammenfassung der Transektparameter (Höhenlage, Hangexposition, Bodendeckung, Vegetations-/Habitatklassen, Biotoptypen, durchschnittliche Vegetationshöhe)

Transekteigenschaft	Kategorien	Transekte ($N_T=89$)	Prozent %
Höhenlage	1850 m - 2000 m	16	18,0
	2001 m - 2150 m	30	33,7
	2151 m - 2300 m	24	27,0
	2301 m - 2450 m	10	11,2
	2451 m - 2600 m	9	10,1
Hangexposition	Nord	2	2,2
	Nord-Ost	3	3,4
	Ost	2	2,2
	Süd-Ost	20	22,5
	Süd	27	30,3
	Süd-West	11	12,4
	West	7	7,9
	Nord-West	3	3,4
	keine Exposition	14	15,7

Bodendeckung	0-20%	2	2,2
	21-40%	3	3,4
	41-60%	4	4,5
	61-80%	31	34,8
	> 80%	49	55,1
Rohboden	0-20%	65	73,0
	21-40%	18	20,2
	41-60%	2	2,2
	61-80%	3	3,4
	> 80%	1	1,1
Zwergsträucher	0-20%	66	74,2
	21-40%	12	13,5
	41-60%	9	10,1
	61-80%	2	2,2
	> 80%	0	0,0
Gräser/Kräuter	0-20%	9	10,1
	21-40%	16	18,0
	41-60%	17	19,1
	61-80%	22	24,7
	> 80%	25	28,1
Sträucher	0-20%	87	97,8
	21-40%	0	0,0
	41-60%	0	0,0
	61-80%	1	1,1
	> 80%	1	1,1
Biotoptyp	Alpiner Rasen	33	37,1
	Almweide	24	27,0
	Bergmahd	5	5,6
	Sträucher/Latschengebüsch	2	2,2
	Kiesbank	3	3,4
	Lägerflur	1	1,1
	Niedermoor	3	3,4

	Rohboden	2	2,2
	Windkante	6	6,7
	Zwergstrauchheide	10	11,2
Durchschnittliche Vegetationshöhe	0-10 cm	55	61,8
	10-20 cm	27	30,3
	20-50 cm	5	5,6
	> 50 cm	2	2,2

Der Transsekt mit der niedrigsten **Höhenlage** befand sich in einer Höhe von 1850 m, der mit der höchsten bei 2600 m. Die Differenz von 750 Höhenmetern wurde in 5 Kategorien unterteilt zu je 150 m. Demnach wurden 16 der 89 Transsekte (18%) innerhalb der niedrigsten Höhenkategorie von 1850 m bis 2000 m kartiert, 30 Transsekte (33,7%) in der Höhenstufe zwischen 2001 m bis 2150 m, 24 Transsekte (27%) zwischen 2151 m bis 2300 m, 10 Transsekte (11,2%) eine Stufe darüber, zwischen 2301 m und 2450 m, und schließlich 9 Transsekte (10,1%) zwischen 2451 m und 2600 m. Die meisten Transsekte wurden zwischen 2001 m und 2150 m kartiert, weil dort die größte Vielfalt an Biotoptypen vorzufinden war.

Die untersuchten Areale sollten sich ebenso in ihrer **Hangexposition** unterscheiden. Hier anzumerken ist, dass aufgrund des Verlaufs des Gebirges von West nach Ost viele Südhänge kartiert werden konnten. Dennoch war es ebenso möglich, Ost und Westhänge ausfindig zu machen und zu kartieren, wenn auch in geringerer Anzahl. 14 von 89 Transsekten (15,7%) waren eben und wiesen keinerlei Exposition auf, 2 Transsekte (2,2%) waren nach Norden, je 3 Transsekte (3,4%) nach Nord-Ost und Nord-West gerichtet. 2 Transsekte (2,2%) verliefen in Richtung Osten, 27 (30,3%) in Richtung Süden, 20 (22,5%) nach Süd-Ost, 11 (12,4%) nach Süd-West und 7 (7,9%) nach Westen.

Keiner der Transsekte wies eine 100%ig kahle Fläche auf, ein gewisses Maß an **Bodendeckung**, wenn auch eine geringes, war immer vorhanden. Diese wurde mit Hilfe der Bodendeckungstafel (DVKW Merkblätter 1996, Anhang Abb. 1) geschätzt. 2 Transsekte (2,2%) wiesen eine Bodendeckung zwischen 0-20% auf, 3 (3,4%) Untersuchungsflächen eine Bodendeckung zwischen 21-40%, 4 (4,5%) eine zwischen

41-60%, 31 (34,8%) Transekte eine von 61-80% und 49 Transekte (55,1%), also mehr als die Hälfte wiesen eine Bodendeckung von mehr als 80% auf. Dies ist korreliert mit dem großen Vorkommen an alpinen Rasen und Almweiden, welche durch eine prozentuell hohe Bodendeckung charakterisiert sind.

Ebenso vermerkt wurden die unterschiedlichen Zusammensetzungen der **Vegetations-/Habitatklassen**. 4 Kategorien, nach Illich und Winding (1998) (Rohboden, Zwergsträucher, Gräser/Kräuter, Sträucher), falls im Transekt vorhanden, wurden mittels Bodendeckungstafel prozentuell geschätzt (Anhang Abb. 3). 65 von 89 Transekten (73%) wiesen einen **Rohbodenanteil** zwischen 0-20% auf, weiters stark vertreten waren Transekte mit einem Rohbodenanteil von 21-40%, nämlich 18 Transekte (20,2%) (Tab.3).

74,2% der Transekte, 66 Stück, wiesen einen Anteil von 0-20% **Zwergsträuchern** auf. Größere prozentuelle Anteile an Zwergsträuchern waren lediglich in kleinerer Anzahl vorhanden (Tab.3).

Der prozentuelle Anteil an **Gräsern und Kräutern** war wiederum ein großer. 28,1% an Transekten hatten einen Gräser/Kräuteranteil über 80%, dicht gefolgt von einem Gräser- und Kräuteranteil von 61-80%, welchen 22 Transekte (24,7%) aufweisen konnten. Nur noch 10,1% der untersuchten Transekte besaßen einen Gräser/Kräuteranteil von 0-10% (Tab. 3).

Selten vorzufinden waren Transekte mit einem hohen Anteil an **Sträuchern**. 87 von 89 Transekten wiesen 0-20% an Sträuchern auf. Einen höheren Prozentanteil an Sträuchern von 61-80%, sowie >80% konnte je nur einmal vorgefunden werden (Tab.3). Die geringe Anzahl an Transekten mit hohem Strauchanteil mag ihre Ursache darin haben, dass mit steigender Höhe, die durchschnittliche Vegetationshöhe abnimmt und somit hochwüchsige Sträucher nur noch selten in hoher Dichte anzutreffen waren. Diese Transekte sind trotz geringer Stichprobenanzahl von Wichtigkeit. Diese Transekte wurden gezielt aufgesucht, um feststellen zu können, ob auch in Lebensräumen mit sehr hoher Vegetationshöhe Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden können.

Ebenso sollten verschiedenste **Biotoptypen** auf die Anwesenheit von *Gomphocerus sibiricus* untersucht werden. Nach Illich und Winding (1998) wurde zwischen 10 Biotoptypen unterschieden (alpiner Rasen, Almweide, Bergmahd, Sträucher/Latschengebüsch, Kiesbank, Lägerflur, Niedermoor, Rohboden, Windkante und Zwergstrauchheide [Definitionen Tab. 2/ Abb. 8-17]). So waren 33 von 89 Transsekten (37,1%) alpine Rasen, und 24 (27,0%) entsprachen Almweiden. 10 von 89 Kartierungsflächen (11,2%) entsprachen dem Biotoptyp Zwergstrauchheide und 6 Transsekte (6,7%) dem einer Windkante. Die restlichen Biotoptypen wurden in geringerer Prozentzahl kartiert (Tab. 3).

Mehr als die Hälfte der kartierten Transsekte (61,8%) wiesen eine **durchschnittliche Vegetationshöhe** zwischen 0 und 10 cm auf und 30,3% eine etwas höhere zwischen 10 und 20 cm. Eine durchschnittliche Vegetationshöhe von 20-50 cm konnte nur in 5 von 89 Transsekten festgestellt werden (5,6%) und ein noch geringerer prozentueller Anteil, nämlich von 2,2%, wies eine Höhe über 50 cm auf (Tab. 3).

3.2. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Höhenlage

Bevor auf die Auswertung der Daten näher eingegangen wird, sollte darauf hingewiesen werden, dass bei der Kartierung ein einzelnes sehr stark besuchtes Transsekt (Transsekt 46) kartiert werden konnte, welches bei der Auswertung der Ergebnisse sehr wohl inkludiert wurde, allerdings im Diskussionsteil aufgrund von sonst entstehender Verfälschung der Daten exkludiert werden musste bzw. nochmals extra darauf hingewiesen wird. Der Transsekt 46 (1915 m, Hangexposition: Süd) wurde insofern als atypisch charakterisiert, da entlang des Wanderweges von der Alpenrose bis zur Berliner Hütte, hangabwärts dichtes, hohes Gebüsch, sowie hangaufwärts eine steile Felswand vorzufinden war, und somit das Transsekt 46 durch diese Gegebenheiten abgegrenzt bzw. isoliert war. Ebenso die Lage des Transsekts, nämlich genau entlang des Wanderweges und die damit verbundene hohe Wandererfrequenz, übte anscheinend keinen negativen Einfluss auf die Individuenanzahl von *Gomphocerus sibiricus* aus. So konnten im Transsekt

46 insgesamt 42 Individuen gefunden werden. Die vorgefundene Habitatklassenzusammensetzung innerhalb dieser Abgrenzung bestand aus 30% Rohboden, sowie 40% Gräser/Kräuter und 30% Zwergsträuchern.

Abbildung 22 zeigt die Korrelation zwischen der Gesamtindividuenanzahl (Weibchen und Männchen) und der Höhenlage. Durchschnittlich 8-9 Individuen (Transsekte in welchen Individuen vorhanden waren $N_T(+)=13/16$, Transsekte in welchen keine Individuen vorhanden waren $N_T(-)=3/16$) konnten auf den Transsekten in der untersten Höhenstufe von 1850 m-2000 m gefunden werden, während in der nächst höheren Stufe bis 2150 m 5 Individuen im Durchschnitt vorzufinden waren ($N_T(+)=21/30$, $N_T(-)=9/30$). In der darüber liegenden Höhenstufe, 2151 m-2300 m, waren wiederum durchschnittlich 8-9 Individuen anzutreffen ($N_T(+)=23/24$, $N_T(-)=1/24$). Mit zunehmender Höhenlage nahm nun die Individuenanzahl allmählich ab, sodass innerhalb der Stufe 2301 m-2450 m lediglich noch 2-3 Individuen im Durchschnitt gefunden wurden ($N_T(+)=7/10$, $N_T(-)=3/10$). Das maximale Höhenvorkommen konnte ein *Gomphocerus sibiricus* Weibchen auf 2441 m verzeichnen, während die letzten Männchen in 2404 m Höhe gefunden wurden. Es konnten keinerlei signifikanten Unterschiede bezüglich Höhenstufenpräferenz zwischen Männchen und Weibchen festgestellt werden (Anhang Abb. 4).

Ein abschließender Mann-Whitney-Test bestätigte, dass bei einer Halbierung des Höhengradienten von 750 m in 2 Hälften (1850 m–2225 m ($N_T=57$), 2226 m–2600 m ($N_T=32$), in den unteren Höhenlagen von 1850 m–2225 m hoch signifikant ($p=0,035$) mehr Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden konnten, während mit zunehmender Höhe die Gesamtindividuen-dichte weniger wurde.

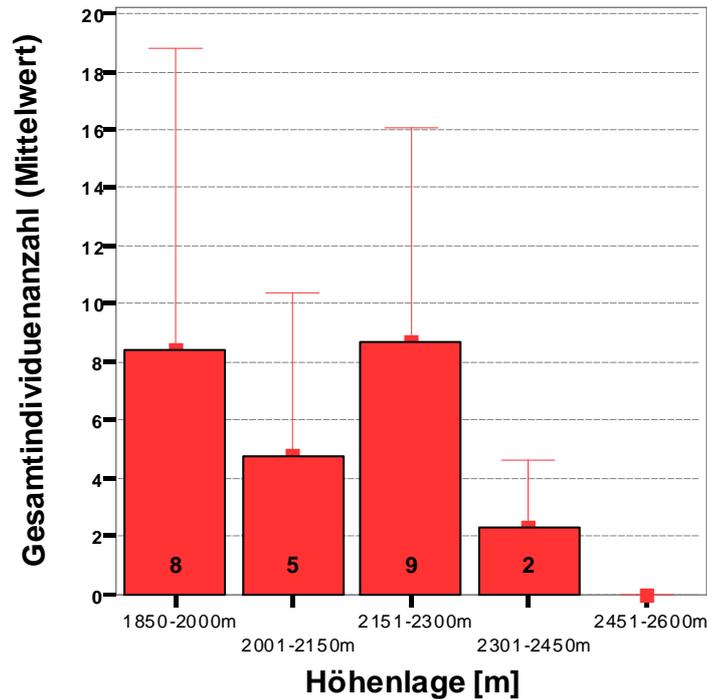


Abbildung 22. Gesamtindividuenanzahl von *Gomphocerus sibiricus* in verschiedenen Höhenlagen. Die meisten Individuen mit durchschnittlich 8-9 konnten in der Höhenstufe zwischen 1850 m–2000 m und 2151 m–2300 m gefunden werden. Mit zunehmender Höhenlage nahm auch die durchschnittliche Anzahl an gefundenen Heuschrecken ab. Das Höhenmaximum bezüglich Vorkommen lag bei 2441 m.

3.3. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Hangexposition

Auf Südhängen konnten im Durchschnitt die meisten Individuen kartiert werden. Demnach waren auf den Südhängen durchschnittlich 9-10 Individuen vorzufinden, auf den Süd-Osthängen in etwa 6, dicht gefolgt von den Süd-Westhängen mit durchschnittlich etwa 5 Individuen. Auch Transsekte ohne jegliche Exposition (weder nach Norden, Osten, Süden oder Westen exponiert, sondern „eben“) wiesen im Durchschnitt 4 Individuen pro Transsekt auf. Nord-Ost-, Nord-West, West- und Osthänge waren mit geringeren Dichten zwischen 1 und 3 Individuen vertreten. Lediglich auf den Transsekten der Nordhänge konnten keine Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden (Abb. 23).

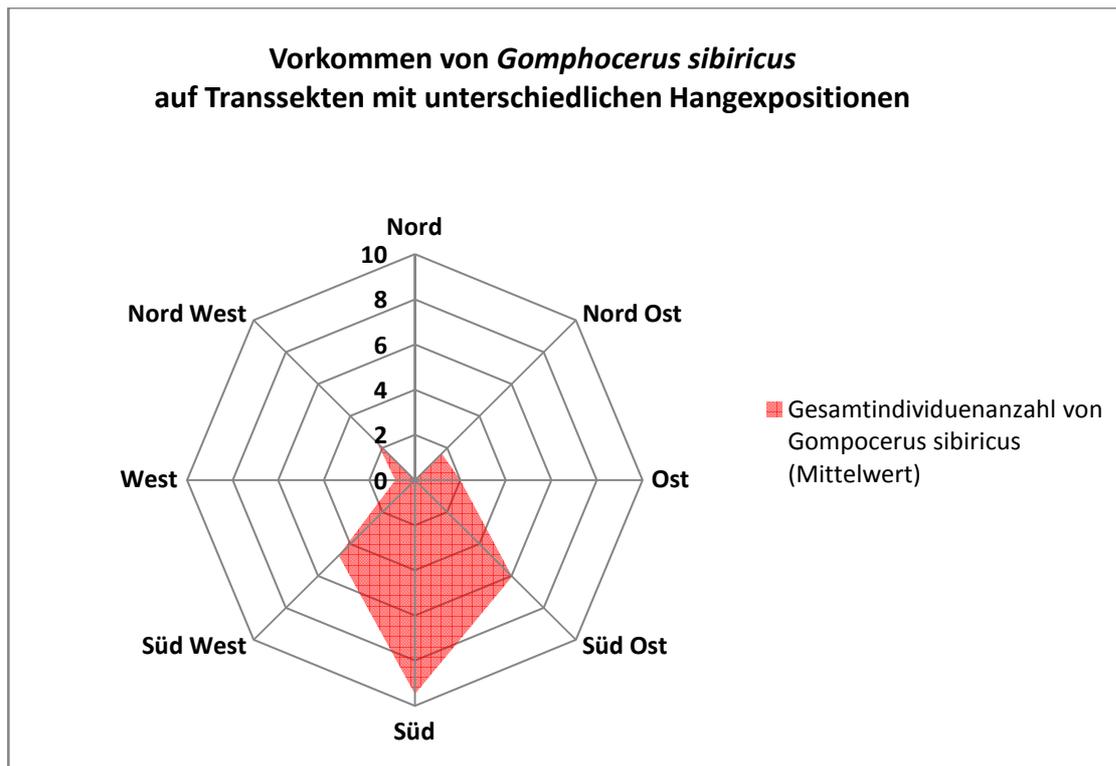


Abbildung 23. Gesamtindividuenanzahl (Mittelwert) in Transekten unterschiedlicher Hangexposition. Nach Süden exponierte Transekte wiesen die meisten Individuen auf, dicht gefolgt von Transekten ohne jegliche Exposition (hier in Kompass-Abbildung nicht inkludiert). Nord-West-, Nord-Ost-, West- und Osthänge waren ebenso noch mit geringerer Individuendichte vertreten. Auf Nordhängen konnten keinerlei Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden.

Wie bereits bei der Höhenverteilung gibt es auch bei der Hangexpositionspräferenz kaum Unterschiede zwischen Weibchen und Männchen. Auf südexponierten Hängen konnten die meisten Weibchen als auch Männchen kartiert werden. Hervorzuheben ist, dass während Weibchen nicht auf Nord-Osthängen gefunden werden konnten, auf Nord-Osthängen im Durchschnitt sehr wohl 1-2 männliche Individuen kartiert werden konnten. Auf Nordhängen konnten aber weder Männchen, noch Weibchen kartiert werden (Anhang Abb. 5).

3.4. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Bodendeckung

Unter einer Bodenbedeckung von 41% ($N_T=5$) konnten keine Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden. Beträgt die Bodenbedeckung über 41% ($N_T=84$), so kommen im Durchschnitt in etwa gleichbleibend viele Individuen von

6-7 vor. Abbildung 24 zeigt die durchschnittliche Dichte von *Gomphocerus sibiricus* bei unterschiedlichen Bodendeckungen.

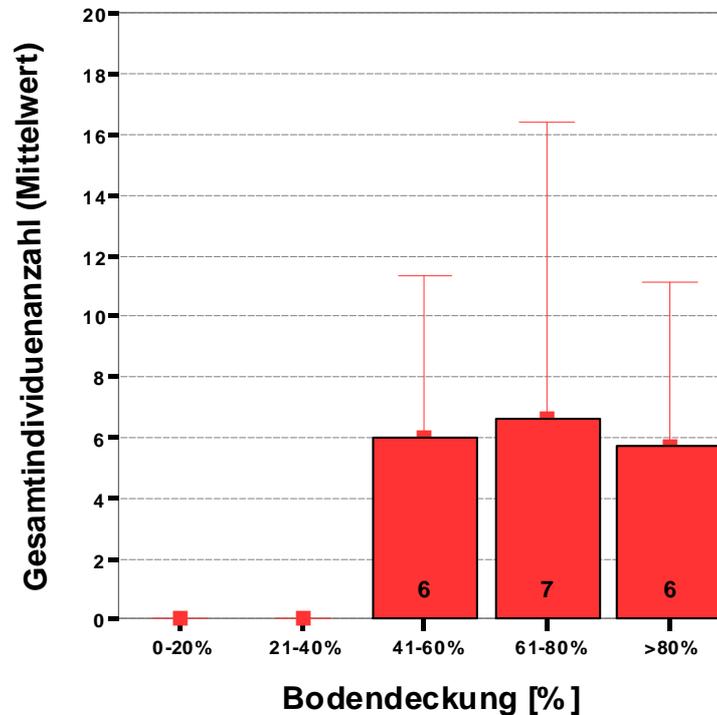


Abbildung 24. Durchschnittliche Dichte von *Gomphocerus sibiricus* in Transsekten mit unterschiedlicher Bodendeckung. Bei einer Bodenbedeckung unter 41% ($N_T=5$) waren keine Individuen vorzufinden, während bei einem Substradeckungsanteil von 41-60% durchschnittlich 6 Individuen, bei einem Anteil von 61-80% der Mittelwert der Gesamtindividuen 6-7 beträgt, sowie auch noch bei einer höheren Bodendeckung von über 80% durchschnittlich 6 Individuen vorzufinden waren.

Bei einer näheren Betrachtung von präferierten Bodendeckungen im getrennten Geschlechter-Kontext (Anhang Abb. 6) ist der Trend bezüglich Bodendeckung zwischen Weibchen und Männchen derselbe, wenn auch die Männchen an Individuendichte den Weibchen überlegen sind. Ein kleiner Unterschied ist lediglich insofern zu vermerken, dass bei den Weibchen von *Gomphocerus sibiricus* eine leichte Präferenz bezüglich der Bodendeckung 61–80% vorliegt und bei den Männchen eine zu der Kategorie 41-60%.

Die Präferenz von *Gomphocerus sibiricus* bezüglich einer hohen Bodendeckung wurde durch einen Mann-Whitney U-Test bestätigt. Teilt man die 100%-Skala der Bodendeckungsaufnahme abermals in 2 Teile (0-50%, >50%) (0-50% ($N_{\text{TRANSEKTE}}=7$), >50% ($N_{\text{TRANSEKTE}}=82$)), so korreliert die Gesamtindividuedichte hoch signifikant ($p=0,006$) mit der Bodendeckungsklasse von >50%. Trotz der ungleichmäßigen Verteilung der Transekte zwischen den 2 Bodendeckungskategorien (0-50%, >50%), bleibt die Gültigkeit dieser Korrelation bestehen, da in den 7 bodendeckungsarmen Transekten keinerlei Individuen zu finden waren.

3.5. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Vegetations-/Habitatklassen

Im direkten Zusammenhang mit der Präferenz zu einer gewissen Bodendeckung steht der Anteil des Rohbodens. So erweist sich ein geringerer **Rohbodenanteil** als günstiger für *Gomphocerus sibiricus*, als zu viel Anteil an Fels. Ein Transekt mit einem Rohbodenanteil von 0–20% und 21–40% ist je mit durchschnittlich 6 Individuen vertreten. Auf Flächen mit noch mehr Rohbodenanteil von 41-60% waren nur noch durchschnittlich 3 Individuen zu finden. 4 Transekte mit noch höheren Rohbodenanteilen ($N_{T(61-80\%)}=3$, $N_{T(>80\%)}=1$) wurden zwar kartiert, wiesen aber keine Heuschrecken auf (Abb. 25).

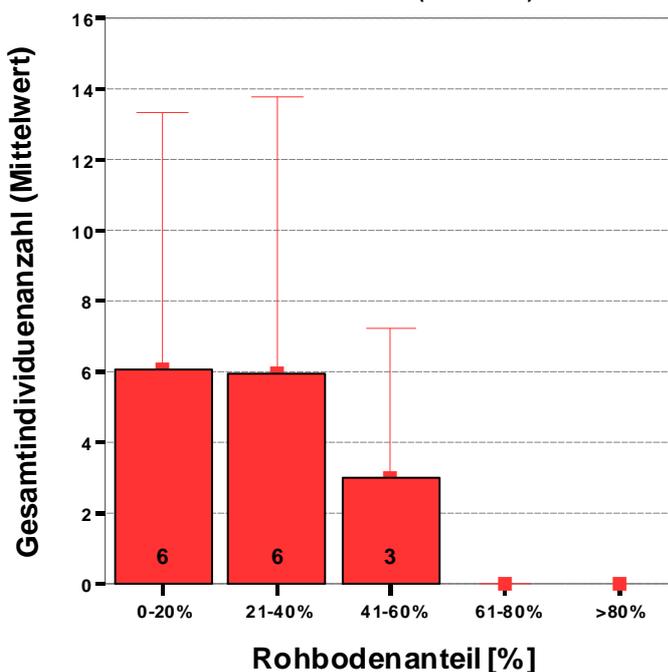


Abbildung 25. Anzahl der Individuen von *Gomphocerus sibiricus* in Transekten mit unterschiedlichen Rohbodenanteilen. Bei einem größeren Rohbodenanteil als 60% konnten keine Individuen mehr gefunden werden. In Transekten mit einem Rohbodenanteil von 0–20% bzw. 21–40%, konnten durchschn. je 6 Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden. Steigt der Rohbodenanteil, so sinkt die Individuendichte.

Zwischen Weibchen und Männchen gibt es bezüglich Rohbodenanteilpräferenzen kaum herausragende Unterschiede, bis auf die stets höhere Individuendichte auf Seiten der Männchen. Lediglich eine sehr kleine Differenz bezüglich Rohbodenanteil im geschlechterspezifischen Kontext kann vernommen werden. So kamen die meisten Weibchen auf Transekten mit einem Rohbodenanteil von 21-40% mit durchschnittlich 2-3 Individuen vor, dicht gefolgt von Transekten mit einem Rohbodenanteil von 0-20%. Die meisten *Gomphocerus sibiricus* Männchen waren auf Transekten mit einem Anteil von 0-20% Rohboden zu kartieren, mit durchschnittlich 4 Individuen (Anhang Abb. 7).

Auch hier bestätigt ein anschließender Mann-Whitney U-Test durch die hoch signifikante Korrelation ($p=0,004$) der Gesamtindividuenanzahl mit der Rohbodenkategorie 0-50%, dass *Gomphocerus sibiricus* Transekte mit weniger Rohbodenanteil bevorzugt. Trotz ungleicher Transektverteilung bezüglich Anzahl zwischen den 2 Rohbodenkategorien ($N_{T(0-50\%)}=84$, $N_{T(>50\%)}=5$), ist hier anzumerken, dass die Transekte mit einem Rohbodenanteil $>50\%$ gezielt aufgesucht wurden, um nach Illich und Winding (1998) auch atypische Habitate zu kartieren. Die Tatsache, dass in diesen 5 Transekten ($>50\%$ Rohbodenanteil) kein einziges Individuum gefunden werden konnte und lässt demnach dieses hochsignifikante Ergebnis zu.

Bei einem **Zwergstrauchanteil** von 0-20% kamen im Durchschnitt 5 Individuen von *Gomphocerus sibiricus* vor, welches sich mit steigendem Zwergsträucheranteil änderte. Bei einem Zwergstrauchanteil von 21-40% waren im Durchschnitt bereits 12-13 Individuen zu finden. Bei noch größeren Zwergstrauchanteilen geht die gefundene Individuenanzahl wiederum zurück, sodass bei einem Anteil von 41-60% an Zwergsträuchern nur noch durchschnittlich 5 Individuen kartiert wurden. In Transekten mit noch größeren Anteilen an Zwergsträuchern konnten keine Individuen mehr gefunden werden (Abb. 26). Hier muss zusätzlich erwähnt werden, dass lediglich 2 Transekte einen Zwergstrauchanteil von 61–80% besaßen und kein Transekt mit einem noch höheren Zwergstrauchanteil von über 80% gefunden und somit kartiert werden konnte.

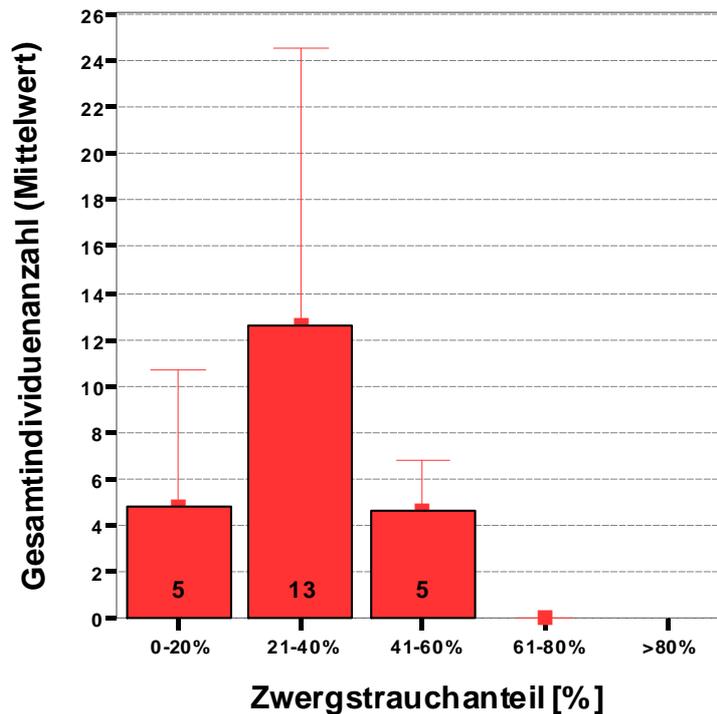


Abbildung 26. Individuenanzahl pro Transekt bei unterschiedlichen Prozentanteilen an Zwergsträuchern: Die meisten Individuen konnten im Durchschnitt bei einem Zwergstrauchanteil von 21–40% gefunden werden, auch weniger Zwergstrauchanteil von 0–20%, sowie ein höherer Zwergstrauchanteil von 41–60% sind mit 6 Individuen im Durchschnitt vertreten. Bei einem noch höheren Zwergstrauchanteil von über 61% wurden keine Individuen mehr gefunden.

Zwischen Männchen und Weibchen gibt es keine Präferenzunterschiede bezüglich des Zwergstrauchanteils. Beide Geschlechter waren am häufigsten in Transekten mit einem Zwergstrauchanteil von 21–40% anzutreffen. Lediglich Transekte mit einem prozentuellen Anteil über 60% wurden von *Gomphocerus sibiricus* nicht besiedelt (Anhang Abb. 8).

Die fast ausgeglichene Rangvergabe durch den Mann-Whitney U-Test zeigt, dass *Gomphocerus sibiricus* sowohl in Transekten mit einem Zwergstrauchanteil bis zu 50% ($N_T=81$) zu finden war (mittlerer Rang=45,41), als auch dass Transekte mit höheren Zwergstrauchanteilen >50% ($N_T=8$) auch noch einen Rangwert von 40,81 aufweisen konnten und somit keine signifikanten Unterschiede ($p=0,627$) herauszulesen waren.

Bei geringen Anteilen zwischen 0-20% an **Gräser und Kräutern** kamen im Mittelwert etwa 1-2 Individuen an *Gomphocerus sibiricus* vor, welches sich mehr als verdoppelt bei einem Gräser/Kräuteranteil von 21–40% sowie 41-60%, bei welchem im Durchschnitt bereits 10-11 Individuen gefunden werden konnten. Mit weiter zunehmendem Gräser/Kräuteranteil nahm die Gesamtindividuenanzahl wiederum ab. So waren im Durchschnitt bei einem Transsekt mit 61-80% Gräser/Kräuteranteil nur noch 3-4 Individuen zu verzeichnen und bei einem Anteil über 80% in etwa 5 Individuen (Abb. 27).

Im Geschlechtervergleich konnten keine eindeutigen Unterschiede bezüglich Gräser/Kräuterpräferenzen erkannt werden. Weibchen als auch Männchen kamen beide im Durchschnitt am häufigsten in Transsekten mit einem Gräser-/Kräuteranteil zwischen 41–60% vor. Den zweiten und dritten Rang machten Transsekte mit einem Gräser-/Kräuteranteil zwischen 21–40%, sowie >80% aus (Anhang Abb. 9).

Wie schon zuvor bei der Präferenz bezüglich Zwergstrauchanteil, so ist laut einem Mann-Whitney U-Test hier auch kein signifikanter Unterschied ($p=0,976$) zwischen geringem bis mäßigem Gräser/Kräuteranteil ($N_{T(0-50\%)}=33$) und Transsekten mit hohem Gräser/Kräuteranteil ($N_{T(>50\%)}=56$) ausfindig zu machen.

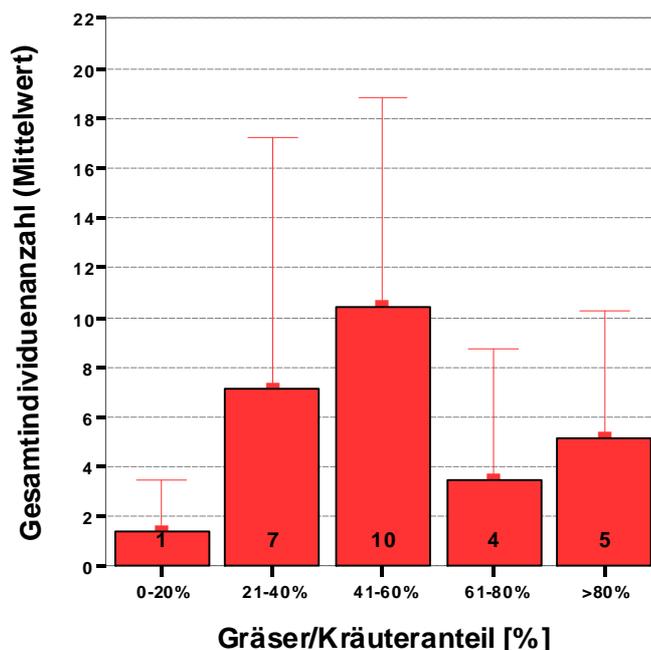


Abbildung 27: Durchschnittliche Gesamtindividuenanzahl von *Gomphocerus sibiricus* auf Transekten mit unterschiedlichen prozentuellen Anteilen an Gräsern und Kräutern: Durchschnittlich 10–11 Individuen konnten auf Transekten mit einem Gräser/Kräuteranteil zwischen 41 und 60% gefunden werden. Weiters stark vertreten waren auch noch Transekte mit einem Gräser/Kräuteranteil von 21–40%, mit etwa 7 Individuen im Durchschnitt. Bei einem Anteil von 0–20% an Gräsern und Kräutern konnten nur noch 1–2 Individuen gefunden werden.

Die meisten Individuen, durchschnittlich 6, konnten in Transekten ohne jeglichen **Strauchanteil** gefunden werden. Allerdings konnten nur 2 Transekte mit einem höheren Strauchanteil als 61% kartiert werden. Auch hier wurden in beiden Fällen ($N_{T(61-80\%)}=1$, $N_{T(>80\%)}=1$) je 1 Männchen gezählt. Diese wurden allerdings nur an Randlagen, angrenzend an benachbarte Wiesenbestände gefunden. Da keinerlei Transekte mit einem Strauchanteil von 21-60% kartiert werden konnten, sind diese Ergebnisse nicht sehr aussagekräftig, bestätigen aber dennoch, dass *Gomphocerus sibiricus* auch in Lebensräumen mit sehr hohem Wuchs über 50 cm vorkommen kann, wenn auch in sehr geringer Abundanz (Abb. 28). Aufgrund der geringen Stichprobenanzahl wurden keine weiteren statistischen Analysen mehr vorgenommen.

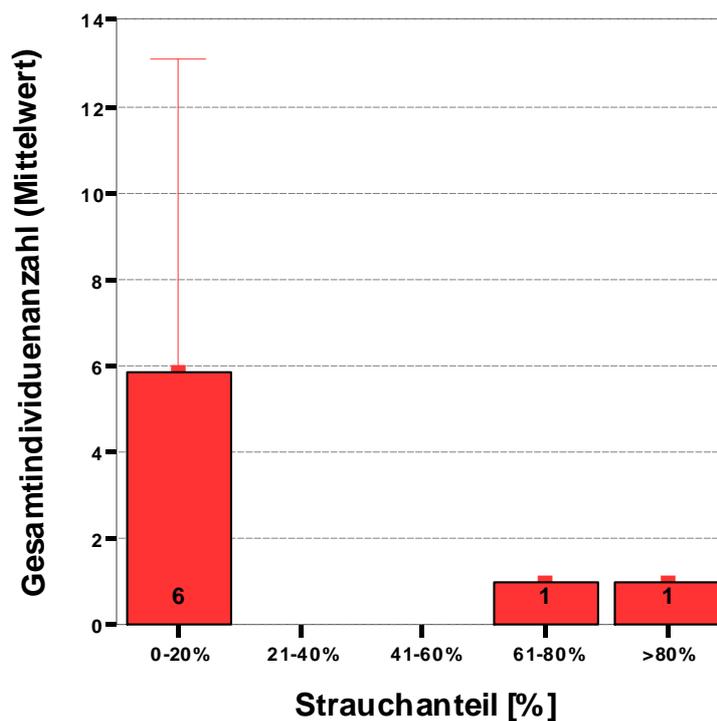


Abbildung 28. Durchschnittliche Gesamtindividuenanzahl von *Gomphocerus sibiricus* auf Transekten mit unterschiedlichen prozentuellen Anteilen an Sträucher: Durchschnittlich 6 Individuen konnten in Transekten mit einem Strauchanteil von 0-20% gefunden werden. Transekte mit einem Strauchanteil von 21-60% konnten nicht kartiert werden. Untersuchungsgebiete mit einem Strauchanteil von 61-80%, sowie >80% wurden je von einem Individuum bewohnt.

3.6. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und Biotoptypen

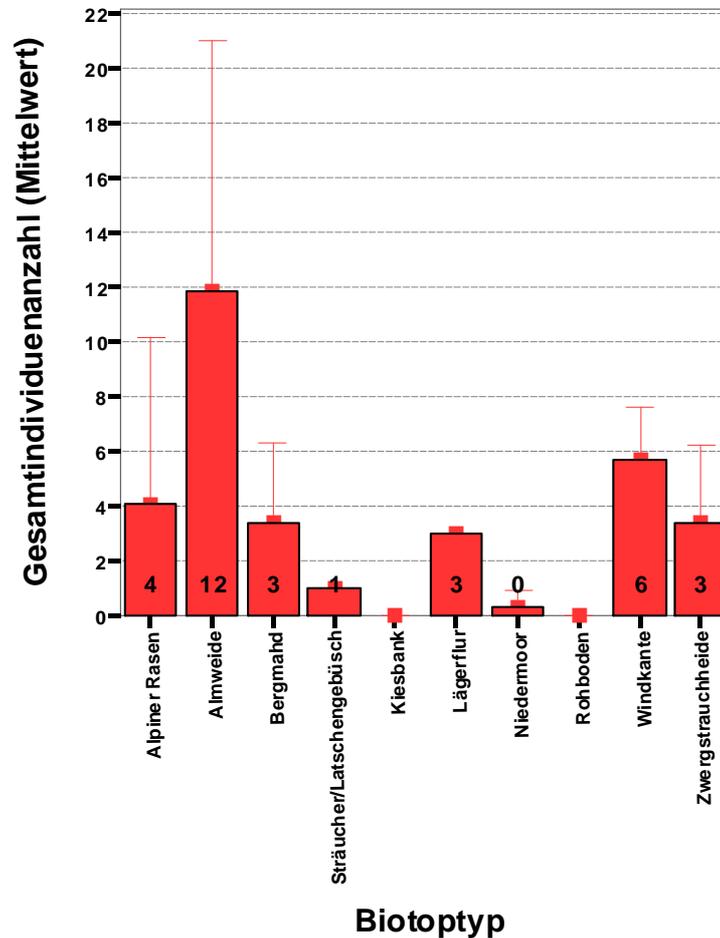


Abbildung 29. Durchschnittliche Anzahl der Individuen von *Gomphocerus sibiricus* pro Transekt in verschiedenen Biotoptypen (Definition nach Illich und Winding, 1998). Die meisten Individuen, durchschnittlich 12, konnten auf Almweiden gefunden werden, während auf Windkanten durchschnittlich 6 sowie auf Alpineren Rasen durchschnittlich 4 Individuen von *Gomphocerus sibiricus* gefunden werden konnten. Keinerlei Heuschrecken konnten auf Kiesbänken und Rohböden kartiert werden.

Die dichteste Besiedlung von 12 Individuen pro Transekt wiesen Almweiden auf, gefolgt von Windkantengesellschaften (5-6 Individuen im Durchschnitt) und Alpineren Rasen (4 Individuen). Transekte mit Kiesbänken und vegetationslose Rohböden waren nicht besiedelt. Ebenso waren Biotoptypen wie Niedermoore und Sträucher/Latschengebüsche nur sehr dünn besiedelt (Abb. 29).

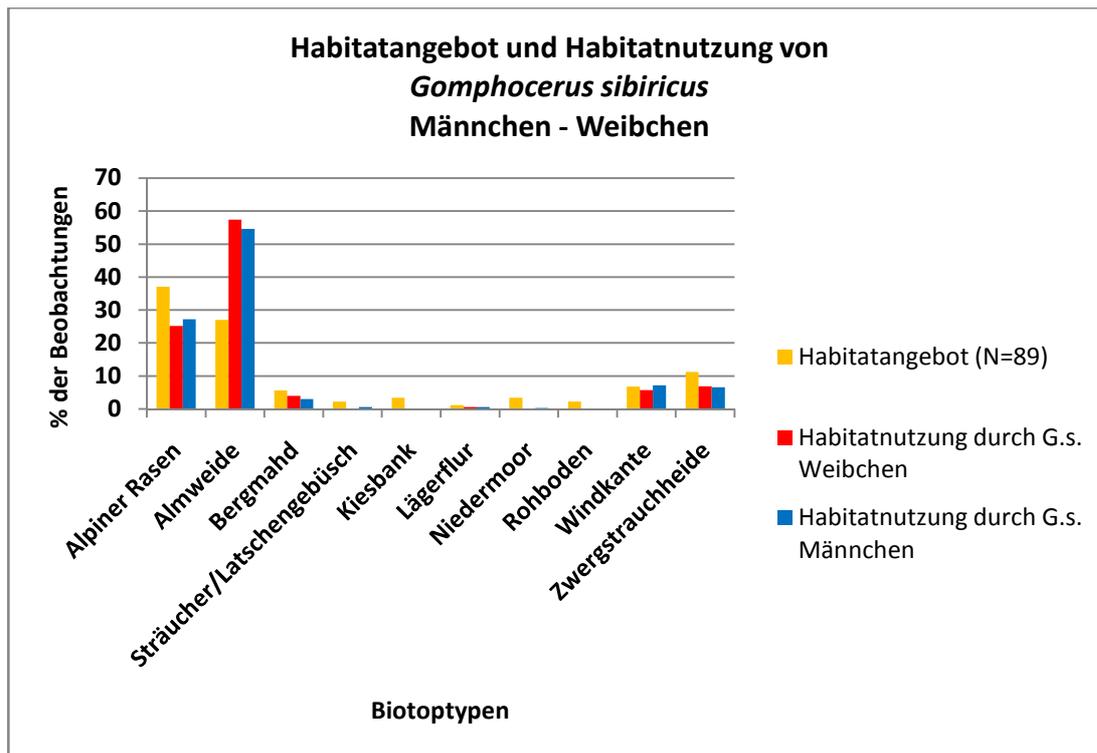


Abbildung 30. Habitatangebot und Habitatnutzung von *Gomphocerus sibiricus*. Am häufigsten anzutreffen war *Gomphocerus sibiricus* auf Almweiden. Der Biotyp Almweide stellt auch gleichzeitig im Habitatangebot- und Habitatnutzungsvergleich den präferierten Biotyp dar. Über 35% der 89 Transekte waren alpine Rasen, welche 25% der Habitatnutzung von *Gomphocerus sibiricus* ausmachten. Kaum bzw. gar nicht genutzte Biotypen stellen Sträucher/Latschengebüsche, Lägerfluren, Kiesbänke, Niedermoore und Rohböden dar.

Der Vergleich von Habitatangebot und Habitatnutzung von *Gomphocerus sibiricus* zeigt, dass auf Almweiden, die ein Habitatangebot von 27% darstellen, über 55% der kartierten Heuschrecken ($N_{IND}=509$) gefunden werden konnten. Auch Windkanten konnten bei einem Habitatangebot von 6,7% ebenso selbigen Anteil an Habitatnutzung bieten. Alpine Rasen waren in der Kartierung mit 37% vertreten, wurde allerdings nur zu 26,5% als Habitat genutzt. Auch das Angebot an Zwergstrauchheiden und Bergmähdern wurde im Schnitt gut genutzt, während Kiesbänke, Niedermoore und Rohböden keine potentiellen Habitate darstellen (Abb. 30).

Bezüglich Biotyppräferenzen gibt es zwischen *Gomphocerus sibiricus* Männchen und Weibchen kaum Unterschiede, der Trend zu Almweiden, Windkanten und alpinen Rasen bleibt derselbe (Anhang Abb. 10).

3.7. Zusammenhang zwischen Gesamtindividuenanzahl und durchschnittlicher Vegetationshöhe

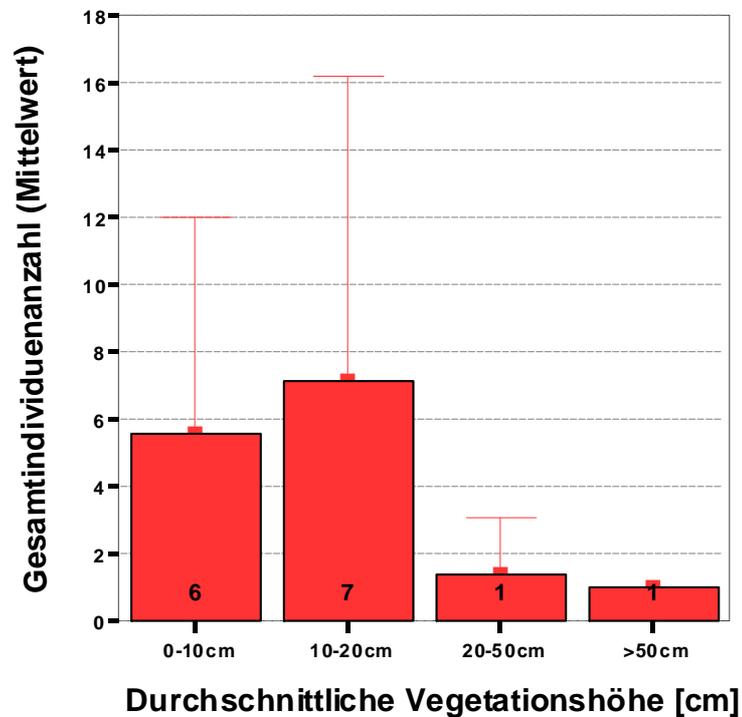


Abbildung 31. Durchschnittliche Gesamtindividuenanzahl von *Gomphocerus sibiricus* in Transekten mit unterschiedlicher Vegetationshöhe. Die meisten Individuen, durchschnittlich 7, konnten in Transekten mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe von 10-20 cm gefunden werden. Transekte mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe von 0-10 cm konnten durchschnittlich 5-6 Individuen aufweisen. In Transekten mit einer hohen Vegetation von 20-50 cm ($N_T=5$) und >50 cm ($N_T=2$) konnte lediglich nur mehr 1 Individuum im Durchschnitt gefunden werden.

Wie bereits von Illich und Winding (1998) bestätigt, wird die präferierte durchschnittliche Vegetationshöhe eher eine niedrige sein. So konnten in Transekten mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe von 10-20 cm die meisten Individuen, durchschnittlich 7, gefunden werden. Eine durchschnittliche Vegetationshöhe von 0-10 cm brachte gemittelt 5-6 Individuen mit sich. Bei einer Vegetationshöhe von 20-50 cm ($N_T=5$) und >50 cm ($N_T=2$) konnten durchschnittlich nur mehr 1, bzw. 1-2 Individuen gefunden werden (Abb. 31). Der Grund für die geringe Anzahl an Transekten mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe von 20-50 cm bzw. >50 cm liegt an der mit zunehmender Höhenlage abnehmenden hochwüchsigen Vegetation.

Bezüglich Geschlechterdifferenzen ist zu sagen, dass keine großen Unterschiede ausfindig zu machen waren. Männchen und Weibchen waren am häufigsten in Transekten mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe von 10-20 cm zu finden (2-3 Weibchen, 4-5 Männchen) (Anhang Abb. 11).

4. DISKUSSION

4.1. Charakterisierung bevorzugter Lebensräume

Der bevorzugte Lebensraum von *Gomphocerus sibiricus* spiegelt sich in Almweiden, Windkanten und niederwüchsigen alpinen Rasen mit durchschnittlicher Vegetationshöhe von 10 cm–20 cm wider, welche einen hohen Anteil an Gräsern/Kräutern (41–60%), einen gewissen Anteil an Zwergsträuchern (21–40%) wie auch an Rohboden (0–40%) besitzen. Die Präferenzen zu alpinen Rasen und Almweiden werden auch von Illich und Winding (1998), sowie von Voith (2003 In: Schlumprecht) bestätigt. Weiters konnte festgestellt werden, dass *Gomphocerus sibiricus* am häufigsten auf südexponierten Hängen vorzufinden war, während auf Nordhängen keine einzige Heuschrecke kartiert werden konnte. Bezüglich Höhenlage ist anzumerken, dass *Gomphocerus sibiricus* bevorzugt zwischen 1851 m und 2300 m anzutreffen war, welches ein ebenso starkes Vorkommen in tieferen Lagen nicht ausschließen lässt, allerdings im Rahmen dieser Kartierung nicht vorgenommen wurde. Illich und Winding (1998) beschreiben eine gewisse Präferenz zu Lagen zwischen 1800 m und 2600 m in den Hohen Tauern, welches den Ergebnissen der Kartierung in den Zillertaler Alpen/Zemmgrund nahe kommt, wenn auch der maximale Höhenfund im Zillertal (2441 m) ein geringerer als in den Hohen Tauern (2700 m) war. Lebensräume mit zu hoher Vegetationswuchshöhe (>20 cm), wie auch vegetationslose Areale wurden von *Gomphocerus sibiricus* gemieden. Auch auf nach Norden gerichteten Hängen und in Biotoptypen wie Niedermooren, Rohböden und Kiesbänken konnten keine Sibirischen Keulenschrecken gefunden werden.

4.2. Individuenanzahl und ökologische Parameter

4.2.1. Höhenlage

Über den Schwerpunkt der Höhenverbreitung von *Gomphocerus sibiricus* sind in der Literatur unterschiedliche Angaben zu finden. Die Verbreitung soll nach Baur und Roesti (2006) zwischen 1070 m und 2910 m liegen. Andere Literatur schreibt der Sibirischen Keulenschrecke einen Verbreitungsschwerpunkt zwischen 900 m und 2500 m (Tauscher, 1986) zu. Kartierungen von Illich und Winding (1998) in den Hohen Tauern besagen, dass sich eine gewisse Präferenz der Höhenlage zwischen

1800 m und 2600 m herauskristallisierte mit einem höchsten Fundpunkt von 2700 m in Osttirol. So sehr die Angaben über die Höhenverbreitung divergieren mögen, stimmt die Literatur in einem überein, nämlich dass *Gomphocerus sibiricus* ein typische Heuschrecke der alpinen Gebirgslagen darstellt (Baur & Roesti, 2006; Tauscher, 1984). Die Höhenlage der 89 kartierten Transsekte erstreckte sich von 1850 m bis 2600 m und lag demnach genau innerhalb des von Illich und Windig (1989) beschriebenen Präferenz-Höhenlevels. Eine genauere Analyse der Daten zeigt, dass auch innerhalb dieser präferierten Höhenlage einige Differenzen, bzw. weitere Präferenzen vorzufinden waren. Transsekte innerhalb von 2151 m und 2300 m waren am dichtesten bewohnt, gefolgt vom niedrigsten Höhenlevel von 1850 m bis 2000 m. Das Höhenlabel dazwischen, Transsekte mit einer Seehöhe von 2001 m bis 2150 m, verzeichnete im Schnitt nur die Hälfte an Individuen. Noch höher gelegene Transsekte über 2300 m nahmen an Individuenanzahl ab, bis letztendlich keinerlei Sibirische Keulenschrecken mehr ab einer Höhe von 2441 m vorzufinden waren. Dieses unregelmäßige Bild wurde aufgrund eines atypischen Transsekts in der niedrigsten Höhenstufe von 1850 m-2000 m vermutet. Doch selbst bei einer Analyse, in welcher der besagte Transsekt 46 (charakterisiert hangaufwärts durch einerseits steile Felswand, sowie hangabwärts durch dichtes Gebüsch) exkludiert wurde, bleibt der Präferenz-Trend ein ähnlicher. Ebenso bei Betrachtung der Transsekte innerhalb des zweiten Höhenlevels, 2001 m-2150 m konnten keinerlei Ausreißer bzw. ungewöhnliche Charakteristika gefunden werden. Fest steht allerdings, dass vor Ort, entlang des Weges zum Schwarzsee das am höchsten vorkommende Individuum in 2441 m Höhe gefunden wurde. Bei Kartierungen oberhalb des Schwarzsees (2472 m) konnten keinerlei Individuen mehr gezählt werden. Die dort vorherrschenden Westhänge tragen aufgrund der geringen Sonneneinstrahlung sehr langanhaltende Schneedecken mit sich, sodass potenziell-bewohnbare Transsekte nicht freigegeben werden bzw. lange vegetationslos erscheinen. Zwischen den Geschlechtern konnten keinerlei Unterschiede bezüglich divergierender Höhenstufendifferenz ausfindig gemacht werden.

4.2.2. Hangexposition

Da Sonneneinstrahlung für Heuschrecken wichtig ist, wurden sonnige Plätze von *Gomphocerus sibiricus* bevorzugt (Voith, 2003 In: Schlumprecht). Demnach konnten in südexponierten Transsekten die meisten Individuen gefunden werden, dicht gefolgt von Arealen die keinerlei Exposition aufwiesen. Auch Illich und Winding (1998) bestätigten jenen Trend. Illich und Winding (1998) definierten dies als nicht klare Expositionsbevorzugung, da *Gomphocerus sibiricus* bis auf Nordhänge keinerlei Hangexpositionen scheut. Dennoch sollte darauf hingewiesen werden, dass durchschnittlich 9 Individuen auf Südhängen verglichen mit Nord-Ost, Nord-West und Ost Hängen mit je 2 Individuen, bzw. Westhänge mit durchschnittlich 1 Individuum, schon eine deutliche Präferenz ersichtlich machen. Das Aufsuchen der Männchen von scheinbar atypischen Hängen und das Meiden der selbigen Hänge durch die Weibchen, lassen auf ein breiteres Toleranzspektrum der Männchen deuten. So sind Männchen durchschnittlich häufiger auf nicht all zu sonnigen Plätzen (Nord-Ost, West) anzutreffen als Weibchen. Dies könnte eventuell durch stärkeres Konkurrenzverhalten und etwaiger höherer Mobilität der Männchen begründet werden.

4.2.3. Bodendeckung

Gomphocerus sibiricus bevorzugt trockene, felseneiche und sonnige alpine Rasen und Almweiden (Voith, 2003 In: Schlumprecht; Baur & Roesti, 2006). Auch Illich und Winding (1998) berichten von einer gewissen Präferenz bezüglich „deutlichen Anteilen an offenem Rohboden“. Die Datenauswertung dieser Kartierung kann diese Aussagen bestätigen. Demnach bevorzugt *Gomphocerus sibiricus* Lebensräume mit einer Bodendeckung von mehr als 41%.

Betrachtet man die Gesamtindividuenanzahl in Korrelation mit den einzelnen Vegetations-/Habitatklassenanteilen und deren prozentuellen Kategorien, so ist zu sagen, dass die meisten Individuen bei einem **Rohbodenanteil** zwischen 0 und 40% gefunden wurden. Je höher der Rohbodenanteil wurde, umso geringer wurde die Individuendichte. Dies stimmt mit der zuvor erwähnten Bodendeckungspräferenz

überein. So scheint ein Rohbodenanteil bis zu 40% bzw. eine Bodendeckung ab 60% den Bedürfnissen von *Gomphocerus sibiricus* zu entsprechen. Betrachtet man den Rohbodenanteil im geschlechterspezifischen Kontext, so konnten die meisten weiblichen Individuen bei einem Rohbodenanteil von 0-20% gefunden werden, während die Männchen fast gleichstark in allen Transekten von 0-40% Rohbodenanteil vertreten waren. Man könnte daher mutmaßen, dass die Weibchen weniger als die Männchen auf das Aufwärmen auf Felsgrund angewiesen sind, sondern eventuell mehr Vegetation zwecks Schutz bevorzugen.

Die Kartierung von **Zwergstrauchanteilen** ergab, dass eine eindeutige Präferenz bezüglich eines Zwergstrauchanteils von 21-40% vorliegt. Höhere, sowie niedrigere Anteile wiesen nicht so viele Individuen auf, was einer höchst signifikanten Korrelation ($p \leq 0,001$) entspricht. Demnach wird nicht nur ein gewisser Rohbodenanteil, sondern auch ein gewisser Zwergstrauchanteil von *Gomphocerus sibiricus* bevorzugt. Das ist im Einklang mit den Ergebnissen von Illich und Winding (1998), indem sie bei Kartierungen in den Hohen Tauern eine gewisse Präferenz von Transekten mit 20%igem Zwergstrauchanteil nachwiesen. Auch Baur und Roesti (2006) beschreiben den von *Gomphocerus sibiricus* bevorzugten Lebensraum als von Zwergsträuchern durchsetzt. Bezüglich Präferenzdifferenzen zwischen den Geschlechtern ist kein auffälliger Unterschied zu vermerken. Demnach konnte die zuvor angestellte Vermutung, dass Weibchen eventuell eher Zwergsträucher als Rohboden zwecks Schutz bevorzugen könnten, nicht bestätigt werden.

Bezüglich **Gräser- und Kräuteranteil** war bereits bekannt, dass ein prozentueller Anteil von 50% an Gräsern und Kräutern bevorzugt wird (Illich & Winding, 1998). Ähnliches kann in dieser Arbeit bestätigt werden. Die größte Individuendichte wurde bei einem Gräser/Kräuteranteil von 41–60% gefunden. Bei steigendem, sowie sinkendem prozentuellen Anteil an Gräsern und Kräutern, nahm auch die Individuendichte ab. Auch hier liegen keine geschlechterspezifischen Differenzen vor.

Die hohe Individuendichte der Heuschrecken in Transsekten in welchen keinerlei **Sträucher** kartiert wurden, lassen bereits vermuten, dass ein hoher Strauchanteil nicht als ein Bestandteil zum präferierten Lebensraum der Sibirischen Keulenschrecke zählen mag. Dennoch wurden allerdings in zwei Transsekten mit einem Strauchanteil von 61-80%, sowie >80% je ein Individuum (stets Männchen) gefunden. Diese konnte aber immer nur in Transsektrandlagen, nahe den benachbarten Rasen/Wiesenbeständen kartiert werden. Da keinerlei Transsekte mit einem Strauchanteil von 21-60% kartiert, und somit auch kein allmählicher Rückgang der Individuendichte mit zunehmendem Strauchanteil verzeichnet werden konnte, kann sodann aufgrund der vorliegenden Literatur und den darin beschriebenen Lebensraumpräferenzen nur angenommen werden, dass *Gomphocerus sibiricus* primär keine Lebensräume mit hohem Strauchanteil besiedelt, was aber ein Vorkommen in solchen nicht ausschließen lässt. Das Vorkommen von Männchen in dieser als atypisch deklarierten Vegetations-/Habitatklasse und das Fehlen jeglicher weiblicher Individuen lässt ein größeres Toleranzspektrum der Männchen vermuten.

Somit, schließt sich der Kreis der Vegetations-/Habitatklassenpräferenzen. Demnach wird ein Gräser/Kräuteranteil zwischen 41 und 60%, eine Zwergstrauchanteil zwischen 21 und 40%, sowie ein gewisser, weder zu kleiner, noch zu großer Anteil an Rohboden (0-40%) von *Gomphocerus sibiricus* präferiert.

4.2.4. Biotoptypen

Almweiden, sowie Windkanten und alpine Rasen zählen zu den Biotoptypen, die von *Gomphocerus sibiricus* am dichtesten besiedelt wurden. Auch Zwergstrauchweiden, Bergmähder und Lägerfluren konnten mäßige Dichten an Heuschrecken aufweisen, wobei allerdings nur eine einzige Lägerflur kartiert werden konnte und somit nicht als guter Vergleich zu dienen scheint. Ähnliches berichteten auch Illich und Winding (1998), welche ca. 37% der Beobachtungen, von N=187, in Almweiden feststellen konnten. Allerdings konnten Illich und Winding (1998) mehr Individuen auf alpinen Rasen als auf Windkanten kartieren. 30% ihrer Beobachtungen konnten auf alpinen Rasen gezählt werden, wodurch jener

Biotoptyp somit den zweiten Rang ausmacht. Die Kartierung von *Gomphocerus sibiricus* in den Zillertaler Alpen, zeigt allerdings eine stärkere Tendenz zu Windkanten als zu alpinen Rasen. Eine Begründung hierfür könnte der auf Windkanten hohe Anteil an Rohboden und der sehr kleinwüchsige Zwergstrauchbestand sein, der bei den im Juli nicht immer all zu sommerlichen Wetterbedingungen, einen idealen Platz zum Aufheizen des Körpers für die Sibirische Keulenschrecke dargestellt haben mag. Diese Präferenzen gelten sowohl für die Weibchen als auch für die Männchen, da innerhalb der ersten 3 Ränge der Biotoptypen keinerlei unterschiedliche Präferenzen entdeckt werden konnten. Zu guter letzt muss noch darauf hingewiesen werden, dass abermals Männchen sehr wohl in scheinbar atypischen Biotoptypen wie Niedermooren und Hochstauden angetroffen werden konnten, wenn auch nur in sehr geringer Anzahl, allerdings keinerlei Weibchen. Rohböden und Kiesbänke wurden aber beiderseits zur Gänze gemieden. Dies spiegelt auch die zuvor erwähnte Tatsache wider, dass vegetationsarme bzw. vegetationslose Transsekte nicht zum typischen Lebensraum von *Gomphocerus sibiricus* zählen, aber nahrungs-, schutz- und wärmebietende Biotoptypen wie Almweiden, Windkanten und alpine Rasen schon. Jene Biotoptyppräferenzen bzw. das Fernbleiben aus gewissen Biotoptypen wurden auch ähnlich in der Kartierung von Illich und Winding (1998) dargestellt, aufgrund dessen die Wahl von typischer sowie das gezielte Aufsuchen von atypische Lebensräume vor Ort in den Zillertaler Alpen (Zemmgrund) von statten ging.

4.2.5. Durchschnittliche Vegetationshöhe

Wie die Präferenz der Sibirischen Keulenschrecke bezüglich Bitotoptypen bereits vermuten lässt, wird auch die bevorzugte Vegetationshöhe eher eine geringere sein. So liegt die bevorzugte Vegetationshöhe eindeutig zwischen 0 und 20 cm mit einer geringen Präferenz zu 10-20 cm Wuchshöhe. Wie zuvor erwähnt, wurden bei den Kartierungen von Illich und Winding (1998) alpine Rasen gleich nach Almweiden am meisten von *Gomphocerus sibiricus* bewohnt, demnach scheint klar, dass hier eine noch geringere bevorzugte Vegetationshöhe aufgrund Präferenz der Sibirischen Keulenschrecke zu niederrasigen alpinen Rasen das Ergebnis zu sein schien. Dem war auch so. So war dort eine Präferenz zu 0-10 cm hohen Rasen ersichtlich. Auch

Tauscher (1986) spricht von einer Präferenz zu kurzrasigen Wiesen. Die geschlechterspezifische Analyse zeigt, dass auch hier der Trend bezüglich durchschnittlicher Vegetationshöhe zwischen den Geschlechtern derselbe ist. Die Begründung hierfür mag sein, dass zu hohe Wuchshöhen (>20 cm) der vorliegenden Vegetation eine zu große Schattenbildung mit sich bringen und somit das Sonnen der Tiere verhindern könnte und das intensive Stridulieren der bestrehten Männchen dämpfen bzw. zu Nichte machen würde. Weiters zählen Pflanzen von diesem großen Höhenwuchs nicht zu den Futterpflanzen der Sibirischen Keulenschrecke, sondern nieder- bzw. mittelwüchsige Pflanzen wie *Nardus*, *Calamagrostis*, *Trifolium*, *Luzula*, *Leontodon* und *Festuca* (Illich & Winding, 1989 In: Voith, 2003 In: Schlumprecht). Auch bei der Kartierung im Zillertal (Zemmgrund) konnte ein häufiges Auftreten von *Trifolium* und *Leontodon* auf von *Gomphocerus sibiricus* dicht besiedelten Lebensräumen festgestellt werden.

4.2.6. Differenzen in der Geschlechterverteilung

Insgesamt konnten 175 weibliche und 335 männliche ($N_{\text{IND}}=510$) Individuen von *Gomphocerus sibiricus* kartiert werden. Dies entspricht in etwa einem Verhältnis von 1:1,9. Demnach konnten fast doppelt so viele Männchen wie Weibchen gefunden werden. Ähnliche Untersuchungen über Geschlechterabundanzen bei *Gomphocerus sibiricus* konnten nicht gefunden werden, so wurde vorerst vermutet, dass trotz trainierter Kartierungs-Erfahrung eventuell die lautstarke Dominanz des Männchens die Kartierung in den Zillertaler Alpen beeinflusst haben mag. Aber laut Untersuchungen von Bönsel und Runze (2000) über die Rotflügelige Schnarrschrecke (*Psophus stridulus*) auf Dünenstandorten in Polen, konnten deutlich mehr Männchen als Weibchen gezählt werden. Die Ergebnisse von Bönsel und Runze (2000) zeigen, dass eine Dominanz der Heuschrecken-Männchen bezüglich Anzahl nicht der Abnorm entspricht, was von der vorliegenden Arbeit für *Gomphocerus sibiricus* ebenso bestätigt wird.

4.3. Verbreitung in Österreich/Europa

Gomphocerus sibiricus als typisches Eiszeitrelikt kommt heutzutage lediglich in höheren Lagen in Österreich vor. So konnte die Sibirische Keulenschrecke vor 1961 sehr wohl noch in tieferen Lagen im Alpenvorraum (Niederösterreich, Steiermark und Oberösterreich) gesichtet werden, zog sich aber seitdem stetig mehr in höheren Lagen zurück (Abb. 3, Verbreitungskarten zur Verfügung gestellt durch ARGE Heuschrecken Österreichs), sodass sich die Funde heute hauptsächlich nur noch auf die montane und alpine Stufe beschränken (Vorarlberg, Tirol, Salzburg, Kärnten, südliches Niederösterreich) mit einer präferierten Höhenverbreitung zwischen 1800 m und 2600 m in Österreich, sowie dem höchsten in der Literatur vorzufindenden Fund von *Gomphocerus sibiricus* in 2700 m in Osttirol (Illich & Winding, 1998).

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass bereits viele Entomologen und Heuschreckeninteressierte seit geraumer Zeit an einem Heuschreckenatlas Österreichs arbeiten, welcher die Verbreitung von Heuschrecken in Österreich dokumentieren und voraussichtlich in den nächsten 3-4 Jahren fertiggestellt werden soll. Demnach hoffe ich, dass die Ergebnisse dieser Diplomarbeit hilfreiche Informationen für die Fertigstellung des Heuschreckenatlas liefern können.

Die Verbreitung von *Gomphocerus sibiricus* in Europa ist laut Voith (2003 In: Schlumprecht) rein auf Hochgebirge beschränkt. So kommt die Sibirische Keulenschrecke im Süd-Westen Europas in den Pyrenäen, im Kantabrischen Gebirge und in der Sierra de Guadarrama vor. Auch im mittleren und südlichen Apennin ist *Gomphocerus sibiricus* anzutreffen. Das mitteleuropäische Verbreitungsgebiet erstreckt sich über Nord-Italien, Schweiz, Österreich und Süd-Bayern. Auch die Karpaten in Ost-Europa, sowie das Balkangebirge zählen zu den Verbreitungsarealen der Sibirischen Keulenschrecke (Abb. 32).



Abbildung 32. Verbreitung von *Gomphocerus sibiricus* in Europa. *Gomphocerus sibiricus* kommt in den Pyrenäen, im Kantabrischen Gebirge und in der Sierra de Guadarrama vor. Auch im mittleren und südlichen Apennin, in den Karpaten in Ost-Europa, sowie im Balkangebirge ist *Gomphocerus sibiricus* anzutreffen. Das mitteleuropäische Vorkommen von *Gomphocerus sibiricus* schließt die Schweiz, Österreich, Nord-Italien und Süd-Bayern ein (Voith, 2003 In: Schlumprecht).

Wie zuvor bereits erwähnt wurde, lag, laut verfügbarer Literatur, der höchste Fundpunkt in Österreich in 2700 m Höhe (Osttirol) (Illich & Winding, 1998). Laut Baur und Roesti (2006) erstreckt sich die Höhenverbreitung in der Schweiz bis zu 2920 m, sowie bis 2100 m in den deutschen Alpen (Allgäu) (Voith, 2003 In: Schlumprecht). Dies bestätigt, dass *Gomphocerus sibiricus* als eine an das Hochgebirge angepasste Heuschrecke bezeichnet werden kann.

4.4. *Gomphocerus sibiricus* – ein alpiner Spezialist?

Die rezente Verbreitung von *Gomphocerus sibiricus* in den Hochgebirgslagen Europas lässt vermuten, dass es sich hierbei um eine auf alpine Lagen spezialisierte Heuschreckenart handelt. Dennoch ist dies in Frage zu stellen, da die Verbreitungskarte (Abb. 3) zeigt, dass *Gomphocerus sibiricus* vor 30/40 Jahren sehr wohl auch tiefere Lagen besiedelte. Gründe für diesen Verbreitungsrückgang könnten in den Bewirtschaftungsänderungen der letzten 30 Jahre liegen. Österreichische Bauern geben die Almwirtschaft auf, sodass potenzielle Wiesenlebensräume für *Gomphocerus sibiricus* reduziert werden. So ziehen die Heuschrecken immer mehr in höhere Lagen, wo noch natürlich-vorkommende kurzrasige Wiesenbestände vorzufinden sind. Demnach ist unklar, ob alpine Lebensräume von Beginn an den Bedürfnissen von *Gomphocerus sibiricus* entsprachen, oder lediglich als eine Lebensraumeinengung in Folge von Anpassung zu interpretieren ist (persönliche Mitteilung von Ao. Univ.- Prof. Mag. Dr. Harald W. Krenn).

Ebenso zusammenhängend mit Anpassungen an den alpinen Raum, stellt sich die Frage wie die Entwicklung von *Gomphocerus sibiricus* unter extremem klimatischen Bedingungen in Lebensräumen mit so kurzer Vegetationsperiode von statten geht. Dies lässt einen zweijährigen Entwicklungszyklus vermuten, wie er auch bei anderen alpinen Arten (z.B.: *Pholidoptera aptera*) zu finden ist. Allerdings scheint der Entwicklungszyklus von *Gomphocerus sibiricus* dennoch ein einjähriger zu sein. Die Literatur besagt, dass das Schlüpfen von alpinen Heuschrecken schneller erfolgt als in Tieflagen und nur etwa einen Zeitraum von 10-11 Tage 25 °C benötigt (Ingrisch, 1996 In: Voith, 2003 In: Schlumprecht). Allerdings braucht das Durchlaufen der vier Larvalstadien gleich lange (Dauer: 10 Tage) wie bei Heuschreckenarten niedrigerer Höhen (Carron, 1996 In: Voith, 2003 In: Schlumprecht). Fest steht allerdings, dass eine spät einsetzende Schneeschmelze stets eine verzögerte Entwicklung zur Folge hat (Illich & Winding, 1999).

Trotz gewisser Unsicherheiten ob *Gomphocerus sibiricus* tatsächlich ein rein alpiner Spezialist ist, steht dennoch fest, dass die Sibirische Keulenschrecke an alpine Gegebenheiten, wie an kurze Vegetationsperioden und schwankende Klimabedingungen sehr gut adaptiert ist.

4.5. Weiterführende Fragen

Die beobachtete Tendenz von *Gomphocerus sibiricus* immer höhere Lagen zu besiedeln, wirft weiters eine sehr wichtige Fragestellung auf. Welche Lebensräume werden *Gomphocerus sibiricus* zukünftig aufgrund der Globalen Erderwärmung und aufgrund des Rückgangs der Almwirtschaft gewählt? Einerseits wäre es möglich, dass noch höhere Lagen, welche durch die Globale Erwärmung dann ebenso potenzielle Lebensräume bieten würden, aufgesucht werden, während andererseits auch periodisch anthropogen beeinflusste Bereiche wie Skipisten als Lebensräume dienen könnten. Skipisten weisen gezwungenermaßen, aufgrund des monatelangen Skibetriebes, kurzwüchsige Vegetation, sowie oft vegetationslose Stellen auf. Dies könnte ebenso den Bedürfnissen von *Gomphocerus sibiricus* entsprechen. Skipisten als (Alternativ-)Lebensräume für alpine Heuschrecken wurden von Illich und Haslett

(1994) im Gasteiner Tal bereits untersucht. Trotz geringerer Abundanz der Heuschrecken (*Miramella alpina*, *Gomphocerus sibiricus* und *Chorthippus parallelus*) auf den untersuchten Skipisten im Vergleich zu den benachbarten Kontroll-Almweiden/Rasenbeständen, steht somit dennoch fest, dass für den Skibetrieb genutzte Flächen von Heuschrecken genutzt werden (Illich & Haslett, 1994). Weiters wurde diese Fragestellung von Teresa Kessler behandelt, welche im Sommer 2008 Pisten sowie Nicht-pistenflächen in den Allgäuer Alpen untersucht hat. Ziel war es Flächen unterschiedlichster Charakteristika (Piste, Nicht-Piste, Höhe, Hangexposition, Vegetationshöhe, Düngung, Kunstschnee und Planie) auf Heuschrecken zu untersuchen, um dann aufzuzeigen, ob die einzelnen zuvor angeführten Parameter Einfluss auf die Heuschreckenabundanzen ausüben oder nicht. Ergebnisse hierzu werden voraussichtlich im Mai 2009 folgen (Kessler, Teresa. Differential reactions of grasshopper species to ski piste preparation and artificial snowing. Diplomarbeit: TU Berlin).

5. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Diplomarbeit ist es über die Abundanz von *Gomphocerus sibiricus* sowie über deren Lebensraumpräferenzen zu berichten, basierend auf der Untersuchung von Inge Illich und Winding (1998). Dafür wurden im Juli 2008 in den Zillertaler Alpen, nahe der Berliner Hütte (2044 m), 89 Transsekte zu je 100 m² entlang des Höhengradienten von 1850 m und 2600 m untersucht. Nach Eingrenzung der Transsekte, Messung von Uhrzeit, Schattentemperatur und GPS-Lage der Transsekte, wurden die Untersuchungsflächen mit Hilfe des Streifsacks abgesucht. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurden die Adulttiere nach erfolgreicher Zählung aus dem Transsekt entfernt. Wurde ein Tier nicht gesichtet, sondern lediglich akustisch wahrgenommen, wurde dieses ebenso gezählt. Anschließend folgten Bestimmung der Hangexposition, Kategorisierung der Transsekte hinsichtlich ihrer Biotopzugehörigkeit (Definitionen nach Illich und Winding (1998): Almweide, alpiner Rasen, Bergmahd, Sträucher/Latschengebüsch, Kiesbank, Lägerflur, Niedermoor, Rohboden, Windkante und Zwergstrauchheide), Bodendeckungsgrad und Vegetations-/Habitatklassendeckung (Definitionen nach Illich und Winding (1998): Rohboden, Gräser/Kräuter, Zwergsträucher und Sträucher). Weiters wurde die durchschnittliche Vegetationshöhe der Transsekte ermittelt. Ebenso Ziel dieser Diplomarbeit ist es, etwaige geschlechterspezifische Unterschiede bezüglich Habitatspräferenzen von *Gomphocerus sibiricus* herauszufinden bzw. zu ermitteln ob die Individuendichte eines Geschlechts eine höhere ist, als die des anderen. Alle Kartierungen fanden ausschließlich an Schönwettertagen bei einer Schattenmindesttemperatur von 16 °C statt. Die Zählungen begannen meist zwischen 9.00 und 10.00 Uhr, sobald ein adultes Männchen beim Stridulieren gesichtet bzw. gehört wurde. Die Erhebungen endeten meist nachmittags zwischen 15.00 und 16.00 Uhr, oft aufgrund von plötzlichen Wetterumschwüngen bzw. den daraus resultierenden Stopp der Lautäußerung der Männchen.

Die Ergebnisse jener Untersuchung waren folgende:

- Die Verbreitung von *Gomphocerus sibiricus* innerhalb des Höhengradienten von 1850 m und 2600 m zeigt keinerlei auffällige Präferenzen. Obwohl die

meisten Individuen zwischen 2151 m und 2300 m gefunden werden konnten (durchschnittlich 9 Individuen/100 m²), war die Höhenkategorie von 1850 m bis 2000 m fast ebenso stark mit durchschnittlich 8 Individuen vertreten. Mit zunehmender Seehöhe, wurde auch die Individuendichte geringer. Der höchste Fund war auf 2441 m durch ein Weibchen zu verzeichnen.

- Die meisten Individuen konnten im Durchschnitt auf südexponierten Hängen gefunden werden. Auch Transekte ohne jegliche Exposition waren dicht besiedelt. Lediglich auf Nordhängen konnten keinerlei Heuschrecken gefunden werden. Männchen waren bezüglich Hangexposition nicht so wählerisch wie Weibchen. Demnach konnten auf Nord-Ost- und Westhängen noch Männchen gefunden werden, wenn auch in sehr geringer Anzahl.
- Die präferierte Habitatklassenzusammensetzung von *Gomphocerus sibiricus* besteht aus einem geringen prozentuellen Anteil an Rohboden (0-20%), sowie an Zwergsträuchern (21-40%) und einem großen Anteil an Gräsern und Kräutern (41-60%). Zu große Anteile an Rohboden und Zwergsträuchern resultierten in einer Abnahme der Individuendichte. Ebenso die Abnahme von geschlossener Vegetation, infolge steigender Höhenlage, verzeichnete eine Reduktion der durchschnittlichen Gesamtindividuumdichte. Zwischen den Geschlechtern konnte kein eindeutiger Unterschied bezüglich Vorlieben von Habitatklassenzusammensetzung ausfindig gemacht werden.
- Die Mehrzahl an Sibirischen Keulenschrecken konnten auf Almweiden gefunden werden (12 Individuen/100 m²). Windkanten (6 Individuen/100 m²) und alpine Rasen (4 Individuen/100 m²) waren auch stark von *Gomphocerus sibiricus* besiedelt, während Zwergstrauchheiden, Bergmähder und Lägerfluren im Durchschnitt nur von 3 Individuen pro Transekt besiedelt wurden. Rohböden und Niedermoore wurden gänzlich gemieden. Wiederum wurden Männchen in anscheinend atypischen Biotoptypen kartiert, wo keinerlei Weibchen gefunden werden konnten. Dennoch ist der Präferenztrend zu Almweiden, Alpinen Rasen und Windkanten bei beiden Geschlechtern derselbe.

- Die bevorzugte durchschnittliche Vegetationshöhe von *Gomphocerus sibiricus* liegt zwischen 10 cm und 20 cm mit 7 Individuen im Schnitt. Noch niederwüchsiger Vegetation von 0-10 cm wurde auch von durchschnittlich 6 Individuen/100 m² besiedelt. Eine zu hohe durchschnittliche Vegetationshöhe von 20-50 cm oder >50 cm wurde entweder kaum (Männchen) oder gar nicht (Weibchen) aufgesucht. Auch hier scheint das Toleranzspektrum der Männchen ein etwas größeres zu sein als das der Weibchen. Dennoch bevorzugen beide niederwüchsige Vegetation zwischen 0 cm und 20 cm.
- Obwohl kaum herausragende Präferenzunterschiede zwischen Weibchen und Männchen herauszufinden waren, wurde dennoch die generelle Annahme, dass es mehr Insektenmännchen als Weibchen gibt, bestätigt. So wurden insgesamt 335 Männchen und 175 Weibchen kartiert und somit fast doppelt so viel Männchen wie Weibchen gefunden.

Die Arbeit bestätigt bestehende Annahmen über *Gomphocerus sibiricus* und erweitert den aktuellen Wissensstand über die Verbreitung dieser Heuschrecken Art in Österreich.

6. LITERATUR

Arbeitskarten der ARGE Heuschrecken Österreich 2007

BAUR, B. & BAUR, H. & ROESTI, C. & ROESTI D. (2006): Die Heuschrecken der Schweiz. – Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien.

BELLMAN, H. (2006): Der Kosmos Heuschrecken Führer. – Kosmos, Stuttgart.

FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. – Eugen Ulmer, Stuttgart.

ILLICH, I. & HASLETT, J. (1994): Responses of assemblages of Orthoptera to management and use of ski slopes on upper sub-alpine meadows in the Austrian Alps. *Oecologia*: 97: 470-474.

ILLICH, I. & WINDING, N. (1998): Die Heuschrecken der Hohen Tauern: Verbreitung, Ökologie, Gemeinschaftsstruktur und Gefährdung. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 4: 57 – 158.

ILLICH, I. & WINDING, N. (1999): Dynamik von Heuschrecken-Populationen in subalpinen und alpinen Rasen des Nationalparks Hohe Tauern. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 5: 63 – 85.

(KESSLER, T.: Differential reactions of grasshopper species to ski piste preparation and artificial snowing. Diplomarbeit: TU Berlin (Fertigstellung voraussichtlich Mai 2009))

KRAINER, K. (2002): Die Alpen – Baugeschichte eines Gebirgszuges. In: ACKERL, I. (Hrg.): Die Österreichischen Alpen. – BPD Austria, Wien. 10-22.

KRENNMAYR, H.G. & PAVLIK, W. & BAYER, I. & SCHIEGL, M. (2008): Geofast 2008/05, Geologische Karte, 149-Lanersbach.

SÄNGER, K. (1977): Über die Beziehungen zwischen Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) und der Raumstruktur ihrer Habitate. (Habilitationsschrift) – Universität Wien.

SPINDLER, K. (2002): Lebensräume im Hochgebirge – Die Eroberung der Alpendurch den Menschen. In: ACKERL, I. (Hrg.): Die Österreichischen Alpen. – BPD Austria, Wien. 58-72.

TAUSCHER, H. (1986): Unsere Heuschrecken. – Kosmos, Stuttgart.

Vergleichsbilder zur Abschätzung des Bedeckungsgrades der Bodenoberfläche durch Pflanzen (DIN 19682, Blatt 10,1973)
(Quelle: DVKW – Merkblätter (1996, S. 61); Arbeitskreis Standortkartierung (1996))

VOITH, J. (2003): Sibirische Keulenschrecke *Gomphocerus sibiricus*. In: SCHLUMPRECHT, H. & WAEBER, G. (Hrg.): Heuschrecken in Bayern. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Deutsche Gesellschaft für Orthopterologie & Deutscher Verband für Landschaftspflege. Eugen Ulmer, Stuttgart. 261-264.

Digitale Quellen:

www.austrianmap.at (Datum: 8.3.2009, Uhrzeit: 15.52 Uhr)

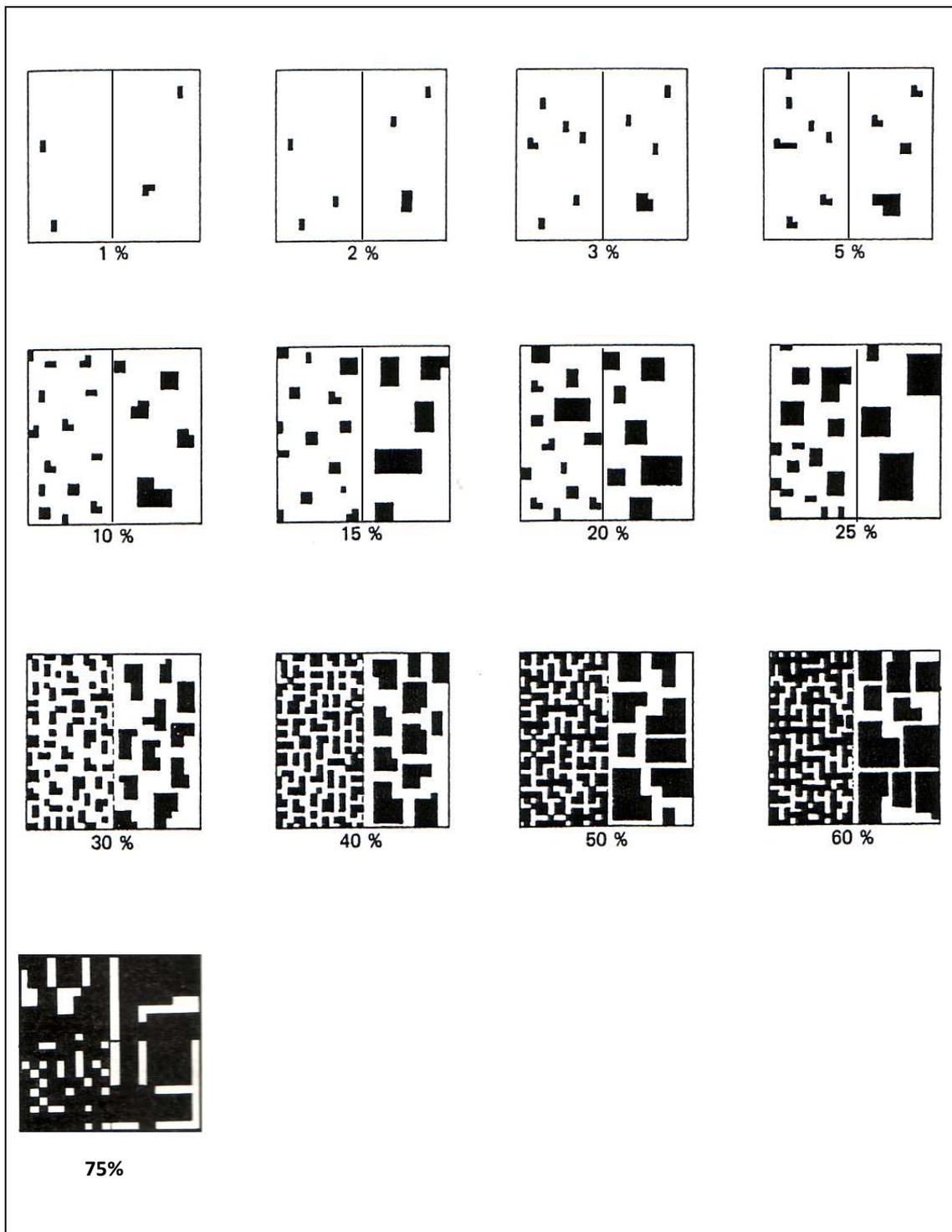
www.pfau-landschaftsplanung.de/upload/pdf/Psophus_Polen.pdf (Datum: 11.2.2009, Uhrzeit: 11.05 Uhr) (BÖNSEL, A. & RUNZE, M. (2000): Ein Habitat der rotflügeligen Schnarrschrecke (*Psophus stridulus*) Im nördlichen Polen.)

<http://terraquest.de/kompass.gif> (Datum: 12.2.2009, Uhrzeit: 14.30 Uhr)

Digitale Österreichische Alpenvereinskarte 2007

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Sektion Wasser - Abt. Wasserhaushalt, Projektleitung: Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau (IWHW), Universität für Bodenkultur, HAÖ – Hydrologischer Atlas Österreichs, 2005.

7. ANHANG



Anhang Abbildung 1. Vergleichsbilder zur Abschätzung des Bedeckungsgrades der Bodenoberfläche durch Pflanzen

(DIN 19682, Blatt 10,1973)

(Quelle: DVKW – Merkblätter (1996, S. 61); Arbeitskreis Standortkartierung (1996))

TRANSSEKT _____

Datum:

Uhrzeit Beginn:

Temperatur:

GPS: Ecke Anfang 1:

Ecke Ende 1:

Ecke Anfang 4:

Ecke Ende 4:

Höhenlage/meter:

Hangexposition:

Transsekteinteilung: O 4x25m O 2x50m

Fangstreifen 1:

Anzahl Streifnetzschläge:

Anzahl Gomphocerus sibiricus gesamt:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Männchen:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Weibchen:

Fangstreifen 2:

Anzahl Streifnetzschläge:

Anzahl Gomphocerus sibiricus gesamt:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Männchen:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Weibchen:

Fangstreifen 3:

Anzahl Streifnetzschläge:

Anzahl Gomphocerus sibiricus gesamt:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Männchen:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Weibchen:

Fangstreifen 4:

Anzahl Streifnetzschläge:

Anzahl Gomphocerus sibiricus gesamt:

Anzahl Gomphocerus sibiricus Männchen:

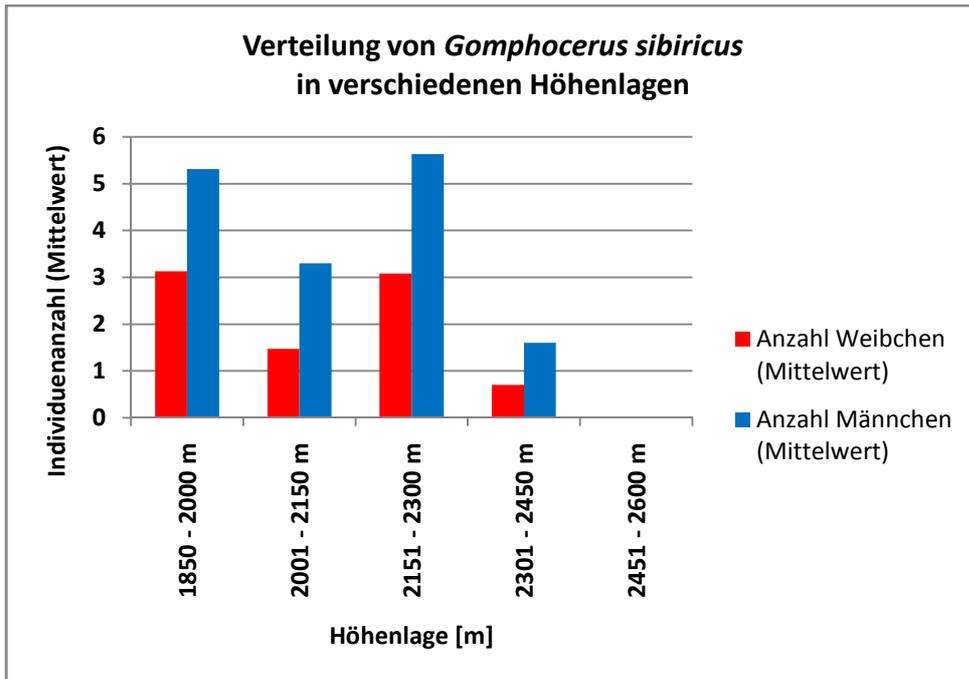
Anzahl Gomphocerus sibiricus Weibchen:

Gesamt 4xFangstreifen (100m²):

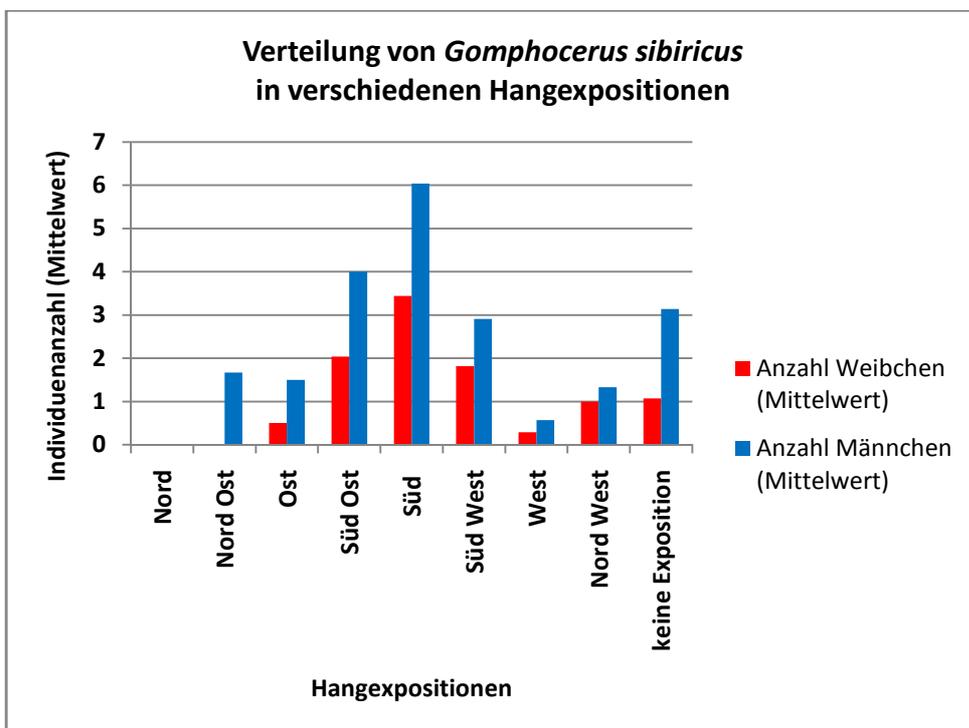
Individuenanzahl:

Anzahl v. Männchen:

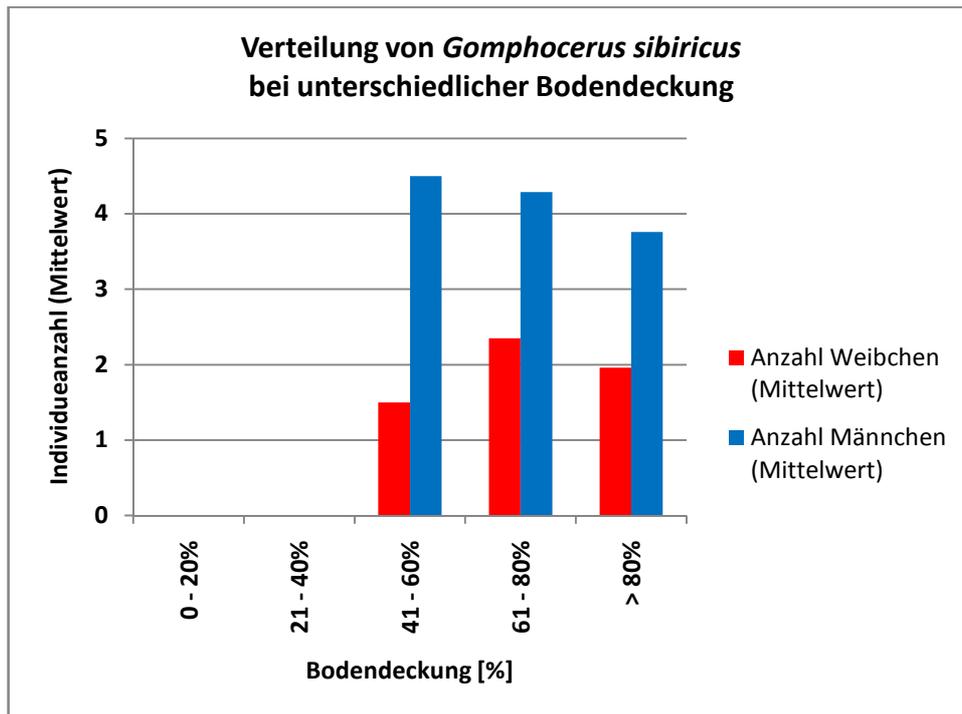
Anzahl v. Weibchen:



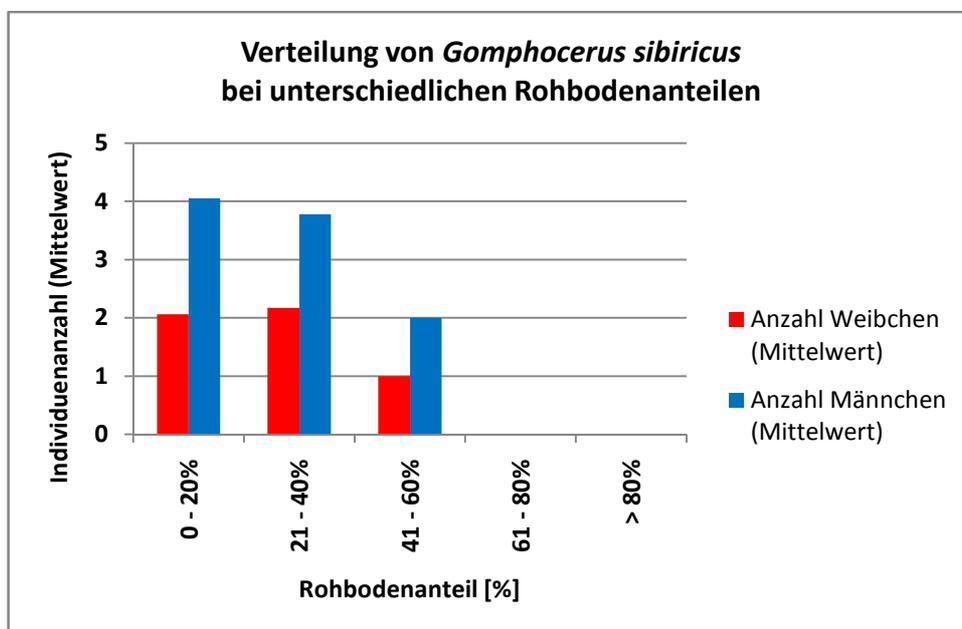
Anhang Abbildung 4: Geschlechterverteilung von *Gomphocerus sibiricus* in verschiedenen Höhenlagen. Männchen (blaue Balken) als auch Weibchen (rote Balken) waren im Durchschnitt am häufigsten in der niedrigsten Höhenstufe von 1850 m–2000 m sowie in der Höhenstufe von 2151 m–2300 m zu finden. Mit zunehmender Höhe, waren auch durchschnittlich weniger Heuschrecken zu finden. In 2441 m Höhe konnte das letzte Weibchen gefunden werden.



Anhang Abbildung 5. Verteilung von Weibchen (rote Balken) und Männchen (blaue Balken) von *Gomphocerus sibiricus* in Transekten verschiedener Hangexpositionen. Die meisten Individuen, Weibchen und Männchen, konnten auf Südhängen gefunden werden. Ebenso stark durch *Gomphocerus sibiricus* Individuen vertreten sind Süd-Ost- und Süd-Westhänge, gefolgt von Transekten ohne jegliche Exposition. Auf Nordhängen wurden weder Männchen, noch Weibchen gefunden.



Anhang Abbildung 6. Durchschnittliche Individuendichte der Weibchen (rote Balken) und der Männchen (blaue Balken) von *Gomphocerus sibiricus* in Transekten mit unterschiedlicher Bodendeckung. Erst ab einer Bodendeckung von mindestens 41% konnten Weibchen und Männchen kartiert werden, bei Transekten mit weniger Bodendeckung konnten keine Individuen gefunden werden.



Anhang Abbildung 7. Gegenüberstellender Vergleich der Verteilung von *Gomphocerus sibiricus* Weibchen (rote Balken) und Männchen (blaue Balken) in Transekten mit unterschiedlichen prozentuellen Rohbodenanteilen. Die meisten Männchen konnten auf Transekten mit einem Rohbodenanteil von 0-20% gefunden werden, während die meisten Weibchen auf Transekten mit einem Rohbodenanteil von 21-40% gefunden wurden, dicht gefolgt von Transekten mit einem Anteil von 0-20%. Bei einem Rohbodenanteil >60% konnten keine Individuen mehr kartiert werden.

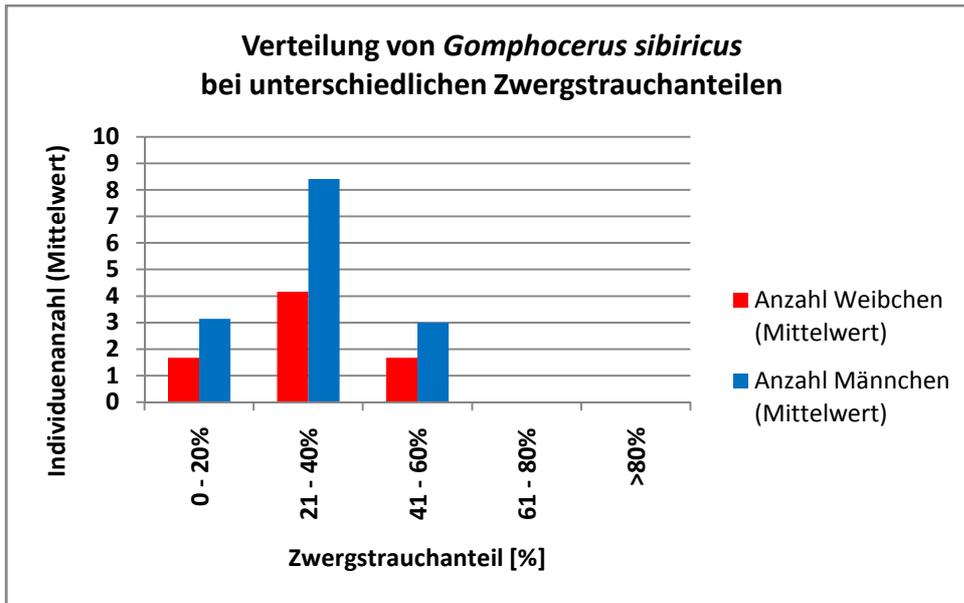


Abbildung 8. Verteilung von *Gomphocerus sibiricus* Männchen (blaue Balken) und Weibchen (rote Balken) in Transekten mit unterschiedlichen Zwergstrauchanteilen. Sowohl Weibchen als auch Männchen kamen am häufigsten in Transekten mit einem Zwergstrauchanteil von 21-40% vor, durchschnittlich 4 Weibchen und 8-9 Männchen. Transekte mit einem Zwergstrauchanteil von 0-20%, sowie 41-60% waren im Durchschnitt von 1-2 Weibchen und 3 Männchen besiedelt. In Transekten die mehr als 60% Zwergsträucher besaßen, konnten keine Heuschrecken mehr gefunden werden.

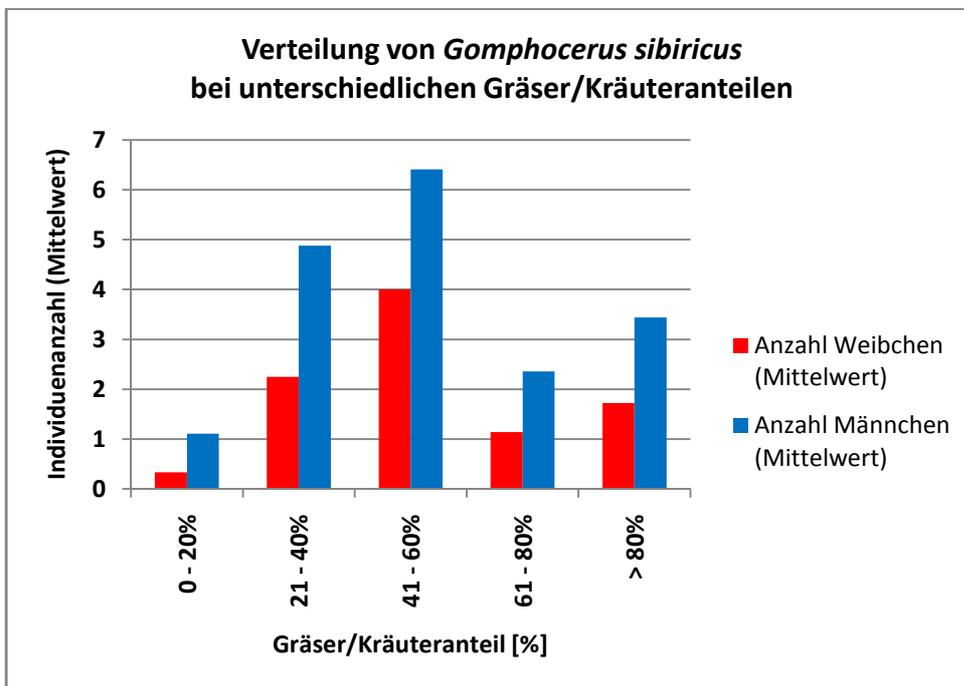
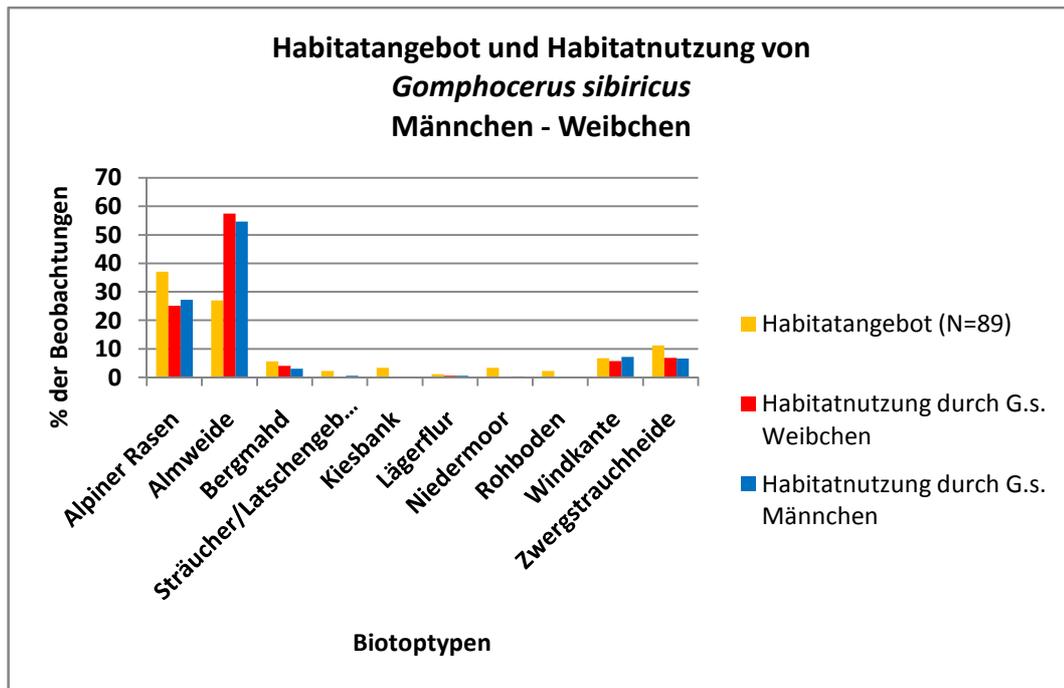
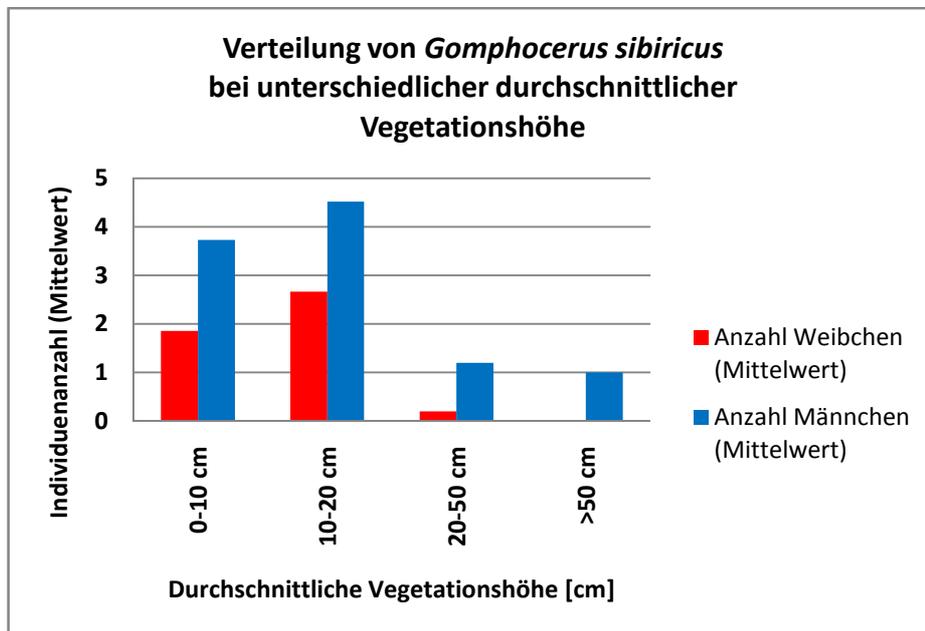


Abbildung 9. Verteilung von *Gomphocerus sibiricus* Männchen (blaue Balken) und Weibchen (rote Balken) in Transekten mit unterschiedlichen prozentuellen Anteilen an Gräsern und Kräutern. Im Durchschnitt konnten die meisten Weibchen, 4 Individuen, und Männchen, 6-7 Individuen, in Transekten mit einem Gräser/Kräuteranteil von 41-60% gefunden werden. Ebenso gut besucht waren Kartierungsflächen mit einem Gräser/Kräuteranteil von 21-40%, mit durchschnittlich 2-3 Weibchen und 4-5 Männchen, sowie Transekte mit >80% Gräser/Kräuteranteil, 1-2 Weibchen und 3-4 Männchen. In Transekten mit 0-20% Anteil an Gräsern und Kräutern konnten im Durchschnitt nur 0-1 Weibchen und 1 Männchen kartiert werden.



Anhang Abbildung 10. Habitatangebot und Habitatnutzung von *Gomphoceris sibiricus* Weibchen (rote Balken) und Mannen (blaue Balken). Almweiden werden sowohl von Mannen und Weibchen bevorzugt. Der prozentuelle Vergleich von Habitatangebot und der tatsächlichen Habitatnutzung zeigt, dass Windkanten ebenso von beiden Geschlechtern stark besiedelt werden. Auf Rang 3 sind Alpine Rasen, gefolgt von Zwergstrauchheiden. Nicht von *Gomphoceris sibiricus* genutzt wurden sämtliche Kiesbänke, Rohböden und Niedermoore.



Anhang Abbildung 11. Durchschnittliche Individuenanzahl von *Gomphoceris sibiricus* Weibchen (rote Balken) und Mannen (blaue Balken) pro Transsekt mit unterschiedlich durchschnittlicher Vegetationshöhe. Die meisten Weibchen, durchschnittlich 2-3 Individuen, und Mannen, 4-5 Individuen, konnten auf Transsekten mit einer durchschnittlichen Vegetationshöhe von 10-20 cm gefunden werden. Auch Transsekte mit einer Vegetationshöhe von 0-10 cm waren im Durchschnitt von 2 Weibchen und 3-4 Mannen besiedelt. Mit steigender Vegetationshöhe nahm die Anzahl an gesichteten Individuen ab. War die Vegetation noch höher, >50 cm, konnte im Durchschnitt lediglich nur noch 1 Mannen gefunden werden, kein Weibchen mehr.

8. CURRICULUM VITAE



NAME: Astrid Pöpl
GEBURTSDATUM: 6. Mai 1985
GEBURTSTORT: Horn
STAATSBÜRGERSCHAFT: Österreich

AUSBILDUNG:

2003 – 2009 Studium Lehramt UF Biologie und Umweltkunde
und Englisch an der Universität Wien

1995 – 2003 Bundesgymnasium in Waidhofen an der Thaya

1991 – 1995 Volksschule in Waidhofen an der Thaya

seit 04/2008 VHS Unterricht (Wien/Floridsdorf)
Lehrerin für Englisch (A1 + A2) & English for the office (A2+)

seit 07/2007 EF (Education First) Kursleiterin
Sommer 2007: Eastbourne (Groß Britannien)
Unterricht + Betreuung von Jugendlichen

Sommer 2006 Assistenz, Diplomarbeit „Die Hydrogeographie der Thaya
innerhalb der Grenzen des „Nationalpark Thayatal“
(Mag. Ronald Pöpl)

Ort, Datum _____ Unterschrift: _____.