

Zur Lautgebung einiger paläarktischer Soriciden: Analyse von Abwehr- und Positionsrufen *

D. Köhler

1 Einleitung

Über die Kommunikation der Spitzmäuse sind wir noch sehr unvollkommen unterrichtet. Entsprechend der Ausprägung der einzelnen Sinnesmodalitäten bei den Soricidae, kann man erwarten, daß akustischen Informationen neben olfaktorischen eine große Bedeutung in der inter- bzw. intraspezifischen Kommunikation beizumessen ist.

Untersuchungen zum Lautrepertoire der Spitzmäuse wurden bereits von verschiedenen Autoren vorgenommen: Hutterer und Vogel (1977) verglichen die Abwehrrufe einiger afrikanischer *Crocidura*-Arten und konnten nachweisen, daß sich taxonomische Beziehungen zwischen den Arten auch in der Lautgebung der Tiere widerspiegeln. Movcan und Shibkov (1982) analysierten mit Hilfe von Oszillogrammen die strukturelle Parameter der Rufe einiger paläarktischen Arten. Weiterhin wurden Untersuchungen an *S. minutus* (Hutterer 1976), *S. alpinus* (Hutterer 1982) und an *N. fodiens* (Hutterer 1978, Köhler und Wallschläger 1987) vorgenommen. Für *N. fodiens* klassifizierten Köhler und Wallschläger acht verschiedene Rufotypen. Das umfangreichste Repertoire unter den Soriciden besitzt mit 22 unterschiedlichen Rufen *S. minutus*. Das ist für eine solitäre Art beachtlich, denn derart umfangreiche Lautäußerungen sind eher für soziale Arten charakteristisch.

Am häufigsten äußern Spitzmäuse einen Positionsruf und im intra- bzw. interspezifischen Kontakt s.g. Abwehrrufe. Für *N. fodiens* unterteilten Köhler und Wallschläger diese in den Abwehrruf I (eine in staccato vorgebrachte Ruffolge tonaler Struktur, die von geräuschhaften Elementen überlagert werden kann) und den Abwehrruf II (eine relativ lange geräuschhafte Rufform). Desweiteren wurden die folgenden Rufformen klassifiziert: Positionsruf, adulter und juveniler Kontaktruf, Aktivierungs-, Orientierungs- und Schreckruf.

In der folgenden Arbeit sollen die Positions-, Abwehr- und adulten Kontaktrufe einiger paläarktischen Soriciden analysiert werden und damit ein Beitrag zur Bioakustik der Soriciden geleistet werden.

2 Material und Methode

Die für die Untersuchungen verwendeten sibirischen Spitzmäuse (*S. tundrensis*, *S. isodon*, *S. caecutiens*, *S. araneus*, *S. daphaenodon*) wurden im Stromtal des mittleren Jenissej (Umgebung der Station Mirnoe) gefangen. Die Tiere wurden einzeln gehältert und für die Tonaufnahmen in ein Terrarium (40 x 20 cm) gesetzt. Durch ihnen fremde Objekte, z.B. menschliche Hand oder die Anwesenheit einer größeren Spitzmausart (meist *N. fodiens*) wurden sie zu Lautäußerungen provoziert. Eine Reihe von Aufnahmen wurden auch in dem jeweiligen Haltungsterrarium gefertigt. Die Tonaufnahmen von *N. fodiens* und *S. minutus* stammen von Tieren aus der Märkischen Schweiz (Brandenburg). *N. anomalus* wurde im Erzgebirge bei Neunzehnhain (Sachsen) gefangen. Ein

* Unserem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Günter Tembrock, zum 80. Geburtstag am 7. Juni 1998 gewidmet.

detaillierter Vergleich der Lautäußerungen von sibirischen und mitteleuropäischen Arten wird in einer späteren Arbeit erfolgen. Für die Aufnahmen kam ein UHER-Report Tonbandgerät (Aufnahmegeschwindigkeit: 19 cm/s) mit einem Sennheiser Mikrophon (MD421HL) zum Einsatz. Insgesamt wurden ca. 400 Aufnahmen am Kay- Electric Sonographen analysiert. In der Benennung der Rufe folge ich der von Köhler und Wallschläger (1987) vorgenommenen Einteilung.

3 Danksagung

Für die Einladung zu einem Studienaufenthalt auf der Biologischen Station Mirnoe der Akademie der Wissenschaften der UdSSR bin ich den Herren Prof. V. E. Sokolov und E. E. Sirojetschkovsky sehr verbunden. Herr Dr. B. Sheftel und D. Demin danke ich für die Hilfe bei der Determination der sibirischen Spitzmausarten und Frau N. G. Moraleva für die Bereitstellung weiterer Lebendfallen. Für die freundschaftliche Aufnahme schulde ich der gesamten Besatzung der Station meinen Dank; ein besonderes Dankeschön geht an Herrn Demin für seinen organisatorischen Einsatz vor und während des Aufenthaltes.

Herrn Dr. K.-H. Frommolt und Prof. D. Wallschläger danke ich für ihre Unterstützung bei der Anfertigung der Sonagramme. Frau Dr. R. Angermann stellte mir dankenswerterweise eine gefangene Sumpfspitzmaus zur Verfügung.

4 Ergebnisse

4.1 *Neomys fodiens*

Es wird im wesentlichen auf die von Köhler und Wallschläger publizierten Resultate zurückgegriffen, da die erste Analyse der sibirischen Unterart *N. fodiens orientis* keine Unterschiede zur Nominatform erbrachte.

Abwehrruf I: Der Ruftyp umfaßt einen Frequenzbereich von 7-16 kHz und weist eine mittlere Ruflänge von 340 ms auf.

Abwehrruf II: Der Frequenzumfang reicht bei dieser geräuschhaften Lautäußerung bis 16 kHz. Der Ruf besitzt eine mittlere Lautlänge von $x = 360$ ms, wobei maximal eine Dauer von $x = 3,2$ s registriert wurde.

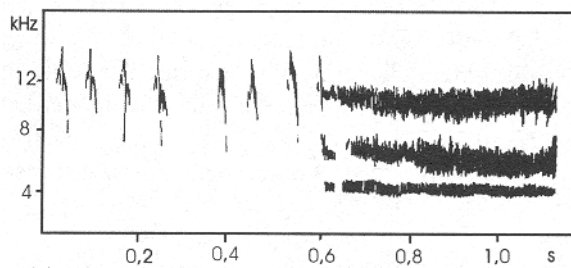


Abb.1: *N. fodiens* Abwehrruf I und II

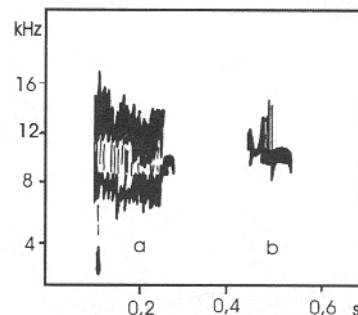


Abb.2: *N. anomalus* a-Abwehrruf II, b-ad. Kontaktruf

Positionsruf: Der Ruf hat eine Dauer von 14-52 ms und der Frequenzbereich beträgt 4-7 kHz, wobei die Frequenzen zwischen den aufeinander folgenden Rufen sehr wechseln oder in monotoner Folge geäußert werden können. Der Ruf kann auch zu einem relativ lauten auffälligen Zwitschern verbunden werden, wobei es sich um eine geschlechtsspezifische Lautäußerung der Weibchen handeln könnte.

Adulter Kontaktruf: Zwischen 45 und 240 ms liegt die Ruffdauer. Der Frequenzbereich befindet sich zwischen 5 und 15 kHz. Von subdominanten Tieren werden deutlich längere Rufe hervorgebracht als von dominanten Exemplaren.

4.2 *Neomys anomalus*

Untersucht wurde die Lautgebung von zwei Individuen, einem subadulten Weibchen und einem adulten Männchen.

Abwehrruf I: Die Ruflänge beträgt $x = 86$ ms. Zwischen 8 und 14 kHz liegen die Hauptfrequenzen, die z.T. stark von geräuschhaften Elementen überlagert werden.

Abwehrruf II: Dieser geräuschhafte Ruf beginnt bei einer Frequenz von 2 kHz und erreicht bei 16 kHz sein Frequenzmaximum. Die Hauptfrequenzen liegen zwischen 2 und 12 kHz. Einige der untersuchten Laute begannen erst bei 5 kHz und endeten bei 15 kHz. Bei diesen Rufen liegt das Frequenzschwergewicht zwischen 10 und 13 kHz. Der Ruf ist im Durchschnitt 180 ms lang.

Positionsruf: Die Dauer beträgt $x = 13$ ms und die Frequenz liegt im Bereich von 6 kHz.

Adulter Kontaktruf: Die Ruflänge beträgt $x = 110$ ms und die Lautäußerung weist einen Frequenzbereich von 8-14 kHz auf.

4.3 *Sorex araneus*

Untersucht wurden die Lautäußerungen von 3 Expl. aus dem Jenissej-Gebiet und 5 Tieren aus der Märkischen Schweiz (Brandenburg).

Abwehrruf I: Die mittlere Ruflänge beträgt $x = 106,6$ ms und der Frequenzschwerpunkt befindet sich bei 11,5 kHz und schwankt zwischen den Extremwerten: 6 kHz und 20 kHz.

Abwehrruf II: keine Aufnahme

Positionsruf: Wurde nicht untersucht, doch berichtet bereits Crowcroft (1957) über diesen Ruf bei *S. araneus*.

Adulter Kontaktruf: keine Aufnahme

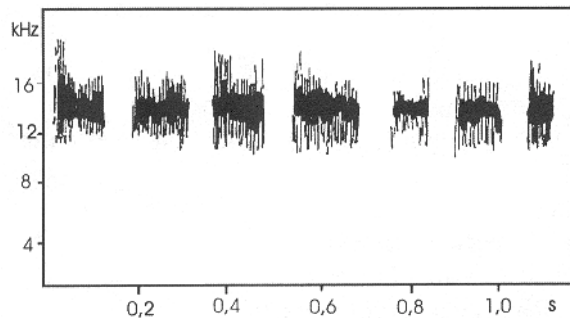


Abb.3: *S. araneus* - Abwehrruf I

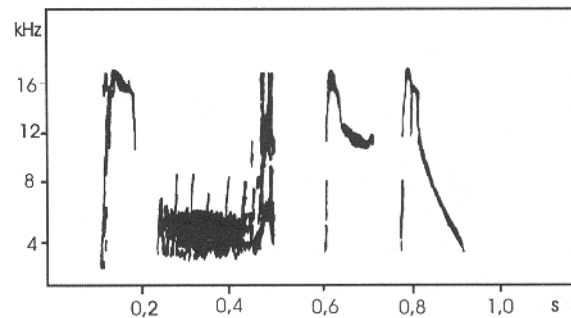


Abb.4: *S. minutus* - ad. Kontaktruf und Abwehrruf II

4.4 *Sorex minutus*

Für die bioakustische Untersuchung standen Aufnahmen von drei Männchen zur Verfügung.

Abwehrruf I: Die mittlere Lautlänge beträgt $x = 42$ ms. Die Frequenz steigt ab 13 kHz gleichmäßig auf 16 kHz an und fällt dann nahezu symmetrisch ab. Bei einigen Rufen wird nach dem Abfall der Frequenz kurzzeitig die Tonhöhe gesteigert, um danach auf den Ausgangswert abzufallen.

Abwehrruf II: Für diesen Rufstyp konnte eine mittlere Dauer von $x = 198$ ms ermittelt werden. Die Extremwerte liegen bei 118 ms und 330 ms. Der Frequenzaufbau zeigt eine geräuschhafte Grundstruktur, die in dem unteren Bereich beginnt und bis 7 kHz reicht. Jedoch dehnt sich der Frequenzumfang zum Schluß des Rufes bis auf 32 kHz aus.

Positionsruf: Die äußerst kurze Lautäußerung weist bei *S. minutus* Obertöne auf. Sie zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Orientierungsruf und weicht damit in ihrer Grundstruktur deutlich von der anderer Arten ab. Die Frequenz des Grundtones beträgt 3,5 kHz und die Dauer der Rufe $x = 4,7$ ms.

Adulter Kontaktruf: Die langgezogenen Laute dauern bis zu $x = 136$ ms. Dabei fällt die Frequenz von 8 kHz kontinuierlich auf 2 kHz ab. Der Ruf zeigt klare tonale Frequenzbänder, doch erweist sich dieser Ruf evtl. als Folge der unterschiedlichen Motivationslage des Senders, als eine sehr variable Lautäußerung.

4.5 *Sorex caecutiens*

Untersucht wurden 5 Exemplare, die sich jedoch nicht als sehr stimmfreudig erwiesen.

Abwehrruf I: Der Ruf besitzt eine mittlere Lautlänge von 88 ms. Die festgestellte maximale Lautlänge ist $x = 118$ ms.

Abwehrruf II: Die mittlere Ruflänge beträgt 18,8 ms; mit $x = 88$ ms und $x = 287$ ms ist die Spannbreite der zeitlichen Ausdehnung umrissen. Der Laut beginnt bei 4,5 kHz und steigt bis auf

etwa 14 kHz an. Bei einigen Rufen beginnt der Frequenzbereich bereits bei 2 kHz. Der Ruftyp weist eine deutliche Strukturierung auf.

Positionsruf: keine Aufnahme

Adulter Kontaktruf: keine Aufnahme

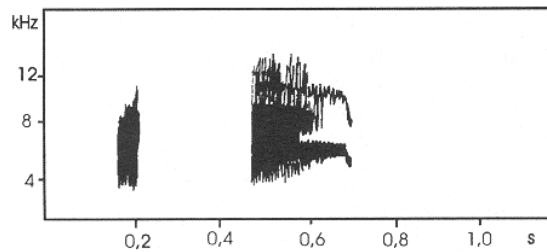


Abb.5: *S. caecutiens* - Ruffolge der Abwehrrufe I und II

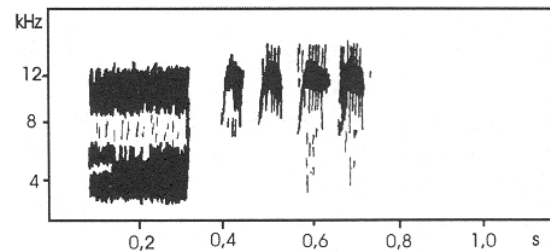


Abb.6: *S. daphaenodon* – Ruffolge der Abwehrrufe I und II

Abwehrruf II: Die mittlere Lautlänge liegt bei $x = 200$ ms und die Extremwerte liegen zwischen $x = 290$ und 60 ms. Die Frequenz dieses geräuschhaften Rufes reicht bis maximal 12,5 kHz.

4.6 *Sorex daphaenodon*

Von dieser zentralsibirischen Art konnten 2 Tiere untersucht werden, die sich beide sehr stimmfreudig zeigten.

Abwehrruf I: Dieser Ruftyp hat eine mittlere Länge von $x = 50$ ms, wobei der längste aufgezeichnete Ruf $x = 85$ ms und der kürzeste $x = 17$ ms dauerten. Der Grundton liegt zwischen 12 und 25 kHz mit einer regelmäßigen Frequenzmodulation. Die bogenförmige Struktur des Sonagramms (Frequenzanstieg bis zur Rufmitte mit anschließendem Abfall) ist auffällig. Der Grundton kann einen geräuschhaften Charakter annehmen und mit einer höheren Frequenzmodulation auftreten.

Positionsruf: Dieser intensitätsarme Ruf ist durch sehr kurze Lautlängen gekennzeichnet. Die mittlere Dauer beträgt 26 ms und die Schwankungsbreite des Rufes liegt zwischen 42 und 14 ms. In der Regel liegt die Grundfrequenz bei 2,5 kHz. Es treten keine Obertöne auf. Oft beginnt die Rufreihe bereits bei 6,5 kHz. Die Rufe werden sowohl einzeln als auch in Rufreihen hervorgebracht.

Adulter Kontaktruf: keine Aufnahme

4.7 *Sorex isodon*

Von vier Tieren konnten ausschließlich Aufnahmen des Abwehrrufes II angefertigt werden. Die Art war unter den gegebenen Bedingungen nicht sehr ruffreudig.

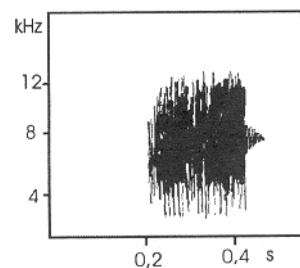


Abb.7: *S. isodon* – Abwehrruf II

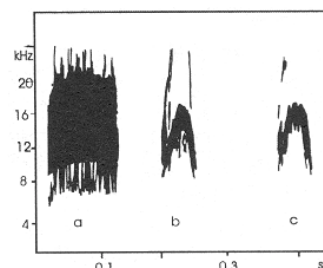


Abb.8: *S. tundrensis* a - Abwehrruf II, b und c - Abwehrruf I

Abwehrruf I: keine Aufnahmen

Abwehrruf II: Der Ruf besitzt eine durchschnittliche Lautlänge von $x = 121$ ms und variiert zwischen 175 und 71 ms. Die geräuschhaften Laute lassen noch eine deutliche Frequenzmodulation erkennen. Sie beginnen ab einer Frequenz von 4 kHz und reichen bis 26 kHz. In seiner Struktur ist der Ruf den der anderen Arten sehr ähnlich.

Positionsruf: keine Aufnahme

Adulter Kontaktruf: keine Aufnahme

4.8 *Sorex tundrensis*

Von dieser Art konnten die Lautäußerungen von drei Exemplaren untersucht werden.

Abwehrruf I: Die mittlere Ruflänge beträgt $x = 60$ ms. Die Frequenz des Grundtones beginnt bei 12 kHz, steigt zur Mitte hin auf 20 kHz an, um zum Schluß hin die Höhe der Ausgangsfrequenz wieder zu erreichen. Obertöne liegen an der Grenze des analysierten Frequenzbereiches. Der Ruf zeigt bei dieser Art eine relative Formkonstanz mit einer geringen Frequenzmodulation.

Abwehrruf II: Die durchschnittliche Lautlänge betrug 100 ms und die ermittelten Extremdaten liegen bei 160 und 30 ms. Der geräuschhafte Laut umfaßt die Frequenzbereiche zwischen 4 und 28 kHz. Es ist keine tonale Grundlage erkennbar und nur wenige Modulationen treten auf.

Positionsruf: Die mittlere Dauer liegt bei $x = 25$ ms und die Extremwerte befinden sich bei 33 und 14 ms. Der Ruf besteht nur aus einem Frequenzband von 3,5 kHz, das aber z.T. höher (9 kHz) einsetzt.

Adulter Kontaktruf: Dieser Ruf besitzt eine mittlere Dauer von $x = 210$ ms und schwankt zwischen 300 und 90 ms. Er gehört damit zu den längsten Kontaktrufen der hier vorgestellten Arten. Er wurde besonders von einem Expl. während der Konfrontation mit *N. fodiens* geäußert. Klare Frequenzbänder kennzeichnen das Sonagramm dieses Rufes. Der Grundton schwankt zwischen 4 und 6 kHz. Obertöne können zwischen 7 und 10 kHz bzw. 11 - 15 kHz liegen. Teilweise treten auch komplexere Lautstrukturen auf.

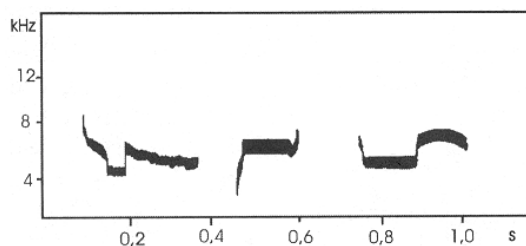


Abb.9: *S. tundrensis* - ad. Kontaktruf

5 Diskussion

Von fünf Arten der Soricinae konnten die Positionsrufe untersucht werden. In Gefangenschaft lassen einzeln gehaltene Exemplare häufig dieses leise Wispern vernehmen. Für diesen Ruf ist bei allen Arten eine kurze Dauer des Einzelrufes (zwischen 13 - 43 ms) charakteristisch. Der Frequenzbereich liegt zwischen 3 - 11,5 kHz (s. Abb. 10 u. 11). Die Arten äußern diesen Ruf mit geringer Intensität und meist in einer unregelmäßigen Folge. Den höchsten Frequenzbereich und die größte Ruflänge besitzt *S. minutus*.

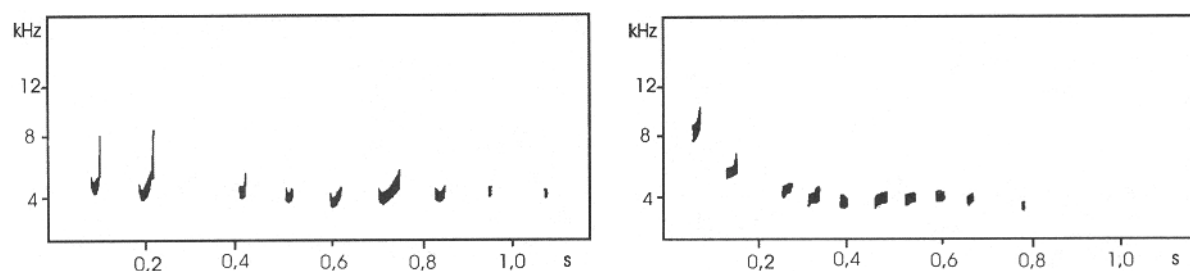


Abb.10: Positionsrufe *Crocidura russula* und *Sorex tundrensis*

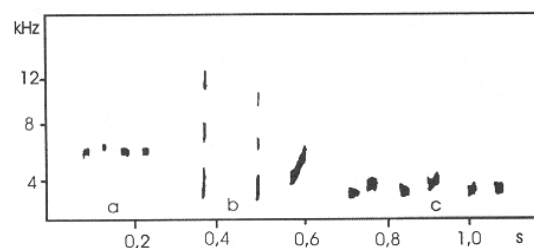


Abb.11: Positionsrufe a-*Neomys anomalus*, b-*Sorex minutus*, c-*Sorex daphaenodon*

Der Positionsruf wird von den untersuchten Arten in vergleichbaren Situationen hervorgebracht:

- lokomotorische Aktivitäten im eigenen Revier
- Lokomotion in unbekannter Umgebung
- bei der Nahrungsaufnahme
- während des Transportes von Nistmaterial, Jungtieren u.ä.

Gemeinsam ist allen diesen Situationen, daß durch die Aktivitäten des Tieres Geräusche erzeugt werden. Der Ruf wird offenbar durch die Nase geäußert, denn Beobachtungen an *N. fodiens* zeigen, daß die Nahrungsaufnahme keine Änderung in der Lautstruktur zur Folge hat. Neben den untersuchten Arten ist dieser Ruf u.a. von *S. alpinus* (Hutterer 1982), *S. cinereus* (Blossom 1932) aber auch für *Crocidura suaveolens* (Niethammer 1950 und Köhler unpubl.) und *C. russula* (Köhler unpubl., siehe Abb. 10a) bekannt. Es ist zu erwarten, daß dieser Ruf einen festen Bestandteil im Repertoire der Soricidae darstellt. Einen vergleichbaren Ruf äußern nach Poduschka (1976) auch einige Tenreciden und *Solenodon paradoxon*. Der Autor geht davon aus, daß es sich bei diesem Ruftyp um ein phylogenetisch altes akustisches Signal der Säugetiere handelt. Der Kontext, in dem der Ruf hervorgebracht wird und seine relativ einfache Struktur unterstützen diese Vermutung und machen eine Verwendung für die räumliche Orientierung unwahrscheinlich. Für letztere können die Soriciden offenbar auch Ultraschalllaute nutzen, wie u.a. für *S. vagrans* (Bucheler 1976) und *S. araneus* (Forsman und Malmquist 1988) nachgewiesen wurde. Man kann davon ausgehen, daß der Ruf wie Crowcroft (1957) für *S. araneus* und *S. minutus* sowie Köhler und Wallschläger aus ihren Beobachtungen zur Lautgebung von *N. fodiens* schlußfolgern, vorrangig, wie im Namen zum Ausdruck gebracht, der Positionsanzeige des Senders dient. Das Signal wird ungerichtet in der intra- und interspezifischen Kommunikation eingesetzt. Die latenten Perzipienten im Sinne von Tembrock (1971) sind in den Artgenossen bzw. Vertretern anderer Spitzmausarten zu sehen. Aufgabe der Kommunikation besteht darin, die auf Geräusche folgenden Verhaltensreaktionen (Flucht, Angriff) zu vermeiden. Unterstrichen wird dies dadurch, daß junge *N. fodiens* diesen Ruf erstmals nach Auflösung des Familienverbandes äußerten (Köhler 1984). Zu diesem Zeitpunkt nehmen die aggressiven Interaktionen zwischen den Individuen deutlich zu. Auch vor dem Hintergrund der syntopen Verbreitung vieler Spitzmausarten erscheint eine solche Kommunikation sinnvoll. Nach Sheftel (1989) umfaßt z.B. die Zoozönose in Zentralsibirien 9 Spitzmausarten mit zum Teil hohen Abundanzen, so daß innerartliche und zwischenartliche Interaktionen nicht selten sein dürften (vgl. Moraleva 1989).

Es muß bei der Lautemission des Positionsrufes ein Kompromiß erreicht werden, der eine hinreichende Lokalisation des Senders durch die Adressaten ermöglicht, zum anderen aber verhindert, daß dieser von potentiellen Prädatoren leicht geortet werden kann. Durch die für die kleinen Säuger relativ niedrige Frequenz des Signales wird die Ausbreitung in Bodennähe gefördert (Marten und Marler 1977), denn höherfrequente Rufe unterliegen in Bodennähe einer deutlichen Bedämpfung, haben aber den Vorteil, daß sie schwieriger zu orten sind. Interessant wäre zu prüfen, ob der Ruf weitere Informationen wie Artzugehörigkeit, Geschlecht, Alter, Fortpflanzungsbereitschaft etc. vermittelt.

Mit Ausnahme von *S. isodon* konnte von allen *Sorex*- und *Neomys*-Spezies Abwehrrufe entsprechend der Klassifikation von Köhler und Wallschläger festgestellt werden. Der Abwehrruf I ist ein Langlaut, dessen Dauer sich zwischen 88 - 530 ms beläuft und der, mit Ausnahme von *S. daphaenodon*, eine hohe Ähnlichkeit zwischen den untersuchten Arten aufweist. Der Ruf von *S. daphaenodon* fällt aufgrund seiner hohen Frequenzen aus diesem allgemeinen Bild heraus.

Der Abwehrruf II ist vermutlich bei allen Arten anzutreffen. Aus den Parametern dieses Rufes sind kaum artspezifische Charakteristika zu erkennen. Individuelle Variation infolge der offenbar engen Kopplung dieser Lautäußerung mit dem Erregungszustand des Senders kommen häufig vor und erschweren den bioakustischen Vergleich. Desweiteren treten nicht selten extrem lange Rufe auf. Ein markantes Beispiel für die Variabilität der Lautlänge dieses Langrufes ist ein Abwehrruf von *N. fodiens* von einer Dauer bis zu 3,2 s. Besonders bei hoher Erregung werden häufig Kombinationen beider Ruftypen vorgenommen. Beide Abwehrrufe werden ausschließlich im diffusen Kontext hervorgebracht. Mit dem raschen Intensitätsanstieg entsprechen sie der allgemeinen Form derartiger diffuser Lautsignale.

Im subdominanten Verhaltensstatus konnte bei vier Arten als charakteristische Lautäußerung der adulte Kontaktruf festgestellt werden. Für diesen Ruftyp liegt die Dauer zwischen 110 und 450 ms und die auffallend harmonischen Frequenzen umfassen den Bereich zwischen 6 und 15 kHz. Die beiden größeren *Neomys*-Arten besitzen dabei überraschenderweise höhere Frequenzlagen als die

kleinen *S. minutus* und *S. tundrensis*. Die Dauer des Lautes wird offenbar von dem emotionalen Status des Senders beeinflusst: große Lautlänge = Subdominanz, kurze Lautlänge = Dominanz (Movcan und Shibkov 1982, Köhler und Wallschläger 1987).

Die enge Beziehung der zur "araneus"-Gruppe gehörenden Arten *S. araneus*, *S. tundrensis* und *S. caecutiens* (George 1988) wird bei dem Vergleich der untersuchten Laute deutlich. *S. daphaenodon* wird von Judin (1989) gemeinsam mit *S. minutus* und *S. minutissimus* in eine Unterordnung gestellt. Eine Auffassung, die sich nach dem Ergebnis der bioakustischen Untersuchung zu bestätigen scheint. Auffällig ist, daß die akustischen Signale der untersuchten Spitzmäuse eine große Ähnlichkeit aufweisen und trotz der hohen individuellen Variabilität, artspezifische Merkmale deutlich erkennen lassen. Offenbar war, da der akustische Kanal nicht den einzigen Kommunikationskanal für die Tiere darstellte und der olfaktorische auch der wahrscheinlich weitaus bedeutendere, eine Selektion auf eine höhere Prägnanz nicht erforderlich. Die Struktur einiger Lautäußerungen ist sehr stark an den Erregungszustand des Emitenten gebunden.

6 Zusammenfassung

Die Abwehr-, Kontakt- und Positionsrufe von 8 paläarktischen Soriciden werden vorgestellt und analysiert.

Es zeigt sich, daß der Positionsruf eine kurze, oft in einer Lautfolge geäußerte Ruf bei fast allen Arten vorkommt. Er dient vermutlich der intra- und interspezifischen Kommunikation. Er wird aufgrund seines Vorkommens auch bei anderen Insektivoren als ein primitives akustisches Signal der Säugetiere betrachtet. Im diffusen Kontext werden desweiteren Abwehrrufe und je nach emotionellem Status Kontaktrufe unterschiedlicher Lautlänge geäußert.

Es wird vermutet, daß der akustische Kanal keinem starken Selektionsdruck auf eine höhere Prägnanz ausgesetzt war. Daher sind trotz der artspezifischen Laute die Ähnlichkeiten zwischen den Spezies recht hoch. Wir haben es vermutlich mit einem relativ primitiven akustischen Kommunikationssystem zu tun.

7 Literatur

Blosson, P.M. (1932): A pair of long-tailed shrews *Sorex cinereus cinereus* in captivity.- J. Mammalogy; 13: 136-143.

Buchler, E.R. (1976): The use of echolocation by the wandering shrew (*Sorex vagrans*).- Anim.Behav.; 24: 858-873.

Crowcroft, P. (1957): The life of the shrew. Reinhardt, London.

Forsman, K.A. und Malmquist, M.G. (1988): Evidence for echolocation in the common shrew, *Sorex araneus*.- J. Zool. Lond.; 216: 655-662.

George, S.H. (1988): Systematics, historical biogeography, and evolution of the genus *Sorex*.- J. Mamm.; 69: 443-461.

Hutterer, R. (1976): Beobachtungen zur Geburt und Jugendentwicklung der Zwergspitzmaus, *Sorex minutus* L. (Soricidae-Insectivora).- Z. Säugetierkde; 41: 1-22.

Hutterer, R. (1978): Paarungsrufe der Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*) und verwandte Laute weiterer Soricidae.- Z. Säugetierkde; 43: 330-336.

Hutterer, R. (1982): Biologische und morphologische Beobachtungen an Alpenspitzmäusen (*Sorex alpinus*).- Bonn. zool. Beitr.; 33: 3-18.

Hutterer, R. und Vogel, P. (1977): Abwehrlaute afrikanischer Spitzmäuse der Gattung *Crocidura* Wagler, 1832 und ihre systematische Bedeutung.- Bonn. zool. Beitr.; 28: 218-227.

Judin, B.S. (1989). Die insektenfressenden Säugetiere Sibiriens (russ.). Novosibirsk.

Köhler, D. (1984): Zum Pflegeverhalten und zur Verhaltensontogenese von *Neomys fodiens* (Insectivora: Soricidae).- Zool. Anz. Jena; 213: 275-290.

Köhler, D. und Wallschläger, D. (1987): Über die Lautäußerung der Wasserspitzmaus, *Neomys fodiens* (Insectivora: Soricidae).- Zool. Jb. Physiol.; 9: 89-99.

Marten, K. und Marler, P. (1977): Sound transmission and its significance for animal vocalisation. I Temperate habitats.- Behav. Ecol. Sociobiol.; 2: 271-290.

Moraleva, N.V. (1989): Intraspecific interactions in the common shrew *Sorex araneus* in Central Siberia.- Ann. Zool. Fennici; 26: 425-432.

Movcan, V.N. und Shibkov, A.A. (1982): Strukturelle Besonderheiten der akustischen Signale der Spitzmäuse (russ.).- Zool. Sh.; 61: 1695-1705.

Niethammer, G. (1950): Zur Jugendpflege und Orientierung der Hausspitzmaus (*Crocidura russula* Herm.).- Bonn. zool. Beitr.; 1: 117-125.

Poduschka, W. (1976): Die bisher bekannte Verständigung der Insektivoren.- Labor. Zool. Appl. Alla Caccia; 7: 595-648.

Sheftel, B. (1989): Long-term and seasonal dynamics of shrews in North-west Siberia.- Ann. Zool. Fennici; 26: 357-370.

Tembrock, G. (1971): Biokommunikation. Berlin, Oxford, Braunschweig, 281 S.

Anschrift des Autors

Dr. Dieter Köhler

Hänflingsteig 10
12685 Berlin