Zeitschrift: Contributions to Natural History : Scientific Papers from the Natural History Museum Bern

Herausgeber: Naturhistorisches Museum Bern

Band: - (2009)

Heft: 12/2

Artikel: Die Höhenverbreitung als Indikator der Gefährdung von Insekten im Alpenraum

Autor: Landmann, Armin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-787000

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Höhenverbreitung als Indikator der Gefährdung von Insekten im Alpenraum

Armin Landmann

ABSTRACT

Contrib. Nat. Hist. 12: 829–856.

Altitudinal distribution as an indicator of threat in insects: an analysis of red data books from the Alps and adjoining regions. — The Alps represent one of the most important biodiversity hot spots in Europe but at the same time are the most developed mountain system in the world. However, human impact is very uneven within alpine landscapes. Topographical conditions restrict the space available for agriculture, settlements, traffic systems and industrial development. Human activities therefore have a focus at valley bottoms and other suitable lowland areas. While large nearly pristine areas still can be found at higher elevations, high local population densities together with intensive tourism have led to an over-exploitation and strong fragmentation of natural habitats at lower altitudes. Specialised lowland species can thus be expected to be under disproportionally strong pressure and should show an unfavourable conservation status. By contrast, species (groups) with broader altitudinal distribution or with preferences for higher elevations should experience less threat and this pattern should be expressed in the red data books as well (percentage of endangered species, distribution over threat-categories). This hypothesis was tested using data concerning altitudinal distribution and national as well as regional red data books from different areas within the Alps (Switzerland, Austria, Tyrol, Carinthia) and at its northern border (Lower Austria, Bavaria). Dragonflies and grasshoppers were used for analysis because good and recent data are available for both groups and most regions.

Species were first grouped into two (Odonata) to three (Saltatoria) main classes regarding their regional altitudinal distribution patterns: "valley (lowland) species", "midmountain species", and "mountain species", and their threat status was compared (separately per region) thereafter. For Tyrol and Switzerland more detailed data about vertical distribution (e.g. the absolute stretch of vertical distribution; the number of altitudinal zones used) exist and were directly correlated with threat status (red data categories). Overall the percentage of species regarded as "safe"

(LC = least concern species) in recent red data books was significantly higher in species (species groups) belonging to the "midmountain" and especially the "mountain" groups than in species of the "valley group". The groups (esp. "valley" vs. "mountain") also strongly differed in the overall patterns (dimensions) of threat, valley species exhibiting a much higher proportion of species within the highest categories (CR = critically endangered, EN = endangered). Differences between "valley" and "mountain" species were higher in central parts of the Alps but comparatively low at the northern edge of the Alps, in Lower Austria and Bavaria. This fits to differences in overall landscape settings because both latter regions offer more area and more suitable habitats for sensitive lowland species. Moreover, for dragonflies as well as for grasshoppers, there was a clear trend of decreasing threat with increasing number of altitudinal zones inhabited in the Tyrol and Switzerland.

Altitudinal distribution patterns might therefore be a useful indirect indicator of conservation problems (threat status) for animal groups in the Alps and adjoining regions, especially when more directs measures (e.g. data about population trends) are not available. However, further analysis for more and different animal groups are needed and called for to test this hypothesis.

Key words: Alps, altitudinal distribution, nature conservation, threat indicators, red data books, dragonflies, Odonata, grasshoppers, Saltatoria

Einleitung

Zum Gedenken an Univ. Prof. Dr. Konrad Thaler.

Die Alpen gelten gemeinhin als eine der letzten naturnahen Grosslandschaften Europas und als Refugium für eine spezifische und reichhaltige Biodiversität (z. B. Kaule 1986, Winding & al. 2000, Mörschel 2004). Dabei wird leicht übersehen, dass im Alpenraum die anthropogene Raumbeanspruchung z. T. wesentlich höher ist als in weiten Teilen der europäischen Niederungen. Gründe dafür sind die enorme Besiedlungsdichte in den wenigen für Dauerbesiedlung geeigneten Räumen, der allgemeine topografisch bedingte Raummangel für Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie, die in den letzten Jahrzehnten verstärkte Intensivierung der Landwirtschaft auf den schwindenden Freiflächen und eine stete Verdichtung des Verkehrs bzw. Verkehrsnetzes (vgl. z. B. für die Schweiz Köppel & al. 1991, Schmidt & al. 1998, vgl. auch Statistisches Bundsamt Deutschland, 2001). Als zusätzliche Belastung tritt in vielen Gebieten des Alpenraums der Tourismus mit seinen direkten und indirekten Folgen für Freiräume und Ökosysteme hinzu, wobei die Belastungen auf Grund der

topografischen Situation und der Attraktivität der Landschaft in zentralen Gebieten der Alpen relativ höher sind als in Randgebieten.

Beispielsweise ist in Tirol der Anteil des Dauersiedlungsraumes an der Gesamtlandesfläche mit 12,3% deutlich kleiner als in anderen österreichischen Bundesländern (im Mittel ca. 38%), mit alljährlich etwa 40 Millionen Nächtigungen hat Tirol aber auf etwa 15% der Staatsfläche über ein Drittel des Tourismusaufkommens zu bewältigen. Dazu kommt, dass in vielen Gebieten der Alpen auch ein erheblicher Teil des Dauersiedlungsraums schon in eher kühlen bis rauen Mittelgebirgslagen liegt. So entfallen in Tirol z. B. nur 7,2% der Landesfläche auf die colline bis submontane Stufe unter 800 m (Landmann & al. 2005) und auch in der Schweiz liegen trotz der grossen Flächenanteile des Mittellandes und Anteilen an Gunstlagen südlich der Alpen nur 25% der Landesfläche in den heiss-warmen bis milden Wärmestufen (Schreiber 1977).

In Summe bedeutet dies, dass im Alpenraum gerade in den für viele Arten prinzipiell am besten geeigneten Gunstlagen die Fragmentierung und Nutzung der Landschaft besonders intensiv ist. Eine überproportional starke Beeinträchtigung von Organismen mit starker Bindung an thermisch begünstigte Tieflagen und/oder extensiv bewirtschaftete Kulturlandschaften sowie naturnahe Gewässer sollte daher im Alpenraum zwangsläufig die Folge sein.

Umgekehrt sollte eine grössere Flexibilität in der Nutzung von Lebensräumen entlang des Höhengradienten die Anfälligkeit einer Art gegenüber anthropogenen Störungen des Naturhaushaltes verringern und – in grösserem Raummassstab – zu insgesamt solideren Populationszuständen und geringerer Gesamtgefährdung beitragen.

Unterschiede in der Höhenverbreitung verwandter Arten sollten sich daher auch in den Roten Listen gefährdeter Arten bzw. der Zuordnung zu einzelnen Gefährdungskategorien widerspiegeln, sofern diese ein einigermassen verlässliches Bewertungsinstrument darstellen. Aus Mangel an langfristigen und flächendeckenden Daten wurden Beziehungen zwischen der Vertikalverbreitung und der Gefährdung von Tieren im Alpenraum bislang kaum spezifisch analysiert. Eindeutige Trends sind lediglich für Brutvögel dokumentiert. Einerseits haben v. a. die Kulturlandvögel der Niederungen und Tallagen dramatische Bestandseinbussen erfahren und sind in vielen Alpenregion überdurchschnittlich gefährdet (z. B. Schmid & al. 1998, Frühauf 2005), andererseits ziehen sich z. T. selbst Tieflandarten zunehmend in höhere Lagen zurück (z. B. Frühauf 1997). Für Tirol haben wir selbst (Landmann & Lentner 2001) klare Beziehungen zwischen den Spektren der Höhenverbreitung und dem Gefährdungsgrad bei Brutvögeln in der regionalen Roten Liste aufgezeigt.

Libellen und Heuschrecken zählen auf Grund ihrer geringen Artenzahlen und ihrer Eignung als Indikatoren für Naturzustände auch im Alpenraum wohl

zu den am besten untersuchten Insektengruppen. Aktuelle und umfassende Zusammenstellungen der Bestandssituationen, Gefährdung und Verbreitung unter Einschluss der Vertikalverbreitung existieren sowohl für den schweizerischen, deutschen als auch österreichischen Alpenraum (s. unten).

Wegen ihrer spezifischen Habitatansprüche und überwiegenden Bindungen an extensiv genutzte, offene Biotope zählen beide Gruppen ausserdem zu den am stärksten gefährdeten Wirbellosen und sind in Roten Listen aller mitteleuropäischen Länder und Regionen prominent vertreten. Sowohl Libellen als auch Heuschrecken sind zudem thermisch anspruchsvoll und ein erheblicher Teil der Arten bevorzugt terrestrische und aquatische Standorte mit mildem Makro- und Mikroklima.

In der vorliegenden Arbeit sollen daher an Hand dieser beiden Modellgruppen und basierend auf einer Analyse der rezenten Literatur folgende Hypothesen geprüft werden:

(1) Arten die über einen weiten Höhenbereich oder bevorzugt in höheren Lagen vorkommen, sollten insgesamt in geringerem Ausmass gefährdet sein als Arten, die auf wenige Höhenstufen und auf Tieflagen beschränkt sind.

(2) Die Vertikalverbreitung einer Art (von Artengruppen) kann als Indikator für deren Gefährdungsdisposition dienen. Das Ausmass der Gefährdung sollte daher mit der Zahl besiedelter Höhenstufen sinken.

Material und Methoden

Die Analyse konzentriert sich auf zentrale Alpenländer (Schweiz, Österreich) bzw. Teilregionen (Tirol, Kärnten) und wertet zusätzlich Angaben aus Gebieten am Alpenrand aus (Bayern, Niederösterreich). Die Auswahl und Analyse ist verständlicherweise durch die Dimension, Detailgenauigkeit und Aktualität von Daten zur Gefährdung und Vertikalverbreitung bedingt und beeinflusst. Über 10 Jahre alte Rote Listen (in der Folge RL) wurden daher nicht in die Analyse aufgenommen. Neue und spezifische Zusammenstellungen zu beiden Aspekten und Gruppen gibt es für die Gesamtschweiz (Libellen: Wildermuth & al. 2005, Gonseth & Monnerat 2002; Heuschrecken: Thorens & Nadig 1997, Baur & al. 2006)[1], Tirol (Libellen: Landmann & al. 2005, Heuschrecken: Land-

[1] Baur & al. (2006) und Raab & al. (2006) erschienen erst nach Abschluss des Originalmanuskripts (Mitte 2006). Daten für Libellen mit Bezug zu Gesamtösterreich wurden aber noch in Text und Tabellen berücksichtigt. Die Höhenverbreitungsdaten über Heuschrecken der Schweiz bei Baur & al. (2006) sind nicht mehr berücksichtigt; sie weisen aber für die Gesamtschweiz in die selbe Richtung wie das hier analysierte, kleinere Datenmaterial bei Thorens & Nadig (1997).

mann 2001b) und Bayern (Libellen: Kuhn & Burbach 1998, Winterholler 2003; Heuschrecken: Schlumprecht & Waeber 2003, Heusinger 2003). Für Gesamtösterreich gibt es eine aktuelle Rote Liste und Übersicht für Libellen (Raab & al. 2006)[1], für die Heuschrecken gibt es nur eine neue Rote Liste, allerdings mit nur kursorischen Angaben zur Vertikalverbreitung (Berg & al. 2005). Für Niederösterreich und Kärnten liegen neuere Rote Listen für beide Gruppen vor (Libellen: Raab & Chwala 1997, Holzinger & al. 1999; Heuschrecken: Berg & Zuna-Kratky 1997; Derbuch & Berg 1999). Diese enthalten auch – allerdings unterschiedlich exakte und verlässliche – Angaben zur regionalen Vertikalverbreitung. Die in den genannten Publikationen enthaltenen Daten habe ich auf zwei Ebenen analysiert:

Unterschiede im Gefährdungsmuster vertikaler Verbreitungstypen

In einem ersten, groben Analyseschritt wird die Gefährdung von Artengruppen mit unterschiedlichen vertikalen Vorkommensschwerpunkten verglichen. Dazu habe ich alle relevanten Arten entsprechend den regionalen Angaben grob zwei (Libellen) bis drei (Heuschrecken) vertikalen Verbreitungstypen zugeordnet.

Bei den **Libellen** unterscheide ich für die finale Darstellung (nach anfänglich detaillierteren Analysen und Zuordnungen) nur noch zwischen "Talarten" und "Bergarten". Diese Vereinfachung war nötig, um die Heterogenitäten der Datenstöcke und zwischen den einzelnen Ländern sowie einzelne Unsicherheiten auszugleichen. In der Schweiz erfolgte die Zuordnung nach den (autochthonen) Vorkommen in den 18 Wärmestufen, die von Schreiber (1977) auf Basis phänologischer Daten definierten wurden. Diese reichen von der hochalpinen Felsflurenstufe (Stufe 0; mittlere Höhe 2560 m NN) bis in die tiefste, "sehr heisse Feigen-Weinbaustufe" (Stufe 18; mittlere Höhe 247 m NN). Zu den "Talarten" wurden Arten (und Subspezies) folgender Subgruppen gezählt:

a) echte Tieflandformen, die sich nicht oder kaum oberhalb der Stufe 10 ("ziemlich milde Obst-Ackerbaustufe"; mittlere Höhe 560 m NN) fortpflanzen.
b) Tal- und Mittellandarten, die u. U. zwar bis in die obere sehr kühle Ackerbaustufe 7 (vereinzelt auch in die unterste Berggrünlandstufe) vordringen, sich aber in nennenswerten Umfang nur bis in die Stufe 8 (kühle Ackerbaustufe; mittlere Höhe 885 m NN) fortpflanzen bzw. ihre höchsten Schweizer Entwicklungsnachweise unter 1000 (1100)m haben.

Als "Bergarten" wurden nicht nur echte Gebirgsarten, die u. U. eine untere Höhenverbreitungsgrenze haben, gewertet, sondern auch alle Arten aufgefasst, die sich in nennenswertem Umfang nach oben hin zumindest noch in den kühlen bis sehr kühlen Ackerbaustufen fortpflanzen und regelmässig auch in den hochmontanen bis subalpinen "ziemlich bis sehr rauhen" Berggrünlandstufen (ab Stufe 6: mittlere Höhe 1236 m NN) vorkommen.

Daten für Libellen mit Bezug zu Gesamtösterreich wurden aber noch in Text und Tabellen berücksichtigt. Die Höhenverbreitungsdaten über Heuschrecken der Schweiz bei Baur & al. (2006) sind nicht mehr berücksichtigt; sie weisen aber für die Gesamtschweiz in die selbe Richtung wie das hier analysierte, kleinere Datenmaterial bei Thorens & Nadig (1997).

Die Zuordnungen in Österreich und Tirol entsprechen weitgehend jenen in der Schweiz und basieren auf den in Landmann & al. (2005) gegebenen Kategorien (Tal: "Alpenvorland"- und Talarten" vs. Berg: "Mittelgebirgs- und Gebirgsarten") bzw. den Hohenverbreitungsangaben in Raab & al. (2006). Auch in Bayern fallen weitgehend die selben Arten in die beiden Hauptkategorien. Nach den Diagrammen der Vertikalverbreitung und den Zuordnungen bei Kuhn & Burbach (1998) habe ich Arten, die nur unter 700 m NN vorkommen bzw. deutliche Schwerpunkten in den Tieflagen und Vorkommen bis etwa 900 m haben, als "Talarten" ausgewiesen. Arten mit Bevorzugung mittlerer Lagen, die gleichzeitig auch bis in grössere Höhen vordringen (Fundorte über 1500 m) und Arten mit Vorkommen v. a. über 800 m, die bis in die höhere Subalpinstufe vordringen, wurden als "Bergarten" eingestuft. Für Niederösterreich und Kärnten erfolgten die Zuordnungen in ähnlicher Weise. Wenn klare regionale Angaben bei einzelnen Arten fehlten, habe ich Zuordnungen auf Basis eigener Erfahrungen und der Vertikalmuster in besser untersuchten Nachbargebieten vorgenommen.

Bei den **Heuschrecken** habe ich Gefährdungsmuster der "Tal- und Bergarten", zusätzlich aber auch einer dritte Gruppe "Mittelgebirgsarten" verglichen.

Als "Talarten" ausgewiesen sind einerseits wärmeliebende, echte Tieflandarten, die völlig oder weitgehend auf die planaren, collinen bis submontanen Stufen (unter etwa 700–750 m NN) beschränkt sind, aber auch Arten mit etwas weiterer Vertikalverbreitung, aber deutlichen Schwerpunkten (Grossteil der Bestände bzw. Fundorte) in diesen Stufen. Arten dieser Gruppe kommen nur vereinzelt in Gunstlagen (z. B. der Südalpen) über etwa 1000 m vor und steigen auch in Ausnahmefällen kaum in die Subalpinstufe auf. Heuschrecken der Gruppe "Mittelgebirgsarten" dringen nur vereinzelt in nennenswertem Ausmass in offene Flächen der hochmontanen bis subalpinen Stufe vor (höchste Vorkommen meist unter 1500 m NN), sind aber verbreitet und regelmässig in der höheren Montanstufe (über ca. 1000 m) autochthon. In die

Gruppe "Bergarten" wurden alle Arten gestellt, die entweder (a) ein breites Höhenspektrum von den Talböden bis mindestens in die höhere Subalpinstufe besiedeln oder (b) als Gebirgsarten auf Lagen der Alpin- oder Subalpinstufe beschränkt sind bzw. in tieferen Montanlagen nur kleine Populationen (relativ wenige Fundpunkte) aufweisen. Für Bayern wurden (wegen der dort geringen Gesamtartenzahlen) 13 in ihrer Vertikalverbreitung intermediäre "Mittelgebirgsarten" der Gruppe "Bergarten" zugeordnet. Für Österreich, für das eine zusammenfassende Gesamtübersicht der Vertikalverbreitung fehlt, wurden in Zweifelsfällen v. a. Daten aus den einzelnen Bundesländern, Übersichtsarbeiten aus den Zentralalpen (v. a. Illich & Winding 1998) und eigene Erfahrungen für die Einordnung von Arten in eine der drei "Vertikalverbreitungsgruppen" herangezogen.

Basierend auf den jeweiligen Einstufungen wurde sodann geprüft, ob sich die Arten der 2 (3) Vertikalverbreitungsgruppen in den einzelnen Regionen unterschiedlich über die Gefährdungskategorien der RL verteilen. Die Vergleiche beziehen sich also v. a. auf die Anteile der Arten an den IUCN Hauptgefährdungskategorien: CR (Critically Endangered) oder "Vom Aussterben bedroht" Kategorie 1; EN (Endangered) oder "Stark gefährdet", Kat. 2; VU (Vulnerable) oder "gefährdet", Kat. 3 und LC (Least Concern) "nicht gefährdet". Soweit ausgewiesen (fehlt für Heuschrecken in der Schweiz) wird auch die Kategorie 4: NT (Near Threatened) für Arten, die als potenziell oder nahezu gefährdet angesehen werden, separat bilanziert. Für Bayern wurden dieser Kategorie neben Arten der Vorwarnliste ausnahmsweise auch wenige Arten der Kategorien R (seltene Arten mit geographischer Restriktion) und G (Gefährdung anzunehmen) zugeschlagen. Nicht berücksichtigt wurden in den RL als ausgestorben geführte Arten oder Taxa mit unsicherem Gefährdungs- oder Vorkommensstatus (z. B. Vermehrungsgäste), sowie generell Höhlen- & Gewächshausschrecken (*Troglophilus*, *Tachycines* spp.).

In Bayern und z. T. in der Schweiz (für Heuschrecken), wo regionalisierte Einstufungen der Gefährdungssituationen vorliegen, wurden für relevante Subregionen (Voralpines Hügel und Moorland plus Alpen in Bayern; Nord- und Südalpen – Schweiz) auch gesonderte Analysen mit Teilsets der vorkommenden Arten durchgeführt. Für die Schweiz, wo es für einige Subspecies mit unterschiedlicher Verbreitung und Gefährdung Angaben gibt, wurden diese separat als "Arten" gewertet.

Beziehungen zwischen dem besiedelten Höhenspektrum und Gefährdungsgrad

In einer zweiten, spezifischeren Analyse habe ich für die Schweiz (z. T. getrennt in Süd- und Nordteil) und Tirol, also für zentrale Alpenregionen aber auch für Gesamtösterreich mit detaillierterem Datenmaterial, mittels einfacher korrelativer Ansätze geprüft, ob und inwieweit tatsächlich die Flexibilität in der Nutzung unterschiedlicher Höhenstufen als Indikator für die Gefährdungsdisposition herangezogen werden kann. Dazu wurden die in grafischer oder tabellarischer Form in Thorens & Nadig 1997, Wildermuth & al. 2005, Landmann 2001b, Landmann & al. 2005, Raab & al. 2006 zusammengestellten Daten zum Vorkommen der einzelnen Libellen und Heuschreckenarten entlang des Höhengradienten näher ausgewertet. Als Mass für die "Höhenflexibiliät" diente entweder die Zahl der jeweils besiedelten (oder mit Nachweisen versehenen) Höhen- oder Wärmestufen, für Heuschrecken in Tirol auch (als Kompromisslösung) die absolute Höhenerstreckung der Vorkommen (Nachweise). Vor allem bei den mobilen Libellen erfolgen Nachweise vielfach auch fernab der Fortpflanzungsgewässer. Extremangaben wurden daher nicht berücksichtigt bzw. versucht, die Daten auf autochthone Vorkommen zu beschränken. Für das eigene Datenmaterial aus Tirol habe ich daher nur die 200 m – Höhenstufen, aus denen sichere Entwicklungsnachweise vorliegen, gewertet. Für Gesamtösterreich wurden zusätzlich bei Libellen auch die Zahl aller Höhenstufen mit Nachweisen verglichen. Eine noch weiter gehende Differenzierung wurde vermieden, um Verfälschungen durch Datenlücken zu vermeiden. Die Originaldaten für die Schweiz, deren Dokumentationszentrum (CSCF) über 140 000 Libellendaten umfasst, standen für eine nähere Aufbereitung nicht zur Verfügung. Aus den zusammenfassenden Darstellungen bei Wildermuth & al. (2005) lassen sich aus der Verteilung der Fundorte über die 18 Wärmestufen zwar grob auch Aussagen über die Zahl der regelmässig bzw. in grösserem Umfang besiedelten Stufen herauslesen, und damit die Gefahr von Verzerrungen (durch wandernde, nicht autochthone Tiere) verringern. Kontrollanalysen mit derartigen Ansätzen (z. B. nur Wertung von Stufen mit über grob 5% Fundorten) ergaben aber keine nennenswerten Veränderungen gegenüber dem Gesamtmaterial. Bei den Libellen in der Schweiz wurde daher als Variable die Anzahl aller Wärmestufen mit Nachweisen verwendet, die aus dem publizierten Material klarer abzulesen war. Bei Heuschrecken in der Schweiz verwendete ich die aus den Höhendiagrammen bei Thorens & Nadig (1997) abzulesenden Werte für die jeweils besiedelten 250 m Höhenstufen.

Um grundsätzliche Trends sichtbar zu machen, wurden diese Werte (Masszahlen) für das genutzte Höhenspektrum mit einem "Gefährdungsindex" in Bezug gesetzt. Dazu habe ich den vier oder fünf Gefährdungsstufen Ska-

lenwerte von 1–4 (CR, EN, VU, LC) oder 1–5 (NT=4, LC=5) zugeordnet. Für Arten mit ähnlicher "Höhenflexibilität" (selbe oder ähnliche Anzahl besiedelter Höhenstufen, ähnliches absolutes Höhenverbreitungsspektrum) kann so jeweils eine "mittlere Gefährdung" berechnet und diese zwischen Artengruppen mit unterschiedlicher Vertikalverbreitung verglichen werden. Streng genommen ist eine Mittelwertbildung von ordinalen Skalenwerten nicht statthaft (z. B. Benninghaus 1974, Scherner 1994). Gegenüber der mathematisch korrekten Form mit den nur 4–5 Gefährdungsstufen als unabhängiger und der Zahl besiedelter Höhenstufen (bis 18) als abhängiger Variable (vgl. Tab. 2), ermöglicht die erste Form aber einen klareres Bild des Trends und wurde deshalb für eine grafische Darstellung (Abb. 3) beibehalten.

Unterschiede in den Verteilung der Arten über die Gefährdungskategorien zwischen den Tal- (Mittelgebirgs-) und Bergarten wurden mit dem Chi^2-Mehrfeldertest, Unterschiede in den Anteilen an gefährdeten und (noch) nicht gefährdeten Arten (Kategorien CR, EN, VU bzw. 1–3 vs. Kategorien NT, LC bzw. 4 und 5) mit einem Chi^2-Vierfeldertest auf Signifikanz geprüft. Die Mittelwerte für die Vertikalerstreckung (Anzahl besiedelter Wärme- bzw. Höhenstufen, absolute Höhenerstreckung von Vorkommen) wurden nach Prüfung auf Normalverteilung und Varianz mit entsprechenden student t-tests auf Signifikanz geprüft.

Ergebnisse

Gefährdungsmuster einzelner vertikaler Verbreitungstypen

Libellen

In sämtlichen für die Analyse herangezogenen Roten Listen des Alpenraums findet sich ein beträchtlicher Anteil der Libellenfauna in einer Gefährdungskategorie. Insgesamt schwankt der Anteil der in den drei eigentlichen Gefährdungskategorien (Kat.1–3: CR, EN, VU) aufgenommenen Arten zwischen 30% (Kärnten) und 57% (Gesamtösterreich), der Prozentsatz der als nicht gefährdet (LC) eingestuften Arten variiert von 32% (Tirol, Kärnten) bis 47% (Schweiz). Das Verhältnis gefährdeter zu ungefährdeten Arten unterscheidet sich aber deutlich zwischen "Talarten" und "Bergarten" (Abb. 1, Tab. 1). Während unter den "Bergarten" in den zentralen Alpenländern (Tirol, Kärnten, Schweiz, Österreich) etwa 60% und in den Randgebieten (Niederösterreich, Bayern) immerhin noch fast 50% (44%, 47%) der Arten als nicht gefährdet

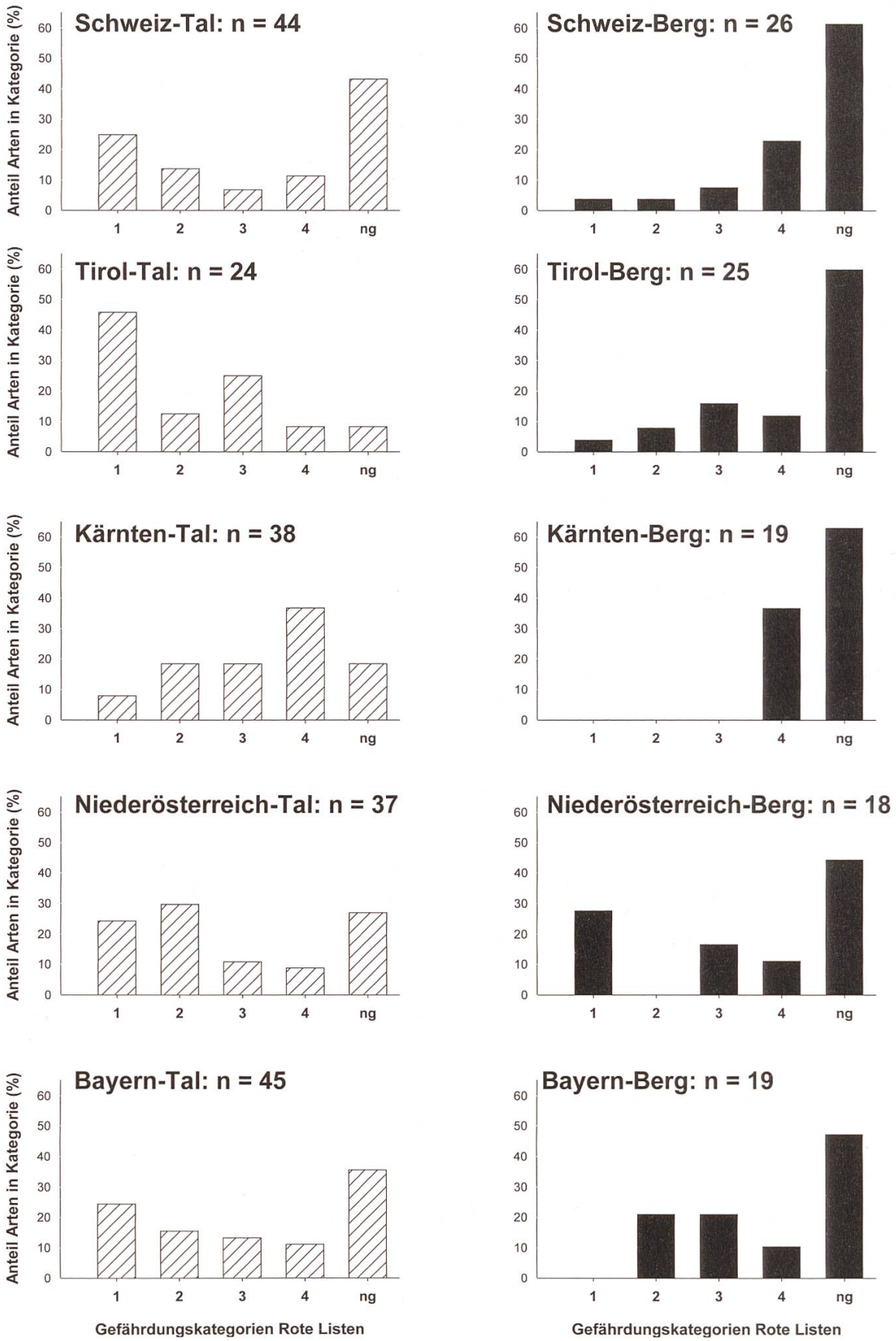

Abb. 1: Libellen. Verteilung von "Talarten" (links) und "Bergarten" (rechts, schwarze Balken) über die fünf Gefährdungskategorien (1 = Vom Ausstreben bedroht, CR bis ng = nicht gefährdet, LC) in Roten Listen der Libellen der genannten Länder des Alpenraums (Details & Zitate s. Text).

Fig. 1. Dragonflies. Differences in the patterns of threat between "lowland/valley"-dragonflies (left bars) and "mountain"-dragonflies (right, black bars), including species inhabiting a wider range of altitudinal zones and species preferring higher elevations. 1–4 & ng = threat categories (CR, EN, VU, NT, LC: critically endangered to least concern) in red data books of the countries analysed.

angesehen werden, sind die entsprechenden Werte für "Talarten" deutlich niedriger (maximal 44% für die Schweiz, 27%,33% bzw. 36% für Niederösterreich, Gesamtösterreich und Bayern, in Kärnten und Tirol nur 18% bzw. 8%). Besonders auffällig ist, dass überproportional viele Tieflandarten in die beiden höchsten Gefährdungskategorien (1 und 2) eingestuft, diese Kategorien aber für Bergarten – v. a. in den zentraleren Alpenregionen – kaum oder gar nicht vergeben wurden (Abb. 1). Wertet man Arten der weniger klar umrissenen oder öfters mit Statusunsicherheiten behafteten Kategorie 4 (Vorwarnstufe, "nahezu oder potentiell gefährdet", NT) im Sinne der IUCN ebenfalls als (noch) nicht gefährdet und vergleicht jeweils die Verteilung "gefährdeter" und "nicht gefährdeter" Arten zwischen den beiden Gruppen mit unterschiedlicher Vertikalverbreitung, so sind in Kärnten, Tirol, Gesamtösterreich und in der Schweiz signifikant weniger "Berg-" als "Talarten" gefährdet (Chi^2-Vierfeldertests, vgl. Tab. 1). Für die Regionen im Alpenvorland bzw. Alpenrand sind die Differenzen nicht so auffällig, werden aber z. B. in Bayern grösser, wenn nur der eigentliche Alpenteil und das Alpenvorland auf Basis der regionalisierten Roten Liste analysiert wird (Chi^2=2.81, df 1, ns – vgl. Werte für Gesamtbayern in Tab. 1).

Auch die Gesamtmuster der Verteilung der Libellenarten über die fünf RL-Kategorien sind zwischen Tal- und Bergarten signifikant (Gesamtösterreich, Kärnten, Tirol) bis deutlich (Trend; Chi^2-Werte nahe oder an der Signifikanzschwelle) unterschiedlich (Chi^2-Mehrfeldertests; Tab. 1). In Bayern ist diesbezüglich bei separater Analyse der südbayerischen Verhältnisse wiederum ein stärkerer Unterschied zwischen "Berg"- und "Talarten" feststellbar (Chi^2=7.77; df 4; p=0.10) als bei Betrachtung des gesamtbayerischen Datenmaterials (s. Tab. 1).

Zusammengefasst scheinen also in den Roten Listen der Libellen im Alpenraum "Bergarten" deutlich seltener in den höheren Gefährdungskategorien auf als "Talarten" und ein wesentlich grösserer Anteil der Vertreter der ersteren Gruppe wird als wenig bis nicht gefährdet angesehen. Die Unterschiede sind in den zentralen Teilen der Alpen deutlicher ausgeprägt, existieren aber tendenziell auch am Alpenrand.

Heuschrecken

Diese Befunde gelten im Grossen und Ganzen, z. T. noch klarer, auch für die terrestrischen Heuschrecken (Abb. 2). Auch diese Insektengruppe wird in den analysierten Roten Listen mit hohen Prozentsätzen als gefährdet geführt (42% Tirol bis 64% Schweiz ohne regional ausgestorbene Arten). Nur etwa ein Drit-

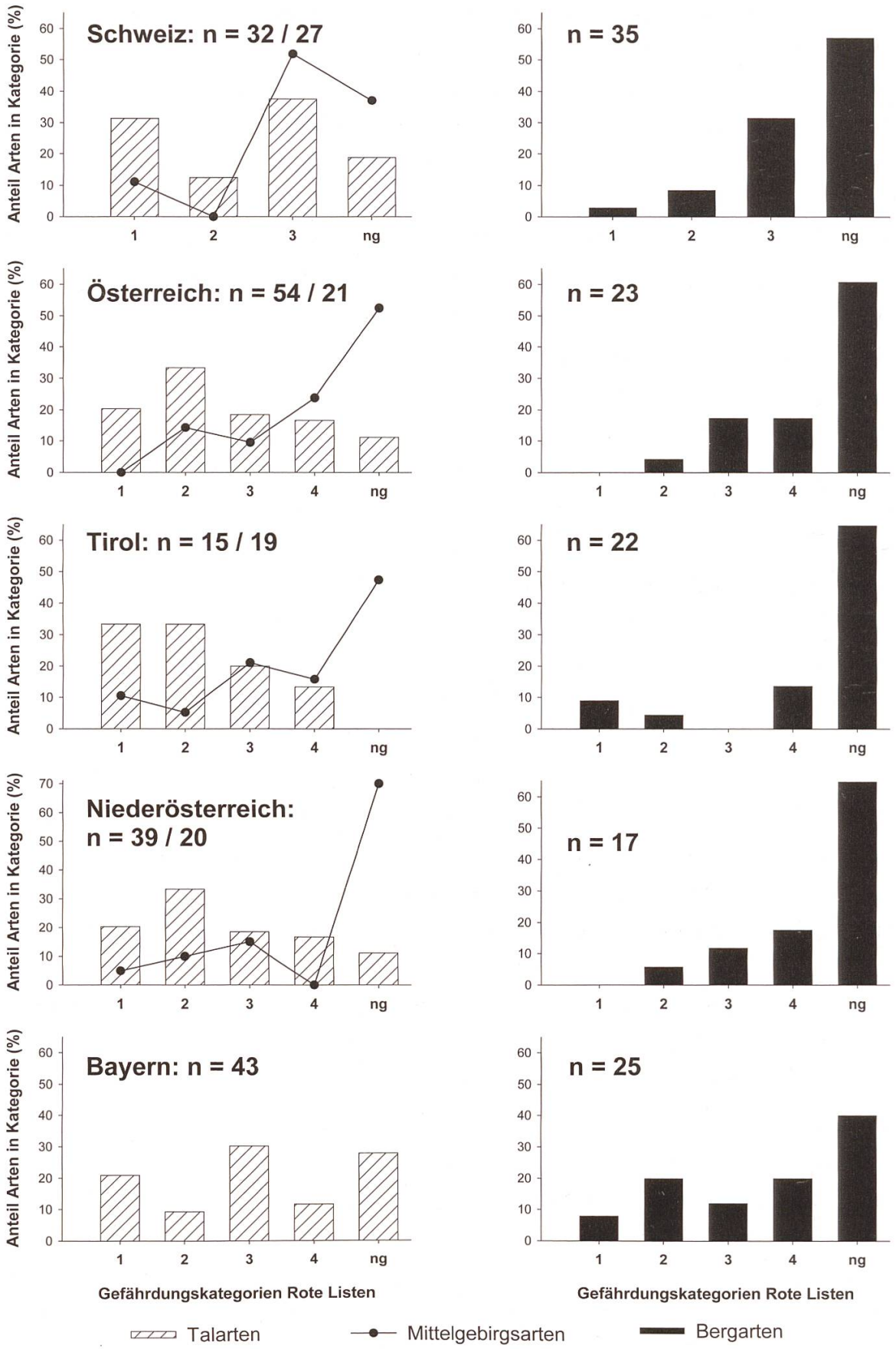
Schweiz: n = 32 / 27
n = 35
Österreich: n = 54 / 21
n = 23
Tirol: n = 15 / 19
n = 22
Niederösterreich:
n = 39 / 20
n = 17
Bayern: n = 43
n = 25
Anteil Arten in Kategorie (%)
Gefährdungskategorien Rote Listen
Talarten
Mittelgebirgsarten
Bergarten

Abb. 2: Heuschrecken. Verteilung von "Talarten" (links, gestreifte Balken, Artenzahlen vor Querstrich), "Mittelgebirgsarten" (Kurven, Artenzahlen nach Querstrich) und "Bergarten" (rechts, schwarze Balken) über die vier (Schweiz) bzw. fünf Gefährdungskategorien (1 = Vom Ausstreben bedroht, CR bis ng = nicht gefährdet, LC) in Roten Listen der Heuschrecken der genannten Länder/Regionen des Alpenraums (Details & Zitate s. Text).

Fig. 2. Grasshoppers. Differences in the patterns of threat between grasshoppers preferring lowland or valley habitats (left bars, hatched; species numbers before slash) "mid-mountain" species (left graphs, lines, species number after slash) and "mountain"-species (right, black bars), including species inhabiting a wider range of altitudinal zones and species preferring higher elevations. 1–4 & ng = threat categories (CR, EN, VU, NT, LC: Critically Endangered to Least Concern = ng) in red data books of the given countries. Category 4 (Near threatened) not used in Switzerland.

tel (32–35%: Niederösterreich, Bayern, Schweiz, Gesamtösterreich, Niederösterreich) bis weniger als die Hälfte der eingestuften Arten (44–46% Kärnten, Tirol) gilt als wirklich ungefährdet (LC). Vergleicht man jedoch die Anteile gefährdeter Arten (Kat. 1–3) und wenig bis nicht gefährdeter Arten (Kat. 4–5) zwischen den eigentlichen Niederungsarten (Gruppe "Tal") und den über einen weiten Höhenbereich verbreiteten oder mit Schwerpunkt in Hochlagen vorkommenden Arten (Gruppe "Berg"), so ist in allen Regionen ein signifikant höherer Anteil von "Tal-" als "Bergarten" gefährdet (Tab. 1). Auch in Kärnten, dessen Rote Liste der Heuschrecken beim derzeitigen Erforschungsstand nur eine grobe Differenzierung in "gefährdete" und "nicht gefährdete" Arten erlaubte, sind Tieflagenarten signifikant häufiger in der Kategorie "gefährdet" zu finden als "Bergarten" (wobei in Kärnten wie auch in Bayern auch "Mittelgebirgsarten" als Bergarten gewertet wurden). Selbst die über ein breiteres Höhenspektrum mit guten Populationen auch bis in hochmontane Lagen verbreiteten "Mittelgebirgsarten" sind v. a. in Österreich und in den regionalen RL von Tirol und Niederösterreich, in einem deutlich geringeren Ausmass als gefährdet eingestuft als die Talformen (vgl. Chi^2-Werte Tab. 1). Ihr Gefährdungsmuster ähnelt wesentlich stärker dem der eigentlichen Bergarten und höhenflexiblen Arten. Tendenziell sind "Mittelgebirgsarten" aber doch noch etwas stärker gefährdet als "Bergarten" (höhere Anteile an Gefährdungskategorien –3, geringere Anteile an der Kategorie 5 – nicht gefährdet (vgl. Abb. 2).

Schliesslich differieren auch bei den Heuschrecken die Gesamtmuster der Verteilung über die Gefährdungskategorien. Zwischen den Gruppen "Tal" vs. "Berg" und "Tal" vs. "Mittelgebirge" gibt es bis auf Bayern in allen bilanzierten Ländern und Regionen signifikante Unterschiede (Chi^2-Mehrfeldertests; Tab. 1). Die Gruppen "Mittelgebirge" und "Berg" differieren hingegen diesbezüglich nur wenig (Ausnahme Schweiz, Unterschiede im Verteilungsmuster nahe an der Signifikanzschwelle – Tab. 1, s. Abb. 2).

Tiergruppe/Land	Gruppenvergleich	gef./ungefährdete Arten		Verteilungsmuster	
		Chi^2 (df)	p (Signifikanz)	Chi^2 (df)	p (Signifikanz)
Libellen					
Schweiz	"Tal" vs. "Berg"	6.56 (1)	< 0.05 (*)	8.38 (4)	0.08 (+)
Österreich	"Tal" vs. "Berg"	5.73 (1)	< 0.05 (*)	15.73 (4)	< 0.01 (**)
Tirol	"Tal" vs. "Berg"	15.15 (1)	<0.001 (***)	17.76 (4)	< 0.01 (**)
Kärnten	"Tal" vs. "Berg"	12.11 (1)	<0.001 (***)	12.73 (4)	< 0.05 (*)
Niederösterreich	"Tal" vs. "Berg"	2.08 (1)	> 0.1 (ns)	6.98 (4)	0.13 (ns)
Bayern	"Tal" vs. "Berg"	0.67 (1)	> 0.1 (ns)	5.86 (4)	0.21 (ns)
Heuschrecken					
Schweiz	"Tal" vs. "Berg"	10.38 (1)	< 0.01 (**)	14.98 (3)	< 0.01 (**)
	"Tal" vs. "Mittelg."	2.48 (1)	> 0.1 (ns)	8.56 (3)	< 0.05 (*)
	"Mittelg." vs. "Berg"	2.47 (1)	> 0.1 (ns)	6.77 (3)	< 0.1 (+)
Österreich	"Tal" vs. "Berg"	16.78 (1)	< 0.001 (***)	25.59 (4)	< 0.001 (***)
	"Tal" vs. "Mittelg."	14.61 (1)	< 0.001 (***)	18.78 (4)	< 0.001 (***)
	"Mittelg." vs. "Berg"	3.27 (1)	< 0.1 (+)	3.11 (4)	> 0.1 (ns)
Tirol	"Tal" vs. "Berg"	19.38 (1)	< 0.001 (***)	22.63 (4)	< 0.001 (***)
	"Tal" vs. "Mittelg."	8.59 (1)	< 0.01 (**)	13.00 (4)	< 0.05 (*)
	"Mittelg." vs. "Berg"	2.97 (1)	> 0.1 (ns)	5.77 (4)	0.22 (ns)
Niederösterreich	"Tal" vs. "Berg"	12.66 (1)	< 0.001 (***)	14.49 (4)	< 0.01 (**)
	"Tal" vs. "Mittelg."	8.25 (1)	< 0.01 (**)	15.82 (4)	< 0.01 (**)
	"Mittelg." vs. "Berg"	0.76 (1)	> 0.1 (ns)	4.68 (4)	0.32 (ns)
Bayern	"Tal" vs. "Berg"	6.67 (19	< 0.01 (**)	6.70 (4)	0.15 (ns)
Kärnten	"Tal" vs. "Berg"	9.45 (1)	< 0.01 (**)	-	-

Tab. 1. Unterschiede im Gefährdungsgrad von Libellen- und Heuschreckengruppen mit unterschiedlichen Höhenverbreitungsmustern im Alpenraum. Ergebnisse der Chi^2 Vierfelder- bzw. Mehrfeldertests zur Prüfung von Unterschieden in den Anteilen gefährdeter/ungefährdeter Arten und in den gesamten Verteilungsmustern über die Gefährdungskategorien der Roten Listen (Details s. Text; vgl. Abb. 1 und 2).
***, **, *** = Signifikanzniveaus; + = Trend; p-Wert < 0.1; ns = nicht signifikant.**

Tab. 1. Comparison of the threat status of lowland ("valley"), "midmountain" and "mountain" dragonflies and grasshoppers in different regions of the Alps. Differences (Chi^2 values) in the proportions of threatened vs. unthreatened species and in the overall pattern of the assignments to different threat categories in the respective Red data books.

Beziehungen zwischen dem besiedelten Höhenspektrum und dem Gefährdungsgrad

In Abb. 3 sind direkte Beziehungen zwischen dem Ausmass der Vertikalerstreckung von Artvorkommen und dem Gefährdungsgrad dargestellt. Die Analyse beschränkt sich auf die Schweiz und Tirol, weil für diese Länder ausreichend exaktes Datenmaterial vorliegt und sich dort zudem potentielle Lebensräume

	Gefährdungskategorien				
	Kat. 1 (CR)	Kat. 2 (EN)	Kat. 3 (VU)	Kat. 4 (NT)	Kat. 5 (LC)
Libellen Schweiz	5.41±3.12	7.28±2.36	7.60±1.67	12.0±3.24	12.05±2.94
(Anzahl Wärmestufen mit Nachweis)	(12)	(7)	(5)	(5)	(34)
Libellen Österreich	3.11±2.05	4.33±2.83	5.81±2.23	5.38±2.32	7.56±2.81
(200m-Höhenstufen m. Fortpflanzung)	(17)	(9)	(16)	(8)	(25)
Libellen Tirol	2.33±1.87	3.20±1.79	3.90±1.85	5.60±2.07	6.70±1.65
(200m-Höhenstufen m. Fortpflanzung)	(12)	(5)	(10)	(5)	(17)
Heuschrecken Gesamtschweiz	3.0±1.32	5.14±4.14	6.56±2.05	-	7.03±2.16
(Anzahl 250 m Höhenstufen)	(18)	(7)	(39)		(37)
Heuschrecken Nordschweiz	4.69±2.43	7.80±2.78	6.69±2.24	-	7.59±1.91
(Anzahl 250 m Höhenstufen)	(13)	(10	(16)		(29)
Heuschrecken Südschweiz	3.69±2.13	5.18±3.46	6.44±2.00	-	7.11±2.20
(Anzahl 250 m Höhenstufen)	(13)	(11)	(27)		(41)
Heuschrecken Tirol	421±338	550±354	680±214	968±474	1518±404
(Höhenerstreckung Nachweise in m)	(9)	(7)	(7)	(8)	(25)

Tab. 2. Beziehungen zwischen der Vertikalverbreitung und dem Gefährdungsgrad von Libellen und Heuschrecken in der Schweiz und in Tirol bzw. in Gesamtösterreich (Libellen).
Mittlere Zahl (± sd; n Arten) besiedelter (genutzter) Höhenstufen (Heuschrecken: Schweiz; Libellen: Österreich, Tirol) und Wärmestufen (Libellen: Schweiz) bzw. mittlere absolute Höhenerstreckung der Nachweise (Heuschrecken: Tirol) für Arten der einzelnen Gefährdungskategorien (CR=1; EN=2; VU=3; NT=4, LC=5) der jeweiligen Roten Listen (nach Daten in Übersichten und Roten Listen: Thorens & Nadig 1997, Landmann 2001b, Landmann & al. 2005, Raab & al. 2006, Wildermuth & al. 2005). – vgl. auch Abb. 3 und Text.

Tab. 2. Differences in the numbers of climatic or altitudinal zones (mean ± sd values; number of species concerned) inhabited by dragonflies and grasshoppers belonging to the 4–5 categories of threat (CR–LC) distinguished in Red data books of the Switzerland and the Tyrol. For grasshoppers in the Tyrol the mean absolute altitudinal distribution (difference between lowest–highest records in m) is given instead of number of zones.

für beide Tiergruppen über einen Höhenbereich von deutlich über 2000 m und auf grösserer Fläche finden.

Die Ergebnisse sind in beiden Regionen ungeachtet einiger methodischer Probleme sowohl für Libellen als auch Heuschrecken eindeutig. Dabei ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass einige – meist weniger stark gefährdete – Alpinarten, die (mit unteren Verbreitungsgrenzen) nur über wenige Höhenstufen in den Hochlagen vorkommen, das Bild v. a. bei den Heuschrecken sogar leicht (gegen den Trend) verzerren.

Libellen

Je grösser die Zahl der von einer Art besiedelten Höhen- oder Wärmestufen, desto geringer ist im Mittel ihr Gefährdungsgrad (1 = höchste Gefährdung, 5 = keine Gefährdung; Abb. 3a, b). Dieser Trend ist ebenso deutlich, wenn man umgekehrt jeweils für alle Arten der einzelnen Gefährdungskategorien die mittlere Zahl von Wärmestufen mit Nachweisen bzw. von Höhenstufen mit Entwicklungsnachweisen berechnet (Tab. 2). In Tirol sind die 27 Arten der 3 Hauptgefährdungskategorien (1–3) im Mittel über 3.0±1.93 200 m-Höhenstufen (fortpflanzungsaktiv) verbreitet, die 22 kaum oder nicht gefährdeten (Kategorie 4 bzw. 5) Arten aber über 6.5±1.82 Höhenstufen. Dieser Unterschied ist hochsignifikant ($t=6.42$, $p<0.001$). Auch für Gesamtösterreich ergeben sich deutliche Unterschiede: Sowohl die Zahl der 200 m Höhenstufen mit Entwicklung als auch die Gesamtzahl aller Höhenstufen mit Nachweisen ist für die 33 nicht gefährdeten Arten im Mittel signifikant höher als für die 42 Arten der Kategorien 1–3 (7.03±2,83 vs. 4.35±2.54, $t= 4.36$, $p<0,01$ bzw. 9.21±2.94 vs. 6.11±3.49, $t=4.12$, $p<0.01$) In der Schweiz liegen für die 24 gefährdeten Arten (CR, EN, VU) im Mittel aus 6.41±2.76, für die 39 kaum (NT) oder nicht gefährdeten (LC) Arten aber aus fast der doppelten Zahl (12.0±3.04) von Wärmestufen Nachweise vor ($t= 7.54$; $p<0.001$).

Heuschrecken

Auch für die Heuschreckenarten gibt es sowohl in der Schweiz als auch in Tirol signifikante Korrelationen zwischen der mittleren Gefährdungsdimension (Kategorienmittel) und der Zahl besiedelter Höhenstufen bzw. der absoluten Höhenerstreckung von Nachweisen, eine Variable die für Tirol wegen des lückenhaften Datenstocks gewählt wurde (Abb. 3c, d).

Wie schon (weniger ausgeprägt) bei den Libellen, schwächt sich der Trend abnehmender Gefährdung mit steigender Zahl besiedelter Höhenstufen "nach oben hin" ab, d. h. es fehlen deutliche Unterschiede zwischen Artengruppen die über Bereiche von deutlich mehr als etwa 1200–1400 Höhenmetern und solchen, die über einen noch grösseren Vertikalbereich (bis über 1600 oder gar über 2000) verbreitet sind. Auch wenn man die Vertikalerstreckung der Vorkommen als Variable wählt, erhält man deutliche Trends. Sowohl im Schweizer als auch im Tiroler Material sind Arten der höchsten und höheren Gefährdungsstufen im Mittel in deutlich weniger Höhenstufen bzw. über einen signifikant geringeren Vertikalbereich nachgewiesen als weniger stark oder nicht gefährdete Arten (Tab. 2). In der Schweiz gilt dies allerdings für das

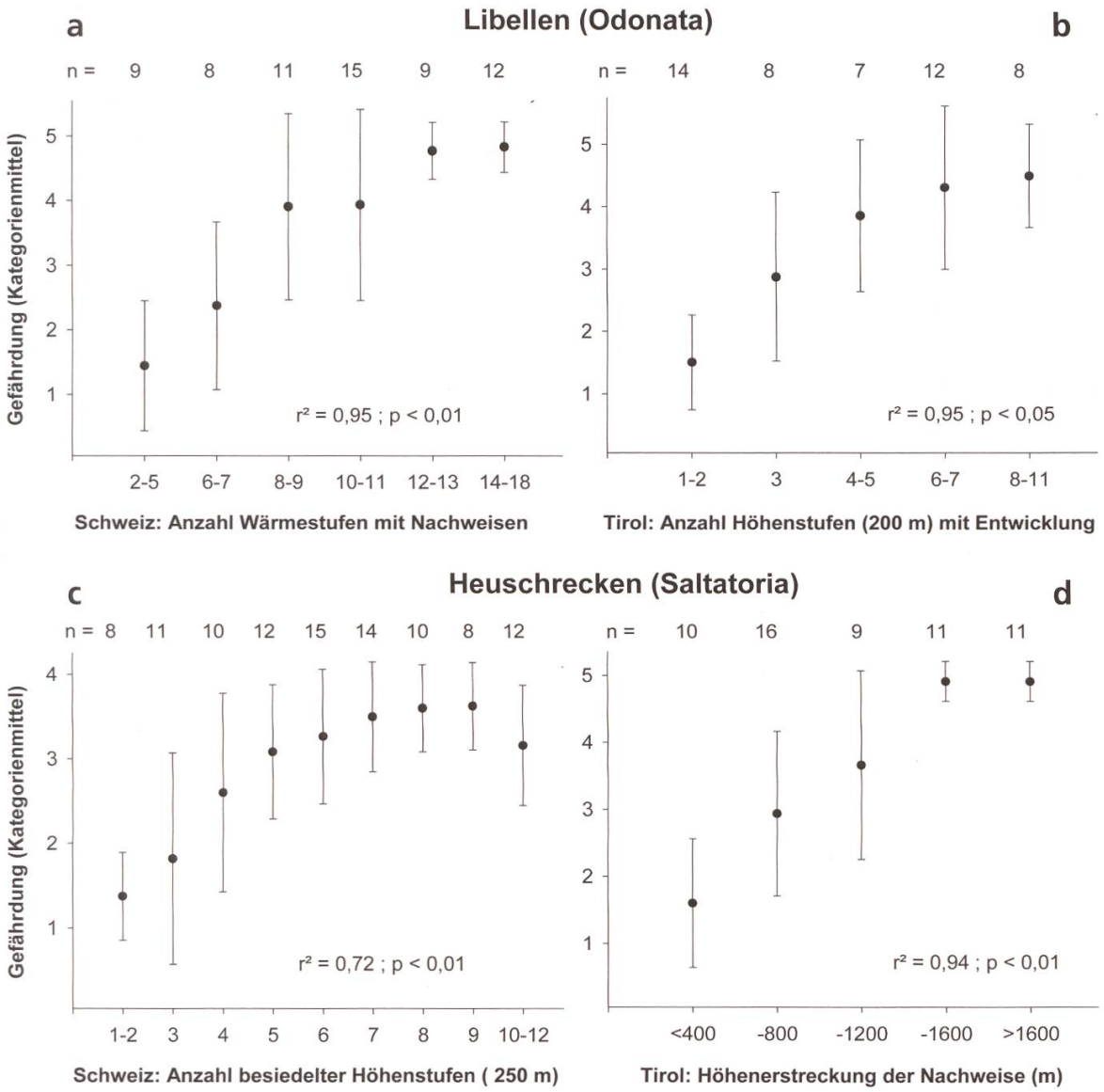

Abb. 3. Beziehungen zwischen dem Gefährdungsgrad und der Höhenerstreckung von Vorkommen bei Libellen- (oben) und Heuschreckenarten (unten) in der Schweiz (linke Grafiken) und Tirol (rechts). Den Gefährdungskategorien in den Roten Listen wurden Zahlenwerte zugeordnet (1 für "Vom Aussterben bedroht", CR; 2 für "stark gefährdet", EN; 3 für "gefährdet", VU; 4 für "Nahezu gefährdet", NT; 5 für "Nicht gefährdet, LC). Daraus ergeben sich für Arten einzelner Vertikalverbreitungsklassen "mittlere Gefährdungsgrade" (Werte ± sd auf der Ordinate).

Fig. 3. Correlation of the extension of the altitudinal distribution (number of climatic or altitudinal zones used by a species; x-axis) and the mean threat status (y-axis) for dragonflies (upper graphs) and grasshoppers (lower graphs) in Switzerland (left graphs) and the Tyrol (right) respectively. To calculate a "mean threat value" for species within the different altitudinal classes, numbers from 1 to 5 have been assigned to Red data book threat categories (1=CR, 2=EN, 3=VU, 4=NT, 5=LC).

Material aus der Nordschweiz nur eingeschränkt, d.h. nur für einen Vergleich der "Vom Ausstreben bedrohten" Arten (Kat. 1, CR) mit den übrigen Gruppen.

Insgesamt liegen für die 64 in der Gesamtschweiz gefährdeten Heuschreckenarten (Kategorien 1–3) im Mittel nur Nachweise über 5.42±2.70 Höhenstufen (à 250 m) vor, für die 37 nicht gefährdeten Arten jedoch von 7.03 ±2.16

Höhenstufen (t=3.09; p<0.01). Für diesen Unterschied ist dabei v. a. die geringe Höhenerstreckung der Vorkommen der meisten Arten der Kategorien 1 und 2 verantwortlich (vgl. Tab. 2). Auch in Tirol erstrecken sich die Vorkommen (Nachweise) von 23 als gefährdet eingestuften Arten über einen wesentlich geringeren Höhenbereich (im Mittel 535±316 m) als jene der 33 nur potentiell und nicht gefährdeten Arten (im Mittel 1386±485 m; t=7.39; p< 0.001).

Diskussion

Methodische Probleme, mögliche systematische Verzerrungen

Die gezeigten Muster sind wesentlich von der Qualität der zu Grunde liegenden Daten abhängig. Insbesondere stellt sich die Frage, ob und inwieweit Rote Listen (RL) die realen Gefährdungen ausreichend verlässlich wiedergeben?

Grundsätzlich haben sich RL gerade auch im deutschsprachigen Raum seit Jahrzehnten als Barometer des Erhaltungszustandes der Biodiversität – zumindest im angewandten Bereich – bewährt (Übersicht & Diskussion in Blab & al. 2005; diverse Beiträge). In den letzten Jahren wurde zudem sowohl auf nationalem als auch internationalem Niveau (IUCN 2003) versucht, auch regionale Rote Listen verstärkt zu standardisieren. Trotzdem haben gerade RL für Kleinregionen (Kleinstaaten, Länder unterhalb der Staatenebene) mit vielen methodischen und fachlichen Problemen zu kämpfen (Übersicht z. B. Landmann 2005). Diese Probleme sind angesichts der unterschiedlichen Ausgangslagen der RL (z. B. biogeografische Bezüge, Umfang und Qualität verfügbarer Daten) mit formalen Standardisierungen kaum in den Griff zu bekommen. Sie führen nach wie vor dazu, dass Kriterien, Konzepte und Einstufungen von Land zu Land und Region zu Region verschieden sind. So werden etwa für die neuen RL Österreichs vielfältige Indikatoren der Gefährdung bewertet, die in einem komplexen Einstufungskonzept möglichst nachvollziehbar zu den einzelnen Gefährdungskategorien führen sollen (Zulka & al. 2001, 2005; Berg & al. 2005 für Heuschrecken, Raab & al. 2006 für Libellen). In den hier "gleichwertig" analysierten RL einzelner Bundesländer sind jedoch z. T. ganz andere Einstufungskriterien in Verwendung. Durch das z. T. lückenhafte Datenmaterial haben manche der RL (z. B. Kärnten, Heuschrecken Tirol) zudem noch recht vorläufigen Charakter und sind mit einigen Unsicherheiten behaftet. Die Schweiz wiederum lehnt sich in den neuesten RL (u. a. auch Libellen: Gonseth & Monnerat 2002) stark an die streng formalen Kriterien der IUCN an. Diese führen insgesamt gegenüber "klassischen" RL (z. B. Nadig & Thorens 1994, ergänzt durch Thorens & Nadig

1997 für Heuschrecken) zu deutlich "optimistischeren" Gefährdungseinstufungen (geringerer Anteil gefährdeter Arten; relativ hoher Anteil von Arten als LC, "nicht gefährdet" eingestuft). Auch in Bayern sind eigene (von den IUCN- Empfehlungen abweichende) Kriterien und Kategorien gebräuchlich. Die Ergebnisse vergleichender Analysen auf Basis unterschiedlicher RL können daher im Detail leicht verzerrt sein. Andererseits kann der Umstand, dass in sämtlichen analysierten RL die Prozentsätze gefährdeter/ungefährdeter Libellen und Heuschrecken überraschend ähnlich sind, als Hinweis darauf gewertet werden, dass die einzelnen RL trotz unterschiedlicher Datenlagen und konzeptiver Ansätze, die Gefährdungssituationen im Grossen und Ganzen vergleichbar wiedergeben. Die auf der Basis jeweils der einzelnen RL durchgeführten Vergleiche im Gefährdungsausmass von Artgruppen mit unterschiedlichen Mustern der Höhenverbreitung sollten davon jedenfalls nicht berührt sein.

Ein u. U. grösseres Problem besteht darin, dass regionale "Seltenheit" (geringe Zahl von Funden, Vorkommensgebieten) wohl nach wie vor (oft in Ermangelung spezifischerer populationsökologischer Daten oder anderer klarer Gefährdungsindikatoren) ein wichtiges Kriterium für die Gefährdungseinstufung in RL darstellt (s. Zulka & al. 2001, Landmann 2005). Gerade im eigentlichen Alpenraum, der für viele Arten eine Ausbreitungsschranke oder Arealgrenze darstellt, dürfte der Anteil von Arten, die gerade noch randlich die Bezugsflächen für RL berührt und die damit regional selten sind, überdurchschnittlich hoch sein. Da ein Grossteil dieser Arten aus anderen Klima- und biogeografischen Räumen kommt, ist zu erwarten, dass es sich dabei vorwiegend um Besiedler niedriger gelegener Gunstlagen handelt.

Tatsächlich sind solche "Randarten" v. a. in der höchsten Gefährdungskategorie (Kategorie 1, CR) stark vertreten. Dies gilt z. B. für mediterrane und südalpine Heuschrecken in der Schweiz (vgl. Thorens & Nadig 1997). So sind von 18 für die Gesamtschweiz als "vom Ausstreben bedroht" eingestuften Arten acht (davon 5 "Talarten") auf die Südkantone, aber nur eine auf die Kantone nördlich der Alpen beschränkt. Auch bei den 46 "stark gefährdeten" und "gefährdeten" Arten sind rein südliche Arten noch überproportional stark vertreten (10 nur im S, eine nur im N), der Anteil typischer "Talarten" ist in dieser Gruppe aber gering (2 Arten). Bei den Libellen sind derartige potenzielle Verzerrungen durch "Randarten" sowohl in Gesamtösterreich, v.a aber in Tirol gegeben, So besiedeln z. B. 11 der 17 derzeit in Österreich als vom Aussterben bedroht (CR) eingestuften Libellenarten nur 1–3 Höhenstufen v. a. im Tiefland Ost- und Südostösterreichs (darunter viel mediterrane Arten – vgl. Raab & al. 2006. In Tirol (Landmann & al. 2005), sind alle typischen Niederungs-(Alpenvorlands)arten, die nach Tirol nur randlich v. a. über das Inntal einstrahlen, in die höchsten Gefährdungskategorien der regionalen RL aufgenommen

und bestimmen diese damit stark (5 der 12 Arten der Kategorie 1). Insgesamt sind solche Randarten aber wohl nicht überwiegend wegen ihrer "Seltenheit" als bedroht eingestuft, sondern v. a. deshalb, weil sie wirklich durch Bindung an stark gestörte Niederungsbiotope (z. B. Badeseen, Magerwiesen, Moore) überdurchschnittlich unter Druck stehen. Andererseits sind aber auch Verzerrungen in umgekehrte Richtung denkbar.

Artefakte, die in Roten Listen eine stärkere Gefährdung von Arten höherer Lagen suggerieren als real gegeben, sind aus folgenden Gründen denkbar:

(1) Die Datendichte und Sammelaktivität für Hochlagen ist gerade in zentraleren Teilen der Alpen deutlich geringer als für die leichter zugänglichen Niederungen und Tallagen. Dies geht z. B. aus Angaben und grafischen Übersichten in Thorens & Nadig (1997), Kuhn & Burbach (1998), Schlumprecht & Waeber (2003), Landmann & al. (2005) oder Wildermuth & al. (2005), Baur & al. 2006 und Raab & al. 2006 hervor. Das lässt sich auch aus dem hohen Anteil ableiten, den Gebirgsarten, unter den Arten stellen, die wegen Datendefiziten "nicht evaluiert" (NE) wurden (Berg & al. 2005). Die Gefährdungssituation auch evaluierter Arten, die v. a. in höheren Lagen vorkommen, dürfte damit in den meisten Roten Listen tendenziell überschätzt werden.

(2) Dies gilt verstärkt für Gebiete am Alpenrand (Niederösterreich, Bayern), wo neben Datendefiziten bei Gebirgsarten auch der allgemeine regionale "Seltenheitsfaktor" solcher Arten (Arealrandsituation) tendenziell zu einer pessimistischeren (oder fehlenden) Gefährdungseinstufung in RL und damit zu Verzerrungen der Vergleiche von Tal- und Bergarten beitragen kann. Tatsächlich differieren die RL- Einstufungen etlicher Bergarten in den analysierten Regionen (auch aus den genannten Gründen?) z. T. recht stark. Dies betrifft v. a. auch unauffälligere, an spezifische Biotope gebundene Arten unter den Libellen (*Aeshna subarctica, Cordulegaster bidentata, Somatochlora alpestris, S. arctica*), teilweise auch in den Alpen häufigere Heuschrecken, wie *Stauroderus scalaris*.

Unterschiede in der Erfassbarkeit von Arten und damit unterschiedliche Datenlagen, die zu systematischen Fehlern in den RL-Einstufungen (Überbewertung wegen Seltenheit) führen, können auch dann die Vergleiche verzerren, wenn einzelne systematische Gruppen auf Grund ihrer Habitatpräferenzen an Lebensräume gebunden sind, die ungleich über den Vertikalgradienten verteilt sind. Derartige Verzerrungen sind am ehesten durch versteckt lebende, z. T. nachtaktive, v. a. an Laubgehölze gebundene Heuschrecken zu erwarten. So mussten z. B. in der neuen RL der Heuschrecken Österreichs (Berg &

al. 2005) die Gefährdungseinstufungen mancher Laubheuschrecken (Tettigoniidae) gegenüber der Vorläuferliste (Adlbauer & Kaltenbach 1994) revidiert bzw. abgeschwächt werden, weil Kartierungen mittels Ultraschalldetektoren ein neues Bild ergaben. Tatsächlich haben Laubheuschrecken ihre Vorkommensschwerpunkte tendenziell in niedereren Lagen als Feldheuschrecken und Knarrschrecken (in der Schweiz z. B. Nachweise im Mittel über 5.65±1.9 vs. 7.0 ±2.7 Höhenstufen à 250 m; n=35 vs. 47) und sind z. B. in Österreich in einem grösseren Ausmass als "data deficient" in die RL eingestuft als andere Arten (11 von 20 DD Arten). Ihre Gefährdungsmuster unterscheiden sich aber nicht signifikant von jenen der Kurzfühlerschrecken. Ihr Anteil an den höchsten Gefährdungsstufen ist (wohl v. a. auf Grund der unterschiedlichen anthropogenen Belastung der Vorzugshabitate) gegenüber den meist leichter erfassbaren Acrididae & Catantopidae sogar deutlich unterproportional (z. B. stellen in Österreich Tettigoniidae keine der 10 CR und nur 7 der 23 EN, aber 31 der 99 eingestuften Arten; in der Schweiz sind nur 6 der 25 Arten der Kategorie 1 und 2 Laubheuschrecken, diese stellen aber 35 der 101 bilanzierten Formen). Insgesamt können daher Ungleichheiten und Unsicherheiten in der Einstufung von Arten und Artengruppen in die RL und methodische Verzerrungen durch andere Datendefizite (z. B. auch bezüglich der Details der Höhenverbreitung) zwar einzelne der im Ergebnisteil präsentierten Muster in die eine oder andere Richtung beeinträchtigen. Die grundsätzlichen Unterschiede in der Gefährdungsdisposition und im Gefährdungsausmass von Arten (Artengruppen) mit unterschiedlicher Vertikalverbreitung sind davon aber m. E. kaum berührt. Dafür sprechen auch die im zweiten Analyseansatz für das Datenmaterial aus der Schweiz und Tirol (und z. T. Gesamtösterreich – Libellen) ermittelten Trends einer im grossen und ganzen steten Zunahme der Gefährdung mit abnehmender Vertikalerstreckung von Vorkommen.

Für die gezeigten Muster sollten also v. a. ökologische Faktoren verantwortlich sein.

Vertikalverbreitung als Indikator für Gefährdung – ökologische Hintergründe

Heuschrecken und Libellen werden in mitteleuropäischen RL generell als überdurchschnittlich stark gefährdete Tier- bzw. Insektengruppen geführt (Übersichten z. B. BUWAL 1994, Gepp 1994a, b, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 2003, Binot & al. 1998). In beiden Gruppen gibt es überproportional viele Arten mit enger Bindung an oft nur punktuell und kleinflächig in der Landschaft vorhandene, offene, thermisch begünstigte und störungsarme naturnahe Biotope. Dazu zählen v. a. Moore und Sümpfe (beide Gruppen),

naturnahe, z. T. dynamische Fluss- und Bachläufe (beide Gruppen), strukturreiche Kleingewässer und deren Uferzonen (v. a. Libellen) sowie Magerwiesen und (Fels-) Trockenrasen (v. a. Heuschrecken). Von Gehölzen dominierte Lebensräume, intensiver genutzte Agrarflächen oder Siedlungsräume, also in der mitteleuropäischen, stark kultivierten Waldlandschaft flächenmässig dominante und weit verbreitete Biotoptypen spielen dagegen für die meisten Arten keine oder nur eine untergeordnete Rolle. Die Ergebnisse einer Studie aus Deutschland (Binot-Hafke & al. 2000) deuten z. B. für Libellen an, dass relativ wenige Verursacher und von ihnen ausgehende Beeinträchtigungen hauptverantwortlich für den Rückgang und die Bedrohung der meisten deutschen Libellenarten sind. An vorderster Stelle wurden als Probleme u.a. genannt: Eutrophierung von Gewässern (44 von 54 gefährdeten Arten betroffen), Grundwasserabsenkungen (39 Arten), Grabenräumung (32), Fischbesatz, Fischwirtschaft (31), Verfüllung von Kleingewässern (25), Freizeit-, v. a. Badebetrieb (23), Entwässerung, Aufforstung von Moorstandorten (20). Für Tirol gelten sehr ähnliche Gefährdungsursachen, wie wir selbst aber für Libellen – und Vögel – zeigen konnten (Landmann & Lentner 2001, Landmann & al. 2005), spielen in den engräumigen Dauersiedlungsräumen der Alpen direkte und indirekte Folgen der Landwirtschaft und Freizeitnutzung eine noch grössere Rolle.

Für Heuschrecken im Alpenraum und am Alpenrand gelten grundsätzlich ähnliche Szenarien. Dabei stellt v. a. die "Nutzungspolarisierung" in der Landwirtschaft das Hauptproblem dar (vgl. Daten und Analysen in Landmann 2001a, Schlumprecht, Kap. 9 pp. 444–453 in Schlumprecht & Waeber 2003). Das heisst, dass in Gunstlagen, also v. a. in den Niederungen und Tallagen, z. T. auch in thermisch begünstigten, nicht zu steilen Hanglagen der collinen bis submontanen Stufe, eine dramatische Intensivierung der Bewirtschaftung mit Überdüngung, Überweidung, Entwässerungsmassnahmen erfolgt, gleichzeitig aber die Nutzung in nicht mehr rentablen Grenzertragsflächen aufgelassen wird. Diese können dann durch Verbrachung und Verbuschung von anspruchsvolleren Arten nicht mehr genutzt werden. Es ist sicher kein Zufall, dass die in grösserem Ausmass an Gebüsche und Waldsäume gebundenen Laubheuschrecken zumindest in den höheren Gefährdungskategorien unterrepräsentiert sind (s. vorne; vgl. auch ähnliche Tendenzen für Wald- und Gebüschvögel in den Alpen – Landmann & Lentner 2001, s. Daten in Schmid & al. 1998). Auch in der Schweiz sind Arten der trockenwarmen Extensivwiesen und Weiden, insbesondere Bewohner der begünstigten Klimainseln im Mittelland und Jurasüdfuss (nördlich der Alpen) und im Wallis und Tessin (südlich des Alpenhauptkamms) mit die am stärksten bedrohten Heuschreckenarten (Thorens & Nadig 1997). Noch stärker gefährdet sind nur die – relativ wenigen – Spezialisten

an Uferzonen dynamischer Wildflüsse, einem Habitattyp, der v. a. in den breiten Talböden der Tieflagen durch Korrektionen ebenfalls überproportional an Fläche verloren hat.

Vor diesem Hintergrund sollte eine grössere Plastizität in der Nutzung von (u. U. möglichst unterschiedlichen) Lebensräumen entlang des Höhengradienten oder eine Konzentration der Vorkommen in anthropogen weniger stark beanspruchten Berglagen die Anfälligkeit von Arten gegenüber Landschaftsveränderungen und Habitatschwund verringern. Umgekehrt ist zu erwarten, dass Arten mit eingeschränkten Ausweichmöglichkeiten in höhere Lagen überproportional gefährdet sind. Dies besonders in Regionen (Ländern), wo Relief und Gesamttopografie das Angebot nutzbarer Extensivbiotope oder Sonderstandorte für spezialisierte Arten ohnehin limitieren und sich zudem (wie schon einleitend angesprochen) anthropogene Nutzungsansprüche und Belastungen im Dauersiedlungsraum massieren bzw. besonders flächenintensiv wirksam werden.

Die Ergebnisse meiner Analysen entsprechen diesen Erwartungen, denn die Unterschiede in den Gesamtgefährdungsmustern und Gefährdungsdimensionen zwischen "Talarten" und Bergarten" sind relativ gering in Regionen am Alpenrand (Bayern, Niederösterreich), besonders gross jedoch in zentralen Alpenländern wie Tirol oder Kärnten. Der relativ grössere Anteil an Niederungen mit (schon allein flächenmässig) grösserem Angebot an geeigneten Habitaten für – auch spezialisiertere – Tieflandarten dürfte dafür mitverantwortlich sein. Selbst innerhalb Bayerns sind die Unterschiede grösser, wenn nur die regionale RL für Südbayern (Alpenvorland und Alpenteil) berücksichtigt wird. In der Schweiz besiedeln nicht gefährdete Heuschrecken signifikant mehr Höhenstufen als Arten in den Gefährdungskategorien 1–3 und innerhalb der Gefährdungskategorien nimmt im allgemeinen die Zahl der besiedelten Höhenstufen mit abnehmendem Gefährdungsgrad zu (Tab. 2, Abb. 3). Wenn nur die regionalisierte RL für die Nordschweiz für eine Bilanz herangezogen wird, so zeigen gegenüber "gefährdeten" oder "nicht gefährdeten" Arten nur Arten der höchsten Gefährdungskategorie eine deutlich geringere Höhenflexibilität, nicht aber z. B. "stark gefährdete" Arten (Tab. 2). Diese Abweichung von den sonst so klaren Mustern erklärt sich aber damit, dass die Vorkommen einiger in der Nordschweiz stark gefährdeter Arten (v. a. *Chorthippus mollis, Omocestus haemorrhoidalis, Oedipoda caerulescens, Oe. germanica, Psophus stridulus*), dort v. a. auf das anthropogen stark überformte Mittelland und die Jura-Randgebiete konzentriert sind, die Werte für die Zahl der genutzten Höhenstufen aber aus dem Gesamtschweizer Material inklusive der Südalpen stammen. Dort sind diese Arten über ein grosses Höhenspektrum verbreitet und auch weniger oder nicht gefährdet.

Selbstverständlich ist die Höhenverbreitung an sich keine Gefährdungsursache. Die Fähigkeit einer Art, höhere Berglagen oder ein breiteres Spektrum von Biotopen entlang des Höhengradienten zu besiedeln, die nach den vorgelegten Daten die Gefährdungsdisposition einer Art im Mittel deutlich verringert, wird von Fall zu Fall von anderen Faktoren in unterschiedlichem Ausmass bestimmt sein. Wichtig sind wohl v. a. Voranpassungen (z. B. biogeografische Bezüge, Herkunft), Ökologie (Habitatwahl, Dispersionsvermögen), Physiologie (z. B. Energetik, Körpergrösse – vgl. Angaben in Landmann & al. 2005) und Spezifitäten der Entwicklungsbiologie einer Art (z. B. Substrat, Dauer und Geschwindigkeit der Entwicklungszyklen der Larven). Eine nähere Analyse derartiger Aspekte würde den Rahmen dieser Übersicht sprengen. Es sei z. B. nur darauf verwiesen, dass – nicht überraschend – in den Gruppen "Bergarten" aber auch unter den "Mittelgebirgsarten" sowohl bei Libellen als auch bei den Heuschrecken neben arktischen und alpinen Formen v. a. boreomontane bis eurosibirische (oder allgemein eher nordpaläarktische) Faunenelemente überproportional stark vertreten sind. Unter den im Alpenraum stärker gefährdeten Tieflagenarten stellen aber pontische, mediterrane, allgemein südliche und (mittel)europäische Elemente hohe Anteile (vgl. z. B. biogeografische Analysen und Bilanzen in Nadig 1987, Ingrisch & Köhler 1998 für Heuschrecken, Sternberg & Buchwald 1999, 2000 für Libellen).

Offen bleibt vorläufig die Frage, inwieweit im Alpenraum auch für andere Tiergruppen Daten zur Vertikalverbreitung (die u. U. besser verfügbar und besser nachvollziehbar sind als andere Gefährdungsindikatoren – z. B. Zulka & al. 2001), zumindest als erster oder ergänzender Hinweis auf die Gefährdungsdisposition von Arten oder Artengruppen nützlich sein können (für Vögel siehe u.a. Landmann & Lentner 2001).

Für die Tierwelt Südtirols (südlich des Alpenhauptkamms) haben schon Gepp & Zorn (1994) an Hand des (z. T. vorläufigen) Datenmaterials aus 20 regionalen Roten Listen (davon 12 Insektenordnungen) darauf hingewiesen, dass: "ein deutliches Gefälle der Artverluste und der Artgefährdung vom allgemein artenreichern Süden bis in den gebirgigeren und daher von grossflächigen Biotopzerstörungen weniger betroffenen Norden und Nordosten zu erkennen ist". Unter den 3064 in einer Gefährdungskategorie aufgenommenen Arten aus 20 Tiergruppen hatten in Südtirol nur 17% Vorkommensschwerpunkte in höheren Lagen (über 1500 m), 53% jedoch in den anthropogen stark genutzten Tieflagen unter 800 m.

Eine tiefer gehende und verstärkte Analyse vertikaler Verbreitungsmuster unter dem Gesichtspunkt "Gefährdung" für möglichst viele Organismengruppen und Regionen könnte auf alle Fälle interessante Einblicke in Dimensionen und Hintergründe der Bedrohung der Biodiversität im Alpenraum ergeben.

Zusammenfassung

Im Alpenraum massiert sich die anthropogene Raumbeanspruchung v. a. in den flächenmässig relativ kleinen Dauersiedlungsräumen der Niederungen, Talböden und sonstiger Gunstlagen in tieferen Lagen (colline bis montane Stufen). Es ist daher zu erwarten, dass Tiere, die an grossflächig ungestörte Freiräume und/oder an naturnahe Klein- und Extensivstrukturen gebunden sind und die auf Grund ihrer ökologischen oder biologischen Voraussetzungen nicht oder kaum in höhere Lagen ausweichen können, im Alpenraum überdurchschnittlich stark bedroht sind. Gleichzeitig sollten "höhenflexible" Arten, deren Populationen über einen weiten Vertikalbereich verteilt sind und Arten die bevorzugt in Berglagen leben, deutlich weniger gefährdet sein. An Hand mehrerer aktueller nationaler und regionaler Roter Listen der Schweiz, Österreichs und Bayerns wird diese These überprüft. Als Modellgruppen dienen Libellen und Heuschrecken, die in Mitteleuropa wegen ihrer überschaubaren Artenzahlen und relativ leichten Erfassbarkeit, aber auch wegen ihrer Eignung als Indikatoren für Naturzustände und ihrer Gefährdung überdurchschnittlich gut untersucht sind. Basierend auf rezenten faunistischen Übersichten werden die Arten nach ihrer Vertikalverbreitung in den einzelnen Regionen in grobe Gruppen ("Tal-, Mittelgebirgs-, Bergarten") unterteilt und das Ausmass ihrer Gefährdung bzw. die Muster der Verteilung über die Kategorien der Roten Listen verglichen. Für Regionen mit genaueren Angaben zur Höhenverbreitung (v. a. Schweiz, Tirol) wird zudem getestet, ob und inwieweit direkte Bezüge zwischen der Höhenerstreckung von Vorkommen (z. B. der Zahl besiedelter Höhenstufen) und der Gefährdung bzw. dem Gefährdungsgrad bestehen.

In allen Regionen waren typische "Tieflagenarten" oder "Talarten" in (grossteils signifikant) höheren Anteilen in den Roten Listen zu finden als "Mittelgebirgsarten" oder "Bergarten" und die Verteilung der gefährdeten Arten über die Gefährdungskategorien war ungleich (mit höheren Anteil stärker gefährdeter Arten bei den "Talarten"). Die Unterschiede sind aber am Alpenrand (Niederösterreich, Bayern) geringer, wohl deshalb, weil dort auch für anspruchsvollere Niederungsformen das Habitatangebot besser und der flächenbezogene anthropogene Nutzungsdruck relativ niedriger sind als in zentralen Regionen der Alpen. In Tirol und in der Schweiz nimmt, sowohl bei Libellen als auch bei Heuschrecken, mit zunehmender Vertikalerstreckung der Vorkommen der Anteil gefährdeter Arten bzw. der Gefährdungsgrad weitgehend linear ab. Geringe "Höhenflexibilität" scheint daher im Alpenraum ein geeigneter Indikator für die grundsätzliche Gefährdungsdisposition von Arten (Artengruppen) zu sein.

Literatur

Adlbauer, K. & Kaltenbach, A. (1994): Rote Liste gefährdeter Heuschrecken und Grillen, Ohrwürmer, Schaben und Fangschrecken: (Dictyoptera) Saltatoria, Dermaptera, Blattodea, Mantodea — In: Gepp, J. (Ed.), Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Styria, Grüne Reihe BM Umwelt, Jugend, Familie, Bd. 2: 83–92.

Baur, B., Baur, H., Roesti, C. & Roesti, D. (2006): Die Heuschrecken der Schweiz. — 352 pp., Haupt, Bern.

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2003 – Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. — Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 166: 384 pp.

Benninghaus, H. (1974): Deskriptive Statistik. — 280 pp., Teubner, Stuttgart.

Berg, H.M. & Zuna-Kratky, T. (1997): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Heuschrecken und Fangschrecken (Insecta: Saltatoria, Mantodea). — Niederösterreichische Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien: 112 pp.

Berg, H.M., Bieringer, G. & Zechner, L. (2005): Rote Liste der Heuschrecken (Orthoptera) Österreichs. - In: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs Teil 1. Böhlau, Wien: 167–209.

Binot, M., Bless, R., Boye, P., Gruttke, H. & Pretscher, P. (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands. — Bundesamt für Naturschutz, Bad Godesberg, Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz H 55: 434 pp.

Binot-Hafke, M., Buchwald, R., Clausnitzer, H.J., Donath, H., Hunger, H., Kuhn, J., Ott, J., Piper, W., Schiel, F.J. & Winterholler, M. (2000): Ermittlung der Gefährdungsursachen von Tierarten der Roten Liste am Beispiel der gefährdeten Libellen Deutschlands – Projektkonzeption und Ergebnisse. — Natur und Landschaft 75: 393–401.

Blab, J., Binot-Hafke, M., Capt, S., Cordillot, F., Essl, F., Gepp, J., Gonseth, Y., Gruttke, H., Haupt, H., Haeupler, H., Knapp, H.D., Landmann, A., Ludwig, G., Nipkow, M., Nowak, E., Riecken, U., Riedl, U., Schmoll, F., Schnyder, N., Schröder, E., Sukopp, H., Thielcke, G. & Zulka, K.P. (2005): Rote Listen – Barometer der Biodiversität. Naturschutz und Biologische Vielfalt 18. — 182 pp., Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

BUWAL (1994 – Hrsg): Rote Listen der gefährdeten Tiere der Schweiz. — 97 pp., Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Derbuch, G. & Berg, H.M. (1999). Rote Liste der Geradflügler Kärntens. — Naturschutz in Kärnten 15: 473–488.

Frühauf, J. (1997): Der Wachtelkönig (*Crex crex*) in Österreich: Langfristige Trends, aktuelle Situation und Perspektiven. — Vogelwelt 118: 195–207.

Frühauf, J. (2005): Rote Liste der Brutvögel (Aves) Österreichs. — In: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs Teil 1. Böhlau, Wien: 63–165.

Gepp, J. (1994a, Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. — Styria, Grüne Reihe Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie 2: 1–355.

Gepp, J. (1994b, Red.): Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols. — 419 pp., Abteilung Landschaft und Naturschutz, Bozen.

Gepp, J & Zorn, S. (1994): Rote Liste gefährdeter Tiere Südtirols: statistischer Überblick. — In: Rote Liste gefährdeter Tierarten Südtirols. Abt. Landschaft und Naturschutz, Bozen: 11–22.

Gonseth, Y. & Monnerat, C. (2002): Rote Listen der gefährdeten Libellen der Schweiz. — 46 pp., Hrsg: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt.

Heusinger, G. (2003): Rote Liste gefährdeter Springschrecken (Saltatoria) Bayerns. — In: Bayer. Landesamt Umweltschutz (Hrsg.), Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Schriftenreihe Bayrisches Landesamt für Umweltschutz 166: 68–72.

Holzinger, W.E., Ehmann, H. & Schwarz-Waubke, M: (1999): Rote Liste der Libellen Kärntens. — Naturschutz in Kärnten 15: 497–507.

Illich, I.P. &. Winding, N. (1998): Die Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) der Hohen Tauern: Verbreitung, Ökologie, Gemeinschaftsstruktur und Gefährdung. — Wissenschaftliche Mitteilungen Nationalpark Hohe Tauern 4: 57–158.

Ingrisch, S. & Köhler, G. (1998): Die Heuschrecken Mitteleuropas — 460 pp., Neue Brehm Bücherei 629. Magdeburg.

IUCN (2003): Guidlines for Application of IUCN Red List criteria at regional levels. Version 3.0. — Gland, Cambridge: ii+ 26 pp.

Kaule, G (1986): Arten und Biotopschutz. — 461 pp., Ulmer, Stuttgart.

Köppel, H.D., Schmitt, H.M., & Leiser, F. (1991): Landschaft unter Druck. Zahlen und Zusammenhänge über Veränderungen in der Landschaft Schweiz. — 154 pp., Bundesamt für Raumplanung und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

Kuhn, K. & Burbach, K. (1998): Libellen in Bayern. — 333 pp., Ulmer, Stuttgart.

Landmann, A. (2001a): Die Heuschrecken der Nordtiroler Trockenrasen. Natur in Tirol. — Naturkundliche Beiträge der Abteilung Umweltschutz, 9: 1–320, 360–372.

Landmann, A. (2001b): Verbreitung und Gefährdung der Heuschrecken Nordtirols. Natur in Tirol. — Naturkundliche Beiträge der Abteilung Umweltschutz, 9: 321–359.

Landmann, A. (2005): Rote Listen und Förderalismus im deutschsprachigen Raum: Entwicklung, Bestand, fachliche und praktische Probleme — Naturschutz und Biologische Vielfalt 18: 167–185 (Bundesamt für Naturschutz, Bonn).

Landmann, A. & Lentner, R. (2001): Die Brutvögel Tirols. Bestand, Gefährdung, Schutz und Rote Liste. — Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck, Supplement 14: 1–182.

Landmann, A., Lehmann, G., Mungenast, F. & Sonntag, H. (2005): Die Libellen Tirols — 324 pp., Berenkamp, Innsbruck.

Mörschel, F. (2004): Die Alpen: das einzigartige Naturerbe. — 31 pp., WWF Deutschland (Hrsg).

Nadig, A. (1987): Saltatoria (Insecta) der Süd- und Südostabdachung der Alpen zwischen der Provence im W, dem pannonischen Raum im NE und Istrien im SE (mit Verzeichnissen der Fundorte und Tiere meiner Sammlung). — Revue suisse de Zoologie 94(2): 257–356.

Nadig, A. & Thorens, P. (1994): Rote Liste der gefährdeten Heuschrecken der Schweiz. — In: Rote Listen der gefährdeten Tiere der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern: 66–68.

Raab, R. & Chwala, E. (1997): Rote Listen ausgewählter Tiergruppen Niederösterreichs – Libellen (Insecta: Odonata). — 91 pp., Niederösterreichische Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Wien.

Raab, R., Chovanec, A. & Pennerstorfer, J. (2006): Libellen Österreichs. — 343 pp., Springer, Wien, New York.

Scherner, R.E. (2004): Realität oder Realsatire der "Bewertung" von Organismen und Flächen. — NNA Berichte 7: 50–67.

Schlumprecht, H. &. Waeber, G. (2003): Heuschrecken in Bayern. — 515 pp., Ulmer, Stuttgart.

Schmid, H., Luder, R., Naef-Danzer, B., Graf, R. & Zbinden, N. (1998): Schweizer Brutvogelatlas. — 574 pp., Schweizerische Vogelwarte Sempach.

Schreiber, K.F. (1977): Wärmegliederung der Schweiz auf Grund von phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969–1973. — Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement Bern.

Statistisches Bundesamt Deutschland (2001): Deutschland nach Ländern: —URL.htpp://www.statistik-bund.de/Jahrbuch.htm

Sternberg, K. & Buchwald, R. (1999): Die Libellen Baden-Württembergs. Bd. 1: Allgemeiner Teil, Kleinlibellen (Zygoptera). — 468 pp., Ulmer, Stuttgart.

Sternberg, K. & Buchwald, R. (2000): Die Libellen Baden-Württembergs. Bd. 2: Grosslibellen (Anisoptera), Literatur — 712 pp., Ulmer, Stuttgart.

Thorens, P. & Nadig, A. (1997): Atlas de distribution des Orthopteres de Suisse. — Documenta Faunistica Helvetiae 16: 1–236.

Winding, N., Mesaroz, M. & Schlamberger, M. (2000): Die Alpen. — 239 pp., Styria, Graz.

Wildermuth, H., Gonseth, Y. & Maibach, A. (2005, Hrsg.): Odonata. Die Libellen der Schweiz. — Fauna Helvetica 12: 398 pp.

Winterholler, M. (2003): Rote Liste gefährdeter Libellen (Odonata) Bayerns. — In: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 166: 59–61.

Zulka, K.P., Eder, E., Höttinger, H. & Weigand, E. (2001): Grundlagen zur Fortschreibung der Roten Listen gefährdeter Tiere Österreichs. — Umweltbundesamt Wien, Monographien Band. 135: 1–85.

Zulka, K.P., Eder, E., Höttinger, H. & Weigand, E. (2005): Einstufungskonzept. — In: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs Teil 1. Böhlau, Wien: 11–44.

Adresse des Autors:

Univ.-Doz. Mag. Dr. Armin Landmann
Institut für Zoologie der Universität Innsbruck
Technikerstr. 25
& Institut für Naturkunde & Ökologie
Karl Kapfererstr. 3
A–6020 Innsbruck, Österreich

E-mail: Armin.Landmann@uibk.ac.at