

Zur Unterscheidung von Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und Mückenfledermaus (*Pipistrellus mediterraneus/pygmaeus*) im Feld

Von OTTO VON HELVERSEN und MARC HOLDERIED, Erlangen

Mit 4 Abbildungen

Einleitung

Die modernen Methoden der molekularen Genetik erlauben es, Arten sicher zu unterscheiden, die zuvor aufgrund ihrer morphologischen Ähnlichkeiten miteinander verwechselt wurden (z. B. MAYER & v. HELVERSEN 2001 a). Das erste Beispiel, in dem dies bei den europäischen Fledermäusen zweifelsfrei gelang, war die Entdeckung, daß sich unter dem Namen „Zwergfledermaus“ zwei verschiedene Arten verbergen (BARRATT et al. 1997) mit Hilfe von Sequenzunterschieden im Gen für das Cytochrom B. Ausgangspunkt für die Vermutung, daß es sich bei der „Zwergfledermaus“ um zwei verschiedene Formen handeln könnte, war die Beobachtung, daß es in Europa zwei Phonotypen von „Zwergfledermäusen“ gibt, die sich in der Endfrequenz ihrer Ortungsrufe unterscheiden (WEID & v. HELVERSEN 1987, ZINGG 1990, AHLÉN 1991). G. JONES und seine Arbeitsgruppe (JONES & PARIJS 1993, PARK et al. 1996) zeigten als erste, daß beide „Phonotypen“ in England sympatrisch vorkommen, und benannte die beiden Formen demnach zunächst als „45 kHz-Phonotyp“ und „55 kHz-Phonotyp“, vermutete aber bereits, daß es sich um sibling species handeln könnte. Die molekulargenetischen Unterschiede fallen mit diesen beiden Phonotypen zusammen (BARRATT et al. 1997, MAYER & v. HELVERSEN 2001 b). HÄUSSLER et al. (1999) führten anhand von am Kühkopf (Südhessen) beobachteten Tieren eine gründliche Analyse der äußeren morphologischen Merkmale beider Arten durch und stellten zum ersten Mal auch die morphologischen Erkennungsmerkmale zusammen. Als deutsche Namen der beiden Arten schlugen sie vor, bei dem 45 kHz-Phonotyp beim Namen „Zwergfledermaus“ (im engeren Sinne) zu blei-

ben und die zweite Art als „Mückenfledermaus“ zu bezeichnen.

Wissenschaftlicher Name

Interessanterweise ist der deutsche Name der beiden Arten derzeit immer noch besser gesichert als der wissenschaftliche. Bisher besteht nur Einigkeit, daß der wissenschaftliche Name der 45 kHz-Phonotyp-Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) bleiben soll.

Als wissenschaftlichen Namen der Mückenfledermaus schlugen JONES & BARRATT (1999) den Namen *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) vor, während v. HELVERSEN, MAYER & KOCK (2000) und auch CAKENBERGHE (2001) Argumente für den Namen *Pipistrellus mediterraneus* ins Feld führten. Die Frage, welcher dieser beiden Namen in Zukunft gültig sein wird, wird demnächst von der Nomenklaturkommission entschieden. Für den Namen *Pipistrellus pygmaeus* spräche, daß dieser Name bereits sehr früh vergeben wurde, so daß keine anderen Namen Priorität gewinnen können. Gegen diesen Namen spricht, daß es keinerlei Evidenz gibt, daß er sich auf die Mückenfledermaus bezieht. Wenn sich der noch vorhandene Typus als Zwergfledermaus herausstellt, wäre die Namensgebung unter falschen Voraussetzungen erfolgt. Für den Namen *Pipistrellus mediterraneus* spricht, daß der Erstbeschreiber (CABRERA 1904) zum ersten Mal Merkmale angab, an denen man Mückenfledermäuse erkennen kann und außerdem am locus typicus der Art, an der spanischen Küste bei Valencia, anscheinend nur Mückenfledermäuse und keine Zwergfledermäuse vorkommen. Derzeit führt man die Art am besten als *Pipistrellus mediterraneus*

pygmaeus, um der Entscheidung der Nomenklaturkommission nicht vorzugreifen.

Verbreitung der Mückenfledermaus

Neuere Untersuchungen haben gezeigt (RUSO & JONES 2000, MAYER & v. HELVERSEN 2001 b), daß die Mückenfledermaus höchstwahrscheinlich über ganz Europa verbreitet ist und wahrscheinlich sogar eine weitere Verbreitung als die Zwergfledermaus hat, weil die am weitesten in den Norden vorstoßenden „Zwergfledermäuse“ ihrem Ruftyp nach zum 55 kHz-Phonotyp gehören (AHLÉN 1991). Aber auch im gesamten Mittelmeergebiet ist die Mückenfledermaushäufig. Abb. 1 zeigt eine Karte, in wel-

cher das vermutliche Verbreitungsgebiet der Mückenfledermaus in Europa eingetragen ist.

In Deutschland ist die Mückenfledermaus im Norden häufiger als im Süden. In Süddeutschland (Baden-Württemberg, Bayern) ist sie sehr viel seltener als die Zwergfledermaus, aber zumindest im Herbst wurde sie an einer Reihe neuer Fundorte festgestellt (SCHORR 1996, HÄUSSLER et al. 1999, NAGEL 1999, BRAUN & HÄUSSLER 1999, KOCH & v. HELVERSEN 1999 u.a.).

Habitat

Im Mittelmeergebiet ist die Mückenfledermaus in den Küstenregionen häufiger als in den Bergen, sie kommt dort aber auch bis ins höhere

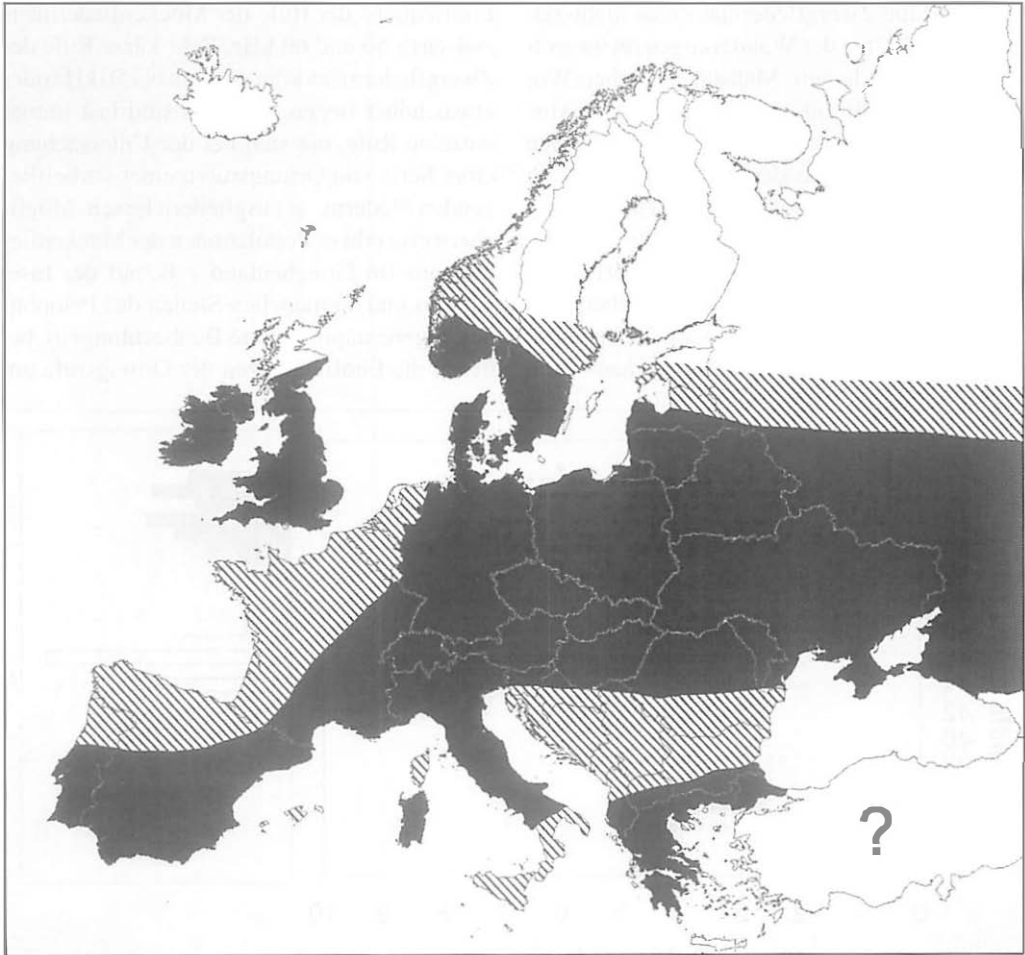


Abb. 1. Verbreitung der Mückenfledermaus (*Pipistrellus mediterraneus/pygmaeus*) in Europa nach den bisherigen Kenntnissen. Schwarz: Verbreitung durch akustische oder genetische Analyse belegt (vgl. MAYER & v. HELVERSEN 2001 b). Schraffiert: wahrscheinliches, aber noch nicht belegtes Vorkommen

Gebirge hinein vor. Im Norden (Dänemark, Skandinavien) kommt die Mückenfledermaus anscheinend regelmäßig in Waldgebieten vor. Es spricht vieles dafür, daß gerade die in Nistkästen anzutreffenden „Zwergfledermäuse“ zu einem großen Teil Mückenfledermäuse sind. HÄUSSLER et al. (1999) haben hervorgehoben, daß die Mückenfledermäuse im mittleren Deutschland vor allem in Auwäldern vorkommen. Auch in Bayern bevorzugen sie Parkanlagen mit alten Bäumen und Wasserflächen. Sie sind im Herbst regelmäßig in Nistkästen zu finden, während Zwergfledermäuse im Süden Deutschlands nur relativ selten Nistkästen aufsuchen.

Migration

Während die Zwergfledermaus eine nicht-ziehende Art ist, bei der Wanderungen im wesentlichen nur in kleinem Maßstab zwischen Wochenstuben und größeren Winterquartieren vorkommen, wie verschiedene Beringungsstudien gezeigt haben (Südbaden: v. HELVERSEN et al. 1987; Mecklenburg: GRIMMBERGER & BORK 1978; Region Berlin/Brandenburg: HAENSEL 1992; Oberfranken: SACHTELEBEN 1991; Hessen: HÜTTENBÜGEL 1998), ist es wahrscheinlich, daß die Mückenfledermaus – vielleicht nicht so ausgeprägt wie die Rauhhautfledermaus – ein

Migrationsverhalten zeigt. Dafür spricht das Auftreten der Mückenfledermaus in Bayern vor allem im September. Eine bevorzugte Beringung von Mückenfledermäusen könnte darüber vermutlich Aufschluß geben.

Unterscheidungsmerkmale

Mit etwas Mühe und Erfahrung lassen sich Mückenfledermaus und Zwergfledermaus auch ohne eine genetische Untersuchung unterscheiden. Eine relativ einfache Möglichkeit ist es, mit Hilfe eines Zeitdehnungs-Batdetektors beim Abflug eine Tonbandaufnahme der Ortungsrufe zu machen. Die Ruffrequenzen sind im allgemeinen eindeutig artcharakteristisch (Abb. 2): Die Endfrequenz der Ortungsrufe der Zwergfledermaus liegt zwischen 40 und 50 kHz, die Endfrequenz der Rufe der Mückenfledermaus zwischen 50 und 60 kHz. Sehr kurze Rufe der Zwergfledermaus können auch bei 50 kHz oder etwas höher liegen, aber das sind fast immer einzelne Rufe, die sich bei der Untersuchung einer Serie von Ortungsrufen einer vorbeifliegenden Fledermaus ausgliedern lassen. Möglicherweise gibt es Populationen der Mückenfledermaus (in Griechenland z. B. auf der Insel Rhodos und an manchen Stellen des Peloponnes, eigene unpublizierte Beobachtungen), bei denen die Endfrequenzen der Ortungsrufe um

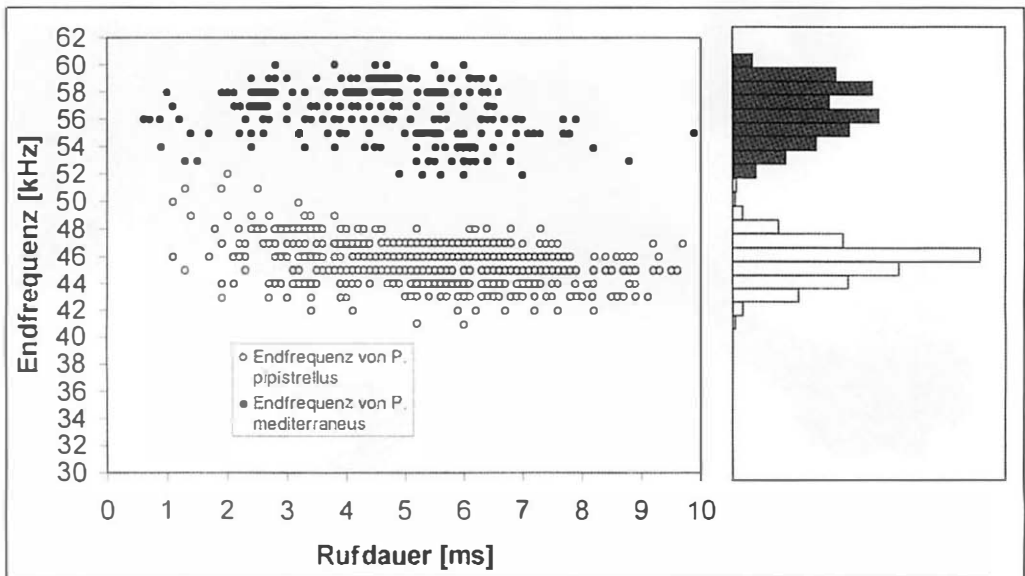


Abb. 2. Endfrequenz der Ortungsrufe von *Pipistrellus pipistrellus* und *P. mediterraneus/pygmaeus* in Abhängigkeit von der Rufdauer

50 kHz liegen. Dies ist in Mitteleuropa noch nicht festgestellt worden.

Wenn man die Tiere in der Hand hat, fällt auch eine Reihe morphologischer Unterschiede auf (s. vor allem HÄUSSLER et al. 1999): Mückenfledermäuse sind im Durchschnitt kleiner als Zwergfledermäuse und haben eine – etwas an die Rauhhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*) erinnernde – längere Behaarung der Schwanzflughaut, so daß der Körper in der Hand relativ länger wirkt. Die Kopfform ist unterschiedlich: Bei der Zwergfledermaus ist die Schnauzenregion etwas länger, bei der Mückenfledermaus kürzer und die Stirn steiler, so daß das ganze Gesicht bei der Mückenfledermaus auffällig kurz wirkt. (Die Abbildungen der „Zwergfledermaus“ auf p. 154 und 156/157 im oft benutzten Bestimmungsbuch von SCHÖBER & GRIMMBERGER 1987 zeigen z.B. typische Mückenfledermäuse.) Bei erwachsenen Tieren ist die Farbe bzw. Pigmentierung ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal: Bei der Zwergfledermaus sind die Flughäute und der Unterarm fast schwärzlich dunkel, bei der Mückenfledermaus eher bräunlich, oft dunkel rot-braun. Bei der Mückenfledermaus sind das Gesicht und die

Ohren heller. Die Ohren sind in der Tiefe bei der Zwergfledermaus dunkel, bei der Mückenfledermaus hell. Der schmale weiße Hinterrand der Armflughaut zwischen 5. Finger und Fuß und ein helles oder zumindest hell gerandetes Epiblem sind ebenfalls typisch für die Mückenfledermaus. Bei Zwergfledermäusen sind die hellen Ränder – wenn überhaupt vorhanden – nur undeutlich.

Ein eindeutiges Unterscheidungsmerkmal sind, wie von HÄUSSLER et al. (1999) entdeckt, Form und Farbe des Penis bei erwachsenen ♂♂ (Abb. 3): Bei der Zwergfledermaus ist der Penis grau mit einem hellen Mittelstreif, bei der Mückenfledermaus ist der Penis in der Grundfarbe weißlich-gelblich, an der Basis manchmal orange, und der schmale Mittelwulst ist kaum sichtbar.

Der Geruch von erwachsenen Mückenfledermäusen, vor allem von ♂♂, ist auffällig und ähnelt fast dem von Abendseglern (*Nyctalus noctula*); bei Zwergfledermäusen ist uns bisher nie ein derartig auffälliger „ranziger“ Geruch aufgefallen.

Wir möchten auf ein weiteres Merkmal aufmerksam machen, welches zumindest einen



Abb.3. Penis adulter Männchen: links Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), rechts Mückenfledermaus (*Pipistrellus mediterraneus/pygmaeus*)

großen Teil der Population charakterisiert: In Anlehnung an VIERHAUS (1996) haben wir die „Flügeläderung“, also das Muster elastischer Fasern in der Flughaut, bei beiden Arten untersucht (s. Abb. 4). Während bei der Zwergfledermaus normalerweise eines der von den die Flughaut durchziehenden elastischen Bändern aufgespannten Felder zwischen dem 5. Finger und dem Unterarm ohne Quersteg durchgeht, gibt es bei den Mückenfledermäusen normaler-

weise zwei derartige „Zellen“. Bei der Untersuchung ist es wichtig, nicht die die Flughaut versorgenden Adern zu betrachten, die sich oft parallel zu den elastischen Bändern ausbilden, sondern diese selbst. Die Ausbildung dieser elastischen Fasern oder „Sehnen“ ist individuell variabel, aber als Typus kann die in Abb. 4 dargestellte Ausprägung dienen.

Dieses hier vorgeschlagene Unterscheidungsmerkmal sollte in Zukunft genauer auf Ausnah-

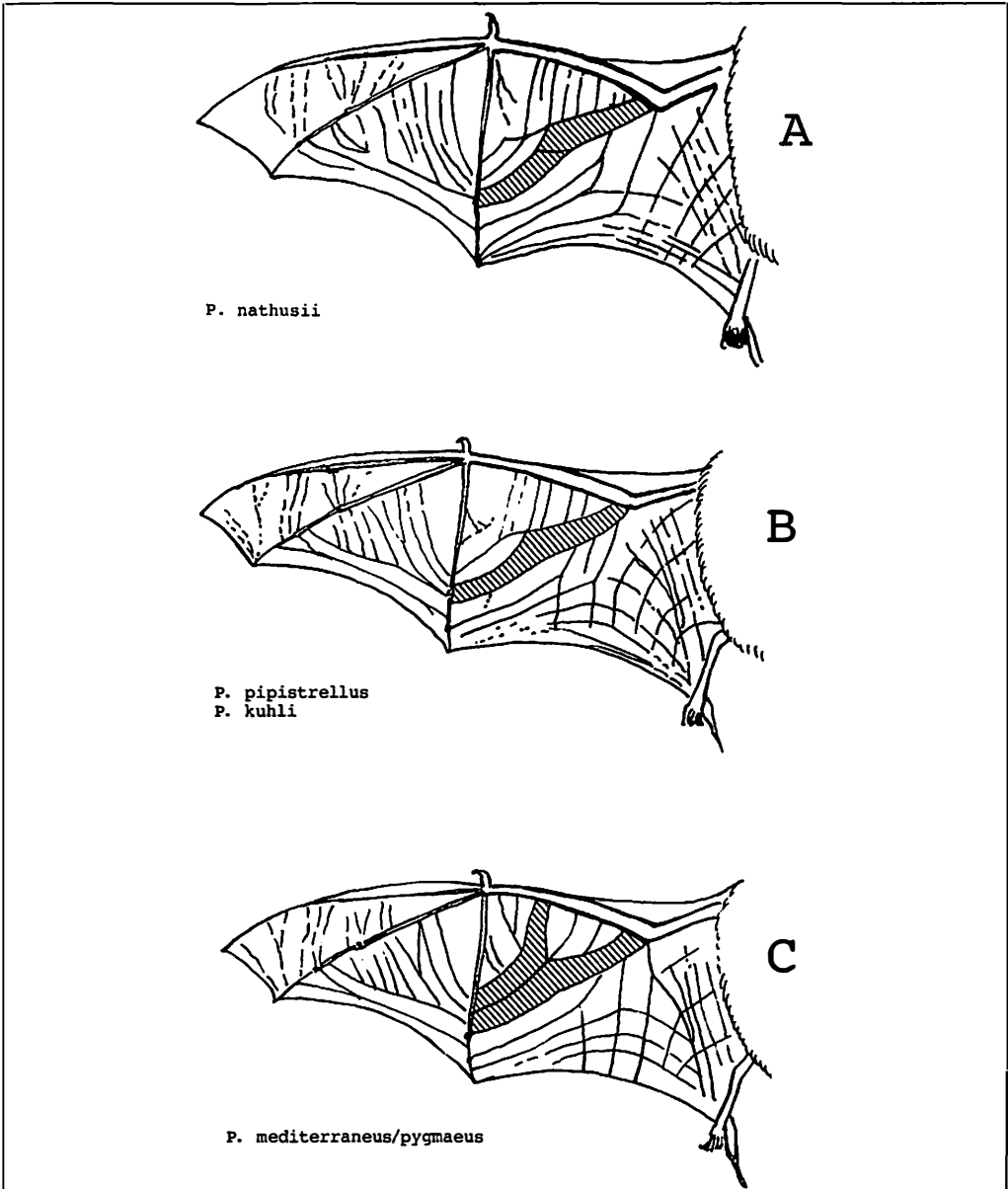


Abb. 4. Schematische Darstellung der Flügeladerung der vier europäischen *Pipistrellus*-Arten (A und B nach VIERHAUS 1996)

men überprüft werden. Bisher haben wir noch keine Zwergfledermaus gesehen, in der das zweite, dem Handgelenk nähere Feld nicht einen „Quersteg“ aufgewiesen hätte, aber über 90 % der von uns untersuchten Mückenfledermäuse zeigte ein Bild, wie es der Abb. 4 c entspricht.

Auf jeden Fall sollte man beide Flügel betrachten, weil manchmal auf einer Seite des Körpers auch eine unregelmäßige Äderung auftreten kann. Derartige Unregelmäßigkeiten gibt es im übrigen auch bei den anderen *Pipistrellus*-Arten, so daß das Merkmal auch zur Unterscheidung der Rauhhautfledermaus nicht mit absoluter Sicherheit herangezogen werden kann (C. DENSE mündl.).

Ausblick

Mit Hilfe von Bat-Detektoren (möglichst solchen, die mit dem Zeitdehnungsverfahren arbeiten und deshalb eine Dokumentation ermöglichen) und mit Hilfe einer sorgfältigen Prüfung des lebend in der Hand gehaltenen Tieres sollte es möglich sein, die beiden nah verwandten Arten Zwergfledermaus und Mückenfledermaus fast immer sicher zu unterscheiden. Für die nächsten Jahre wäre es eine lohnende Aufgabe, die Verbreitung der beiden Arten in Mitteleuropa genauer zu untersuchen. Besonders die Frage, ob auch die Mückenfledermaus das Phänomen der „Invasionen“ zeigt, die Frage nach Habitatunterschieden und die Frage nach einem eventuellen Migrationsverhalten der Mückenfledermaus scheint uns interessant und wichtig. Dazu wäre ein Beringungsprogramm für Mückenfledermäuse besonders geeignet. Auf keinen Fall sollten „Zwergfledermäuse“ noch ohne eine Unterscheidung der beiden Arten beringt werden.

Zusammenfassung

Die Mückenfledermaus (*Pipistrellus mediterraneus* pygmaeus), eine Schwesterart der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), scheint, wie neuere Untersuchungen zeigen, über ganz Europa verbreitet zu sein, wenn auch mit wechselnder Populationsdichte. In Deutschland ist die Mückenfledermaus anscheinend im Norden häufiger als im Süden. Beide Arten, Zwergfledermaus und Mückenfledermaus, sind sich morphologisch sehr ähnlich, aber auch im Feld – ohne Einsatz molekular genetischer Methoden – unterscheidbar. Neben dem Unterscheidungskriterium, das zur Entdek-

kung der beiden Arten geführt hat (die Endfrequenz der Ortungsrufe der Zwergfledermaus liegt zwischen 40 und 50 kHz, diejenige der Mückenfledermaus zwischen 50 und 60 kHz), schälen sich immer mehr Merkmale heraus, an denen man die beiden Arten auch in der Hand unterscheiden kann (HÄUSSLER et al. 1999), wobei Überschneidungsbereiche allerdings bisher noch wenig untersucht sind. Zu diesen Merkmalen gehört die Färbung: Die Flughäute und der Unterarm sind bei der Zwergfledermaus viel dunkler, meist fast schwärzlich, während sie bei der Mückenfledermaus im allgemeinen braun sind. Besonders die Ohren sind bei der Mückenfledermaus innen hellerbraun bzw. rötlich. Auch die Kopfform beider Arten ist unterschiedlich: Bei der Mückenfledermaus ist das Gesicht auffällig kurz und damit die Stirn steiler als bei der Zwergfledermaus. Eindeutig ist die Unterscheidung anhand des Penis adulter ♂ möglich: Der Penis der Zwergfledermaus ist grau mit einem hellen Mittelstreifen, der Penis der Mückenfledermaus ist in der Grundfarbe weißlich gelblich, an der Basis manchmal orange, und der Mittelstreif ist kaum sichtbar. Adulte Mückenfledermäuse haben oft einen auffälligen, intensiven Geruch, etwas an Abendsegler erinnernd, während das bei Zwergfledermäusen nie der Fall ist. Als weiteres Merkmal schlagen wir in Anlehnung an VIERHAUS die Prüfung der „Flügelädung“ durch elastische Bänder vor (Abb. 4): Die Zwergfledermaus hat im Armbereich normalerweise eine durchgehende „Zelle“ vom 5. Finger bis zum Ellenbogen. Bei der Mückenfledermaus gibt es anscheinend in der Regel (nicht immer) eine weitere durchgehende „Zelle“ näher am Daumen.

Summary

Characters of the „Soprano Pipistrelle“ that can be used for determination in the field

Molecular genetic analysis in the last few years has revealed that the „soprano pipistrelle“, a sibling species of the pipistrelle bat, is distributed over the whole of Europe, mostly together with its sib. In Germany, this species seems to be more common in the North, but also can be regularly found in the South. The two species are very similar in morphology, but recently several characters have been established that allow determination without molecular analysis. First, of course, the name-giving difference in the end-frequency of the echolocation calls can be used in the field (pipistrelle: 40-50 kHz; soprano pipistrelle: 50-60 kHz) when the sound is recorded during release. In addition, a growing number of morphological characters have been found that can be used for separation of the species when an animal is held in the hand (HÄUSSLER et al. 1999), even if not all of them are without overlap: Wing membranes, forearm and face are much darker, almost blackish in the pipistrelle, and brown in the soprano pipistrelle. In the latter the ears always have a pale inner base. The face of the soprano pipistrelle is shorter and the forehead steeper. Unmistakable is the colour of the penis of the adult male in the two species (see Fig. 3): the penis of the pipistrelle is grey with a slightly paler stripe in the middle; the penis of the soprano pipistrelle is whitish-yellow and the base is sometimes orange. Adult soprano pipistrelles have a characteristic odour resembling the smell of a noctule male. Pipistrelles lack this odour. We suggest a new, promising character using the „wing venation“, the

pattern of the elastic fibers in the wing between the forearm and the fifth finger (see Fig. 4), a character, that had already been used for the determination of other species in the genus *Pipistrellus* by VIERHAUS (1996): In the pipistrelle bat there is normally one „cell“ between the elbow and the end of the fifth metacarpal without a crossing piece of elastic fibre; in most (> 90 %) of the soprano pipistrelles which we have examined there is a second cell without a crossing vein, and a very characteristic small „tree“ of veins is visible between these two cells.

Schrifttum

- Ahlén, I. (1991): Identification of Bats in Flight. Swedish Society for Conservation of Nature and The Swedish Youth Association for Environmental Studies and Conservation. Stockholm (50 pp.).
- BARRATT, E. M., DEAVILLE, R., BURLAND, T. M., BRUFORD, M. W., JONES, G., RACEY, P. A., & WAYNE, R. K. (1997): DNA answers the call of pipistrelle bat species. *Nature* **387**, 138-139.
- BRAUN, M., & HÄUSSLER, U. (1999): Funde der Zwergfledermaus-Zwillingsart *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) in Nordbaden. *Carolinea* **57**, 111-120.
- CABRERA, L. D. A. (1904): Ensayo monográfico sobre los quiropterose de Espana. *Mem. Soc. Espan. Hist. Nat.*, Madrid, **2**, 249-287.
- CAKENBERGHE, V. VAN (2001): Comment on the proposed designation of neotypes for *Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774 and *V. pygmaeus* (Leach, 1825) (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*; *Mammalia, Chiroptera*). *Bull. Zool. Nomencl.* **58**, 230-231.
- GRIMMBERGER, E., & BORK, H. (1978): Untersuchungen zur Biologie, Ökologie und Populationsdynamik der Zwergfledermaus, *Pipistrellus p. pipistrellus* (Schreber 1774), in einer großen Population im Norden der DDR. *Nyctalus (N.F.)* **1**, 55-73, 122-136.
- HAENSEL, J. (1992): Weitere Mitteilungen zum saisonbedingten Quartierwechsel der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*). *Ibid.* **4**, 274-280.
- HÄUSSLER, U., NAGEL, A., BRAUN, M., & ARNOLD, A. (1999): External characters discriminating sibling species of European pipistrelle bats: *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). *Myotis* **37**, 27-40.
- v. HELVERSEN, O., MAYER, F., & KOCK, D. (2000): Comments on the proposed designation of single neotypes for *Vespertilio pipistrellus* Schreber 1774 (*Mammalia, Chiroptera*) and for *Vespertilio pygmaeus* Leach, 1825. *Bull. Zool. Nomencl.* **57**, 113-115.
- , ESCHIE, M., KRETZSCHMAR, F., & BOSCHERT, M. (1987): Die Fledermäuse Südbadens. *Mitt. bad. Landesver. Naturkd. u. Natursch. (N.F.)* **14**, 409-475.
- HUTTENBÜGEL, D. (1998): Untersuchungen zur Populationsstruktur der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) mittels genetischer und feldökologischer Methoden. *Dipl.-Arb. Marburg.*
- JONES, G., & BARRATT, E. M. (1999): *Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774 and *V. pygmaeus* Leach, 1825 (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *P. pygmaeus*, *Mammalia, Chiroptera*): proposed designation of neotypes. *Bull. Zool. Nomencl.* **56**, 182-186.
- , & PARIS, S. M. V. (1993): Bimodal echolocation in pipistrelle bats: are cryptic species present? *Proc. Roy. Soc. London B. Biol. Sci.*, **251**, 119-125.
- KOCH, C., & v. HELVERSEN, O. (1999): *Pipistrellus „pygmaeus/mediterraneus“*: Erstnachweis für Bayern. *Nyctalus (N.F.)* **7**, 329-330.
- MAYER, F., & v. HELVERSEN, O. (2001 a): Cryptic diversity in European bats. *Proc. Roy. Soc. London B, Biol. Sci.*, **268**, 1825-1832.
- , & - (2001 b): Sympatric distribution of two cryptic bat species across Europe. *Biol. J. Linnean Soc.* **74**, 365-374.
- NAGEL, R. (1999): Über das Vorkommen von Fledermäusen der Gattung *Pipistrellus* in Stuttgart und Umgebung. *Der Flattermann, Regionalbeilage Bad.-Württ.* **11** (1), 22-27.
- PARK, K. J., ALTRINGHAM, J. D., & JONES, G. (1996): Assortative roosting in the two phonic types of *Pipistrellus pipistrellus* during the mating season. *Proc. Roy. Soc. London B, Biol. Sci.*, **263**, 1495-1499.
- RUSSO, D., & JONES, G. (2000): The two cryptic species of *Pipistrellus pipistrellus* (*Chiroptera: Vespertilionidae*) occur in Italy: evidence from echolocation and social calls. *Mammalia* **64**, 187-197.
- SACHTELEBEN, J. (1988): Zur Phänologie, Ökologie und Sozialstruktur der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) und des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*). *Dipl.-Arb. Bayreuth.*
- SCHÖBER, W., & GRIMMBERGER, E. (1987): Die Fledermäuse Europas – kennen – bestimmen – schützen. *Stuttgart.*
- SCHORR, K. (1996): Erstnachweis der hochrufenden Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774) in Rheinland-Pfalz. In: KIEFER, A., & VEITH, M. (Hrsg.): Beiträge zum Fledermausschutz in Rheinland-Pfalz. *Fauna Flora Rhld.-Pf. Beih.* **21**, 45-50.
- VIERHAUS, H. (1996): Zur Bestimmung von Wasser-, Rauhaut- und Zwergfledermäusen (*Myotis daubentoni*, *Pipistrellus nathusii* und *Pipistrellus pipistrellus*). In: KIEFER, A., & VEITH, M. (Hrsg.): Beiträge zum Fledermausschutz in Rheinland-Pfalz. *Ibid.* **21**, 169-172.
- WEID, R., & v. HELVERSEN, O. (1987): Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. *Myotis* **25**, 5-27.
- ZINGG, P. E. (1990): Akustische Artidentifizierung von Fledermäusen (*Mammalia: Chiroptera*) in der Schweiz. *Rev. suisse Zool.* **97** (2), 263-294.