

Zur Ökologie und
Reproduktionsbiologie der
Geschwisterarten Waldspitzmaus
(*Sorex araneus* L. 1758) und
Schabrackenspitzmaus
(*Sorex coronatus* Millet 1828)

Hendrik Turni

Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Abteilung Waldökologie

Dezember 2003

ISSN 1611-1680

Herausgeber:

Forstliche Versuchs- und
Forschungsanstalt Baden-Württemberg

Schriftleitung:

Dr. Winfried Bücking

Autoren und Bearbeiter:

Hendrik Turni
Ebertsstr. 5
72072 Tübingen

Bildnachweis:

Photos: Dr. Richard Kraft; Hendrik Turni

Umschlaggestaltung:

Bernhard Kunkler Design, Freiburg

Layout und Satz:

Philipp Riedel

Bestellung an:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg
Wonnhaldestr. 4
79100 Freiburg

Tel. 0761/4018-0 Fax 0761/4018-333

e-mail: fva-bw@forst.bwl.de

internet: www.fva-bw.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht
der Vervielfältigung und Verbreitung
sowie der Übersetzung vorbehalten.

Gedruckt auf 100 % chlorfrei
gebleichtem Papier

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Arbeitsziel	2
2. Das Untersuchungsgebiet	2
3. Material und Methoden	5
3.1 Basismaterial	5
3.2 Verteilungsmodus, Syntopie, Koexistenz, Konkurrenz	5
3.3. Geschlechtsreife, Sexuelle Aktivität	7
3.4 Körpermaße	8
3.5 Reproduktionshabitats, Nicht-Reproduktionshabitats	8
3.6 Nahrungsangebot, Nahrungsnutzung	8
3.7 Lebendfang	8
3.8 Lebensraumanalyse	8
3.9 Statistik	10
3.10 Haltung der Tiere	10
3.11 Gas-Chromatographie	11
3.12 Chromosomen-Präparation	11
4. Ergebnisse	12
4.1 Vorkommen und Verbreitung von <i>Sorex araneus</i> und <i>S. coronatus</i> in Baden-Württemberg	12
4.2 Naturräumliche und klimatische Präferenzen	12
4.3 Exposition, Habitatausstattung	14
4.3.1 Exposition	15
4.3.2 Habitatausstattung	15
4.3.2.1 Bodenfallen	15
4.3.2.2 Lebendfänge	17
4.4 Syntopie, Koexistenz, Konkurrenz	18
4.5 Reproduktionsperiode	22
4.6 Reproduktionspotential	25
4.6.1. Beteiligung juveniler Individuen an der Reproduktion	25
4.6.2 Wurfgröße, Embryonen-Mortalität	26
4.6.3 Sexuelle Aktivität	27
4.7 Reifeinduktoren	30
4.7.1 Versuche an <i>Neomys anomalus</i>	33
4.8 Reifeinhibitoren	35
4.9 Hybridisierungsbarrieren, Gaschromatographie	35
4.10 Kampf um Territorien, Nahrungsressourcen und Geschlechtspartner	36
4.11 Parasitierung	39
4.11.1 Zecken der Gattung <i>Ixodes</i>	39
4.11.2 Nematoden der Gattung <i>Porrocaecum</i>	39
4.12 Darmlängen	41
4.13 Nahrungsangebot im Reproduktionshabitat	43
5. Diskussion	47
5.1 Verteilungsmuster	47
5.2 Syntopie, Koexistenz, Konkurrenz	48
5.3 Lebensraumanalyse	49
5.3.1 Naturräumliche und klimatische Präferenzen	49
5.3.2 Exposition, Habitatausstattung	49
5.4 Reproduktionsperiode, Reproduktionspotential	50
5.4.1 Lebenserwartung, Dauer der Reproduktionsperiode, früheife Weibchen	51
5.4.2 Wurfzahl	51
5.4.3 Postpartum oestrus, Gestations- und Laktationsdauer	52
5.4.4 Wurfgröße, Embryonenmortalität	52
5.4.5 Hypothese	52
5.5 Paarungsstrategie	54
5.5.1 Anmerkungen	55
5.6 Reifeinduktion - Reifeinhibition	55
5.7 Darmlänge	58
5.8 Schlussbetrachtung	58
6 Zusammenfassung und Summary	59
7 Literatur	63
8 Anhang	67
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	70

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung hatte das Ziel, den Kenntnisstand über die Ökologie und die Reproduktionsbiologie der Geschwisterarten Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) und Schabrackenspitzmaus (*Sorex coronatus*) zu erweitern und somit zum Verständnis ihrer Verbreitung beizutragen.

Auf der Grundlage von mehr als 12.000 Individuen konnten Verbreitungskarten von *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* erstellt werden, aus welchen ersichtlich wird, dass beide Arten in Baden-Württemberg fast überall sympatrisch verbreitet sind.

Die Untersuchung verschiedener Populationen zeigte, dass *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* Gebiete auch gemeinsam besiedeln können, jedoch dominiert in den einzelnen Lebensräumen stets eine von beiden Arten. Kleinräumig leben ihre Populationen streng getrennt nebeneinander.

Aus einer Lebensraumanalyse ging hervor, dass *Sorex araneus* in Baden-Württemberg keine naturräumlichen oder klimatischen Präferenzen hat. Das bedeutet, dass *Sorex araneus* grundsätzlich sämtliche Lebensräume besiedeln könnte, auch solche, die von *Sorex coronatus* besetzt sind. Die Analyse zeigte ferner, dass Standorte mit sehr kurzer frostfreier Periode oder mit Bodenfrost noch vor September für *Sorex coronatus* nachteilig sind. *Sorex araneus* war signifikant häufiger an Standorten mit den sonnenreichen Expositionen SW, S, SO und O anzutreffen, *Sorex coronatus* hingegen an solchen mit den sonnenärmeren Expositionen N, NW und W. *Sorex araneus* bevorzugte zudem lichtreichere, *Sorex coronatus* hingegen lichtärmere Waldstandorte. Von einer Tothholzpräferenz bei *Sorex araneus* abgesehen, zeigten beide Arten in ihren Ansprüchen an die Habitatausstattung (Bodenparameter, Vegetation, strukturel-

les Angebot) keine weiteren Unterschiede.

Die vorliegenden Befunde widerlegen die in der Literatur mehrfach geäußerte Vermutung, dass *Sorex araneus* durch *Sorex coronatus* aus den günstigen Lebensräumen verdrängt wird. Vielmehr besteht der Verdacht, dass sich *Sorex coronatus* gegen die körperlich überlegene und deutlich aggressivere Art *Sorex araneus* nur bei einem zahlenmäßigen Übergewicht aus einer höheren Populationsdichte behaupten kann.

Morphometrische und parasitologische Befunde unterstreichen die Vermutung von STOCKLEY U. SEARLE (1998), wonach *Sorex araneus* eine promiskuitive Paarungsstrategie verfolgt und *Sorex coronatus* fakultativ monogam ist. Zwischen den Männchen beider Arten konnten erhebliche Unterschiede in der Hodengröße (Spermienkonkurrenz bei *Sorex araneus*!), Penislänge, Seitendrüsengröße und in der Parasitierung durch Zecken der Gattung *Ixodes* festgestellt werden.

Die Reproduktionen im Labor belegen, dass sich *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* weder in der Dauer der Gestation noch in der Laktation unterscheiden. Beide Arten sind in der Lage, die Reproduktion durch mehrfachen postpartum oestrus zu optimieren. Die Gestationszeit wurde bei zeitgleicher Laktation nach einer postpartum erfolgten Begattung um wenige Tage ausgedehnt.

Es gibt Hinweise, dass *Sorex coronatus* eine höhere Lebenserwartung hat als *Sorex araneus*. Deshalb bringen *Sorex araneus* – Weibchen in der Regel 2 – 3 Würfe (mit durchschnittlich 6,7 Jungtieren) und *Sorex coronatus* – Weibchen häufiger 3 – 4 Würfe (mit durchschnittlich 5,6 Jungtieren) hervor.

Der von Gebiet und Jahr unabhängige, für *Sorex coronatus* typische „Spätsommer/Herbst – Gip-

fel“ (letzter Wurf) geht nicht auf juvenile Individuen zurück, die sich bereits in ihrem Geburtsjahr an der Reproduktion beteiligen.

Anhand der vorliegenden Ergebnisse werden hypothetische Populations-Entwicklungen formuliert. Aus diesen geht hervor, dass ein zahlenmäßiges Übergewicht von *Sorex coronatus* nicht, wie LOPEZ-FUSTER (1989) vermutet hat, aus einem früheren Reproduktionsbeginn hervorgeht sondern aus einer unterschiedlichen Paarungs- und Reproduktionsstrategie, wobei *Sorex coronatus* bei atlantischen und *Sorex araneus* bei kontinentalen Klimabedingungen in einem Lebensraum dominiert.

Die Seitendrüsen der tendenziell monogamen *Sorex coronatus* – Männchen sind 17 % länger als bei den *Sorex araneus* – Männchen. Eine gaschromatographische und massenspektrometrische Analyse des Seitendrüsensekretes zeigte, dass das Sekret vorwiegend schwerflüchtige hochmolekulare Substanzen enthält, wobei Tricaprylin möglicherweise eine bedeutende Rolle spielt. Da bei der Annäherung an das Weibchen jedoch leichtflüchtige Substanzen erforderlich sind, hat das Seitendrüsensekret nicht die Funktion, dem Weibchen den richtigen Partner zu signalisieren. Vielmehr wird es bei der Markierung des Territoriums benötigt und dient dazu, anderen Männchen (Konkurrenten) die Anwesenheit eines sexuell aktiven Männchens anzuzeigen.

Haltungsversuche im Labor sowie die Präparation von Alkoholmaterial in Zusammenhang mit der Auswertung von Wetterdaten widerlegten die Vermutung, dass das Licht als Induktor für die Geschlechtsreife im Frühjahr eine Rolle spielt. Der Reifeinduktor im Frühjahr ist, das konnte durch die vorliegende Untersuchung erstmals gezeigt werden, eine etwa 5 Tage andauernde Wärmeperio-

de im „Vorfrühjahr“. Möglicherweise ist der Gradient und nicht die absolute Temperaturhöhe dafür verantwortlich. Durch die Wärmeperiode in Gang gesetzt, ist der Reifeprozess nicht mehr aufzuhalten, unabhängig vom weiteren Temperaturverlauf. Da dieser Reifeinduktor auch für die Sumpfspitzmaus (*Neomys anomalus*) Gültigkeit hat, wie ein weiterer Versuch zeigte, ist anzunehmen, dass hier eine Gesetzmäßigkeit für die Reifeinduktion bei den Soricinae (Rotzahnspitzmäuse) entdeckt wurde. Die Wärmeperiode löst bei den meisten Individuen einer lokalen Population die Geschlechtsreife zum selben Zeitpunkt aus. Damit ist auch eine plausible Antwort auf STOCKLEY'S (1996) Frage nach der Ursache des synchronen Oestrus zu Beginn der Reproduktionsperiode gefunden.

Sorex araneus – Männchen waren etwa 14 Tage vor den Weibchen reif; der Reifeprozess dauerte bei ihnen insgesamt kaum länger als 4 Wochen.

Aus einer Beobachtung unter Laborbedingungen konnte geschlossen werden, dass die vorzeitige Reifeentwicklung der Jungtiere im Geburtsjahr durch die Anwesenheit dominanter adulter,

sexuell aktiver Tiere unterdrückt werden kann.

Die Erfassung des potentiellen Nahrungsangebotes im Jahresverlauf in den Reproduktionshabitaten beider Arten sowie Analysen der Mageninhalte und Fütterungsversuche ergaben keine wesentlichen Unterschiede im Nahrungsspektrum beider Arten. In erster Linie greifen beide auf Lumbriciden und Gastropoden sowie auf Insektenlarven bzw. -puppen zurück; zur Beikost gehören Araneae, Chilopoden und Coleopteren.

Aus der vergleichenden Untersuchung der Darmlängen ging hervor, dass *Sorex araneus* über einen um 11 % längeren Darm als *Sorex coronatus* verfügt, bei nahezu gleicher Körpergröße. Da sich das Nahrungsspektrum beider Arten kaum unterscheidet, kann der Darmlängenunterschied nicht mit einem unterschiedlichen Nahrungsspektrum zusammenhängen. Vielmehr liegt die Bedeutung des Längenunterschiedes im Vorteil für *Sorex araneus*, durch effizientere Nahrungsverwertung auch Lebensräume mit zeitweilig ungünstigem Nahrungsangebot besiedeln zu können.

Während der Geschlechtsreife verlängert sich der Darm bei *Sorex araneus* - Weibchen um 18,9 %

und bei *Sorex coronatus* – Weibchen um 16,9 %. Dieser Zuwachs, der nur bei adulten Weibchen zu beobachten war, vollzieht sich innerhalb von etwa 4 Wochen. Er steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem drastisch erhöhten Energiebedarf während der Laktationszeit.

Parasitologische Befunde deuten darauf hin, dass *Sorex araneus* und *Sorex coronatus* die Funktion des obligatorischen zweiten Zwischenwirtes des in Eulen parasitierenden Nematoden *Porrocaecum spirale* übernehmen.

Abschließend wurde unter Einbeziehung aller gegenwärtig bekannten Unterschiede zwischen beiden Arten mit Hilfe eines von HAFFER (1998) entwickelten Schemas der Abstand ermittelt, den *Sorex coronatus* als vermutlicher Abkömmling des Chromosomenrassen-Komplexes *Sorex araneus* auf dem Weg zur eigenen Art inzwischen erreicht hat.

Angeregt durch eine Publikation von FREDGA (1987) wurde eine Alternativmethode zur Herstellung von Chromosomenpräparaten bei Spitzmäusen entwickelt, die weder das Töten der Tiere noch größeren technischen Aufwand im Freiland oder im Labor erfordert.

Summary: About the ecology and reproduction biology of the related Common shrew (*Sorex araneus*) and Millets shrew (*Sorex coronatus*)

The investigation presented here had the aim of developing the current knowledge of the ecology and reproduction biology of the related Common shrew (*Sorex araneus*) and Millets shrew (*Sorex coronatus*) and in so doing, make a contribution to the understanding of their range and extent.

From a basis of more than 12000 individuals it was possible to draw up maps showing the range of *Sorex araneus* and *Sorex coronatus*. From these maps one can see that the two species occur practically in all areas of Baden-Württemberg in a sympatric distribution.

The investigation of different populations showed that *Sorex araneus* and *Sorex coronatus* could also colonise an area mutually, although in single ecosystems only one of the two species would dominate. On a smaller scale the two species live strictly apart from one another.

From a biotope analysis it was found that *Sorex araneus* in Baden-Württemberg has no biotope or climatic preferences. This means that *Sorex araneus* could colonise essentially every living space, even those already occupied by *Sorex coronatus*. The analysis showed further, that sites with very short frost-free periods or with ground frost already before September are disadvantageous for *Sorex coronatus*. *Sorex araneus* was found significantly more often on sites with sunny SW, S, SE and E exposures. *Sorex coronatus* on the other hand was found on the less sunny exposures of N, NW and N. *Sorex araneus* moreover preferred light-rich forest sites whilst *Sorex coronatus* preferred the light-poor sites. Apart from a preference for dead wood in *Sorex araneus*, both species showed no great differ-

ences in their demands on the habitat qualities (soil parameters, vegetation, structural qualities).

Although often mentioned in the literature, the supposition that *Sorex araneus* is driven out of the better sites by *Sorex coronatus* is contradicted by the findings presented here. Furthermore, there is the suspicion that *Sorex coronatus* can only predominate against the superior and clearly more aggressive species *Sorex araneus* through more individuals and a higher population density.

Morphometric and parasitological findings emphasise Stockley and Searle's (1998) theory that *Sorex araneus* follows a promiscuous pairing strategy and that *Sorex coronatus* is by choice usually a monogam. Between the males of both species, large differences in scrotum size (sperm competition in *Sorex araneus*!), penis length, gland size and the infection through ticks of the genus *Ixodes* (different home range sizes!) could be determined.

Reproduction in the laboratory proves that *Sorex araneus* and *Sorex coronatus* do not differentiate themselves either in terms of gestation periods or in lactation. Both species are capable of optimising the reproduction through multiple postpartum oestrus. After a copulation resulting in a birth the gestation period was extended by a few days.

There is evidence to suggest that *Sorex coronatus* has a greater life expectancy than *Sorex araneus*. As a result, *Sorex araneus* females generally have 2-3 litters (with an average of 6.7 young) and *Sorex coronatus* females more often 3-4 litters (averaging 5.6 young). The „late summer/autumn peak“ typical for *Sorex coronatus* and independent of locality and year, is not a

result of participation of reproductively active juvenils within the year of their birth.

Population developments were hypothesised based on the results presented in this work. It emerged from these hypotheses that superiority of numbers as seen in *Sorex coronatus* does not, as supposed by Lopez-Fuster (1989), arise from an earlier reproduction start. This superiority is instead a result of a different pairing and reproduction strategy, whereby *Sorex coronatus* dominates in atlantic and *Sorex araneus* in continental conditions.

The side glands of the normally monogamous *Sorex coronatus* males are 17% longer than those of *Sorex araneus* males. A gas chromatographic and mass spectrometric analysis of the side gland secretion showed that the exudates contained predominately involatile, high molecular substances, whereby Tricaprylin possibly plays an important role. However, since approaching a female requires volatile substances, the side glands clearly do not have the function of indicting the right partner for the female. It is much more important for marking territories and serves to indicate the presence of a sexually active male to other males (competitors).

Behaviour tests in the laboratory as well as the preparation of alcohol material in connection with the evaluation of weather data disproved the theory that light induces the pubescence in spring. Through the presented investigation it could be proven for the first time that a continuous warm period of around 5 days in early spring is responsible for the onset of pubescence. It is possible that the change in temperature is responsible and not the tempe-

perature itself. Once started by the warm period, this process cannot be stopped even by further temperature changes. Since this pubescence indicator is also valid for *Neomys anomalus*, as shown in another experiment, it can be supposed that a regularity for the indication of puberty in *Soricinae* (Red-toothed shrews) has been discovered.

The warm period induces simultaneously the pubescence of individuals in a local population. With that, a plausible answer has been found to Stockley's (1996) question to the cause of the synchronous Oestrus at the start of the reproductions period.

Sorex araneus males were reproductive approximately 14 days before the females; the process of puberty hardly lasts longer than four weeks.

From an observation under laboratory conditions it could be concluded that the premature puberty of young animals in the year of birth could be suppressed by the presence of dominant, sexually active, older animals.

No significant difference was found in the nutritional spectrum of both species during the analysis of the potential food sources during the course of the year and the reproduction habitats of both species, as well as in analyses of stomach contents and feeding tests. Both species prefer lumbricids and gastropodes as well as insect larvae and pupae. Araneae, chilopodes and coleoptera are also eaten as secondary foods.

From a comparison of the gut length, it emerged that *Sorex araneus* has an 11% longer digestive tract as that of *Sorex coronatus* despite having almost the same body size. Since the diets of both species hardly differ, the difference in gut length cannot be in connection with a different food spectrum. The importance of the different lengths lies in the advantage for the *Sorex araneus*. Through more efficient digestion even areas with periodically few food sources can be colonised by *Sorex araneus*.

During puberty the intestine of *Sorex araneus* females grows by

18.9% and of *Sorex coronatus* females by 16.9%. This growth, which was only found in adult females, develops fully within four weeks. This is probably in connection with the dramatically increased energy need during the lactation period.

Parasitological findings have indicated that *Sorex araneus* and *Sorex coronatus* assume the role of the obligatory intermediary host of the parasitic Owl nematode *Porrocaecum spirale*.

With help of the system devised by Haffer (1998) and the incorporation of all known differences between the two species, it could be determined how far *Sorex coronatus* as a probable descendant of the Chromosome-race complex *Sorex araneus* has come on the way to becoming a separate and distinct species.

Inspired through a publication from Fredga (1987), an alternative method of creating a Chromosome preparation in shrews was developed which necessitated neither the killing of the animals nor great effort in the laboratory or natural habitat.

Schlussbemerkung

Die vorliegende Arbeit wurde als Dissertation an der Fakultät für Biologie der Eberhard-Karls-Universität Tübingen eingereicht. Wesentliche Ergebnisse wären allerdings ohne das Beifangmaterial und die Förderung der Forstlichen Forschungs- und Versuchsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldökologie, kaum zustande gekommen. Ich habe aus diesem Grund die Möglichkeit, meine Arbeit bei der FVA zu publizieren, sehr gerne wahrgenommen.

Danksagung

Für das Vertrauen in mich und für die Betreuung meiner Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. Ewald Müller. Ihm und insbesondere Herrn Prof. Dr. Erwin Kulzer verdanke ich nicht nur die handwerklichen Grundlagen der Ökologie sondern auch zahlreiche praktische Gelegenheiten auf diesem faszinierenden Forschungsfeld.

Für die Förderung und das nette Arbeitsklima an der FVA möchte ich in erster Linie den Herren Dr. Eberhard Aldinger, Dr. Winfried Bücking, Dr. Frank Hohlfeld, Ralph Kärcher und Dr. Reinhold Loch ganz herzlich danken.

Ein Dankeschön ebenso an Frau Monika Braun und Herrn Dr. Fritz Dieterlen, die meine Arbeit an den Staatlichen Museen für Naturkunde Karlsruhe bzw. Stuttgart förderten.

Artur Gallmayer möchte ich für die Konstruktion der geländetauglichen Meßstationen und für die vielen kleinen Gefälligkeiten danken. Dipl.-Ing. Thomas Blum (FH Reutlingen, Abteilung Umweltschutz) ermöglichte freundlicherweise die gaschromatographische Analyse der Seitendrüsensekrete.

Ewa Paliocha danke ich für die Übersetzung der Dehnel'schen Handlungsbeobachtungen aus dem Polnischen.

Im „Kupferhammer“ habe ich ein einmaliges Arbeitsumfeld gefunden. Sich wissenschaftlich gegenseitig zu befruchten und mitzureißen ist hier ebenso selbstverständlich wie das Für- und Miteinander darüber hinaus. Für die schöne Zeit danke ich ganz besonders Dr. Joachim Burkhardt, Dr. Joanna Fietz, Friederike Scharfe, Dr. Wolfgang Schlund, Dr. Jutta Schmid, Dr. Michael Stauss und Dr. Christian Wolff.

Für einige wertvolle Anmerkungen und Diskussionen möchte ich mich ganz herzlich bei Dr. Rainer Hutterer (Bonn) und Dr. Hans-Jürgen Kapischke (Dresden) bedanken.

Bei meiner Frau Susanne möchte ich mich für den großen Rückhalt während der ganzen Zeit sowie für die kritische Durchsicht der Rohfassung bedanken. Meiner Mutter möchte ich schließlich für all das danken, was sie mir unter erschwerten Bedingungen ermöglicht hat.