

Untersuchungen zur Verbreitung, zum Brut- und Flugverhalten sowie zur Fütterung von Sandmücken

-Diplomarbeit-

eingereicht von

Désirée Maßberg
aus
Kassel

durchgeführt am

Institut für Zoomorphologie, Zellbiologie und Parasitologie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt bei

Prof. Dr. Mireille Schäfer
Prof. Dr. Heinz Mehlhorn

Kassel, im November 2008

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1 Taxonomische Einteilung und Verbreitung.....	1
1.2 Biologie der Sandmücken	1
1.3 Sandmücken und ihre medizinische Bedeutung.....	4
1.4 Die Verbreitung von Sandmücken in Deutschland	7
1.5 Das Brutverhalten von Sandmücken	8
1.6 Künstliche Fütterung von Sandmücken	9
1.7 Zielsetzung.....	10
2. Material und Methoden.....	11
2.1 Auswahl des Untersuchungszeitraums und der Fanggebiete	11
2.2 Methoden zum Fang von Sandmücken	12
2.2.1 Fang mit Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“	12
2.2.2 Der Einsatz unterschiedlicher Lichtquellen	14
2.3 Einfangen lebender Sandmücken.....	14
2.4 Das Töten der gefangenen Sandmücken.....	15
2.5 Der Transport toter Arthropoden	15
2.6 Transport und Haltung lebender Sandmücken.....	15
2.7 Präparation der Phlebotomen im wässrigen System	16
2.8 Die Bestimmung der präparierten Phlebotomen.....	17
2.9 Zuchtaufbau von <i>Phlebotomus mascittii</i>	18
2.10 Herstellung des Larvenfutters.....	18
2.11 Kapillare Blutfütterung von Sandmücken	19
2.11.1 Aufbau der Apparatur	19
2.11.2 Methodik der kapillaren Blutfütterung	22
3. Ergebnisse	23
3.1 Untersuchungszeitraum und Fanggebiete in Deutschland.....	23

3.2 Beschreibung der Sandmücken-positiven Standorte in Baden- Württemberg.....	23
3.3 Das Untersuchungsgebiet auf Korsika.....	37
3.4 Die Anwendung der Fangmethode.....	43
3.4.1 Sandmückenfänge mit Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“ .	43
3.4.2 Anwendung unterschiedlicher Lichtquellen.....	43
3.5 Die Flugaktivität von <i>P. mascittii</i> auf Korsika.....	44
3.5.1 Nachtaktivität von <i>P. mascittii</i>	44
3.5.2 Tagesaktivität von <i>P. mascittii</i>	47
3.5.3 Winteraktivität von <i>P. mascittii</i>	47
3.6 Flugverhalten von <i>P. mascittii</i>	48
3.7 Zur Morphologie von <i>P. mascittii</i>	49
3.8 Die Verbreitung von Sandmücken in Deutschland	53
3.9 Haltung und Transport der Sandmücken	55
3.10 Zuchtaufbau von <i>Phlebotomus mascittii</i>	55
3.11 Kapillare Blutfütterung von Sandmücken	57
4. Diskussion.....	59
4.1 Die Synonyme von <i>Phlebotomus mascittii</i> und ihre systematische Stellung	59
4.2 Die Verbreitung von <i>Phlebotomus mascittii</i>	59
4.3 Diskussion der neuen Fundorte in Deutschland	63
4.4 Zur Biologie und Verhalten von <i>Phlebotomus mascittii</i>	64
4.5 Vektorkompetenz von <i>Phlebotomus mascittii</i>	71
4.6 Kapillare Blutfütterung von Sandmücken	71
4.7 Ausblick.....	73
5. Zusammenfassung	74
6. Literaturverzeichnis	75
7. Anhang.....	90
7.1 Tabellen	90
7.1.1 Übersicht der untersuchten Standorte in Deutschland 2008.....	90

7.1.2 Übersicht der in 2008 gefangenen Sandmücken auf Korsika zur Bestimmung der Verteilung im Tunnel	92
7.1.3 Übersicht der in 2008 durchgeführten Nachtfänge in 2-Std-Intervallen auf Korsika	97
7.1.4 Übersicht der in 2008 durchgeführten Versuche zum Flugverhalten auf Korsika	103
7.1.5 Übersicht aller durchgeführten Versuche mit unterschiedlichen Lichtquellen auf Korsika	106
7.1.6 Übersicht der in 2007 auf Korsika gefangenen <i>P. mascittii</i> zur Bestimmung der Verteilung im Tunnel	107
7.2 Informationsblatt	111
8. Danksagung	113

Abkürzungsverzeichnis

Aq. dest.	destilliertes Wasser
°C	Grad Celsius
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlendioxid
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
f	weiblich
g	Gramm
ges (in Tabellen und Graphiken)	gesamt
H ₂ O	Wasser
km/h	Kilometer pro Stunde
KOH	Kalilauge (Kaliumhydroxid)
l	Liter
L.	<i>Leishmania</i>
Lu.	<i>Lutzomyia</i>
m (im Text)	Meter
m (in Tabellen)	männlich
ml	Milliliter
m/sec	Meter pro Sekunde
min.	Minute
mm	Millimeter
n (in Graphiken)	Anzahl
N (Koordinaten)	Nord
O (Koordinaten)	Ost
P.	<i>Phlebotomus</i>
S.	<i>Sergentomyia</i>
Sc.	<i>Sceloporus</i>
sp.	Spezies
µl	Mikroliter

1. Einleitung

1.1 Taxonomische Einteilung und Verbreitung

Systematische Einordnung der Phlebotomen (nach WHO, 1990):

Klasse:	Insecta
Ordnung:	Diptera
Unterordnung:	Nematocera
Familie:	Psychodidae
Unterfamilie:	Phlebotominae

Die Unterfamilie Phlebotominae wird in sechs Gattungen unterteilt, wobei zwei von medizinischer Bedeutung sind (LANE, 1993). Zu den medizinisch relevanten Sandmückenarten zählen jene der Gattungen *Phlebotomus* und *Lutzomyia*. Die Gattung *Phlebotomus* aus der alten Welt wird in 12 Subgenera und die Gattung *Lutzomyia* aus der neuen Welt in 25 Subgenera unterteilt.

Sandmücken sind für gewöhnlich in wärmeren Gebieten in Asien, Australien, Afrika, Mittel- und Südamerika sowie Südeuropa heimisch (KILLICK-KENDRICK, 1999). Ihr nördlichstes Verbreitungsgebiet auf dem amerikanischen Kontinent liegt im Südwesten Kanadas (YOUNG & PERKINS, 1984), in Asien in der Mongolei (LEWIS, 1982). Das Verbreitungsgebiet in Europa reicht nördlich bis in die Region von Paris (FOLEY, 1923). Auch im Süden Deutschlands wurden 1999 erste Sandmückenfunde der Art *Phlebotomus mascittii* dokumentiert (NAUCKE & PESSON, 2000).

1.2 Biologie der Sandmücken

Der ca. 1,3 – 4 mm große Körper der Phlebotomen, die langen Beine und die Flügel sind dicht mit Haaren bedeckt. Ihren Namen verdanken sie ihrer sandfarbenen Färbung, dennoch gibt es auch dunklere bis schwarze Sandmücken. Phlebotomen lassen sich leicht an ihrer charakteristischen Flügelhaltung erkennen. Die Flügel stehen in einem

60°- Winkel nach oben und werden nicht dachartig, wie z.B. bei *Psychoda*- Arten, über den Thorax gelegt (THEODOR, 1958). Bei einigen *Sergentomyia*- Arten stehen die Flügel fast waagrecht nach oben. Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist, dass sie eine Weile auf dem Wirt umher laufen, bevor es zum eigentlichen Stechakt kommt. Man vermutet, dass sie vom Brutplatz aus keine große Distanz zur Nahrungssuche zurücklegen (KILLICK-KENDRICK, 1999). Die Distanz variiert zwischen den einzelnen Sandmückenarten. Einige Studien zeigen, dass eine Distanz von einem Kilometer in den meisten Fällen nicht überschritten wird (QUATE, 1964; YUVAL et al., 1988; DOHA et al., 1991; KAMHAWI et al., 1991; ALEXANDER & YOUNG, 1992).

Stechmücken der Gattung *Phlebotomus* erreichen bei ihrer Nahrungssuche eine z. T. sehr hohe Fluggeschwindigkeit. Besonders Weibchen, die nicht mit Blut vollgesogen sind, zeigen eine hohe Flugaktivität. Sie erreichen Geschwindigkeiten von 1 m/sec was 3,6 km/h entspricht (KILLICK-KENDRICK et al. 1999). Im Vergleich dazu erreichen Culiciden der Gattung *Anopheles* eine Geschwindigkeit von 5-6 km/h, was unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Körpergrößen um ein Vielfaches langsamer ist (GILLES & WILKES, 1981). Ohne thermische Aufwinde beträgt ihre Flughöhe selten mehr als zwei Meter (STEINHAUSEN, 2005).

Sandmücken sind dämmerungs- bzw. nachtaktiv, einige Arten stechen auch am Tage (KILLICK-KENDRICK, 1999). Für gewöhnlich ziehen sich Sandmücken tagsüber in kühle und feuchte Nischen zurück, weil sie besonders abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind. Die Nachtaktivität europäischer Sandmücken hängt vermutlich damit zusammen, dass bei sinkenden Temperaturen die Luftfeuchtigkeit steigt (CROSS & HYAMS, 1996).

Beide Geschlechter ernähren sich von natürlichen Kohlenhydratquellen wie Pflanzensäften und Blattlaussekreten (KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK, 1987). Die Geschlechter sind von außen einfach zu unterscheiden. Während die Weibchen ein abgerundetes Abdomen besitzen, verfügen die Männchen über einen kräftigen, auffallend großen Kopulationsapparat (ABONNENC & PASTRE, 1972).

Befruchtete Weibchen legen nach dem Blutmahl 30 bis 150 netzartig gemusterte, 0,3 – 0,4 mm große Eier ab (IRUNGU et al., 1986). Die Eier sind lang elliptisch und schwarz. Die Weibchen legen ihre Eier in gut geschützte Bodenvertiefungen mit viel organischem Material und dauerhafter Feuchtigkeit ab. Entsprechende Bedingungen für die Eiablage finden die Sandmücken vor allem in unterirdischen Tierbauten (FAIRCHILD & HARWOOD, 1961), in Termitenbauten (BASIMIKE & MUTINGA, 1990), in Löchern von Bäumen (MODI et al., 1977), im Boden von Tierställen (HANSON, 1961) und Ruinen. Erste Sandmückenbrutplätze auf Malta und in Indien wurden bereits Anfang des 19. Jahrhunderts detailliert beschrieben (NEWSTEAD, 1911; HOWLETT, 1913; KING, 1914). Zusätzlich wird die Eiablage einiger Sandmückenarten durch Pheromone artgleicher Eier stimuliert, so dass sie nahe beieinander abgelegt werden (DOUGHERTY et al., 1995).

Die Entwicklungsdauer der Eier ist abhängig von klimatischen Bedingungen, Blutverdauung und der Artzugehörigkeit (KILLICK-KENDRICK, 1999). Unter Laborbedingungen dauert die Entwicklung bei einer Temperatur von 30°C etwa eine Woche, bei niedrigeren Temperaturen bedeutend länger. Schlüpft die Larve, durchläuft sie 4 Stadien (L1-L4). Das erste Larvenstadium unterscheidet sich von den anderen Stadien durch den Besitz von zwei langen Caudalborsten. L2-L4 tragen vier solcher Borsten (THEODOR, 1958). Die Larven ernähren sich von organischem Material an den Eiablageplätzen wie z.B. Exkrementen von Nagern und Reptilien, toten Insekten oder verrotteten Blättern. Obwohl sich die Larven an eine terrestrische Umgebung angepasst haben, sind sie auf die Aufnahme von Wasser angewiesen, welches kapillar gebunden sein kann. Ohne Wasser gehen die Larven bei einer 100%igen Luftfeuchtigkeit zu Grunde (THEODOR, 1958).

In der paläarktischen Region überwintern Sandmücken in der Regel im vierten Larvenstadium (KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK, 1987; SCHLEIN et al., 1990; KUMAR & KISHORE, 1991), während in wärmeren Gebieten auch eine Überwinterung im Eistadium beobachtet wurde (TROUILLET & VATTIER-BERNARD, 1979; LAWYER & YOUNG, 1991). Es gibt Hinweise darauf, dass Sandmücken der Art *P. ariasi* in den heißen Regionen Europas (z.B. Provinz Granada, Gibraltar) auch ganzjährig aktiv sind (MORILLAS MARQUEZ et al., 1983; GIL COLLADO et al., 1989).

Abhängig von der Artzugehörigkeit, den klimatischen Bedingungen und dem Nahrungsangebot, verpuppt sich die Larve nach etwa 3 Wochen (KILLICK-KENDRICK, 1999). Dabei bleibt die letzte Larvenhülle am Abdomen der Puppe haften und verbindet sich mit dem Substrat. Die Entwicklung zur Imago beträgt bei 30°C etwa 5-10 Tage. Dabei schlüpfen männliche Individuen für gewöhnlich früher als die Weibchen. Der gesamte biologische Zyklus von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Imago nimmt etwa 40 Tage in Anspruch.

1.3 Sandmücken und ihre medizinische Bedeutung

Phlebotomen sind Ektoparasiten und haben eine große medizinische Bedeutung als Vektoren für Bakterien, Viren und protozoische Endoparasiten.

Die Bartonellose oder „Carrion's Disease“ ist eine bakterielle, durch *Bartonella bacilliformes* hervorgerufene Erkrankung, die von Sandmücken der Art *Lutzomyia verrucarum* (TOWNSEND, 1914) übertragen wird. Das Auftreten der Erkrankung beschränkt sich auf die westlichen Abhänge der Anden in Peru, Ecuador und Columbien (MAGUINA et al., 2001). Der Erreger kann zwei verschiedene klinische Phasen hervorrufen. Die akute Phase, oder auch „Oroya-Fieber“ genannt, ist gekennzeichnet durch Symptome wie Fieber, schwere Anämie und Immunsuppression. Die spätere Phase, auch als „Verruga peruana“ bezeichnet, verläuft mit knollenartigen Hautwucherungen, auch bekannt als „Peru-Warze“ (GARCIA-CACERES & GARCIA, 1991; MAGUINA & GOTUZZO, 2000).

Eine bedeutende durch Sandmücken übertragene Viruserkrankung ist das sogenannte Papataci-Fieber. Als Vektor fungiert die Sandmückenart *P. papatasi*. Es war die erste humanpathogene Erkrankung, von der bekannt wurde, dass sie von Sandmücken übertragen wird (DOERR, 1909). Die Verbreitung dieser Virusinfektion geht mit dem Vorkommensgebiet von *P. papatasi* einher. So tritt das Fieber im gesamten europäischen und nordafrikanischen Mittelmeerraum auf sowie in Indien und im westlichen Teil Asiens. Nach 3-4 tägiger Inkubationszeit (NAUCKE, 1994) äußert sich die Viruserkrankung mit hohem Fieber, begleitet von u.a. reduziertem allgemeinen

Wohlbefinden, Kopfschmerzen, Schwindel, Erbrechen, ZNS- Symptomen sowie Muskel- und Gelenkschmerzen.

In einigen Fällen kann der Stich einer Sandmücke eine allergische Reaktion hervorrufen, die sogenannte Harara. Durch den Stich werden Toxine über die Speicheldrüsen der Sandmücke eingeleitet. Diese Toxine können bläschenförmige Dermatitis und kleine Pappeln hervorrufen, die bis zu einigen Wochen anhalten können. Unter bestimmten Bedingungen treten Sekundärinfektionen auf, die das Bild einer allgemeinen Urticaria ergeben. Eine solche Art der Stichreaktion tritt in den meisten Fällen bei Neueinwanderern auf, die bisher keinerlei Kontakt mit Sandmückenstichen hatten (THEODOR, 1958).

Als protozoische Endoparasiten können Trypanosomen und Plasmodien von Sandmücken übertragen werden. Untersuchungen zufolge, werden Trypanosomen der Art *Trypanosoma bocagei* von der Sandmücke *P. squamirostris* übertragen (FENG & CHAO, 1943). Da diese Sandmückenart an Kröten, Eidechsen und Schlangen Blut saugt, konnten die Endoparasiten aus der Kröte *Bufo gargarizans* isoliert werden (FENG, 1951). Sandmücken der Art *S. schwetzi*, *S. clydei*, *S. adleri*, *S. squamipleuris* und *S. africana magna* konnten im Senegal mit *Trypanosoma* sp. infiziert nachgewiesen werden (NAUCKE, 1998). *S. clydei* und *S. schwetzi* weisen anthropophile Eigenschaften auf, daher sollte bei diesen Sandmückenarten die Übertragung von Trypanosomen auf den Menschen diskutiert werden (DESJEUX & WAROQUY, 1981).

Die Reptilienmalaria wird durch Plasmodien verursacht und von Sandmücken der Gattung *Lutzomyia* übertragen. Es konnte nachgewiesen werden, dass Sandmücken der Art *Lu. vexator* und *Lu. stewardi*, *Plasmodium mexicanum* auf die Zauneidechsenarten *Sceloporus occidentalis* und *Sc. undulatus* übertragen (AYALA & LEE, 1970; KLEIN et al., 1987; FIALHO & SCHALL 1995).

Neben Erregern wie Trypanosomen und Plasmodien, zählen die Erreger der Leishmaniose zu den wohl wichtigsten protozoischen Endoparasiten, die von Sandmücken übertragen werden können.

Der Erreger der Gattung *Leishmania* gehört zur Familie der *Trypanosomidae* und wird von mindestens 30 Sandmückenarten aus verschiedenen Genera übertragen. Leishmanien vermehren sich im Organismus intrazellulär in den Makrophagen und schädigen somit Zellen des Immunsystems. Weltweit unterscheidet man drei Erscheinungsformen der Leishmaniose:

- kutane Leishmaniose (Hautleishmaniose)
- mucokutane Leishmaniose (Schleimhautleishmaniose)
- viscerale Leishmaniose (Organleishmaniose)

Der Erreger der kutanen Leishmaniose oder „Orient-Beule“, *Leishmania tropica*, wird vor allem im Süden der paläarktischen Region von Sandmücken der Gattung *Phlebotomus* übertragen (SCHMITT, 2002). In den feuchten Regenwäldern Zentral- und Südamerikas von Chile bis Mexiko wird sie von *Lutzomyia sp.* übertragen. An der Einstichstelle entwickelt sich ein Geschwür mit mehreren Zentimetern Durchmesser. Nach einigen Monaten heilt dieses ohne Behandlung ab und hinterlässt meist eine lang anhaltende Immunität, aber auch deutlich sichtbare Narben. Weitere ernsthafte Folgen werden durch den Erreger selbst nicht hervorgerufen, allerdings können bakterielle Sekundärinfektionen den Krankheitsverlauf verkomplizieren (STEINHAUSEN, 2005).

Die Schleimhautleishmaniose wird von dem Erreger *Leishmania brasiliensis* verursacht und ausschließlich von der Sandmückengattung *Lutzomyia* übertragen. Verbreitet ist diese Erkrankung in weiten Teilen Mittel- und Südamerikas, darunter Bolivien, Brasilien und Peru (DÉSJEUX et al., 2000). Im Jahr 2004 war *L. brasiliensis* in 90% der Fälle für die Erkrankung an Schleimhautleishmaniose verantwortlich (SALAY, G. et al., 2007). Es kommt zu schweren Zerstörungen im Mund und Nasenbereich mit Geschwürbildungen, was häufig zu Entstellungen führt. Seltener breitet sich die Schleimhautleishmaniose auch auf das Lymphsystem, Knorpel und Knochen aus. Ein klinischer Fall demonstrierte, dass die Erreger der Schleimhautleishmaniose sogar in der Lage sind, maligne Erkrankungen der Mundschleimhaut zu imitieren (WYSLUCH & HÖLZLE, 2008). Ohne entsprechende Behandlung verläuft diese Erkrankung meist tödlich.

Die auch mittlerweile in unseren Breiten bedeutende Form der Leishmaniose ist die viscerale Leishmaniose oder Kala Azar. Man unterscheidet die indische Kala Azar, mit dem Erreger *Leishmania donovani*, von der im mediterranen Raum vorkommenden Kala Azar, deren einziger dort vertretener Erreger *Leishmania infantum* ist. Die viscerale Leishmaniose wird von der Sandmückengattung *Phlebotomus* übertragen. Auch in Südamerika tritt die Erkrankung auf, deren Überträger verschiedener *Phlebotomus*-Arten angehören (THEODOR, 1958). In Deutschland sind seit 1991 elf autochthon erworbene Fälle von Leishmaniose bekannt (NAUCKE et al., 2008). Natürliche Reservoirs sind Hunde, Katzen, Füchse und verschiedene Nagetiere. Auch Kleinkinder in einem Alter von bis zu fünf Jahren können von der Erkrankung betroffen sein. Die Leishmanien befallen Zellen des Reticulo-Endothelial-Systems in Milz, Leber, Knochenmark und Lymphdrüsen (THEODOR, 1958; NAUCKE, 1994). Dabei kommt es zu lang andauernden unregelmäßigen Fieberschüben mit Milz- und Lebervergrößerung. Die klinische Symptomatik äußert sich in endemischen Gebieten auf unterschiedliche Weise. So zeigt die Mehrheit der betroffenen Hunde in Südgriechenland kutane Veränderungen wie Schuppenbildung und Fellverlust. Erkrankte Hunde in Südspanien hingegen einen erhöhten Befall innerer Organe (NAUCKE et al., 2008). Dies ist u.a. auf verschiedene Hunderassen zurückzuführen. Unbehandelt führt die viscerale Leishmaniose in der Regel zum Tode.

1.4 Die Verbreitung von Sandmücken in Deutschland

Bis zum Jahr 1999 vermutete man, dass sich Sandmücken aufgrund klimatischer Bedingungen nicht nördlich der Alpen ausbreiten können. Diese Annahme wurde jedoch durch den Fund der ersten vier Sandmücken im Süden von Deutschland (Baden-Württemberg/ Neuenburg) verworfen (NAUCKE & PESSON, 2000). Das Vorkommen der Sandmücken ist nicht räumlich begrenzt, sondern von der 10°C-Jahresisotherme abhängig, die in einigen Teilen Deutschlands sogar deutlich überschritten wird. In den folgenden Jahren wurden weitere Untersuchungen zum Vorkommen von Sandmücken durchgeführt. Bis zum Jahr 2007 wurden insgesamt 237 Individuen der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* und vier Individuen der Art *Phlebotomus perniciosus* gefangen

(NAUCKE et al., 2008). Die Art *P. perniciosus* ist in weiten Teilen Europas als potenzieller Vektor der Leishmaniose bekannt.

1.5 Das Brutverhalten von Sandmücken

Der Kenntnisstand über das Brutverhalten von Sandmücken in freier Natur ist bislang noch sehr unzureichend. Seither wurden erste Erkenntnisse über das Brutverhalten von 15 Sandmückenarten der alten Welt und zwölf vertretener Arten aus Amerika gesammelt. Nur etwa 3% der bekannten Sandmückenarten werden damit hinsichtlich ihres Brutverhaltens repräsentiert (FELICIANGELI, 2004). Je nach Artzugehörigkeit zeigen Sandmücken unterschiedliche Anforderungen bezüglich der Aufsuche geeigneter Brutplätze. Dabei spielt die Substratbeschaffenheit, die Temperatur, Feuchtigkeit und der pH-Wert eine entscheidende Rolle. So konnte man in Indien Brutplätze in menschlichen Behausungen von *P. argentipes* nachweisen. Brutplätze von *P. papatasi* wurden hingegen eher in Rinderställen vorgefunden (SINGH et al., 2008). In einigen Regenwaldregionen brüten Sandmücken der Art *Lu. intermedia*, *Lu. umbratilis*, *Lu. whitmani* und *Lu. gomezi* im feuchten Waldboden, der reich an organischem Material ist (FELICIANGELI, 2004). Tierställe als natürliche Brutplätze konnten in Südamerika von *Lu. longipalpis*, in China von *P. chinensis* und in Europa von *P. ariasi*, *P. perfilewi* und *P. perniciosus* nachgewiesen werden. In Kenia brüten Sandmücken der Art *P. celiae* in Termitenhügeln (FELICIANGELI, 2004). Nagetierbauten als Brutplatz werden u.a. in Ägypten (EL SAWAF et al., 1991; MORSY et al., 1993c) und in Russland (PETRISHCHEVA & GUBAR, 1953) vermutet. Ob es sich hierbei nur um mögliche Rastplätze adulter Sandmücken handelt ist bisher allerdings noch unklar. In der alten Welt suchen Sandmücken bevorzugt die Nähe zu menschlichen Behausungen, wo sie im Naturboden brüten. Hierzu zählen u.a. Sandmücken der Art *P. argentipes*, *P. chinensis*, *P. martini* und *P. papatasi* (FELICIANGELI, 2004). Im Süden der Schweiz (GRIMM et al., 1993) und Deutschlands (NAUCKE, 2002) wurden ebenfalls Brutplätze der Sandmückenart *P. mascittii* in Naturboden nahe menschlicher Behausungen aufgefunden. In Südfrankreich konnten im faulen Dung eines Ziegenstalls Phlebotomen-Larven nachgewiesen werden (KILLICK-KENDRICK, 1987). Untersuchungen ergaben, dass 37 von 79 untersuchten Brunnen in Griechenland als Brutplätze gewählt wurden.

Dominierend waren die Arten *P. tobbi* und *P. neglectus* (CHANIOTIS & TSELENTIS, 1996). Betrachtet man die unterschiedlichen Anforderungen von Sandmücken an geeignete Brutplätze, müssen unter Laborbedingungen entsprechende Maßnahmen zum Aufbau einer Zucht getroffen werden. Das Brutverhalten von Sandmücken unter Laborbedingungen ist nicht nur abhängig von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, sondern auch von angemessener Substratdarbietung und je nach Spezies auch dem Durchlaufen einer Diapause. Bei einigen mediterranen Arten ist es von Vorteil, nach jeder dritten Generation das vierte Larvenstadium im Ruhezustand bei 10°C überwintern zu lassen (READY & CROSET, 1980). Untersuchungen an *P. papatasi* zeigten, dass bei einer gewissen Temperaturerhöhung eine larvale Diapause unterbrochen werden kann (VALEVICH & DERGACHEV, 1999). Daher ist es bei der Inzuchtnahme von Sandmücken notwendig, ihren Lebenszyklus und ihre reproduktive Biologie genau zu kennen.

1.6 Künstliche Fütterung von Sandmücken

Weibliche Sandmücken benötigen in der Regel die proteinhaltigen Bestandteile eines Blutmahls zur Produktion einer Vielzahl von Eiern. Daher wird zur Aufrechterhaltung einer Zucht unter Laborbedingungen häufig auf unterschiedliche Methoden künstlicher Fütterungen zurückgegriffen. Diese Methoden sind nicht nur zu Zuchtzwecken von Bedeutung, sondern spielen auch bei experimentellen Übertragungsversuchen von u.a. Leishmanien eine entscheidende Rolle. Eine Reihe von xenodiagnostischen Experimenten durch das Saugen von Sandmücken an Tieren und Menschen wurden bislang durchgeführt (KILLICK-KENDRICK, 1979; RIOUX et al., 1979; MOLINA et al., 1992). Wenige Sandmückenarten können auch durch Membranen gefüttert werden (WARD et al., 1978). Erstmals wurden Fütterungsversuche mit Hilfe von Membranen im Jahre 1912 durchgeführt. Auf diese Weise wurden Tsetse-Fliegen erfolgreich mit Trypanosomen infiziert (RODHAIN et al., 1912). Seither wurden viele Insektenzuchten, die auf ein Blutmahl angewiesen sind, durch Fütterung mittels künstlicher und natürlicher Membranen aufrechterhalten (LANGLEY & MALY, 1969; COSGROVE & WOOD, 1995). Erste Übertragungsversuche bei Sandmücken unter Verwendung von Kaninchenhaut als Membran, wurden von ADLER und THEODOR (1927) durchgeführt.

Neuere Studien an *P. papatasi* zeigten, dass durch eine künstliche Fütterung unter Zuhilfenahme von Hühnerhaut gänzlich auf ein Blutmahl an lebenden Tieren verzichtet werden kann (ROWTON et al., 2008). Häufig gelingt die Fütterung mit Membranen nicht, weil die Phlebotomen sich weder mit Blut noch mit infizierten Flüssigkeiten selbständig ernähren. So berichtet LISOVA (1962) über die Schwierigkeiten der freiwilligen Ernährung von *P. chinensis* unter experimenteller Fütterung. Neben dem selbstständigen Blutmahl an Membranen gibt es auch Methoden, um Sandmücken zwangsweise mit Blut zu füttern. Bei einer solchen Zwangsfütterung wird mit Mikrokapillaren gearbeitet, die über die stechenden Mundwerkzeuge der Sandmücken gestülpt werden. Erste historische Versuche der künstlichen Blutfütterung mit Hilfe von Kapillaren wurden von HERTIG & HERTIG (1927) durchgeführt. Mit Hilfe dieser Methode gelang es, Phlebotomen erfolgreich mit Leishmanienkulturen zu infizieren. Im Jahre 1965 gelang erstmals eine kapillare Fütterung von Weibchen und Männchen der Sandmückenart *Sergentomyia arpaklensis* (ALEKSEEV, 1965).

1.7 Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungen zur Verbreitung, zum Brut- und Flugverhalten sowie zur Fütterung von Sandmücken, insbesondere der Art *Phlebotomus mascittii*, durchgeführt.

Das Ziel dieser Arbeit beinhaltete:

- Die Kartierung weiterer Standorte von Sandmücken in Deutschland
- Untersuchungen zur Biologie und Verhalten von Sandmücken an einem bereits bekannten Standort auf Korsika
- Der Zuchtaufbau von *Phlebotomus mascittii*
- Die Kapillare Blutfütterung von Sandmücken

2. Material und Methoden

2.1 Auswahl des Untersuchungszeitraums und der Fanggebiete

Ausgehend von den bereits bekannten Standorten in Baden-Württemberg Bremgarten und Neuenburg wurde vom 29.06.2008 bis 07.08.2008 eine Kartierung neuer Standorte durchgeführt. Die ersten Fänge aus dem Jahr 1999 (NAUCKE & PESSON, 2000) stammen ausschließlich aus dem innerdörflichen bzw. innerstädtischen Bereich aus alten Scheunen, Schuppen oder Tierställen mit Naturboden aus festgestampftem Lehm. Deshalb wurde gezielt an Orten mit ähnlichen Bedingungen gefangen. Die Fänge erfolgten zum größten Teil auf Bauernhöfen von Privatpersonen. Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* verpuppen sich bei Temperaturen um die 15°C (mündliche Mitteilung durch Dr. Naucke). Vor dem ersten Fang einer neuen Saison wurde darauf geachtet, dass die Temperatur in drei vorhergehenden Nächten mindestens 15 °C betrug. In Baden-Württemberg wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit beginnend in Neuenburg entlang des Rheingrabens bis in die Umgebung von Offenburg nach Sandmücken geforscht. Zusätzlich wurden in Rheinland-Pfalz in den Regionen Nanzdietschweiler und Schmittweiler Fänge durchgeführt. Die Region um Schmittweiler wurde ausgewählt, da dort zwei autochthon erworbener Leishmaniose-Fälle bei Hunden bekannt wurden. Neben der Suche nach neuen Standorten wurden auch bereits bekannte Fundorte von Sandmücken erneut aufgesucht.

Um das Vorkommen von Sandmücken an den ausgewählten Privatgrundstücken untersuchen zu können, musste zunächst die Genehmigung der Eigentümer eingeholt werden. Interessierten Personen wurde zusätzlich ein im Jahr 2001 angefertigtes Informationsblatt ausgehändigt. Im Falle des Standortes „Kiesgrube“ in Neuenburg wurde eine mündliche Genehmigung des Bauamtes der Stadt Neuenburg erteilt.

In den Zeiträumen 01.02.2008 bis 08.02.2008 und 10.06.2008 bis 29.06.2008 wurden Sandmückenfänge in einem alten, 400 m langen Eisenbahntunnel auf Korsika durchgeführt. Dieser bedeutende Standort für Sandmücken ist schon seit Mitte des letzten Jahrhunderts bekannt (TOUMANOFF & CHASSIGNET, 1954). Zu der dort

vorkommenden Art gehört auch die in Deutschland überwiegend vertretende Art *Phlebotomus mascittii*.

2.2 Methoden zum Fang von Sandmücken

Folgende Methoden zum Fang von Phlebotomen werden von der WHO (1990) empfohlen:

1. Fangen von Phlebotomen an Ruheplätzen mit Hilfe eines Handaspirators
2. Absammeln von Phlebotomen während des Stechaktes am Wirt
3. Aufsammeln toter Phlebotomen nach dem Einsatz von Insektiziden
4. Fang mit Hilfe von Ölpapierfallen
5. Fang mit Hilfe von Lichtfallen

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden Sandmücken ausschließlich, sowohl in Deutschland als auch auf Korsika, mit Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“ gefangen (LAINSON et al., 1976). Diese Methode ist eine der effektivsten Methoden zum Fang von Phlebotomen (SCHMITT, 2002). Sie können auf Grund der einfachen Handhabung und des leichten Transports problemlos auch von Laien genutzt werden (WHEELER et al., 1996).

2.2.1 Fang mit Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“

Die Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“ des Center for Disease Control bestehen aus einem Plexiglaszylinder, an dessen oberen Ende sich eine Lichtquelle (Glühbirne) und am unteren Ende ein Ventilator befindet (Abb.1). Mit Hilfe eines Motors wird durch den Ventilator ein Unterdruck erzeugt, durch den die Sandmücken und auch andere photophile Insekten in den darunter befindlichen Fangsack eingesogen werden. Der Fangsack besteht aus einem kegelförmigen Sack aus sehr feinmaschiger Gaze (Maschenweite unter 0,5 x 0,5 mm). Damit kann ein Entfliegen der sehr kleinen Sandmücken verhindert werden. An der spitz zulaufenden Seite kann der Fangsack über den Plexiglaszylinder gestülpt und mit Hilfe eines Klettverschlusses befestigt werden. Der Durchmesser der Unterseite der Fangsäcke beträgt etwa 20 cm, die Höhe

des Kegels ungefähr 50 cm. Die Öffnung des Fangsackes muss mindestens einen Durchmesser von 10 cm haben, um ein leichtes Überstülpen zu gewährleisten. Betrieben werden die Lichtfallen mit handelsüblichen, wiederaufladbaren Gel-Blei-Säure-Akkus des Herstellers Panasonic mit einer Betriebsspannung von 6 Volt Gleichstrom.

Durch die Lichtquelle werden die Sandmücken bei einem Abstand von bis zu zwei Metern angelockt (KILLICK-KENDRICK et al., 1985). Im Allgemeinen werden weibliche Phlebotomen häufiger durch Lichtfallen des Typs „CDC Miniature Light Trap 512“ angelockt als männliche (MERDAN et al., 1992). Zudem werden weibliche Sandmücken nach dem Blutmahl für gewöhnlich nicht attrahiert (GRIMM et al., 1993). Unter Verwendung der beschriebenen Lichtfalle ist es möglich auch Lebendfänge durchzuführen, um sie für spätere Zuchtzwecke einzusetzen. Die Lichtfallen wurden vor Beginn der Dämmerung an den ausgewählten Standorten in einer Höhe von ca. 100 cm platziert und am frühen Morgen des nächsten Tages wieder eingesammelt.



Abb.1: Lichtfalle vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“

Auf Korsika wurden die Lichtfallen innerhalb des Tunnels in Abständen von 50 m und Höhen von 40 cm bis 120 cm aufgehängt. Zur Ermittlung der Aktivitätszeiten wurden die Fallen teilweise zu unterschiedlichen Zeiten geleert.

2.2.2 Der Einsatz unterschiedlicher Lichtquellen

Neben herkömmlichen Glühlampen wurden auf Korsika zusätzlich monochromatische Multichip-LEDs in den Farben grün, rot, gelb und orange eingesetzt, um eine Reaktion der Sandmücken bezüglich der Wellenlänge einer Lichtquelle zu untersuchen.

2.3 Einfangen lebender Sandmücken

Zu Zuchtzwecken konnten Sandmücken möglichst schonend mit einem speziell für Sandmücken angefertigten Handaspirator gesammelt werden: ein Glaszylinder, der am hinteren Ende mit Gaze überzogen in einen Gummischlauch gesteckt wird (Abb.2). Durch Ansaugen können die Sandmücken durch den entstehenden Unterdruck in den Zylinder gesaugt werden. Dabei verhindert die Gaze, dass die Sandmücke in den Gummischlauch gelangt. Anschließend wurden die Phlebotomen durch die entsprechende Öffnung in ein Brutgefäß überführt.

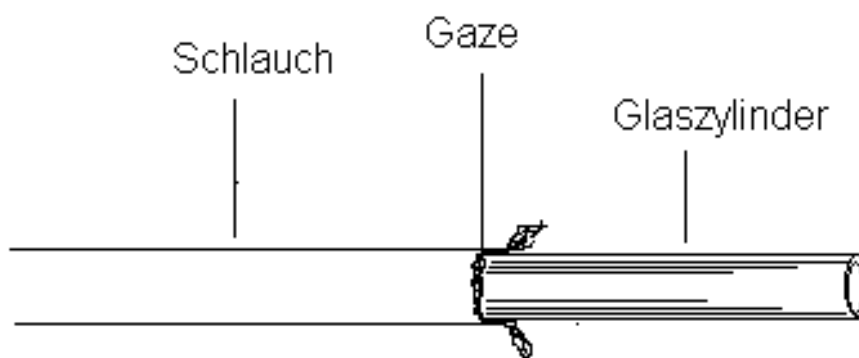


Abb.2: Skizze des Handaspirators

2.4 Das Töten der gefangenen Sandmücken

Die gefangenen Sandmücken und Arthropoden werden durch Verdrängen von Sauerstoff erstickt (NAUCKE, 1998). Dazu wurden die Fangsäcke von den Lichtfallen abgenommen, mit einem Gummi verschlossen und in einem antistatischen Plastiksack aufbewahrt. In den Sack wurde die Öffnung einer CO₂-Gasflasche gehalten und der Plastiksack um die Flasche herum verschlossen. Das Ventil der Flasche wurde geöffnet und der Sack mit CO₂ prall befüllt. Nach etwa 30 Minuten konnte der Sack geöffnet und die narkotisierten bzw. toten Arthropoden aus dem Fangsäcken geschüttelt werden. Diese wurden in 70%igem Ethanol konserviert. Die CO₂-Methode eignet sich besonders gut für Freilandarbeiten. Der Transport der CO₂-Gasflasche im Auto ist auch bei hohen Temperaturen ungefährlich und die Zylinder können im Handel preiswert aufgefüllt werden.

2.5 Der Transport toter Arthropoden

Wie bereits unter 2.4 beschrieben, wurden die toten Sandmücken und zusätzlich gefangenen Arthropoden in 70%igem Ethanol konserviert. Hierfür waren verschließbare Zentrifugenröhrchen (Sarstedt) oder Reaktionsgefäße (Eppendorf) besonders gut geeignet. Weil Sandmücken außerordentlich empfindlich sind, mussten die Gefäße möglichst ohne größere Erschütterungen transportiert werden.

2.6 Transport und Haltung lebender Sandmücken

Lebende Mücken sind sehr anfällig gegenüber Austrocknung, Hitze und Sonneneinstrahlung (SCHMITT, 2002). Daher sollten sie in einer relativ feuchten und kühlen Umgebung ohne direkte Sonneneinstrahlung gehalten werden. In einer mit feuchtem Zellstoff ausgelegten Plastikbox konnten solche Bedingungen geschaffen werden. Der Transport und die Haltung der Phlebotomen erfolgte in mit nicht toxischem Gips ausgegossenen (PETERS & KILLICK-KENDRICK, 1987) und mit einer Gaze überzogenen Plastikbehältern. Diese konnten auch anschließend direkt zur Zucht als Brutgefäße genutzt werden. Dabei wurden die Phlebotomen innerhalb der

Transportgefäße und den Plastikboxen in einer elektrischen Kühlbox untergebracht, die über den Zigarettenanzünder des Autos betrieben werden konnte. Die Kühlbox bot im geschlossenen Zustand eine gute Isolierung gegen Licht, Hitze und Austrocknung. Außerdem fallen die Sandmücken bei Temperaturen von 10-12°C in eine Kältestarre, wodurch ihre Überlebenschance immens gesteigert wird (KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK, 1991). Als Kohlenhydratquelle wurde den Phlebotomen mit Zuckerwasser getränkte Watte oder Apfelstücke ohne Schale zur Verfügung gestellt. Die Kohlenhydratquelle musste spätestens nach zwei Tagen ausgetauscht werden, da ein schnelles Schimmelpilzwachstum zum Verkleben der filigranen Sandmücken führt.

2.7 Präparation der Phlebotomen im wässrigen System

Die in 70%igem Ethanol konservierten Sandmücken wurden zunächst für 3 Std. in 6% KOH-Lösung überführt (abgewandeltes Protokoll nach NAUCKE, 1994). Phlebotomen sind sehr stark behaart und können in diesem Zustand nur schwer bestimmt werden. Durch die KOH-Mazerierung (Aufhellung der Insekten) verlieren sie fast vollständig ihre Behaarung, der chitinöse Panzer wird sehr weich, wodurch eine Erleichterung der Präparation gewährleistet wird. Nach viermaliger Waschung in Aq. dest. für jeweils 15 min wurden von den mazerierten Phlebotomen Dauerpräparate hergestellt (MADULO-LEBLOND, 1983; NAUCKE, 1994). Hierzu wurden jeweils 5-10 Sandmücken auf Objektträgern in Hoyer-Lösung eingedeckt.

Zusammensetzung der Hoyer- Lösung:

- Aq. dest.	50ml
- Chloralhydrat ($\text{CCl}_3\text{CHO} \times \text{H}_2\text{O}$)	200g
- Glycerin	20ml
- Gummi arabicum	30g

Die Substanzen wurden bei 80°C im Wasserbad aufgelöst. Dabei musste beachtet werden, dass die Lösung keinerlei Kontakt zur Heizplatte erhielt. Da es sich bei dem Eindeckungsmedium um ein wässriges System handelt, sollten die Präparate

mindestens drei Monate waagrecht und möglichst ohne Transport gelagert werden. Eine Beobachtung unter dem Mikroskop ist möglich. Nach 6 Monaten sollten die Präparate relativ feucht und kühl gelagert werden, da es bei zu trockener Umgebung zur Auskristallisierung des Chloralhydrats kommt und die Präparate unbrauchbar werden.

Die Präparation der Sandmücken erfolgt auf den Objektträgern innerhalb der Hoyer-Lösung unter einem Binokular mit mindestens 30-facher Vergrößerung. Zur Präparation eignen sich feine Präpariernadeln, auch gewöhnliche Insulinspritzen haben sich bewährt. Zuerst wurden die Flügel nach oben gerichtet und entfaltet. Die Beine wurden glatt nach unten gezogen. Antennen und Palpen wurden sorgfältig und vorsichtig gestreckt und nach vorne ausgerichtet. Dem Weibchen wurde der Kopf abgetrennt und mit der ventralen Seite nach oben neben den Thorax gelegt. Außerdem wurden die letzten 3 Segmente des Abdomens in Höhe des 8. Tergits abgetrennt und aus ihnen die Furca heraus präpariert. An ihr sind die Spermatheken mit ihren Ausführgängen und dem basalen Endabschnitt befestigt. Bei den Männchen wurde der artspezifische Kopulationsapparat glatt nach hinten gestreckt.

2.8 Die Bestimmung der präparierten Phlebotomen

Sowohl die deutsche als auch die korsische Phlebotomenfauna wurde nach den Bestimmungsschlüsseln von THEODOR, 1958 und LÉGER et al., 1986 bestimmt. Die Sandmücken wurden ausschließlich in Form von Dauerpräparaten bestimmt. Anhand folgender morphologischer Kriterien wurden die Phlebotomen taxonomisch eingegliedert:

- Gestaltung von Pharynx und Cibarium sowie deren Bezahnung
- Gestaltung der Spermatheken und deren basalen Endabschnitt des Weibchens
- Gestaltung von Aedoeagus des Männchens
- Anzahl und Anordnung der Dornen auf dem Stylus des männlichen Kopulationsapparates
- Anordnung der Borsten auf dem Coxit des männlichen Kopulationsapparates

2.9 Zuchtaufbau von *Phlebotomus mascittii*

Zum Aufbau einer Sandmückenzeitung wird in der Regel mit blutvollgesogenen Weibchen begonnen, die zuvor z.B. mit Lichtfallen aus der Natur gefangen wurden (Naucke, 1998). Die mit Blut vollgesogenen, Eier tragenden Weibchen wurden zunächst in Larvalbrutbehälter zur Eiablage überführt (siehe 2.6). Um optimale Zuchtbedingungen zu schaffen, wurden die Brutgefäße in einer haushaltsüblichen Plastikdose fest verschlossen. Da in der Regel ein Blutmahl erforderlich ist, muss vor der Zucht sichergestellt sein, dass ein natürlicher Wirt bzw. geeigneter Ersatzwirt zur Verfügung steht. Als Kohlenhydratquelle, die sowohl von männlichen als auch weiblichen Sandmücken benötigt wird, diente in erster Linie mit Zuckerlösung getränkte Watte. Erfahrungsgemäß hatte sich aber auch überreifes Obst, wie das Fruchtfleisch einer Kaktusfrucht, bewährt.

Eine weitere wichtige Voraussetzung zum Aufbau einer Zucht ist die Zusammensetzung des Larvenfutters. Diese ist z. T. nicht nur schwer nachvollziehbar, sondern weist auch eine sehr zeitaufwendige Herstellung auf (YOUNG et al. 1981). Bei der Herstellung ist vor allem auf eventuelles Pilzwachstum zu achten, besonders bei der Überwinterung der Larven (MARCHAIS et al. 1991). Dabei eignet sich am besten fermentiertes Larvenfutter, da es vermindertes Pilzwachstum zeigt. Die Herstellung des aerob und anaerob fermentierten Larvenfutters erfolgte nach einer veränderten Methode von KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK (1991) (siehe 2.10). Sobald die ersten L₁-Larven schlüpften konnte mit der Fütterung begonnen werden. Zum Aufbau der Zucht wurde die Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* aus Korsika verwendet.

2.10 Herstellung des Larvenfutters

Zur Fermentation des Larvenfutters wurden trockener Kaninchenkot und Nagetierfutter im Verhältnis 1:1 vermischt und mit Hilfe einer Kaffeemühle pulverisiert (mündliche Mitteilung durch Dr. Naucke). Auf den Böden mehrerer ineinander gestapelter Plexiglasaquarien (35 x 20 x 20 cm) wurde eine dünne Schicht des pulverisierten Larvenfutters verteilt und mit einem Feinzerstäuber befeuchtet (NAUCKE, 1998).

Umgedreht wurden die Plexiglasaquarien mit dem Pulver etwa 3 Monate bei einer Temperatur von 21-26°C belassen (NAUCKE, 1998). In diesem Zeitraum kam es zunächst zum Wachstum anaerober Pilze auf dem Larvenfutter. Anschließend wurde der Abstand zwischen den Plexiglasaquarien mit Hilfe von Zahnstochern vergrößert, damit mehr Sauerstoff an das Pulver gelangte. Dadurch ging anaerobes Pilzwachstum zu Grunde und ein aerobes Pilzwachstum entstand. In diesem Zustand wurde das Larvenfutter für weitere 3 Monate belassen und täglich mit dem Feinzerstäuber nach befeuchtet. Anschließend wurde das Larvenfutter nach der aeroben Fermentation für weitere 2 Monate getrocknet. Nach dem Trocknungsprozess wurde das Larvenfutter erneut in der Kaffeemühle pulverisiert. Das auf diese Weise gewonnene Larvenfutter kann trocken und unsteril für mindestens 3 Jahre eingesetzt werden und mit Hilfe eines Salzstreuers den Larven angeboten werden.

2.11 Kapillare Blutfütterung von Sandmücken

Die kapillare Blutfütterung wurde im Rahmen dieser Untersuchungen nach modifizierten Methoden von HERTIG & HERTIG (1927) durchgeführt. Wichtige Kriterien der Methodik sind vor allem der korrekte Aufbau der Apparatur sowie die Technik der künstlichen Fütterung. Besondere Vorsicht ist bei der Fixierung der filigranen Sandmücke und das Überstülpen der Kapillare über die stechenden Mundwerkzeuge des Saugrüssels geboten. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Sandmücken eine schonende und angemessene Einspannhilfe anzubieten. Zum Einspannen der Sandmücken wurde eine Pinzette bestehend aus Holz und Kork gefertigt (siehe 2.11.1).

2.11.1 Aufbau der Apparatur

Einspannen der Sandmücke:

Mit einer aus Holz und Kork angefertigten Pinzette wurde ein schonendes Einspannen der Sandmücken ermöglicht (Abb.3b). Dazu wurde ein Holzzylinder mit einem Durchmesser von 0,8 cm und einer Länge von 4,4 cm der Länge nach aufgespalten. Auf die glatten Seiten (Innenseiten) wurde jeweils eine 1 mm dicke Korkschiicht geklebt. Zum selbstständigen Öffnen wurde ein Stück Federstahl an beiden Holz/Kork-

Fragmenten mit Garn befestigt. Diese Einspannhilfe ist von Vorteil, da das Holz dem Konstrukt die nötige Festigkeit gibt und die Korksicht zum Schutz der Flügel eine gewisse Elastizität bietet (NAPIER, 1930). Der Umfang wurde so abgemessen, dass sie beim Zusammendrücken in einen Glaszylinder (Durchmesser: 1cm; Länge: 3cm) passt (Abb.3a). Somit wurde ein Zusammenhalten der Einspannhilfe gewährleistet.

Fütterungskapillaren:

Die Kapillaren sollten einen Außendurchmesser von nicht größer als 1mm besitzen (NAPIER, 1930). Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden Kapillaren mit einem Fassungsvermögen von 5µl, 10µl und 20µl getestet. Zusätzlich zur Apparatur gehörte eine Kunststoffperle mit einem Loch entlang der Achse. Diese Perle hatte einen Durchmesser von 0,9 cm um in die gegenüberliegende Seite des Glaszylinders mit der sich darin befindlichen Einspannhilfe zu passen. Durch dieses Loch wurde die Kapillare geführt und zusätzlich mit Watte ausgestopft um einen festen Sitz zu gewährleisten (Abb.3c). Die Kunststoffperle selbst besaß eine Beweglichkeit in alle Richtungen innerhalb des Glaszylinders. Dadurch wird eine Bewegung der Kapillare ermöglicht, dennoch weist diese Methode eine gewisse Stabilität auf.

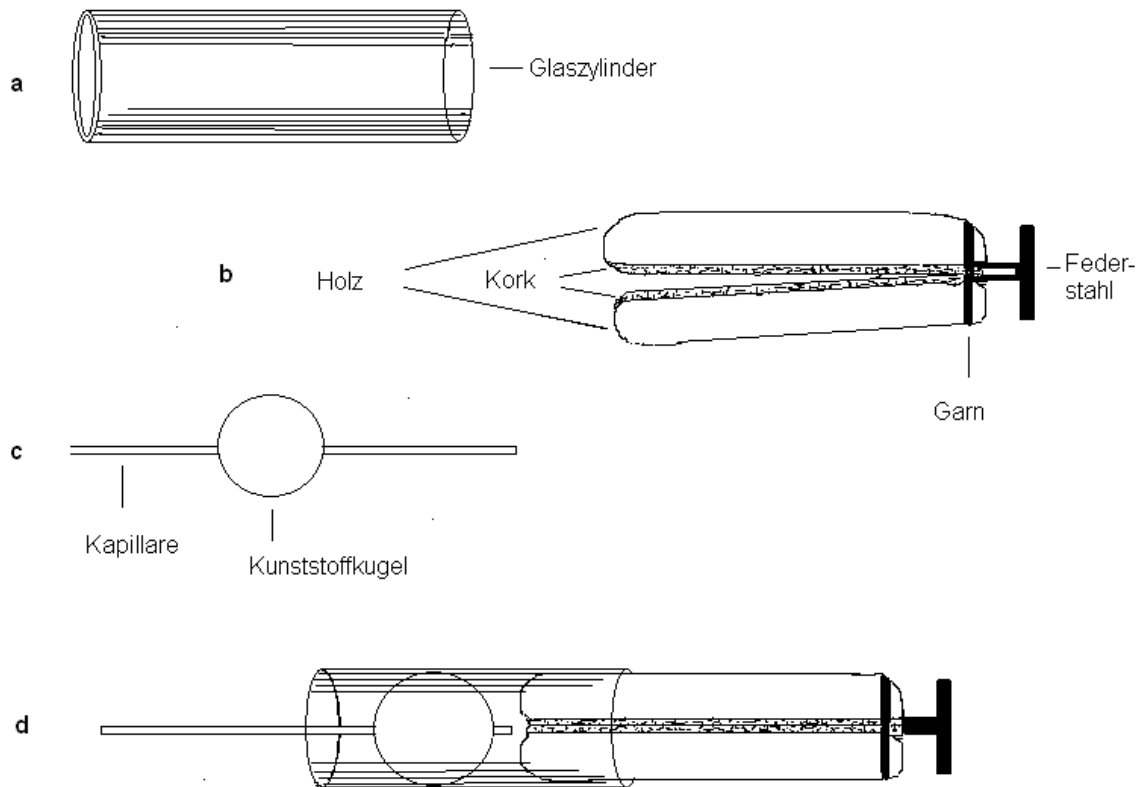


Abb.3: vereinfachte Darstellung der separaten Bestandteile der Fütterungsapparatur

a: Glaszylinder

b: Pinzette aus Holz und Kork

c: Fütterungskapillare mit Kunststoffkugel

d: separate Bestandteile der Fütterungsapparatur zusammengefügt

Um dem Glaszylinder unter dem Binokular zu fixieren wurde eine Vorrichtung aus Plastellin geformt. Damit liess sich die Höhe der Apparatur variieren. Auch die Kapillare wurde auf einer höhenverstellbaren Plastellin-Vorrichtung platziert (Abb.4).



Abb.4: Aufbau der Fütterungsapparatur

2.11.2 Methodik der kapillaren Blutfütterung

Um sich mit der Apparatur vertraut zu machen, wurden die Fütterungsversuche zuvor an Mücken der Gattung *Culex* erprobt. Die eigentlichen Versuche erfolgten an Sandmücken der Arten *Phlebotomus duboscqi* und *Phlebotomus mascittii*.

Die Sandmücken wurden für jeweils 10 min mit CO₂ narkotisiert (PERROTTI & MAROLI, 1993). Durch die Narkose wird die Verletzungsgefahr beim Einspannen der Sandmücke auf ein Minimum reduziert. Für gewöhnlich sind die Beine der narkotisierten Phlebotomen zusammen liegend und ausgestreckt (NAPIER, 1930). Auch die Flügel sind in diesem Zustand nach oben gerichtet. Mit Hilfe einer feinen Federstahlpinzette wurden die Beine der Sandmücke ergriffen und die Flügel zwischen die Korkschichten der Holz/Kork- Konstruktion fixiert. Die Sandmücken konnten die Beine bewegen, der Thorax war jedoch unbeweglich. Unter dem Binokular wurde nach dem Erwachen der Sandmücke die mit Blut gefüllte Kapillare über den Saugrüssel gestülpt. Dabei sollte die Kopfneigung der Sandmücke zur Kapillarachse einen Winkel von 160° einnehmen (ALEKSEEV & SAF'JANOVA, 1966).

3. Ergebnisse

3.1 Untersuchungszeitraum und Fanggebiete in Deutschland

Im Rahmen dieser Untersuchung konnten in dem Zeitraum vom 29.06.2008 bis 07.08.2008 12 neue Standorte für Deutschland innerhalb von Baden- Württemberg für die Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen werden. Es handelt sich ausschließlich um innerstädtische bzw. innerdörfliche Standorte. Es wurden insgesamt 28 Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* an 16 verschiedenen Standorten in 14 Orten gefangen. Zusätzlich wurden an 2 weiteren Standorten in Rheinland- Pfalz 3 Individuen der Sandmückenart *Phlebotomus perniciosus* nachgewiesen. Die Fangdaten, zugehöriger Standort sowie Anzahl der gefangenen Sandmücken sind tabellarisch unter 7.1.1 dargestellt.

3.2 Beschreibung der Sandmücken-positiven Standorte in Baden- Württemberg

Obereggenen, Bürgerstraße (Lämmllins)

Dieser Standort mit den Koordinaten: 47° 45' 22,6" N 07° 38' 46,5" O ist bereits seit 2003 bekannt und konnte erneut bestätigt werden. Es handelt sich hier um eine familienbetriebliche Schnapsbrennerei bestehend aus einem Wohnhaus, einem leerstehenden Kuhstall, sowie einer zweigeteilten Scheune (Abb.5). Der linke mit dem Kuhstall verbundene Teil der Scheune beherbergt die Behälter und Geräte für den Obst- bzw. Weinanbau. Der Dachboden der Scheune ist über eine Treppe oder Leiter zu erreichen, hier wurden ebenfalls Fallen platziert. Der Boden der Scheune ist zum Teil gepflastert und zum anderen Teil besteht er aus festgetretenem Sand bzw. Lehm. Des Weiteren gehört zu der Scheune auf der rechten Seite ein kleiner, betonierter Werkzeugschuppen. Jener konnte als positiver Standort mit 2 weiblichen Sandmücken bestätigt werden.



Abb.5: Scheune Obereggenen - Eckstraße

Obereggenen, Eckstraße (Lämmlins Mieter)

Auch dieser seit 2003 bekannte Standort mit den Koordinaten 47° 45' 24,4" N 07° 38' 40,5" O konnte ein weiteres Mal bestätigt werden. Bei diesem Anwesen handelt sich um einen alten Bauernhof, mit Wohnhaus, Hof und großer ungenutzter Scheune (Abb.6). Die Scheune wurde z.T. saniert mit betoniertem Bodengrund, der hintere Teil der Scheune besteht noch immer aus einem festgetretenen Lehm Boden. Auch in einer kleinen zum Hof hin offenen Werkzeugecke wurden Lichtfallen zum Fang von Sandmücken platziert. Zusätzlich wurden Fallen im Foyer der Scheune aufgehängt. Vor Ort konnten 3 weibliche Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen werden.



Abb.6: Scheune in Obereggenen - „Lämmli's Mieter“

Bremgarten, Bauernhof

Dieser Standort zählt zu den ersten Sandmückenfundorten im Jahr 1999 und konnte ein weiteres Mal bestätigt werden (Abb.7). Die Koordinaten dieses Standortes betragen: 47° 55' 00" N 7° 37' 18" O. Es handelt sich hierbei um eine am Dorfrand gelegene Scheune mit Hühner- und Schweinestall. Vor Ort wurde in vier Nächten jeweils eine Lichtfalle platziert. Es konnten, über die Nächte verteilt, drei männliche Individuen und ein weibliches Individuum der Sandmückenart *P. mascittii* nachgewiesen werden.



Abb. 7: Außenansicht der Scheune in Bremgarten

Auggen, Am Erzbuck 14

In einer Gerätescheune dieses Standortes wurde mit Hilfe einer Lichtfalle eine weibliche Sandmücke der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen (Abb.8). Die Koordinaten dieses Standortes betragen $47^{\circ} 47' 09''$ N $07^{\circ} 35' 33''$ O. Die Scheune gehört zu einem großen Wohnhaus, deren Besitzer mehrere Ferienwohnungen zur Vermietung geben. Des Weiteren ist sie durch einen naturbelassenen Boden aus Lehm gekennzeichnet und beherbergt eine Vielzahl landwirtschaftlicher Geräte. Ein Hund und einige Katzen, als mögliche Wirte, zählen ebenfalls zum Anwesen.



Abb.8: Eingang zur Scheune in Auggen

Eschbach, Rebweg 1

Bei diesem neuen Standort mit den Koordinaten $47^{\circ} 53' 18''$ N $07^{\circ} 39' 32''$ O handelt es sich um einen innerdörflichen alten Holzschuppen, der zur Gerätelagerung dient (Abb.9). Der Boden besteht aus festgetretenem Lehm. Tierhaltung wurde an diesem Standort nicht beobachtet. Hier wurden in einer Nacht mit Hilfe einer Lichtfalle eine männliche und vier weibliche Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen.



Abb.9: Holzschuppen in Eschbach- Rebweg 1

Eschbach, Hauptstr. 55

In einer Durchfahrt mit angrenzenden Schuppeneingängen konnte mit Hilfe von Lichtfallen ein weibliches Individuum der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen werden. Die Koordinaten dieses Standortes betragen $47^{\circ} 53' 22''$ N $07^{\circ} 39' 23''$ O. Die Lichtfalle wurde außerhalb des Schuppeneinganges in der Durchfahrt an der Tür platziert (Abb.10). Sowohl in dem Holzschuppen als auch außerhalb ist der Boden teils von lehmiger und teils von betonierter Beschaffenheit. Der Holzschuppen dient ausschließlich zur Lagerung von Holz und wurde laut Besitzer kaum genutzt. Tierhaltung konnte nicht beobachtet werden.



Abb.10: Foto des Schuppeneinganges in Eschbach- Hauptstr. 55

Hochstetten (Breisach am Rhein), Klosteräcker 2

Bei diesem Anwesen handelt es sich um ein Pferdegehöft mit drei Pferdeställen, Hof und Wohnhaus. Die Koordinaten dieses Standortes betragen $48^{\circ} 01' 16''$ N $07^{\circ} 36' 42''$ O. Eine Lichtfalle wurde über Nacht in eine dem Pferdestall angrenzende Gerätescheune platziert (Abb.11). Diese zum Hof hin offene Scheune dient lediglich zur Deponierung von Holz und Geräten. Zusätzlich wird ein Heuwagen dort untergestellt. Bei dem Boden handelt es sich um einen Sand- bzw. Lehmboden. Neben den Pferden, als mögliche Blutwirte, wurden auch Hunde und Katzen auf dem Hof beobachtet. Vor Ort wurde ein männliches Individuum der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen.



Abb.11: Außenansicht des Standortes in Hochstetten

Eschbach, Hauptstr. 1

An diesem Standort mit den Koordinaten $47^{\circ} 53' 30''$ N $07^{\circ} 39' 05''$ O wurde eine weibliche Sandmücke der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen. Bei diesem Bauernhof handelt es sich um einen am Stadtrand gelegenen Familienbetrieb mit Kartoffelanbau. Eine Lichtfalle wurde im oberen Teil der Scheune in einer Höhe von ungefähr fünf Metern platziert (Abb.12). Dieser Bereich besteht aus einem betonierten Boden und wird von einem steinernen Gemäuer mit Holzbalken umfasst. Der Boden dient hauptsächlich der Lagerung von landwirtschaftlichen Geräten und Holz. Neben der Familie und Angestellten, befindet sich auch ein Hund auf dem Bauernhof.



Abb.12: Innenansicht des Standortes in Eschbach- Hauptstr. 1

Breisach (Niederrimsingen), Merdingerstr. 25

Dieser Standort mit den Koordinaten $47^{\circ} 59' 18''$ N $07^{\circ} 40' 14''$ O zeichnet sich durch eine gemauerte aber auch aus Holz bestehende Scheune im innerdörflichen Bereich aus. Diese teils mit sandigem Naturboden versehene aber auch teils betonierte Scheune wird hauptsächlich zur Lagerung von Geräten, Fahrrädern und Sperrgut genutzt. Die Lichtfalle wurde direkt neben der Scheunentür platziert (Abb.13). Vor Ort wurde eine männliche Sandmücke der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen.



Abb.13: Innenansicht der Scheune in Niederrimsingen

Hartheim (Feldkirch), Dorfstr. 22

Bei diesem Standort mit den Koordinaten 47° 56' 11" N 07° 38' 50" O handelt es sich um eine alte kaum genutzte Holzscheune mit teils betoniertem und teils sandigem Untergrund (Abb.14). Die Scheune befindet sich im innerdörflichen Bereich. An diesem Standort wurde eine weibliche Sandmücke der Art *Phlebotomus mascittii* mit Hilfe einer Lichtfalle gefangen.



Abb.14: Innenansicht der Scheune in Feldkirch

Zienken, Obere Dorfstr. 9

Dieser Standort mit den Koordinaten 47° 50' 26" N 07° 34' 47" O wurde bereits im Jahr 2007 mit dem Vorkommen von Sandmücken bekannt. Mit dem Fang eines männlichen Individuums der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* konnte dieser Standort erneut bestätigt werden. Es handelt sich hierbei um eine kleine einseitig geöffnete Scheune auf einem Hof in einer Wohnsiedlung (Abb.15). Die Scheune ist teilweise gepflastert, teilweise aber auch von Lehm Boden bedeckt. Platziert wurde die Falle an einem Haufen aus Holzscheiten innerhalb der Scheune (Abb.16).



Abb.15: Außenansicht der Scheune in Zienken



Abb.16: Innenansicht der Scheune in Zienken

Neuenburg, Gutnauweg

In einer Scheune, gehörend zu einem Einfamilienhaus im innerstädtischen Bereich, konnte ein weibliches Individuum der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen werden. Die Koordinaten dieses Grundstücks sind $47^{\circ} 48' 36''$ N $07^{\circ} 33' 52''$ O. Mit Ausnahme einer kleinen Ecke im vorderen Teil der Scheune, ist die komplette Scheune mit Betonboden versehen. In der besagten Ecke mit lehmartigem Naturboden, wurde eine Lichtfalle zum Fang von Sandmücken platziert (Abb.17). In unmittelbarer

Nähe zur Lichtfalle befand sich ein Käfig mit Kaninchen, die zum Blutmahl von den Sandmücken angefliegen werden können.



Abb.17: Foto des Standortes in Neuenburg

Heuweiler, Dorfstr. 23

Dieser neu nachgewiesene Standort für das Vorkommen von *Phlebotomus mascittii* befindet sich im innerdörflichen Bereich (Abb.18). Die Koordinaten dieses Bauernhofes sind: 48° 03' 07" N 07° 54' 09" O. Platziert wurde die Lichtfalle in einem kleineren Teil der Scheune, die zur Lagerung von Mehl und Sägespänen dient. Der Boden besteht aus Holzdielen. Des Weiteren ist zu bemerken, dass in einem weiteren Teil der Scheune nebenan Kühe gehalten werden. Zusätzlich wurden mehrere Katzen auf dem Hof gesichtet. An diesem Standort wurde eine weibliche Sandmücke gefangen.



Abb.18: Außenansicht des Bauernhofs in Heuweiler

Gündlingen, Hauptstr. 32

Ein weiterer neuer Fundort für Sandmücken befindet sich in Gündlingen (Breisach am Rhein) im innerdörfliche Bereich mit den Koordinaten 48° 00' 47" N 07° 38' 29" O. Platziert wurde die Lichtfalle auf dem Speicher der Holzscheune in ca. 3 Meter Höhe (Abb.19). Auf dem Speicher wird überwiegend Holz- und Sperrmüll, aber auch Stroh gelagert. Vor Ort wurde ein weibliches Individuum der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* gefangen.

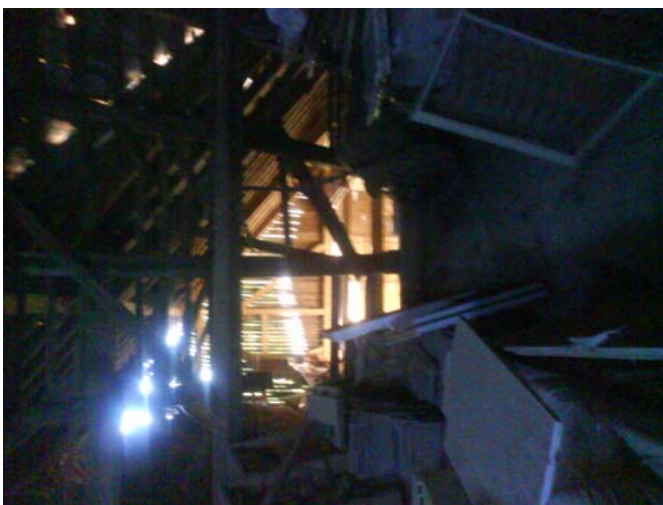


Abb.19: Foto des Speichers in Gündlingen

Rust, Fischerstr. 47

In einem kleinen Stall gehörend zu einem Grundstück mit den Koordinaten $48^{\circ} 16' 02'' \text{ N } 07^{\circ} 43' 29'' \text{ O}$ konnte das Vorkommen zweier weiblicher Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen werden. Mittlerweile gibt es in diesem Stall keine Tierhaltung mehr. Er dient lediglich zur Lagerung von Stroh und Sperrgut (Abb.20). Der Stall gehört zu einer größeren Scheune aus altem Gemäuer. Eine Nutz- bzw. Haustierhaltung konnte nicht beobachtet werden.



Abb.20: Innenansicht des Standortes in Rust

Kappel- Grafenhausen, Rathausstr. 32

Bei diesem Standort mit den Koordinaten $48^{\circ} 17' 26'' \text{ N } 07^{\circ} 44' 44'' \text{ O}$ handelt es sich um eine einseitig geöffnete Scheune mit Lehmbooden, teilweise aber auch betonierte. Die Scheune diente ausschließlich der Lagerung von großen Mengen Brennholz, an deren Stelle eine Lichtfalle platziert wurde (Abb.21). Neben der Familie lebt auch ein Hund auf dem Anwesen. Vor Ort wurden 2 weibliche Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* nachgewiesen.



Abb.21: Foto des Standortes in Kappel-Grafenhausen

Nanzdietsweiler (Rheinland- Pfalz)

An diesem Standort mit den Koordinaten 49° 26' 25" N 07° 26' 12" O wurden in einer alten gemauerten Scheune Lichtfallen platziert (Abb.22). Die Scheune ist einseitig geöffnet und dient u.a. zur Lagerung von Brennholz. Der Boden besteht aus festgestampften Lehm. Vor Ort konnte ein weibliches Individuum der Art *P. perniciosus* nachgewiesen werden.



Abb.22: Scheune in Nanzdietschweiler

Schmittweiler (Rheinland-Pfalz)

Die Koordinaten dieses Standortes betragen $49^{\circ} 24' 32''$ N $07^{\circ} 20' 28''$ O. Hierbei handelt es sich um eine alte Scheune mit einem festgestampften Lehmbo­den. Diese Scheune wird kaum genutzt und dient zur Lagerung von Sperrgut. Da bei diesem Standort erst im Nachhinein Sandmücken im Beifang gefunden wurden, existiert hierfür kein Foto. Vor Ort konnten eine weibliche und eine männliche Sandmücke der Art *P. perniciosus* gefangen werden.

3.3 Das Untersuchungsgebiet auf Korsika

Neben Untersuchungen zum Vorkommen von Sandmücken in Deutschland, wurde auch ein bereits bekannter Standort in der Region von Porto-Vecchio im Südosten Korsikas ein weiteres Mal untersucht. Hierbei handelt es sich um einen 400 m langen ehemaligen Eisenbahntunnel (Abb.23). Der Tunnel wurde am Ende völlig zugeschüttet und besitzt daher nur eine Öffnung. Der Boden des Tunnels besteht aus Beton, die Tunnelwände sind gemauert. In kleineren Nischen unterhalb der Tunneldecke leben zum Teil Fledermäuse. Auch eine Vielzahl Katzen wurden vor dem Tunneleingang beobachtet. Die Koordinaten des Tunneleingangs betragen: $41^{\circ} 43' 14,8''$ N und $09^{\circ} 23' 58,3''$ O.



Abb.23: Foto des Tunneleingangs

Während der Sommermonate herrscht in dem Tunnel eine konstante Temperatur von 19°C. Daher können die Sandmücken weitestgehend witterungsunabhängig leben. Im Juni 2008 wurden vor Ort Untersuchungen zur Biologie und Verhalten von Sandmücken durchgeführt. Die am häufigsten gefangenen Sandmücken gehören der Art *P. mascittii* an. Lediglich drei weibliche Individuen der Art *P. perniciosus* und ein männliches Individuum der Art *S. minuta* konnten darüber hinaus während des gesamten Aufenthaltes gefangen werden. Daher wurden jene in der folgenden graphischen Darstellung nicht berücksichtigt. Zur Untersuchung der Verteilung von *P. mascittii* im Tunnel wurden in sechs Nächten Lichtfallen in Abständen von 50 m platziert. Eine tabellarische Aufstellung aller gefangenen Sandmücken zu diesem Versuch ist im Anhang unter 7.1.2 dargestellt. Um eine genauere Aussage treffen zu können, wurde die Anzahl der Sandmücken zur Verteilung im Tunnel mit denen der Versuche zum Flugverhalten (siehe 3.6) addiert. Es ergab sich dabei eine Gesamtanzahl von 264 *P. mascittii*, davon 161 Männchen und 103 Weibchen. Aufgrund von Unregelmäßigkeiten der Fallenanzahl an den verschiedenen Bereichen im Tunnel, wurden die gefangenen Sandmücken der anderen Versuche nicht mit einbezogen. Insgesamt wurden im Juni 2008 385 Individuen der Art *P. mascittii* über den gesamten Zeitraum gefangen, davon 176 Weibchen und 209 Männchen. In Abbildung 24 wurde die Verteilung der

Sandmückenart *P. mascittii* im Tunnel graphisch dargestellt. Übersichten aller gefangenen Sandmücken für das Jahr 2008 befinden sich im Anhang unter 7.1.2 bis 7.1.5.

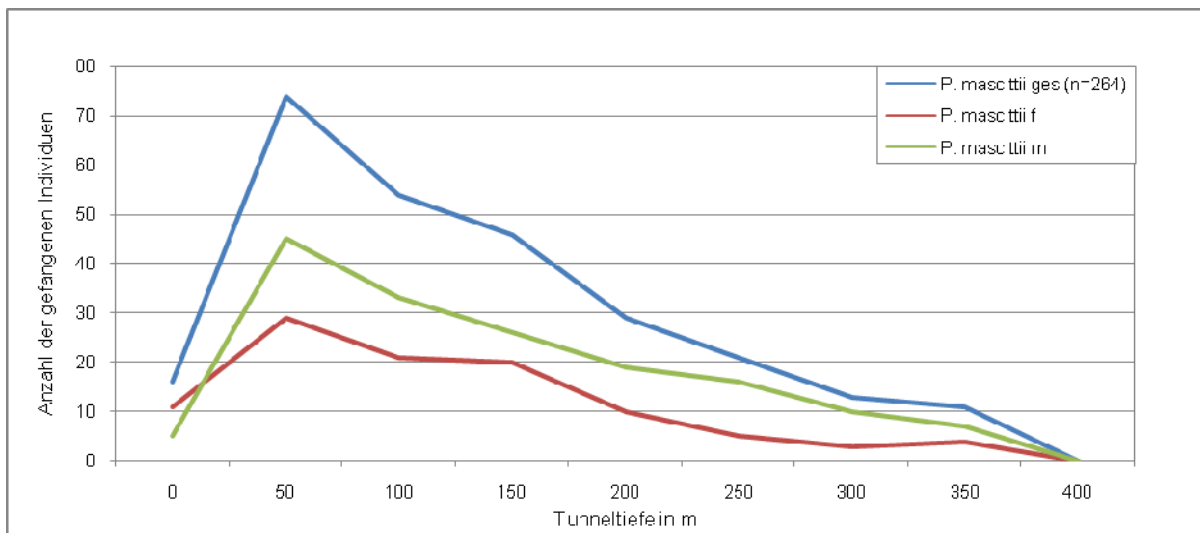


Abb.24: Verteilung von *P. mascittii* im Tunnel im Juli 2008

Aus der Abbildung wird deutlich, dass der Großteil der Sandmückenart *P. mascittii* im mittleren Abschnitt des Tunnels zwischen 50 und 150 Metern auftritt. Zusätzlich kann beobachtet werden, dass sich die weiblichen Sandmücken bevorzugt im vorderen Teil aufhalten, hingegen die männlichen Individuen eher im mittleren Teil des Tunnels anzutreffen sind. In Richtung 350 m nimmt die Anzahl der Individuen stetig ab. Bei 400 m wurden in diesem Jahr keine Phlebotomen gefangen.

Um eine genauere Aussage über die Verteilung der Phlebotomen im Tunnel treffen zu können, wurde eine graphische Darstellung der im Jahr 2001, 2007 und 2008 gefangenen *P. mascittii* erstellt. Hierzu wurde jeweils die durchschnittliche Anzahl der gefangenen *P. mascittii* auf die Anzahl der platzierten Fallen der jeweiligen Meter errechnet. Anschließend wurden die gemittelten Werte der Versuche zur Verteilung im Tunnel der einzelnen Jahre addiert. In Tabelle 1 wurde die durchschnittliche Anzahl gefangener *P. mascittii* aufgeführt und in Abbildung 25 graphisch dargestellt. Eine Auflistung der im Jahr 2007 gefangenen Phlebotomen zur Untersuchung der Verteilung

im Tunnel befindet sich im Anhang unter 7.1.6. Die Daten des Jahres 2001 wurden handschriftlichen Aufzeichnungen entnommen.

Tab.1: durchschnittliche Anzahl der auf Korsika gefangenen *P. mascittii* zusammengefasst für die Jahre 2001, 2007 und 2008 und die Verteilung im Tunnel

Tunneltiefe in m	durchschnittliche Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> ges.	durchschnittliche Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> f	durchschnittliche Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> m
0	11,5	6,2	5,3
50	21	9,9	11,1
100	27,1	8,7	18,4
150	17,9	6,9	11
200	11,5	4,4	7,1
250	8,1	3,1	5
300	5,5	3,3	2,2
350	2,8	1,3	1,5
400	1,8	1,1	0,7

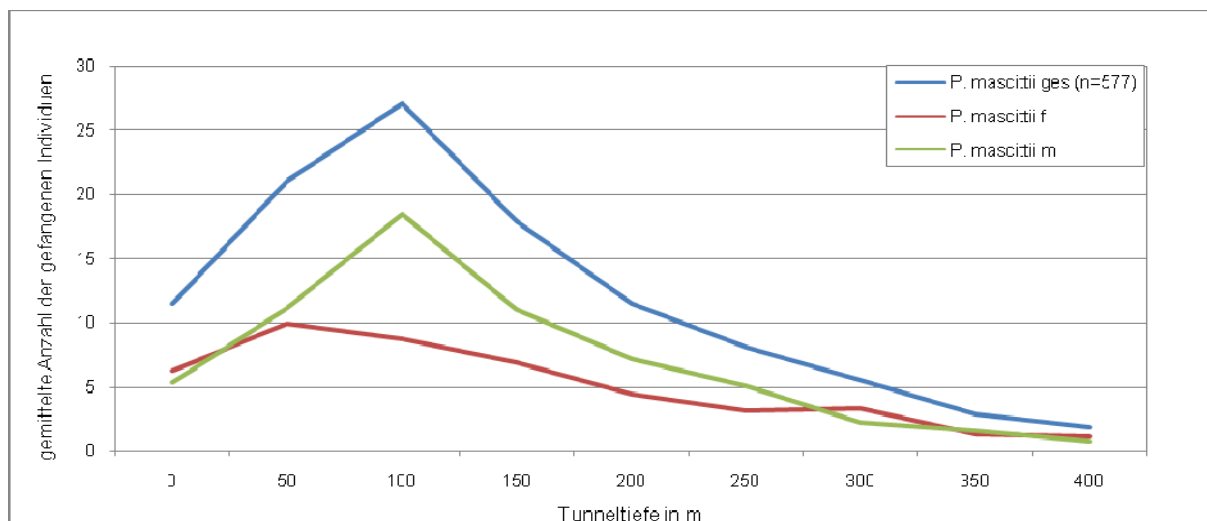


Abb.25: Verteilung der im Tunnel gefangenen *P. mascittii* zusammengefasst für die Jahre 2001, 2007 und 2008

Abbildung 25 zeigt, dass sich der Großteil der Phlebotomen im mittleren Teil des Tunnels zwischen 50 und 150 m aufhält. Ein höherer Anteil weiblicher Phlebotomen lässt sich im Tunneleingang beobachten, zudem auch ein geringer Anstieg bei 300 m. Der größte Anteil an männlichen Sandmücken befindet sich bei 100 m. Mit zunehmender Tunneltiefe sinkt die Anzahl der Phlebotomen stetig.

Im Folgenden wurde die Gesamtanzahl der gefangenen *P. mascittii* der Jahre 2001, 2007 und 2008 für die jeweiligen Untersuchungszeiträume pro Monat tabellarisch und graphisch dargestellt (Tab.2 und Abb.26). Da nicht an allen Tagen eines Monats Untersuchungen stattfanden, wurde die durchschnittliche Anzahl gefangener *P. mascittii* der untersuchten Tage errechnet. Für das Jahr 2007 (19 Tage im August und 4 Tage im September) wurde die Gesamtanzahl (674) anteilig auf die Anzahl der durchgeführten Tage/Nächte der jeweiligen Monate berechnet. Gleiches gilt für die gefangenen Phlebotomen des Jahres 2001. Die Gesamtanzahl (237) und Untersuchungszeiträume (2 Tage im Juli und 8 Tage im September) wurden der Arbeit von SCHMITT (2002) entnommen. Die Gesamtanzahl wurde anteilig auf die Anzahl der durchgeführten Tage/Nächte der Monate errechnet. Die durchschnittliche Anzahl der gefangenen *P. mascittii* für den Monat September der Jahre 2001 und 2007 wurden addiert. Da in den Monaten Januar, März, April, Mai, Oktober, November und Dezember keine Phlebotomenfänge auf Korsika durchgeführt wurden, sind hierfür keine Ergebnisse vorhanden und wurden mit 0 gefangenen Sandmücken kenntlich gemacht.

Tab.2: Anzahl der im Jahr 2001, 2007 und 2008 gefangenen *P. mascittii* auf Korsika pro Monat

	untersuchte Tage/ Nächte	gefangene <i>P.</i> <i>mascittii</i> ges	durschnittliche Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> ges
Januar	0	0	0
Februar	8	55	6,9
März	0	0	0
April	0	0	0
Mai	0	0	0
Juni	21	385	18,3
Juli	2	59,3	29,6
August	19	556,8	29,3
September	12	295	24,6
Oktober	0	0	0
November	0	0	0
Dezember	0	0	0

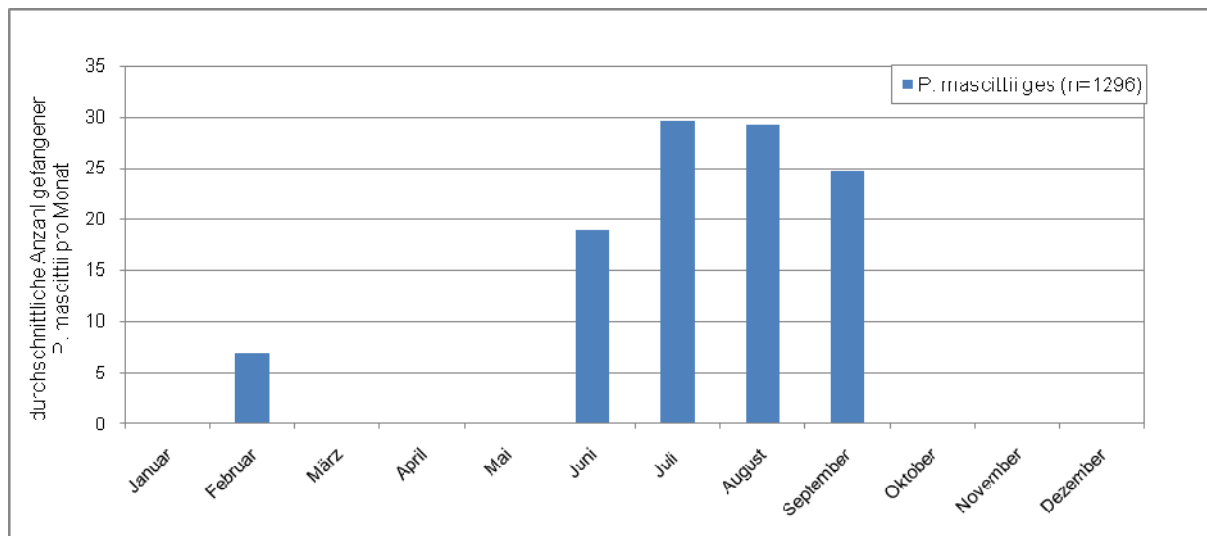


Abb.26: Verteilung der in 2001, 2007 und 2008 durchschnittlich gefangener *P. mascittii* auf das Jahr

Abbildung 26 zeigt die durchschnittliche Anzahl gefangener *P. mascittii* pro Monat. Es ist zu beobachten, dass im Februar eine vergleichsweise geringere Anzahl von durchschnittlich 6,9 Phlebotomen gefangen wurde. Im Juni steigt die Anzahl auf 18,9 durchschnittlich gefangene *P. mascittii* an. Die meisten Sandmücken konnten im Juli gefangen werden mit einer durchschnittlichen Anzahl von 29,6. Im August sinkt die Anzahl auf durchschnittlich 29,3 gefangene Phlebotomen und erreicht im September eine durchschnittliche Anzahl von 22,7.

Neben dem Vorkommen unterschiedlicher Sandmückenarten und der Verteilung von *P. mascittii* im Tunnel, wurden im Jahr 2008 zugleich noch Beobachtungen zur Flugaktivität von *P. mascittii* durchgeführt. Diese bestanden in erster Linie in der Ermittlung der nächtlichen Hauptaktivitätszeit. Dabei wurden die Fallen im Zwei-Stunden-Takt geleert und die Anzahl der Phlebotomen bestimmt (siehe 3.5.1). Bezüglich der Flugaktivität wurden zudem Untersuchungen am Tage (siehe 3.5.2) und im Winter (siehe 3.5.3) durchgeführt. Des Weiteren wurden Untersuchungen zum Flugverhalten unternommen, indem die Höhe der Lichtfallen variiert wurde (siehe 3.6).

3.4 Die Anwendung der Fangmethode

3.4.1 Sandmückenfänge mit Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“

Die Anwendung der Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“ stellte sich erwartungsgemäß als sehr einfach heraus. Auch die Akkus konnten problemlos an jedem Campingplatz wieder aufgeladen werden. Selbst ungeübte Anwender wurden schnell mit der Methode vertraut. Die Sandmücken wurden sowohl in Deutschland als auch auf Korsika ausschließlich mit Hilfe dieser Methode gefangen.

3.4.2 Anwendung unterschiedlicher Lichtquellen

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde ausgetestet, inwieweit die Sandmücken auf monochromatische Lichtquellen unter Verwendung von Multichip LEDs reagieren. Die Lichtquellen wurden jeweils in zwei Nächten ausgetestet, „orange“ in drei Nächten. Dabei befand sich die jeweilige Lichtquelle einmal im vorderen bzw. einmal im hinteren Abschnitt des Tunnels. Die Lichtquelle „orange“ wurde im mittleren Teil des Tunnels angewandt. Diese Versuche wurden zeitgleich zur Untersuchung der Verteilung der Phlebotomen im Tunnel durchgeführt. Es konnte herausgefunden werden, dass die Farben „orange“ und „gelb“ mit jeweils zwei Individuen von den Sandmücken bevorzugt wurden. Bei „rot“ wurde eine und bei „grün“ wurden keine Sandmücken gefangen. Im Allgemeinen wurden im Tunnel mit Hilfe des monochromatischen Lichtes eine geringere Anzahl an größeren Insekten wie Coleopteren oder Lepidopteren gefangen. Das hatte den Vorteil, dass die Sandmücken wesentlich weniger durch die Flugaktivität derer beeinflusst wurden und somit eine geringere Mortalität aufwiesen. Zusätzlich haben die LED-Leuchten gegenüber den gewöhnlichen Glühbirnen eine wesentlich längere Lebensdauer. Dennoch wurde beobachtet, dass die Fangmenge unter Verwendung der „normalen“ Lichtquelle pro Fangsack wesentlich höher war. Eine tabellarische Aufstellung der gefangenen Sandmücken mit zugehörigen Daten befindet sich im Anhang unter 7.1.5.

3.5 Die Flugaktivität von *P. mascittii* auf Korsika

3.5.1 Nachtaktivität von *P. mascittii*

Im Juni 2008 wurden zur Bestimmung der Aktivitätszeit in sechs Nächten die Lichtfallen im Zwei-Stunden-Takt geleert. Es wurden nicht an allen 50m-Abschnitten des Tunnels die gleiche Anzahl an Lichtfallen zu den jeweiligen Uhrzeiten platziert. Eine Übersicht der Fallenanzahl zu den verschiedenen Uhrzeiten und der Verteilung im Tunnel befindet sich in Tabelle 3. Die Ergebnisse wurden jeweils zu den Zeiträumen 19-21, 21-23, 23-1, 1-3, 3-5 und 5-7 Uhr zusammengefasst, gemittelt und graphisch dargestellt (Abb.27). Die durchschnittliche Anzahl gefangener Phlebotomen zu den verschiedenen Uhrzeiten befinden sich in Tabelle 4. Alle zur Untersuchung der Nachtaktivität gehörigen Daten wurden tabellarisch im Anhang unter 7.1.3 dargestellt.

Tab.3: Anzahl der Lichtfallen während den Untersuchungen zur nächtlichen Flugaktivität

	19-21	21-23	23-1	1-3	3-5	5-7
0	7	7	5	5	5	5
50	7	7	5	5	5	5
100	7	7	5	5	5	5
150	7	7	5	5	5	5
200	4	4	3	3	3	3
250	4	4	3	3	3	3
300	4	4	3	3	3	3
350	4	4	3	3	3	3
400	4	4	3	3	3	3

Tab.4: Nachtaktivität: gemittelte Anzahl der gefangenen *P. mascittii* zu verschiedenen Zeiten

Uhrzeit	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> ges.	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> f	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> m
19-21	0,56	0,28	0,28
21-23	2,82	1,21	1,61
23-1	2,4	1,2	1,2
1-3	5,57	1,8	3,77
3-5	4,6	2,7	1,9
5-7	0,2	0,2	0

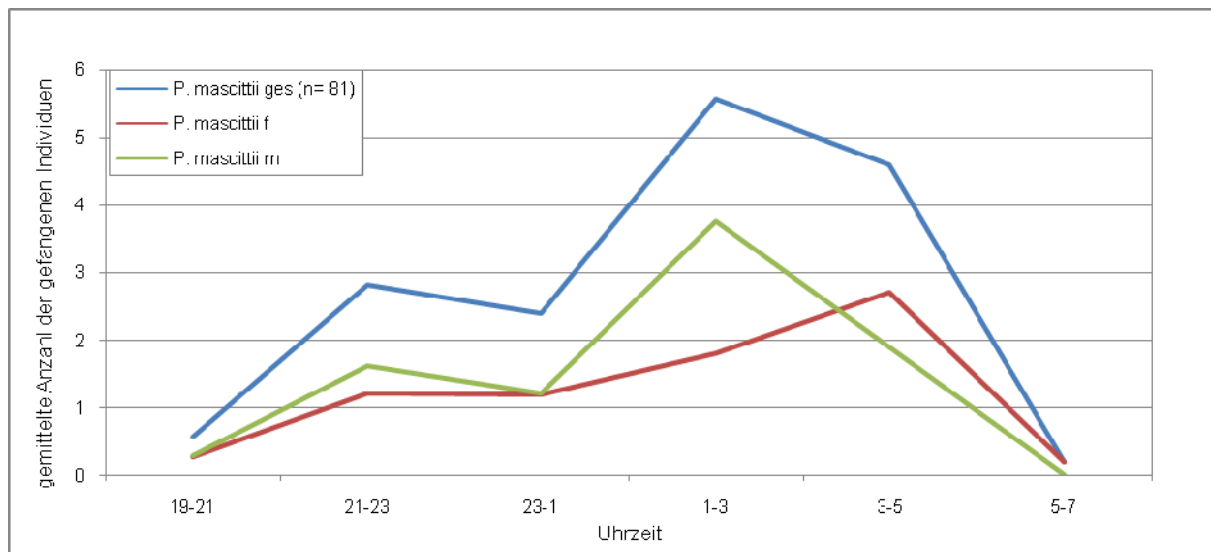


Abb.27: Die Nachtaktivität von *P. mascittii* in Zeitintervallen von zwei Stunden dargestellt

Abbildung 27 verdeutlicht die nächtliche Flugaktivität von *P. mascittii* in Zeitintervallen von jeweils zwei Stunden. Zu Beginn der Nächte in dem Zeitraum 19-21 Uhr wurde eine durchschnittliche Anzahl von 0,56 Sandmücken gefangen. Im Juni setzte die Dämmerung auf Korsika bereits gegen 19.00 Uhr ein. Die Fangmenge steigt rapide in dem Zeitraum 21-23 Uhr mit einer durchschnittlichen Anzahl von 2,82 Sandmücken an. Während des Zeitraums 23-1 Uhr sinkt die Aktivität wieder auf durchschnittlich 2,4 gefangene Phlebotomen pro Falle. Der Höhepunkt der Flugaktivität liegt während des Zeitraums 1-3 Uhr. Zu dieser Zeit wurden durchschnittlich 5,57 Individuen gefangen. Die Aktivität sinkt zwischen 3-5 Uhr wieder auf durchschnittlich 4,6 gefangene Sandmücken und erreicht schließlich zwischen 5-7 Uhr eine Anzahl von nur 0,2 Individuen. Hinsichtlich der Geschlechterverhältnisse kann beobachtet werden, dass die Weibchen besonders zwischen 3-5 Uhr eine höhere Flugaktivität aufweisen als die Männchen. Die Männchen hingegen deutlich zwischen 1-3 Uhr. Insgesamt wurden während der nächtlichen Untersuchungen zur Flugaktivität 81 Sandmücken, davon 43 Männchen und 38 Weibchen, gefangen.

Im Folgenden wurde die Verteilung von *P. mascittii* im Tunnel während den Untersuchungen zur nächtlichen Flugaktivität tabellarisch aufgeführt (Tab.5) und graphisch dargestellt (Abb.28).

Tab.5: Nachtaktivität: gemittelte Anzahl der gefangenen *P. mascittii* und ihre Verteilung im Tunnel

Tunneltiefe in m	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> ges.	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> f	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i> m
0	0,94	0,54	0,4
50	2,76	1,48	1,28
100	4,32	1,29	3,03
150	5,31	3,28	2,03
200	1,77	0,55	1,22
250	0,25	0	0,25
300	0,8	0,25	0,55
350	0	0	0
400	0	0	0

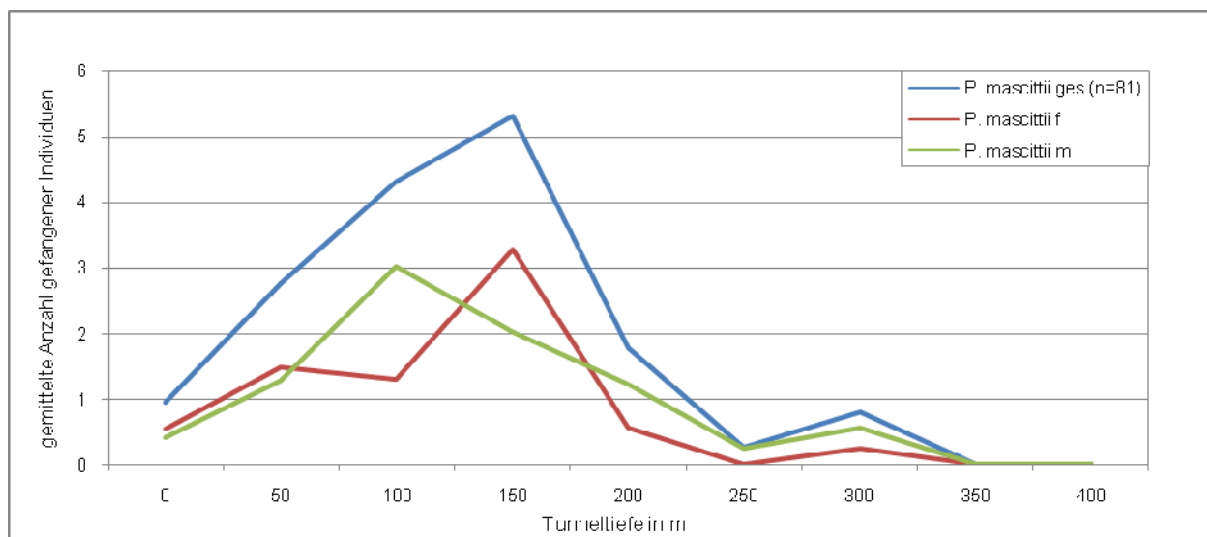


Abb.28: Verteilung von *P. mascittii* im Tunnel während der nächtlichen Flugaktivität

In Abbildung 28 ist die Verteilung von *P. mascittii* im Tunnel während der Untersuchungen zur nächtlichen Flugaktivität dargestellt. Wie auch in Abbildung 25 ist zu erkennen, dass sich die Phlebotomen bevorzugt im mittleren Teil zwischen 50 und 150 Metern des Tunnels aufhalten. Auch sind die weiblichen Individuen wieder bevorzugt im vorderen Teil anzutreffen, die männlichen hingegen eher im mittleren Teil. Ein geringer Anstieg des Vorkommens beider Geschlechter ist im Gegensatz dazu bei einer Tiefe von 300m zu beobachten. Die Anzahl der gefangenen Mücken zu den einzelnen Metern wurde gemittelt dargestellt.

3.5.2 Tagesaktivität von *P. mascittii*

Neben den nächtlichen Fangaktionen wurden auch am Tage Phlebotomenfänge durchgeführt. An einem Tag wurden Lichtfallen von morgens bis abends innerhalb vom Tunnel in Abständen von 50 m platziert. Es konnten bei 250 m zwei weibliche Individuen und bei 350 m ein männliches Individuum der Sandmückenart *P. mascittii* gefangen werden. Zusätzlich wurden im Tunneleingang 32 Sandmücken (24 Weibchen und 8 Männchen) der Art *P. mascittii* mit Hilfe eines Handaspirators gefangen. Hierbei ist zu bemerken, dass diese am Morgen zwischen 10-11 Uhr gefangen wurden. Es liess sich hier ein deutlich höherer Anteil an weiblichen Phlebotomen beobachten. Im Anhang wurden diese unter 7.1.2 durch „mit Handaspirator gesammelt“ gekennzeichnet. Daraus resultierte, dass Sandmücken nicht nur während der Dämmerung und bei Nacht, sondern auch am Tage im Tunnel Flugaktivität aufweisen.

3.5.3 Winteraktivität von *P. mascittii*

Anfang Februar 2008 wurden ebenfalls in dem bereits beschrieben ehemaligen Eisenbahntunnel auf Korsika Untersuchungen zum Vorkommen von Sandmücken durchgeführt. Dabei wurden 55 adulte Sandmücken der Art *P. mascittii* gefangen, davon 39 Männchen und 16 Weibchen (Tab.6). Während dieser Zeit betrug die durchschnittliche Temperatur im Tunnel 16,4 °C mit einer durchschnittlichen Luftfeuchtigkeit von 63,6%. Wie auch im Sommer wurden Lichtfallen in regelmäßigen Abständen von 50 Metern bei einer Höhe von 0,50 m bis 1,50 m platziert (NAUCKE et al., 2008).

Tab.6: Anzahl gefangener *P. mascittii* im Februar 2008

Tiefe des Tunnels in Meter	Anzahl der Lichtfallen	Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i>	Durchschnittliche Temperatur in °C	Durchschnittliche Luftfeuchtigkeit in %
25-100	6	9	16.5	62.3
125-200	11	22	16.1	63.1
225-300	9	17	16.6	61.9
325-400	7	7	16.2	66.9

3.6 Flugverhalten von *P. mascittii*

Im Juni 2008 wurden im Tunnel in acht Nächten Untersuchungen zum Flugverhalten von *P. mascittii* durchgeführt. Die Lichtfallen wurden dazu wie in vorherigen Versuchen in Abständen von 50 m platziert und die gesamte Nacht hängen gelassen. Zur Bestimmung der bevorzugten Flughöhe wurde die Höhe der Fallen jeweils um 10 cm variiert und eine Spanne von 40- 120 cm festgelegt. Dabei wurde die Höhe der Lichtquelle gemessen. Es wurde möglichst versucht auf allen 50m-Abschnitten im Tunnel jede der Höhen anzuwenden. Eine Aufstellung aller zugehörigen Daten befindet sich im Anhang unter 7.1.4. Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl an Lichtfallen bei den einzelnen Höhen, wurde die durchschnittliche Fangmenge der Sandmücken für die jeweilige Höhe errechnet. Die Anzahl der Lichtfallen sowie deren durchschnittliche Fangmenge sind in Tabelle 7 dargestellt. Eine graphische Darstellung der Ergebnisse ist unter Abbildung 29 aufgeführt.

Tab.7: durchschnittliche Anzahl gefangener *P. mascittii* bei verschiedenen Höhen

Höhe der Lichtfallen in cm	Anzahl der Lichtfallen	durchschnittliche Anzahl gefangener <i>P. mascittii</i>
120	9	0,7
110	4	0,75
100	12	1,75
90	4	1,5
80	12	2,08
70	4	1,75
60	12	1,83
50	4	2,5
40	2	1

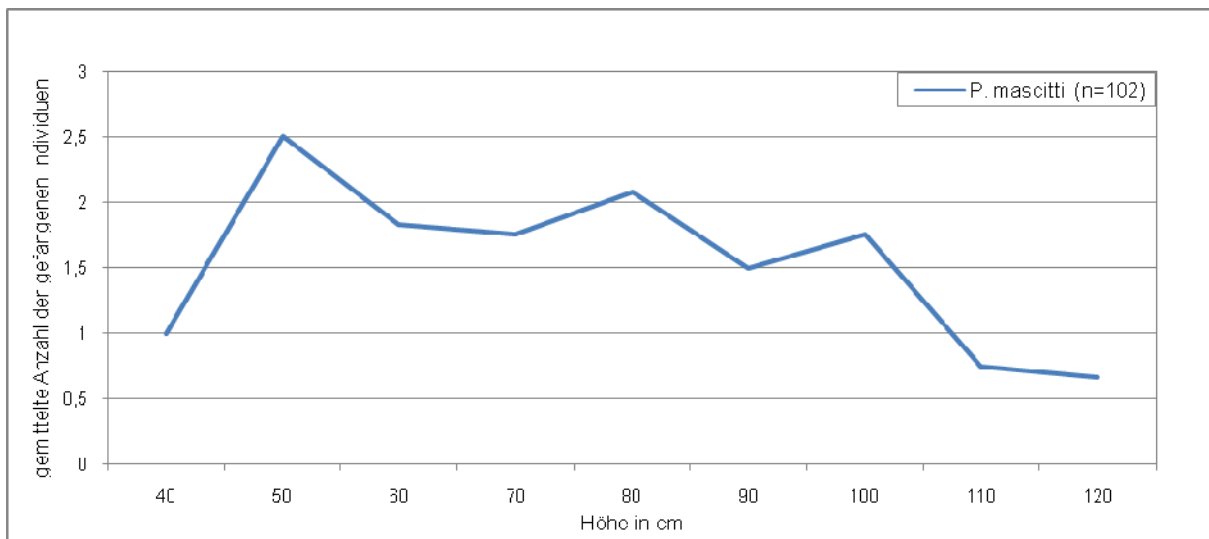


Abb.29: Flugverhalten von *P. mascittii* bei unterschiedlichen Höhen der Lichtfallen

In Abbildung 29 wurde die gemittelte Anzahl der gefangenen *P. mascittii* für jede der gewählten Höhen aufgeführt. Besonders auffällig ist die geringere Menge an Sandmücken bei der niedrigsten Höhe von 40 cm mit 1 Individuum sowie bei den beiden höchsten 110 cm und 120 cm mit 0,75 und 0,7 durchschnittlich gefangenen Sandmücken. Mit einer durchschnittlichen Anzahl von 2,5 Sandmücken zeigt die Höhe von 50cm die höchste Fangrate. Zwischen den Höhen 60 cm und 100 cm lassen sich keine besonderen Tendenzen erkennen.

3.7 Zur Morphologie von *P. mascittii*

Auf den ersten Blick fällt die Sandmückenart *P. mascittii* durch eine sehr helle Färbung auf. Eine schematische Darstellung wichtiger Bestimmungskriterien von *P. mascittii* ist in Abbildung 30 dargestellt. Genauere Beschreibungen der Merkmale befinden sich auf den folgenden Seiten zu den jeweiligen mikroskopischen Abbildungen. Ein zusätzliches morphologisches Merkmal ist die Länge des dritten Antennenglieds. Deren Länge wurde allerdings im Rahmen dieser Bestimmungen auf Grund der Eindeutigkeit anderer Merkmale nicht berücksichtigt.

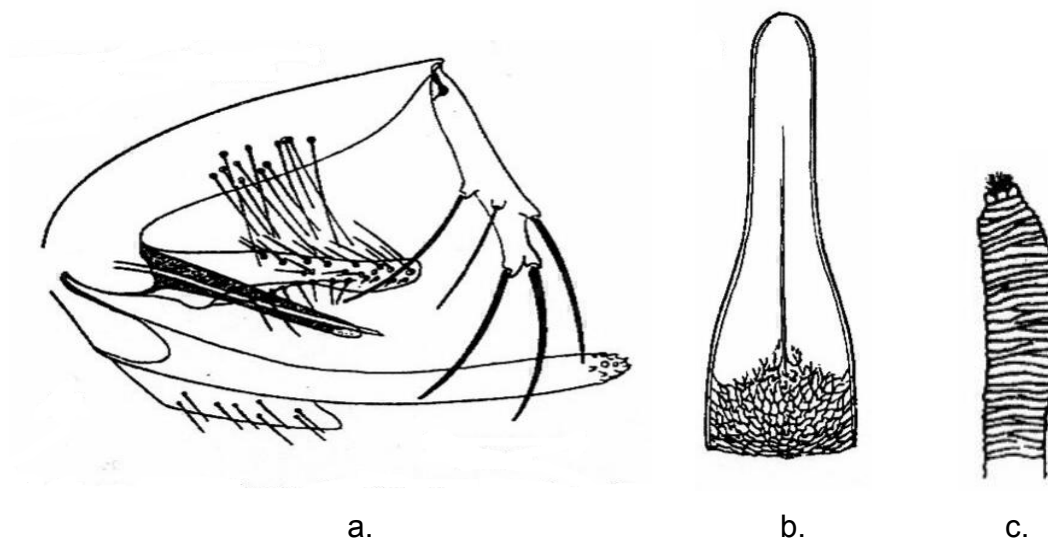


Abb.30: Bestimmungsmerkmale von *Phlebotomus mascittii*, verändert nach THEODOR, 1958
 a. Kopulationsapparat des Männchens
 b. Pharynx des Weibchens
 c. Spermatheken des Weibchens

Vertreter der Gattung *Sergentomyia* lassen sich sehr gut anhand ihrer Bezahnung des Cibariums von *Phlebotomus*-Arten unterscheiden. So zeigen *Sergentomyia*-Arten eine stark ausgeprägte Bezahnung, hingegen *Phlebotomus*-Arten eine reduzierte bis fehlende Bezahnung im Cibarium aufweisen.

Abbildung 31 zeigt die Bezahnung des weiblichen Pharynx von *P. mascittii*. Die Bezahnung befindet sich in der unteren Hälfte des Pharynx und ist von schuppenförmiger, ungeordneter Gestaltung. Anhand dieses Merkmals lassen sie sich sehr gut von den ebenfalls in Tunnel vorkommenden Arten *P. perniciosus* und *S. minuta* unterscheiden.

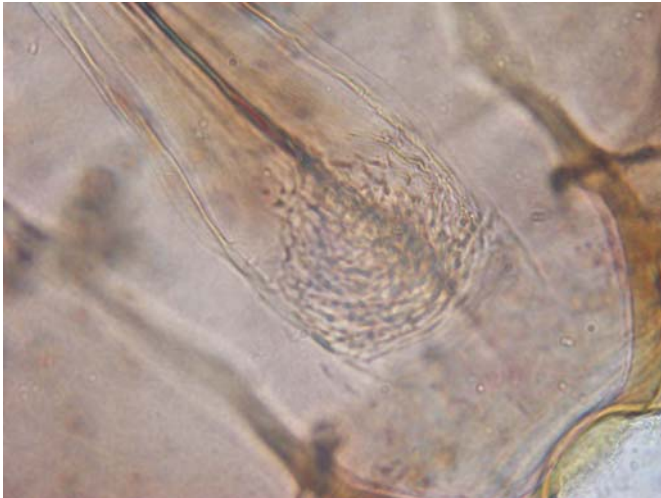


Abb.31: Pharynxbezahnung eines weiblichen *P. mascittii*- Individuums aus Korsika.
Lichtmikroskopische Aufnahme, in Hoyer- Lösung, ungefärbt, 40er Objektiv.

Die Spermatheken von *P. mascittii* sind ein wichtiges morphologisches Kriterium zur taxonomischen Eingliederung. Sie sind von wulstartiger Gestalt mit unregelmäßiger Streifung. Im mittleren Abschnitt sind sie etwas verdickt und laufen schmal in die Spermathekengänge aus. Der Spermathekenhals ist im Vergleich zu den anderen gefangenen Arten relativ kurz. Die Spermatheken von *P. mascittii* sind in Form einer lichtmikroskopischen Aufnahme in Abbildung 32 dargestellt.

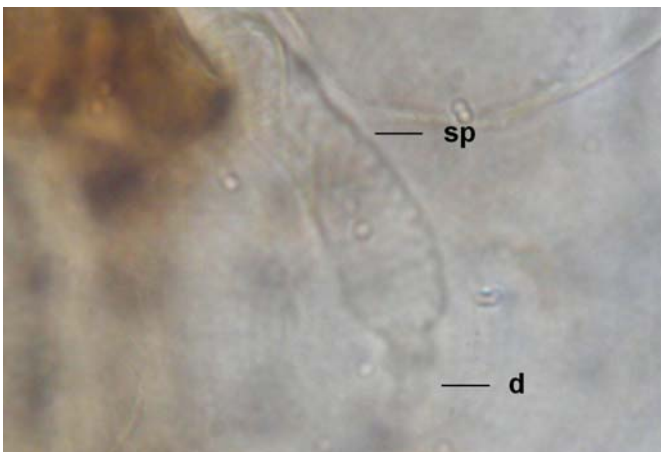


Abb.32: Spermatheke eines weiblichen *P. mascittii*- Individuums aus Korsika.
Lichtmikroskopische Aufnahmen, in Hoyer-Lösung, ungefärbt, 40er Objektiv.
sp: Spermatheke, d: Drüsenzellen

Abbildung 33 zeigt einen männlichen Kopulationsapparat von *P. mascittii*. Der Stylus weist eine für *Phlebotomus*-Arten charakteristische Anzahl von 5 Dornen auf: 1 Paar distal, 1 Paar median und ein einzelner Dorn proximal. Ein ebenfalls charakteristisches Merkmal ist die mediane Borstenanordnung auf dem Coxit sowie die arttypische Gestaltung des Aedoeagus.



Abb.33: Kopulationsapparat eines männlichen *P. mascittii*- Individuums aus Korsika.

Lichtmikroskopische Aufnahme, in Hoyer-Lösung, ungefärbt, 10er Objektiv,

d: Dornen, s: Stylus, c: Coxit, spr: Spermaröhre, ae: Aedoeagus, sp: Spermapumpe

Der Aedoeagus von *P. mascittii* zeigt eine gleichmäßig spitz zulaufende Gestaltung (Abb.34). Die Spermaröhre mündet an der charakteristisch abgerundeten Spitze des Aedoeagus.

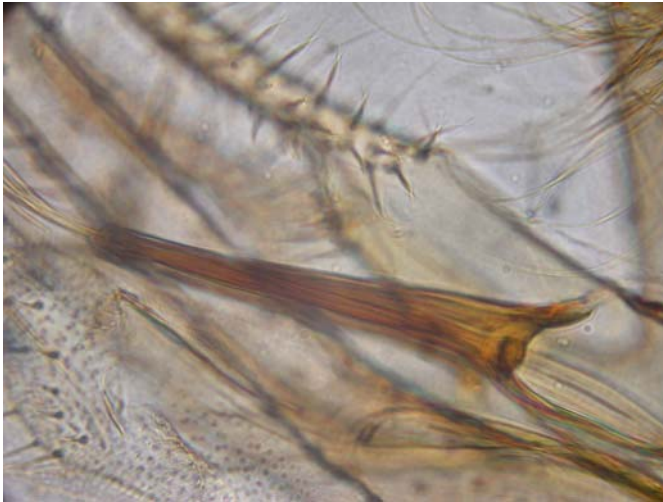


Abb.34: Aedoeagus eines männlichen *P. mascittii*- Individuums aus Korsika.
Lichtmikroskopische Aufnahme, in Hoyer- Lösung, ungefärbt, 40er Objektiv.

3.8 Die Verbreitung von Sandmücken in Deutschland

Abbildung 35 zeigt die derzeitige Verbreitung von Sandmücken in Deutschland. Zur Unterscheidung der Sandmückenarten wurden Gebiete mit Fundorten von *P. mascittii* in „rot“, Gebiete mit Fundorten von *P. perniciosus* in „blau“ dargestellt. Die Verbreitung von *P. mascittii* in Deutschland konzentriert sich bisher auf Regionen innerhalb von Baden-Württemberg entlang des Rheingrabens. Der nördlichste Standort von *P. mascittii* wurde in einer Region von Rheinland-Pfalz an der Mosel (Cochem- Dorteobachtal) nachgewiesen (NAUCKE et al., 2008). Insgesamt drei Standorte der Sandmückenart *P. perniciosus* konnten bisher in Rheinland-Pfalz (Gehrweiler, Nanzdietschweiler und Schmittweiler) nachgewiesen werden.

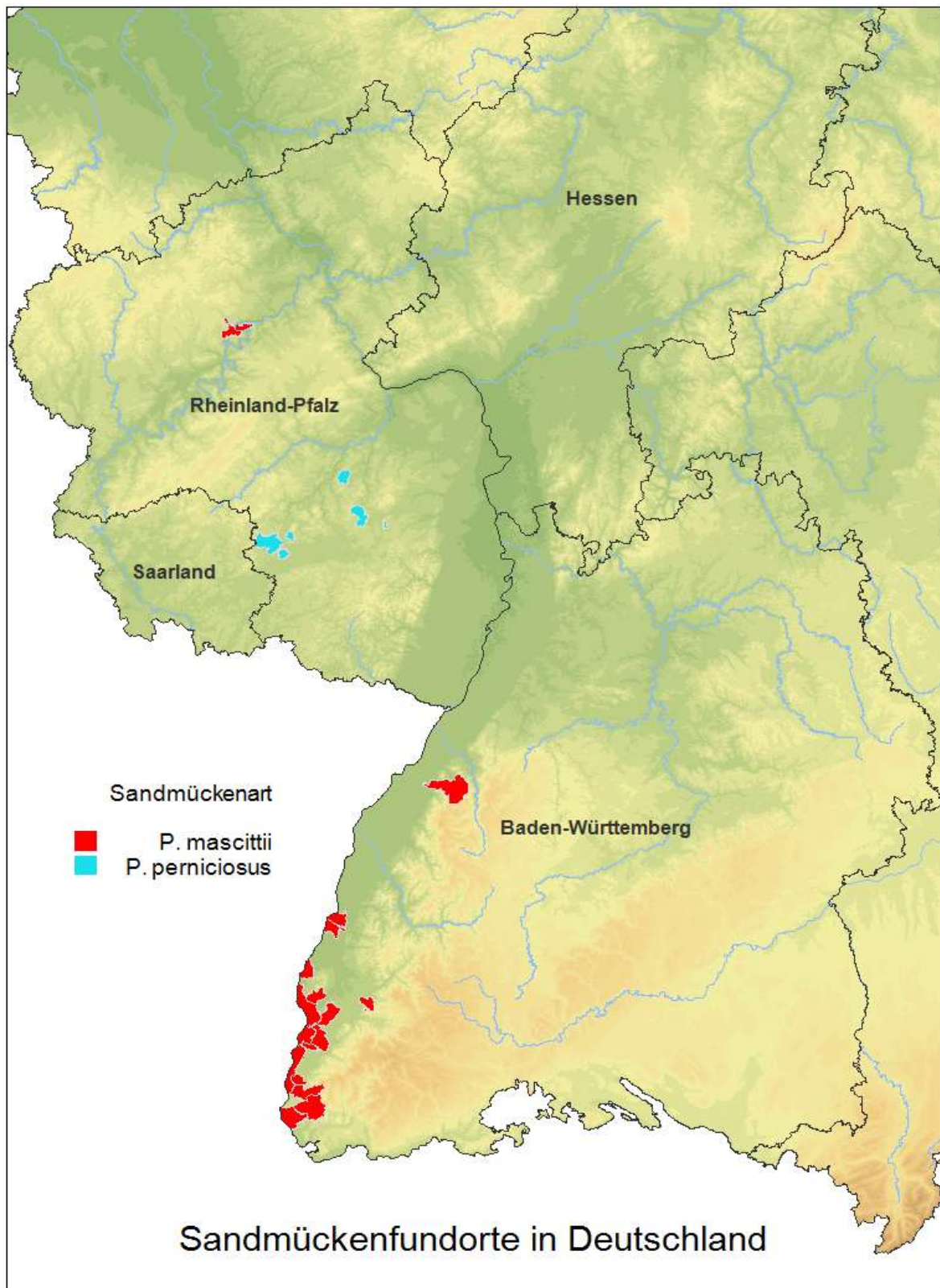


Abb.35: Die Verbreitung von Sandmücken in Deutschland

3.9 Haltung und Transport der Sandmücken

Die Haltung der Sandmücken in Süddeutschland gestaltete sich, besonders bei längerem Aufenthalt, schwierig. Die Kühlbox konnte zwar bei Stillstand des Autos noch einige Zeit weiter betrieben werden, erwärmte sich aber schnell sobald die Abschaltautomatik einsetzte. Daher kam es häufig zu Temperaturschwankungen. Es wurde darauf geachtet, dass Auto möglichst in schattigen Bereichen zu parken. War dieses nicht möglich, so wurden die Brutboxen an kühlen und schattigen Orten aufbewahrt. Aufgrund des häufigen Standortwechsels, wurden die Sandmücken mitgeführt und konnten bei einer nahezu konstanten Temperatur von 20°C in der Kühlbox gehalten werden. Als Kohlenhydratquelle wurden ihnen kleine Apfelstückchen auf der Gaze des Brutgefäßes liegend angeboten.

Auf Korsika gestaltete sich die Haltung der Sandmücken deutlich einfacher. Sie wurden ohne jeglichen Transport unter optimalen und konstanten Bedingungen im Tunnel innerhalb der Brutgefäße aufbewahrt. Der Transport nach Deutschland konnte mit Hilfe der Kühlbox problemlos durchgeführt werden.

3.10 Zuchtaufbau von *Phlebotomus mascittii*

Zum Aufbau einer Zucht von *Phlebotomus mascittii* wurden aus Korsika (Februar 2008) stammende Lebendfänge in die dafür vorgesehenen Brutgefäßen bei einer konstanten Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur von 19°C gehalten. Da anthropophile Eigenschaften von *P. mascittii* bereits bekannt sind, wurden sie im Labor weiterhin auf diese Weise gefüttert. Allerdings konnte auch eine Eiablage ohne vorheriges Blutmahl beobachtet werden. Begonnen wurde die Inzuchtnahme mit sechs Sandmücken, davon vier weibliche und zwei männliche, sowie zehn Eiern. Eine Eiablage erfolgte nach 10 Tagen am 17. Februar. Die Weibchen starben nach der Eiablage. Aus den abgelegten Eiern schlüpften 20 Tage später am 08. März erste L1- Larven, die mit dem speziell hergestellten Larvenfutter ernährt wurden (siehe 2.10). Abbildung 36 zeigt Larven unterschiedlicher Stadien der Sandmückenart *P. mascittii*. Die Dauer des Larvenstadiums, einschließlich des Puppenstadiums, nahm 68 Tage Zeit in Anspruch.

Am 15. Mai schlüpften die ersten adulten Sandmücken. Daraus wird ersichtlich, dass die Dauer von der Eiablage über das Larvenstadium bis hin zum Schlüpfen der Imago unter Laborbedingungen 88 Tage, also etwa 12 ½ Wochen, Zeit in Anspruch nimmt. Frisch geschlüpfte Imago wurden in Flugkäfige überführt und je nach Verfügung mit überreifen Äpfeln, Pfirsichen oder Kaktusfeigen gefüttert. Dazu wurden kleine Stücke des Obstes auf eine Nadel gesteckt und im Inneren eines Brutgefäßes angeboten. Abbildung 37 zeigt eine Eiablage auf einem aufgespießten Apfelstückchen. Abgelegte Eier innerhalb der Flugkäfige wurden mit Hilfe eines leichten Wasserstrahls (Spritze) in die Brutgefäße überführt.

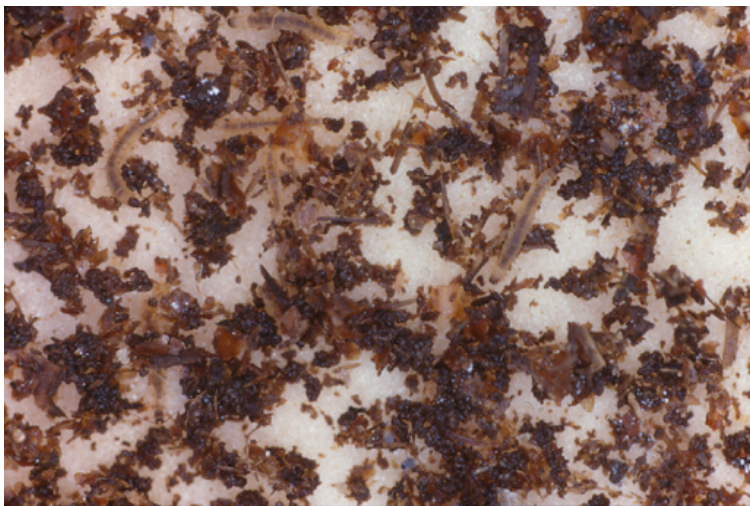


Abb.36: Larven unterschiedler Stadien von *P. mascittii*



Abb.37: Eier von *P. mascittii* auf einem überreifen Apfelstück

Derzeit besteht die Zucht aus ca. 400 Larven aller vier Stadien und einigen adulten Sandmücken der bereits dritten Generation. Daraus wird ersichtlich, dass der gesamte Zyklus bei *P. mascittii* dreimal im Jahr unter Laborbedingungen durchlaufen werden kann.

3.11 Kapillare Blutfütterung von Sandmücken

Getestet wurde diese unter 2.11 beschriebene Methode vorerst erfolgreich mit elf Mücken der Gattung *Culex*. Aufgrund der Größe der Mücken wurden Kapillaren mit einem Fassungsvermögen von 20 µl verwendet. Bei der Fütterung von *Culex* und der Phlebotomen wurde mit EDTA-Blut (mit Gerinnungshemmer versehenes Blut) von Hund und Mensch gearbeitet. Neben Weibchen konnten auch die männlichen Individuen zum Blutmahl animiert werden. Dabei zeigten sie zum Teil ein mit Blut prall gefülltes Abdomen. Durchgeführt wurde die kapillare Blutfütterung insgesamt bei 13 Individuen der Sandmückenart *P. duboscqi* und elf der Sandmückenart *P. mascittii*. Als äußerst schwierig erweist sich vor allem die Fixierung der filigranen Sandmücke und das Überstülpen der Kapillare über die stechenden Mundwerkzeuge des Saugrüssels. Es konnte nur zum Teil eine zwanghafte Blutfütterung erzielt werden. So zeigten sieben weibliche Individuen der Art *P. duboscqi* und vier weibliche Individuen der Art *P. mascittii* eine mehr oder weniger gut ausgeprägte Rotfärbung durch Blutansammlung im Bereich des Thorax (Abb.38 und 39).



Abb.38: *P. mascittii* - Weibchens während kapillarer Blutfütterung



Abb.39: *P. mascittii* - Weibchens während kapillarer Blutfütterung

Auch durch länger andauernde Fütterungszeiten konnten die Sandmücken nicht zum vollständigen Blutmahl angeregt werden. Während eines Fütterungsvorganges mussten die Kapillaren mehrfach gewechselt werden, weil das Blut aufgrund des geringen Durchmessers der Kapillare sehr schnell trocknete. Aufgrund dessen, dass die Sandmücken durch den ständigen Wechsel der Kapillare beim Blutmahl gestört wurden, wurde bevorzugt mit Kapillaren des Fassungsvermögens $10\mu\text{l}$ statt $5\mu\text{l}$ gearbeitet. Der Nachteil hierbei allerdings war, dass der Durchmesser nicht nur die Stechwerkzeuge sondern den gesamten Kopf der Phlebotomen umfasste.

4. Diskussion

4.1 Die Synonyme von *Phlebotomus mascittii* und ihre systematische Stellung

Eine Erstbeschreibung der Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* erfolgte durch Grassi im Jahre 1908 (GRASSI, 1908). Er entdeckte Larven in einem Keller nahe der Via Panisperna in Rom und züchtete Sandmücken, deren Art bis dahin noch nicht beschrieben wurde. In den folgenden Jahren wurden weitere Sandmückenarten neu beschrieben, *Phlebotomus larrouseii* (LANGERON & NITZULESCU, 1931), *Phlebotomus vesuvianus* (ADLER & THEODOR, 1931) und *Phlebotomus perniciosus* var. *nitzulescui* (SIMIC, 1932). Erst im Jahre 1948 wurde eine Synonymität dieser Arten entdeckt (SACCÀ, 1948). Damit wurden alle unter der bereits beschriebenen Art und dem noch heute gültigen Namen *Phlebotomus mascittii* zusammengefasst.

Auch die systematische Stellung von *Phlebotomus mascittii* war zunächst unklar. Im Jahre 1931 wurden sie unter dem Synonym *P. larrouseii* zusammen mit *P. chinsensis* in das Subgenus *Adlerius* eingeteilt (NITZULESCU & NITZULESCU, 1931). Die bereits zuvor beschriebene Art *P. mascittii* wurde zunächst dem Subgenus *Laroussius* zugeordnet (ARTEMIEV, 1980; LEWIS, 1982), schließlich aber wie ursprünglich in das Subgenus *Adlerius* eingeteilt (LÉGER et al., 1986). Erst im Jahre 1991 wurde das Subgenus *Transphlebotomus* beschrieben (ARTEMIEV & NERONOV, 1984), das heute die Arten *P. mascittii*, *P. canaaniticus* und *P. economidesi* (LÉGER et al., 2000a) einschliesst.

4.2 Die Verbreitung von *Phlebotomus mascittii*

P. mascittii ist in Europa weit verbreitet. Der Probenumfang beschränkt sich dabei jedoch meistens auf unter 20 Exemplare pro Saison (RAYNAL, 1954). So tritt diese Art sporadisch in vielen Regionen Italiens mit dem nördlichsten Gebiet um Piedmont (MAROLI et al., 2002) auf sowie u.a. in Spanien (RIOUX et al., 1984), Kroatien (BOSNIĆ et al., 2006), Türkei (HOUIN et al., 1971), Zypern (LÉGER et al., 2000) und der Schweiz (GRIMM et al., 1993). In Frankreich überschreitet ihr Verbreitungsgebiet

sogar den 49. Breitengrad in der Region von Savignies (LARROUSSE, 1923; LANGERON & NITZULESCU, 1931) und reicht bis nach Strasbourg nahe der deutschen Grenze (CALLOT, 1950). Auf Korsika ist sie bisher nur in dem beschriebenen Tunnel nachgewiesen worden. Interessanterweise wurde bereits 1969 auf Grund des sehr weit in den Norden reichenden Verbreitungsgebietes von *P. mascittii* ein Vorkommen in Deutschland, Luxemburg und Belgien vermutet (RIOUX et al., 1969). In Belgien wurden 2001 schließlich erste Funde dokumentiert (DEPAQUIT et al., 2005).

Die südliche Ausbreitungsgrenze von *P. mascittii* liegt vermutlich bei 45° nördlicher Breite (RAYNAL, 1954). Nachweise aus Nordafrika wurden bislang nicht dokumentiert.

Untersuchungen in der Schweiz ergaben, dass die vertikale Ausbreitung von *P. mascittii* bis in deutlich höhere Lagen als bei *P. perniciosus* und *S. minuta* reicht. Dabei konnte ein Vorkommen von *P. mascittii* in Höhen von 400m bis 630m über NN nachgewiesen werden (KNECHTLI & JENNI, 1989). Der in Deutschland höchstgelegene Standort für das Vorkommen von *P. mascittii* liegt bisher in Feuerbach. Der Ort befindet sich in Baden-Württemberg am Rande des Schwarzwaldes und liegt in einer Höhe von 390m über NN (SCHMITT, 2002). Selbst in Höhenlagen von 1200m über NN konnten in der Türkei Exemplare von *P. mascittii* nachgewiesen werden (HOUIN et al., 1971).

Die bereits erwähnte Behauptung, dass Sandmücken auf Grund klimatischer Bedingungen nicht nördlich der Alpen verbreitet sind, kann durch zahlreiche Fänge in Deutschland erneut widerlegt werden. Die Anwesenheit von *P. mascittii* scheint daher eher an die Jahresdurchschnittstemperatur gebunden zu sein. Die Ausbreitungsgrenze nach Norden hin wird tatsächlich durch die 10°C- Jahresisotherme bestimmt. Nach Daten des deutschen Wetterdienstes in der Pentade 2001-2005 werden in einigen Regionen Deutschlands, besonders entlang des Rheins bis in die Region um Frankfurt sowie in der Köln-Bonner-Bucht, Jahresdurchschnittstemperaturen von 10°C erreicht oder sogar überschritten. Damit sind für Sandmücken auch in Deutschland klimatische Bedingungen vorhanden, wie sie normalerweise im mediterranen Raum vorzufinden sind (NAUCKE et al., 2008).

Hinsichtlich der Verbreitung von Sandmücken spielt auch die Änderung des Klimas eine entscheidende Rolle. Neben natürlichen klimatischen Schwankungen durch Wechselwirkungen zwischen Ozeanen und Landmassen, veränderter Sonnenaktivität, Vulkanausbrüchen und El Nino- Ereignissen, hat auch der Mensch einen bedeutenden Einfluss auf die Erwärmung des Klimas genommen. Zu Beginn der Industrialisierung führte die geänderte Landnutzung und steigende Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu einem zunehmenden Temperaturanstieg (STEINHAUSEN, 2005). Seit Beginn des 20. Jahrhunderts ist die Jahresmitteltemperatur in Deutschland um 0,9° C gestiegen. Das Jahr 2007 war mit 9,9°C das zweitwärmste Jahr seit 1901. Regionen am Niederrhein gelten mit über 4°C Jahresdurchschnittstemperatur in den Wintermonaten als die wärmsten Gebiete in Deutschland. In den Sommermonaten werden Durchschnittstemperaturen von 16°C erreicht. Auch in Gebieten des Oberrheins herrschen ähnliche klimatische Bedingungen (DEUTSCHER WETTERDIENST, Internetrecherche). Das Klima in den Gebieten mit Sandmückenvorkommen bietet daher Aufschluss über deren Verbreitung. Es lässt sich vermuten, dass auch in jenen Regionen mit ähnlichen klimatischen Bedingungen ein Vorkommen von Sandmücken nachzuweisen ist. Die Jahresdurchschnittstemperatur im Jahr 2007 und der immer deutlichere Anstieg geben zusätzlich den Grund zur Annahme, dass eine Verbreitung in den nächsten Jahren auch in nördlicheren Gebieten Deutschlands nicht auszuschließen ist. Klimatischen Prognosen bis zum Jahr 2025 zufolge, könnte sogar die Verbreitung von Sandmücken bis England ermöglicht werden (KUHN, 1999).

Wie gezeigt werden konnte, konzentriert sich die Verbreitung von *P. mascittii* in Deutschland bisher auf Regionen innerhalb von Baden- Württemberg entlang des Rheins. Der nördlichste Standort mit den Koordinaten 50° 19' 41.2" N 07°15' 36.9" O konnte im Jahr 2007 in Rheinland-Pfalz in der Nähe von Cochem nachgewiesen werden (NAUCKE et al., 2008). Mit dem Dortebechtal und seinen Trockenrasenhängen wurde 1930 das erste Naturschutzgebiet an der Mosel geschaffen. Auf Grund des vorherrschenden Klimas findet man vor Ort seltene Tier- und Pflanzenarten, die für gewöhnlich nur im mediterranen Raum vorkommen.

Wie oben bereits erwähnt, wurden nahe der deutschen Grenze in Strasbourg bereits Funde von *P. mascittii* dokumentiert. Hierbei gelang es ein Individuum von einem Kind abzusammeln (CALLOT, 1950). Daher sollte eine Verbreitung auf gleicher geographischer Breite in Deutschland angenommen werden. Untersucht wurde das Gebiet an der französischen Grenze zu Strasbourg in Kehl und die Region um Offenburg. Es konnten jedoch vor Ort keine Sandmücken nachgewiesen werden. Vermutlich hängt dies mit einer unzureichenden Standortauswahl und der rückschrittlichen Landwirtschaft zusammen. In diesem Gebiet konnten nur wenige geeignete Standorte für Sandmücken gefunden werden.

Gebiete, in denen autochthon erworbene Leishmaniose-Fälle in Deutschland auftraten, sind bereits bekannt. Diese stützen die Annahme, dass das Vorkommen von Sandmücken in unmittelbarer Umgebung sehr wahrscheinlich ist. Vier Sandmücken der Gattung *P. perniciosus* wurden in Rheinland-Pfalz in Gehrweiler nachgewiesen (NAUCKE & SCHMITT, 2004). *P. perniciosus* fungiert in weiten Teilen Europas als Vektor von *L. infantum*. Darüber hinaus wurde in der gleichen Region im Jahr 1998 eine autochthon erworbene Erkrankung an Leishmaniose bei einem Hund festgestellt (SCHMITT, 2002). Seit 1991 sind in Deutschland elf autochthon erworbene Erkrankungen an Leishmaniose bekannt, darunter acht Hunde, ein Kleinkind (BOGDAN et al., 2001), ein Pferd (KOEHLER et al., 2002) und eine Katze. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden zwei Standorte der Sandmückenart *P. perniciosus* ebenfalls in Rheinland-Pfalz nachgewiesen. Bemerkenswert ist, dass in dieser Region bereits zwei autochthon erworbene Erkrankungen an Leishmaniose bei Hunden bekannt wurden. Einer der Hunde verstarb im Jahr 2007 (mündliche Mitteilung durch Dr. Naucke). Da in Baden- Württemberg bisher alleinig ein Vorkommen von *P. mascittii* nachgewiesen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass diese Sandmückenart für die dort erworbenen autochthonen Fälle verantwortlich ist. Auch Bayern müsste auf Grund der dort aufgetretenen Leishmaniose-Erkrankungen auf ein Sandmückenvorkommen untersucht werden. Untersuchungen in diesen Regionen finden ab 2009 statt.

Sandmücken werden in einem Umkreis von etwa zwei Metern durch Lichtfallen angelockt. Daher basieren die Fänge auf einem Zufallsprinzip. Nicht jeder negative Fang beweist die Abwesenheit von Sandmücken am untersuchten Standort. Die Fangaktionen wurden bisher nicht auf ganz Deutschland ausgeweitet, sondern lokal auf Gebiete begrenzt, in deren Nähe bereits Sandmücken bzw. autochthon erworbene Leishmaniose-Fälle nachgewiesen wurden. Möglicherweise könnte die Fangmenge mit Lichtfallen durch zusätzliche Lockstoffe verbessert werden. Über die momentane Verbreitung von Sandmücken in Deutschland kann somit keine endgültige Aussage getroffen werden.

4.3 Diskussion der neuen Fundorte in Deutschland

Verglichen mit Fundorten in Deutschland der letzten Jahre, lassen sich viele Gemeinsamkeiten erkennen. Alle untersuchten Standorte mit Sandmückenfunden waren innerstädtisch bzw. innerdörflich nahe menschlicher Behausung. Es handelte sich ausschließlich um alte Schuppen, Scheunen oder Gebäude mit grob verputzten Natursteinwänden. Eine Nutz- und Haustierhaltung wurde nicht an allen Standorten beobachtet, trat aber vermehrt auf. Neben Menschen, Nutz- und Haustieren, könnten möglicherweise auch wildlebende Tiere, wie Füchse, Nagetiere, Fledermäuse oder Vögel als Blutwirte in Betracht gezogen werden. Mit Ausnahme des Standortes in Eschbach (Hauptstr. 55) bestanden alle Böden der Scheunen aus festgestampften Lehm oder Sand. Zusätzlich konnte an der Mehrzahl der Standorte eine Lagerung von Holzsperrgut oder Brennholz beobachtet werden. Vermutlich nutzen die Sandmücken dieses als Unterschlupfmöglichkeit, da es zusätzlich einen gewissen Windschutz bietet. Die höchste Fangmenge konnte am Standort in Eschbach (Rebweg 1) erzielt werden. Es wurden Sandmücken der Art *P. mascittii* beider Geschlechter nachgewiesen. Mit dem Isteiner Klotz wurde im Jahr 1999 das erste silvatische Habitat für Sandmücken nachgewiesen. Hierbei handelt es sich um eine von Tunneln, Höhlen und Bunkern durchzogene Felsformation mit einem mediterranen Mikroklima (STEINHAUSEN, 2005). Auch im Rahmen dieser Arbeit wurde ein silvatischer Standort untersucht. Bei dem Standort handelt es sich um eine stillgelegte Kiesgrube (Neuenburg), die ähnlich wie das Dortebachtal eine Vielzahl mediterraner Tiere und Pflanzen aufweist. Daher wurde

hier ein Vorkommen von Sandmücken vermutet, allerdings keines nachgewiesen. Zu bemerken wäre an dieser Stelle, dass der Standort zu Beginn der Sandmückensaison aufgesucht wurde. Es herrschten während der Untersuchungen ungünstige Witterungsverhältnisse. Es ist möglich, dass eventuell vorkommende Sandmücken in dieser Nacht keine Aktivität zeigten. Eine Klärung zum Vorkommen von Phlebotomen am Standort „Kiesgrube“ wäre daher in den nächsten Jahren erforderlich. Der nördlichste Standort dieser Untersuchungen in Baden-Württemberg lag in Kappel-Grafenhausen. Bereits im Jahr 2001 wurden die Fangaktionen bis in die Region um Offenburg ausgeweitet, als nördlichster Standort wurde ebenfalls Kappel- Grafenhausen dokumentiert (SCHMITT, 2002).

4.4 Zur Biologie und Verhalten von *Phlebotomus mascittii*

Hinsichtlich der Verbreitung von Sandmücken in Deutschland bestand das Ziel dieser Arbeit darin, eine Kartierung des Vorkommens fortzuführen. Ein saisonales Auftreten von *P. mascittii* wurde daher nicht untersucht. Zur Saisondynamik von *P. mascittii* existieren Beschreibungen aus Frankreich und der Schweiz (PESSON et al., 1985; GRIMM et al., 1993). Es konnte ein vermehrtes Auftreten zwischen Ende Juni bis Ende August beobachtet werden. Mit dem Beginn der heißesten Zeit im Sommer stieg die Anzahl der Phlebotomen auf ein Maximum an und fiel im August schnell wieder ab. Folglich wird nur eine Generation pro Jahr von *P. mascittii* aus Frankreich und der Schweiz durchlaufen (GRIMM et al., 1990). Untersuchungen in Deutschland zeigten, dass die saisonale Aktivität von *P. mascittii* den Ergebnissen aus Frankreich und der Schweiz sehr ähnelt. Es wurde beobachtet, dass das Auftreten der Phlebotomen sehr stark witterungsabhängig ist. Ein maximales Auftreten von *P. mascittii* wurde Anfang Juli dokumentiert. Daraus wurde geschlossen, dass in Deutschland ebenfalls eine Generation pro Jahr durchlaufen wird (SCHMITT, 2002).

Erste Untersuchungen zum Vorkommen von Sandmücken in dem Tunnel auf Korsika wurden im Jahr 1954 durchgeführt. Die Arbeiten erfolgten zwischen Mitte August und Anfang September sowie Ende September. Über den gesamten Zeitraum wurden adulte *P. mascittii* im Tunnel nachgewiesen (TOUMANOFF & CHASSIGNET, 1954). Im Jahr

2001 beschränkten sich die Untersuchungen auf zwei Nächte im Juli und acht Nächte im September (SCHMITT, 2002). Im Jahr 2007 wurde der Tunnel zwischen Mitte August und Anfang September untersucht. Zu allen Zeiten konnten adulte Sandmücken in dem Tunnel gefangen werden. In diesem Jahr erfolgten die Sandmückenfänge in dem Tunnel Anfang Februar sowie im Juni. Die Ergebnisse deuten auf eine ganzjährige Aktivität von *P. mascittii* in dem Tunnel auf Korsika. Es konnte im Rahmen der vor Ort durchgeführten Untersuchungen festgestellt werden, dass ein Maximum an Sandmücken im Juli anzutreffen ist. Es ist jedoch zu beachten, dass lediglich zwei Versuchstage am Ende dieses Monats erfolgten. Es kann vermutet werden, dass zu Beginn des Monats weniger Sandmücken gefangen werden. Eine vergleichsweise hohe Anzahl konnte im August nachgewiesen werden. Dies ließe sich damit erklären, dass es sich um den wärmsten Monat auf Korsika mit Tagestemperaturen bis zu 28°C handelt (SCHRÖDER & PAGENSTECHER, 1987/88). Wie auch in Deutschland konnte auf Korsika eine starke Wetterabhängigkeit festgestellt werden. Bei sehr starken Niederschlägen, Gewittern oder Stürmen war die Fangmenge auch im hinteren Teil des Tunnels sehr gering. Daraus lässt sich schließen, dass die witterungsbedingte Änderung des Luftdrucks einen großen Einfluss auf das Aktivitätsmuster der Sandmücken hat. Die Anzahl der anderen Sandmückenarten *P. perniciosus* und *S. minuta* fiel im Jahr 2001 bedeutend höher aus als im Rahmen dieser Untersuchungen. Es konnten 16 Sandmücken der Art *P. perniciosus* und 64 der Art *S. minuta* gefangen werden (SCHMITT, 2002). Da diese Sandmückenarten bevorzugt im vorderen Teil und außerhalb des Tunnels gefangen wurden, kann man daraus schließen, dass sie selbst im Tunnel nicht brüten und nur von außen in den Eingangsbereich fliegen. Das würde den geringeren Fangerfolg im frühen Sommer und die Abwesenheit im Februar 2008 auf Korsika erklären. Der geringe Probenumfang im Sommer 2008 könnte auf eine zu dieser Zeit beginnende Saison hinweisen. Das Auftreten von *P. perniciosus* ist an Regionen mit warmen Wintern und milden Sommern gebunden (KUHN, 1999). Wie auch auf Korsika, scheint *P. mascittii* sehr oft assoziiert mit *P. perniciosus* aufzutreten (PESSON et al., 1985). So auch der nördlichste Nachweis in Frankreich (Larrousse, 1923) und im Süden der Schweiz (GRIMM et al., 1993).

Es konnte beobachtet werden, dass die Weibchen der Sandmückenart *P. mascittii* bevorzugt im vorderen Teil des Tunnels anzutreffen sind. Dies zeigten nicht nur die Untersuchungen zur Verteilung im Tunnel, sondern auch die Fänge mit Hilfe eines Handaspirators im Eingangsbereich des Tunnels. Es wird vermutet, dass die Weibchen den Tunnel zum Blutmahl oder zur Aufsuchung einer Kohlenhydratquelle verlassen. Die reichliche Anzahl an Katzen und andere wildlebende Tiere die im Eingangsbereich des Tunnels leben, könnten als mögliche Blutwirte dienen. Die im Tunnel lebenden Fledermäuse könnten je nach Witterungsverhältnissen und Akzeptanz ebenfalls als Wirte in Frage kommen (SCHMITT, 2002). Die Rolle von Fledermäusen als mögliche Blutwirte wurde bei der Sandmückenart *Lu. longipalpis* untersucht. Es wurde festgestellt, dass vier Fledermausarten der neuen Welt unter Laborbedingungen von *Lu. longipalpis* zum Blutmahl genutzt werden (LAMPO et al., 2000).

Bemerkenswert ist, dass die Fänge mit Hilfe des Handaspirators am Tage zwischen 10 und 11 Uhr stattfanden. Die Sandmücken zeigten ein äußerst aggressives Verhalten, der Großteil der Sandmücken wurde von Personen abgesammelt. Diese Erkenntnis bestätigt die Vermutung einer Tagesaktivität von *P. mascittii*. Im Jahre 1954 konnte zu diesen Uhrzeiten ein ähnlich aggressives Verhalten dieser Art im Tunneleingang beobachtet werden (TOUMANOFF & CHASSIGNET, 1954). Ferner konnte eine Sandmücke der Art *P. mascittii* in Varenne (Frankreich) um 14 Uhr gefangen werden (LANGERON & NITZULESCU, 1931). Aus Deutschland, der Schweiz und dem mittlerem Westen Frankreichs existieren bisher keine Nachweise über eine Tagesaktivität. Sowohl im Rahmen dieser Untersuchungen als auch im Jahre 2001 (SCHMITT, 2002) und 2007 konnte eine Tagaktivität von *P. mascittii* im Tunnel auf Korsika nachgewiesen werden. Mit Hilfe von Lichtfallen wurden im Juni 2008 auf Korsika nur drei Exemplare gefangen werden. Die Exemplare stammten aus größeren Tiefen des Tunnels. Den geringen Fangerfolg könnte eine Lichtscheue dieser Art am Tage erklären. Widersprüchlich ist allerdings das bereits beschriebene massenhafte Auftreten und aggressive Verhalten im Eingang des Tunnels. Ein ähnliches Verhalten könnte im Inneren des Tunnels angenommen werden, konnte aber auf Grund der vorherrschenden Lichtverhältnisse nicht untersucht werden. Beschreibungen der Autoren CROSS & HYAMS (1996) zufolge, hängt die Nachtaktivität vermutlich mit der steigenden

Luftfeuchtigkeit bei sinkender Temperatur zusammen. Daher kann vermutet werden, dass die Tagesaktivität der Phlebotomen im Tunnel mit der relativ hohen Luftfeuchtigkeit von etwa 80% in den Sommermonaten in Zusammenhang steht.

Während der Untersuchungen zur nächtlichen Flugaktivität von *P. mascittii* wurde festgestellt, dass die Weibchen eine besonders hohe Aktivität zwischen 3-5 Uhr aufweisen. Es wird vermutet, dass die Fledermäuse in diesem Zeitraum als mögliche Blutwirte genutzt wurden, da sie ihrerseits keine Aktivität aufwiesen. Das zeitliche Aktivitätsmuster von Fledermäusen ist abhängig von ihrer Nahrungssuchstrategie und -verfügbarkeit. Die maximale Aktivität fällt beispielsweise bei *Macrophyllum macrophyllum* mit der Zeit höchster Insektenverfügbarkeit während der Dämmerung zusammen. Die Ausflug- und Einflugzeiten am Tageshangplatz sind mit Sonnenauf- und Untergangszeiten korreliert. So zeigen sie nach der Nahrungssuche eine maximale nächtliche Gesamtflugzeit von etwa drei Stunden (WEINBEER, 2005). Die männlichen Sandmücken zeigten eine hohe Aktivität zwischen 1-3 Uhr. Die Verteilung im Tunnel während dieser Untersuchungen spricht dafür, dass die Männchen auf Nahrungssuche gingen. Ein hoher Anteil wurde im Bereich 50 bis 100 m beobachtet, daher wird auch hier ein Verlassen des Tunnels vermutet. Es wurde beobachtet, dass die weiblichen Phlebotomen nicht nur im Eingangsbereich, sondern auch gehäuft im mittleren Teil des Tunnels auftraten. Das vermehrte Rasten der Fledermäuse in diesem Bereich, würde die Annahme stützen, dass die Fledermäuse als eventuelle Blutwirte in Frage kommen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Untersuchungen zur bevorzugten Flughöhe von *P. mascittii* durchgeführt. Es wurde herausgefunden, dass sowohl bei niedrigen Höhen von 40 cm als auch bei Höhen von 120 cm eine geringere Anzahl von Phlebotomen gefangen wurde. Hieraus lässt sich schließen, dass sich die Sandmücken in den Nischen der Tunnelwand aufhalten und weder am Boden noch in größeren Höhen fliegen. Es wird vermutet, dass sie zum eventuellen Blutmahl an den Fledermäusen die Wände hinauf laufen.

Die Untersuchung mit unterschiedlichen Lichtquellen unter Verwendung von Multichip LEDs zeigte, dass die Attraktion von Sandmücken bei den Farben „orange“ und „gelb“ höher war als bei „rot“ und „grün“. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde lediglich die Reaktion anderer Lichtquellen untersucht, es konnte auf Grund der wenigen Versuchstage keine statistische Auswertung erfolgen. Untersuchungen im Jahr 2004 in Deutschland führten zu keinen aussagekräftigen Ergebnissen, es konnte keine Präferenz bezüglich der Lichtquelle festgestellt werden (STEINHAUSEN, 2005). Zur Untermauerung dieser Ergebnisse bedarf es daher weiterer Untersuchungen. Beobachtungen in Nordostgriechenland zeigten, dass der Fang lebender Sandmücken durch den Einsatz monochromatischer Multichip LEDs der Farben „rot“ und „gelb“ verbessert werden kann. Die Verwendung dieser Lichtquelle bewirkte, daß nahezu keine Lepidopteren, Coleopteren und Hymenopteren angelockt wurden. Des Weiteren konnte der Stromverbrauch auf ein zehntel im Vergleich zu den üblichen Glühbirnen gesenkt werden (NAUCKE, 1998). Auch im Rahmen dieser Untersuchungen konnte der Beifang größerer Insekten durch den Einsatz dieser Lichtquellen minimiert werden.

P. mascittii zeigt auch bei sehr niedriger Temperatur Aktivität. Untersuchungen in Deutschland zufolge, waren bei minimaler Temperatur von 15,8°C am Abend und 13,5°C am Morgen noch Exemplare in den Fallen anzutreffen waren. So wurde bei ihnen eine Trägheit bei einer Temperatur von 14°C festgestellt. Bei einer Temperatur ab 20°C waren sie wieder normal bewegungsfähig (SCHMITT, 2002). Bei zu hoher Temperatur von über 30°C zeigen die Phlebotomen eine hohe Mortalitätsrate. Die Überlebensrate wird jedoch gesteigert, wenn die Luftfeuchtigkeit selbst bei hoher Temperatur zunimmt (THEODOR, 1936). Die Zunahme der Temperatur, bedingt durch den Klimawandel und die damit verbundene Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, könnte demnach die Anpassungsfähigkeit von *P. mascittii* auch an höhere Temperaturen beeinflussen.

Die Anpassung von *P. mascittii* an das milde Klima in Deutschland erklärt das Vorkommen in Höhlen, Tunneln und extremen Höhen von über 1200 m (Türkei). Wie beschrieben verfügt der Tunnel auf Korsika lediglich über eine Öffnung. Höhlen dieser

Art werden als Sackhöhle bezeichnet. Die allgemeine Lufttemperatur größerer Sackhöhlen ist annähernd konstant, es stellt sich eine mittlere Jahrestemperatur der Höhlenumgebung ein (TRIMMEL, 1969). In dem Tunnel auf Korsika herrscht im Sommer eine annähernd konstante Lufttemperatur von 19°C, im Winter liegt sie bei 16,4°C. In der Türkei wurden ebenfalls Funde aus Höhlen dokumentiert. Das einzige in Deutschland nachgewiesene Höhlensystem als Sandmückenhabitat ist der Isteiner Klotz. Das seltene Auftreten in Höhlensystemen in Deutschland ließe sich mit dem vergleichsweise milderem Klima erklären. Die Anpassung an das relativ kühle Klima in Deutschland, Frankreich, der Schweiz sowie in dem Tunnel auf Korsika erklärt die geringe Dichte von *P. mascittii* in wärmeren Regionen. Beschreibungen aus mediterranen Ländern stammen ebenfalls aus Grotten oder Höhlen. Vermutlich ist der Tunnel auf Korsika wegen seines milden Klimas auch im Sommer der alleinig beschriebene Fundort der Insel.

Über das Brutverhalten von *P. mascittii* ist nicht viel bekannt. Bislang existieren vier beschriebene Brutplätze dieser Art. Wie bereits erwähnt, züchtete Grassi aus Larven, die er in einem Keller in der Nähe der Via Panisperna in Rom gefunden hatte, adulte Sandmücken der Art *P. mascittii* (GRASSI, 1908). Zwei weitere Brutplätze konnten in der Schweiz nachgewiesen werden (KNECHTLI & JENNI, 1989). Untersuchungen von Bodenproben ergaben einen leicht sauren pH-Wert. Für gewöhnlich zeigen Sandmückenbrutplätze einen pH-neutralen bis schwach alkalischen Boden. Es stellte sich heraus, dass dieser Boden auch geeignet für eine *P. perniciosus* Zucht war. Daher vermuteten die Autoren, dass der pH-Wert des Bodens eine untergeordnete Rolle spiele. Der erste Brutplatz in Deutschland, konnte in einer alten Scheune in Neuenburg nachgewiesen werden (Naucke, 2002). Der pH-Wert der Bodenproben an diesem Brutplatz war minimal alkalisch. Dieser Befund stützt die Annahme, dass der pH-Wert eine untergeordnete Rolle spielt (SCHMITT, 2002).

Im Rahmen dieser Arbeit gelang es erfolgreich eine derzeit stabile Zucht von *P. mascittii* aufzubauen. Beide Geschlechter benötigen als Energielieferant eine Kohlenhydratquelle. Daher wurden die in Zucht genommenen Sandmücken mit

überreifem Obst gefüttert. Die Kurzlebigkeit der Sandmücken ohne angebotene Zuckerquelle lässt vermuten, dass die Aufnahme des Zuckers bereits vor dem Blutmahl und der Kopulation erfolgt (NAUCKE, 1998). Im Labor überlebt eine adulte Sandmücke der Art *Lutzomyia trapidoi* höchstens 4 Tage ohne Zuckerangebot, so zeigt *Lutzomyia trapidoi* bei Angebot einer Saccharose- oder Fructoselösung eine Lebenserwartung von bis zu 35 Tagen (CHANIOTIS, 1974). Da eine Anthropophilie dieser Art bereits in Frankreich, auf Korsika und in der Schweiz nachgewiesen wurde (CALLOT, 1950; TOUMANOFF & CHASSIGNET, 1954; GRIMM et al., 1993), wurden die in Zucht genommenen Phlebotomen auch weiterhin auf diese Weise gefüttert. In Deutschland konnte bisher keine Sandmücke beim Blutmahl am Menschen beobachtet werden. Da sich die Fundorte in Deutschland nahezu immer in der Nähe zu menschlichen Behausungen befinden, kann auch hier von einer Anthropophilie ausgegangen werden. Die Produktion von Eiern ohne vorheriges Blutmahl konnte bei einer Zucht in Frankreich beobachtet werden. Die Autoren vermuteten, dass die Fähigkeit zur Autogenie wohl der Grund dafür sei, warum *P. mascittii* meist in geringeren Mengen gefangen wird. Zusätzlich wiesen sie darauf hin, dass in Höhlen lebende Nematoceren häufig dieses Merkmal aufweisen und daher der Tunnel auf Korsika auch vermutlich der einzig bedeutende Standort dieser Art sei (READY & READY, 1981). Dass weibliche Sandmücken der Art *P. mascittii* zur Autogenie befähigt sind, zeigten auch Beobachtungen der eigenen Zucht. Anhand molekularbiologischer Untersuchungen wurde bestätigt, dass *Phlebotomus mascittii* sowohl aus Korsika (Frankreich) als auch aus Belgien, eine 100%ige Homologie mit derjenigen aus Deutschland aufweisen (DEPAQUIT et al., 2005). Daher ist es auch in Zukunft möglich, die Zucht mit Sandmücken der Art *P. mascittii* aus Deutschland aufrecht zu erhalten bzw. zu erweitern. Wie erwähnt wurde, durchlaufen Sandmücken dieser Art in Deutschland eine Generation pro Jahr, auf Korsika konnte eine ganzjährige Aktivität nachgewiesen werden. Unter Laborbedingungen wurden drei Generationen in einem Jahr durchlaufen. Daraus wird ersichtlich, dass das Brutverhalten von *P. mascittii* stark abhängig von vorherrschenden Bedingungen ist. Es scheint möglich, dass *P. mascittii* durch längere und wärmere Perioden, bedingt durch den Klimawandel, auch in Deutschland mehrere Generationen pro Jahr hervorbringen könnte.

4.5 Vektorkompetenz von *Phlebotomus mascittii*

Bei *P. mascittii* wurde bislang noch keine Vektorkompetenz nachgewiesen. Das Subgenus *Transphlebotomus* zeigt nahe Verwandtschaftsverhältnisse zu den Subgenera *Adlerius* und *Larroussius*, deren Mehrzahl der Arten als bekannte Vektoren von *L. infantum* fungiert (NAUCKE et al., 2008). Die enge Verwandtschaft zu den Subgenera *Adlerius* und *Larroussius* lässt daher eine Vektorkompetenz der Untergattung *Transphlebotomus* nicht ausschließen (DEPAQUIT, 2005). Da nicht nur Hunde, sondern auch Menschen als natürliche Blutwirte von *P. mascittii* genutzt werden, ist eine Klärung der Vektorkompetenz dieser Art notwendig (NAUCKE, et al., 2008). In der Türkei wird *P. mascittii* als möglicher Vektor für eine Leishmaniose diskutiert (HOUIIN et al., 1971). Eine mögliche Vektorfunktion dieser Art wird auch in Frankreich und Deutschland vermutet (PESSON et al., 1985). Bisher ist das Risiko, an einer in Deutschland erworbenen Leishmaniose zu erkranken, sehr gering. Dennoch sollte bedacht werden, dass Hundebesitzer immer häufiger in endemische Gebiete reisen bzw. infizierte Hunde aus endemischen Gebieten einführen (NAUCKE et al., 2008). Bestätigt sich eine Vektorkompetenz der Art *P. mascittii*, müsste auch hier zu Lande eine Erkrankung an Leishmaniose ernster genommen werden.

4.6 Kapillare Blutfütterung von Sandmücken

Wie unter 1.6 beschrieben, wurde die Methode zur Fütterung von Sandmücken mit Hilfe von Kapillaren von HERTIG & HERTIG (1927) entwickelt. In den folgenden Jahren wurde diese Methode in Übertragungsversuchen von NAPIER (1930), ADLER & THEODOR (1957) und ALEKSEEV & SAF'JANOVA (1966) erfolgreich angewandt. Auch im Rahmen dieser Untersuchungen gelang es, Sandmücken der Art *P. mascittii* und *P. duboscqi* auf diese Weise mit nicht infektiösem Blut zu füttern. Hierbei konnte allerdings bei keiner der getesteten Phlebotomen eine vollständige Sättigung erzielt werden. HU & LEE (1928) beschrieben bereits die Probleme die bei der Fütterung mit Hilfe von Kapillaren entstehen können. Dabei wiesen die Autoren darauf hin, dass die Narkotisierung und Hantierung mit den Sandmücken häufig zu Verletzungen führt. Eine zufriedenstellende Sättigung mit Blut konnte laut Autoren nur bei wenigen Exemplaren

der Art *P. sergenti* und *P. major* erzielt werden. Zu Beginn dieser Untersuchung bereitete das Einspannen der filigranen Sandmücke vorerst Probleme. Häufig wurden beim Versuch, die Flügel der Sandmücke in die Korkpinzette zu klemmen, die Beine heraus gerissen. Dabei verstarben die Sandmücken meist schnell. Um das Fixieren der Sandmücken zu erleichtern, arbeitete ALEKSEEV (1965) mit einem Vakuumhalter. Hierbei wurde das Einklemmen mit Hilfe zweier Pinzetten unterbunden und verhalf zur Vorbeugung von Verletzungen. Das Problem der hier durchgeführten Fütterung bestand in erster Linie darin, dass das Blut auf Grund des geringen Durchmessers der Kapillare sehr schnell trocknete. Häufig verklebten dabei die Mundwerkzeuge mit der Kapillare und die Fütterung konnte nicht fortgeführt werden. Um dem entgegen zu wirken, mussten an dieser Stelle geeignete Maßnahmen getroffen werden. Möglicherweise könnte mit erhöhter Luftfeuchtigkeit oder auch maschinell betriebener Drehung der Kapillare eine Trocknung verzögert werden. Bei dieser Untersuchung wurden die Kapillaren etwa alle 15 min gewechselt, dadurch wurden die Sandmücken während des Blutmahls gestört. Beschreibungen nach HERTIG & HERTIG (1927) besagen, um den Akt einer natürlichen Ernährung möglichst nachzuahmen, müsse das Labium mit einer zweiten Fütterungskapillare nach unten gebogen werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde lediglich mit einer Kapillare gearbeitet. Hinzu kam, dass der Durchmesser der Kapillare so groß war das der gesamte Phlebotomenkopf umfasst wurde. ALEKSEEV (1965) vermied eine zweite Kapillare, indem die Fütterungskapillare von so geringem Durchmesser war, dass das Labium der Sandmücke sich auf die Unterkante stützte. Auf diese Weise gelang es Sandmücken der Art *P. papatasi* und *S. arpaklensis* erfolgreich mit Leptomonadenkulturen zu infizieren. Zusätzlich wurden die infizierten Flüssigkeiten mittels Ultrathermostat erwärmt (ALEKSEEV, 1965). Untersuchungen von ALEKSEEV & SAF'JANOVA (1968) beschreiben, dass es zu einer deutlichen Beschleunigung des Saugaktes kommt, wenn während der Fütterung zusätzlich mit warmen Licht einer starken Lichtquelle stimuliert wird. Vermutlich ist die geringe Sättigung der hier durchgeführten Fütterung auf das Fehlen dieser Schritte zurückzuführen. Dennoch konnte mittels dieser Methode eine von außen induzierte Blutfütterung erzielt werden. Allerdings ist die Methodik bei dieser Art der Fütterung noch nicht völlig ausgereift. Um eine Vektorkompetenz von *P. mascittii* zu klären, sollte diese hier angewandte Methode

in Zukunft zum Einsatz bei Übertragungsexperimenten ausgetestet werden. Vorteil dieser Methodik ist es, jegliche Art von Tierversuchen, wie das Blutsaugen an Hunden, zu vermeiden. Zudem ist es häufig schwierig ein selbstständiges Blutmahl mittels Membranen zu erzielen. So meinen ADLER & BER (1941), daß nur *P. papatasi* der Sandmückenarten des mediterranen Raums sowie des Nahen Ostens mittels Biomembranen gefüttert werden können. Es stellt sich die Frage, inwieweit die Methode der kapillaren Blutfütterung der Verbesserung bedarf, um eine vollständige Blutfütterung zu ermöglichen.

4.7 Ausblick

Eine der dringlichsten Fragen die es in naher Zukunft zu klären gilt, ist die der Vektorkompetenz von *Phlebotomus mascittii*. Mit der nun stabilen Zucht dieser Art, könnte die Vektorkompetenz bezüglich von Leishmanien im Rahmen von Übertragungsexperimenten mittels kapillarer Blutfütterung oder auch xenodiagnostischer Methoden untersucht werden.

Daneben gilt es auch in Zukunft weitere Verbreitungsgebiete von Sandmücken zu erforschen. Besonders Regionen in denen ähnliche klimatische Bedingungen herrschen, sowie Gebiete in denen bereits autochthon erworbene Leishmaniose-Erkrankungen auftraten. Im Zusammenhang damit, wären auch weitere Untersuchungen zur Temperaturabhängigkeit der in Deutschland lebenden Sandmücken sinnvoll, um eine nördliche Verbreitung abschätzen zu können.

Darüber hinaus ist eine breitere Aufklärung über die Erkrankung der Leishmaniose hier zu Lande erforderlich. Es ist erstaunlich, dass sich selbst viele Hundebesitzer über den Ernst dieser Erkrankung nicht bewusst sind. Die Leishmaniose wird als klassische reisemedizinische Erkrankung betrachtet. Mit der Tatsache, dass die Vektoren mittlerweile auch in Deutschland auftreten, sollte besonders der Hundeimport aus endemischen Gebieten kritischer betrachtet werden.

5. Zusammenfassung

Vom 29. Juni bis 07. August 2008 wurden in Deutschland neue Verbreitungsgebiete von Sandmücken erforscht. Die Fundorte von *P. mascittii* lagen in Baden-Württemberg zwischen Neuenburg und Kappel-Grafenhausen. Es wurden an 16 verschiedenen Standorten im innerdörflichen bzw. innerstädtischen Bereich 28 Sandmücken der Art *P. mascittii* nachgewiesen. Darüber hinaus konnten in Rheinland-Pfalz an zwei Standorten drei Sandmücken der Art *P. perniciosus* gefangen werden.

Mit Korsika wurde ein bereits bekannter Standort für das Vorkommen von *P. mascittii* untersucht. Vor Ort wurden vom 01. bis 08. Februar und 10. bis 29. Juni 2008 Untersuchungen zum Vorkommen, Biologie und Verhalten von *P. mascittii* durchgeführt. Mit 55 im Februar gefangenen Sandmücken der Art *P. mascittii* konnte eine Winteraktivität festgestellt werden. Im Juni wurden insgesamt 385 *P. mascittii* gefangen. In diesem Zeitraum konnte eine Tagaktivität dieser Art bestätigt werden. Des Weiteren wurde festgestellt, dass sie eine besonders hohe nächtliche Flugaktivität zwischen 1-5 Uhr aufweisen. Untersuchungen zum Flugverhalten ergaben, dass *P. mascittii* bevorzugt in Höhen von 50 bis 100 cm gefangen wird. Der Einsatz unterschiedlicher Lichtquellen zeigte keinen repellierenden jedoch auch keinen besonders anlockenden Effekt. Eine saisondynamische Auswertung zeigte, dass *P. mascittii* vermehrt im Juli im Tunnel auf Korsika Aktivität zeigt.

Mit Sandmücken aus Korsika konnte erfolgreich eine Zucht von *P. mascittii* aufgebaut werden. Eine Anthropophilie und die Fähigkeit zur Autogenie konnten in diesem Zusammenhang bestätigt werden.

Es gelang Sandmücken der Art *P. duboscqi* und *P. mascittii* mittels kapillarer Fütterung zwangsweise mit Blut zu ernähren. Diese Methodik bedarf noch einiger Verbesserungen.

6. Literaturverzeichnis

ABONNENC, E. & PASTRE, J. (1972): Récoltes de phlébotomes en République Sud-Africaine, avec description de *P. macintoshi*, n. sp. (Diptera, Psychodidae). Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, **65**, 721-725

ADLER, S. & BER, M. (1941): The transmission of *L. tropica* by the bite of *Ph. papatasi*. Indian Journal of Medical Research, **29 (4)**, 803-809

ADLER, S. & THEODOR, O. (1927): The behaviour of cultures of *Leishmania* sp. in *Phlebotomus papatasi*. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, **21**, 111-134

ADLER, S. & THEODOR, O. (1931): A study of the sandfly population in endemic foci of infantile kala-azar in Italy. Bulletin of Entomological Research, **22**, 105-113

ADLER, S. & THEODOR, O. (1957): Transmission of disease agents by Phlebotomine sand flies. Annual Review of Entomology, **2**, 203-226

ALEKSEEV, A.N. (1965): Compulsory dosed feeding of insects (in Russian). Medicinskaja Parazitologija I Parazitarnye Bolezni, Moskva, **34**, 467-471

ALEKSEEV, A.N. & SAF'JANOVA, V.M. (1966): A method for forced infecting feeding of sandflies (subfamily Phlebotominae) with dosed amounts of leptomonad cultures (in Russian). Medicinskaja Parazitologija I Parazitarnye Bolezni, Moskva, **35**, 49-55

ALEKSEEV, A.N. & SAF'JANOVA, V.M. (1968): Some observations compulsory feeding of sandflies (Diptera, Phlebotominae) with the culture of leptomonads (in Russian). Zoologiceskij Zurnal, Moskva, **47(1)**, 91-98

ALEXANDER, B. & YOUNG, D. (1992): Dispersal of phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, **87**, 397-403

ARTEMIEV, M.M. (1980): A revision of sandflies of the subgenus *Adlerius* (Diptera, Phlebotominae, Phlebotomus). Zoologeskij Zurnal, **59**, 1177-1193

ARTEMIEV, M.M. & NERONOV, V.M. (1984): Distribution and Ecology of sandflies of the old world (Genus Phlebotomus) (in Russian). Institute of evolutionary morphology and animal ecology, USSR academy of science, 208ff

AYALA, S.C. & LEE, D. (1970): Saurian malaria. Development of sporozoites in two species of phlebotomine sandflies. Science, **167**, 891-892

BASIMIKE, M. & MUTINGA, M.J. (1990): Temperature and moisture content of soils in termite mounds and animal burrows in relation to relative abundance of adult phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae) in Margat semiarid area, Baringo District, Kenya. Environmental Entomology, **19**, 487- 489

BOGDAN, C., SCHÖNIAN, G., BANULS, A., HIDE, M., PRATLONG, F., LORENZ, E., RÖLLINGHOFF, M. & MERTENS, R. (2001): Visceral leishmaniosis in a german child that had never entered a known endemic area: case report and discussion of the literature. Clinical and Infectious Diseases, **32(2)**, 302-306

BOSNIĆ, S., GRADONI, L., KHOURY, C. & MAROLI, M. (2006): A review of leishmaniasis in Dalmatia (Croatia) and results from recent surveys on phlebotomine sandflies in three southern counties. Acta Tropica, **99 (1)**, 42-49

CALLOT, J. (1950): Présence de Phlebotomus larrouseï en Alsace. Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée, **25**, 112

CHANIOTIS, B.N. (1974): Sugar- feeding behaviour of *Lutzomyia trapidoi* (Diptera: Psychodidae) under experimental conditions. Journal of Medical Entomology, **11**, 73-79

CHANIOTIS, B.N. & TSELENTIS, Y. (1996): Water wells as a habit of sandfly (Diptera: Psychodidae) vectors of visceral leishmaniasis in Greece. *Journal of Medical Entomology*, **33**, 269-270

COSGROVE, J.B. & WOOD, R.J. (1995): Probing and gorging responses of 3 mosquito species to a membrane feeding system at a range of temperatures. *Journal of the American Mosquito Control Association*, **11**, 339-342

CROSS, E.R. & HYAMS, K.C. (1996): The potential effect of global warming on the geographic and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in southwest Asia. *Environmental Health Perspectives*, **104 (7)**, 724-727

DEPAQUIT, J., NAUCKE, T.J., SCHMITT, C., FERTÉ, H. & LÉGER, N. (2005): A molecular analysis of the subgenus *Transphlebotomus* Artemiev, 1984 (*Phlebotomus*, Diptera, Psychodidae) inferred from ND4 mtDNA with new northern records of *Phlebotomus mascittii* Grassi, 1908. *Parasitology Research*, **95**, 113-116

DESJEUX, P. & WAROQUY, L. (1981): Étude entomologique de 3000 phlébotomes (Diptera Psychodidae) du Sénégal. Infestation spontanée par Trypanosomatidae. *Afrique Médicale*, **20**, 347-352

DOERR, R., FRANZ, K. & TAUSSIG, S. (1909): Das Pappataciefieber, ein epidemisches Drei- Tage- Fieber im adriatischen Küstengebiet Österreich- Ungarns. *Wiener Klinische Wochenschrift*, **22**, 609- 610

DOHA, S., SHEHATA, M.G., EL SAID, S.M & EL SAWAF, B.M. (1991): Dispersal of *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) and *P. langeroni* Nitzulescu in El Hammam, Matrouh Governorate, Egypt. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **66**, 69-76

DOUGHERTY, M.J., GUERIN, P.M., WARD, R.D. (1995): Identification of oviposition attractants for the sandfly *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae) in volatiles of faeces from vertebrates. *Physiological Entomology*, **20**, 23-32

EL SAWAF, B.M., HELMY, N., KAMAL, H.A., OSMAN, A. & SHEHATA, M.G. (1991): Soil analysis of breeding sites of *Phlebotomus langeroni* Nitzulescu and *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) in El Agamy, Egypt. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **66**, 134-136

FAIRCHILD, G.B. & HARWOOD, R.F. (1961): *Phlebotomus* sandflies from animal burrows in Eastern Washington. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, **63**, 239-245

FELICIANGELI, M.D. (2004): Natural breeding places of phlebotomine sandflies. *Medical and Veterinary Entomology*, **18(1)**, 71-80

FENG, L. (1951): The role of the peritrophic membrane in *Leishmania* and trypanosome infections of sandflies. *Peking Natural History Bulletin*, **19**, 327-334

FENG, L. & CHAO, C.S. (1943): The development of *Trypanosoma bocagei* in *Phlebotomus squamirostris*. *Chinese Medical Journal*, **62**, 210-217

FIALHO, R.F. & SCHALL, J.J. (1995): Thermal ecology of a malarial parasite and its insect vector. Consequences for the parasites transmission success. *Journal of Animal Ecology*, **64**, 553-562.

FOLEY, H. (1923): Présence de *Phlebotomus perniciosus* Newstead dans le department de la Haute-Marne. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, **16**, 664

GARCIA-CACERES, U. & GARCIA, F.U. (1991): Bartonellosis: an immunodepressive disease and the life of Daniel Alcides Carrión. *American Journal of Clinical Pathology*, **95 (1)**, 58-66

GIL COLLADO, J., MORILLAS MARQUEZ, F. & SANCHIS MARIN, M.C. (1989): Los flebotomos en Espana. Revista de Sanidad e Higiene Publica, Madrid, **63 (5-6)**, 15-34

GILLES, M.T. & WILKES, T.J. (1981): Field experiments with a wind tunnel on the flight speed of some West African mosquitos (Diptera: Culicidae). Bulletin of Entomological Research, **71**, 65-70

GRASSI, B. (1908): *Phlebotomus mascittii* sp. n. Atti della Reala Accademia dei Lincei R., **17**, 681-682

GRIMM, F., KNECHTLI, R., GESSLER, M. & JENNI, L. (1990): Biology of sandflies in southern Switzerland. Revue de Suisse de Zoologie, **97**, 778-779

GRIMM, F., GESSLER, M. & JENNI, L. (1993): Aspects of sandfly biology in southern Switzerland. Medical and Veterinary Entomology, **7**, 170- 176

HANSON, W.J. (1961): The breeding places of *Phlebotomus* in Panama (Diptera, Psychodidae). Annals of the Entomological Society of America, **54**, 317-322

HERTIG, A.T. & HERTIG, M. (1927): A technique for artificial feeding of sandflies (*Phlebotomus*) and mosquitoes. Science, **65**, 328-329

HOUIN, R., ABONNENC, E. & DENIAU, M. (1971): Phlébotomes du sud de la Turquie. Résultats d'un sondage. Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée, **46**, 633-652

HOWLETT, F.M. (1913): The breeding places of *Phlebotomus*. The Journal of Tropical Medicine and Hygiene, **16**, 255-256

HU, C.H. & LEE, C.U. (1928): New technique for feeding sandflies (*Phlebotomus*) for experimental transmission of kala-azar. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, New York, **26**, 277-280

IRUNGU, L.W., MUTINGA, M.J. & KOKWARO, E.D. (1986): Chorionic scultering of eggs of some Kenyan phlebotomine sandflies. *Insect Science and its Application*, **7**, 45-48

KAMHAWI, S., ABDEL HAFEZ, S.K. & MOLYNEUX, D.H. (1991): The behaviour and dispersal of sandflies in Ras el Naqb, South Jordan with particular emphasis on *Phlebotomus kazeruni*. *Parassitologia*, **33** (1), 307-314

KILLICK-KENDRICK, R. (1979): The biology of *Leishmania* in phlebotomine sandflies. In: *Biology of Kinetoplastida*, Lumsden, W.H.R. and Evans, D.A. (Editors). London: Academic Press, **2**, 395-460

KILLICK-KENDRICK, R., WILKES, T.J., ALEXANDER, J., BRAY, R.S., RIOUX, J.-A. & BAILLY, M. (1985): The distance of attraction of CDC light traps to phlebotomine sandflies. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **60** (2), 763-767

KILLICK-KENDRICK, R. (1987): Breeding places of *Phlebotomus ariasi* in the Cevennes focus of leishmaniasis in the south of France. *Parassitologia* **29** (2-3), 181-191

KILLICK-KENDRICK, R. & KILLICK-KENDRICK, M. (1987): The laboratory colonization of *Phlebotomus ariasi* (Diptera: Psychodidae). *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **52**, 354-356

KILLICK-KENDRICK, M. & KILLICK-KENDRICK, R. (1991): The initial establishment of sandfly colonies. *Parassitologia*, **33** (Suppl.1), 315-320

KILLICK-KENDRICK (1999): The Biology and Control of Phlebotomine Sand Flies. *Clinics in Dermatology*, **17**, 279-289

KING, H.H. (1914): Observations on the breeding place of sandflies (*Phlebotomus* spp.) in the Anglo- Egyptian Sudan. *The Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **17**, 2-3

KLEIN, T.A., YOUNG, D.G., TELFORD, S.R. & KIMSEY, R. (1987): Experimental transmission of *Plasmodium mexicanum* by bites of infected *Lutzomyia vexator* (Diptera: Psychodidae). *Journal of the American Mosquito Control Association*, **3**, 154-164

KNECHTLI, R. & JENNI, L. (1989): Distribution and relative density of three sandfly (Diptera: Phlebotominae) species in southern Switzerland. *Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée*, **64 (1)**, 53-63

KOEHLER, K., STECHELE, M., HETZEL, U., DOMINGO, M., SCHÖNIAN, G., ZAHNER, H. & BURKHARDT, E. (2002): Cutaneous leishmaniasis in a horse in southern Germany caused by *Leishmania infantum*. *Veterinary Parasitology*, **109**, 9-17

KUHN, G.K. (1999): Global warming and leishmaniasis in Italy. *Bulletin of Tropical Medicine and International Health*, **7**, 1-2

KUMAR, V. & KISHORE, K. (1991): A preliminary observation on larval diapause of *Phlebotomus argentipes* (Diptera, Psychodidae). *The Journal of communicable diseases*, **23**, 165-166

LAINSON, R., WARD, R.D. & SHAW, J.J. (1976): Cutaneous leishmaniasis in North Brazil: *Lutzomyia anduzei* as a major vector. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **70**, 171-172

LAMPO, M., FELICIANGELI, M.D., MÁRQUEZ, L.M., BASTIDAS, C. & LAU, P. (2000): A possible role of bats as a blood source for the *Leishmania* vector *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, **62 (6)**, 718- 719

LANE, R.P. (1993): Sandflies (Phlebotominae). Lane R.P., Crosskey RW, editors. *Medical insects and arachnids*, London: Chapman & Hall, 78-119

LANGERON, M. & NITZULESCU, V. (1931): *Phlebotomus larroussei* n. sp. nouvelle espèce européenne de phlébotome. Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée, **9**, 72-76

LANGLEY, P.A. & MALY, H. (1969): Membrane feeding technic for tsetse flies (*Glossina* spp.). Nature, **221**, 855-856

LARROUSSE, F. (1923): Présence de *Phlebotomus perniciosus* Newstead, dans le département de l'Oise. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, **16**, 16-17

LAWYER, P.G. & YOUNG, D.G. (1991): Diapause and quiescence in *Lutzomyia diabolica* (Diptera, Psychodidae). Parasitologia, **33 (1)**, 353-360

LÉGER, N., PESSON, B. & MADULO-LEBLOND, G. (1986): Les phlébotomes de Grèce. Biologia Gallo-Hellenica, **11 (2)**, 165-192

LÉGER, N., DEPAQUIT, J., FERTÉ, H., RIOUX, J.-A., GANTIER, J. C., GRAMICCIA, M., LUDOVISI, A., MICHAELIDES, A., CHRISTOPHI, N. & ECONOMIDES, P. (2000): Phlebotomine sandflies (Diptera- Psychodidae) of the isle of Cyprus. II. Isolation and typing of *Leishmania (Leishmania) infantum* Nicolle, 1908 (zymodeme MON 1) from *Phlebotomus (Larrousius) tobbi* Adler and Theodor, 1930 (in French). Parasite, **7 (2)**, 143-146

LÉGER, N., DÉPAQUIT, J. & FERTÉ, H. (2000a): Les phlébotomes (Diptera- Psychodidae) de l'île de Chypre. 1. Description de *Phlebotomus (Transphlebotomus) economidesi* n. sp. Parasite, **7**, 135-141

LEWIS, D.J. (1982): A taxonomic review of the genus *Phlebotomus* (Diptera: Psychodidae). Bulletin of the British Museum of Natural History (Entomology), **45**, 121-209

- LISOVA, A.I. (1962): The fate of the pathogen of visceral leishmaniasis in the organism of *Phlebotomus* (comparative infectiousness of *Phlebotomus*). Medicinskij Žurnal Uzbekistana, **2**, 35-39
- MADULO-LEBLOND, G. (1983): Les phlébotomes (Diptera, Phlebotomidae) des Iles Ioniennes. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Pharmaceutiques. Université de Reims, 1-218
- MAGUINA, C. & GOTUZZO, E. (2000): Bartonellosis: new and old. Infectious Disease Clinics of North America, **14**, 1-22.
- MAGUINA, C., GARCIA, P.J., GOTUZZO, E., CORDERO, L. & SPACH, D.H. (2001): Bartonellosis (Carrión's Disease) in the Modern Era. Clinical Infectious Diseases 2001, **33**, 772-779
- MARCHAIS, R., BOUCHET, F. & BOUCHET, P. (1991): Laboratory rearing of *Phlebotomus perniciosus* (Diptera: Psychodidae) and fungal growth problems. Parassitologia, **33 (Suppl.)**, 393-397
- MAROLI, M., KHOURY, C., BIANCHI, R., FERROGLIO, E. & NATALE, A. (2002): Recent findings of *Phlebotomus neglectus* Tonnoir, 1921 in Italy and its western limit of distribution. Parassitologia, **44 (1-2)**, 103-109
- MERDAN, A.I., MORSY, T.A., SHOUKRY, A. & WAHBA, M.M. (1992): Two successive years studies on *Phlebotomus papatasi* in North Sinai Governorate, Egypt. Journal of the Egyptian Society of Parasitology, **22**, 91-100
- MODI, G.B., SOMAN, R.S., MISHRA, A.C., GURU, P.Y. & SHETTY, P.S. (1977): A report on phlebotomid sandflies (Diptera: Phlebotomidae) from Bankura district, West Bengal. Indian Journal of Medical Research, New Delhi, **66**, 373-378

MOLINA, R., LOPEZ-VALEZ, R. GUTIERREZ-SOLAR, B., JIMENEZ, M.I. & ALVAR, J. (1992): Isolation of *Leishmania infantum* from the blood of a patient with AIDS using sandflies. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, **86**, 516

MORILLAS MARQUEZ, F., GUEVERA BENITEZ, D.C., UBEDA ONTIVEROS, J.M. & GONZALES CASTRO, J. (1983): Fluctuations annuelles des populations de phlebotomes (Diptera, Phlebotomidae) dans la province de Grenade (Espagne). Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, **58**, 625-632

MORSY, T.A., ABOUL ELA, R.G., SARWAT, M.A.A., ARAFA, M.A.S. & EL GOZAMY, B.M.R. (1993c): Some aspects of *Phlebotomus papatasi* (Scopoli) in greater Cairo, Egypt. Journal of the Egyptian Society of Parasitology, **23**, 399-416

NAPIER, L.E. (1930): The artificial feeding of sandflies. Indian Journal of Medical Research, New Delhi, **18**, 699- 706

NAUCKE, T.J. (1994): Die Phlebotomenfauna von Chalkidiki, Nordgriechenland. Diplomarbeit. Hohe Mathematische- Naturwissenschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich- Wilhelms- Universität Bonn, 1-212

NAUCKE, T.J. (1998): Untersuchungen zur Vektorkontrolle von Sandmücken (Diptera; Psychodidae) in Nordostgriechenland. Regensburg, S. Roderer Verlag, 1-205

NAUCKE, T.J. & PESSON, B. (2000): Presence of *Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii* Grassi, 1908 (Diptera: Psychodidae) in Germany. Parasitology Research, **86**, 335-336

NAUCKE, T.J. (2002): Leishmaniose, eine Tropenkrankheit und deren Vektoren (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Mitteleuropa. Denisia, **184**, 163-178

NAUCKE, T.J. & SCHMITT, C. (2004): Is leishmaniasis becoming endemic in Germany? International Journal of Microbiology, **293 (Suppl.37)**, 179-181

NAUCKE, T.J., MENN, B., MASSBERG, D. & LORENTZ, S. (2008): Sandflies and leishmaniasis in Germany. Parasitology Research, **3 (Suppl.1)**, 65-68

NAUCKE, T.J., MENN, B., MASSBERG, D. & LORENTZ, S. (2008): Winter activity of *Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii*, Grassi 1908 (Diptera: Psychodidae) on the island of Corsica. Parasitology Research, **103**, 477-479

NEWSTEAD, R. (1911): The papataci flies (*Phlebotomus*) of the Maltese Islands. Bulletin of Entomological Research, **2**, 47-78

NITZULESCU, G. & NITZULESCU, V. (1931): Essai de table dichotomique pour la détermination des phlébotomes européens. Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée, **9**, 122-133

PERROTTI, E. & MAROLI, M. (1993): Carbon dioxide anesthesia in phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae): CO₂ effect upon two laboratory colonies. Journal of the American Mosquito Control Association, **9 (1)**, 94-96

PESSON, B., LÉGER, N., MADULO-LEBLOND, G., PETAVY, A.F. & CAMBON, M. (1985): La leishmaniose en Auvergne. Médecine et Maladies Infectieuses, **3**, 107-109

PETERS, W. & KILLICK-KENDRICK, R. (1987): The leishmaniasis in Biology and Medicine, Volume 1, Biology and Epidemiology. Academic Press, 551ff

PETRISHCHEVA, P.A. & GUBAR, V.V. (1953): The breeding of *Phlebotomus* in the colonies of the large gerbil (*Rhombomys opimus*, Licht) (in Russian). Entomologiceskoe Obozrenie, **30**, 242-245

QUATE, L.W. (1964): *Phlebotomus* sandflies of the Paloich area in the Sudan. Journal of Medical Entomology, **1**, 213-268

RAYNAL, J. (1954): Les phlébotomes de France et leur distribution régionale. Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée, **29 (3)**, 297-323

READY, P.D. & CROSET, H. (1980): Diapause and laboratory breeding of *Phlebotomus perniciosus* Newstead and *Phlebotomus arasi* Tonnoir (Diptera, Psychodidae) from southern France. Bulletin of Entomological Research, **70**, 511-523

READY, P.D. & READY, P.A. (1981): Prevalence of *Phlebotomus* ssp. In southern France: sampling bias due to different man-biting habits and autogeny. Annals of Tropical Medicine and Parasitology, **75 (4)**, 475-476

RIOUX, J.-A., GOLVAN, Y.P., CROSET, H., TOUR, S., HOUIN, R., ABONNENC, E., PETITDIDIER, M., VOLLHART, Y., DEDET, J.P., ALGARET, J.L., LANOTTE, G. & QUILICI, M. (1969): Epidémiologie des Leishmanioses dans le sud de la France. Monographie INSERM, **37**, 1-223

RIOUX, J.-A., KILLICK-KENDRICK, R., LEANEY, A.J., TURNER, D.P., LANOTTE, G. & BAILLY, M. (1979): Ecologie des leishmanioses dans le sud de la France. 11. La leishmaniose canine: succès de la transmission expérimentale " Chien-Phlébotome-Chien" par la pique de *Phlebotomus ariasi* Tonnoir, 1921. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, **54**, 401-407

RIOUX, J.-A., GALLEGU, J., JARRY, D.M., GUILVARD, E., MAAZOUN, R., PÉRIÈRES, J., BECQUERIAUX, L. & BELMONTE, A. (1984): Un phlébotome nouveau pour l'Espagne. *Phlebotomus (Adlerius) mascitti* Grassi, 1908. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, **59**, 421-425

RODHAIN, J., PONS, C., VANDENBRANDEN, J. & BEQUAERT, J. (1912): Contribution au mecanisme de la transmission des trypanosomes par les glussines. Arch. Schiffus Trop. Hyg., **16**, 732-739

ROWTON, E.D., DORSEY, K.M. & ARMSTRONG, K.L. (2008): Comparison of In Vitro (Chicken-Skin Membrane) Versus In Vivo (Live Hamster) Blood-Feeding Methods for Maintenance of Colonized *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psychodidae). Journal of Medical Entomology, **45 (1)**, 9-13

SACCÀ, G. (1948): *Phlebotomus mascittii* Grassi 1908 e suoi sinonimi. Rivista di Parassitologia, **9**, 223-226

SALAY, G., DORTA, M.L., SANTOS, N.M., MORTARA, R.A., BRODSKYN, C., OLIVEIRA, C.I., BARBIÉRI, C.L. & RODRIGUES, M.M. (2007): Testing of Four *Leishmania* Vaccine Candidates in a Mouse Model of Infection with *Leishmania (Viannia) braziliensis*, the Main Causative Agent of Cutaneous Leishmaniasis in the New World. Clinical and Vaccine Immunology, **14(9)**, 1173-1181

SCHLEIN, Y., BORUT, S. & JACOBSEN, R.L. (1990): Oviposition, diapause and other factors affecting the egg- laying of *Phlebotomus papatasi* in the laboratory. Medical and Veterinary Entomology, **4**, 69-78

SCHMITT, C. (2002): Untersuchungen zu Biologie und Verbreitung von *Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii* Grassi 1908 (Diptera: Psychodidae) in Deutschland. Diplomarbeit. Hohe Mathematische- Naturwissenschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich- Wilhelms- Universität Bonn, 1-92

SCHRÖDER, D. & PAGENSTECHER, U. (1987/88): Korsika. Verlag Martin Velbinger, Bahnhofstraße 106, Gräfelfing/München, 1987, 395ff

SIMIC, T. (1932): Présence à Skoplje d'une nouvelle variété de *Phlebotomus perniciosus*. Annales de la Parasitologie Humaine et Comparée, **10**, 431-434

SINGH, R. LAL, S. & SAXENA, V.K. (2008): Breeding ecology of visceral leishmaniasis vector sandfly in Bihar state of India. *Acta Tropica*, **107(2)**, 117-120

STEINHAUSEN, I. (2005): Untersuchung zur Verbreitung von Sandmücken (Phlebotomen) in Deutschland mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS). Diplomarbeit. Hohe Mathematische- Naturwissenschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich- Wilhelms- Universität Bonn, 1-90

THEODOR, O. (1936): On the relation of *Phlebotomus papatasi* to the temperature and humidity of the environment. *Bulletin of Entomological Research*, **27**, 653-671

THEODOR, O. (1958): Psychodidae- Phlebotominae. Stuttgart, Schweizerbert'sche Verlagsbuchhandlung, 1-55

TOUMANOFF, C. & CHASSIGNET, R. (1954): Contribution a l'étude des phlébotomes en Corse. *Bulletin de l'Institut Nationale d'Hygiene, Paris*, **9**, 664-687

TOWNSEND, C.H.T. (1914): The conquest of Verruga. A brief statement of the results of the Investigation. *Peru Today, Lima*, **6**, 57-67

TRIMMEL, H. (1968): Höhlenkunde. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn GmbH, Braunschweig, 84ff

TROUILLET, J. & VATTIER-BERNARD, G. (1979): Cycle annuel de *Sergentomyia hamoni* (Abonnenc, 1958) (Diptera, Phlebotomidae) en République populaire du Congo. *Annales de parasitologie humaine et comparée*, **54**, 665-672

VALEVICH, T.A., DERGACHEV, T.I. (1999): Observations on the development of *P. papatasi* Scop. under laboratory conditions (in Russian). *Medicinskaja Parazitologija i Parazitamyje Bolezni, Moskva*, **1**, 33-37

WARD, R.D., LAINSON, R. & SHAW, J.J. (1978): Some methods for membrane feeding of laboratory reared, neotropical sandflies (Diptera: Psychodidae). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, **72**, 269-276

WEINBEER, M. (2005): Sensory Ecology of foraging behaviour in the long-legged bat *Macrophyllum macrophyllum* in Panamá. Dissertation. Fakultät für Naturwissenschaften der Universität Ulm, 1-136

WHEELER, A.S., FELICIANGELI, M.D., WARD, R.D. & MAINGON, R.D.C. (1996): Comparison of sticky-traps and CDC light-traps for sampling phlebotomine sandflies entering houses in Venezuela. *Medical and Veterinary Entomology*, **10**, 295-298

WHO (1990): Control of the leishmaniasis. Genf, WHO, 1-158

WYSLUCH, A. & HÖLZLE, F. (2008): Differenzialdiagnose Leishmaniose. *Zahnmedizin*, **10**, 1422-1425

YOUNG, D.G., PERKINS, P.V. & ENDRIS, R.G. (1981): A larval diet for rearing phlebotomine sandflies (Diptera: Psychodidae). *Journal of Medical Entomology*, **18**, 446

YOUNG, D.G. & PERKINS, P.V. (1984): Phlebotomine sand flies of North America (Diptera: Psychodidae). *Journal of the American Mosquito Control Association*, **44**, 263-304

YUVAL, B., WARBURG, A. & SCHLEIN, Y. (1988): Leishmaniasis in the Jordan Valley. V. Dispersal characteristics of the sandfly *Phlebotomus papatasi*. *Medical and Veterinary Entomology*, **2**, 391-395

Internetrecherche: <http://www.dwd.de> (Deutscher Wetterdienst)

7. Anhang

7.1 Tabellen

7.1.1 Übersicht der untersuchten Standorte in Deutschland 2008

(Sandmücken- positive Standorte wurden jeweils mit Geschlecht und Art angegeben)

ID	Datum	Ort	Standort der Falle	Koordinaten	Geschlecht m/w	Art
1	29.06.2008	Neuenburg am Rhein	Bauernhof	47° 48' 32" N 07° 33' 45" O		
2	29.06.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins	47° 45' 23" N 07° 38' 47" O		
3	29.06.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins Mieter	47° 45' 24" N 07° 38' 41" O		
4	29.06.2008	Bremgarten	Tierstall	47° 55' 00" N 07° 37' 18" O		
5	29.06.2008	Istein	Isteiner Klotz	47° 39' 49" N 07° 31' 47" O		
6	06.06.2008	Neuenburg am Rhein	Bauernhof	47° 48' 32" N 07° 33' 45" O		
7	06.06.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins	47° 45' 23" N 07° 38' 47" O		
8	06.06.2008	Istein	Isteiner Klotz	47° 39' 49" N 07° 31' 47" O		
9	06.06.2008	Bremgarten	Tierstall	47° 55' 00" N 07° 37' 18" O	m	<i>P. mascittii</i>
10	06.06.2008	Bremgarten	Tierstall	47° 55' 00" N 07° 37' 18" O	f	<i>P. mascittii</i>
11	06.06.2008	Bremgarten	Tierstall	47° 55' 00" N 07° 37' 18" O	m	<i>P. mascittii</i>
12	06.06.2008	Bremgarten	Tierstall	47° 55' 00" N 07° 37' 18" O	m	<i>P. mascittii</i>
13	10.07.2008	Neuenburg am Rhein	Kiesgrube	47° 48' 13" N 07° 34' 40" O		
14	10.07.2008	Neuenburg am Rhein	Johanniterallee 9	47° 46' 45" N 07° 33' 40" O		
15	10.07.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins Mieter	47° 45' 24" N 07° 38' 41" O	f	<i>P. mascittii</i>
16	10.07.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins Mieter	47° 45' 24" N 07° 38' 41" O	f	<i>P. mascittii</i>
17	10.07.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins Mieter	47° 45' 24" N 07° 38' 41" O	f	<i>P. mascittii</i>
18	10.07.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins	47° 45' 23" N 07° 38' 47" O	f	<i>P. mascittii</i>
19	10.07.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins	47° 45' 23" N 07° 38' 47" O	f	<i>P. mascittii</i>
20	10.07.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmlins	47° 45' 23" N 07° 38' 47" O		
21	10.07.2008	Auggen	Am Erzbuck 14	47° 47' 09" N 07° 35' 33" O	f	<i>P. mascittii</i>
22	11.07.2008	Hügelheim (Müllheim)	Schloßgartenstr. 10	47° 49' 41" N 07° 37' 23" O		
23	11.07.2008	Hügelheim (Müllheim)	Schloßgartenstr. 14	47° 49' 41" N 07° 37' 25" O		
24	11.07.2008	Seefeld (Buggingen)	Kirchstr. 5	47° 51' 33" N 07° 38' 17" O		
25	11.07.2008	Seefeld (Buggingen)	Kirchstr. 25	47° 51' 36" N 07° 37' 59" O		
26	11.07.2008	Eschbach	Rebweg 1	47° 53' 18" N 07° 39' 32" O	m	<i>P. mascittii</i>
27	11.07.2008	Eschbach	Rebweg 1	47° 53' 18" N 07° 39' 32" O	f	<i>P. mascittii</i>
28	11.07.2008	Eschbach	Rebweg 1	47° 53' 18" N 07° 39' 32" O	f	<i>P. mascittii</i>
29	11.07.2008	Eschbach	Rebweg 1	47° 53' 18" N 07° 39' 32" O	f	<i>P. mascittii</i>
30	11.07.2008	Eschbach	Rebweg 1	47° 53' 18" N 07° 39' 32" O	f	<i>P. mascittii</i>
31	11.07.2008	Eschbach	Hauptstr. 55	47° 53' 22" N 07° 39' 23" O	f	<i>P. mascittii</i>
32	11.07.2008	Grißheim (Neuenburg am Rhein)	Meierstr.	47° 52' 12" N 07° 35' 34" O		
33	11.07.2008	Grißheim (Neuenburg am Rhein)	Rheinstr.	47° 52' 06" N 07° 35' 21" O		
34	16.07.2008	Eschbach	Hauptstr. 11	47° 53' 29" N 07° 39' 11" O		
35	16.07.2008	Eschbach	Hauptstr. 1	47° 53' 30" N 07° 39' 05" O	f	<i>P. mascittii</i>
36	16.07.2008	Heitersheim	Poststr. 27	47° 52' 24" N 07° 39' 25" O		
37	17.07.2008	Holzhausen (March)	Vörstetter Str. 26	48° 04' 17" N 07° 48' 08" O		
38	17.07.2008	Hochstetten (Breisach am Rhein)	Dorfstr. 3	48° 01' 11" N 07° 36' 35" O		
39	17.07.2008	Hochstetten (Breisach am Rhein)	Klosteräcker 2	48° 01' 16" N 07° 36' 42" O	m	<i>P. mascittii</i>
40	17.07.2008	Grenzhausen (Breisach am Rhein)	An der Ries	47° 58' 04" N 07° 38' 38" O		
41	17.07.2008	Niederrimsingen (Breisach am Rhein)	Merdinger Str. 25	47° 59' 18" N 07° 40' 14" O	m	<i>P. mascittii</i>
42	17.07.2008	Feldkirch (Hartheim)	Dorfstr. 22	47° 56' 11" N 07° 38' 50" O	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.1

ID	Datum	Ort	Standort der Falle	Koordinaten	Geschlecht m/w	Art
43	17.07.2008	Zienken (Neuenburg am Rhein)	Obere Dorfstr. 9	47° 50' 26" N 07° 34' 47" O	m	<i>P. mascittii</i>
44	17.07.2008	Neuenburg	Gutnauweg	47° 48' 36" N 07° 33' 52" O	f	<i>P. mascittii</i>
45	22.07.2008	Auggen	Am Erzbuck 14	47° 47' 09" N 07° 35' 33" O		
46	22.07.2008	Laufen (Sulzburg)	Weinstr.	47° 50' 26" N 07° 41' 01" O		
47	22.07.2008	Laufen (Sulzburg)	Weingut Tschudin	47° 50' 16" N 07° 41' 06" O		
48	22.07.2008	Britzingen (Müllheim)	Raiffeisenstr. 2	47° 49' 37" N 07° 40' 13" O		
49	22.07.2008	Britzingen (Müllheim)	Ehebachstr. 5	47° 49' 38" N 07° 40' 13" O		
50	23.07.2008	Günterstal (Freiburg im Breisgau)	Valentinstr. 9	47° 57' 54" N 07° 51' 43" O		
51	23.07.2008	Heuweiler	Dorfstr. 17	48° 03' 05" N 07° 54' 11" O		
52	23.07.2008	Heuweiler	Dorfstr. 23	48° 03' 07" N 07° 54' 09" O	f	<i>P. mascittii</i>
53	23.07.2008	Denzlingen	Waldkircher Str. 15	48° 03' 51" N 07° 53' 31" O		
54	23.07.2008	Suggental (Waldkirch)	Talstr. 26	48° 04' 22" N 07° 55' 33" O		
55	24.07.2008	Buchheim (March)	Weberstr. 15	48° 03' 51" N 07° 46' 51" O		
56	24.07.2008	Neuershausen (March)	Eichstetter Str. 2	48° 04' 04" N 07° 46' 22" O		
57	24.07.2008	Gündlingen (Breisach am Rhein)	Hauptstr. 32	48° 00' 47" N 07° 38' 29" O	f	<i>P. mascittii</i>
58	24.07.2008	Achkarren (Vogtsburg im Kaiserstuhl)	Winzerweg 5	48° 03' 58" N 07° 37' 24" O		
59	24.07.2008	Oberrotweil (Vogtsburg im Kaiserstuhl)	Im Eschach 7	48° 05' 18" N 07° 38' 19" O		
60	24.07.2008	Burkheim (Vogtsburg im Kaiserstuhl)	Brünnelebuck 4	48° 06' 05" N 07° 36' 01" O		
61	24.07.2008	Jechtingen (Sasbach am Kaiserstuhl)	Dorfstr. 29	48° 07' 07" N 07° 36' 24" O		
62	24.07.2008	Sasbach am Kaiserstuhl	Wyhler Str. 12	48° 08' 24" N 07° 37' 05" O		
63	25.07.2008	Wyhl am Kaiserstuhl	Leiselheimerstr. 4	48° 09' 48" N 07° 38' 55" O		
64	25.07.2008	Weisweil	Hinterdorfstr. 18	48° 11' 52" N 07° 40' 41" O		
65	25.07.2008	Oberhausen (Rheinhausen)	Hauptstr. 183	48° 13' 24" N 07° 42' 37" O		
66	25.07.2008	Niederhausen (Rheinhausen)	Hauptstr. 34	48° 14' 17" N 07° 42' 44" O		
67	25.07.2008	Rust	Fischerstr. 47	48° 16' 02" N 07° 43' 29" O	f	<i>P. mascittii</i>
68	25.07.2008	Rust	Fischerstr. 47	48° 16' 02" N 07° 43' 29" O	f	<i>P. mascittii</i>
69	25.07.2008	Kappel (Kappel- Grafenhausen)	Rathausstr. 32	48° 17' 26" N 07° 44' 44" O	f	<i>P. mascittii</i>
70	25.07.2008	Kappel (Kappel- Grafenhausen)	Rathausstr. 32	48° 17' 26" N 07° 44' 44" O	f	<i>P. mascittii</i>
71	25.07.2008	Grafenhausen (Kappel- Grafenhausen)	Hauptstr. 4	48° 17' 14" N 07° 45' 33" O		
72	26.07.2008	Nanzdietschweiler		49° 26' 25" N 07° 26' 12" O	f	<i>P.perniciosus</i>
73	28.07.2008	Schmittweiler		49° 24' 32" N 07° 20' 28" O	f	<i>P.perniciosus</i>
74	29.07.2008	Schmittweiler		49° 24' 32" N 07° 20' 28" O	f	<i>P.perniciosus</i>
75	03.08.2008	Neuenburg am Rhein	Bauernhof	47° 48' 32" N 07° 33' 45" O		
76	03.08.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmelins	47° 45' 23" N 07° 38' 47" O		
77	03.08.2008	Obereggenen (Schliengen)	Lämmelins Mieter	47° 45' 24" N 07° 38' 41" O		
78	06.08.2008	Schutterzell (Neuried)	Lahrer Str. 11	48° 24' 03" N 07° 50' 12" O		
79	06.08.2008	Schutterzell (Neuried)	Ortenaustr. 3	48° 24' 06" N 07° 50' 16" O		
80	06.08.2008	Niederschopfheim (Hohberg)	Bahnhofstr. 6	48° 24' 51" N 07° 53' 16" O		
81	06.08.2008	Bohlsbach (Offenburg)	Okenstr. 307	48° 29' 50" N 07° 56' 49" O		
82	06.08.2008	Elgersweier (Offenburg)	Kirchstr. 1	48° 26' 27" N 07° 56' 55" O		
83	06.08.2008	Kürzell (Meissenheim)	Schutterzeller Str. 5	48° 23' 14" N 07° 49' 09" O		
84	06.08.2008	Schuttern (Friesenheim)	In Der Kruttenau 6	48° 23' 17" N 07° 51' 22" O		
85	07.08.2008	Kork (Kehl)	Zirkelstr. 14	48° 34' 02" N 07° 52' 12" O		
86	07.08.2008	Sand (Willstätt)	Hanauer Str. 14	48° 32' 16" N 07° 59' 09" O		
87	07.08.2008	Sand (Willstätt)	Im Zinken 9	48° 32' 17" N 07° 55' 09" O		
88	07.08.2008	Griesheim (Offenburg)	Griesheimer Str. 24	48° 30' 30" N 07° 55' 32" O		

7.1.2 Übersicht der in 2008 gefangenen Sandmücken auf Korsika zur Bestimmung der Verteilung im Tunnel

ID	Meter	Geschlecht	Art
Korsika 1	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 3	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 4	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 5	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 6	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 7	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 8	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 9	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 10	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 11	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 12	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 13	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 14	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 15	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 16	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 17	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 18	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 19	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 20	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 21	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 22	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 23	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 24	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 25	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 26	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 27	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 28	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 29	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 30	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 31	0 (mit Handaspirator gesammelt)	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 32	0 (mit Handaspirator gesammelt)	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 33	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 34	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 35	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 36	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 37	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 38	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 39	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 40	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 41	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 42	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 43	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 44	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 45	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 46	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 47	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 48	50	m	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.2

ID	Meter	Geschlecht	Art
Korsika 46	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 47	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 48	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 49	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 50	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 51	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 52	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 53	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 54	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 55	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 56	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 57	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 58	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 59	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 60	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 61	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 62	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 63	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 64	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 65	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 66	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 67	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 68	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 69	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 70	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 71	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 72	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 73	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 74	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 75	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 76	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 77	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 78	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 79	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 80	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 81	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 82	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 83	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 84	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 85	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 86	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 87	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 88	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 89	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 90	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 91	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 92	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 93	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 94	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 95	100	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.2

ID	Meter	Geschlecht	Art
Korsika 96	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 97	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 98	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 99	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 101	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 102	100	?	nicht bestimmbar
Korsika 103	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 104	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 105	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 106	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 107	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 108	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 109	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 110	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 111	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 112	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 113	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 114	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 115	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 116	100	?	nicht bestimmbar
Korsika 117	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 118	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 119	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 120	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 121	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 122	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 123	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 124	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 125	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 126	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 127	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 128	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 129	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 130	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 131	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 132	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 133	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 134	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 135	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 136	150	?	nicht bestimmbar
Korsika 137	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 138	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 139	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 140	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 141	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 142	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 143	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 144	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 145	150	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.2

ID	Meter	Geschlecht	Art
Korsika 146	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 147	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 148	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 149	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 150	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 151	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 152	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 153	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 154	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 155	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 156	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 157	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 158	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 159	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 160	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 161	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 162	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 163	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 164	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 165	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 166	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 167	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 168	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 169	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 170	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 171	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 172	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 173	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 174	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 175	200	?	nicht bestimmbar
Korsika 176	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 177	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 178	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 179	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 180	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 181	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 182	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 183	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 184	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 185	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 186	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 187	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 188	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 189	300	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 190	300	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 191	300	?	nicht bestimmbar
Korsika 192	300	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 193	300	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 194	300	m	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.2

ID	Meter	Geschlecht	Art
Korsika 195	350	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 196	350	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 197	350	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 198	350	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 199	350	?	nicht bestimmbar
Korsika 200	350	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 201	400		

7.1.3 Übersicht der in 2008 durchgeführten Nachtfänge in 2-Std-Intervallen auf Korsika

ID	Datum	Zeitraum	Meter	Geschlecht	Art
2-Std-Takt 1	14.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 2	14.06.2008	19-21	50		
2-Std-Takt 3	14.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 4	14.06.2008	19-21	150		
2-Std-Takt 5	14.06.2008	21-23	0		
2-Std-Takt 6	14.06.2008	21-23	50		
2-Std-Takt 7	14.06.2008	21-23	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 8	14.06.2008	21-23	150		
2-Std-Takt 9	14.06.2008	23-1	0		
2-Std-Takt 10	14.06.2008	23-1	50		
2-Std-Takt 11	14.06.2008	23-1	100		
2-Std-Takt 12	14.06.2008	23-1	150		
2-Std-Takt 13	14.06.2008	1-3	0	?	nicht bestimmbar
2-Std-Takt 14	14.06.2008	1-3	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 15	14.06.2008	1-3	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 16	14.06.2008	1-3	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 17	14.06.2008	1-3	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 18	14.06.2008	1-3	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 19	14.06.2008	1-3	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 20	14.06.2008	3-5	0		
2-Std-Takt 21	14.06.2008	3-5	50		
2-Std-Takt 22	14.06.2008	3-5	100		
2-Std-Takt 23	14.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 24	14.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 25	14.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 26	14.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 27	14.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 28	14.06.2008	5-7	0		
2-Std-Takt 29	14.06.2008	5-7	50		
2-Std-Takt 30	14.06.2008	5-7	100		
2-Std-Takt 31	14.06.2008	5-7	150		
2-Std-Takt 32	16.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 33	16.06.2008	19-21	50		
2-Std-Takt 34	16.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 35	16.06.2008	19-21	150		
2-Std-Takt 36	16.06.2008	21-23	0	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 37	16.06.2008	21-23	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 38	16.06.2008	21-23	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 39	16.06.2008	21-23	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 40	16.06.2008	21-23	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 41	16.06.2008	21-23	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 42	16.06.2008	23-1	0		
2-Std-Takt 43	16.06.2008	23-1	50		
2-Std-Takt 44	16.06.2008	23-1	100		
2-Std-Takt 45	16.06.2008	23-1	150		
2-Std-Takt 46	16.06.2008	1-3	0		
2-Std-Takt 47	16.06.2008	1-3	50		

Fortsetzung 7.1.3

ID	Datum	Zeitraum	Meter	Geschlecht	Art
2-Std-Takt 47	16.06.2008	1-3	50		
2-Std-Takt 48	16.06.2008	1-3	100		
2-Std-Takt 49	16.06.2008	1-3	150		
2-Std-Takt 50	16.06.2008	3-5	0		
2-Std-Takt 51	16.06.2008	3-5	50		
2-Std-Takt 52	16.06.2008	3-5	100		
2-Std-Takt 53	16.06.2008	3-5	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 54	16.06.2008	5-7	0		
2-Std-Takt 55	16.06.2008	5-7	50		
2-Std-Takt 56	16.06.2008	5-7	100		
2-Std-Takt 57	16.06.2008	5-7	150		
2-Std-Takt 58	18.06.2008	19-21	200		
2-Std-Takt 59	18.06.2008	19-21	250		
2-Std-Takt 60	18.06.2008	19-21	300		
2-Std-Takt 61	18.06.2008	19-21	350		
2-Std-Takt 62	18.06.2008	19-21	400		
2-Std-Takt 63	18.06.2008	21-23	200		
2-Std-Takt 64	18.06.2008	21-23	250		
2-Std-Takt 65	18.06.2008	21-23	300		
2-Std-Takt 66	18.06.2008	21-23	350		
2-Std-Takt 67	18.06.2008	21-23	400		
2-Std-Takt 68	18.06.2008	23-1	200		
2-Std-Takt 69	18.06.2008	23-1	250		
2-Std-Takt 70	18.06.2008	23-1	300		
2-Std-Takt 71	18.06.2008	23-1	350		
2-Std-Takt 72	18.06.2008	23-1	400		
2-Std-Takt 73	18.06.2008	1-3	200		
2-Std-Takt 74	18.06.2008	1-3	250		
2-Std-Takt 75	18.06.2008	1-3	300	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 76	18.06.2008	1-3	350		
2-Std-Takt 77	18.06.2008	1-3	400		
2-Std-Takt 78	18.06.2008	3-5	200	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 79	18.06.2008	3-5	250		
2-Std-Takt 80	18.06.2008	3-5	300		
2-Std-Takt 81	18.06.2008	3-5	350		
2-Std-Takt 82	18.06.2008	3-5	400		
2-Std-Takt 83	18.06.2008	5-7	200		
2-Std-Takt 84	18.06.2008	5-7	250		
2-Std-Takt 85	18.06.2008	5-7	300		
2-Std-Takt 86	18.06.2008	5-7	350		
2-Std-Takt 87	18.06.2008	5-7	400		
2-Std-Takt 88	20.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 89	20.06.2008	19-21	50		
2-Std-Takt 90	20.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 91	20.06.2008	19-21	150		
2-Std-Takt 92	20.06.2008	21-23	0		
2-Std-Takt 93	20.06.2008	21-23	50		
2-Std-Takt 94	20.06.2008	21-23	100		
2-Std-Takt 95	20.06.2008	21-23	150		
2-Std-Takt 96	20.06.2008	23-1	0	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.3

ID	Datum	Zeitraum	Meter	Geschlecht	Art
2-Std-Takt 97	20.06.2008	23-1	50		
2-Std-Takt 98	20.06.2008	23-1	100		
2-Std-Takt 99	20.06.2008	23-1	150		
2-Std-Takt 100	20.06.2008	23-1	200		
2-Std-Takt 101	20.06.2008	23-1	250		
2-Std-Takt 102	20.06.2008	23-1	300		
2-Std-Takt 103	20.06.2008	23-1	350		
2-Std-Takt 104	20.06.2008	23-1	400		
2-Std-Takt 105	20.06.2008	1-3	0		
2-Std-Takt 106	20.06.2008	1-3	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 107	20.06.2008	1-3	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 108	20.06.2008	1-3	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 109	20.06.2008	1-3	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 110	20.06.2008	1-3	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 111	20.06.2008	1-3	200		
2-Std-Takt 112	20.06.2008	1-3	250		
2-Std-Takt 113	20.06.2008	1-3	300	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 114	20.06.2008	1-3	350		
2-Std-Takt 115	20.06.2008	1-3	400		
2-Std-Takt 116	20.06.2008	3-5	0		
2-Std-Takt 117	20.06.2008	3-5	50		
2-Std-Takt 118	20.06.2008	3-5	100		
2-Std-Takt 119	20.06.2008	3-5	150		
2-Std-Takt 120	20.06.2008	3-5	200		
2-Std-Takt 121	20.06.2008	3-5	250		
2-Std-Takt 122	20.06.2008	3-5	300		
2-Std-Takt 123	20.06.2008	3-5	350		
2-Std-Takt 124	20.06.2008	3-5	400		
2-Std-Takt 125	20.06.2008	5-7	0		
2-Std-Takt 126	20.06.2008	5-7	50		
2-Std-Takt 127	20.06.2008	5-7	100		
2-Std-Takt 128	20.06.2008	5-7	150		
2-Std-Takt 129	20.06.2008	5-7	200		
2-Std-Takt 130	20.06.2008	5-7	250		
2-Std-Takt 131	20.06.2008	5-7	300		
2-Std-Takt 132	20.06.2008	5-7	350		
2-Std-Takt 133	20.06.2008	5-7	400		
2-Std-Takt 134	22.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 135	22.06.2008	19-21	50		
2-Std-Takt 136	22.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 137	22.06.2008	19-21	150		
2-Std-Takt 138	22.06.2008	19-21	200		
2-Std-Takt 139	22.06.2008	19-21	250		
2-Std-Takt 140	22.06.2008	19-21	300		
2-Std-Takt 141	22.06.2008	19-21	350		
2-Std-Takt 142	22.06.2008	19-21	400		
2-Std-Takt 143	22.06.2008	21-23	0		
2-Std-Takt 144	22.06.2008	21-23	50		
2-Std-Takt 145	22.06.2008	21-23	100		

Fortsetzung 7.1.3

ID	Datum	Zeitraum	Meter	Geschlecht	Art
2-Std-Takt 146	22.06.2008	21-23	150		
2-Std-Takt 147	22.06.2008	21-23	200		
2-Std-Takt 148	22.06.2008	21-23	250		
2-Std-Takt 149	22.06.2008	21-23	300		
2-Std-Takt 150	22.06.2008	21-23	350		
2-Std-Takt 151	22.06.2008	21-23	400		
2-Std-Takt 152	22.06.2008	23-1	0	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 153	22.06.2008	23-1	50		
2-Std-Takt 154	22.06.2008	23-1	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 155	22.06.2008	23-1	150		
2-Std-Takt 156	22.06.2008	23-1	200		
2-Std-Takt 157	22.06.2008	23-1	250		
2-Std-Takt 158	22.06.2008	23-1	300		
2-Std-Takt 159	22.06.2008	23-1	350		
2-Std-Takt 160	22.06.2008	23-1	400		
2-Std-Takt 161	22.06.2008	1-3	0		
2-Std-Takt 162	22.06.2008	1-3	50		
2-Std-Takt 163	22.06.2008	1-3	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 164	22.06.2008	1-3	150		
2-Std-Takt 165	22.06.2008	1-3	200	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 166	22.06.2008	1-3	200	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 167	22.06.2008	1-3	250		
2-Std-Takt 168	22.06.2008	1-3	300		
2-Std-Takt 169	22.06.2008	1-3	350		
2-Std-Takt 170	22.06.2008	1-3	400		
2-Std-Takt 171	22.06.2008	3-5	0	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 172	22.06.2008	3-5	50		
2-Std-Takt 173	22.06.2008	3-5	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 174	22.06.2008	3-5	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 175	22.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 176	22.06.2008	3-5	200	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 177	22.06.2008	3-5	250		
2-Std-Takt 178	22.06.2008	3-5	300		
2-Std-Takt 179	22.06.2008	3-5	350		
2-Std-Takt 180	22.06.2008	3-5	400		
2-Std-Takt 181	22.06.2008	5-7	0		
2-Std-Takt 182	22.06.2008	5-7	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 183	22.06.2008	5-7	100		
2-Std-Takt 184	22.06.2008	5-7	150		
2-Std-Takt 185	22.06.2008	5-7	200		
2-Std-Takt 186	22.06.2008	5-7	250		
2-Std-Takt 187	22.06.2008	5-7	300		
2-Std-Takt 188	22.06.2008	5-7	350		
2-Std-Takt 189	22.06.2008	5-7	400		
2-Std-Takt 190	23.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 191	23.06.2008	19-21	50		
2-Std-Takt 192	23.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 193	23.06.2008	19-21	150		
2-Std-Takt 194	23.06.2008	19-21	200		

Fortsetzung 7.1.3

ID	Datum	Zeitraum	Meter	Geschlecht	Art
2-Std-Takt 195	23.06.2008	19-21	250		
2-Std-Takt 196	23.06.2008	19-21	300		
2-Std-Takt 197	23.06.2008	19-21	350		
2-Std-Takt 198	23.06.2008	19-21	400		
2-Std-Takt 199	23.06.2008	21-23	0		
2-Std-Takt 200	23.06.2008	21-23	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 201	23.06.2008	21-23	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 202	23.06.2008	21-23	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 203	23.06.2008	21-23	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 204	23.06.2008	21-23	200	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 205	23.06.2008	21-23	200	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 206	23.06.2008	21-23	250		
2-Std-Takt 207	23.06.2008	21-23	300	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 208	23.06.2008	21-23	350		
2-Std-Takt 209	23.06.2008	21-23	400		
2-Std-Takt 210	24.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 211	24.06.2008	19-21	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 212	24.06.2008	19-21	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 213	24.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 214	24.06.2008	19-21	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 215	24.06.2008	19-21	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 216	24.06.2008	21-23	0		
2-Std-Takt 217	24.06.2008	21-23	50		
2-Std-Takt 218	24.06.2008	21-23	100		
2-Std-Takt 219	24.06.2008	21-23	150		
2-Std-Takt 220	24.06.2008	23-1	0		
2-Std-Takt 221	24.06.2008	23-1	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 222	24.06.2008	23-1	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 223	24.06.2008	23-1	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 224	24.06.2008	23-1	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 225	24.06.2008	23-1	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 226	24.06.2008	23-1	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 227	24.06.2008	23-1	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 228	24.06.2008	23-1	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 229	24.06.2008	23-1	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 230	24.06.2008	1-3	0	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 231	24.06.2008	1-3	0	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 232	24.06.2008	1-3	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 233	24.06.2008	1-3	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 234	24.06.2008	1-3	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 235	24.06.2008	1-3	100		
2-Std-Takt 236	24.06.2008	1-3	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 237	24.06.2008	1-3	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 238	24.06.2008	1-3	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 239	24.06.2008	1-3	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 240	24.06.2008	1-3	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 241	24.06.2008	1-3	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 242	24.06.2008	3-5	0		
2-Std-Takt 243	24.06.2008	3-5	50	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.3

ID	Datum	Zeitraum	Meter	Geschlecht	Art
2-Std-Takt 244	24.06.2008	3-5	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 245	24.06.2008	3-5	50	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 246	24.06.2008	3-5	50	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 247	24.06.2008	3-5	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 248	24.06.2008	3-5	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 249	24.06.2008	3-5	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 250	24.06.2008	3-5	100	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 251	24.06.2008	3-5	100	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 252	24.06.2008	3-5	150	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 253	24.06.2008	3-5	150	f	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 254	24.06.2008	5-7	0		
2-Std-Takt 255	24.06.2008	5-7	50		
2-Std-Takt 256	24.06.2008	5-7	100		
2-Std-Takt 257	24.06.2008	5-7	150		
2-Std-Takt 258	25.06.2008	19-21	0		
2-Std-Takt 259	25.06.2008	19-21	50		
2-Std-Takt 260	25.06.2008	19-21	100		
2-Std-Takt 261	25.06.2008	19-21	150		
2-Std-Takt 262	25.06.2008	19-21	200		
2-Std-Takt 263	25.06.2008	19-21	250		
2-Std-Takt 264	25.06.2008	19-21	300		
2-Std-Takt 265	25.06.2008	19-21	350		
2-Std-Takt 266	25.06.2008	19-21	400		
2-Std-Takt 267	25.06.2008	21-23	0		
2-Std-Takt 268	25.06.2008	21-23	50		
2-Std-Takt 269	25.06.2008	21-23	100		
2-Std-Takt 270	25.06.2008	21-23	150		
2-Std-Takt 271	25.06.2008	21-23	200		
2-Std-Takt 272	25.06.2008	21-23	250	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 273	25.06.2008	21-23	300	m	<i>P. mascittii</i>
2-Std-Takt 274	25.06.2008	21-23	300		
2-Std-Takt 275	25.06.2008	21-23	350		
2-Std-Takt 276	25.06.2008	21-23	400		

7.1.4 Übersicht der in 2008 durchgeführten Versuche zum Flugverhalten auf Korsika

ID	Datum	Meter	Höhe	Geschlecht	Spezies
Höhen 1	11.06.2008	0	120	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 2	11.06.2008	0	120	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 3	11.06.2008	50	110	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 4	11.06.2008	100	100		
Höhen 5	11.06.2008	150	90		
Höhen 6	11.06.2008	200	80		
Höhen 7	11.06.2008	250	70		
Höhen 8	11.06.2008	300	60		
Höhen 9	11.06.2008	350	50		
Höhen 10	12.06.2008	0	40	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 11	12.06.2008	50	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 12	12.06.2008	50	50	f	<i>P. perniciosus</i>
Höhen 13	12.06.2008	50	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 14	12.06.2008	50	50	f	<i>P. perniciosus</i>
Höhen 15	12.06.2008	50	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 16	12.06.2008	50	50	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 17	12.06.2008	50	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 18	12.06.2008	50	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 19	12.06.2008	50	50	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 20	12.06.2008	50	50	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 21	12.06.2008	100	60	m	<i>S. minuta</i>
Höhen 22	12.06.2008	100	60	f	nicht bestimmbar
Höhen 23	12.06.2008	150	70	f	<i>P. perniciosus</i>
Höhen 24	12.06.2008	150	70	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 25	12.06.2008	150	70	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 26	12.06.2008	200	80		
Höhen 27	12.06.2008	250	90	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 28	12.06.2008	250	90	?	nicht bestimmbar
Höhen 29	12.06.2008	300	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 30	12.06.2008	350	110	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 31	13.06.2008	0	120		
Höhen 32	13.06.2008	50	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 33	13.06.2008	100	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 34	13.06.2008	100	80	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 35	13.06.2008	150	60		
Höhen 36	13.06.2008	200	60		
Höhen 37	13.06.2008	250	80		
Höhen 38	13.06.2008	300	100		
Höhen 39	13.06.2008	350	120		
Höhen 40	15.06.2008	0	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 41	15.06.2008	0	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 42	15.06.2008	0	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 43	15.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 44	15.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 45	15.06.2008	50	80	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 46	15.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 47	15.06.2008	100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 48	15.06.2008	100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 49	15.06.2008	100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 50	15.06.2008	150	120		

Fortsetzung 7.1.4

ID	Datum	Meter	Höhe	Geschlecht	Spezies
Höhen 51	15.06.2008	200	120		
Höhen 52	15.06.2008	250	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 53	15.06.2008	300	80		
Höhen 54	15.06.2008	350	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 55	17.06.2008	0	50	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 56	17.06.2008	0	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 57	17.06.2008	50	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 58	17.06.2008	50	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 59	17.06.2008	50	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 60	17.06.2008	50	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 61	17.06.2008	50	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 62	17.06.2008	100	70	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 63	17.06.2008	150	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 64	17.06.2008	150	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 65	17.06.2008	150	80	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 66	17.06.2008	200	90		
Höhen 67	17.06.2008	250	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 68	17.06.2008	300	110		
Höhen 69	17.06.2008	350	120		
Höhen 70	19.06.2008	0	110	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 71	19.06.2008	50	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 72	19.06.2008	50	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 73	19.06.2008	50	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 74	19.06.2008	100	90	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 75	19.06.2008	100	90	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 76	19.06.2008	100	90	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 77	19.06.2008	100	90	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 78	19.06.2008	150	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 79	19.06.2008	150	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 80	19.06.2008	150	80	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 81	19.06.2008	200	70	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 82	19.06.2008	200	70	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 83	19.06.2008	200	70	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 84	19.06.2008	200	70	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 85	19.06.2008	250	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 86	19.06.2008	250	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 87	19.06.2008	250	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 88	19.06.2008	250	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 89	19.06.2008	300	50	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 90	19.06.2008	350	40	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 91	21.06.2008	0	120	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 92	21.06.2008	50	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 93	21.06.2008	100	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 94	21.06.2008	100	80	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 95	21.06.2008	100	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 96	21.06.2008	150	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 97	21.06.2008	150	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 98	21.06.2008	200	60	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 99	21.06.2008	200	60	?	nicht bestimmbar
Höhen 100	21.06.2008	200	60	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.4

ID	Datum	Meter	Höhe	Geschlecht	Spezies
Höhen 101	21.06.2008	250	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 102	21.06.2008	250	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 103	21.06.2008	300	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 104	21.06.2008	300	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 105	21.06.2008	300	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 106	21.06.2008	350	120	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 107	23.06.2008	0	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 108	23.06.2008	0	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 109	23.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 110	23.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 111	23.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 112	23.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 113	23.06.2008	50	80	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 114	23.06.2008	50	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 115	23.06.2008	100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 116	23.06.2008	100	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 117	23.06.2008	100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 118	23.06.2008	100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 119	23.06.2008	100	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 120	23.06.2008	100	100	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 121	23.06.2008	150	120	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 122	23.06.2008	200	120	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 123	23.06.2008	250	100	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 124	23.06.2008	300	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 125	23.06.2008	300	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 126	23.06.2008	300	80	m	<i>P. mascittii</i>
Höhen 127	23.06.2008	350	60	f	<i>P. mascittii</i>
Höhen 128	23.06.2008	350	60	m	<i>P. mascittii</i>

7.1.5 Übersicht aller durchgeführten Versuche mit unterschiedlichen Lichtquellen auf Korsika

ID	Datum	Meter	Lichtart	Geschlecht	Art
Licht 1	25.06.2008	0	gelbes LED	m	<i>P. mascittii</i>
Licht 2	25.06.2008	0	gelbes LED	f	<i>P. mascittii</i>
Licht 3	25.06.2008	50	rotes LED	f	<i>P. mascittii</i>
Licht 4	25.06.2008	150	orangenes LED	f	<i>P. mascittii</i>
Licht 5	25.06.2008	200	grünes LED		
Licht 6	27.06.2008	0	rotes LED		
Licht 7	27.06.2008	50	grünes LED		
Licht 8	27.06.2008	200	orangenes LED		
Licht 9	27.06.2008	300	gelbes LED		
Licht 10	28.06.2008	250	orangenes LED	f	<i>P. mascittii</i>

7.1.6 Übersicht der in 2007 auf Korsika gefangenen *P. mascittii* zur Bestimmung der Verteilung im Tunnel

ID	Meter	Geschlecht	Spezies
Korsika 2007 1	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 2	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 3	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 4	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 5	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 6	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 7	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 8	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 9	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 10	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 11	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 12	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 13	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 14	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 15	0	m	<i>P. perniciosus</i>
Korsika 2007 16	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 17	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 18	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 19	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 20	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 21	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 22	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 23	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 24	0	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 25	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 26	0	f	<i>P. perniciosus</i>
Korsika 2007 27	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 28	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 29	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 30	0	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 31	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 32	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 33	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 34	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 35	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 36	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 37	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 38	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 39	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 40	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 41	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 42	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 43	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 44	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 45	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 46	50	?	nicht bestimmbar
Korsika 2007 47	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 48	50	m	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.6

ID	Meter	Geschlecht	Spezies
Korsika 2007 49	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 50	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 51	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 52	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 53	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 54	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 55	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 56	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 57	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 58	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 59	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 60	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 61	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 62	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 63	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 64	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 65	50	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 66	50	?	nicht bestimmbar
Korsika 2007 67	50	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 68	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 69	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 70	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 71	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 72	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 73	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 74	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 75	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 76	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 77	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 78	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 79	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 80	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 81	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 82	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 83	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 84	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 85	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 86	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 87	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 88	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 89	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 90	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 91	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 92	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 93	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 94	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 95	100	f	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.6

ID	Meter	Geschlecht	Spezies
Korsika 2007 96	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 97	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 98	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 99	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 100	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 101	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 102	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 103	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 104	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 105	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 106	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 107	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 108	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 109	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 110	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 111	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 112	100	?	nicht bestimmbar
Korsika 2007 113	100	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 114	100	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 115	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 116	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 117	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 118	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 119	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 120	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 121	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 122	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 123	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 124	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 125	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 126	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 127	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 128	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 129	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 130	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 131	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 132	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 133	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 134	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 135	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 136	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 137	150	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 138	150	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 139	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 140	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 141	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 142	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 143	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 144	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 145	200	m	<i>P. mascittii</i>

Fortsetzung 7.1.6

ID	Meter	Geschlecht	Spezies
Korsika 2007 146	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 147	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 148	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 149	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 150	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 151	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 152	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 153	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 154	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 155	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 156	200	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 157	200	?	nicht bestimmbar
Korsika 2007 158	200	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 159	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 160	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 161	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 162	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 163	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 164	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 165	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 166	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 167	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 168	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 169	250	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 170	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 171	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 172	250	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 173	300	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 174	300	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 175	300	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 176	300	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 177	300	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 178	300	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 179	300	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 180	350	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 181	350	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 182	400	m	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 183	400	f	<i>P. mascittii</i>
Korsika 2007 184	400	f	<i>P. mascittii</i>

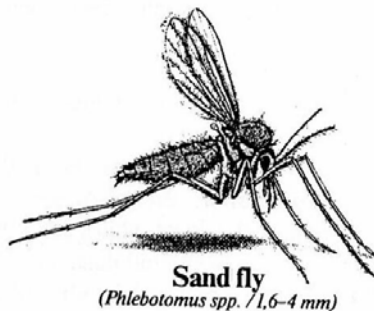
7.2 Informationsblatt

Auf der folgenden Seite findet sich eine Kopie des im Jahr 2001, zur Information der Grundstückseigentümer, erstellten Informationsblatts (SCHMITT, 2002)

Sandmücken in Deutschland

Jeder redet von der Klimaveränderung und der globalen Erwärmung. Woran wir dabei aber seltener Denken, ist ein Phänomen, das die kurzen Winter und milden Frühlings- und Herbstnächte mit sich bringen. Verschiedene Tier- vor allem Insektenarten, die auf Grund der härteren Umweltbedingungen bis vor wenigen Jahren hier noch nicht zu finden waren, siedeln sich langsam auch im nördlichen Europa und damit in Deutschland an. Seit zwei Jahren sind so z.B. auch hier die sogenannten *Sandmücken* zu finden, die sonst nur in sehr warmen Ländern heimisch sind.

Sandmücken sind winzige, nur 2-4mm große, Stechmücken, von denen man bis 1999 glaubte, dass sie nördlich der Alpen und damit in Deutschland, nicht vorkämen. Im Sommer 1999 fand man diese Mücken jedoch zum ersten Mal auch im Süden von Baden-Württemberg.



Anders als die Schnaken, brüten Sandmücken im Boden an kalten, feuchten Stellen mit viel organischem Material. Ihre Brutplätze sind z.B. im Lehm Boden von Ruinen oder Ställen zu finden. Die sehr zerbrechlichen Mücken ruhen tagsüber in Fels- oder Mauerspalten, nachts sind sie aktiv und wie die Schnaken saugen sie Blut.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität in Bonn soll dieses Jahr herausgefunden werden, wie weit Sandmücken in Deutschland verbreitet sind. Dazu wird das Gebiet von Freiburg (Baden) bis München und Düsseldorf untersucht. Um die Mücken zu fangen, müssen an verschiedenen Orten *Moskitofallen* aufgestellt werden und dafür bitten wir um Ihre Mithilfe: Sandmücken sind sehr schlechte Flieger und deswegen nur da oft zu finden, wo sich viele Menschen oder Tiere, an denen sie Blut saugen können, aufhalten. Am häufigsten findet man sie in Stallungen und Tierheimen.

Die Moskitofallen, die wir bei Ihnen aufhängen möchten, bestehen aus einem Plexiglaszylinder, in dem ein Glühbirnchen und ein Ventilator befestigt sind. Die Mücken werden durch das Licht angelockt und dann durch den Ventilator in einen Sack, der unter dem Zylinder hängt, geblasen. Die Falle ist mit Fangsack etwa 70cm lang und 15cm im Durchmesser. Sie wird in einer Höhe von etwa einem Meter über dem Boden aufgehängt und bei trockenem, warmen Wetter abends eingeschaltet. Morgens wird sie sehr früh schon ausgeschaltet und geleert, die gefangenen Insekten werden dann getötet und es wird untersucht, ob und wie viele Sandmücken gefangen wurden. Gefangen wird immer nur ein bis vier Nächte am gleichen Ort. Am Ende des Sommers wird ausgewertet, was wann wo gefangen wurde und so eine Karte, auf der das Vorkommen der Sandmücken abzulesen ist, erstellt.

Es entstehen für Sie keinerlei Kosten oder Verpflichtungen. In der Arbeit wird weder Ihr Name noch der Ihres Unternehmens erwähnt und alle Ergebnisse werden ausschließlich für die beschriebene Diplomarbeit über das Vorkommen von Sandmücken in Deutschland benutzt.

8. Danksagung

Mein Dank gilt:

- Prof. Dr. Mireille Schäfer für die Akzeptanz des Themas, die Übernahme des Referates und ihre engagierte Betreuung;
- Prof. Dr. Heinz Mehlhorn für die freundliche Beratung und die Übernahme des Koreferates;
- Der Universität Hohenheim für die finanzielle Unterstützung und Ermöglichung dieses Projektes;
- Dem Verein Parasitus Ex- insbesondere Dr. Torsten Naucke und Susanne Lorentz- für die logistische und finanzielle Unterstützung, das Leihen der technischen Ausrüstung sowie für viele wertvolle Hinweise und kritische Anregungen;
- Brigitte Menn für die hilfreiche Unterstützung und große Geduld;
- Den Menschen, die mir ihre Zeit für die Suche nach Sandmücken schenkten: Johanna Möhle, Marzena Sieczka und Romain Poulin;
- Allen, die mich in ihren Gebäuden Sandmücken fangen liessen;
- All denen, die mich während der Entstehungszeit dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwandt und Abbildungen oder Textpassagen, die anderen Werken im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, mit Quellenangaben kenntlich gemacht habe.

Kassel, den 27. 11.2008

Désirée Maßberg