



MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen und Nutzungsintensitäten von Almen auf die Tagfalterfauna im NP Gesäuse

Verfasser

Andreas Zöchling BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 879

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium Naturschutz und
Biodiversitätsmanagement

Betreuer: Univ. -Prof. Mag. Dr. Konrad Fiedler

Department für Tropenökologie & Biodiversität der Tiere

Abstract

One of the major threats for butterflies is the loss of suitable habitats through either intensification or complete abandonment of traditional land-use practices. This process also takes place on Alpine mountain pastures. Unmanaged meadows below the natural climatic forest line will be subject to encroachment by shrubs and trees. Especially for heliophilic butterflies, this has a negative impact. Extensively managed grasslands are generally regarded as favourable for butterfly diversity and the occurrence of rare species. To evaluate the importance of grazing on Alpine pastures for butterflies and diurnal moths, I investigated 66 sample plots (50 x 50 m²) on 13 different pastures in the National Park Gesäuse (Austria). Sites ranged from abandoned ones to intensively grazed pastures. All sample plots were investigated three times during the growing season 2011. In addition to sight records of the target insect groups, different environmental variables were assessed. I used multivariate models (GLM, GLMM, distLM) for data analysis and ordination procedures to visualize my results. Overall, I observed 95 species (3065 individuals) of diurnal Lepidoptera, including 66 species (2545 individuals) of butterflies (Hesperioidea and Papilionoidea). The intensity of grazing had no significant influence on the diversity and species richness of diurnal Lepidoptera in general, yet with increasing grazing intensity the proportion of habitat specialized species and species which prefer natural/semi-natural habitats decreased on mountain pastures. Also the number of sight records per site decreased at higher grazing pressure. The main predictor for butterfly diversity and species richness was the elevation of the sample plot or average elevation of the mountain pasture. In contrast abundance was mainly influenced by availability of nectar plants. Butterfly communities differed rather weakly between grazing intensities. Only abandoned mountain pastures had obviously different communities. Abandoned plots were more similar in faunal composition than grazed plots at different grazing levels. As with species diversity, elevation had the strongest influence on butterfly species composition, followed by predictors that describe grazing intensity and nectar availability. To keep species richness and abundance of Alpine butterflies and diurnal moths at a high level, it is important to maintain grasslands rich in flowering plants as nectar sources. The differences between communities on old fallow pastures and still grazed pastures leads to the conclusion that different stages of succession are important for certain groups of butterflies. Therefore management should aim at creating a mosaic of succession stages.

Zusammenfassung

Die größte Gefährdungsursache für Schmetterlinge ist der Verlust von geeigneten Habitaten aufgrund der Intensivierung landwirtschaftlich genutzter Flächen bzw. deren Nutzungsaufgabe. Dieser Prozess macht auch vor Almen nicht halt. Unbewirtschaftete Weideflächen unterhalb der klimatisch bedingten Waldgrenze werden rasch von Sträuchern und letztendlich von Bäumen wiederbesiedelt. Besonders für heliophile Tiere wie die Schmetterlinge hat dies dramatisch negative Konsequenzen. Eine extensive Bewirtschaftungsweise fördert die Diversität von Schmetterlingen und erhöht die Anzahl von seltenen Arten, so die generelle Meinung. Um die Auswirkungen der Beweidung von Almen auf Tagfalter sowie tagaktive „Nachtfalter“ zu untersuchen wurden 66 Probeflächen (50 x 50 m²) auf 13 verschiedenen Almen im Nationalpark Gesäuse (Österreich) untersucht. Die Almen umspannten dabei einen Gradienten von bereits außer Nutzung gestellten bis hin zu intensiv bewirtschafteten. Alle Probeflächen wurden drei Mal während der Vegetationsperiode 2011 untersucht. Zusätzlich zu den Sichtungen von Vertretern der untersuchten Insektengruppe wurden auch Umweltparameter aufgenommen. Für die Datenauswertung wurden multivariate Modelle (GLM, GLMM, distLM) verwendet, und zur graphischen Darstellung der Ergebnisse kamen Ordinations-Verfahren zum Einsatz. In Summe konnten 95 Arten tagaktiver Schmetterlinge zu 3065 Individuen beobachtet werden, davon zählten 66 Arten zu 2545 Individuen zu den echten Tagfaltern (Hesperioidea and Papilionoidea). Die Beweidungsintensität hatte generell keinen signifikanten Einfluss auf die Diversität und Artmächtigkeit der Tagfalter, allerdings zeigte sich bei differenzierter Betrachtung, dass mit zunehmender Intensität der Beweidung der Anteil von Habitatspezialisten und Arten die bevorzugt natürliche/halbnatürliche Lebensräume besiedeln sank. Die Abundanz der Tagfalter wurde ebenfalls negativ durch die Beweidung beeinflusst. Der wichtigste Prädiktor für die Diversität und Artenzahl der Tagfalter war die Höhenlage der Probefläche bzw. die durchschnittliche Höhenlage der untersuchten Alm. Im Gegensatz dazu wurde die Abundanz hauptsächlich vom lokalen Ressourcenangebot, den Nektarquellen, beeinflusst. Die Faltergesellschaften unterschieden sich nur ziemlich wenig zwischen den verschiedenen Beweidungsintensitäten. Einzig das Arteninventar aufgelassener Almen unterschied sich deutlich von dem noch bewirtschafteter Almen verschiedener Nutzungsintensitäten. Ähnlich wie auf die Diversität und Artenzahl hatte auch auf die Artenzusammensetzung der Tagfalter die Höhenlage den größten Einfluss, an zweiter Stelle kamen Prädiktoren der Nutzungsintensität gefolgt von der Nektarverfügbarkeit. Um den Artenreichtum und die Abundanz alpiner Falter hoch zu halten sind blütenreiche Wiesen, die als Nektarquellen dienen können, erstrebenswert. Der Unterschied in den Faltergesellschaften von verbrachenden Flächen und noch bewirtschafteten Almen führt zum Schluss, dass unterschiedliche Sukzessionsstadien für bestimmte Gruppen der Falter von Bedeutung sind. Aus diesem Grund sollten Managementmaßnahmen ein Mosaik aus verschiedenen Sukzessionsstadien zum Ziel haben.

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	2
Zusammenfassung.....	3
Einleitung	5
Untersuchte Artengruppe.....	7
Untersuchungsgebiet.....	7
Almen	8
Auswahl der Probeflächen	12
Datenerhebung	14
Statistische Auswertung.....	16
Ergebnisse	18
Artenreichtum und Arten der Roten Listen	18
γ -Diversität und Artenakkumulationskurven	21
Diversität der Falter auf Ebene der Almen	25
Artenzusammensetzung auf Ebene der Probeflächen und Almen.....	28
Einfluss von Standortfaktoren auf die Ähnlichkeitsmuster in den Artengemeinschaften echter Tagfalter.....	32
Diskussion.....	38
Naturschutzfachliche Bedeutung der Almen	38
Determinanten für die Diversität und Abundanz der Tagfalter auf lokaler Ebene (Probefläche).....	39
Determinanten für die Diversität der Tagfalter auf regionaler Ebene (Alm).....	41
Determinanten der Faltergemeinschaften	41
Management Empfehlungen für Tagfalter im Nationalpark Gesäuse	43
Literaturverzeichnis	45
Anhang.....	1

Einleitung

Österreich ist zum größten Teil von Kulturlandschaften geprägt. Nur wenige Reste wie das Wildnisgebiet Dürrenstein oder hochalpine vergletscherte Gebiete können als natürliche Landschaften geringer Hemerobie betrachtet werden (WRBKA et al. 2005). Ein sehr wichtiger Teil der österreichischen alpinen Kulturlandschaft sind die Almen – 8706 bewirtschaftete Almen nehmen rund 5 % der Staatsfläche ein (BMLFUW 2010). Almen sind Weideflächen in höheren Lagen, die nur während der Sommermonate bewirtschaftet werden. Diese Bewirtschaftung trug wesentlich zum heutigen Landschaftsbild der Alpen bei, insbesondere durch Etablierung dauerhaft waldfreier Lebensräume in vergleichsweise niederen Lagen bzw. die Ausdehnung waldfreier Lebensräume über das natürliche Ausmaß in den Gipfellagen hinaus. Es gibt daher einerseits Weideflächen oberhalb der natürlichen Waldgrenze, sogenannte „Urwiesen“, und andererseits Wiesen unterhalb der klimatisch bedingten Waldgrenze. Letztere bedürfen menschlicher Tätigkeiten um die so entstandenen Lebensräume zu erhalten (GLATZ et al. 2006). Der Wechsel zwischen Wald und Weide führt zu einem hohen Anteil von Grenzlinien (HUBER & BERGLER 2006). Diese Übergangsbereiche von einem Lebensraum in einen anderen, sogenannte Ökotope, beherbergen oft eine Vielzahl von Arten. Auf Almen treffen sowohl waldbewohnende Arten als auch Arten der alpinen Stufe aufeinander, da sie in den vielen ineinander übergehenden Strukturen beste Lebensbedingungen finden (HUBER & BERGLER 2006; BÄTZING 2005).

Vor allem viele Vertreter der Wiesenschmetterlinge finden erst durch eine standortangepasste Almbewirtschaftung in mittleren Berglagen der montanen bis subalpinen Stufe eine geeignete Lebensgrundlage. Tagfalter (Rhopalocera) und Widderchen (Zygaenidae) sind Schmetterlinge, die besonders stark von der menschlichen Bewirtschaftung profitiert haben (HUEMER & TARMANN 2001). Da die Mehrheit der mitteleuropäischen Tagfalter sehr lichtliebende Tiere sind, finden sie in geschlossenen Wäldern keine geeigneten Lebensräume (BALMER & ERHARDT 2000). Deshalb ist eine Nutzungsaufgabe der Almen, was in Lagen unterhalb der natürlichen Waldgrenze unumgänglich zu einer Wiederbewaldung führt, potenziell nachteilig für die Tagfalterfauna. Zwar zeigen verbrachene Flächen kurzfristig eine Erhöhung der Artenvielfalt, allerdings kommt es im weiteren Verlauf, mit Einsetzen der Wiederbewaldung, zu einem rapiden Abfall der Falterdiversität (HUEMER & TARMANN 2001, BALMER & ERHARDT 2000).

Die häufigste Gefährdungsursache für Arten der europäischen Tagfalterfauna ist der Verlust von Habitaten und deren Konnektivität, durch die Intensivierung bzw. Nutzungsaufgabe von Landwirtschaftsflächen: diese Prozesse machen auch vor abgelegenen Almen nicht halt (VAN SWAAY et al. 2010; STETTNER et al. 2007). HOHL (2006) stellte anhand von Untersuchungen auf intensiv und extensiv bewirtschafteten Bergwiesen in der Schweiz fest, dass durch die Intensivierung der Landnutzung stenöke Arten in ihrer Abundanz abnahmen. Extensiv bewirtschaftete Wiesen zeigten die höchste Diversität an Faltern, während eine Intensivierung mit einer Artenverarmung einherging (HOHL 2006).

Tagfalter sind eine sehr gut untersuchte Tiergruppe, ihre Nahrungspräferenzen und Habitatansprüche sind gut bekannt. Viele Arten besitzen sehr spezifische Lebensraumansprüche, insbesondere im Hinblick auf die larvalen Futterpflanzen, aber auch an Raumstruktur und Mikroklima (FARTMANN & HERMANN 2006). Diese

stenöken Arten sind oft auch stärker in ihrem Bestand gefährdet, was sich in der höheren Einstufung in Roten Listen (VAN SWAAY et al. 2010, HÖTTINGER & PENNERSTORFER 2005) widerspiegelt. Die besonderen Ansprüche lassen Tagfalter auch schon auf graduelle Veränderungen ihres Lebensraumes reagieren (STETTNER et al. 2007; KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a). Manche Arten haben einen sehr komplexen Lebenszyklus, wie etwa die Ameisenbläulinge der Gattung *Phengaris* (THOMAS et al. 2009). Andere sind Biotopkomplexbewohner, wie *Parnassius mnemosyne*, und benötigen daher eng miteinander verzahnte Landschaftselemente (EBERT & RENNWALD 1991). Diese Eigenschaften machen Tagfalter zu sensiblen und vielfach benutzten Indikatoren für die Qualität von Lebensräumen (MAES & VAN DYCK 2004). Hinzu kommt, dass sie aufgrund ihrer kurzen Lebensspanne und ihrer relativ mobilen Lebensweise rascher auf Umweltveränderungen reagieren als Vögel oder Gefäßpflanzen (THOMAS et al. 2004). KRUESS & TSCHARNTKE (2002) konnten keine Unterschiede in der Pflanzendiversität und Vegetationsstruktur zwischen unterschiedlich intensiv beweideten Flächen Norddeutschlands feststellen, während die Insektendiversität wesentlich von der Beweidungsintensität beeinflusst wurde (KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a, b).

Nach der Bewertung österreichischer Landschaften und ihrer Bedeutung für die biologische Vielfalt wird Landschaften mit extensiv genutzten Almen höchste Bedeutung für die Sicherung der Biodiversität zuerkannt, hingegen wird Intensivalmen nur mittlere Bedeutung für die Biodiversitätserhaltung beigemessen (WRBKA et al. 2005). Da die Konzepte für eine naturschutzorientierte Bewirtschaftungsform auf Almen denen der Tallagen deutlich hinterherhinken, herrscht noch großer Handlungs- und Forschungsbedarf hinsichtlich des Themas „Almen und Biodiversität“ (UMWELTBUNDESAMT 2010).

Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, ob die Nutzungsintensität, in Form von Beweidung, einen wesentlichen Einfluss auf die Diversität, den Artenreichtum und die Abundanz der Tagfalter hat. Weiters wurde untersucht, ob sich Probeflächen/Almen unterschiedlicher Nutzungsintensität in ihren Faltergemeinschaften unterscheiden. Die Arbeit soll auch darüber Aufschluss geben, wie sich die Beweidung auf Habitatspezialisten, Kulturfolger und Rote-Liste-Arten auswirkt. Dazu wurden Probeflächen auf verschiedenen Almen im Nationalpark Gesäuse untersucht. Diese umspannten einen Nutzungsgradienten von bereits seit Jahrzehnten aufgelassenen bis hin zu intensiv genutzten Almen. Parallel zu den Tagfalteredaten wurde auf jeder Probefläche eine Reihe von Umweltvariablen aufgenommen. Anhand dieser Daten wurden folgende Hypothesen überprüft.

- Eine hohe Beweidungsintensität wirkt sich negativ auf die Diversität und Artenvielfalt der Tagfalter aus.
- Habitatspezialisten, Kulturfolger und Rote-Liste-Arten sind auf extensiv bewirtschafteten bzw. außer Nutzung gestellten Flächen häufiger anzutreffen als auf intensiv genutzten.
- Die Abundanz der Tagfalter wird hauptsächlich von dem zur Verfügung stehenden Blütenangebot bestimmt und allenfalls indirekt von der Nutzungsintensität.
- Unterschiede in der Nutzungsintensität spiegeln sich auch in der Artenzusammensetzung der Faltergemeinschaften wider.
- Mit zunehmender Höhenlage sinkt die Artenvielfalt, und die Faltergesellschaften ändern sich.

Material und Methoden

Untersuchte Artengruppe

Für die vorliegende Studie wurden sowohl die echten Tagfalter (Hesperioidea und Papilionoidea) als auch die tagaktiven Vertreter der sogenannten Nachtfalter (z.B. Zygaenidae, aber auch viele Vertreter der Noctuoidea und Geometridae) quantitativ erfasst. Unter dem Terminus „Tagfalter“ werden in dieser Arbeit alle Falter, deren Hauptaktivitätszeit untertags liegt, verstanden. Vertreter nachtaktiver Arten, die bei den Erhebungen aus der Vegetation aufgescheucht wurden, wurden zunächst im Gelände mit aufgezeichnet und auch artgenau bestimmt, später aber nach Abgleich mit einschlägiger Literatur (EBERT 1994, 1997, 1998, 2001, 2003) von den Auswertungen ausgeschlossen. Diese Arten sind in Tab. A1 im Anhang mit aufgelistet und markiert. Die Überfamilie der Pyraloidea wurde in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. In weiterer Folge werden die Falter für die Datenauswertung häufig in zwei Gruppen geteilt. Einerseits stehen oft nur die echten Tagfalter im Zentrum der Untersuchungen, andererseits auch die Tagfalter in ihrer Gesamtheit. Um ökologische Fragestellungen zu bearbeiten wurden die Falter gemäß SBN (1987, 1997, 2000) und EBERT (1994, 1997, 1998, 2001, 2003) in Kategorien ihrer Höhenverbreitung, Habitatspezifität und ihrem Potential als Kulturfolger in Erscheinung zu treten unterteilt (Tab. A2).

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich zum überwiegenden Teil im Nationalpark Gesäuse. Der drittgrößte Nationalpark Österreichs (Fläche: 11.054 ha) liegt im Bereich der Ennstaler Alpen in der Obersteiermark. Hauptsächlich wird er von den beiden Gebirgsstöcken Buchsteinmassiv und Hochtorggruppe gebildet, die durch die Enns voneinander getrennt sind. Vom Talboden der Enns (490 m ü. A.) bis zur höchsten Erhebung (Hochtorgipfel 2370 m ü. A.), besteht eine Höhendifferenz von 1880 m. Charakteristisch sind die zerklüfteten Kalkgebirgsstöcke, die rechts und links der Enns steil emporragen. Der Fluss formte dieses für das Untersuchungsgebiet namensgebende, rund 15 km lange Durchbruchstal. Die Nationalpark-Fläche teilt sich auf in alpine Flächen (31 %), Wald (50 %), Buschwald (13.5 %), Gewässer (0.5 %) und Almweiden/Wiesen (5 %) (NATIONALPARK GESÄUSE 2012).

In Österreich kommen 215 echte Tagfalterarten vor, inklusive der nicht bodenständigen Arten (HÖTTINGER & PENNERSTORFER 2005). Im Untersuchungsgebiet wurden bereits einige Arbeiten zur Tagfalterfauna durchgeführt. REMSCHAK (2005) beobachtete auf zwei Almen (Sulzkaralm und Kölblalm) 57 Tagfalterarten, KOSCHUH (2010) dokumentierte im Nationalpark Gesäuse 40 Tagfalterarten. In Summe wurden, unter Einbeziehung der Datenbankeinträge des Nationalpark Gesäuses, bislang 80 Tagfalterarten im Untersuchungsgebiet festgestellt.

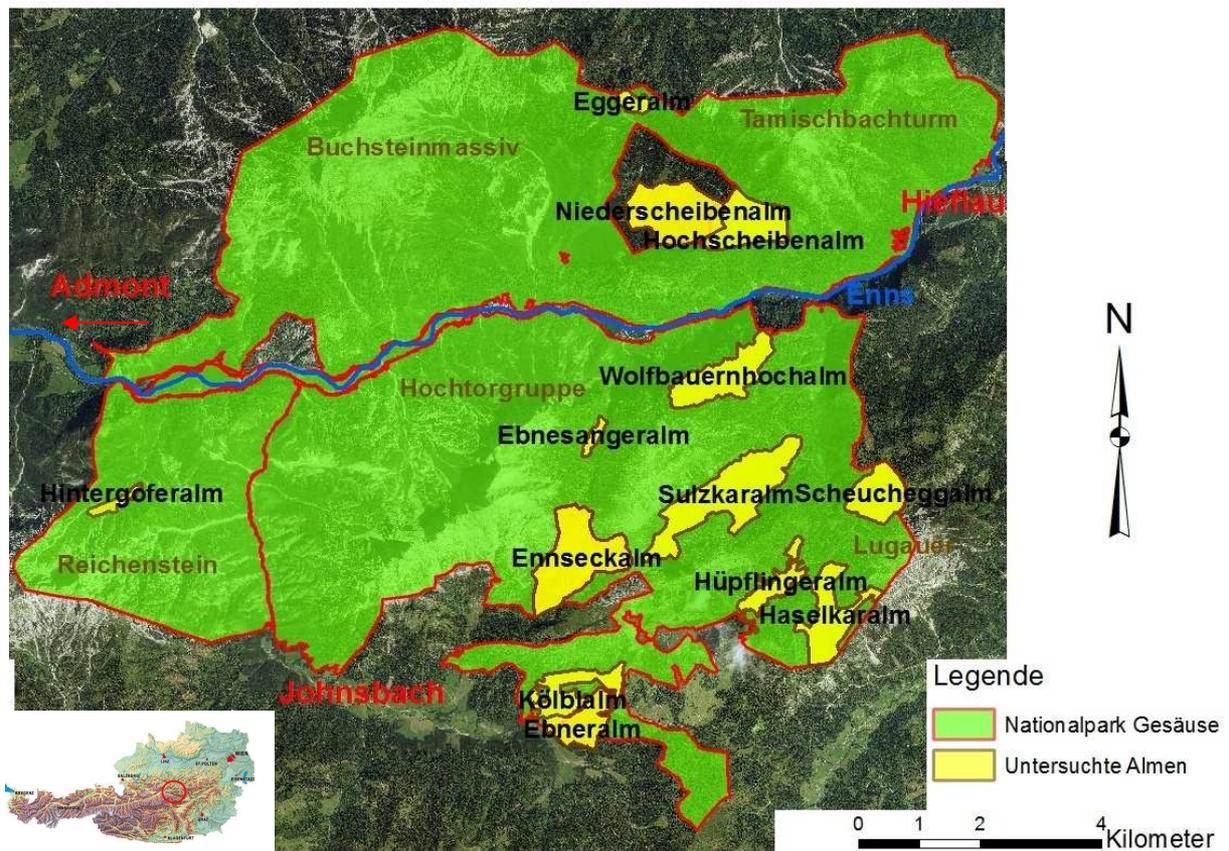


Abb. 1: Untersuchungsgebiete im Nationalpark Gesäuse. Quelle: Nationalpark Gesäuse.

Almen

Es wurden 13 verschiedene Almen untersucht, die sich zum überwiegenden Teil im Nationalpark Gesäuse befinden. Lediglich drei, Niederscheibernalm, Ennseckalm und Ebneralm, befinden sich nicht auf Nationalparkfläche, grenzen jedoch an diese an. Alle untersuchten Almen liegen innerhalb der Bergwaldstufe. Damit ist eine menschliche Nutzung Voraussetzung, um diese ausgedehnten offenen Habitate dauerhaft zu erhalten. Um einen Gradienten der Nutzungsintensität abzubilden, wurden sowohl Almen untersucht, die bereits seit Ende des 19. Jahrhunderts außer Nutzung gestellt wurden (Eggeralm, Ebnesangeralm) als auch intensiv bewirtschaftete Almen wie zum Beispiel die Ennseckalm, Haselkaralm oder Sulzkaralm. Angaben zur Höhererstreckung, den Flächenanteilen der wichtigsten Landschaftselemente und der Nutzungsintensität finden sich in Tab. 1.

Eggeralm

Die Eggeralm wurde bereits im 17. Jahrhundert als Alm genutzt. Mit Auftriebszahlen von 37 Kühen, 27 Stück Galtvieh und 10 Ochsen war sie im Jahr 1741 die größte Privatalm im Gesäuse. Sie nahm dabei noch ein sehr großes Areal ein, von der Tieflimauer (1820 m) im Nordwesten bis hin zum Tamischbachturm (2035 m) im Südosten. Nachdem 1874 die Bestoßung ihr Maximum erreicht hatte, nahmen die Auftriebszahlen stetig ab. Ab 1906 wurde sie lediglich als Galtviehweide genutzt und schließlich ab 1915 komplett außer Nutzung gestellt (HASITSCHKA 2006 e).

Ebnesangeralm

Mit Beginn des 17. Jahrhunderts kann bereits eine Nutzung der Hänge, die von der Planspitze (2117 m) her abfallen (Sonntagskar und Kölbelpfad), anhand des Almregisters des Stiftes Admont nachgewiesen werden. Während die Ebnesangeralm im 18. Jahrhundert noch mit etwa 50 Stück Vieh bestoßen wurde, galt sie nach einem Lawinenunglück im Jahr 1895, bei dem die Almhütte weggerissen wurde, bereits als verfallen (HASITSCHKA 2006 a).

Wolfbauernhochalm

Erstmals wird die Wolfbauernhochalm im Jahr 1602 genannt und als ausdrückliche Kuhalm bezeichnet. Früher lag sie vermutlich um 220 m höher, auf 1700 m, aber bereits 1880 ist die Hütte auf 1482 m das erste Mal in einer Karte eingezeichnet. Eine Höhenlage, in der überwiegend Waldweide betrieben wurde, da dort bereits 1760 nur schlagbares Holz gestanden hatte. Rund 30 Stück Vieh weideten Ende des 18. Jahrhunderts, auf der Alm die bis 1871 als Privatalm geführt wurde, später als Servitutsalm der Steiermärkischen Landesforste. 1966 wurde die Alm das letzte Mal, und auch nur mit Jungvieh, bestoßen (HASITSCHKA 2005 b). Heute befindet sich eine Jagdhütte auf der ehemaligen Almfläche, und die offenen Bereiche werden für jagdliche Zwecke gepflegt.

Niederscheibenalm

Bereits im Jahre 1741 gab es die Unterscheidung in Hoch- und Niederscheibenalm. Zu dieser Zeit weideten im gesamten Gstatterbodenkessel, das entspricht der Fläche der Niederscheibenalm, dem Draxtal und der Eggeralm etwa 400 Stück Rinder. Mit der Änderung des Weidezinssystems, von der Pauschalbesteuerung hin zur Besteuerung der tatsächlich aufgetriebenen Tiere, nahmen die Auftriebszahlen stark ab. Die Niederscheibenalm wurde zum größten Teil als Waldweide betrieben, bis 1975 eine Novelle des Forstgesetzes eine strikte Trennung zwischen Wald und Weide vorschrieb. Durch die Wald-Weide-Trennung kam es 2006 zu einer Vergrößerung der Reinweidefläche. Vor allem im Bereich der heutigen Kroisenalm wurden große Waldbereiche in Weideflächen umgewandelt (etwa 4 ha) um die Waldweideflächen zu entlasten. Die Niederscheibenalm besteht aus der Hörantalm (36 ha) im Norden und der Kroisenalm (93 ha) im Süden (HASITSCHKA 2006 d). Insgesamt weiden derzeit auf der Niederscheibenalm 37 Stück Vieh, 18 Stück auf der Hörantalm und 19 Stück auf der Kroisenalm. Für die vorliegende Studie wurden beide Teile zur Niederscheibenalm zusammengefasst.

Hochscheibenalm

Bereits für das 16. Jahrhundert konnten Almfahrer auf der Hochscheibe nachgewiesen werden. Im Jahre 1741 wurde sie mit 43 Kühen und 21 Stück Galtvieh bestoßen, rund 120 Jahre später 1864 waren es nur mehr 19 Rinder, 12 Stück Galtvieh und 6 Schweine die auf die Alm getrieben wurden (HASITSCHKA 2006 d). Derzeit weiden auf der Hochscheibenalm 6 Stück Vieh und 2 Pferde.

Kölblalm

Die Kölblalm wurde schon in der Bronzezeit zur Metallverhüttung genutzt. Im Mittelalter wurde sie nicht als Alm bewirtschaftet sondern diente der Viehzucht in Form einer Schwaige. Erst 1741 wurde sie von einer ständig bewohnten Schwaige zu einer nur in den Sommermonaten bewirtschafteten Alm. In Privatbesitz kam die Alm schon 1826 und wird seither von der Familie Kölbl bewirtschaftet (HASITSCHKA 2006 b). Von den 67 ha Almfläche haben 60 ha den Status einer Servitutsalm und 7 ha daran angrenzende Fläche werden als Eigentumsalm geführt. Beide Teile werden von dem gleichen Halter betreut und auch bei den Auswertungen zusammen als Kölblalm bezeichnet. Derzeit weiden auf dem Servitutsteil der Kölblalm 13 Stück Vieh und auf dem Privatteil 8 Stück.

Hüpfingeralm

Die Hüpfingeralm wurde vermutlich schon 1581 als reine Ochsenalm eingerichtet. Im 18. Jahrhundert weideten dort mindestens 47 Ochsen. Von der heutigen Haselkaralm wurde sie erst 1775 abgetrennt. 1861 wurde die Alm mit 80 bis 90 Rindern, 30 Schafen und 10 Schweinen bestoßen. Trotz dieser hohen Zahl an Weidevieh lag ihre Hauptnutzung in der Holzgewinnung (HASITSCHKA 2005 a). Auf der Hüpfingeralm wurde erst vor wenigen Jahren die Beweidung wieder intensiviert, und somit wurden auch Managementmaßnahmen, wie das Schwenden von Latschengebüschen und kleine Schlägerungsmaßnahmen, durchgeführt. Derzeit weiden dort 7 Stück Vieh.

Scheucheggalm

Die Scheucheggalm wurde wie viele der abgelegenen Gesäusealmen im 18. Jahrhundert als Ochsenalm betrieben. Im Jahr 1740 war sie mit 52 Ochsen und 2 Stieren bestoßen. Im 20. Jahrhundert waren es 38 Stück Vieh, vor allem Jungvieh (HASITSCHKA 2005 a). Heute weiden 13 Stück Vieh auf der Alm.

Ebneralm

Die Ebneralm ist eine touristisch stark genutzte Alm, ob im Sommer als Mountainbikestrecke oder im Winter als Startpunkt einer Rodelstrecke. Auf der rund 10 ha großen Alm weiden derzeit 8 Stück Vieh.

Ennseckalm

Die Ennseckalm liegt auf dem nach Südwesten abfallenden Talboden unterhalb der Hesshütte. Sie wird von Wanderern und Bergsteigern stark frequentiert. Derzeit weiden auf der Alm 37 Stück Vieh.

Hintergoferalm

Laut Waldtomus vom Jahre 1760 wurde die Hintergoferalm damals mit 29 Rindern bestoßen. Seit 1936 ist das gesamte Revier Hintergofer im Besitz des Landes Steiermark, und wird heute zum größten Teil als Waldweide betrieben, weshalb die Alm ausschließlich mit Jungvieh bestoßen wird (HASITSCHKA 2006 c). Aktuell weiden auf einer Fläche von etwa 13 ha 5 Stück Jungvieh.

Sulzkaralm

Die Almwirtschaft im Sulzkar ist auf das Jahr 1760 zurückzuführen, ab dann wird sie bis ins 20. Jahrhundert als stiftische Ochsenalm bezeichnet. Allerdings wurden auch damals schon Rinder und Schafe neben den Ochsen aufgetrieben. Heute ist sie Eigentum der Steiermärkischen Landesforste, diese hat sie seit 1983 an die „Weidegemeinschaft Sulzkar“ bis 2013 verpachtet. Nach dem aktuellen Pachtvertrag ist eine maximale Bestoßung mit 80 Stück Rindern und 5 Pferden vorgesehen (HASITSCHKA 2003). Heute gibt es einen Bewirtschaftungsplan für die Sulzkaralm, um einerseits den Ist-Zustand zu dokumentieren und andererseits, um Leitlinien zur optimalen Bewirtschaftung zu erstellen. Insgesamt weiden derzeit 87 Stück Vieh auf der gesamten Almfläche.

Haselkaralm

Erstmals wurde die Haselkaralm im Jahre 1572 almwirtschaftlich genutzt. Im 18. Jahrhundert wurde sie mit etwa 30 Stück Rindern bestoßen. Laut Pachtvertrag der Steiermärkischen Landesforste von 1942 durften maximal 50 Stück Rinder auf der Alm weiden (HASITSCHKA 2005 a). Heute ist die Alm mit 53 Stück Rindern bestoßen, und die einzige Alm im Nationalpark Gesäuse auf der noch Milchwirtschaft betrieben wird.

Tab. 1: Flächenbedeckungsanteile der untersuchten Almen, ihre Höhenerstreckung, Gesamtfläche und deren Beweidungsintensität (m ü. A. = Meter über Adria).

Alm	Höhenlage (m ü. A.)	Fläche (ha)	Waldfläche (%)	Wiesenfläche (%)	Infrastrukturfläche (%)	Gewässerfläche (%)	Offene Flächen (%)	Stück Vieh/ha
Sulzkaralm	1290 - 1700	176	48.1	49	1.2	0.5	1.2	0.49
Ennseckalm	1550 - 1780	149	68.3	27.5	0	0	4.2	0.25
Niederscheibenalm	830 - 1270	129	83.8	15	1	0	0.2	0.29
Wolfbauernhochalm	1430 - 1750	98	92.2	7.3	0	0	0.5	0
Haselkaralm	1450 - 1980	87	54.4	44.4	0.6	0.1	0.5	0.61
Hochscheibenalm	1170 - 1270	85	85.1	13.3	0.9	0	0.7	0.09
Scheucheggalm	1460 - 1720	68	65.6	33.5	0.6	0	0.3	0.19
Kölblalm	1080 - 1640	67	71.2	25.3	1.7	0.8	1	0.31
Hüpflingeralm	1390 - 1550	43	38.6	57	3.5	0.9	0	0.16
Eggeralm	1410 - 1550	15	95.3	4.7	0	0	0	0
Hintergoferalm	950 - 1090	13	72.1	21	6.9	0	0	0.38
Ebnesangeralm	1440 - 1580	11	79.1	20.9	0	0	0	0
Ebneralm	1160 - 1300	10	43.4	56.3	0.3	0	0	0.8

Auswahl der Probeflächen

Auf den Almen wurden je nach ihrer Gesamtgröße mehrere Probeflächen von 50 m × 50 m Größe (= 2500 m²) ausgewählt. Als Referenzalm diente dabei die mittelgroße Scheucheggalm mit einer Fläche von 68 ha, auf der vier Probeflächen eingerichtet wurden. Auf kleineren Almen wurden drei Probeflächen eingerichtet, um eine ausreichende Zahl von Replikaten zu gewährleisten. Auf größeren Almen wurden – in etwa proportional zur Gesamtfläche – fünf bis zehn solcher Flächen ausgewiesen. Weil für Tagfalter vor allem offene Bereiche als Lebensraum bedeutsam sind, wurden in dieser Arbeit geschlossene Waldflächen von den Erhebungen ausgenommen. Da die Grenzen zwischen Wald und Weide oft nicht geradlinig verlaufen, diese Ökotope aber als wichtige Falterlebensräume in die Untersuchung miteinbezogen wurden, waren auch die untersuchten Flächen keine rechtwinkeligen Polygone, sondern wurden an das Gelände angepasst. Entscheidend war die Flächentreue der Probeflächen, die mit Hilfe des Programms ArcMap 10 mit einer Genauigkeit von ca. 10 m² erreicht werden konnte. Ziel war es, die Probeflächen möglichst gleichmäßig über den gesamten Offenlandanteil jeder Alm zu verteilen sodass die Heterogenität jeder Alm abgebildet werden konnte. Als Grundlage für die genaue Positionierung der Probeflächen diente die digitale CIR-Luftbildkartierung des Nationalparks Gesäuse (HOFFERT & ANFANG 2006). Die Landschaft wurde dabei nach dem Habitat Interpretation Key 2 (HIK-2) kartiert und in neun Hauptklassen eingeteilt (Tab. 2).

Tab. 2: Hauptklassen der Kartiereinheiten nach dem Habitat Interpretation Key 2 (HIK-2) und deren Beschreibung im Rahmen des Projekts HABITALP (HOFFERT & ANFANG 2006).

Kartiereinheit	Beschreibung
2000	Gewässer
3000	Moore
4000	Landwirtschaft, Staudenfluren
5000	Rohbodenstandorte, Zwergstrauchheiden, Extremstandorte
6000	Bäume, Feldgehölze, Gebüsche
7000	Wald
8000	Stark veränderte, gestörte Standorte, Ver- und Entsorgungsflächen
9000	Siedlung, Verkehr, Freizeit und Erholung

Diese flächendeckende Kartierung wurde mit den Grenzen der untersuchten Almen verschnitten und das Ergebnis in Karten dargestellt (Abb. 2). Die Probeflächen wurden bevorzugt über Flächen, die der Hauptklasse 4000 (Landwirtschaft und Staudenfluren) zuzuordnen sind, eingerichtet. Bei kleinen bzw. stark in Sukzession begriffenen Almen (wie der Hintergoferalm oder Eggeralm) mussten auch Waldflächen zur Untersuchung herangezogen werden. Mithilfe von Orthofotos wurden dann die bestgeeigneten Stellen für eine Tagfaltererhebung ermittelt. Zusätzlich dienten Vegetationsaufnahmen, wie im Fall der Eggeralm, zur Positionierung der Probeflächen (WERSCHONIG 2007). Zum Teil kam es in der Zwischenzeit auch zu Vergrößerungen der Reinweidefläche, zum Beispiel auf der Niederscheibenalm, auf der Waldflächen gerodet wurden, die in der CIR-Luftbildkartierung noch nicht berücksichtigt waren. Auf diesen Flächen wurde, nach Geländebegehungen, die Verteilung der Probeflächen nachträglich angepasst.

Teilweise schließen die Probeflächen auch Habitattypen der Hauptklasse Feldgehölze (Kölblalm) oder Moore (Scheucheggalm) mit ein. Aufgrund der Tatsache, dass auch diese Flächen von den weidenden Tieren genutzt werden und Ökotope in der Untersuchung mit berücksichtigt werden sollten, wurden sie hier als Weideflächen klassifiziert.

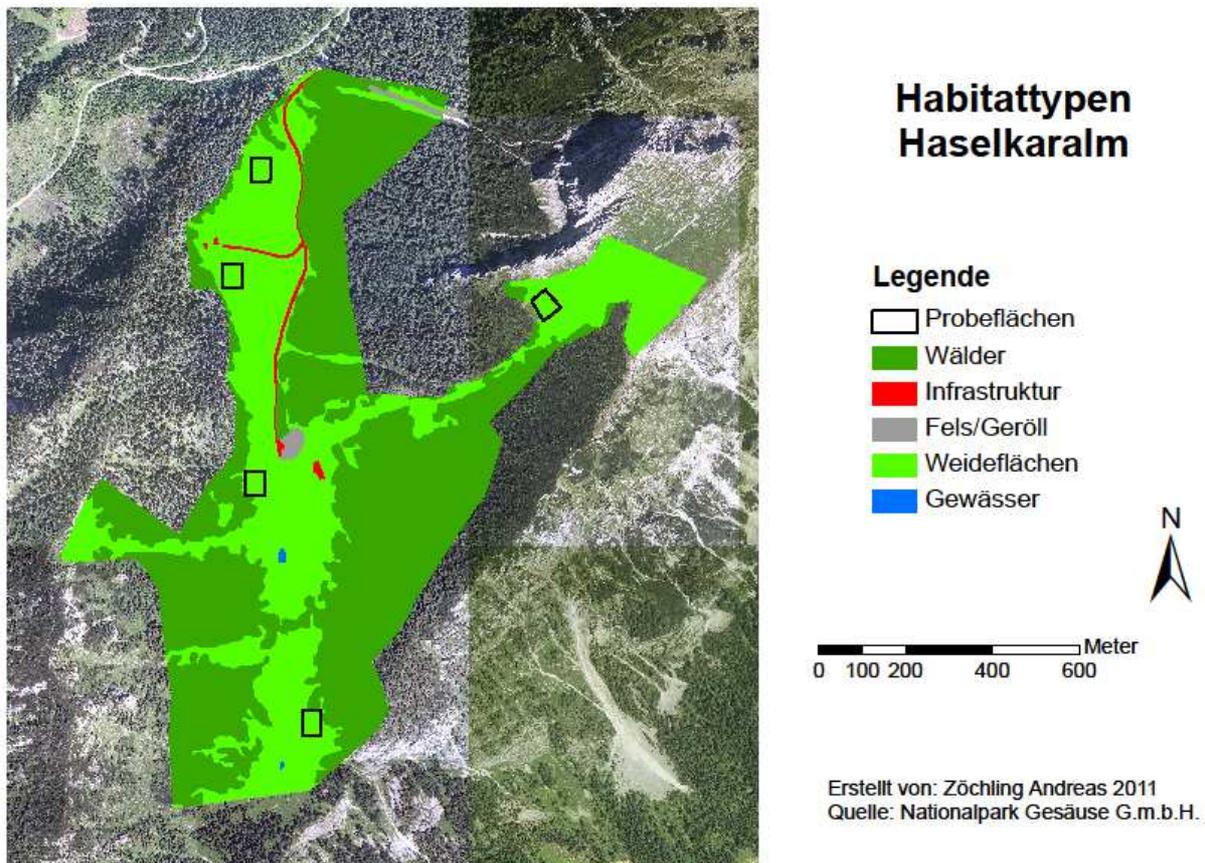


Abb. 2: Karte der Habitattypen auf der Haselkaralm nach dem Habitat Interpretation Key 2 (HIK-2) und die Verteilung der Probeflächen.

Um jede Probefläche eindeutig identifizieren zu können, wurde ihr der Name der Alm und eine Nummer zugewiesen. Von allen 66 eingerichteten Probeflächen wurden, zur besseren Auffindung im Gelände, die Koordinaten ihres Zentrums aus dem Geographischen Informationssystem ausgelesen und auf ein GPS-Gerät übertragen. Zusätzlich wurden zu jeder Probefläche Detailkarten erstellt, anhand derer die genauen Grenzen der Probefläche im Gelände zu erkennen waren (Abb. 3).



Name	Rechtswert	Hochwert
Wolfbauer 2	551168	272076

Abb. 3: Detailkarte zur Auffindung der Probeflächengrenzen im Gelände, mit dazugehörigen Koordinaten der Probeflächenmitte. Hier als Beispiel die Probefläche 2 der Wolfbauernhochalm.

Datenerhebung

Da die Vegetationsperiode, und damit auch die Aktivität der ektothermen Insekten, erst verspätet in der subalpinen Stufe einsetzt, wurde mit der Datenaufnahme auf Probeflächen tieferer Lagen, wo die Schneeschmelze zeitiger im Frühjahr stattfindet, begonnen. Um die komplette Artengarnitur, die in der Region auftreten kann zu erfassen, begann die erste Aufnahmerunde am 18. Mai 2011 an den tiefsten Probeflächen der Niederscheibenalm (868 m ü. A.). Auf diese Weise konnten Arten, deren Lebensphase als Falter früh im Jahr beginnt (*Anthocharis cardamines*) oder die als adulte Falter überwintern (*Inachis io*), ebenso erfasst werden wie Arten, die erst spät im Jahresverlauf fliegen (*Erebia pronoe*). Die letzten Datenaufnahmen erfolgten am 18. August 2011 auf der Wolfbauernhochalm. Insgesamt wurde jede der 66 Probeflächen während dieses Zeitraumes drei Mal untersucht, dadurch kamen in Summe 197 Erhebungen zustande.

Jede Probefläche wurde standardisiert bei jeder Erhebung 20 Minuten lang untersucht. Dabei wurden die Flächen langsam in Schlangenlinien abgegangen, um ein möglichst vollständiges Bild der aktuellen Tagfaltergemeinschaft auf der Probefläche zu erhalten. Dokumentiert wurden alle Arten und deren Sichtungszahlen. Arten, die im Flug bestimmbar waren (z. B. *Aglais urticae*, *Nymphalis antiopa*), wurden nicht gefangen. Alle anderen Arten wurden mit Hilfe eines Keschers gefangen und in ein Kunststoffgläschen zur genauen Artbestimmung gegeben. In einigen Fällen, vor allem bei Artkomplexen wie *Pyrgus malvae/malvoides* oder *Leptidea sinapis/reali*, wurden einzelne Belegexemplare entnommen, um mikroskopische Genitalpräparate anzufertigen. Die Artbestimmung erfolgte nach STETTNER et al. (2007), FAJCIK (2003), REICHHOLF-RIEHM (1983) BELLMANN (1999), LERAUT (2009) und SBN (1987, 1997, 2000).

Als Voraussetzung für den Beginn einer Aufnahme mussten mindestens 13° Celsius Lufttemperatur herrschen. Der Wind durfte nicht stärker als 3 nach der Beaufort-Skala sein, die Bewölkung durfte 50 % über dem Untersuchungsgebiet nicht überschreiten. Ebenso wurden keine Aufnahmen vor 09:00 Uhr gemacht und die letzten Aufnahmen nicht nach 17:00 Uhr begonnen.

Auf jeder Probefläche wurden neben den Faltersichtungen verschiedene Habitatparameter aufgenommen, um deren Einfluss auf die Faltergemeinschaften testen zu können (Tab. 3).

Tab. 3: Habitatparameter, die für jede einzelne Probefläche erhoben wurden.

Habitateneigenschaften	„Witterungseigenschaften“
Nektarangebot (1-5)	Höhe (m ü. A.)
Vegetationshöhe (in cm)	Exposition
Feuchtigkeit (0-3)	Temperatur(° C)
offenen Erdstellen (0-3)	Wind (Beaufort)
Fels-/ Gesteinsflächen (0-3)	Bewölkung (1/8)
Gehölze (0-3)	Datum
Beweidungsspuren (1-5)	Uhrzeit (MESZ)
Neigung (0-3)	
Bestoßung (1-8)	

Nektarangebot, Beweidungsspuren, Gehölzanteil, offene Erdstellen, offene Fels-/Gesteinsflächen sowie Feuchtigkeit und Hangneigung wurden auf Rangskalen erhoben. Diese Rangskala erstreckte sich bei den Faktoren Beweidungsspuren und Nektarangebot von 1 bis 5. Das Nektarangebot wurde von sehr gut (1) bis sehr schlecht (5) eingestuft. Bei den Beweidungsspuren stand (1) für eine unbeweidete Fläche (ohne Spuren von Beweidung, Viehtritt oder Kot), während (5) sehr intensiv beweideten Flächen oder Lägerfluren zugesprochen wurde. Für alle anderen Faktoren erstreckten sich die Rangskalen von (0) (= keine derartige Struktur, wie offene Erdstellen, Fels-/Gesteinsflächen, Gehölze, Feuchtstellen bzw. eine ungeneigte, ebene Fläche) bis (3) (= sehr reichhaltiger bis flächendeckender Anteil derartiger Strukturen, beziehungsweise eine sehr steile Fläche). Für die Bestoßung wurden Untersuchungen des Nationalparks Gesäuse zur Entwicklung von Almbewirtschaftungsplänen herangezogen, in der Teilflächen der Almen in 8 Bestoßungskategorien eingeteilt wurden (SCHWAB et al. 2004). Die Einschätzung der Windstärke erfolgte nach der Beaufort-Skala. Windstille entspricht dabei einem Beaufort-Grad von (0) während der Grad (3) einem schwachen Wind, der Laub und dünne Zweige in ununterbrochene Bewegung versetzt, entspricht (LILJEQUIST & CEHAK 1994). Die Bewertung der Bewölkung erfolgte in 1/8 Schritten, wobei 0/8 einem wolkenlosen Himmel und 8/8 einem völlig bedeckten Himmel entsprechen. Zur Ermittlung der Temperatur während der Datenaufnahme wurde ein Datenlogger (HOBO U12) verwendet. Alle zwei Minuten wurde, während der 20 Minuten dauernden Aufnahmeperiode, eine Messung gespeichert. Für die Auswertungen wurde der arithmetische Mittelwert dieser Daten als Temperaturmaß verwendet. Die Exposition und Höhe der Probeflächen wurden mittels GPS-Gerät erhoben (GARMIN GPSmap 60CSx). Für die Ermittlung der Vegetationshöhen (maximal, mittel, minimal) wurde ein Rollmaßband verwendet.

Für die Auswertungen auf Ebene der Almen wurden vor allem Parameter verwendet, welche die Eigenschaften der gesamten Alm wiedergeben (Tab. 4).

Tab. 4: Faktoren, die für die Eigenschaften der gesamten Almen stehen.

Weidefläche (m ²)	Offene Fläche (m ²)	Massiv (Nord/Süd)	Aktuelle Beweidung
Waldfläche (m ²)	Gewässerfläche (m ²)	Bewirtschaftet (ja/nein)	Weidetiere/ha
Infrastrukturfläche (m ²)	Fläche (m ²)	Höhenlage (m ü. A.)	Höhendifferenz (m)

Mit Hilfe eines Geografischen-Informationssystems (ArcMap 10) wurde die Flächengröße jeder Alm bestimmt sowie deren absoluter Anteil an Weide-, Wald-, Gewässer-, Infrastruktur- und offenen Flächen (Fels-, Schutt-, Geröllflächen). Ebenfalls festgehalten wurde, ob sich die untersuchte Alm auf der Nordseite oder auf der Südseite der Enns befindet, und ob eine Alm bewirtschaftet wird oder bereits außer Nutzung gestellt wurde. Die Höhenlage einer Alm wurde aus dem arithmetischen Mittelwert des tiefstgelegenen und höchstgelegenen Punktes der Alm ermittelt, während die Höhendifferenz die Höhenmeter zwischen diesen Punkten ist. Die aktuelle Beweidung, also die Anzahl der Weidetiere auf einer Alm, wurde durch eigene Zählungen oder durch Gespräche mit dem Halter (Haselkaralm, Sulzkaralm, Ebneralm) bzw. Hüttenwirt (Ennseckalm) ermittelt. Die Weidetiere pro Hektar errechnen sich aus der aktuellen Beweidung dividiert durch die Flächengröße der Alm.

Statistische Auswertung

Das Datenmanagement erfolgte mit Hilfe des Programms Microsoft Office Excel 2007. Zuerst wurde eine Eventtabelle erstellt, in der alle beobachteten Arten und deren Abundanz gemeinsam mit allen aufgenommenen Faktoren festgehalten wurden. Aus diesem Datensatz wurde eine Arten-Standorts-Tabelle generiert, um mit dem Programm EstimateS (COLWELL 2009) Berechnungen zur γ -Diversität der Tagfalterfauna im Untersuchungsgebiet durchzuführen. Als Schätzwert für die Gesamtartenzahl des Gebietes wurde der inzidenzbasierte Schätzer ICE (*Incidence-based Coverage Estimator*) verwendet. Da der Erfassungsgrad der Datenaufnahmen gemäß verschiedener Extrapolationsschätzer zwischen 86 und 96 % liegt, ist der ICE-Schätzer nach BROSE & MARTINEZ (2004) jener mit der größten Genauigkeit. Die graphische Darstellung der beobachteten (MaoTau) und geschätzten Artenvielfalt – getrennt für alle bzw. echte Tagfalter – erfolgte anhand von randomisierten Artenakkumulationskurven (50 Randomisierungen).

Als Maß für die Artendiversität diente neben der Artmächtigkeit auch der exponentielle bias-korrigierte Shannon-Index (= *bias-corrected maximum likelihood estimator*) der mit dem Programm SPADE (CHAO & SHEN 2009) errechnet wurde. Der Vorteil dieses Diversitätsmaßes liegt darin, dass auch bei unvollständigen Datenaufnahmen eine gute Auflösung erzielt wird (BECK & SCHWANGHART 2010). Auf Ebene der einzelnen Probeflächen sowie der gesamten Almen wurde dieser Diversitätsindex ebenfalls ermittelt, sowohl für alle Tagfalter als auch nur für die echten Tagfalter.

In allgemeinen linearen gemischten Modellen (GLMM) wurden Beziehungen zwischen den Umweltdaten als Prädiktoren und dem Shannon-Index bzw. der Summe der beobachteten Arten und Individuen als Zielvariable modelliert. Auch diese Analysen erfolgten getrennt für alle Tagfalter und die echten Tagfalter, sowie auf der Skala der gesamten Almen und der einzelnen Probeflächen. GLMMs wurden mittels STATISTICA (STATSOFT 2005) berechnet. Die Umweltdaten wurden zuvor allfälligen Transformationen unterzogen. Insbesondere wurden Daten zu relativen Anteilen (z. B. Wald-, Wiesenanteile der Alm) arcsin-wurzel-transformiert. Weiters wurden die Umweltvariablen standardisiert, um mögliche Skaleneffekte bei multivariaten Analysen auszuschließen. Die Almen als Raumeinheiten wurden dabei als Zufallsfaktor in den Auswertungen modelliert. Auf Ebene der Almen wurden allgemeine lineare Modelle (GLM) erstellt, wobei als Zielvariablen neben der beobachteten Artenzahl und dem bias-korrigierten Shannon-Index auch der Anteil von Habitatspezialisten und der nach Ebert als Kulturfolger klassifizierten Arten verwendet wurden. Bevor die Auswahl der Prädiktoren für die GLMMs bzw. GLMs erfolgte, wurden die Faktoren auf Multikollinearität überprüft. Als Parameter für die Beweidungs- bzw. Nutzungsintensität wurde, auf Ebene der Probeflächen, die nach einer Rangskala aufgenommene Anzahl von Beweidungsspuren verwendet, während auf Ebene der Almen die Anzahl weidender Tiere pro Hektar Weidefläche verwendet wurde.

Für den Vergleich der Standorte bezüglich ihrer Falter-Artenzusammensetzung wurde das Programm PRIMER (CLARKE & GORLEY 2001) verwendet. Dazu wurden aus den Arten-Standortsmatrizen Dreiecks-Matrizen der Faunenähnlichkeiten erstellt. Die Sichtungszahlen wurden, auf Ebene der Almen, zuvor wurzeltransformiert. Als Ähnlichkeitsmaß diente der Bray-Curtis-Index. Diese Ähnlichkeitsmatrizen wurden

einer multidimensionalen Skalierung (MDS) unterzogen und in einer zweidimensionalen Ordination dargestellt. Als Standortfaktoren wurden die Höhenlage und die Beweidungsintensität in Kategorien unterteilt und diese den Probeflächen beziehungsweise Almen zugewiesen. Ebenso wurde eine ANOSIM (*Analysis of similarities*) durchgeführt, um festzustellen, ob sich die Gruppenbildungen anhand der zugewiesenen Habitateigenschaften überzufällig in den zugehörigen Faltergemeinschaften widerspiegeln.

Mit den MDS-Koordinaten der Falterproben entlang der beiden Ordinationsachsen wurden in weiterer Folge Korrelationsuntersuchungen mit verschiedenen Umweltparametern durchgeführt. Damit sollte exploriert werden, welche Umweltgradienten sich entlang der Ordinationsachsen am deutlichsten abbilden.

Anhand eines Distance-based-Linear-Models (DistLM: ANDERSON et al. 2008) wurde in einem schrittweisen Regressionsansatz diejenige Variablenkombination gesucht, welche die Ähnlichkeitsmuster in den Faltergemeinschaften am besten erklärt (9999 Permutationen). Als Abbruchkriterium diente das Akaike-Information-Kriterium für kleine Stichproben (AICc). Für diese Auswertung wurden einige Prädiktoren zu Gruppen zusammengefasst. Die Gruppe „Beweidung“ setzt sich aus den Rohvariablen Bestoßung, Beweidungsspuren und der aktuellen Beweidung zusammen. Die Gruppe Nord- / Süd-Massiv kennzeichnet die Zugehörigkeit zum Nord- bzw. Süd-Massiv der Probefläche, und Exposition ist eine gruppierte Variable, die sich aus der Östlichkeit und Nördlichkeit der Fläche zusammensetzt. Die Ergebnisse des besten Modells wurden in einem Ordinationsdiagramm (*distance based redundancy analysis: dbRDA*) dargestellt.

Ergebnisse

Artenreichtum und Arten der Roten Listen

Insgesamt wurden auf den 66 Probeflächen an 25 Aufnahmetagen während der Vegetationsperiode 2011 (zwischen 18. Mai und 18. August) 95 tagaktive Arten der Lepidoptera in 3065 Individuen beobachtet, darunter 66 Arten echter Tagfalter (Papilionoidea und Hesperioidea) in 2545 Individuen (Tab. A1, A3). 32 weitere beobachtete Arten in 180 Individuen wurden in den Auswertungen nicht berücksichtigt da es sich um primär nachtaktive Arten handelte, die nur zufällig erfasst wurden. Von ihnen war *Scopula ternata* (Geometridae) in 65 Individuen die am häufigsten aus der Vegetation aufgescheuchte Art, gefolgt von *Xanthorhoe designata* (Geometridae) mit 18 Individuen. Lediglich auf einer Probefläche (Hasel3NEU) wurde in der ersten Aufnahmerunde kein einziger Falter beobachtet, und auf einer anderen Fläche (Sulz 3_1) nur ein Vertreter der tagaktiven Nachtfalter (*Ematurga atomaria*). Die erfassten Schmetterlinge konnten elf Familien der Unterordnung Glossata zugeordnet werden. Mit 34 Arten nahmen die Nymphalidae (36 %) den größten Anteil beobachteter Schmetterlinge ein, gefolgt von den Geometridae mit 13 Arten (14 %) (Abb. 4).

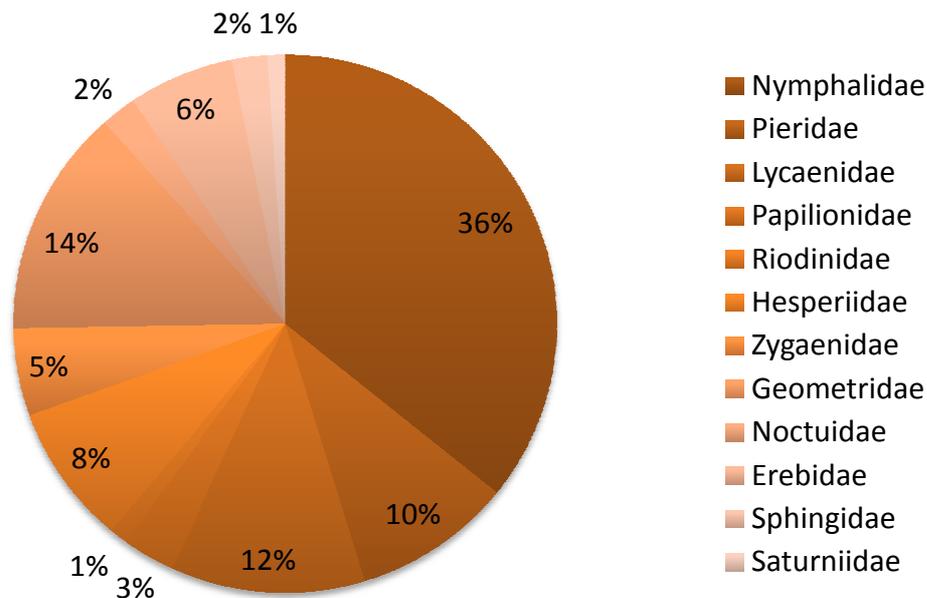


Abb. 4: Zugehörigkeit der beobachteten Falterarten zu den Schmetterlingsfamilien (n=95 Arten).

Betrachtet man die Gefährdungssituation der beobachteten echten Tagfalter auf europäischer Ebene, so ist einzig *Phengaris arion* als stark gefährdete Art einzuordnen. In Österreich hingegen wird *Phengaris arion* lediglich als Art der Vorwarnliste geführt. *Boloria thore*, *Melitaea phoebe* und *Phengaris alcon/rebeli*, die nach der Roten Liste Österreichs als gefährdete Arten eingestuft werden, fallen auf europäischer Ebene in keine Gefährdungskategorie (CR, EN, VU). Die Einstufung der Gefährdungssituation in Tabelle 5 erfolgte auf allen drei Ebenen nach IUCN-Kriterium E und ist daher untereinander vergleichbar.

Tab. 5: Gefährdungssituation der echten Tagfalter nach VAN SWAAY et al. (2010) für Europa, und HÖTTINGER & PENNERSTORFER (2005) sowie HUEMER (2006) für Österreich. VU-Vulnerable; EN-Endangered; NT-Near Threatened; LC-Least Concern.

Echte Tagfalter	Europa	Europäische Union	Österreich
<i>Argynnis adippe</i>	LC	LC	NT
<i>Aricia artaxerxes</i>	LC	LC	NT
<i>Boloria thore</i>	LC	LC	VU
<i>Boloria titania</i>	NT	LC	NT
<i>Colias phicomone</i>	NT	NT	LC
<i>Erebia eriphyle</i>	LC	LC	NT
<i>Euphydryas aurinia</i>	LC	LC	NT
<i>Lycaena hippothoe</i>	LC	NT	NT
<i>Melitaea diamina</i>	LC	NT	NT
<i>Melitaea phoebe</i>	LC	LC	VU
<i>Parnassius apollo</i>	NT	NT	NT
<i>Parnassius mnemosyne</i>	NT	LC	NT
<i>Phengaris alcon/rebeli</i>	LC	NT	VU
<i>Phengaris arion</i>	EN	EN	NT
<i>Polyommatus coridon</i>	LC	LC	NT
Tagaktive Nachtfalter			
<i>Callistege mi</i>	-	-	NT
<i>Hemaris fuciformis</i>	-	-	NT
<i>Zygaena viciae</i>	-	-	NT

Legt man den Fokus auf die Gefährdungssituation der Tagfalter in Österreich, so zeigt sich, dass von 82 im Gesäuse beobachteten Arten drei als gefährdet einzustufen sind, 14 Arten gehören der Vorwarnstufe an und 61 können als nicht gefährdet eingestuft werden. *Euphydryas intermedia* und *Leptidea reali* konnten aufgrund unzureichender Datenlage bisher keiner Gefährdungskategorie zugeordnet werden, ebenso wurden die beiden Wanderfalter *Autographa gamma* und *Vanessa cardui* keiner Kategorie zugeordnet (Abb. 5). Die 13 Vertreter der Geometridae mussten bei dieser Betrachtung weggelassen werden, da für diese bislang eine vergleichbare Einstufung in Rote-Liste-Kategorien noch nicht existiert (HUEMER 2006).

Die gefährdete Art *Boloria thore* konnte auf 14 verschiedenen Probeflächen mit insgesamt 23 Individuen beobachtet werden. *Melitaea phoebe* und *Phengaris alcon/rebeli* wurden hingegen lediglich nur in je einem Individuum gesichtet. Für den alpinen Endemiten *Erebia eriphyle*, eine Art, die an 33 Probeflächen vorkam und mit insgesamt 210 Individuen die dritthäufigste beobachtete Art war, trägt Österreich im besonderen Maße Verantwortung, da der österreichische Arealanteil zwischen 50 und 100 % des Gesamt-Verbreitungsgebietes dieser Art beträgt (HÖTTINGER & PENNERSTORFER 2005, KUDRNA et al. 2011). Mit 397 Sichtungen auf 51 Probeflächen war *Erebia manto* die am häufigsten beobachtete Art des Untersuchungsgebietes. Da 25 bis 49 % des Gesamt-Verbreitungsgebietes dieses europäischen Endemiten in

Österreich liegen, ist Österreich für deren Erhalt stark verantwortlich (HÖTTINGER & PENNERSTORFER 2005, KUDRNA et al. 2011).

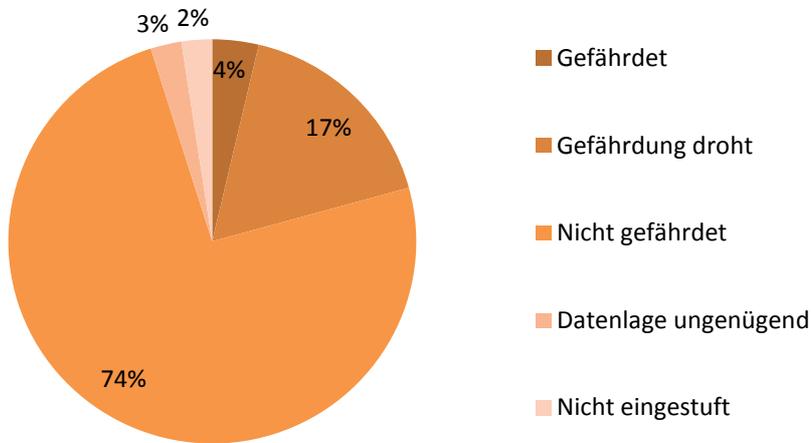


Abb. 5: Gefährdungssituation der im Gesäuse beobachteten tagaktiven Falter in Österreich, ohne Berücksichtigung der Geometridae, nach HÖTTINGER & PENNERSTORFER (2005) und HUEMER (2006).

Abbildung 6 zeigt den Zusammenhang zwischen der Individuenzahl gefährdeter Tagfalter Österreichs (Kategorien NT und VU) auf den einzelnen Probeflächen und der Beweidungsintensität. Mit Zunahme der Beweidungsintensität sank die Individuenzahl deutlich ($r = -0.35$, $p < 0.001$). Hingegen bestand mit der Artenzahl in einer analogen Analyse kein Zusammenhang ($r = -0.04$, $p = 0.72$).

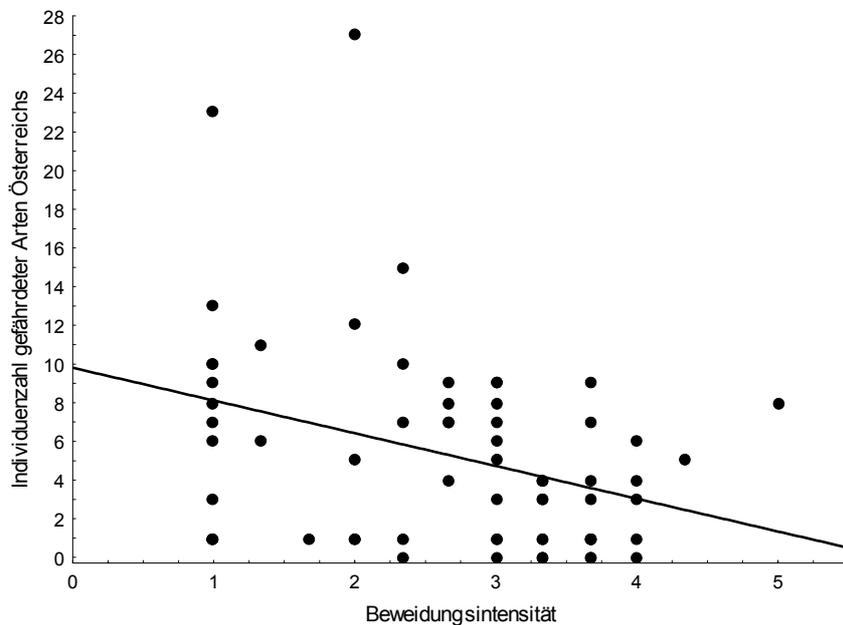


Abb. 6: Individuenzahl gefährdeter tagaktiver Falterarten Österreichs (VU, NT) auf den 66 Probeflächen in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität. Dargestellt ist die Regressionsgerade ($r = -0.35$, $p < 0.001$).

γ-Diversität und Artenakkumulationskurven

Die randomisierten Artenakkumulationskurven zeigen, dass der erwartbare Artbestand aller Tagfalter zu rund 90 % erfasst wurde, derjenige der echten Tagfalter zu rund 86 %. Von den erwarteten ca. 106 zu beobachtenden Tagfalterarten wurden 95 tatsächlich dokumentiert, und von den ca. 77 zu erwartenden echten Tagfaltern konnten 66 Arten gesichtet werden. Die randomisierte Artenakkumulationskurve sowie die Kurvenverläufe des ICE-Schätzers zeigen ein weitgehend stabiles asymptotisches Verhalten (Abb. 7).

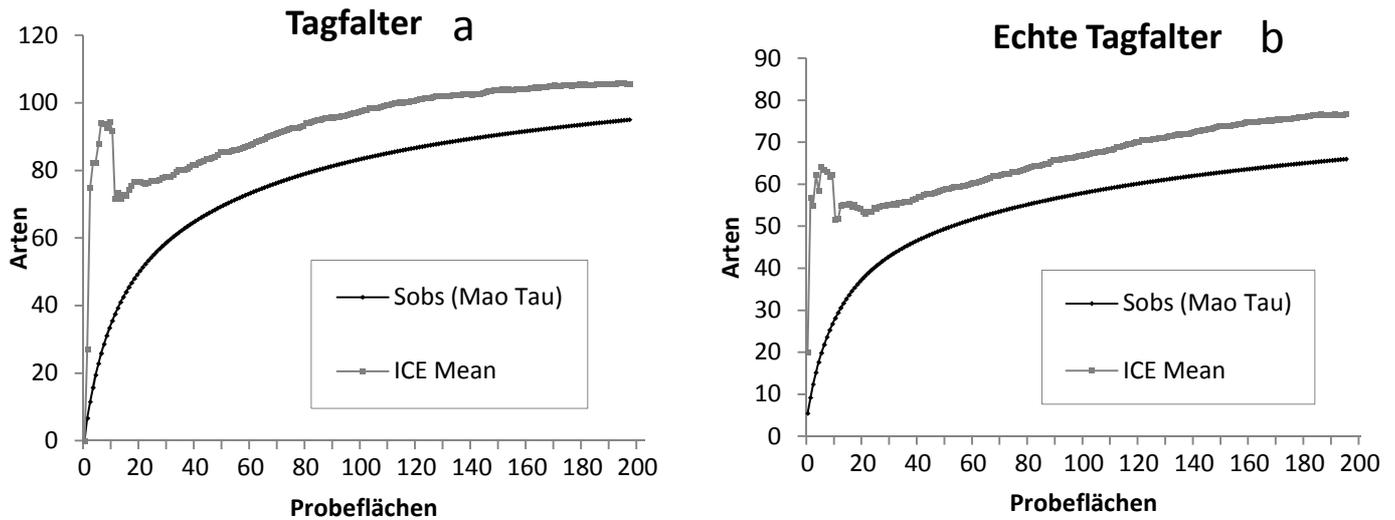


Abb. 7: Randomisierte Artenakkumulationskurven (S_{obs}) und extrapolierte Gesamtartenzahlen (ICE) der Tagfalter (a) und der echten Tagfalter (b) in Abhängigkeit von der Anzahl beprobter Standorte ($n = 197$ für a, $n = 196$ für b).

Rund 76 % der im Nationalpark Gesäuse nachgewiesenen echten Tagfalterarten konnten in dieser Studie ebenfalls beobachtet werden, lediglich 19 Arten wurden nicht dokumentiert. Fünf echte Tagfalterarten und vier tagaktive „Nachtfalterarten“ konnten erstmals im Untersuchungsgebiet beobachtet werden (Tab. 6).

Tab. 6: Echte Tagfalter die im Untersuchungsgebiet bereits nachgewiesen wurden, aber in dieser Studie nicht dokumentiert werden konnten a), Tagfalterarten die im Nationalpark Gesäuse erstmals nachgewiesen werden konnten b), tagaktive „Nachtfalter“ sind mit einem Sternchen gekennzeichnet.

a)				
<i>Apatura iris</i>	<i>Boloria selene</i>	<i>Colias croceus</i>	<i>Melitaea aurelia</i>	<i>Satyrium spini</i>
<i>Araschnia levana</i>	<i>Brenthis ino</i>	<i>Erebia medusa</i>	<i>Parnassius phoebus</i>	<i>Scolitantides orion</i>
<i>Argynnis niobe</i>	<i>Brenthis daphne</i>	<i>Erebia pandrose</i>	<i>Plebejus orbitulus</i>	<i>Spialia sertorius</i>
<i>Aricia agestis</i>	<i>Callophrys rubi</i>	<i>Euphydryas cynthia</i>	<i>Pyrgus alveus</i>	
b)				
<i>Boloria dia</i>	<i>Melitaea phoebe</i>	<i>Euphydryas intermedia</i>	* <i>Callistege mi</i>	* <i>Hypoxystis pluviaria</i>
<i>Issoria lathonia</i>	<i>Phengaris alcon rebeli</i>		* <i>Hemaris fuciformis</i>	* <i>Zygaena lonicerae</i>

Teilt man die Probeflächen in drei Kategorien der Höhenlage, und weist den Faltern ihre Hauptverbreitungsschwerpunkte der Höhenlage nach zu, so zeigt sich eine kontinuierliche Zunahme alpiner Arten mit der Höhe, während Arten deren Verbreitungsschwerpunkt in der kollinen Stufe liegt abnehmen (Abb. 8).

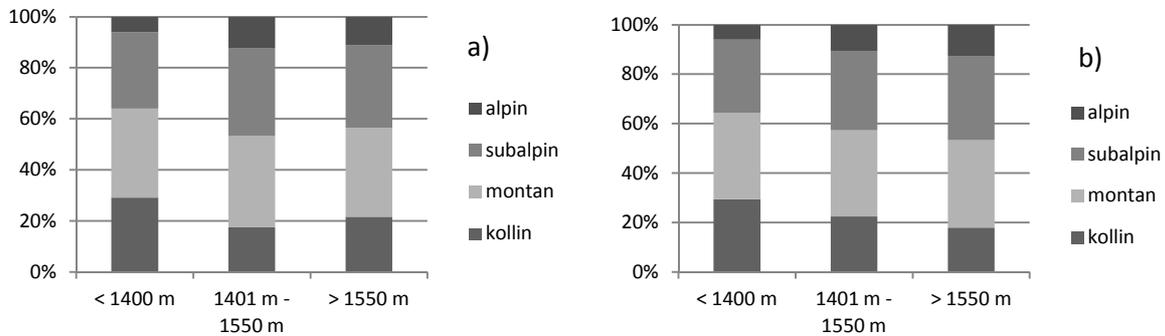


Abb. 8: Anteil aller Tagfalterindividuen (a) und Tagfalterarten (b) an 3 verschiedenen Höhenregionen, wobei die Falter in Kategorien ihres Verbreitungsschwerpunktes eingeteilt wurden (SBN 1987, 1997, 2000; Ebert 1994, 1997, 1998, 2001, 2003).

Abundanz und Diversität der Falter auf Ebene der Probeflächen

Anhand eines allgemeinen linearen gemischten Modells, bei dem als Zielvariable die Zahl der Individuen aller tagaktiven Falter verwendet wurde und die Almen als kategorialer Zufallsfaktor in das Modell einbezogen wurden, konnte ein hochsignifikant positiver Zusammenhang zwischen der Anzahl beobachteter Tagfalter und dem verfügbaren Nektarangebot festgestellt werden ($\beta = 0.55$; Tab. 7). Von allen verwendeten Prädiktoren leistete das Nektarangebot den größten Beitrag zur Erklärung der Falterabundanz ($r^2 = 0.30$), gefolgt von der Beweidungsintensität ($\beta = -0.39$, $r^2 = 0.15$), welche die Zahl der Falterindividuen negativ beeinflusste. In Abbildung 9 sind diese Zusammenhänge verdeutlicht. Einen klar negativen Einfluss auf die beobachtete Anzahl von Falterindividuen hatte auch der Wind ($\beta = -0.39$), während sich der Anteil offener Erdstellen signifikant positiv auswirkte ($\beta = 0.20$).

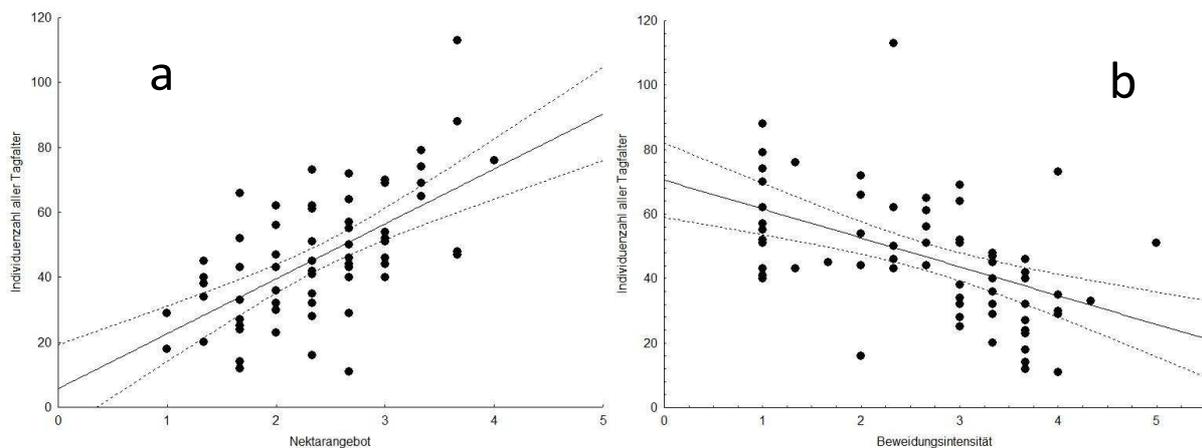


Abb. 9: Individuenzahl aller Tagfalter in Abhängigkeit vom zur Verfügung stehenden Nektarangebot (a: $p < 0.001$; $r = 0.62$) bzw. in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität (b: $p < 0.001$; $r = -0.49$). Dargestellt sind zusätzlich die Regressionsgeraden mit ihren Vertrauensbereichen (95 %).

Betrachtet man als abhängige Variable die Individuenzahl echter Tagfalter, so zeigt sich ein sehr ähnliches Bild (Tab. 7). Der Einfluss des Nektarangebotes, der offenen Erdstellen und des Windes war in beiden Fällen nahezu ident. Der Einfluss der Beweidungsintensität war mit einem Bestimmtheitsmaß von $r^2 = 0.08$ im Vergleich zu dem auf alle Tagfalter geringer, allerdings ist die Richtung des Zusammenhanges in beiden Fällen gleich: mit zunehmender Beweidungsintensität sinkt die Anzahl beobachteter Falterindividuen. Die Höhenlage der Probefläche hatte sowohl auf die Individuenzahl aller Tagfalter als auch nur der echten Tagfalter keinen signifikanten Einfluss. Hingegen gab es (wenn auch nur schwach signifikant) Unterschiede in den Sichtungszahlen echter Tagfalter pro Fläche zwischen den Almen (Abb. 10).

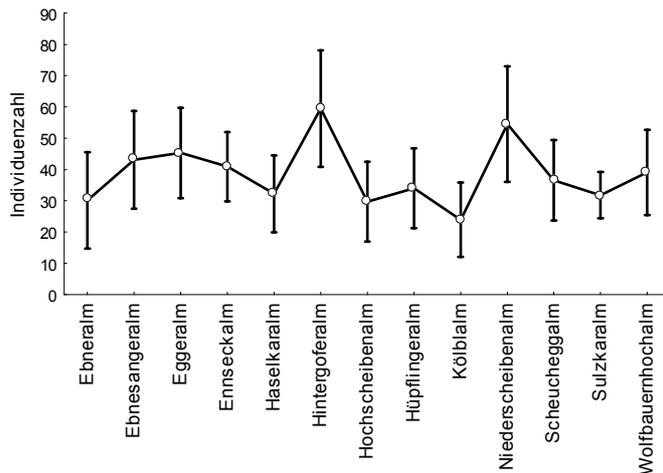


Abb. 10: Mittelwerte der kleinsten Quadrate aus den GLMM der echten Tagfalterindividuen. Die vertikalen Balken entsprechen dem 0.95 Konfidenzintervall ($p = 0.03$).

Tab. 7: Ergebnisse der allgemeinen lineare gemischten Modelle (Almen als Zufallsfaktor modelliert). Abhängige Variable ist die Anzahl aller Tagfalterindividuen bzw. die Individuenzahl echter Tagfalter auf den Probeflächen, aggregiert über die drei Aufnahmeperioden: Prädiktoren sind die Mittelwerte der aufgenommenen Variablen über die drei Aufnahmeperioden ($n = 66$ Flächen). FG = Freiheitsgrade. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	FG	Alle Tagfalter Güte des Modells: $F = 7.32$; $r^2 = 0.74$; $p < 0.001$			Echte Tagfalter Güte des Modells: $F = 6.62$; $r^2 = 0.72$; $p < 0.001$		
		F	p	B	F	p	β
Konstante	1	9.06	<0.004		9.90	<0.003	
Höhenlage	1	0.44	0.51	0.18	0.16	0.69	0.11
Windstärke	1	7.49	0.01	-0.28	6.31	0.02	-0.27
offene Erdstellen	1	4.76	0.03	0.2	3.77	0.06	0.19
Nektarangebot	1	36.8	<0.001	0.55	31.99	<0.001	0.54
Beweidungsintensität	1	8.1	0.01	-0.39	4.08	<0.05	-0.28
Vegetationshöhe (max.)	1	0.2	0.66	-0.06	1.62	0.21	-0.18
Alm	12	1.46	0.17		2.15	0.03	
Fehler	47						
Gesamt	65						

Als Prädiktoren für den lokalen Artenreichtum der Tagfalter wurden hauptsächlich Strukturparameter der Probeflächen herangezogen, welche die Habitateigenschaften widerspiegeln (Tab. 8). Die Artengarnitur eines Standortes wird weniger von aktuellen Witterungseigenschaften während einer Erfassung (wie Wind, Bewölkung oder Temperatur) beeinflusst, als vielmehr durch die Eigenschaften des Habitates selbst (z. B. Nektarangebot, offene Erdstellen). Anders als bei der Betrachtung der Abundanz der Falter hatte die Höhenlage der Probeflächen ($\beta = -0.55$) den größten Erklärungswert ($r^2 = 0.30$) für den Artenreichtum der Tagfalter: mit zunehmender Höhe nahm die Artenzahl deutlich ab. Der Anteil offener Erdstellen war hingegen mit der Artenzahl positiv korreliert ($\beta = 0.21$). Das Nektarangebot hatte, wie schon auf die Anzahl der Individuen, einen signifikant positiven Einfluss auf die Artmächtigkeit, trug aber bedeutend weniger zu deren Erklärung bei ($\beta = 0.32$). Völlig analog waren die Befunde beschränkt auf die echten Tagfalter. Die Beweidungsintensität zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Artenzahl, weder bei allen Tagfaltern noch auf Ebene der echten Tagfalter (Tab. 8). Allerdings war der β -Koeffizient, wie schon bei der Abundanz, in beiden Fällen negativ. Auch die übrigen getesteten Faktoren hatten keinen nachweisbaren Einfluss auf den lokalen Artenreichtum. Insbesondere gab es keine konsistenten Unterschiede im Artenreichtum zwischen den einzelnen Almen.

Tab. 8: Ergebnisse der allgemeinen linearen gemischten Modelle (Almen als Zufallsfaktor modelliert). Abhängige Variable ist die Artenzahl der Tagfalter bzw. echten Tagfalter auf den Probeflächen, aggregiert über die drei Aufnahmeperioden ($n = 66$ Flächen). Prädiktoren sind die Mittelwerte der aufgenommenen Variablen über die drei Aufnahmeperioden. *FG* = Freiheitsgrade. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	<i>FG</i>	Alle Tagfalter Güte des Modells: $F = 6.78$; $r^2 = 0.74$; $p < 0.001$			Echte Tagfalter Güte des Modells: $F = 5.26$; $r^2 = 0.68$; $p < 0.001$		
		<i>F</i>	<i>p</i>	β	<i>F</i>	<i>p</i>	β
Konstante	1	19.13	<0.001		20.12	<0.001	
Höhenlage	1	4.18	0.05	-0.55	5.04	0.03	-0.66
Neigung	1	0.14	0.71	-0.04	0.37	0.55	-0.08
offene Erdstellen	1	5.18	0.03	0.21	4.39	0.04	0.21
Gehölze	1	0.08	0.78	-0.03	0.69	0.41	-0.10
Nektarangebot	1	9.62	<0.003	0.32	9.64	<0.003	0.36
Beweidungsintensität	1	0.96	0.33	-0.14	0.16	0.69	-0.06
Vegetationshöhe (max.)	1	0.1	0.75	-0.04	0.33	0.57	-0.09
Alm	12	0.76	0.69		0.81	0.63	
Fehler	46						
Gesamt	65						

Betrachtet man den exponentiellen biaskorrigierten Shannon-Index der Tagfalter als Zielvariable eines allgemeinen linearen gemischten Modells, so zeigt sich, dass im Vergleich zur Betrachtung der Artmächtigkeit einzig die Höhenlage der Probefläche einen signifikanten Einfluss auf die Diversität der Tagfalter ausübt ($\beta = -0.61$). Alle anderen Parameter liefern keinen signifikanten Erklärungswert für die Falterdiversität auf den Probeflächen (Tab. 9).

In Hinblick auf die Diversität der echten Tagfalter liefert das Modell mit keinem der verwendeten Prädiktoren einen signifikanten Zusammenhang. Am nächsten kommt

die Höhenlage mit $p = 0.10$ an das Signifikanzniveau heran und liefert dabei einen Erklärungswert von $\beta = -0.54$, der zwar etwas geringer als zuvor bei allen Tagfaltern ist, aber ebenfalls eine negative Richtung aufweist. In beiden Fällen leistet das Nektarangebot zur Diversität der Falter, im Unterschied zur Artmächtigkeit, keinen wesentlichen Beitrag, und der β -Koeffizient ist mit 0.05 (alle Tagfalter) bzw. 0.08 (echte Tagfalter) sehr gering (Tab. 9).

Tab. 9: Ergebnisse der allgemeinen linearen gemischten Modelle (Almen als Zufallsfaktor modelliert). Abhängige Variable ist der exponentielle bias-korrigierte Shannon-Index der Tagfalter bzw. echten Tagfalter der Probestellen, bei Zusammenlegung der drei Aufnahmeperioden ($n = 66$ Flächen). Prädiktoren sind die Mittelwerte der aufgenommenen Variablen über die drei Aufnahmeperioden. FG = Freiheitsgrade. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	FG	Alle Tagfalter Modellgüte: $F = 5.72$; $r^2 = 0.70$; $p < 0.001$			Echte Tagfalter Modellgüte: $F = 4.00$; $r^2 = 0.62$; $p < 0.001$		
		F	p	B	F	p	β
Konstante	1	11.59	<0.001		8.07	0.01	
Höhenlage	1	4.60	0.04	-0.61	2.84	0.10	-0.54
Neigung	1	1.21	0.28	-0.13	0.87	0.36	-0.13
offene Erdstellen	1	1.83	0.18	0.13	0.16	0.69	0.05
Gehölze	1	0.36	0.55	-0.07	0.85	0.36	-0.12
Nektarangebot	1	0.21	0.65	0.05	0.4	0.53	0.08
Beweidungsintensität	1	0.14	0.71	0.06	0.61	0.44	0.14
Vegetationshöhe (max.)	1	2.26	0.14	-0.22	2.14	0.15	-0.24
Alm	12	0.66	0.78		0.41	0.95	
Fehler	46						
Gesamt	65						

Diversität der Falter auf Ebene der Almen

Da in dieser Arbeit 13 verschiedene Almen untersucht wurden, musste die Zahl der verwendeten Prädiktoren in den allgemeinen linearen Modellen dieser geringen Stichprobengröße angepasst werden. Um eine Überparametrisierung zu vermeiden, gingen nur drei Prädiktoren in das Modell ein, die für die gesamte Almfläche aussagekräftig waren.

Der einzige klare (und negative) Zusammenhang bestand zwischen der beobachteten Artenzahl und der Höhenlage der Almen ($\beta = -0.7$). Rund 50 % der Varianz in den Daten wird durch diesen Prädiktor erklärt. Mit einem β -Koeffizienten von -0.31 hatte die Höhenlage ebenfalls einen negativen Einfluss auf die Artenzahl echter Tagfalter, allerdings war dieser nicht signifikant (Tab. 10).

Tab. 10: Ergebnisse der allgemeinen linearen Modelle. Abhängige Variable ist die Artenzahl der Tagfalter bzw. echten Tagfalter auf den Almen, aggregiert über die drei Aufnahme­runden und den Probeflächen. Prädiktoren sind Parameter, die für die gesamte Fläche der Alm repräsentativ sind. *FG* = Freiheitsgrade. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	<i>FG</i>	Alle Tagfalter Modellgüte: $F = 2.95$; $r^2 = 0.5$; $p = 0.09$			Echte Tagfalter Modellgüte: $F = 0.43$; $r^2 = 0.12$; $p = 0.74$		
		<i>F</i>	<i>p</i>	β	<i>F</i>	<i>p</i>	β
Konstante	1	153.59	<0.001		47.71	<0.001	
Beweidungsintensität	1	0.23	0.64	0.12	0.25	0.63	-0.17
Höhenlage	1	7.49	0.02	-0.7	0.74	0.41	-0.31
Weidefläche	1	3.38	0.10	0.48	1.1	0.32	0.39
Fehler	9						
Gesamt	12						

Wird als Diversitätsmaß der exponentielle bias-korrigierte Shannon-Index verwendet, so hatte wiederum einzig die durchschnittliche Höhenlage der Alm einen signifikanten Einfluss ($\beta = -0.83$), und zwar deutlicher als auf die Artenzahl der Tagfalter. Abbildung 11 zeigt die Korrelation ($r = -0.71$) zwischen der Tagfalterdiversität auf den Almen und deren durchschnittliche Höhenlage. Die Ergebnisse für die echten Tagfalter zeigen, wenn auch nicht signifikant, dass sich eine intensivere Beweidung ebenso wie eine Zunahme der Höhenlage negativ auswirken, während eine Zunahme der Weideflächen positive Effekte auf die echten Tagfalter ausübt (Tab. 11).

Tab. 11: Ergebnisse der allgemeinen linearen Modelle. Abhängige Variable ist der exponentielle bias-korrigierte Shannon-Index der Tagfalter bzw. echten Tagfalter auf den Almen, bei Zusammenlegung der drei Aufnahme­runden und der Probeflächen. Prädiktoren sind Parameter, die für die gesamte Fläche der Alm repräsentativ sind. *FG* = Freiheitsgrade. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	<i>FG</i>	Alle Tagfalter Modellgüte: $F = 5.18$; $r^2 = 0.63$; $p = 0.02$			Echte Tagfalter Modellgüte: $F = 0.84$; $r^2 = 0.22$; $p = 0.51$		
		<i>F</i>	<i>p</i>	β	<i>F</i>	<i>p</i>	β
Konstante	1	177.45	<0.001		38.05	<0.001	
Beweidungsintensität	1	0.29	0.60	0.11	0.18	0.68	-0.14
Höhenlage	1	14.34	<0.004	-0.83	2.5	0.15	-0.53
Weidefläche	1	2.98	0.12	0.39	0.51	0.50	0.25
Fehler	7						
Gesamt	12						

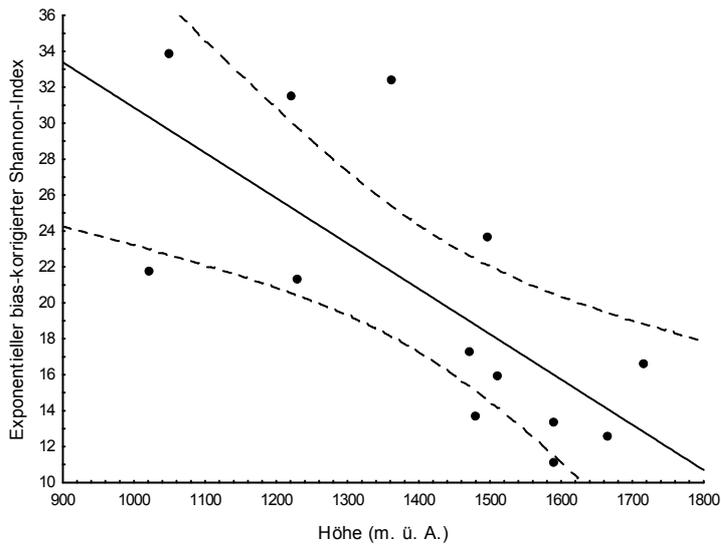


Abb. 11.: Exponentieller bias-korrigierter Shannon-Index aller Tagfalter auf den Almen, bei Zusammenlegung der drei Aufnahmerunden und der Probeflächen in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Höhenlage der untersuchten Alm ($p < 0.006$; $r = -0.71$).

Sowohl auf den Anteil von Arten als auch auf den Individuenanteil echter Tagfalter, die verstärkt im Kulturland anzutreffen sind, hatte die Beweidungsintensität einen klar positiven Effekt. Eine intensive Beweidung hat zur Folge, dass der Anteil echter Tagfalter und Individuen mit Verbreitungsschwerpunkt im Kulturland zunimmt während Arten natürlicher und naturnaher Lebensräume abnehmen (Tab. 14).

Tab. 14: Ergebnisse der allgemeinen linearen Modelle. Abhängige Variable ist der Anteil von Arten bzw. der Individuenanteil echter Tagfalter die nach EBERT (1991) als Kulturfollower ausgewiesen wurden. Prädiktoren sind Parameter, die für die gesamte Fläche der Alm repräsentativ sind. Signifikante Effekte rot hervorgehoben. *FG* = Freiheitsgrade.

	<i>FG</i>	Kulturfollower (Arten)			Kulturfollower (Individuen)		
		<i>F</i>	<i>p</i>	β	<i>F</i>	<i>p</i>	β
		Modellgüte: $F = 2.36$; $r^2 = 0.44$; $p = 0.14$			Modellgüte: $F = 13.71$; $r^2 = 0.82$; $p < 0.001$		
Konstante	1	379.91	<0.001		608.47	<0.001	
Beweidungsintensität	1	6.20	0.03	0.73	19.94	<0.001	0.74
Höhenlage	1	<0.00	0.96	0.02	5.96	0.04	-0.40
Weidefläche	1	0.62	0.45	-0.24	3.62	0.09	-0.33
Fehler	9						
Gesamt	12						

Die Ergebnisse in Tabelle 15 zeigen, dass sich eine intensive Beweidung negativ auf Habitatspezialisten auswirkt. Vor allem der Individuenanteil echter Tagfalter mit speziellen Lebensraumsansprüchen wird mit zunehmender Nutzungsintensität verringert. Der Effekt auf den Anteil von Arten ist zwar nicht signifikant, jedoch ebenfalls negativ gerichtet.

Tab. 15: Ergebnisse der allgemeinen linearen Modelle. Abhängige Variable ist der Anteil von Arten bzw. der Individuenanteil echter Tagfalter mit speziellen Lebensraumansprüchen. Prädiktoren sind Parameter, die für die gesamte Fläche der Alm repräsentativ sind. Signifikante Effekte rot hervorgehoben. *FG* = Freiheitsgrade.

		Habitatspezialisten (Arten) Modellgüte: $F = 1.25$; $r^2 = 0.29$; $p = 0.35$			Habitatspezialisten (Individuen) Modellgüte: $F = 4.61$; $r^2 = 0.61$; $p = 0.03$		
	<i>FG</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	β	<i>F</i>	<i>p</i>	β
Konstante	1	74.17	<0.001		56.77	<0.001	
Beweidungsintensität	1	3.43	0.1	-0.61	5.85	0.04	-0.59
Höhenlage	1	0.03	0.87	-0.06	2.22	0.17	0.36
Weidefläche	1	0.72	0.42	0.29	1.79	0.21	0.35
Fehler	9						
Gesamt	12						

Artenzusammensetzung auf Ebene der Probeflächen und Almen

Das Ordinationsdiagramm aller Tagfalter (Abb. 12) zeigt, dass sich Faltergemeinschaften der Probeflächen innerhalb einer Alm im Allgemeinen ähnlicher sind als zwischen Probeflächen verschiedener Almen. Eine einfaktorische ANOSIM bestätigt dies ($R = 0.632$, $p = 0.001$). Es gibt aber auch Almen, wo die Heterogenität zwischen den einzelnen Probeflächen auffällig groß ist (z.B. Sulzkaralm, Kölblalm).

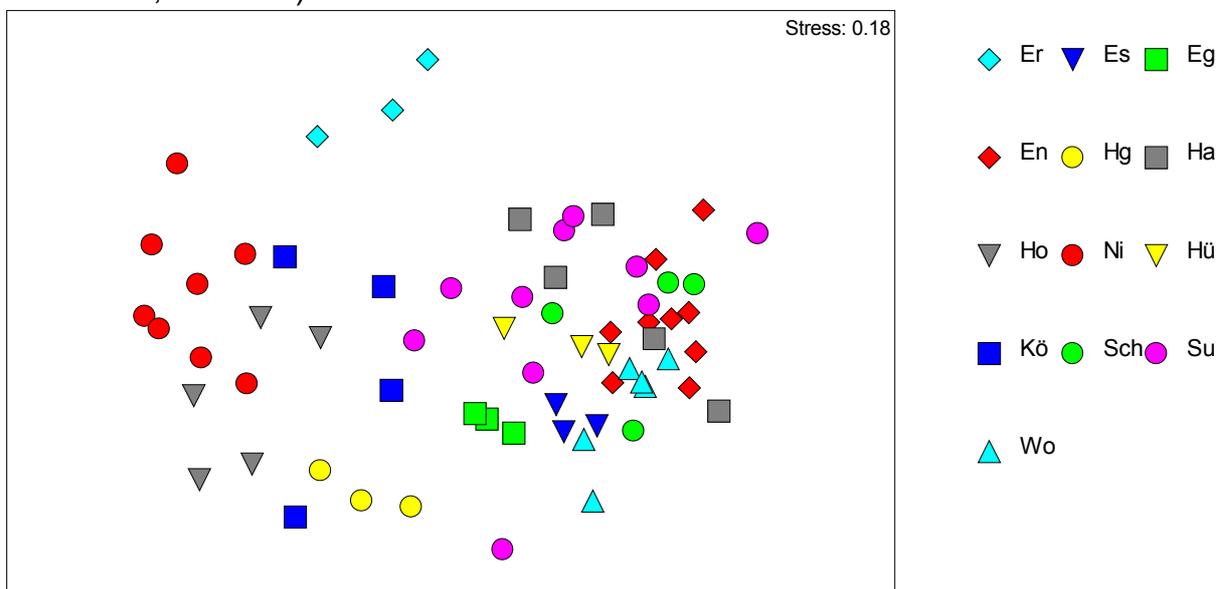


Abb. 12: NMDS-Ordination der Tagfaltergemeinschaften, wobei die Probeflächen den jeweiligen Almen zugewiesen wurden. Er = Ebneralm, Es = Ebnesangeralm, Eg = Eggeralm, En = Ennseckalm, Hg = Hintergoferalm, Ha = Haselkaralm, Ho = Hochscheibenalm, Ni = Niederscheibenalm, Hü = Hüpfingeralm, Kö = Kölblalm, Sch = Scheucheggalm, Su = Sulzkaralm, Wo = Wolfbauernhochalm.

In derselben NMDS-Ordination wurden sodann den einzelnen Probeflächen fünf Höhenkategorien zugewiesen (Abb. 13). Die Probeflächen ordnen sich dabei gemäß ihrer Höhenlage entlang der ersten Dimension an. Das bestätigt auch das Ergebnis

einer Korrelationsanalyse ($r = -0.91$; Tab. 16) sowie ein Ähnlichkeitsvergleich zwischen den 3 Höhenstufen (einfaktorielle ANOSIM: $R = 0.52$, $p < 0.001$). Mit der ersten Dimension der NMDS korreliert weiters die maximale Vegetationshöhe ($r = 0.51$), das Nektarangebot ($r = -0.29$) und die Beweidungsintensität ($r = 0.27$). Die Beweidungsintensität bildet sich allerdings deutlich stärker entlang der zweiten Dimension ab ($r = -0.45$), doch ist ihr Einfluss auf die Artengemeinschaften insgesamt schwach (einfaktorielle ANOSIM: $R = 0.046$, $p = 0.087$; Abb. 14). Nur die Tagfaltermgemeinschaften nicht oder nur partiell beweideter Flächen sind einander recht ähnlich und bilden im Ordinationsdiagramm eine kompakte Gruppe, während die Flächen in den anderen Beweidungsintensitäten viel stärker streuen.

Tab. 16: Korrelationskoeffizienten verschiedener Habitatparameter mit den Achsenwerten der Tagfalter-Stichproben der Probeflächen entlang der ersten und zweiten Dimension der NMDS-Ordination. Signifikante Befunde in rot hervorgehoben.

	Dimension 1 NMDS		Dimension 2 NMDS	
	r	p	r	p
Höhenlage	-0.91	<0.001	-0.01	0.93
Neigung	-0.05	0.66	0.09	0.47
offene Erdstellen	-0.03	0.81	0.08	0.54
Nektarangebot	-0.29	0.02	-0.12	0.33
Beweidungsintensität	0.27	0.03	-0.45	<0.001
mittlere Vegetationshöhe	0.22	0.08	0.01	0.97
maximale Vegetationshöhe	0.51	<0.001	0.23	0.06

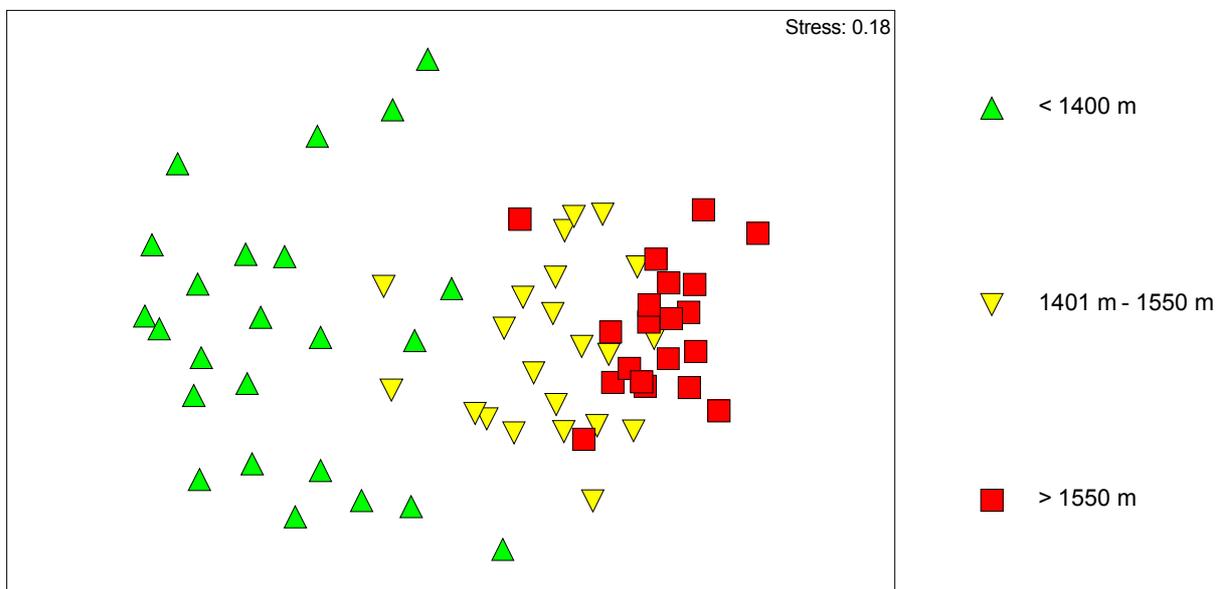


Abb. 13: NMDS-Ordination der Tagfaltermgemeinschaften, wobei die Probeflächen 3 Höhenkategorien zugewiesen wurden.

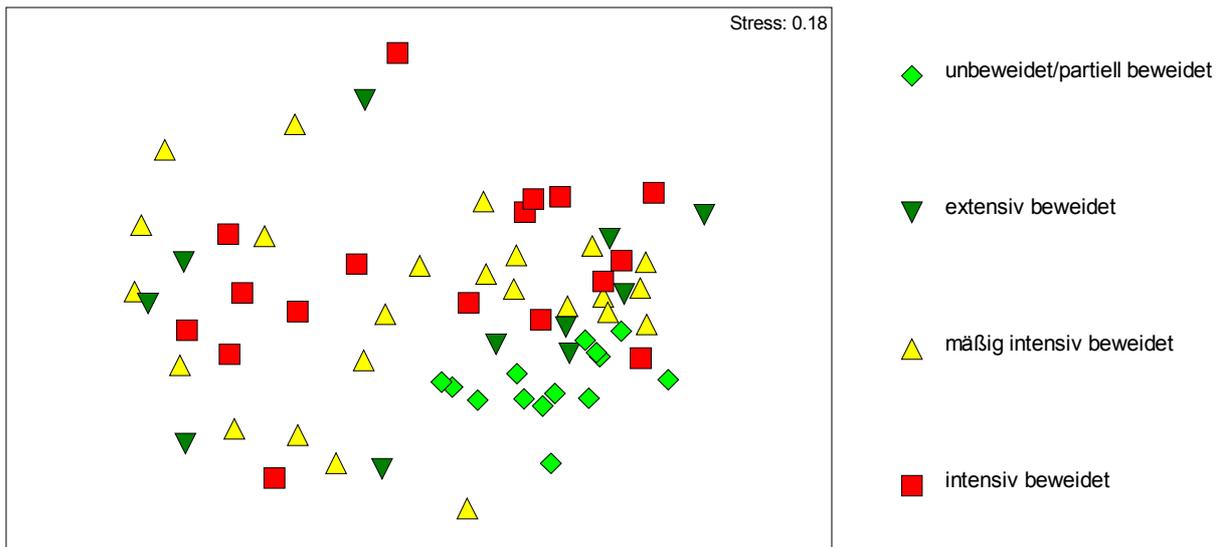


Abb. 14: NMDS-Ordination der Tagfaltergemeinschaften, wobei die Probestellen in 4 Kategorien der Nutzungsintensität eingeteilt wurden.

Die Analyse der Gemeinschaften der echten Tagfalter liefert ein weitgehend analoges Ergebnis: vor allem die Höhenlage, das Nektarangebot und die Beweidungsintensität an den Standorten prägen die Artenzusammensetzung (Tab. 17). Die erste Dimension der NMDS reflektiert überwiegend die Höhenlage der Probestelle, allerdings deutlich schwächer als für alle Tagfalter ($R^2 = 0.16$). Das Nektarangebot und die Beweidungsintensität korrelieren etwa gleich stark mit der ersten Dimension wie schon zuvor. Die maximale Vegetationshöhe wird hingegen nicht signifikant entlang der ersten Dimension abgebildet. Die Anordnung der Probestellen entlang der zweiten Dimension wird, in ähnlichem Maße wie für alle Tagfalter, einzig durch die Intensität der Beweidung signifikant beeinflusst.

Tab. 17: Korrelationskoeffizienten verschiedener Habitatparameter mit den Achsenwerten der echten Tagfalter-Stichproben der Probestellen entlang der ersten und zweiten Dimension der NMDS-Ordination. Signifikante Befunde in rot hervorgehoben.

	Dimension 1 NMDS		Dimension 2 NMDS	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Höhenlage	-0.40	<0.001	-0.16	0.2
Neigung	0.02	0.86	-0.02	0.85
offene Erdstellen	0.08	0.54	-0.04	0.75
Nektarangebot	-0.27	0.03	0.22	0.08
Beweidungsintensität	0.27	0.03	0.41	0.001
mittlere Vegetationshöhe	0.01	0.99	0.16	0.21
maximale Vegetationshöhe	0.05	0.66	0.08	0.53

Das Ordinationsdiagramm echter Tagfalter hat mit einem Stress-Wert von 0.17 nur eine gering höhere Güte als für alle Tagfalter. Die Gruppenbildung entlang des Höhengradienten (einfaktorielle ANOSIM: $R = 0.533$, $p = 0.001$) sowie des Nutzungsgradienten (einfaktorielle ANOSIM: $R = 0.05$, $p = 0.074$) ist ebenfalls nahezu ident.

Betrachtet man die Artengemeinschaften auf Ebene der Almen, ergibt sich ein ganz ähnliches Bild. Den deutlichsten Einfluss hat die Höhenlage der Alm (entlang der ersten Dimension Abb. 15, Tab. 18). Zwischen keinem der geprüften Faktoren und der zweiten Dimension konnte ein signifikanter Zusammenhang gefunden werden, wobei die Beweidungsintensität von allen geprüften Prädiktoren dem Signifikanzniveau am nächsten ist (Tab. 18).

Tab. 18: Korrelationskoeffizienten verschiedener Almeigenschaften mit der ersten und zweiten Dimension der NMDS-Ordination aller Tagfalter. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	Dimension 1		Dimension 2	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Beweidungsintensität	-0.33	0.26	-0.48	0.10
Höhenlage	-0.90	<0.001	-0.19	0.54
Weidefläche	0.22	0.46	-0.13	0.68
Höhendifferenz	-0.04	0.90	0.03	0.93
Offene Flächen	0.31	0.30	<0.00	0.99

Ordnet man die Almen im Ordinationsdiagramm drei Höhenstufen zu, so ist dieser Höhengradient gut erkennbar (Abb. 15) und statistisch signifikant (einfaktorielle ANOSIM $R= 0.49$, $p < 0.002$).

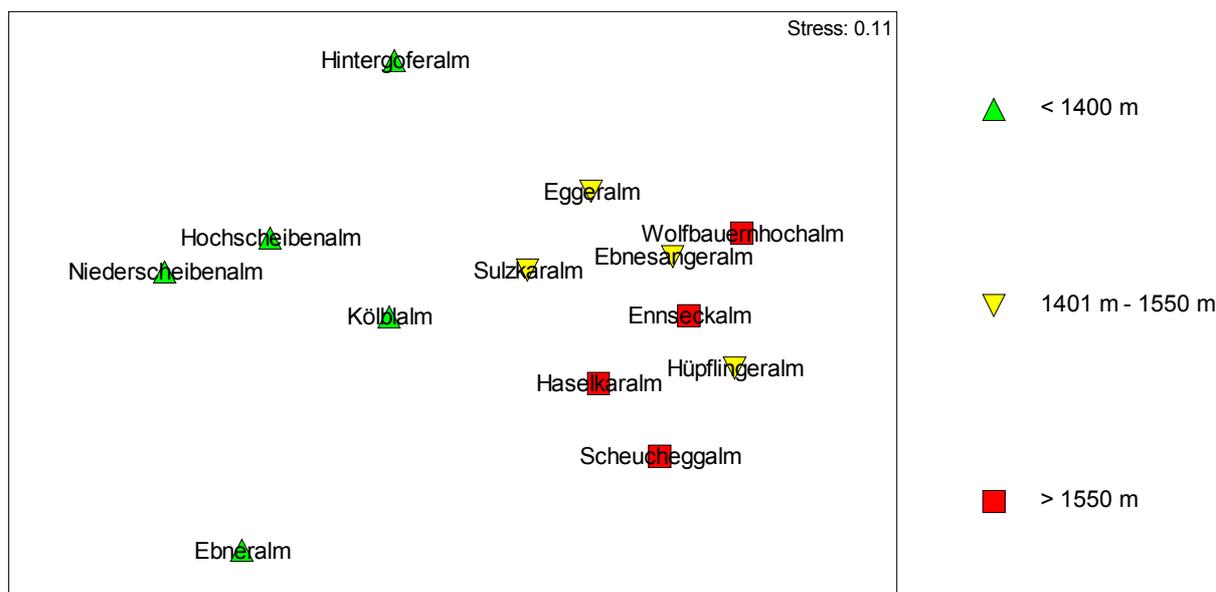


Abb. 15: NMDS-Ordination der Tagfaltergemeinschaften, wobei die Almen drei Höhenkategorien zugewiesen wurden.

Hingegen lässt sich in Bezug auf die Nutzungsintensität keine Gruppenbildung erkennen (Abb. 16: einfaktorielle ANOSIM: $R = -0.04$, $p = 0.59$).

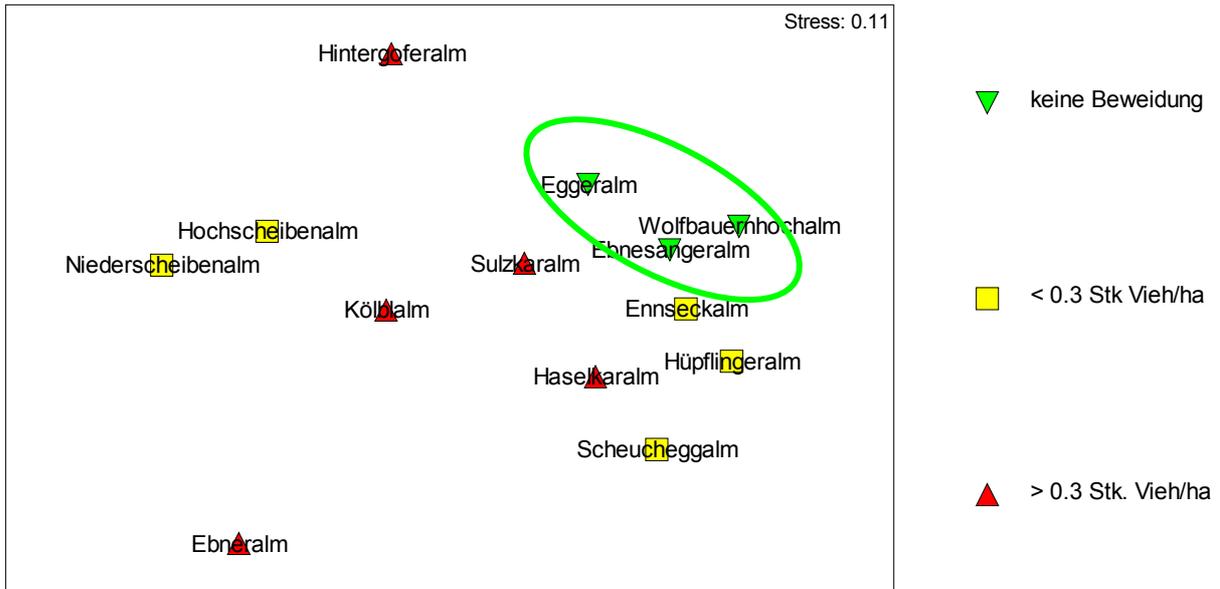


Abb. 16: NMDS-Ordination der Tagfaltergemeinschaften, wobei die Almen 3 Kategorien der Beweidungsintensität zugewiesen wurden. Der Ellipse wurde willkürlich gezeichnet um die Gruppe verbrauchender Almen hervorzuheben.

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse zwischen verschiedenen Habitatparametern und den Ergebnissen der NMDS-Ordination für die echten Tagfalter liefert qualitativ ähnliche Ergebnisse wie zuvor auf Ebene aller Tagfalter (Tab. 19). Der Ähnlichkeitsvergleich zeigt, dass die Gruppenbildung entlang des Höhengradienten deutlich schwächer ist als zuvor (einfaktorielle ANOSIM: $R = 0.24$, $r = 0.045$). Die Nutzungsintensität hatte keinen signifikanten Effekt auf die Bray-Curtis-Ähnlichkeiten (einfaktorielle ANOSIM: $R = 0.045$, $p = 0.307$).

Tab. 19: Korrelationskoeffizienten verschiedener Almeigenschaften mit der ersten und zweiten Dimension der NMDS-Ordination der echten Tagfalter. Signifikante Effekte rot hervorgehoben.

	Dimension 1 NMDS		Dimension 2 NMDS	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Beweidungsintensität	0.39	0.19	-0.46	0.11
Höhenlage	-0.91	<0.001	-0.31	0.31
Weidefläche	-0.23	0.45	-0.11	0.72
Höhendifferenz	-0.03	0.92	-0.04	0.89
Offener Flächen	-0.35	0.24	0.03	0.91

Einfluss von Standortfaktoren auf die Ähnlichkeitsmuster in den Artengemeinschaften echter Tagfalter

Bis auf die Exposition beeinflussten alle der acht geprüften Standortfaktoren in isolierter Betrachtung überzufällig die Zusammensetzung der Artengemeinschaft echter Tagfalter (Tab. 20). Die Höhenlage jeder Teilfläche hatte dabei den größten Einfluss ($r^2 = 0.29$), gefolgt von der Beweidungsintensität und der Lage der Alm entweder im Nord- oder Süd-Massiv des Gesäuses.

Tab. 20: Ergebnisse der Marginal-Tests (distLM-Algorithmus, 9999 Permutationen) zum Einfluss einzelner Standortfaktoren auf die Artengemeinschaften echter Tagfalter. res.df = residual degrees of freedom, regr.df = regression degrees of freedom. Signifikante Befunde rot hervorgehoben.

Variablen	Pseudo-F	<i>p</i>	<i>r</i> ²	res.df	regr.df
Höhenlage	26.61	<0.001	0.29	64	2
Exposition	1.67	0.07	0.05	63	3
Offene Erdstellen	5.15	<0.001	0.07	64	2
Gehölze	2.39	0.03	0.03	64	2
Nektarangebot	3.55	<0.001	0.05	64	2
Beweidung	4.8	<0.001	0.19	62	4
Maximale Vegetationshöhe	6.31	<0.001	0.09	64	2
Nord- / Südmassiv	14.1	<0.001	0.18	64	2

Das Ergebnis eines schrittweisen multivariaten Modellaufbaus (vorwärts, minimales AICc als Abbruchkriterium) ist in Tabelle 21 dargestellt. Das optimale Modell umfasst dabei nur drei Prädiktoren, wobei die Höhenlage als erstes ins Modell aufgenommen wird und alleine schon 29.4 % der Varianz erklärt. Als nächstes wird die Variablengruppe Beweidung ins Modell aufgenommen, wodurch weitere 8.4 % der Varianz erklärt werden, und schließlich das Nektarangebot, das noch einmal 3.3 % erklärt. Insgesamt reichen diese drei Variablen aus, um 41 % der beobachteten Varianz zu erklären. Jede weitere aufgenommene Variable in das Modell würde zwar ein höheres *r*² ergeben, allerdings auf Kosten des AICc-Kriteriums.

Tab. 21: Sequenzielles Modell (DistLM) der Artengemeinschaften echter Tagfalter in Abhängigkeit von Standortfaktoren. AICc = Akaike-Information-Kriterium, res.df = residual degrees of freedom, regr.df = regression degrees of freedom.

SEQUENTIAL TESTS							
Variablen	AICc	SS(trace)	Pseudo-F	<i>p</i>	cumul. adjusted <i>r</i> ²	res.df	regr.df
Höhenlage	491.31	44032	26.61	<0.001	0.294	64	2
Beweidung	489.77	12593	2.74	<0.001	0.378	61	5
Nektarangebot	488.58	4960.4	3.37	<0.001	0.411	60	6

Mit den Variablen Höhenlage und Nektarangebot sowie der aus drei Variablen zusammengesetzten Gruppe Beweidung (darin die Rohvariablen Beweidungsspuren, aktuelle Beweidung und Bestoßung der Alm enthalten) stehen in diesem optimalen Modell insgesamt fünf Achsen für eine distance based redundancy analysis (dbRDA) zur Verfügung. Die ersten beiden Ordinationsachsen dieser dbRDA bilden bereits über 90 % der im Modell erklärten und 37 % der Gesamtvarianz des Datensatzes ab (Tab. 22). Es ist daher ausreichend, für nachfolgende Betrachtungen alleine die ersten beiden Dimensionen heranzuziehen.

Tab. 22: Prozent der erklärten Varianz durch jede Achse der dbRDA, einerseits für das angepasste optimierte Modell (AICc-Kriterium) und andererseits für die totale Varianz im Datensatz.

Achse	% erklärter Variation im Modell		% erklärter Varianz insgesamt	
	einzel	kumulativ	einzel	kumulativ
1	76.65	76.65	31.48	31.48
2	13.61	90.25	5.59	37.07
3	5.59	95.84	2.3	39.37
4	2.18	98.02	0.89	40.26
5	1.98	100	0.81	41.07

Die multiplen partiellen Korrelationen der verwendeten Prädiktoren mit den Ordinationsachsen der dbRDA (Tab. 23) beleuchten, welche Standortgradienten sich entlang der einzelnen Achsen auftrennen. Die X-Achse bildet im Wesentlichen den Höhengradienten ab, und die Y-Achse einen Gradienten der Nutzungsintensität. Die Z-Achse würde einen Gradienten des Nektarangebots darstellen.

Tab. 23: Ergebnisse der multiplen partiellen Korrelationen der Ordinationsachsen aus der dbRDA mit den Standortvariablen im optimalen Modell. Starke Korrelation ($r > 0.700$) fett hervorgehoben.

Variable	dbRDA1	dbRDA2	dbRDA3	dbRDA4	dbRDA5
Höhenlage	-0.963	0.046	-0.203	0.02	-0.169
Beweidungsspuren	-0.013	0.522	0.017	0.801	0.293
Beweidung	-0.108	0.359	-0.095	-0.514	0.765
Bestoßung	0.147	0.764	-0.096	-0.293	-0.547
Nektarangebot	-0.198	0.111	0.970	-0.089	-0.02

In einem zweidimensionalen Ordinationsbild werden die Ergebnisse der dbRDA graphisch dargestellt, wobei die Länge der Pfeile die Größe der multiplen partiellen Korrelation angibt (Abb. 17). Wie schon bei den Analysen zuvor erkennt man, dass die Höhenlage einen großen Einfluss auf die Anordnung der Tagfaltergemeinschaften entlang der X-Achse hat. Alle Parameter der Nutzungsintensität zeigen im Wesentlichen in Richtung der Y-Achse, wobei die aktuelle Bestoßung den stärksten Beitrag zur Ordination entlang der Y-Achse liefert.

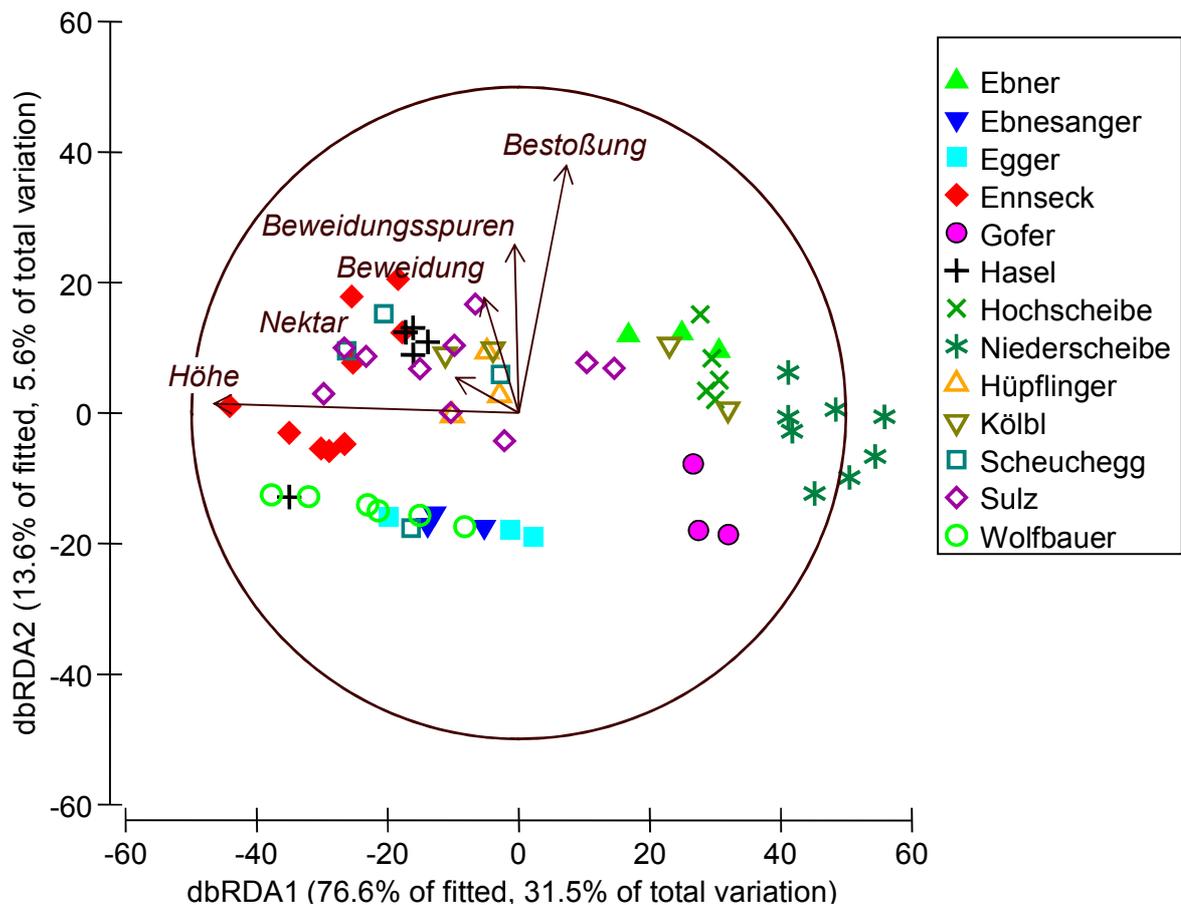


Abb. 17: Ordinationsdiagramm der dbRDA für die echten Tagfalter. Die Länge der Pfeile entspricht der Größe des multiplen partiellen Korrelationskoeffizienten (r), der Kreis ist bei $r=1.00$ erreicht.

Projiziert man in sogenannten Blasen-Plots für ausgewählte Arten deren Sichtungszahlen auf die dbRDA-Ordination, so werden Lebensraumpräferenzen dieser Arten erkennbar. *Erebia aethiops* ist eine Art der tieferen Lagen, sie kommt durchwegs nur im rechten Teil der Ordination vor; der Grad der Nutzungsintensität zeigt keinen Einfluss auf ihr Vorkommen (Abb. 18). Im Gegensatz dazu sind *Erebia eriphyle* und *Erebia manto* zwei Arten die lediglich auf höher gelegenen Flächen beobachtet wurden, und weitgehend parallel nebeneinander vorkamen (Abb. 19, 20). *Boloria pales* hingegen ist eine Art der hochgelegenen Flächen und wurde eher in wenig beweideten Habitaten beobachtet (Abb. 21).

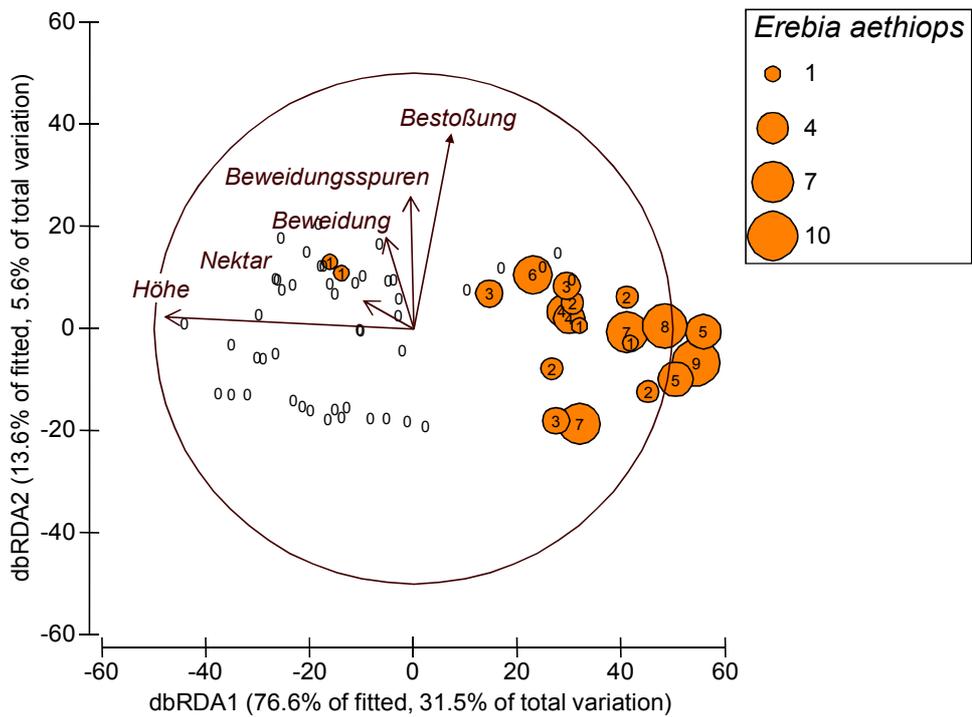


Abb. 18: Abundanz von *Erebia aethiops* projiziert auf die dbRDA-Ordination.

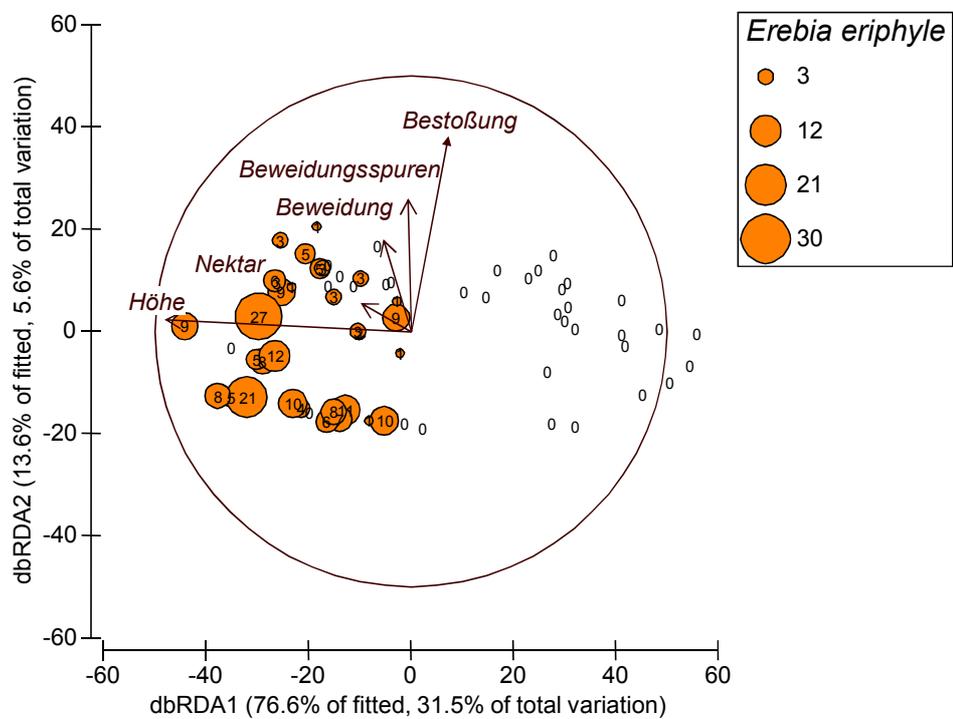


Abb. 19: Abundanz von *Erebia eriphyle* projiziert auf die dbRDA-Ordination.

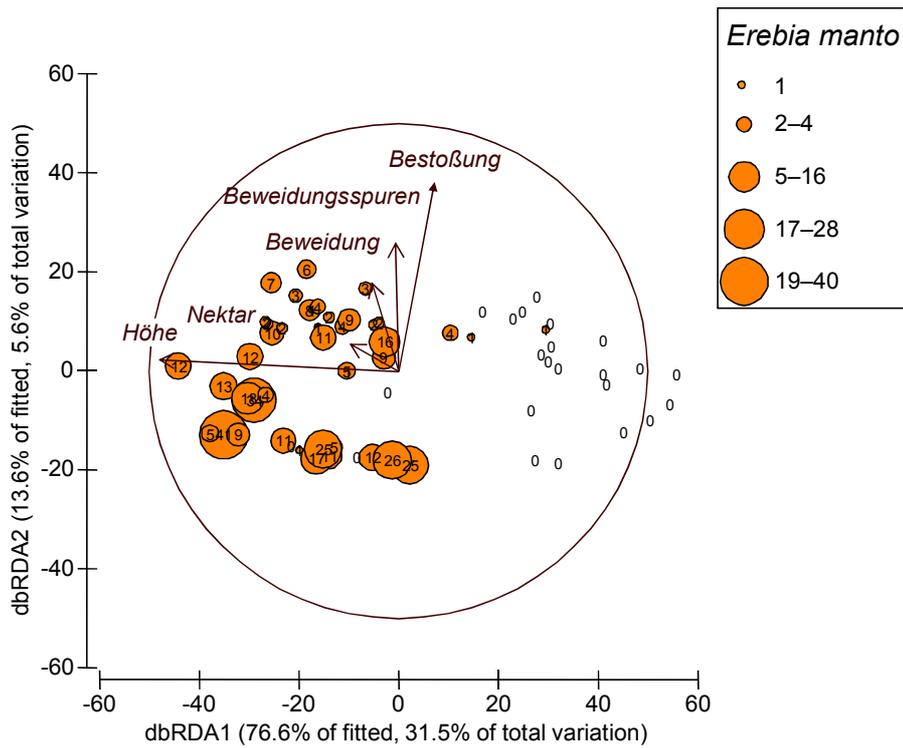


Abb. 20: Abundanz von *Erebia manto* projiziert auf die dbRDA-Ordination.

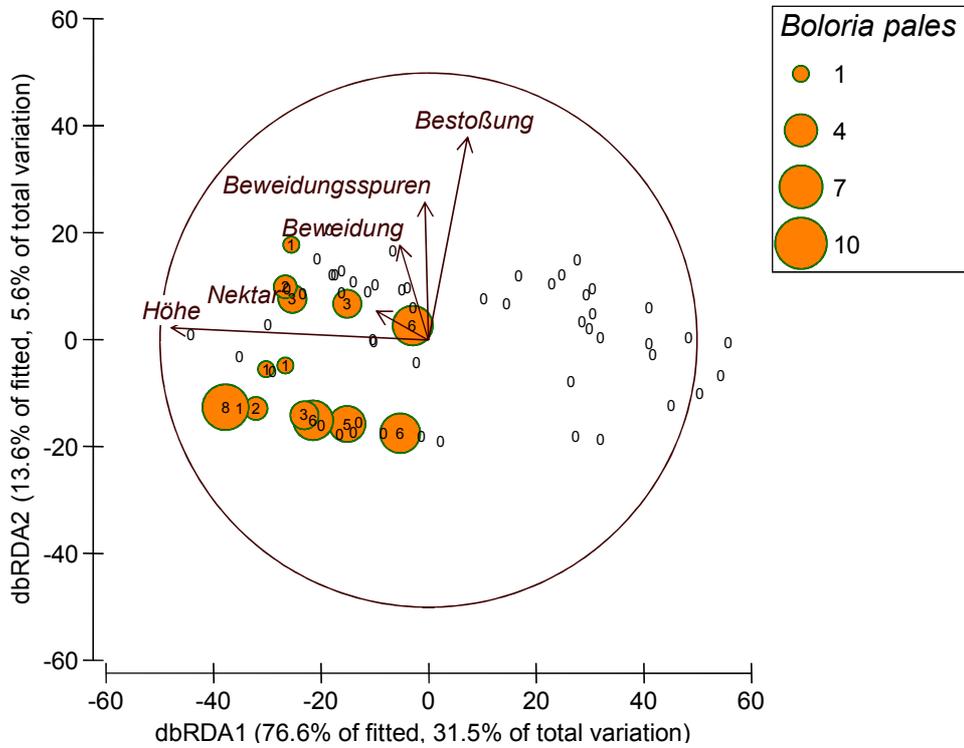


Abb. 21: Abundanz von *Boloria pales* projiziert auf die dbRDA-Ordination.

Diskussion

Naturschutzfachliche Bedeutung der Almen

Ziel dieser Studie war es nicht eine vollständige Artenlisten des Untersuchungsgebietes zu erstellen, sondern möglichst bias-frei die Tagfalterfauna der Weide- und Graslandflächen der untersuchten Standorte abzubilden. Trotz der räumlich eingeschränkten Aufnahmeflächen und der auf eine Vegetationsperiode begrenzten Aufnahmezeit konnte ein Großteil der bereits im Nationalpark Gesäuse nachgewiesenen Tagfalterarten beobachtet werden. Fünf Arten konnten neu im Untersuchungsgebiet dokumentiert werden. Darunter auch gefährdete Arten wie *Phengaris alcon rebeli* oder *Melitaea phoebe* (HÖTTINGER & PENNERSTORFER 2005). *Euphydryas intermedia*, eine Art die bevorzugt waldfreie Flächen in Höhen zwischen 1000 und 2000 m ü. A. besiedelt, konnte ebenfalls erstmals im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden. Für sie herrscht nach HÖTTINGER & PENNERSTORFER (2005) ein hoher Schutz- bzw. Forschungsbedarf. Die Art wurde auf der Haselkaralm, eine intensiv bewirtschaftete Alm, beobachtet. Aufgrund ihrer Lebensweise, einer zweijährigen larvalen Entwicklung und dem daraus resultierenden langen negativen Einfluss durch Weidetiere, wäre eine Nutzungsextensivierung auf der Haselkaralm als günstig für deren Erhaltungszustand einzuschätzen. Für die gefährdete Art *Melitaea phoebe* sind tägliche Migrationen von bis zu 2000 m keine Seltenheit (Wang et al. 2004), weshalb das Weidemanagement in einem strukturreichen Lebensraum, wie dem Nationalpark Gesäuse, keinen großen Einfluss haben dürfte. Die nach der FFH-Richtlinie streng zu schützende Art (Anhang IV) *Parnassius mnemosyne* konnte relativ zahlreich (11 Individuen/Tag) auf der Hochscheibenalm beobachtet werden. Gemeinsam mit den angrenzenden Lawinenrinnen (z.B. Meisterplan am Scheibenkogel oder Scheibenbauerschütt) (KOSCHUH 2010) könnte es sich um eine stabile Population handeln. Eine weitere Art von europäischer Bedeutung ist *Phengaris arion* (Anhang II und IV der FFH-Richtlinie) die in ein strenges Schutzsystem integriert werden muss, wie es der Nationalpark Gesäuse ist. Der unbefriedigende Erhaltungszustand dieser Art im Nationalpark Gesäuse (KOSCHUH 2010) wird durch die Ergebnisse dieser Arbeit, mit lediglich einem beobachteten Individuum, bestätigt. Im Gegensatz dazu kann der günstige Erhaltungszustand von *Parnassius apollo* mit zwei dokumentierten Individuen nicht bestätigt werden.

Im Wesentlichen bestand die Tagfalterfauna der untersuchten Almen aus allgemein verbreiteten Arten mittlerer Höhenlagen, wobei Arten der Roten Liste nur eine geringe Rolle spielten. Insgesamt konnte kein bezeichnender Zusammenhang zwischen der Beweidungsintensität und der Anzahl von Rote-Liste-Arten Österreichs gefunden werden. Die Individuenzahl Roter-Liste-Arten hingegen sank signifikant mit zunehmendem Beweidungsdruck, allerdings ist dieser Zusammenhang auf Ebene aller Tagfalter noch deutlicher zu sehen. Vermutlich liegt dies an einem verminderten Nahrungsangebot adulter Tagfalter mit zunehmendem Beweidungsdruck.

Die Primärhabitats, aus denen die Almen des Nationalpark Gesäuses von Tagfaltern besiedelt wurden, waren sogenannten „Urwiesen“ oberhalb der klimatisch bedingten Waldgrenze oder offene Flächen entlang der Enns, die durch die natürliche Dynamik des Flusses immer wieder neu geschaffen wurden. Natürliche Sukzessionsflächen (z.B. Lawinenrinnen oder Felsabbrüche), wie sie im Nationalpark Gesäuse aufgrund seiner hohen Reliefenergie häufig anzutreffen sind, waren und sind nach wie vor

wichtige Tagfalterlebensräume. Das Landschaftsmosaik des Gesäuses führt dazu, dass Sekundärhabitats der Tagfalter, wie die Almen, rasch besiedelt werden können. Bestimmte Gruppen wie einige Vertreter der Lycaenidae (*Polyommatus coridon*, *Polyommatus semiargus* oder *Polyommatus icarus*) die bevorzugt auf kurzrasigen, beweideten Flächen anzutreffen sind (BALMER & ERHARDT 2000), oder *Argynnis aglaja* und *Maniola jurtina* profitieren besonders stark von der Almwirtschaft. Andere Arten wie z. B. *Pyrgus andromedae*, deren Vorkommen an die Raupenfutterpflanze *Dryas octopetala* gebunden ist, welche ein Pionier auf Kalkfelsfluren ist und damit häufig an natürlichen Sukzessionsstandorten zu finden ist, werden von der Almwirtschaft nur wenig beeinflusst.

Determinanten für die Diversität und Abundanz der Tagfalter auf lokaler Ebene (Probefläche)

Das Phänomen der Artenabnahme mit zunehmender Höhe wurde schon von vielen Autoren beschrieben (SANCHEZ-RODRIGUEZ & BAZ 1995, FLEISHMAN et al 1998; KOCHER & WILLIAMS 2000; AXMACHER et al. 2004; SCHNEPF 2010). Grund dafür könnten die harscheren und rascher wechselnden Umweltbedingungen mit steigender Höhenlage sein. Erhöhte Windgeschwindigkeiten, größere Niederschlagsmengen und die niedrigere durchschnittliche Lufttemperatur verkürzen die zur Verfügung stehende Flugzeit der Falter und haben einen Effekt auf deren Ressourcenverfügbarkeit (SANCHEZ-RODRIGUEZ & BAZ 1995, FLEISHMAN et al. 1998, BOGGS & MURPHY 1997). Die verkürzte Flugzeit limitiert die Möglichkeit zur Eiablage, und führt zu einer verminderten Fekundität (BOGGS & MURPHY 1997). Das häufig beobachtete Phänomen, dass in mittleren Höhenlagen ein Diversitätsmaximum herrscht (Mid-Domain-Effect), und nach heutigem Forschungsstand eher der Regel als einer Ausnahme entspricht (BREHM et al. 2007, RAHBK 2005), konnte in dieser Studie nicht gezeigt werden. Eine mögliche Erklärung könnte die Höhenlage sowie der relativ kleine Höhengradient der Untersuchungsflächen gewesen sein. Derartige Peaks erscheinen meist in relativ niedrigen Höhenlagen und werden häufig übersehen, wenn sich die Datenaufnahme auf hochgelegene Flächen beschränkt (BREHM et al. 2007), außerdem kann dieser Effekt eher bei Organismengruppen beobachtet werden die weniger vom Störungsregime und dem Aufnahmedesign abhängen (SANCHEZ-RODRIGUEZ & BAZ 1995).

Die Anzahl beobachtbarer Tagfalterindividuen wird hingegen nicht von der Höhenlage einer Probefläche per se beeinflusst, sondern ist hauptsächlich durch die lokal verfügbaren Ressourcen bestimmt. Adulte Falter benötigen blütenreiche Wiesen für den Nahrungserwerb (FEBER et al. 1996, STEFFAN-DEWTER & TSCHARNTKE 1997). Da eine intensivere Beweidung zu einem verminderten Blütenreichtum führt, hat die Beweidungsintensität vermutlich indirekt einen negativen Einfluss auf die Abundanz der Falter. Für den Großteil adulter Tagfalter der Alpen ist Nektar die wichtigste Nahrungsressource. Weshalb sich häufig besonders viele Individuen auf blütenreichen Wiesen sammeln (FEBER et al. 1996; KOCHER & WILLIAMS 2000). Dies kann Abundanzunterschiede vortäuschen (SAYER et al. 2004). Der ebenfalls signifikant positive Einfluss des Nektarangebotes auf die Artenvielfalt kann zu einem Trugschluss führen. Während die nur begrenzt mobilen Larven häufig sehr spezialisiert an ihre Wirtspflanzen gebunden sind (FARTMANN & HERMANN 2006), können adulte Falter ein breites Spektrum von Blütenpflanzen als Nektarquelle

nutzen. Dies führt dazu, dass adulte Tagfalter häufig an Stellen beobachtet werden können an denen auch deren bevorzugte Nektarquellen oder allgemein blütenreiche Wiesen zu finden sind (LOERTSCHER et al. 1995). Der positive Einfluss offener Erdstellen auf die Artenvielfalt und Abundanz zeigt, wie wichtig diese Stellen einerseits zur Thermoregulation und andererseits für die Mineralienaufnahme der Falter sind (KEVAN & SHORTHOUSE 1970, MOLLEMAN 2009). Es ist zu erwarten, dass in höher gelegenen Regionen, in denen eine geringere durchschnittliche Lufttemperatur herrscht als in den Tallagen, dieser Effekt verstärkt beobachtet werden kann. Der positive Einfluss offener Erdstellen auf die Zusammensetzung echter Tagfaltermgemeinschaften konnte vermutlich erstmals anhand dieser Arbeit gezeigt werden. Möglicherweise liegt der Einfluss in den mikroklimatischen Besonderheiten dieser Flächen begründet. Oberflächennahe Luftschichten erwärmen sich stärker über dunklem Grund, weshalb sich in großen Höhenlagen vermehrt physiologisch schlechter an tiefe Temperaturen angepasste Arten, z.B. eingewanderte Tieflandarten wie *Pieris napi* an derartigen Stellen sammeln, um ihre Körpertemperatur zu steigern. Arbeiten, die gezielt auf dieses Phänomen eingehen wären allerdings erforderlich.

Die Ergebnisse einer Studie von HOHL (2006), wonach auf intensiv bewirtschafteten Flächen weniger Arten anzutreffen sind als auf extensiv bewirtschafteten, konnten in dieser Arbeit nicht bestätigt werden. SJÖDIN et al. (2008) untersuchte ebenfalls den Einfluss verschiedener Nutzungsintensitäten auf die Abundanz und Diversität von blütenbesuchenden Insekten. Sie konnten keinen überzufälligen Unterschied in der Falterdiversität zwischen den unterschiedlich bewirtschafteten Flächen finden, auch Mikrostruktur, Temperatur, Blütenreichtum und Pflanzendiversität der untersuchten Flächen wurden von den unterschiedlichen Nutzungsintensitäten nicht beeinflusst (SJÖDIN et al. 2008). Ähnlich verhält es sich auch in meinem Datensatz, weder die Artmächtigkeit noch die Diversität der Falter wurde von der Beweidungsintensität überzufällig beeinflusst. Die Vegetationshöhe, die von einigen Autoren als sehr guter Prädiktor für die Diversität und Abundanz von Faltern angesehen wird (BALMER & ERHARDT 2000, KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a, ÖCKINGER et al. 2006), hatte in dieser Studie ebenfalls keinen Einfluss auf deren Abundanz oder Diversität. Studien haben gezeigt, dass sich unterschiedlich stark beweidete Flächen nicht notwendigerweise in Pflanzenreichtum und Heterogenität der Vegetation unterscheiden (KRUESS & TSCHARNTKE 2002 b), weshalb vielleicht auch hier kein Zusammenhang gefunden wurde. Genauere Untersuchungen zur Flora der Probestellen konnten nicht durchgeführt werden, wären aber sinnvoll gewesen. Die Aussage von DOVER et al. (2011), wonach die Einteilung von Wiesen in Kategorien der Nutzungsintensität nur geringen Erklärungswert für den Artenreichtum von Tagfaltern hat, wird durch diese Arbeit bestätigt.

Generell führt eine extensive Bewirtschaftungsweise zu einer hohen Tagfalterdiversität, so der allgemeine Tenor in der Literatur (BALMER & ERHARDT 2000, HOHL 2006, RUNQUIST 2011), allerdings sind es auch junge verbrachene Weideflächen denen eine große Bedeutung als Tagfalterlebensraum zukommt. Dies gilt gleichermaßen für Lebensräume des Berglandes (BALMER & ERHARDT 2000, HOHL 2006, DOVER et al. 2011), als auch für Tieflandlebensräume (KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a, PÖYRY et al. 2005, ÖCKINGER et al. 2006, SJÖDIN 2008). Ähnlich verhält es sich auch bei anderen Insektengruppen, wie Bienen, Wespen, Heuschrecken, Schwebfliegen oder Käfern (KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a, HOHL 2006, SJÖDIN et al. 2008), wobei sich die Reaktionen auf Umweltveränderungen, z.B.

durch Nutzungsintensivierung, im Detail von einer Gruppe zur anderen unterscheiden (KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a & b, SJÖDIN et al. 2008). Dass in dieser Studie vorrangig der abiotische Faktorenkomplex „Höhenlage“ für die Beschreibung der Artenvielfalt und Diversität der Tagfalter Anwendung findet, und nicht der anthropogene Faktorenkomplex „Beweidung und Landnutzung“ hat vermutlich zweierlei Ursachen. Einerseits verteilten sich die untersuchten Flächen über einen Höhengradienten, und andererseits könnten die Unterschiede zwischen den Nutzungsintensitäten der Probeflächen nicht groß genug gewesen sein. Aufgrund der meist steil ansteigenden Hänge bietet das Gesäuse enorme Höhenunterschiede auf kleinstem Raum, weshalb hier besonders der Höhenlage eine entscheidende Bedeutung bei der Etablierung von Arten zugesprochen werden kann.

Determinanten für die Diversität der Tagfalter auf regionaler Ebene (Alm)

Die Ergebnisse auf größerer räumlicher Skala zeigen, dass durch eine intensive Beweidung Arten des Kulturlandes sowie Arten mit geringen Lebensraumsprüchen gefördert werden. Der Grund könnte in der verminderten Heterogenität intensiv beweideter Flächen zu finden sein (KRUESS & TSCHARNTKE 2002 a). Da die Größe der Weidefläche, und damit auch die Flächen potentiell besiedelbarer Tagfalterlebensräume in einer Matrix aus Waldlandschaft, keinen bezeichnenden Einfluss auf die Artenvielfalt und Diversität der Tagfalter hatte, kann man davon ausgehen, dass der Nationalpark Gesäuse eine ausreichend hohe Dichte geeigneter Habitatflecken für Tagfalter bietet.

Zusammenfassend zeigt sich, dass vor allem bei einer ökologisch differenzierten Betrachtung der Falter auf regionaler Ebene der Einfluss der Beweidungsintensität zum Tragen kommt. Während sie generell keinen signifikanten Einfluss auf die Artenvielfalt und Diversität der Tagfalter hat, zeigt sich ihr negativer Einfluss auf Arten natürlicher und naturnaher Lebensräume deutlich.

Determinanten der Faltergemeinschaften

Obwohl sich die einzelnen Probeflächen einer Alm oft über einen großen Höhengradienten (Sulzkaralm: 1306 – 1682 m) erstreckten und auch die mittleren Beweidungsspuren stark variierten (Scheucheggalm: 1 – 4.33), waren sich die Untersuchungsflächen einer Alm hinsichtlich der Artenzusammensetzung ihrer Tagfaltergemeinschaften ähnlicher als im Vergleich zu Flächen anderer Almen. Da die untersuchten Almen waldfreie Raumeinheiten in einer Matrix aus Waldlandschaft darstellen, die oft durch Bergrücken voneinander getrennt sind oder teilweise auf verschiedenen Gebirgsstöcken liegen, könnten die Ähnlichkeiten im Arteninventar einer Alm darin begründet liegen, dass sich räumlich nahe beieinander liegende Probeflächen in häufigerem Individuenaustausch befinden als weit voneinander entfernte Flächen und daher ähnlicher in ihrer Artenzusammensetzung sind (BAGUETTE et al. 2000). Möglicherweise tritt hier auch das Phänomen räumlicher bzw. zeitlicher Autokorrelation ein, wonach räumlich und zeitlich nahe beieinander liegende Messungen tendenziell ähnliche Werte liefern. Ein Grund für die Unterschiede in den Artenzusammensetzungen in Abhängigkeit von der Höhenlage ist, dass mit zunehmender Höhe physiologisch an die harschen Bedingungen

angepasste Arten verstärkt vorkommen und somit ein Artenwechsel stattfindet. Der „alpine Melanismus“, wonach Arten, bzw. adaptiv angepasste Individuen, mit einem größeren Anteil dunkler Oberflächen einen Vorteil bei der Thermoregulation in kühleren Regionen haben kommt hier zu tragen. Dunkle Falter können die Solarstrahlung effizienter absorbieren und somit ihre Körpertemperatur rascher erhöhen, wodurch sie im Vergleich zu helleren Faltern schon bei tieferen Temperaturen fliegen können und somit in größeren Höhen einen Fitnessvorteil haben (GUPPY 1986, ROLAND 2006). Mohrenfalter wie *Erebia manto*, *Erebia eriphyle* oder *Erebia pronoe* sowie *Boloria pales*, eine subalpin/alpine Art der Almmatten, wurden lediglich auf höher gelegenen Probeflächen beobachtet. Dies trug entscheidend zur Eigenheit der Faltergesellschaften auf den Untersuchungsflächen und den Almen bei. Da sich mit zunehmender Höhe der Anteil potenzieller Wirtspflanzenfamilien ändert, spiegelt sich dies in den Faltergesellschaften wider (SANCHEZ-RODRIGUEZ & BAZ 1995, BREHM & FIEDLER 2003). Eine verminderte chemische Abwehr der Pflanzen mit zunehmender Höhenlage, aufgrund des verminderten Fraßdrucks durch Herbivoren oder aufgrund veränderter Umweltfaktoren, könnte Grund für dieses Phänomen sein (SALMORE & HUNTER 2001, PELLISSIER et al. 2012). Die Präimaginalstadien der Tagfalter benötigen für ihre Entwicklung geeignete Wirtspflanzen und ein passendes Mikroklima, weshalb sich Änderungen im Umweltgradienten auch rasch auf die Artenzusammensetzung auswirken können (FARTMANN & HERMANN 2006).

Zusammenfassend zeigen die Ergebnisse, dass sowohl Artenzusammensetzung als auch Artenreichtum am stärksten von dem klimabezogenen Faktorenkomplex der Höhenlage abhängen. Da viele Vertreter der tagaktiven Nachtfalter in der Lage sind ihre Thoraxtemperatur durch Muskelkontraktionen zu regulieren (CASEY & JOOS 1983), wäre zu erwarten gewesen, dass bei der Betrachtung aller tagaktiven Falter der Höheneffekt weniger zum Tragen kommen würde. Tatsächlich war der Effekt bei beiden Gruppen sehr ähnlich.

Als nächst bedeutsamer Faktorenkomplex hinsichtlich der Artenzusammensetzung konnte die Beweidungsintensität ausgemacht werden. Sowohl die zweite Dimension der NMDS als auch die Y-Achse der dbRDA bildet im Wesentlichen einen Gradienten der Nutzungsintensität ab. Besonders deutlich heben sich aufgelassene Almen in den Abbildungen hervor. BALMER und ERHARDT (2000) stellten fest, dass es zwischen extensiv beweideten Flächen und Flächen früher Sukzessionsstadien der montanen Stufe keine Unterschiede in den Artenzusammensetzungen gab, während Flächen in späten Sukzessionsstadien ein deutlich anderes Arteninventar beinhalteten. Die von mir untersuchten, außer Nutzung gestellten Almen wurden schon seit mindestens 50 Jahren nicht mehr beweidet, weshalb ihre Tagfaltergemeinschaften deutlich von denen noch genutzter Almen unterschieden werden konnten. Bestimmte Arten wie *Melitaea athalia*, *Erebia manto*, *Erebia aethiops*, *Polyommatus icarus*, *Polyommatus semiargus* und *Scotopteryx chenopodiata* waren auf beweideten Flächen deutlich häufiger zu beobachten, während Arten wie *Celastrina argiolus*, *Issoria lathonia* und *Phengaris alcon/rebeli* nur auf unbeweideten Flächen dokumentiert werden konnten. Dieses Bild zeigt sich im alpinen Konnex des Gesäuses, im Tiefland Finnlands sind nach einer Studie von PÖYRY et al. (2005) *Polyommatus semiargus* und *Scotopteryx chenopodiata* Charakterarten verbrachender Flächen.

Zusammengefasst zeigen die Analysen zum Einfluss der Prädiktoren auf die Faltergemeinschaften, dass nach Prioritäten gereiht, der klimabezogene Faktorenkomplex Höhenlage, vor dem anthropogenen Faktorenkomplex

Beweidungsintensität, steht. Erst an dritter Stelle kommt der Faktor für die lokale Ressourcenverfügbarkeit, das Nektarangebot.

Management Empfehlungen für Tagfalter im Nationalpark Gesäuse

Aufgrund der hohen Reliefenergie im Nationalpark Gesäuse gibt es viele von Natur aus waldfreie Flächen, die Tagfaltern als primäre Lebensräume dienen können, wie zum Beispiel Lawinenrutschen oder durch Steinschlag bzw. Hangrutschungen offene Flächen. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass eine Nutzungsänderung bzw. eine Nutzungsaufgabe der Almwirtschaft zu keinen massiven Änderungen in der Tagfalterfauna im Nationalpark Gesäuse führt. Metapopulationseffekte führen dazu, dass sich Teilpopulationen in geeigneten Habitaten immer wieder neu bilden, aber auch wieder verschwinden. In Summe hat dies für die Gesamtpopulation im Gebiet keine Auswirkungen, solange der Metapopulationsverbund erhalten bleibt. Zu berücksichtigen ist, dass der Aktionsradius einer Art entscheidend Einfluss auf die räumliche Dimension einer Metapopulation hat. Wenig mobile Arten wie *Cupido minimus* benötigen ein dichtes Habitat-Netzwerk um stabile Metapopulationen zu bilden. Durch Nutzungsaufgabe steigt die Wahrscheinlichkeit Restpopulationen zu isolieren, und somit steigt deren Aussterberisiko (BAGUETTE et al. 2000). Da Almen größere Populationen von Faltern beinhalten können als die oft kleinräumigen natürlich entstandenen Lebensräume, haben sie das Potential Flächen wichtiger Quellpopulationen zu sein, und steigern so die Persistenz einer Metapopulation (BAGUETTE et al. 2000, BINZENHÖFER et al. 2007). Eine extensive Beweidung, welche zu vegetationsfreien Stellen und damit zu geeigneten Standortbedingungen für die Pionierpflanze *Anthyllis vulneraria* führt, ist für die Art *Cupido minimus* die passendste Managementmaßnahme (BINZENHÖFER et al. 2008).

Der Anteil spezialisierter Arten könnte durch eine Nutzungsextensivierung auf den derzeit intensiver genutzten Almen (Ebneralm, Haselkaralm, Sulzkaralm) erhöht werden. Arten der Waldsäume und Waldlichtungen (z.B. *Argynnis paphia*, *Pararge aegeria*, *Celastrina argiolus*) profitieren ebenfalls von den vorhandenen Weideflächen, da sie den Faltern als Flächen zur Nahrungsaufnahme dienen.

Da die aktuelle Nutzungsintensität keinen wesentlichen Einfluss auf Artenvielfalt und Diversität der Tagfalter zeigt, ist davon auszugehen, dass die derzeitige Bewirtschaftung durchaus als förderlich für die Tagfalterfauna anzusehen ist. Im Vergleich zu anderen Almen Österreichs sind die Bestäubungsdichten im Nationalpark Gesäuse gering (WAGNER et al. 2006). Um möglichst individuen- und artenreiche Almwiesen zu schaffen, sollten Managementmaßnahmen besonders blütenreiche und botanisch artenreiche Almwiesen zum Ziel haben. Einerseits um den adulten Faltern ausreichend Nahrung in Form von Nektar zu präsentieren und andererseits damit den oft spezialisierten Raupen der Falter ausreichend Futterpflanzen zur Verfügung stehen. Die Etablierung von Flächen, auf denen eine annuelle oder zweijährige Mahd durchgeführt wird könnte ein reichhaltigeres Nektarangebot zur Folge haben (WETTSTEIN & SCHMID 1999). Zu berücksichtigen ist aber, dass Arten deren Wirtspflanzen an Pionierstandorte gebunden sind, wie jene von *Cupido minimus*, dadurch negativ beeinflusst werden. Aus diesem Grund ist es für Falter von Vorteil ein Mosaik aus verbrachenden, hochwüchsigen und extensiv beweideten, mit offenen Bodenanteilen versehen, Flächen zu schaffen. *Phengaris arion*, eine Art mit

einem sehr komplexen Lebenszyklus, benötigt zwei larvale Ressourcen, einerseits die Wirtspflanze (*Thymus sp.*) und andererseits eine Wirtsameise (*Myrmica sp.*). Eine extensive Beweidung, welche vereinzelt Lücken in der Vegetation schafft wodurch die Wirtspflanze gefördert wird bzw. passende mikroklimatische Bedingungen für die Wirtsameise geschaffen werden, wirkt sich durchaus positiv auf diese Art aus (THOMAS et al. 2009). Damit Faltergesellschaften der verbrachenden gleichermaßen wie solche der bewirtschafteten Wiesen gefördert werden, könnte eine Erweiterung des Modells einer Umtriebsweide helfen. Die gekoppelte Viehhaltung auf Almen sollte dabei zu Flächen unterschiedlicher Sukzessionsstadien führen. Einerseits gäbe es intensiv gestörte Bereiche (aktuell beweidet), andererseits Flächen späterer Sukzessionsstadien (3-4 Jahre unbeweidet) mit großen Vegetationshöhen die zur Steigerung der Artenvielfalt, Diversität und der Anzahl von Rote-Liste-Arten beitragen könnten (BALMER & ERHARDT 2000). Ein Zyklus, in dem das Weidevieh von einer Koppel zur nächsten wechselt, der nicht auf eine Vegetationsperiode beschränkt ist, sondern mindestens über drei Jahre angelegt wird könnte sich als sinnvolle Managementmaßnahme herausstellen. Praktisch werden die Almflächen für eine derartige Rotation vermutlich zu klein sein bei gleichbleibenden Auftriebszahlen, weshalb eine Anpassung der Bestoßungsdichten unerlässlich wäre.

Danksagung

Ich möchte mich gerne bei Prof. Fiedler bedanken, nicht nur für die große Unterstützung bei den Vorbereitungen und Auswertungen dieser Arbeit, sondern weil er schon zuvor großes Interesse für Schmetterlinge in mir geweckt hat. Dem Nationalpark Gesäuse, und hier besonders Mag. Daniel Kreiner, danke ich für die Möglichkeit der Datenaufnahme und den zur Verfügung gestellten Daten. Weiters möchte ich meiner Familie Danken für ihre großen Unterstützung während des Studiums.

Literaturverzeichnis

ANDERSON, M. J., GORLEY, R. N., CLARKE, K. R. (2008): PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods. – Primer-E Ltd., Plymouth.

AXMACHER, J. C., HOLTMANN, G., SCHEUERMANN, L., BREHM, G., MÜLLER-HOHENSTEIN, K., FIEDLER, K. (2004): *Diversity of geometrid moths (Lepidoptera: Geometrical) along an Afrotropical elevational rainforest transect.* – Diversity and Distributions 10: 293-302. DOI: 10.1111/j.1366-9516.2004.00101.x

BAGUETTE, M., PETIT, S., QUEVA, F. (2000): *Population spatial structure and migration of three butterfly species within the same habitat network: consequences for conservation.* – Journal of Applied Ecology 37: 100-108. DOI: 10.1046/j.1365-2664.2000.00478.x

BALMER, O., ERHARDT, A. (2000): *Consequences of succession on extensively-grazed grasslands for central European butterfly communities: Rethinking conservation practices.* – Conservation Biology 14: 746-757. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2000.98612.x

BÄTZING, W. (2005): *Die Alpen Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft.* – 3. Auflage. – C. H. Beck, München.

BECK, J., SCHWANGHART, W. (2010): *Comparing measures of species diversity from incomplete inventories: an update.* – Methods in Ecology and Evolution 1: 38-44. DOI: 10.1111/j.2041-210X.2009.00003.x

BELLMANN, H. (1999): *Der neue Kosmos-Insektenführer.* – Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.

BINZENHÖFER, B., BIEDERMANN, R., SETTELE, J., SCHRÖDER, B. (2008): *Connectivity compensates for low habitat quality and small patch size in the butterfly Cupido minimus.* – Ecological Research 23: 259-269. DOI: 10.1007/s11284-007-0376-x

BOGGS, C. L., MURPHY, D. D. (1997): *Community composition in mountain ecosystems: climatic determinants of montane butterfly distribution.* – Global Ecology and Biogeography Letters 6: 39-48. URL: <http://www.jstor.org/stable/2997525>

BMLFUW (2010): *Almstatistik 2009. Zahlen und Fakten zur österreichischen Almwirtschaft.* – Bundesanstalt für Bergbauernfragen, Wien. http://www.almwirtschaft.com/images/stories/neuigkeiten/2010/pdfs/Almstatistik_2009.pdf, 22.02.2012

BREHM, G., FIEDLER, K. (2003): *Faunal composition of geometrid moths changes with altitude in an Andean montane rain forest.* – Journal of Biogeography 30: 431-440. DOI: 10.1046/j.1365-2699.2003.00832.x

BREHM, G., COLWELL, R. K., KLUGE, J. (2007): *The role of environment and mid-domain effect on moth species richness along a tropical elevational gradient.* – Global Ecology and Biogeography 16: 205-216. DOI: 10.1111/j.1466-822x.2006.00281.x

BROSE, U., MARTINEZ, N. D. (2004): *Estimating the richness of species with variable mobility.* – Oikos 105: 292-300. DOI: 10.1111/j.0030-1299.2004.12884.x

CASEY, T. M., JOOS, B. A. (1983): *Morphometrics, conductance, thoracic temperature, and flight energetic of noctuid and geometrid moths.* – Physiological Zoology 56: 160-173. URL: <http://www.jstor.org/stable/30156049>

- CHAO, A., SHEN, T.-J. (2009): *SPADE. Species Prediction And Diversity Estimation*. – Persistent URL <http://chao.stat.nthu.edu.tw/softwareCE.html>, 04.08.2012
- CLARKE, K. R., GORLEY, R. N. (2001): *Primer*. – Version 5. Primer-E. – Plymouth, UK.
- COLWELL, R., K. (2009): *EstimataS. Statistical estimation of species richness and shared species from samples*, Version 8.2.0. – Persistent URL <http://purl.oclc.org/estimates>, 04.08.2012
- DOVER, J. W., RESCIA, A., FUNGARINO, S., FAIRBURN, J., CAREY, P., LUNT, P., ARONT, C., DENNIS, R. L. H., DOVER, C. J. (2011): *Land-use, environment, and their impact on butterfly populations in a mountainous pastoral landscape: individual species distribution and abundance*. – *Journal of Insect Conservation* 15: 207-220. DOI: 10.1007/s10841-010-9338-7
- EBERT, G., RENNWALD, E. (1991): *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*. Band 1 & 2: Tagfalter. – Ulmer, Stuttgart.
- EBERT, G. (1994): *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*. Band 3 und 4: Nachtfalter I und II. – Ulmer, Stuttgart.
- EBERT, G. (1997): *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*. Band 5 und 6: Nachtfalter III und IV. – Ulmer, Stuttgart.
- EBERT, G. (1998): *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*. Band 7: Nachtfalter V. – Ulmer, Stuttgart.
- EBERT, G. (2001): *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*. Band 8: Nachtfalter VI. – Ulmer, Stuttgart.
- EBERT, G. (2003): *Die Schmetterlinge Baden-Württembergs*. Band 9: Nachtfalter VII. – Ulmer, Stuttgart.
- FAJCIK, J. (2003): *Die Schmetterlinge Mittel- und Nordeuropas*. – Verlag J. Fajcik, Bratislava.
- FARTMANN, T., HERMANN, G. (2006): *Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa – von den Anfängen bis heute*. In: Fartmann, T., HERMANN, G. (Hrsg.) (2006): *Larvalökologie von Tagfaltern und Widderchen in Mitteleuropa*. – *Abhandl. Westf. Mus. Naturkde.* 68 (3/4): 11-57.
- FEBER, R. E., SMITH, H., MAC DONALD, D. W. (1996): *The effects on butterfly abundance of the management of uncropped edges of arable fields*. – *Journal of Applied Ecology* 33: 1191-1205. URL: <http://www.jstor.org/stable/2404698>
- FLEISHMAN, E., AUSTIN, G. T., WEISS, A. D. (1998): *An empirical test of Rapoport's Rule: Elevation gradients in montane butterfly communities*. – *Ecology* 79: 2482-2493. URL: <http://www.jstor.org/stable/176837>
- GLATZ, S., EGGER, G., AIGNER, S. (2006): *ALP Austria. Programm zur Sicherung und Entwicklung der alpinen Kulturlandschaft. Auswirkungen von Natura 2000 auf Almen*. – BMLFUW, Klagenfurt.
- GUPPY, C. S. (1986): *The adaptive significance of alpine melanism in the butterfly Parnassius phoebus F. (Lepidoptera: Papilionidae)*. – *Oecologia* 70: 205-213. DOI: 10.1007/BF00379241
- HASITSCHKA, J. (2003): *Die Geschichte der Sulzkaralm*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng. http://www.np-gesaue.at/download/forschung/Hasitischka_2003_Sulzkaralm.pdf, 18.06.2012.

- HASITSCHKA, J. (2005 a): *Die Geschichte der Almen Haselkar, Hüpflinger und Scheuchegg*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2005_Haselkaralm,%20Geschichte,%20Manuskript.pdf ,18.06.2012.
- HASITSCHKA, J. (2005 b): *Die Geschichte der Wolfbauernhochalm*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2006_Wolfbauernhochalm.pdf ,18.06.2012.
- HASITSCHKA, J. (2006 a): *Die Geschichte der Ebnesangeralm*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2006_Ebnesanger.pdf ,18.06.2012.
- HASITSCHKA, J. (2006 b): *Die Geschichte der Kölblalm*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2006_Koelblalm.pdf ,18.06.2012.
- HASITSCHKA, J. (2006 c): *Die Geschichte der Goferalm*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2006_Goferalm.pdf ,18.06.2012
- HASITSCHKA, J. (2006 d): *Die Geschichte der Scheibenalmen und Draxltalalmen im oberen Gstatterbodner Kessel*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2006_Scheibenalmen.pdf ,18.06.2012.
- HASITSCHKA, J. (2006 e): *Die Geschichte der Eggeralm*. – Unveröffentlichte Studie, Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Hasitischka_2006_Eggeralm.pdf ,18.06.2012.
- HOFFERT, H., ANFANG, C. (2006): *Digitale CIR-Luftbildkartierung im Nationalpark Gesäuse*. – REVITAL-ecoconsult, Nussdorf.
- HOHL, M. (2006): *Spatial and temporal variation of grasshopper and butterfly communities in differently managed semi-natural grasslands of the Swiss Alps*. – Dissertation ETH Zürich, <http://e-collection.library.ethz.ch/eserv/eth:28849/eth-28849-01.pdf> ,10.10.2012
- HÖTTINGER H., PENNERSTORFER J. (2005): *Rote Liste der Tagsschmetterlinge Österreichs (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea)*. – S. 313-354 in: Zulka, K. P. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 1: Säugetiere, Vögel, Heuschrecken, Wasserkäfer, Netzflügler, Schnabelfliegen, Tagfalter. – Grüne Reihe des Lebensministeriums, Wien.
- HUBER, T., BERGLER, F. (2006): *ALP Austria. Programm zur Sicherung und Entwicklung der alpinen Kulturlandschaft. Wildökologie und Jagd*. – BMLFUW, Klagenfurt.
- HUEMER, P., TARMANN, G. (2001): *Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität: Problemanalyse am Beispiel der Schmetterlinge auf Wiesen und Weiden Südtirols*. – Gredleriana 1: 331- 418.
- HUEMER, P. (2006): *Rote Liste ausgewählter Nachtfalter Österreichs (Lepidoptera: Hepialoidea, Cossioidea, Zygaenoidea, Thyridoidea, Lasiocampoidea, Bombycoidea, Drepanoidea, Noctuoidea)*. S. 199-362 in: ZULKA, K. P. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Checklisten, Gefährdungsanalysen, Handlungsbedarf. Teil 2: Kriechtiere, Lurche, Fische, Nachtfalter, Weichtiere. – Grüne Reihe des Lebensministeriums, Wien.

KEVAN, P. G., SHORTHOUSE, J. D. (1970): *Behavioural thermoregulation by high Arctic butterflies*. – Arctic 23: 268-279.

KOCHER, S. D., WILLIAMS E. H. (2000): *The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography*. – Journal of Biogeography 27: 785-794.
DOI: 10.1046/j.1365-2699.2000.00454.x

KOSCHUH, A. (2010): *FFH-Tagfalter im Nationalpark Gesäuse*. - Nationalpark Gesäuse GmbH, Graz.
http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/WL19_Koschuh_2010_FFH-Tagfalter.pdf,
26.07.2012.

KRUESS, A., TSCHARNTKE, T. (2002 a): *Grazing intensity and the diversity of grasshoppers, butterflies, and trap-nesting bees and wasps*. – Conservation Biology 16, 1570-1580.
DOI: 10.1046/j.1523-1739.2002.01334.x

KRUESS, A., TSCHARNTKE, T. (2002 b): *Contrasting responses of plant and insect diversity to variation in grazing intensity*. – Biological Conservation 106: 293-302. DOI:
[http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(01\)00255-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(01)00255-5)

KUDRNA, O., HARPKE, A., LUX, K., PENNERSTORFER, J., SCHWEIGER, O., SETTELE, J., WIEMERS, M. (2011): *Distribution atlas of butterflies in Europe*. – Gesellschaft für Schmetterlingsschutz, Halle.

LERAUT, P. (2009): *Moths of Europe. Vol. 2. Geometrid moths*. – NAP Editions, Verrières-le-Buisson.

LILJEQUIST, G. H. L., CEHAK, K. (1994): *Allgemeine Meteorologie*. 3. Aufl. – Vieweg: Braunschweig/Wiesbaden.

LOERTSCHER, M., ERHARDT, A., ZETTEL, J. (1995): *Microdistribution of butterflies in a mosaic-like habitat: The role of nectar sources*. – Ecography 18: 15-26. URL:
<http://www.jstor.org/stable/3683216>

MAES, D., VAN DYCK, H. (2004): *Habitat quality and biodiversity indicator performances of a threatened butterfly versus a multispecies group for wet heathlands in Belgium*. – Biological Conservation 123: 177-187. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2004.11.005>

MOLLEMAN, F. (2009): *Puddling: from natural history to understanding how it affects fitness*. – Entomologia Experimentalis et Applicata 134: 107-113. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2009.00938.x

NATIONALPARK GESÄUSE (2011): *Naturraum*.
<http://www.nationalpark.co.at/nationalpark/de/ueber-uns-ueberblick.php?navid=3>, 29.08.2012.

ÖCKINGER, E., ERIKSSON, A. K., SMITH, H. G. (2006): *Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants*. – Biological Conservation 133: 291-300. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.06.009>

PELLISSIER, L., FIEDLER, K., NDRIBE, C., DUBUIS, A., PRADERVAND, J.-N., GUISAN, A., RASMANN, S. (2012): *Shifts in species richness, herbivore specialization, and plant resistance along elevation gradients*. – Ecology and Evolution 2: 1818-1825. DOI: 10.1002/ece3.296

PÖYRY, J., LINDGREN, S., SALMINEN, J., KUUSSAARI, M. (2005): *Responses of butterfly and moth species to restored cattle grazing in semi-natural grasslands*. – Biological Conservation 122: 465-478. DOI: 10.1016/j.biocon.2004.09.007

RAHBEK, C. (2005): *The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns*. – Ecology Letters 8: 224-239. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2004.00701.x

REICHHOLF-RIEHM, H. (1983): *Schmetterlinge*. – Verlag G. Steinach, München.

REMSCHAK, C. (2005): *Bestandsaufnahme von Tagfaltern (Lepidoptera) auf zwei verschiedenen bewirtschafteten Almen im Nationalpark Gesäuse*. – Diplomarbeit, Univ. Graz: http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Remschak_2005_Tagfalter.pdf, 26.07.2012.

ROLAND, J. (2006): *Effect of melanism of alpine Colias nastes butterflies (Lepidoptera: Pieridae) on activity and predation*. – Canadian Entomologist 138: 52–58. DOI: <http://dx.doi.org/10.4039/n05-805>

SALMORE, A. K., HUNTER, M. D. (2001): *Elevation trends in defense chemistry, vegetation, and reproduction in Sanguinaria Canadensis*. – Journal of Chemical Ecology. 27: 1713-1727.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, J., F., BAZ, A. (1995): *The effect of elevation on the butterfly communities of a Mediterranean mountain, Sierra de Javalambre, central Spain*. – Journal of the Lepidopterists' Society 49: 192-207.

SAYER, M., RÖVER, K.U., ISSELSTEIN, J. (2004): *Artenvielfalt der Fauna auf extensiver Standweide*. – S. 291-294, in: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 6. http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/36794/aggf_2004_ettelbrueck_sayer_et_al.pdf, 10.10.2012

SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz) (1987): *Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten-Gefährdung-Schutz. Band 1*. – Pro Natur, Egg.

SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz) (1997): *Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten-Gefährdung-Schutz. Band 2*. – Pro Natur, Egg.

SBN (Schweizerischer Bund für Naturschutz) (2000): *Tagfalter und ihre Lebensräume. Arten-Gefährdung-Schutz. Band 3*. – Pro Natur, Egg.

SCHNEPF, J. (2010): *Diversity of diurnal Lepidoptera across an elevational gradient above the timberline: a case study from the Austrian Alps*. – Diplomarbeit, Univ. Wien. URL: <http://othes.univie.ac.at/10609/>

SCHWAB, M., BERGLER, F., EGGER, G. (2004): *Almbewirtschaftungsplan Sulzkar*. – Nationalpark Gesäuse GmbH, Weng.

SJÖDIN, E., BENGTTSSON, J., EKBOM, B. (2008): *The influence of grazing intensity and landscape composition on the diversity and abundance of flower-visiting insects*. – Journal of Applied Ecology: 763-772. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2007.01443.x

STATSOFT. INC. (2005): *Statistica für windows (Software-System für Datenanalyse) Version 7.1*. www.statsoft.com

STEFFAN-DEWENTTER, I., TSCHARNTKE, T. (1997): *Early succession of butterfly and plant communities on set-aside fields*. – Oecologia 109: 294-302. DOI: 10.1007/s004420050087

STETTNER, C., BRÄU, M., GROS, P., WANNINGER, O. (2007): *Die Tagfalter Bayerns und Österreichs*. – Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen.

THOMAS, J. A., TELFER, M. G., ROY, D. B., PRESTON, C. D., GREENWOOD, J. J. D., ASHER, J., FOX, R., CLARKE, R. T., LAWTON, J. H. (2004): *Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis*. – Science 303, 1879-1881. DOI: 10.1126/science.1095046

THOMAS, J. A., SIMCOX, D. J., CLARKE, R. T. (2009): *Successful conservation of a threatened Maculinea butterfly*. – Science 325: 80-83. DOI: 10.1126/science.1175726

UMWELTBUNDESAMT (2010): *Zusammenfassung der Ergebnisse der Tagung „Almen und Biodiversität. Situation der Almwirtschaft im Alpenraum“ am 10. und 11. Juni 2010 in Salzburg* http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/landwirtschaft/landwirtschaft_termine/almenu_ndbiodiversitaet/nachlese_almen1/, 02.03.2011.

VAN NOORDWIJK, C. G. E., FLIERMAN, D. E., REMKE, E., WALLISDEVRIES, M. F., BERG, M. P. (2012): *Impact of grazing management on hibernation caterpillars of the butterfly Melitaea cinxia in calcareous grasslands*. – Journal of Insect Conservation. DOI: 10.1007/s10841-012-9478-z

VAN SWAAY, C., CUTTELOD, A., COLLINS, S., MAES, D., MUNGUIRA, M. L., SASIC, M., SETTELE, J., VEROVNIK, R., VERSTRAEL, T., WARREN, M., WIEMERS, M., WYNHOFF, I. (2010): *European Red List of Butterflies*. – Publications Office of the European Union, Luxembourg.

WAGNER, K., BOGNER, D., RESSI, W., PARIZEK, T., FUCHS, M. (2006): *ALP Austria. Programm zur Sicherung und Entwicklung der alpinen Kulturlandschaft. Teilprojekt 22 – Almregionen Österreichs und deren Analyse*. – BMLFUW (Hrsg.), Wien. <http://www.alpwirtschaft.com/Dateien/A1/ALP%20Austria%20EndberichtAlmregionen.pdf>, 11.10.2012

WANG, R., WANG, Y., CHEN, J., LEI, G.-C., XU, R. (2004): *Contrasting movement patterns in two species of chequerspot butterflies, Euphydryas aurinia and Melitaea phoebe, in the same patch network*. – Ecological Entomology 29: 367-374. DOI: 10.1111/j.0307-6946.2004.00610.x

WERSCHONIG, E. (2007): *Vegetationskundliche Untersuchung dreier aufgelassener Almen im Nationalpark Gesäuse: Aufnahme der Vegetation und Untersuchung der Sukzession auf der Egger-, der Ebersanger- und der Wolfbauernhochalm im steirischen Nationalpark Gesäuse*. – Diplomarbeit, Univ. Wien. http://www.np-gesaeuse.at/download/forschung/Werschonig_2008_AufgelasseneAlmen.pdf, 11.10.2012

WETTSTEIN, W., SCHMID, B. (1999): *Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers*. – Journal of Applied Ecology 36: 363-373. DOI: 10.1046/j.1365-2664.1999.00404.x

WRBKA, T., REITER, K., PAAR, M., SZERENCSITS, E., STOCKER-KISS, A., FUSSENEGGER, K. (2005): *Die Landschaften Österreichs und ihre Bedeutung für die biologische Vielfalt*. – Umweltbundesamt GmbH, Wien.

Anhang

Tab. A1: Alle beobachteten Falter und ihre Abundanz auf den untersuchten Almen. Mit einem Stern (*) markierte Arten sind nicht tagaktiv und wurden deshalb in den Auswertungen nicht berücksichtigt.

Art	Ebner	Ebne- sanger	Egger	Enns- eck	Hasel- kar	Hinter- gofer	Hoch- scheiben	Hüpf- linger	Kölbl	Nieder- scheiben	Scheuch- egg	Sulz- kar	Wolfbauern- hoch
* Actinotia polyodon										1			
Aglais urticae	4	1	9	22	15		6	4	2	4	14	15	15
Aglia tau	1		1					1					
* Anania funebris								1					
Anthocharis cardamines		4	5	1		6	9	8	4	5	3	8	2
Aphantopus hyperantus						1							
* Aplocera praeformata				2								3	
Argynnis adippe						1				5			
Argynnis aglaja	2					1	1	2	1	3		4	1
Argynnis paphia						1	1			3			
Aricia artaxerxes		1	1		1		2			1			
* Autographa bractea		1		1	1								
Autographa gamma	1						1		1			1	
* Autographa pulchrina									2				
Boloria dia							1						
Boloria euphrosyne		8	9	2	2	2	3	1	3	15	1	8	2
Boloria pales		6		6	1			6				5	24
Boloria thore		2	4			6	2	1				5	3
Boloria titania						4	2	1		4	1	6	2
* Cabera exanthemata			2										
Callimorpha dominula										1			
Callistege mi									1	5			
Carterocephalus palaemon										7			

Celastrina argiolus		1											
Cerapteryx graminis				3								6	
Chiasmia clathrata	1								1	2			
Coenonympha arcania						1	3			5			
Colias hyale	1												
Colias phicomone							1		1				
* Colostygia kollariaria							1						
* Colostygia larentiaria			2						1				2
* Cosmorhoe ocellata						1							
Cupido minimus	1			1					1	2			
Diacrisia sannio										4		1	
* Diarsia rubi							6						
Ematurga atomaria	2	1	5	3	2	6	5	11	6	2	9	15	1
* Entephria caesiata		1											
Epirrhoe alternata		2								1			
Epirrhoe hastulata									1				
Epirrhoe tristata	1	1	5	2			2					5	1
Erebia aethiops					2	12	13		7	39		3	
Erebia eriphyle		28		52	8			11			15	44	52
Erebia euryale		16	22	34	12	8		15	4	1	9	38	49
Erebia ligea					3	3	1			1	3	7	
Erebia manto		28	52	112	49		1	12	6		38	49	50
Erebia oeme			7		2		6		8	11	1		
Erebia pharte	1		19	23	10				1		28	5	
Erebia pronoe		1	1	12	1							2	1
Erynnis tages	1	7	4	1		1	21	1	7	31		5	
Euclidia glyphica	1					1	7		3	5			

* Eulithis populata				2				1					1
Euphydryas aurinia										1			
Euphydryas intermedia					1								
* Eupithecia assimilata	1								1				
* Eupithecia denotata												1	
* Eupithecia extraversaria		1						1					
* Eupithecia nanata									1			1	
* Eupithecia selinata												1	
* Eupithecia semigraphata									1				
* Eupithecia subfuscata		1										4	1
* Eupithecia tripunctaria						1							
Gonepteryx rhamni										2		1	
Hamearis lucina						11							
Hemaris fuciformis							1						
Hesperia comma										3			
Hypoxystis pluviana			2				2			4			
* Hypoxystis pluviana										2			
* Idea sylvestraria		1											
Inachis io	1	4	4	3	1		1		1	4	1	2	
Issoria lathonia													2
Lasiommata maera			3	1	1	18	10	2	1	12		5	8
Lasiommata petropolitana						1					1		
Leptidea reali							1		1				
Lycaena hippothoe	2									2			
Lycaena phlaeas									3				
Lycaena tityrus		2	2	3			2	5	2		4	7	
Macroglossum stellatarum			1		1								

Maniola jurtina	1				1	1				1			
Melanthia alaudaria				2						1			
Melitaea athalia	14		2		1	11	22		4	29	1	2	
Melitaea diamina						3	4		2	10		1	1
Melitaea phoebe										1			
* Metaxmeste phrygialis					20								4
Nymphalis antiopa										1			
Ochlodes sylvanus			2			3	6		1	15		1	
Papilio machaon										1			
Pararge aegeria						10			1	1			
Parasemia plantaginis		5	7	4	6	4		3	2			19	2
Parnassius apollo							2						
Parnassius mnemosyne							14			1		1	
* Peribatodes secundarius		1											
* Perizoma didymatum								3			1		
Petrophora chlorosata										5			
* Pharmacia carna			3	1									
Phengaris alcon rebeli													1
Phengaris arion										1			
Pieris brassicae					4		1		2	3	1		
Pieris bryoniae	5	26	37	36	10	29	16	11	19	7	16	44	68
Pieris napi	2	4		1	1	9	4		4	6		3	2
Pieris rapae	1	1		10	16	1	1	6	2	3	6	6	19
Polygonia c-album				1	2					1	1		
Polyommatus coridon	1	1					16			1		4	
Polyommatus icarus	2						4	2		10	1		
Polyommatus semiargus	5					1	1		2	15	4	31	1

Polypogon tentacularia						4		1	2				
Pseudopanthera macularia		2	2		2	2	9	5	3		6		
Psodos quadrifarius			4	1	8		52	3					
Pyrgus andromedae		9		14	1	1					3	2	
Pyrgus malvae	2				1		4	2	25		1		
* Scopula nigropunctata						1							
* Scopula ternata		7		14	11					2	11	20	
Scotopteryx chenopodiata						2	7	20	50		16		
* Thera britannica							1						
* Tholera cespitis									1		6		
Thymelicus lineola	4			1			1	1	3	33			
Thymelicus sylvestris	16						10		1	22	1		
Vanessa atalanta		1		5		1	2			2	1	5	
Vanessa cardui										2		2	
* Xanthorhoe designata		14		1						1	2		
Xanthorhoe montanata		6		9	2		1	1	1	1	3	2	1
Xanthorhoe spadicearia	4	1		17	1			4	3		3	15	4
* Xestia rhomboidea				1	1			1			1		
Zygaena filipendulae	2						5			3			
Zygaena lonicerae							6						
Zygaena loti							5						
Zygaena purpuralis							5						
Zygaena viciae										5			

Tab. A2: Eigenschaften aller Tagfalterarten bezüglich ihrer Höhenverbreitung (kann sich in dieser Höhenstufe fortpflanzen (1) bzw. nicht fortpflanzen (0)), ihrer Habitatspezifität (G = Generalist, S = Spezialist) und ihrem potential sich im Kulturland zu etablieren (J = Ja, N = Nein) (SBN 1987, 1997, 2000; EBERT 1994, 1997, 1998, 2001, 2003), getrennt in echte Tagfalter und tagaktive „Nachtfalter“.

Echte Tagfalter

Art	Collin	Montan	Subalpin	Alpin	Habitatspezifität	Kulturfolger
<i>Aglais urticae</i>	1	1	1	1	G	J
<i>Anthocharis cardamines</i>	1	1	0	0	G	J
<i>Argynnis adippe</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Argynnis aglaja</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Argynnis paphia</i>	1	1	0	0	S	N
<i>Aricia artaxerxes</i>	1	1	1	1	G	N
<i>Boloria dia</i>	1	1	0	0	G	N
<i>Boloria euphrosyne</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Boloria pales</i>	0	0	1	1	G	N
<i>Boloria thore</i>	0	1	1	0	S	N
<i>Boloria titania</i>	0	1	1	0	G	N
<i>Carterocephalus palaemon</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Celastrina argiolus</i>	1	1	0	0	G	N
<i>Coenonympha arcania</i>	1	1	0	0	G	N
<i>Colias hyale</i>	1	1	0	0	G	J
<i>Colias phicomone</i>	0	0	1	1	G	N
<i>Cupido minimus</i>	1	1	1	1	G	N
<i>Erebia aethiops</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Erebia eriphyle</i>	0	0	1	1	S	N
<i>Erebia euryale</i>	0	1	1	0	S	N
<i>Erebia ligea</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Erebia manto</i>	0	0	1	1	G	N
<i>Erebia oeme</i>	0	1	1	1	G	N
<i>Erebia pharte</i>	0	0	1	1	G	N
<i>Erebia pronoe</i>	0	1	1	1	G	N
<i>Erynnis tages</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Euphydryas aurinia</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Euphydryas intermedia</i>	0	1	1	0	G	N
<i>Gonepteryx rhamni</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Hamearis lucina</i>	1	1	0	0	G	N
<i>Hesperia comma</i>	1	1	1	0	G	N
<i>Inachis io</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Issoria lathonia</i>	1	1	0	0	G	J
<i>Lasiommata maera</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Lasiommata petropolitana</i>	0	1	1	0	G	N
<i>Leptidea reali</i>	1	1	0	0	G	J
<i>Lycaena hippothoe</i>	1	1	1	1	G	J
<i>Lycaena phlaeas</i>	1	1	0	0	G	J
<i>Lycaena tityrus</i>	1	1	1	1	G	N
<i>Maniola jurtina</i>	1	1	0	0	G	J

Melitaea athalia	1	1	1	0	G	N
Melitaea diamina	1	1	1	0	G	N
Melitaea phoebe	1	1	0	0	S	N
Nymphalis antiopa	1	1	0	0	G	J
Ochlodes sylvanus	1	1	1	0	G	N
Papilio machaon	1	1	1	0	G	J
Pararge aegeria	1	1	0	0	G	J
Parnassius apollo	0	1	1	1	S	N
Parnassius mnemosyne	1	1	1	0	S	N
Phengaris alcon rebeli	1	1	1	1	S	N
Phengaris arion	1	1	1	1	S	N
Pieris brassicae	1	1	1	0	G	J
Pieris bryoniae	0	1	1	1	G	J
Pieris napi	1	1	0	0	G	J
Pieris rapae	1	1	1	0	G	J
Polygonia c-album	1	1	1	0	G	J
Polyommatus coridon	1	1	1	0	S	N
Polyommatus icarus	1	1	1	0	G	J
Polyommatus semiargus	1	1	1	1	G	J
Pyrgus andromedae	0	0	1	1	S	N
Pyrgus malvae	1	1	1	0	G	J
Thymelicus lineola	1	1	1	0	G	J
Thymelicus sylvestris	1	1	1	0	G	J
Vanessa atalanta	1	1	1	0	G	J
Vanessa cardui	1	1	0	0	G	J

Tagaktive "Nachtfalter"

Aglia tau	1	1	0	0	S	J
Autographa gamma	1	1	1	0	G	J
Callimorpha dominula	1	1	0	0	G	N
Callistege mi	1	1	0	0	G	N
Cerapteryx graminis	1	1	1	0	G	J
Chiasmia clathrata	1	1	1	0	G	J
Diacrisia sannio	1	1	1	1	G	N
Ematurga atomaria	1	1	1	1	G	J
Epirrhoe alternata	1	1	1	1	G	J
Epirrhoe hastulata	1	1	1	0	S	N
Epirrhoe tristata	1	1	1	0	G	J
Euclidia glyphica	1	1	1	0	G	J
Hemaris fuciformis	1	1	1	0	S	J
Hypoxystis pluviana	1	1	1	0	G	N
Macroglossum stellatarum	1	1	0	0	G	J
Melanthia alaudaria	1	1	1	0	S	N
Parasemia plantaginis	1	1	1	1	G	J
Petrophora chlorosata	1	1	0	0	G	J

<i>Polypogon tentacularia</i>	1	1	0	0	G	J
<i>Pseudopanthera macularia</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Psodos quadrifarius</i>	0	1	1	1	S	N
<i>Scotopteryx chenopodiata</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Xanthorhoe montanata</i>	1	1	1	1	G	J
<i>Xanthorhoe spadicearia</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Zygaena filipendulae</i>	1	1	1	1	G	J
<i>Zygaena lonicerae</i>	1	1	1	0	S	N
<i>Zygaena loti</i>	1	1	1	1	G	J
<i>Zygaena purpuralis</i>	1	1	1	0	G	J
<i>Zygaena viciae</i>	1	1	0	0	G	J

Tab. A3: Beobachtete Individuen und Artenzahl aller Tagfalter sowie der echten Tagfalter auf allen 66 Probeflächen.

Probeflächen	Tagfalter		Echte Tagfalter		Probefläche	Tagfalter		Echte Tagfalter	
	Individuen	Artenzahl	Individuen	Artenzahl		Individuen	Artenzahl	Individuen	Artenzahl
Ebner 1	52	20	46	15	Hörrand 1	42	20	34	16
Ebner 2	16	11	10	7	Hörrand 2	51	20	35	15
Ebner 3	11	9	10	8	Hörrand 3	36	20	21	15
Ebnesanger 1	74	21	69	16	Kroisen 1	65	24	47	20
Ebnesanger 2	43	12	40	10	Kroisen 2	43	23	28	14
Ebnesanger 3	52	16	42	12	Kroisen 3	72	27	63	21
Egger 1	79	18	75	15	Kroisen 4	64	22	55	18
Egger 2	88	19	73	13	Kroisen 5	73	26	69	22
Egger 3	43	17	35	11	Kölbl_Priv1	29	17	24	13
Ennseck 1	69	12	66	10	Kölbl_Priv3	30	12	19	8
Ennseck 2	46	10	42	8	Kölbl_Serv1	40	18	30	13
Ennseck 3	34	11	32	9	Kölbl_Serv4	45	19	23	11
Ennseck 4	38	12	31	9	Scheuchegg 1	33	10	32	9
Ennseck 5	14	6	12	5	Scheuchegg 2	25	7	25	7
Ennseck 6	32	12	27	10	Scheuchegg 3	55	13	44	11
Ennseck 7	29	12	26	10	Scheuchegg 4	51	17	48	15
Ennseck 8	54	14	48	11	Sulz 1	51	14	43	10
Ennseck 9	66	19	57	14	Sulz 2	48	21	34	16
Gofer 1	61	25	56	22	Sulz 3	44	5	43	4
Gofer 2	56	20	53	17	Sulz 4	40	14	35	11
Gofer 3	45	13	38	11	Sulz 5	23	13	16	9
Hasel 1	20	11	19	10	Sulz 6	47	18	28	13
Hasel 2	32	14	25	11	Sulz 7	18	9	17	8
Hasel 3	76	14	66	12	Sulz 8	24	12	21	10
Hasel 4	28	13	27	12	Sulz 9	47	16	33	9
Hasel 5	12	8	9	6	Sulz 10	62	18	48	15

Hochscheibe 1	44	17	38	13	Wolfbauer 1	62	13	59	10
Hochscheibe 2	113	28	57	18	Wolfbauer 2	70	13	67	11
Hochscheibe 3	69	24	31	13	Wolfbauer 3	57	8	57	8
Hochscheibe 4	46	23	36	19	Wolfbauer 4	40	12	40	12
Hochscheibe 5	35	22	33	20	Wolfbauer 5	41	12	38	10
Hüpflinger 1	32	14	29	11	Wolfbauer 6	51	12	51	12
Hüpflinger 2	50	13	39	10					
Hüpflinger 3	27	14	21	10					

Lebenslauf



Persönliche Daten

Name: Zöchling Andreas
Adresse: Am Mitterhammer 5/8
3192 Hohenberg
Geburtsdaten: 12.05.1982
Geburtsort: Lilienfeld

Schulische, berufliche und akademische Laufbahn

1988-1992 Volksschule Hohenberg
1992-1996 Hauptschule Hohenberg
1996-1998 Militärrealgymnasium Wiener Neustadt

Jan. 1998 - Jan. 2001 Tischlerlehre (Firma Denk Hohenberg)
Jan. 2001 - April 2001 Tischlergeselle
April 2001 - Okt. 2001 Präsenzdienst
Okt. 2001 - Okt. 2002 Zeitsoldat
Okt. 2002 - März 2007 Militärperson auf Zeit
Febr. 2002 - Juli 2002 Jagdkommandogrundkurs
Juli 2002 - Febr. 2004 Jagdkommandokompanie
Febr. 2004 - März 2007 BRG f. Berufstätige a. d. TherMilAk

SSe 2007 - WSe 2008 Diplomstudium Biologie
WSe 2008 - WSe 2010 Diplomstudium Ökologie
WSe 2010 Bachelorstudium Biologie
Ab WSe 2010 Masterstudium Naturschutz und
Biodiversitätsmanagement
Ab WSe 2011 Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde und UF
Bewegung und Sport

Seit Okt. 2012 Lehrer am BRG-Krems

Praktika

Schi- und Snowboardlehrer, Aufsichtsorgan im Nationalpark Gesäuse, Vorturner beim Österreichischen Turnerbund und Aktionsmitarbeiter beim Kuratorium für Verkehrssicherheit.