

Berechnung korrigierter relativer Höhenverteilungen für die Darstellung und vergleichende Analyse faunistischer Daten

JÖRG SAMIETZ, Wädenswil (Schweiz)

Zusammenfassung

Bei der Darstellung und Analyse von Höhenverteilungen faunistischer Daten (z.B. für lokale, regionale oder Landesfaunen) besteht immer das Problem inhomogener Verteilung der Fundorte über die Höhenstufen. Unkorrigierte relative Verteilungen spiegeln deshalb in erster Linie die Untersuchungsintensität in bestimmten Höhenzonen oder deren Verteilung über das untersuchte Gebiet wider. Hier stellt der Autor eine Methode dar, mit der sich korrigierte relative Höhenverteilungen für einzelne Arten aus faunistischen Datenbanken berechnen lassen und zeigt Beispiele auf, wie sich korrigierte und unkorrigierte Höhenverteilungen unterscheiden können.

Summary

Calculation of corrected relative altitudinal distributions for visualisation and comparative analysis of faunistic records.

For altitudinal mapping and analysis of faunistic records, e.g. for local, regional or country faunas, one is always confronted with an inhomogeneous distribution of records across altitude levels. Therefore, uncorrected visualisation of relative altitudinal distributions rather reflects the intensity of research in the different altitude levels or the distribution of altitude levels, respectively, in the region analysed. Here, the author presents a method for the calculation of corrected relative altitudinal distributions from data of faunistic databases and gives examples how corrected and uncorrected altitudinal distributions may differ.

Key words: altitude, distribution, niche, visualisation, method

Einleitung

Die altitudinale Einnischung von Organismen in einem bestimmten Gebiet spiegelt in erster Linie deren Anpassung an klimatische Faktoren und klimatisch-orographisch bedingte Biotope wider (MANI 1962). Ein gutes Instrument, um die entsprechenden Ansprüche einer Art in einem bestimmten Gebiet darzustellen (z. B. für lokale, regionale oder Landesfaunen), ist die Analyse und Visualisierung der relativen Verteilung von Fundorten über diskret festgelegte Höhenzonen (z. B. 100-m-Klassen ü.NN). Bei einer solchen Darstellung und Analyse von Höhenverteilungen faunistischer Daten besteht jedoch immer das Problem inhomogener Verteilung der Fundorte über die Höhenstufen. Unkorrigierte relative Verteilungen spiegeln deshalb in erster Linie die Untersuchungsintensität innerhalb bestimmter Höhenzonen oder deren Anteil am untersuchten Gebiet wider (vgl. KÖHLER 2001). Die ökologische Anpassung der untersuchten Arten an bestimmte Höhenzonen, d. h. die altitudinale Einnischung, ist aus entsprechenden Diagrammen nicht direkt ersichtlich. Hier wird eine Methode dargestellt, mit der korrigierte relative Höhenverteilungen für die einzelnen Arten aus faunistischen Datenbanken mit Höhenangaben berechnet werden können. Als Basis für die Korrektur dienen dabei für eine einzelne Art die Gesamtheit der Nachweise der zugehörigen systematischen Gruppe (z.B. einer Insektenordnung), für welche die Darstellung erfolgen soll.

Methodik

Die im folgenden verwendeten Parameter für die Berechnung der Höhenverteilung sind in Tabelle 1 dargestellt und erläutert. Die Parameterkürzel sind dabei so zusammengesetzt, daß sich aus den verwendeten Buchstaben direkt die Bestimmung des Parameters ergibt (N – Anzahl Nachweise vs. r – relative Häufigkeit, g – systematische Gruppe vs. a – einzelne Art, u – unkorrigiert vs. c – korrigiert).

Tab. 1: Parameter für die dargestellte Berechnung der Höhenverteilung faunistischer Daten

Parameter	Erläuterung
i	Höhenzone von der niedrigsten Zone ($i=1$) bis zur höchsten ($i=n$); z.B. 100 m Klassen
	<i>Höhenverteilung einer systematischen Gruppe:</i>
Ng_i	Anzahl Nachweise der systematischen Gruppe in der Höhenzone i
Ng_{ges}	Anzahl aller Nachweise der syst. Gruppe (Summe) über die Gesamtheit der Höhenzonen
rg_i	relative Häufigkeit der Art in Höhenzone i
	<i>Unkorrigierte Höhenverteilung einer Art:</i>
Nau_i	Anzahl Nachweise der Art in der Höhenzone i
Nau_{ges}	Anzahl aller Nachweise der Art (Summe) über die Gesamtheit der Höhenzonen
rau_i	unkorrigierte relative Häufigkeit der Art in Höhenzone i
	<i>Korrigierte Höhenverteilung einer Art:</i>
Nac_i	korrigierte Zahl der "Nachweise" einer Art in Höhenzone i
Nac_{ges}	korrigierte Zahl der "Nachweise" (Summe) einer Art über die Gesamtheit der Höhenzonen
rac_i	korrigierte relative Häufigkeit der Art in Höhenzone i

Die unkorrigierte relative Verteilung der Nachweise einer Art in einem bestimmten Gebiet über die Höhenzonen ($i = 1$ bis n) errechnet für jede Höhenzone (i) sich als:

$$(1) \quad rau_i = \frac{Nau_i}{Nau_{ges}}$$

Grundlage für die Korrektur dieser Verteilung bildet die Berechnung der relativen Verteilung der Gesamtheit der Nachweise der systematischen Gruppe. Für jede Höhenzone (i) ergibt sich eine solche relative Häufigkeit von Fundpunkten als:

$$(2) \quad rg_i = \frac{Ng_i}{Ng_{ges}}$$

Die Anzahl der Nachweise einer einzelnen Art wird nun für jede Höhenzone (i) durch die relative Verteilung aller Nachweise der systematischen Gruppe in der jeweiligen Höhenzone (i) dividiert um eine korrigierte (theoretische) Anzahl an "Nachweisen" zu erhalten.

$$(3) \quad Nac_i = \frac{Nau_i}{rg_i}$$

Für jede Höhenzone wird dieses Zwischenergebnis nun weiter durch die Summe aller entsprechenden Zwischenergebnisse für die Höhenzonen 1 bis n (Parameter Nac_{ges}) dividiert.

Es ergibt sich also die korrigierte Höhenverteilung der Fundorte als relative Häufigkeit für jede Höhenzone (i) als:

$$(4) \quad rac_i = \frac{Nac_i}{Nac_{ges}}$$

Das Ergebnis ist eine korrigierte Rate für jede Höhenzone, die sich über alle Höhenzonen zusammen wieder auf 1 (100 %) addiert.

Die Berechnung läßt sich in einer einzigen Summenformel zusammenfassen wobei die Parameter für den Zwischenschritt wegfallen (Nac_i , Nac_{ges}). Für jede Höhenzone (i) ergibt sich als korrigierte relative Häufigkeit somit:

$$(5) \quad rac_i = \frac{Nau_i \cdot Ng_{ges}}{Ng_i \cdot \sum_{i=1}^n \frac{Nau_i \cdot Ng_{ges}}{Ng_i}}$$

Substituiert man Gleichung (5) mit Gleichung (2), so er erhält man vereinfacht:

$$(6) \quad rac_i = \frac{Nau_i}{rg_i \cdot \sum_{i=1}^n \frac{Nau_i}{rg_i}}$$

Jedoch läßt sich trotz der zusätzlichen Parameter mit dem schrittweisen Vorgehen über die Gleichungen (2), (3) und (4) die Berechnung auf einfache Weise mit einem Tabellenkalkulationsprogramm ohne die zusätzliche Nutzung von aufwendigeren Matrixformeln ausführen. Anhand der Höhenverteilung von Heuschrecken in Thüringen bis zum Datenschuß der Fauna im Februar 2001 (KÖHLER 2001) wird nachfolgend aufgezeigt, wie sich korrigierte und unkorrigierte Höhenverteilungen zueinander verhalten und die Eignung der korrigierten Verteilung für Bewertung der altitudinalen Einnischung diskutiert. Für die jeweiligen Korrekturen wurden innerhalb der Heuschrecken die Ordnungen Ensifera und Caelifera getrennt betrachtet (vgl. KÖHLER 2001).

Ergebnisse und Diskussion

Die dargestellte Methode zur Berechnung korrigierter Höhenverteilungen liefert die Aussage darüber, ob eine Art in einer Höhenzone häufiger oder seltener vorkommt, als dies von der Verteilung aller Nachweise der betrachteten systematischen Gruppe her zu erwarten wäre. Im Gegensatz zu den unkorrigierten Höhenverteilungen berücksichtigt diese Darstellung – und entsprechende Analysen – sowohl unterschiedliche Bearbeitungsintensität in den Höhenzonen wie auch die unterschiedlichen Flächenanteile, die die verschiedenen Höhen im betrachteten Gebiet einnehmen. Wirkliche Ubiquisten hinsichtlich der altitudinalen Einnischung sollten dabei über die Höhenzonen statistisch gleichverteilt sein, d.h. die Wahrscheinlichkeit, die Art in der Höhenzone anzutreffen, sollte gleich der Wahrscheinlichkeit sein, irgendeine Art der systematischen Gruppe in dieser Zone zu finden.

Deutlich wird dies, wenn man eine der am weitesten in Thüringen verbreiten Arten unter den Heuschrecken betrachtet: Während die unkorrigierte Höhenverteilung der Nachweise von *Pholidoptera griseoptera* in Abb. 1 (a) stark von einer Gleichverteilung abweicht (Chi-

Quadrat-Test, $\chi^2 = 1143.9$, DF: 8, $P < 0.001$), zeigt sich die korrigierte Verteilung als gleichverteilt über die Höhenzonen (Chi-Quadrat-Test, $\chi^2 = 14.4$, DF: 8, n.s.). Ähnliche Muster der korrigierten Höhenverteilung ergeben sich bei weiteren in Thüringen stark ubiquitistischen Heuschreckenarten wie *Metrioptera roeselii*, *Chorthippus biguttulus* und *Chorthippus parallelus* (KÖHLER 2001).

Zwei Heuschreckenarten der Gattung *Tettigonia* (Ensifera) liefern aufgrund ihrer unterschiedlichen ökologischen Ansprüche einen interessanten Vergleich hinsichtlich der altitudinalen Einnischung in Thüringen. Bereits in früheren Arbeiten wird auf die erstaunlich unterschiedlichen klimatischen Ansprüche hingewiesen (OSCHMANN 1969, SCHIEMENZ 1981), die sich sehr deutlich in der korrigierten Höhenverteilung widerspiegeln (Abb. 1 b, c). Während *Tettigonia viridissima* in wärmebegünstigten niederen Lagen ihren Verbreitungsschwerpunkt hat, ist *T. cantans* in erster Linie montan verbreitet. Aus der unkorrigierten Verteilung über die Höhenzonen wäre allenfalls eine kolline Verbreitung letzterer Art abzulesen, was durch die große Untersuchungsintensität in solchen Bereichen bedingt ist (Abb. 1 b, c). Auch werden die Unterschiede der beiden Arten und deren sich nahezu ergänzende Verbreitung (OSCHMANN 1969, SCHIEMENZ 1981) erst in der korrigierten Darstellung deutlich.

Für drei Heuschreckenarten der Ordnung Caelifera mit unterschiedlicher altitudinaler Einnischung in Thüringen sind in Abb. 1 d-f korrigierte Höhenverteilungen den unkorrigierten Werten gegenübergestellt. Betrachtet man die unkorrigierten Verteilungen, so zeigen die nahe verwandten Arten *Omocestus viridulus* und *Stenobothrus lineatus* sehr ähnliche Muster mit identischem Modalwert in der Höhenklasse zwischen 300 und 400 m ü. NN. Erst bei Betrachtung der korrigierten Verteilungen wird deutlich, daß wir es bei *Omocestus viridulus* in Thüringen mit einer montan eingensichten und entsprechend verbreiteten Art zu tun haben – die relativen Häufigkeiten nehmen mit der Höhe stetig zu (Abb. 1 d). *Stenobothrus lineatus* dagegen ist mit einem höheren Wärmeanspruch und Bindung an entsprechende Halbtrockenrasen vor allem in den mittleren Höhenlagen Thüringens verbreitet (Abb. 1 e). Diese mittleren Lagen sind in Thüringen besonders gut hinsichtlich Heuschrecken untersucht und somit ergibt sich bei *S. lineatus* trotz der signifikanten Unterschiede zwischen korrigierter und unkorrigierter Höhenverteilung der Fundpunkte zumindest ein relativ ähnliches Muster.

Als drittes hier dargestelltes Beispiel unter den Caelifera ist *Oedipoda caerulescens* stark wärmeliebend und unter den klimatischen Verhältnissen Thüringens entsprechend in den niedrigsten Höhenlagen verbreitet (Abb. 1 f). Auch hier zeigt sich die überproportionale Nutzung der tiefen Lagen im Verhältnis zu deren Untersuchungsintensität bezüglich der gesamten systematischen Gruppe.

Die hier aufgezeigte Methode hat sich für die Visualisierung der Höhenverbreitung in den Thüringenfaunen für die Heuschrecken (KÖHLER 2001) und die Libellen (ZIMMERMANN et al. 2005) bewährt. Voraussetzung für die Anwendung sollte jedoch eine relative gute Untersuchungsintensität der systematischen Gruppe insgesamt sein.

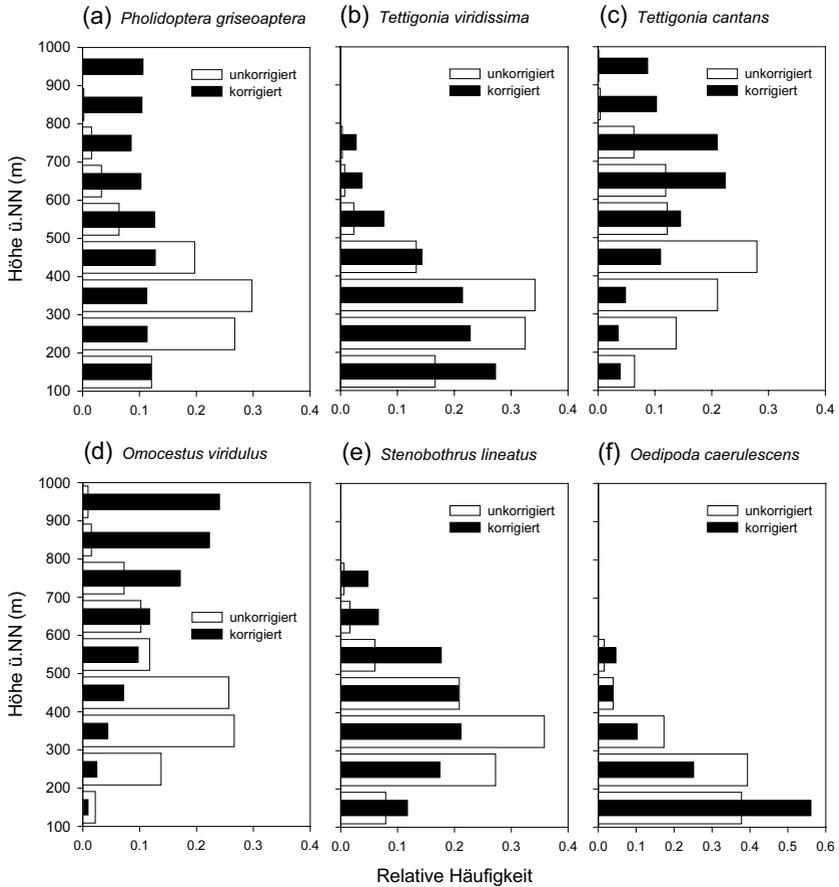


Abb. 1: Beispiele für korrigierte und unkorrigierte Höhenverteilungen von Heuschrecken anhand der Fundpunkte in der Fauna von Thüringen (KÖHLER 2001). Dargestellte Berechnung der Korrekturen jeweils getrennt für Ensifera (a, b, c) und Caelifera (d, e, f) als zu Grunde liegende systematische Gruppen. Alle dargestellten korrigierten Verteilungen unterscheiden sich signifikant von den jeweiligen unkorrigierten Werten (Chi-Quadrat-Tests, $P < 0.05$).

Literatur

- KÖHLER, G. (unter Mitarbeit von F. FRITZLAR, J. SAMIETZ, K. SEIFERT, F. JULICH & A. NÖLLERT) (2001): Fauna der Heuschrecken (Ensifera et Caelifera) des Freistaates Thüringen. - Naturschutzreport **17**: 1-378.
- MANI, M.S. (1962): Introduction to high altitude entomology. - Methuen & Co., London (UK), 302 S.
- OSCHMANN, M. (1969): Faunistisch-ökologische Untersuchungen an Heuschrecken im Raum Gotha. - Hercynia, N.F. **6**: 115-168.
- SCHIEMENZ, H. (1981): Die Verbreitung der Heuschrecken (Saltatoria) *Tettigonia viridissima* (L.) und *Tettigonia cantans* (Fuessly) in der DDR. - Zool. Jb. Syst. **108**: 554-562.
- ZIMMERMANN, W., F. PETZOLD & F. FRITZLAR (2005): Verbreitungsatlas der Libellen (Odonata) im Freistaat Thüringen. - Naturschutzreport **22**: 1-224.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jörg Samietz
Agroscope FAW
Eidgenössische Forschungsanstalt
Schloss, Postfach 185
CH-8820 Wädenswil
Schweiz
joerg.samietz@faw.admin.ch