

## Bioakustische Einnischung von Grillen (Orthoptera, Gryllidae): Ein Vergleich neotropischer Waldökosysteme

Nischk, Frank

### 1. Einleitung

Spätestens seit den Untersuchungen von ERWIN (1982) ist der Reichtum tropischer Waldökosysteme an Arthropodenarten bekannt.

Montane Wälder innerhalb der Tropen sind in dieser Beziehung weniger gut bearbeitet als solche des Tieflandes. JANZEN (1973 a, b) untersuchte in Costa Rica die Entomofauna an Standorten unterschiedlicher Höhe. Je nach Referenzstandort stellte er eine stetige Abnahme der Artenzahlen mit zunehmender Höhe der Untersuchungsgebiete oder aber ein Maximum in mittleren Lagen um 1000 m ü.M. fest. Diesen Gegensatz führte er vor allem auf unterschiedlich starke saisonale Schwankungen der Feuchtigkeit in den Untersuchungsgebieten zurück. TERBOURGH (1977) erstellte für Vögel in den peruanischen Anden einen Diversitäts-Höhengradienten. Danach nimmt die Artenzahl mit zunehmender Höhe stetig ab. Für insektivore Vogelarten ist dieser Effekt am stärksten ausgeprägt. Bei Betrachtung der Artendiversität stellte er allerdings ein Maximum in Lagen um 1400 -1600 m fest.

Grillen (Orthoptera: Gryllidae) sind ebenfalls mit einer Vielzahl von Arten in neotropischen Regenwäldern vertreten (NICKLE 1992). Eine Besonderheit der Familie Gryllidae ist die bei vielen Arten vorhandene Fähigkeit zur Lauterzeugung. Insbesondere zur Anlockung von Weibchen erzeugen männliche Grillen rhythmisch wiederholte Schallsignale mit ihren Vorderflügeln (Tegmina) (DAMBACH 1995). Charakteristische Parameter eines solchen Gesangs sind innerhalb einer Art äußerst konstant, denn sie dienen der artspezifischen Erkennung und Orientierung. OTTE (1992) gibt einen Überblick über Parameter, anhand derer sich Grillengesänge unterscheiden, und mögliche Deutungen zur Evolution von Grillengesängen.

Es ist also möglich, Arten anhand ihres Gesangs zu unterscheiden und zu charakterisieren. Da diese Unterscheidung über das Verhalten erfolgt, spricht man auch von Ethospezies (Verhaltensarten). Eine solche Unterscheidung von Grillenarten verwendete RIEDE (1993) zur Charakterisierung der Grillenfauna eines tropischen Tieflandregenwaldes bei San Pablo de Katesiya, Provinz Sucumbíos, Ecuador, sowie von Insektengemeinschaften eines Regenwaldes in Borneo (1996, 1997).

Mit Hilfe solcher bioakustischer sowie klassischer faunistischer Methoden wurden von mir die Grillenfauna des montanen Nebelwaldes Otonga/Las Pampas, Provinz Cotopaxi, Ecuador und nochmals die des Tieflandregenwaldes bei San Pablo bearbeitet.

### 2. Untersuchungsgebiete, Material und Methoden

Die faunistischen und bioakustischen Studien wurden im September 1996 sowie im Mai 1997 in montanen Nebelwaldflächen bei der Ortschaft San Francisco de Las

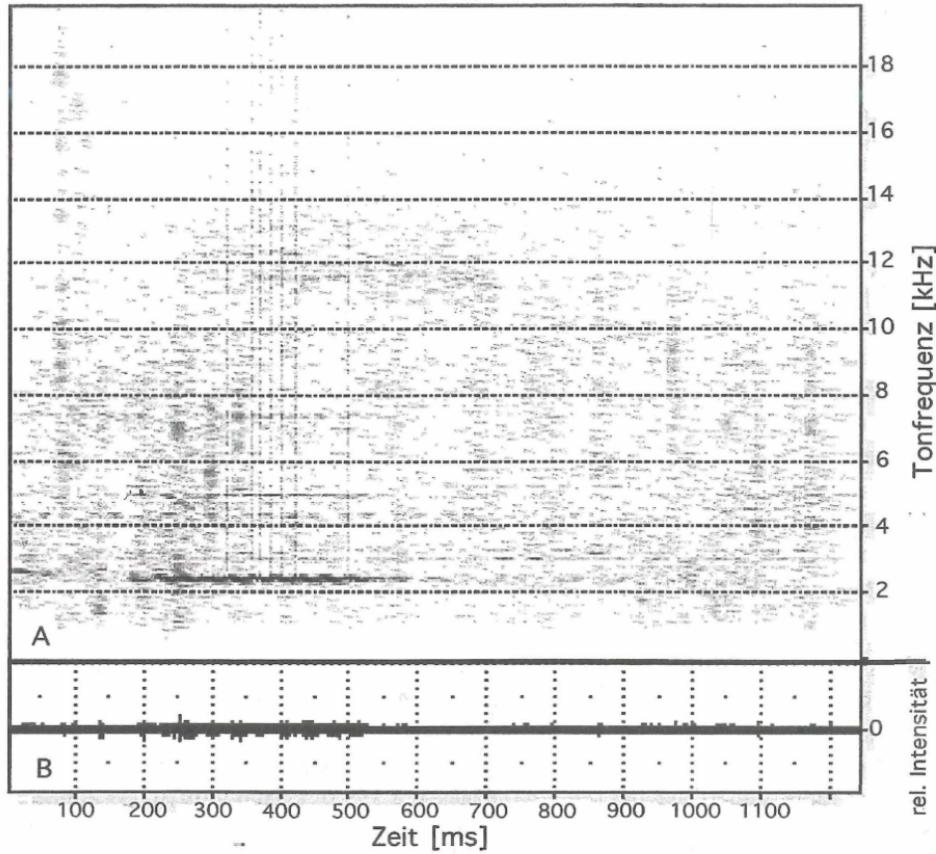


Abb. 1: Montaner Nebelwald Otonga (2000 m ü.M.), Provinz Cotopaxi, Ecuador: Sonogramm (A) und Oszillogramm (B) einer Tonaufnahme um 20 Uhr.

Pampas, Provinz Cotopaxi, Ecuador, durchgeführt. Die Untersuchungsflächen befanden sich in der Nähe der Ortschaft auf 1400 m ü.M. sowie im Umkreis der biologischen Station Otonga der Universidad Católica, Quito auf 2000 m. Als Vergleich dienten eigene Untersuchungen im Tieflandregenwald nahe der Ortschaft San Pablo de Kantesiya, Provinz Sucumbíos in Ostecuador ( $0^{\circ}15'S$ ,  $76^{\circ}27'W$ , 200 -300 m ü.M.) aus den Monaten Oktober/November 1996 bzw. April und Juni 1997 sowie die von Riede (1993) im gleichen Gebiet durchgeführten Untersuchungen.

In allen Untersuchungsgebieten wurden Grillen mittels Handfängen sowie einer UV-Lichtfalle gefangen. Grillengesänge wurden mit einem tragbaren DAT-Recorder (Sony TCD-D7) sowie dem Kondensatormikrofon ME 67 der Firma Sennheiser aufgenommen. Die rechnergestützte Auswertung erfolgte auf APPLE Powerbook 5300 mit der Sprachanalyse-Software Soundscope. Der gesamte Aufbau garantiert einen

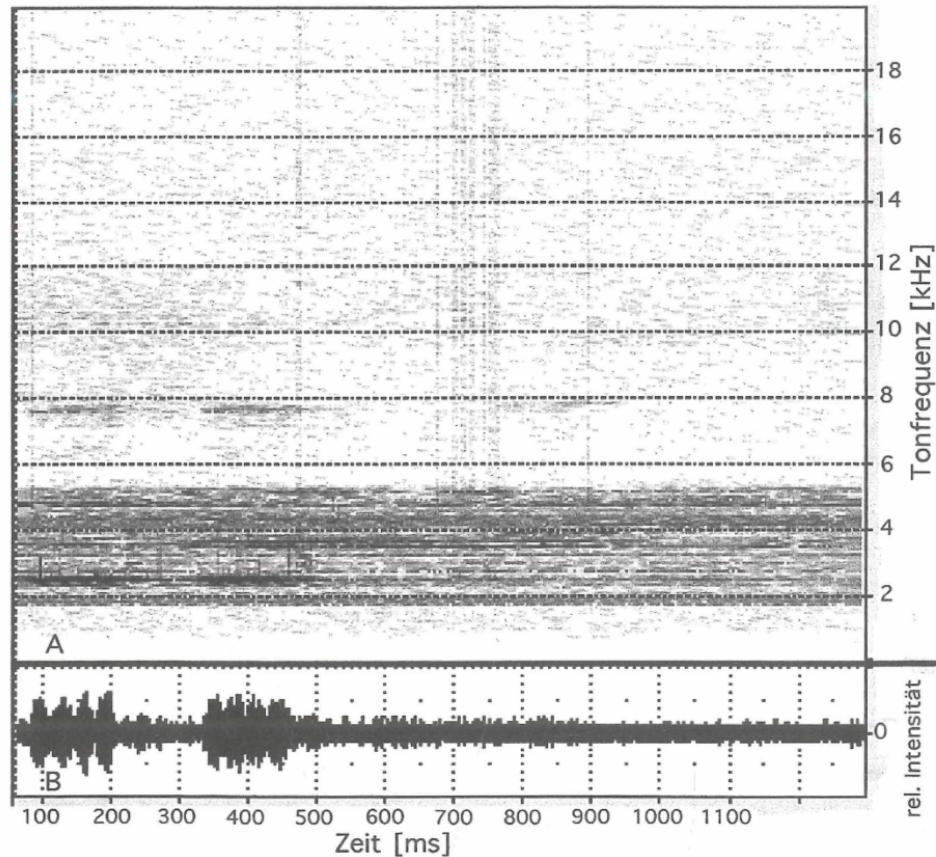


Abb. 2: Montaner Nebelwald Las Pampas (1400 m ü.M.), Provinz Cotopaxi, Ecuador:  
Sonogramm (A) und Oszillogramm (B) einer Tonaufnahme um 19 Uhr.

Übertragungsbereich von 50 - 20000 Hz. Um einzelnen Individuen den jeweiligen artspezifischen Gesang zuordnen zu können, wurden zwei Methoden verwendet:

- Aufnahme und Ortung des Tieres im Gelände, gefolgt vom Fang des Tieres.
- Fang des lebenden Tieres und nachfolgende Gesangsaufnahmen in kleinen Behältern (*Drosophila*-Zuchtgefäß).

Außerdem wurden zu allen Tageszeiten Aufnahmen von singenden Grillen im Gelände gemacht, ohne daß die jeweiligen Sänger gefangen werden konnten. Diese gingen dann als Ethospezies in die Ergebnisse ein. Die wichtigsten Gesangsparameter, die hier der Unterscheidung dienten, waren die Trägerfrequenz (Tonhöhe), Pulsrate (Wiederholrate der lauthaften Flügeleinwertsbewegung), Gruppierung von Einzelpulsen zu Chirps und Trills sowie sekundäre und tertiäre zeitliche Muster der Gesänge. Diese Werte wurden

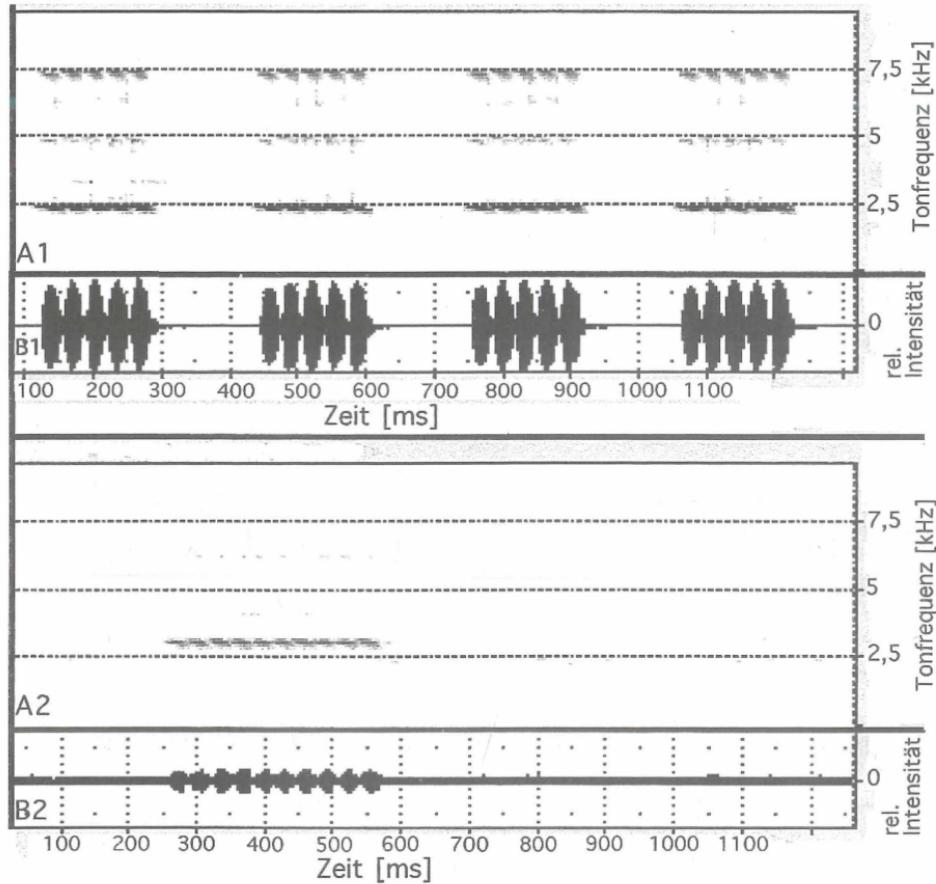


Abb. 3: Sonogramme (A1, A2) und Oszillrogramme (B1, B2) der Gesänge zweier sympatrischer Grillen (Subfamilie Phalangopsinae). Otonga (2000 m ü.M.), Provinz Cotopaxi, Ecuador.

mittels Fast-Fourier-Transformation bei der rechnergestützten Auswertung der Aufnahmen ermittelt.

Mit Hilfe der Gesangsaufnahmen ließen sich gefundene Arten bezüglich ihres Aktivitätshabits in Boden-, Stamm-, Unterwuchs- und Canopy- (Kronendach-) Arten einteilen. Aktivitätszeiten und saisonale Unterschiede, falls vorhanden, konnten auf diese Weise ebenfalls ermittelt werden.

### 3. Ergebnisse

Bereits die Auswertungen der Gesamtgeräuschpegel mittels Fast-Fourier-Transformation an den Standorten Otonga (2000 m) und Las Pampas zeigen erste quantitative und qualitative Unterschiede. Abb. 1 und 2 zeigen Oszillrogramme und Sonogramme von

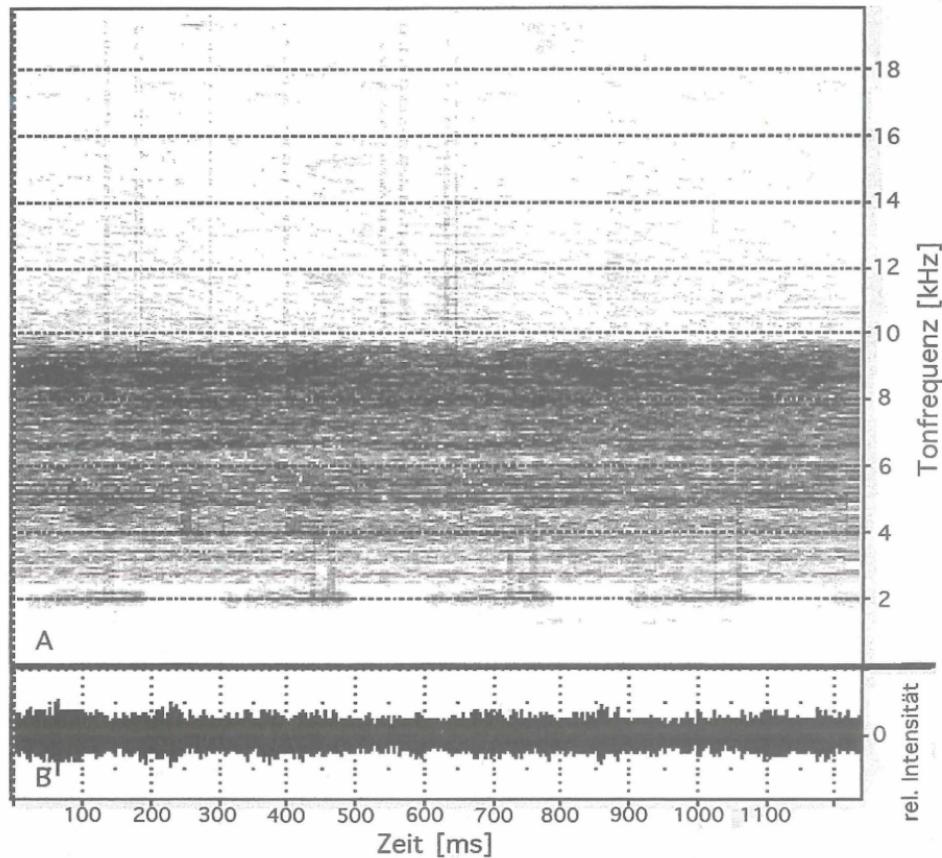


Abb. 4: Tieflandregenwald bei San Pablo (200 - 300 m ü.M.), Provinz Sucumbíos, Ecuador: Sonogramm (A) und Oszillogramm (B) einer Tonaufnahme um 19 Uhr.

Aufnahmen um 19 Uhr, einem Zeitpunkt hoher akustischer Aktivität vieler Grillenarten. Die Gesamtaktivität auf 2000 m ist wesentlich geringer als auf 1400 m. Während auf 1400 m viele Individuen gleichzeitig singen, unterbrechen auf 2000 m einzelne Sänger Phasen relativer Stille.

In Las Pampas sind Trägerfrequenzen von 1,8 - 5 kHz durch stridulierende Grillenarten belegt. Bei der Analyse der Aufnahme zeigte sich, daß 10 verschiedene Arten aus mindestens 3 Unterfamilien diesen Frequenzbereich besetzen.

In Otonga konnten anhand der Aufnahmen nur 4 stridulierende Grillenarten unterschieden werden. Neben einer nur als Ethospezies aufgenommen Art (ihre systematische Zuordnung ist also nicht möglich), waren alle drei gefundenen singenden Grillen aus der Unterfamilie Phalangopsinae. Alle drei Arten singen im Stammbereich der Bäume.

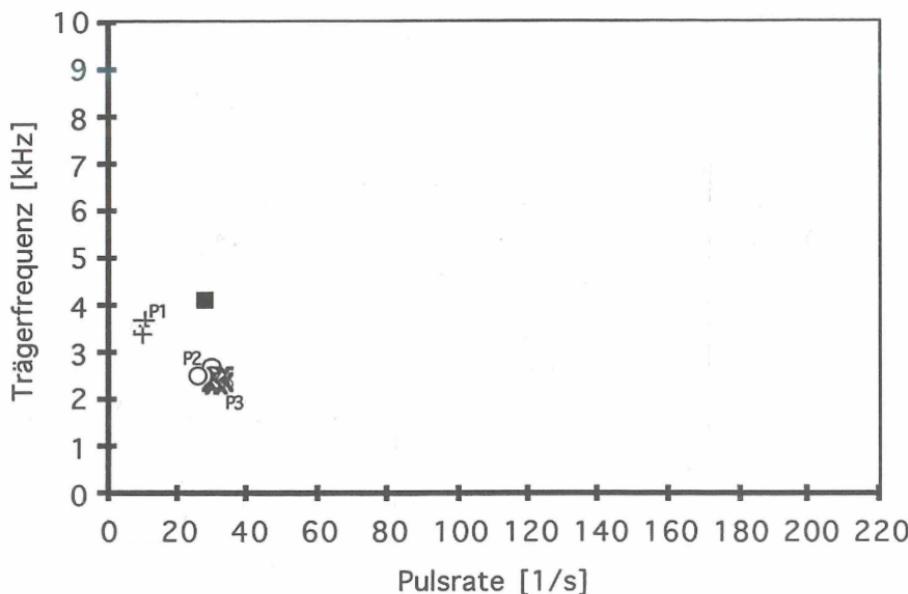


Abb. 5: Gesangsparameter Trägerfrequenz und Pulsrate sympatrischer Arten im Untersuchungsgebiet Otonga (2000 m ü.M.). Gleiche Marker symbolisieren verschiedene Aufnahmen der gleichen Art. **P1, P2, P3:** Unterfamilie Phalangopsinae, fettgedruckte Marker: Unterfamilie nicht bekannt (nur Tonaufnahme).

Diese drei Phalangopsinae waren alle auch unter den zehn Grillenarten von Las Pampas vertreten. Abb. 3 zeigt Oszillogramme und Sonagramme von zwei dieser Arten im Vergleich. Während sich die Gesänge bezüglich der Trägerfrequenz und der Pulsrate kaum unterscheiden, sind sie in der Anzahl der Pulse pro Vers und in der Wiederholrate der Verse unterschiedlich.

Abb. 4 zeigt zum Vergleich das Oszillo- und Sonogramm einer Aufnahme aus San Pablo de Kantesiya (200-300 m). Hier ist ein noch größeres Frequenzspektrum (2-10 kHz) als in Las Pampas durch stridulierende Grillenarten besetzt. Insbesondere der Bereich zwischen 5 und 10 kHz, der im montanen Nebelwald unbesetzt ist, ist stark von singenden Grillen belegt. Die weitergehende Analyse ergab mindestens 37 Arten aus mindestens 4 Unterfamilien. In dem Bereich höherer Frequenzen, der in Las Pampas/Otonga unbesetzt ist, singen hier vor allem Tiere der Unterfamilie Trigonidiinae, der artenreichsten Unterfamilie in diesem Tieflandregenwald.

Zur genaueren Charakterisierung der Grillenfauna der beiden montanen Standorte sowie des Vergleichsortes San Pablo wurden die Parameter Trägerfrequenz und Pulsrate der Gesangsaufnahmen gegeneinander aufgetragen (Abb. 5,6,7,8). Verschiedene Aufnahmen der gleichen Art sind durch gleiche Marker, Unterfamilien durch ihren

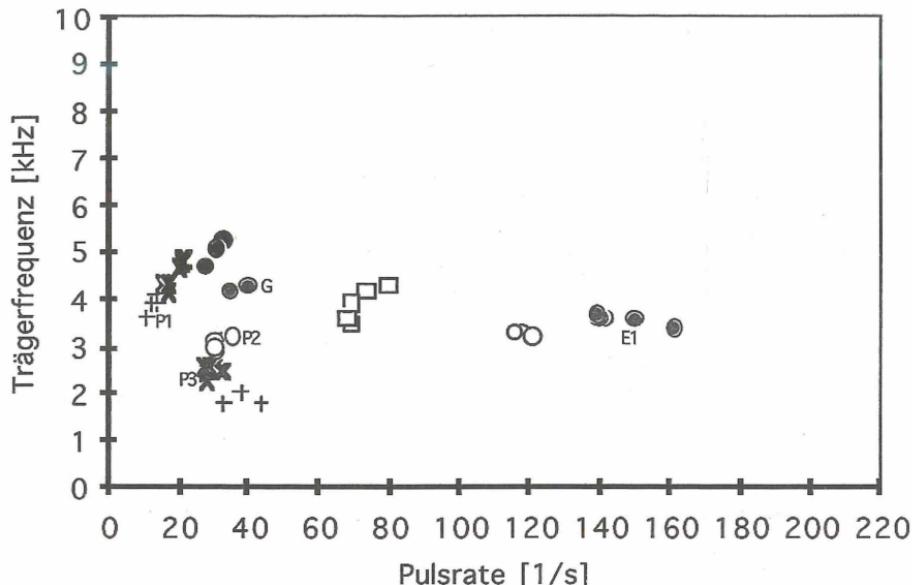


Abb. 6: wie Abb. 5. Untersuchungsgebiet Las Pampas (1400 m ü.M.). **P1, P2, P3:** Unterfamilie Phalangopsinae, **E1:** Eneopterinae, **G:** Gryllinae, fettgedruckte Marker: Unterfamilie nicht bekannt (nur Tonaufnahme).

Anfangsbuchstaben charakterisiert. Anhand der Daten wird deutlich, daß mit steigender Höhe des Untersuchungsgebiets die Anzahl singender Grillenarten abnimmt (Abb. 9). Auch die Gesamtaktivität singender Grillen nimmt ab, was eine Folge geringerer Individuendichten und/oder geringer Aktivität einzelner Tiere sein kann. Nicht alle gefundenen Unterfamilien nehmen in der Artenzahl in gleichem Maße ab. Während die Unterfamilie Trigonidiinae fast ausschließlich im Tiefland anzutreffen ist, kommen einzelne Arten der Unterfamilie Phalangopsinae bis zu 2000 m und darüber vor.

#### 4. Diskussion

Entscheidend für die Abnahme der Artenzahl mit zunehmender Höhe dürften vor allem Klimafaktoren sein. Die mittlere Nachttemperatur liegt am Standort Otonga um 14 °C, 7 - 8 °C unter denen in San Pablo. Häufiger Nebel in Otonga bewirkt noch größere Unterschiede bei den Tagestemperaturen. Viele Insektenarten als ektotherme Tiere könnten hier in Bezug auf Entwicklung und Verhaltensaktivitäten an ihre Grenzen stoßen. In Otonga fehlen beispielsweise flugfähige Grillenarten aus den Unterfamilien Trigonidiinae und Eneopterinae völlig. Vertreter der Unterfamilie Trigonidiinae sind zumeist äußerst klein. Diese Miniaturisierung betrifft zwar auch die schallerzeugenden Organe, es wäre aber denkbar, daß die Kleinheit dieser Arten zu einer schlechteren Energetik bei der Stridulation führt. Alle auf 2000 m gefundenen stridulierenden Arten besitzen eine

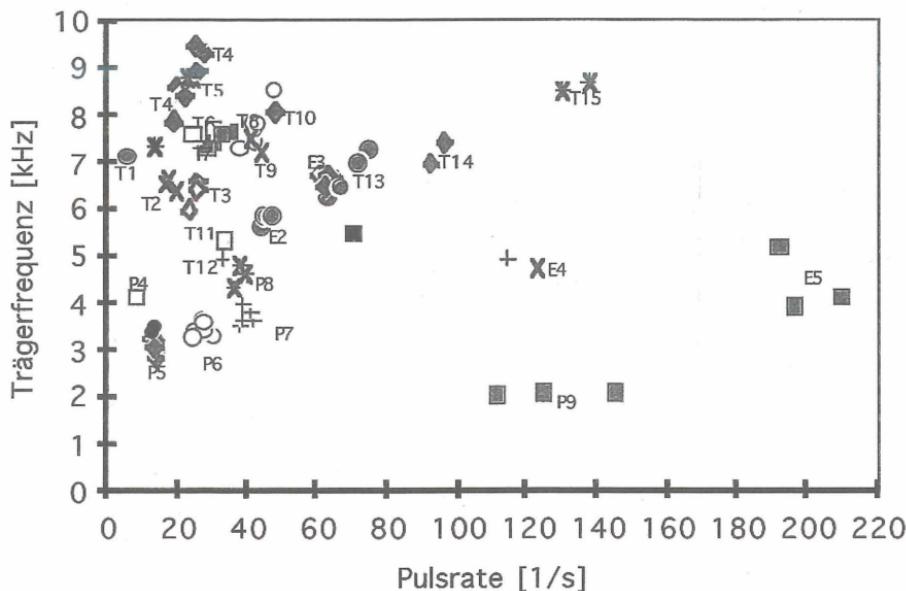


Abb. 7: wie Abb. 5, 6. Untersuchungsgebiet San Pablo (200 - 300 m ü.M.), nur nachtaktive Grillen. P4 - P9: Unterfamilie Phalangopsinae, E2 - E5: Eneopterinae, T1 - T15: Trigonidiinae, fettgedruckte Marker: Unterfamilie nicht bekannt (nur Tonaufnahme).

hohe Körpergröße, zwei der drei Phalangopsinae im Verhältnis dazu relativ kleine Tegmina. Die Trägerfrequenzen sind tief, was auf vergleichsweise dünne Membranen hindeutet. Solche Typen singen mit Sicherheit ökonomisch günstiger als kleine Arten mit hohen Trägerfrequenzen. Dies könnte in Bezug auf die bei tieferen Temperaturen ungünstigeren Bedingungen für Stoffwechselprozesse von Bedeutung sein und das Fehlen der Unterfamilie Trigonidiinae erklären.

Ein weiterer Faktor könnte sein, daß bei dem in den montanen Wäldern häufig auftretenden Nebel hohe Frequenzen stärker abgedämpft werden als tiefere, und deshalb Arten mit höheren Trägerfrequenzen hier benachteiligt wären.

Viele der im Tiefland bearbeiteten Trigonidiinae kommen im Bereich des Kronendachs vor. Ihr sichelförmiger Ovipositor deutet auf Pflanzenmaterial als bevorzugtes Eiablagesubstrat hin. Unterschiede im Aufbau der Kronendächer montaner Regenwälder und des Tieflandregenwaldes können das Fehlen der Canopy-Gruppe Trigonidiinae nicht erklären. Im Gegenteil fördert die hohe Feuchtigkeit in den Nebelwäldern ein sehr diverses Epiphytenvorkommen. Es wäre zu erwarten, daß ein solch diverses Kronendach viele unterschiedliche Lizenzen (Eiablage, Nahrung, Balzflächen) bietet. Bei monokausaler Betrachtung dieses Faktors würde man auch eine hohe Zahl von unterschiedlichen

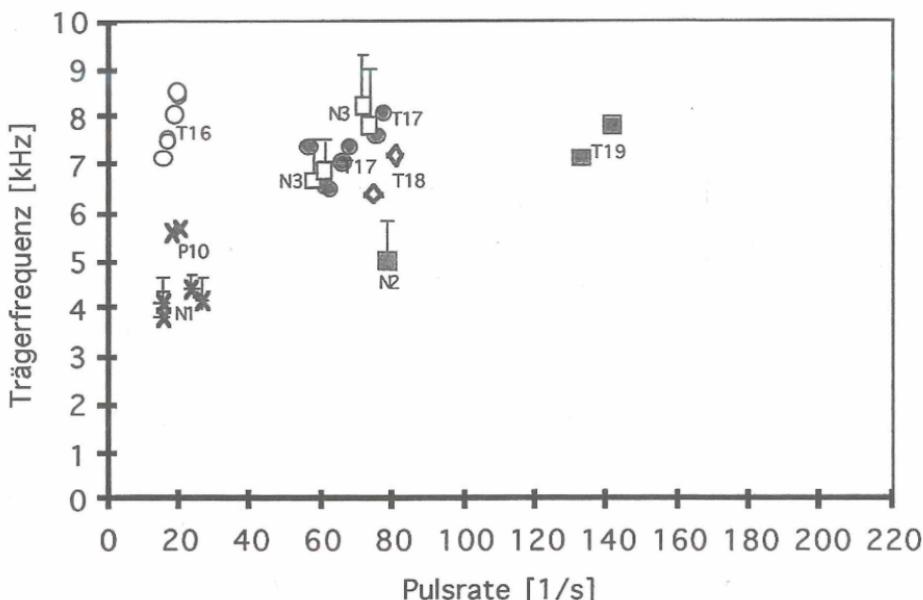


Abb. 8: wie Abb. 5, 6, 7. Untersuchungsgebiet San Pablo (200 - 300 m ü.M.), nur tagaktive Grillen. P10: Unterfamilie Phalangopsinae, T16 - T19: Trigonidiinae, N1, N2, N3: Nemobiinae. Vertikale Linien geben den Bereich wieder, der innerhalb eines frequenzmodulierten Pulses von "Sweepern" überstrichen wird.

Nischen und Grillenarten in einem solchen Habitat erwarten. Da dem aber nicht so ist, scheint also der klimatische Faktor Temperatur die Nutzung dieser Lizenzen stark zu begrenzen.

**Danksagung:** Herzlich danken möchte ich den Bewohnern von San Pablo de Kantesiya, der Familie Tapia, Las Pampas, sowie Dr. Giovanni Onore, Universidad Católica Quito, die die Arbeiten in den Untersuchungsgebieten möglich machten. Die Untersuchungen in Las Pampas und Otonga wurden von der VW-Stiftung gefördert, die in San Pablo durch den DAAD.

## 5. Literatur

- DAMBACH, M. (1995): Lauterzeugung bei Heuschrecken und Grillen. Verh. Westd. Entom. Tag 1994, Löbbecke-Mus., Düsseldorf, 25-40
- ERWIN, T. L. (1982): Tropical Forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species. Coleopt. Bull., 36: 74-75
- JANZEN, D. H. (1973a): Sweep samples of tropical foliage insects: description of study sites, with data on species abundances and size distributions. Ecology 54: 659-686
- JANZEN, D. H. (1973b): Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day and insularity. Ecology 54: 687-708

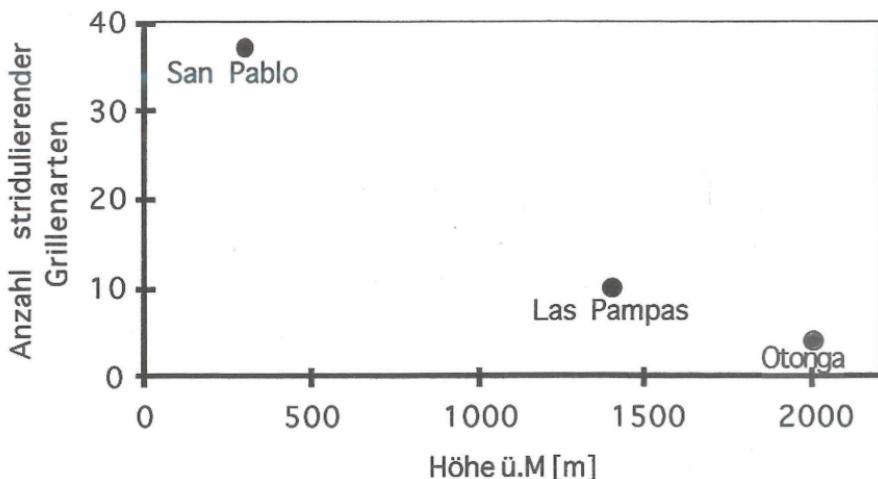


Abb. 9: Anzahl stridulierender Grillenarten in den Untersuchungsgebieten

- NICKLE, D. A (1992): The Crickets and Mole Crickets of Panama (Orthoptera: Gryllidae and Gryllotalpidae). In: Quintero, D., Aiello. A.(eds.): Insects of Panama and Mesoamerica. Oxford University Press, Oxford, 185-197
- OTTE, D. (1992): Evolution of Cricket Songs. Journal of Orthoptera Research, 1: 25-49
- RIEDE, K. (1993): Monitoring Biodiversity: Analysis of Amazonian Rainforest Sounds. *Ambio*, 22: 546-548
- RIEDE, K. (1996): Diversity of sound-producing insects of a Bornean lowland rain forest. In: Edwards, D.S. et al. (eds.): Tropical Research - Current Issues, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 74-64
- RIEDE, K. (1997): Bioacoustic monitoring of insect communities in a Bornean rainforest canopy. In: Stork, N.E. et al. (eds.): Canopy Arthropods, Chapman & Hall, London, 442-452
- TERBORGH, J. (1977): Bird species diversity on an Andean elevation gradient. *Ecology* 58: 1007-1019

Frank Nischk  
 Zoologisches Institut  
 Universität zu Köln  
 Weyertal 119  
 D - 50923 Köln

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag  
Düsseldorf](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [1997](#)

Autor(en)/Author(s): Nischk Frank

Artikel/Article: [Bioakustische Einnischung von Grillen \(Orthoptera,  
Gryllidae\): Ein Vergleich neotropischer Waldökosysteme 177-186](#)