

Aus dem Institut für  
Medizinische Parasitologie  
der Universität Bonn  
Direktor Prof. Dr. Hörauf  
Arbeitsgruppe Prof. Dr. W. A. Maier

**Untersuchung zur Verbreitung von Sandmücken  
(Phlebotomen) in Deutschland mit Hilfe  
geographischer Informationssysteme (GIS)**

-Diplomarbeit-

zur Erlangung des Grades der Diplombiologin der Hohen  
Mathematischen-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen  
Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

vorgelegt von  
Irmgard Steinhausen

Bonn, im Februar 2005

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
1.1	Sandmücken	1
1.2	Sandmücken in Deutschland	3
1.3	Krankheiten, die von Sandmücken übertragen werden können	4
1.3.1	Leishmaniose und <i>Leishmania</i> , der Erreger	4
1.3.1.1	Der Erreger	4
1.3.1.2	Geographische Verteilung der Leishmaniose	6
1.3.1.3	Die unterschiedlichen Leishmaniosen	9
1.3.1.4	Tierische Erregerreservoir für Leishmanien	15
1.3.2	Weitere Erkrankungen, die durch die Sandmücke übertragen werden	19
1.3.2.1	Viren und Bakterien	19
1.3.2.2	Trypanosomen	19
1.3.2.3	Plasmodien	20
1.3.2.4	Harara	20
1.4	Leishmaniose Fälle in Deutschland	21
1.4.1	Autochthone Erkrankungen mit VL beim Menschen	21
1.4.2	Leishmaniose in Deutschland bei Tieren	22
1.5	Klima	23
1.6	Geographisches Informationssystem	25
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	28
2.1	Auswahl der Fanggebiete und des Untersuchungszeitraums	28
2.2	Fangmethoden	29
2.2.1	Sammeln mit dem Handaspirator	30
2.2.2	Sammeln mit der Lichtfalle vom Typ der „CDC Miniature Light Trap 512“	30
2.2.3	Sammeln mit Ölpapier-Bodenfallen	33
2.3	Töten und Transport der Sandmücken	33
2.3.1	Töten der Sandmücken	33
2.3.2	Transport der lebenden und toten Sandmücken	34
2.4	Präparation der Sandmücken	35
2.5	Bestimmung der griechischen und deutschen Phlebotomen	36
2.6	Arbeiten mit GIS	36

---

<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	39
3.1	Fanggebiete und Untersuchungszeitraum	39
3.2	Fangmethoden	39
3.2.1	Fänge mit der Lichtfalle vom Typ „, CDC Miniature Light Trap 512“	39
3.2.2	Ölpapier	40
3.3	Beschreibung der positiven Standort	40
3.3.1	Scheune, bzw. Gehöft der Familie Lämmle	41
3.3.2	Scheune der Familie Sanio (2003), bzw. Familie Heck (2004)	43
3.3.3	Das Gehöft in Bremgarten	46
3.3.4	Hotel Rebstock	48
3.3.5	Scheune der Familie Räuber/Moritz	49
3.4	Beschreibung der Standorte an denen keine Sandmücken gefangen wurden, sowie das dörfliche Umfeld	50
3.4.1	Der Bauernhof des Bauern Brucker	50
3.4.2	Schuppen von Frau Räuber	51
3.4.3	Scheune der Familie Zanger	52
3.4.4	Das Dorf und die Umgebung	53
3.5	Verhalten, Saisondynamik und Tagesdynamik von <i>Phlebotomus mascittii</i>	57
3.6	Morphologie von <i>Phlebotomus mascittii</i>	60
3.7	Die Haltung und der Transport der Phlebotomen	61
3.8	Zucht von <i>Phlebotomus mascittii</i>	61
3.9	Vektorkompetenz von <i>Phlebotomus mascittii</i>	62
3.10	Positive Standorte in Baden-Württemberg	62
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	68
4.1	<i>Phlebotomus mascittii</i> , ihre Synonyme, ihre systematische Stellung und ihre Verbreitung	68
4.2	Diskussion der positiven und negativen Fangorte	69
4.3	Verbreitung von <i>Phlebotomus mascittii</i>	71
4.4	Vektorfunktion von <i>Phlebotomus mascittii</i>	72
4.5	<i>Phlebotomus mascittii</i> und das Klima	73
4.6	Biologie und Verhalten von <i>Phlebotomus mascittii</i>	74
4.7	Ausblick	77

<b>5. Zusammenfassung</b>	78
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	79
<b>7. Anhang</b>	84
7.1 Tabelle	84
Danksagung	91

# 1 Einleitung

## 1.1 Sandmücken

Sandmücken (=Phlebotomen) gehören zur Familie der Psychodidae und der Unterfamilie der Phlebotominae. Die Arten der Gattung *Phlebotomus* sind etwa 2-5 mm groß und besitzen einen behaarten Körper mit lanzettförmigen behaarten Flügeln. Die normale Nahrung beider Geschlechter sind Blattlaussekrete (NAUCKE, 1998).



**Abbildung 1: Phlebotomus mascittii**

Foto: T.J. Naucke

Ungefähr 1-2 Tage vor der Eiablage saugen die Weibchen nachts noch zusätzlich Blut. Daraufhin legen die Weibchen, der meisten Arten, mehrfach dreißig bis einhundertfünfzig 300-400 µm große, dunkle, netzartig gemusterte Eier (IRUNGU et al, 1986). Die Eier werden in geschützte, etwas feuchte, aber lockere Erde abgelegt. In Zuchten bei einer Temperatur von 30°C schlüpfen 6-12 Tage später die Larven (THEODOR, 1958). Diese häuten sich dann unter Idealbedingungen im Verlauf von 4-6 Wochen viermal. Die hellen Larven tragen lange Caudalborsten. Das Larvenstadium 1 trägt zwei Borsten und die Larvenstadien 2-4 vier Caudalborsten tragen (SCHMITT, 2001). In dieser Zeit ernähren sich die Larven im Boden oder der Detritusschicht von organisch-zersetzendem Material. In dieser Zeit sind die Larven auf Wasser als Flüssigkeit angewiesen, wobei kapillar gebundenes Wasser ausreicht. Bei

einer Luftfeuchtigkeit von 100%, aber ohne Wasser gehen die Larven ein (THEODOR, 1958). Auch tolerieren die Larven eine Temperatur von über 30° C nicht (NAUCKE, 2002).

Nach 6-14 Tagen der Puppenruhe bei 30° C in der Zucht schlüpfen die Adulten. Diese leben, in Anbetracht der Gesamtentwicklung von etwa 7-10 Wochen, nur kurze Zeit.

Bei niedrigen Temperaturen liegt die Lebensdauer einer Adulten bei 14 bis 42 Tage, bei Idealttemperaturen bei bis zu 60 Tagen. Die Sandmücken entwickeln in Deutschland nur eine Generation pro Jahr. Bei niedrigen Temperaturen dauert die Gesamtentwicklung länger (THEODOR, 1958). In der Regel schlüpfen die Männchen etwas früher als die Weibchen. Die Dauer der Entwicklung bis zur Adulten ist abhängig von der Art der Sandmücke und den klimatischen Randbedingungen. Die europäischen Sandmücken überwintern in der Regel als Larvenstadium 4 (KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK, 1999).

Erfahrungen mit griechischen Sandmücken haben gezeigt, dass Sandmücken eine Stunde nach Sonnenaufgang bis zu einer Stunde vor Sonnenuntergang fliegen. Sie sind streng nachtaktiv. Dieses Verhalten wird durch die Abhängigkeit der Sandmücken von den sinkenden Temperaturen und der steigenden Luftfeuchtigkeit am Abend bestimmt (CROSS & HYAMS, 1996). Aufgrund ihrer geringen Größe sind Sandmücken sehr windempfindlich. Bei absoluter Windstille erreichen Sandmücken Fluggeschwindigkeiten von 1 m pro Sekunde (KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK, 1999). Pro Nacht können besonders die Weibchen Strecken von 1 bis 2 Kilometer Flugstrecke zurücklegen. Verglichen mit Culiciden der Gattung *Anopheles*, die eine Fluggeschwindigkeit von 5-6 km/h erreichen, sind Sandmücken gemessen an ihrer Körpergröße ein Vielfaches schneller (GILLES & WILKES, 1981). Ihre Flughöhe beträgt selten mehr als zwei Meter. Bieten aber die örtlichen Umstände entsprechende thermische Aufwinde können auch mehrere Meter überwunden werden.

Sandmücken orientieren sich optisch, verglichen mit ihrer Gesamtgröße haben sie sehr große Augen. Sie reagieren auf Licht im Wellenbereich gelb-orange. Diese Wellenlänge wird von herkömmlichen Glühbirnen erzeugt (NAUCKE, 1998).

Von den 23 Sandmückenarten, die in den mediterranen Endemiegebieten bekannt sind, wurden bisher in Deutschland *Phlebotomus mascittii* und *Phlebotomus perniciosus* gefunden. *Phlebotomus mascittii* wurde erstmals in Bremgarten (Baden-Württemberg) 1999 (NAUCKE & PESSON, 2000) und *Phlebotomus perniciosus* in Gehrweiler (Rheinland-Pfalz) 2001 gefangen.

*Phlebotomus perniciosus* kommt in Europa in Deutschland, England (Jersey), Frankreich, Italien, Portugal, Spanien, in der Schweiz und auf Zypern vor (NAUCKE, 2002). Ebenso findet man sie in Nordafrika (Algerien, Marokko, Tunesien), auf Malta, in Libyen, Syrien, in der Türkei und in Ex-Jugoslawien. Diese Sandmückenart ist Überträger für *Leishmania infantum*, dem Erreger der viszeralen Leishmaniose. Bei 4,1% der aus dem Mittelmeerraum rückkehrenden deutschen Reisenden konnte das Virus serologisch nachgewiesen werden. *Phlebotomus perniciosus* ist anthropophil (menschenliebend) und zoophil (tierliebend). Sie ist stark photophil (wird von künstlichem Licht angezogen), jedoch auch endophil (in dunklen Räumen fliegend), sowie endo- (in Räumen saugend) und exophag (im Freiland saugend).

*Phlebotomus mascittii* kommt in Europa in Deutschland, Frankreich, Griechenland, Italien, Spanien, in der Schweiz, auf Zypern, der Türkei und Belgien (DEPAQUIT et al., 2004) vor. Über eine mögliche Vektorkompetenz von *Phlebotomus mascittii* ist zurzeit noch nichts bekannt. *Phlebotomus mascittii* ist anthropophil, photophil, endophil, endophag und auch exophag.

## 1.2 Sandmücken in Deutschland

1999 wurden die ersten vier Sandmücken in Deutschland gefangen. 2000 konnte eine weibliche Sandmücke der Art *Phlebotomus mascittii* mitten in der Stadt Neuenburg (N 47° 48' 31,8" / O 07° 33' 45,4", 217 Meter ü. NN) gefangen werden. *Phlebotomus mascittii* kommt sowohl innerstädtisch, als auch forestisch vor. Eine blutsaugende *Phlebotomus mascittii* konnte in Strassburg vom Gesicht eines Kindes abgesammelt werden. Damit wurde der Nachweis für die Anthropophilie von *Phlebotomus mascittii* erbracht (CALLOT, 1950). Das in Neuenburg gefangene Weibchen befindet sich im Natural History Museum in London. Weitere in Neuenburg gefangene Sandmücken wurden in Frankreich auf eine etwaige Homologie zu anderen europäischen Sandmücken untersucht.

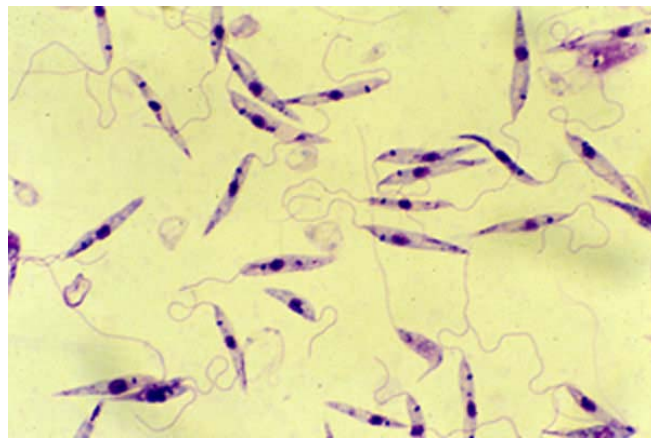
Bisher war verbreitet, dass sich Sandmücken nördlich der Alpen nicht aufhalten, da die klimatischen Verhältnisse dies nicht zulassen. Mit den Fängen in Baden-Württemberg konnte nachgewiesen werden, dass es sich bei der Verbreitungsgrenze für Sandmücken um die 10°C – Jahresisotherme handelt. Es ist möglich, dass Sandmücken entlang des Rheingrabens bis nach Köln gefunden werden.

### 1.3 Krankheiten, die von Sandmücken übertragen werden können

#### 1.3.1 Leishmaniose und *Leishmania*, der Erreger

##### 1.3.1.1 Der Erreger

Die Diagnostik von Leishmanien ist nicht einfach, aufgrund der Vielzahl der verschiedenen Variationen eines Erregers. Meist kommt eine PCR (Polymerasekettenreaktion) zur Anwendung. Die Sicherheit dieses Verfahrens ist relativ hoch, aber aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Grundlagenforschung ist auch hier noch eine gewisse Unsicherheit vorhanden.



**Abbildung 2: Promastigote Leishmanien**

Universität Zürich, Institut für Parasitologie

Moderne analytische Methoden, wie Isoenzymbestimmungen, DNA-Hybridisierung, die Analyse von Oberflächeneigenschaften, haben die herkömmliche Einteilung der *Leishmania*-Arten und Krankheitsbilder relativiert. Ein Erreger kann, abhängig von der Immunitäts- und Resistenzlage des Wirts, unterschiedliche klinische Bilder hervorrufen. *Leishmania*-Arten gehören zur Gruppe der vorwiegend heterotrophen Flagellaten, der eine Vielzahl parasitischer Arten angehört, die wiederum ihre Wirte in nahezu allen Tierstämmen finden.

Die Lebenszyklen der *Leishmania*-Arten sind einander sehr ähnlich. Im Wirbeltierwirt, so auch im Menschen, kommt ausschließlich die intrazelluläre amastigote Form vor. Leishmanien werden beim Stich eines infizierten blutsaugenden Sandmückenweibchen der Gattung *Phlebotomus* (Alte Welt) bzw. *Lutzomyia* (Neue Welt) übertragen. Dabei werden promastigote Stadien in die Wunde regurgitiert (1). Die promastigoten Parasiten, die in den



Wirt gelangen, werden von Makrophagen phagozytiert (2) und entwickeln sich dort in die amastigote Form (3). Durch eine stetige Zweiteilung in den Makrophagen werden bis zu 200 Parasiten ausgebildet. Schließlich platzt die Zelle und weitere Leishmanien werden freigesetzt. Diese besiedeln Zellen und vermehren sich weiter (4). Die unterschiedlichen *Leishmania*-Arten sind im Menschen nicht zu unterscheiden. Wobei aber die Erreger der *Leishmania donovani*-Gruppe übers Blut auch in die Leber, Milz, das Knochenmark und die Lymphknoten gelangen. Der Befall dieser Gewebe äußert sich dann als die spezifische klinische Manifestation der Erkrankung. Die Sandmücken infizieren sich beim Saugen am Reservoirwirt. Sie nehmen bei einer Blutmahlzeit, an einem infizierten Wirt, neben dem Blut aus dem Gewebsverband gelöste Zellen, sowie parasitenhaltige Monozyten auf. (5, 6). Im Verdauungstrakt der Mücken wandeln sich die amastigoten Formen in Promastigote (7) um und vermehren sich extrazellulär. Nach mehreren von Art zu Art unterschiedlichen Entwicklungsschritten der Leishmanien werden die Überträgermücken infektiös. (8). Beim nächsten Blutmahl werden die promastigoten Erreger dem Wirbeltierwirt inokuliert

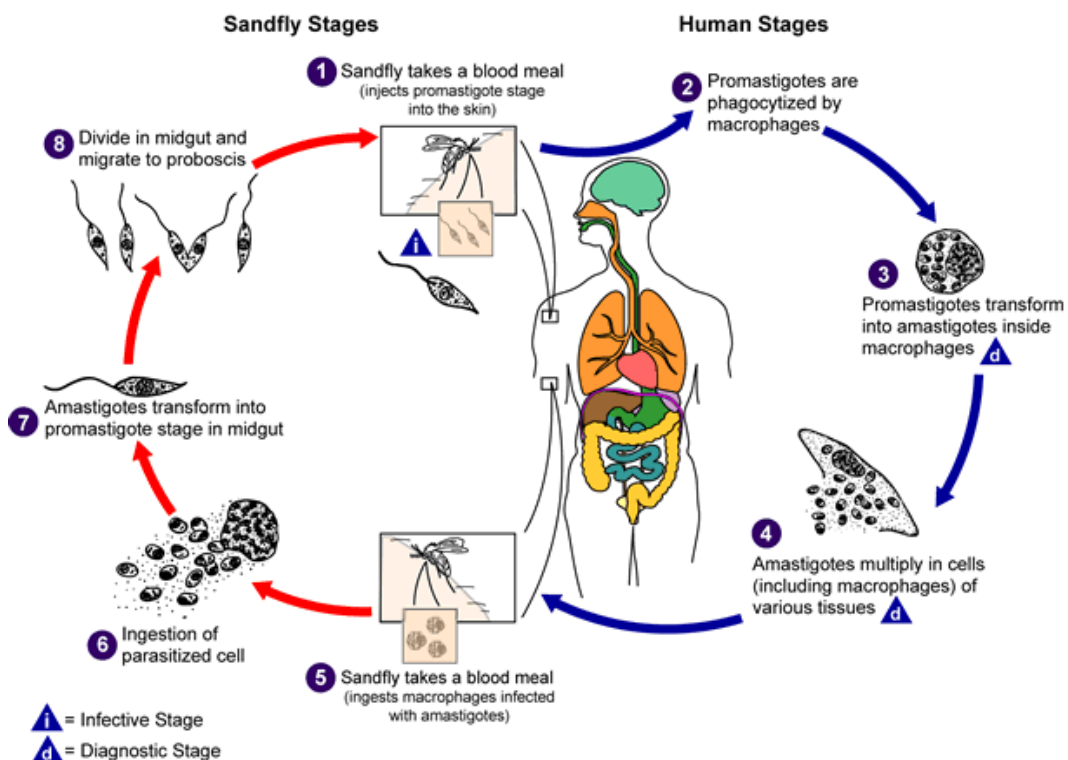


Abbildung 3: Lebenszyklus der Leishmanien



**Abbildung 4: *P. mascittii* auf einem Apfelstück**

Foto: T. J. Naucke



**Abbildungen: 5 (5), 6 (6) und 7 : Blutsaugendes Weibchen der Art *Phlebotomus mascittii***

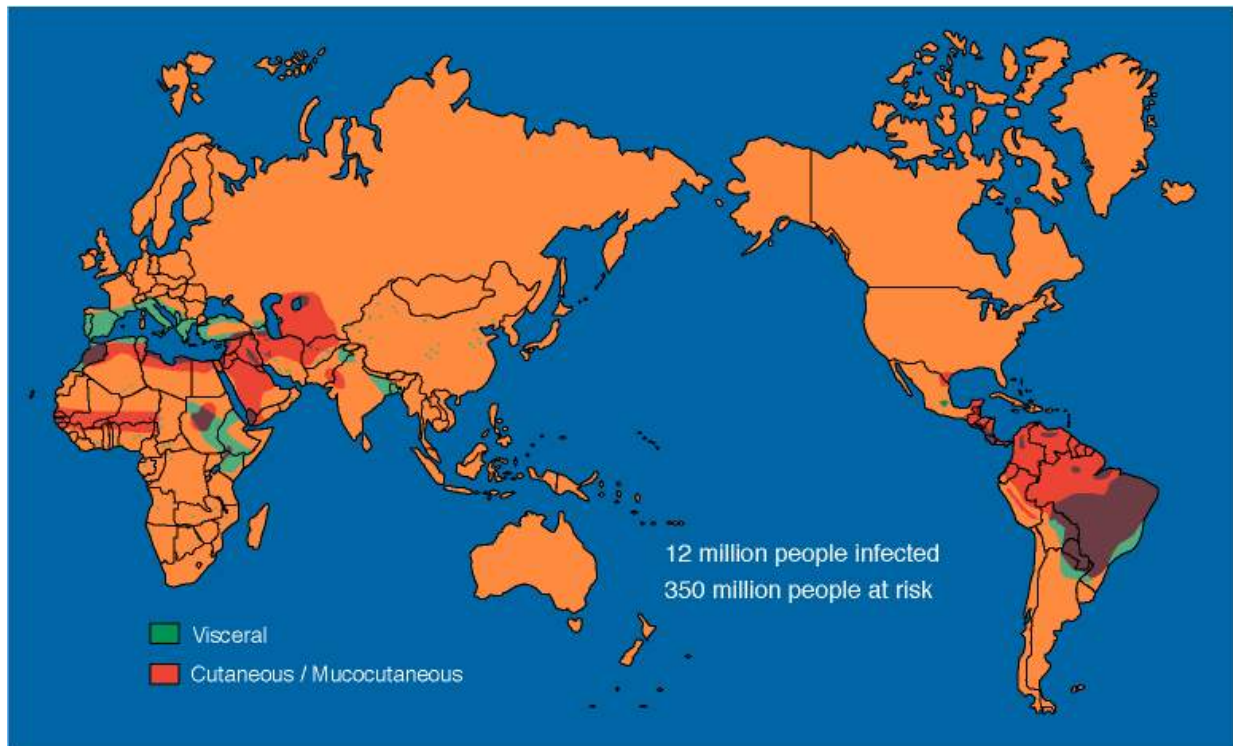
Fotos: T. J. Naucke

### 1.3.1.2 Geographische Verteilung der Leishmaniose

Von den mehr als 500 bekannten Sandmücken, sind ungefähr 30 Sandmückenarten als Vektor bekannt (WHO, 2004). Die Wirte sind Menschen, wilde Tiere und Haustiere. Die meisten Leishmanien sind zoonotisch, Menschen werden versehentlich angesteckt. Bei anthroponotischen Arten ist der Mensch der alleinige Reservoirwirt.

Die seit 1993 als Leishmania-endemisch bekannten Regionen haben sich zwischenzeitlich stark vergrößert. Die gemeldeten Leishmaniose-Fälle haben zugenommen. Die geographische Verbreitung ist häufig an die Entwicklung und Erschließung einer Region gekoppelt ist. Diese schließen massive landwirtschaftlich-städtische Migration und Landwirtschafts-industrielle Projekte mit ein. Dazu wird die nicht-immune städtische Bevölkerung in endemische ländliche Gebiete umgesiedelt. Projekte mit Klimaauswirkung, wie Dammbau,

Bewässerungssysteme und Brunnenbau, sowie Abholzung, tragen zur Verbreitung der Leishmaniose bei. AIDS und andere immunsuppressive Erkrankungen erhöhen die Gefahr für Leishmania-positive Menschen, eine viszerale Leishmaniose (VL) auszubilden (WHO, 2004a).



**Abbildung 8: Geographische Verteilung der viszeralen und kutanen Leishmaniose**

edu, Nov. 2002

Leishmaniose ist in 88 Ländern auf fünf Kontinenten, Afrika, Asien, Europa, Nordamerika und Südamerika, bei einer Anzahl von 350.000 Menschen endemisch (DESJEUX, 2001). Man geht daher aus, dass weltweit 12 Million Menschen durch Leishmaniose infiziert sind. Diese Anzahl schließt Fälle mit offenkundiger Krankheit und die ohne offensichtliche Symptome mit ein. Von den 1,5-2 Millionen geschätzten jährlichen Neuerkrankungen werden nur 600 000 Fälle offiziell gemeldet. 500.000 der jährlichen Neuerkrankungen sind zu 90 % aus fünf Ländern: Bangladesh, Brasilien, Indien, Nepal und Sudan. 90% aller Fälle von mukokutaner Leishmaniose (MCL) treten in Bolivien, Brasilien und in Peru auf. 90% aller Fälle von kutaner Leishmaniose (CL) treten in Afghanistan, Brasilien, Iran, Peru, Saudi Arabien und Syrien auf (DESJEUX et al., 2000). Das geographische Vorkommen von Leishmaniose wird durch die Verbreitung der Sandmücken, ihrer Empfindlichkeit gegenüber kälteren klimatischen Bedingungen und den Stechvorlieben, Blut von Mensch und / oder Tier zu saugen, sowie der Evolution der entsprechenden Leishmanien bestimmt.

	<b>Viszerale Leishmaniose</b>	<b>Kutane Leishmaniose</b>	<b>Mukokutane Leishm.</b>
<b>Synonyme</b>	Kala-Azar Dum-Dum-Fieber	Orient-, Aleppo-, Bagdad- beule	Chiclero-Ulkus, Pian bois, Uta, Espundia
<b>Erreger, alte Welt</b>	<i>L. donovani donovani</i> Indien, China, Naher Osten, Nord-/Ostafrika <i>L. donovani infantum</i> Mittelmeerraum, Saudi Arabien, China, GUS	<i>L. tropica minor</i> Mittelmeerraum, Naher Osten, Indien, Mittelasien <i>L. tropica major</i> Naher Osten, Zentralasien, Indien, Afrika (Sudan, Senegal) <i>L. aethiopica</i> Äthiop.Hochland, Kenia <i>L. donovani infantum</i> Mittelmeerraum	
<b>Erreger, neue Welt</b>	<i>L. donovani chagasi</i> Zentral-/Südamerika	<i>L. brasiliensis brasiliensis</i> Mexiko, Brasilien <i>L. mexicana amazonensis</i> Amazonasgebiet <i>L. mexicana pifanoi</i> Venezuela	<i>L. brasiliensis peruviana</i> Peru <i>L. brasiliensis mexicana</i> Mittelamerika
<b>Verlaufs- formen</b>	Viszerale Leishmaniose Dermales Post-Kala-Azar- Leishmanoid (PKDL) Seltener kutane Leishm.	Kutane Leishmaniose Diffus kutane Leishm.	Kutane Leishmaniose Mukokutane Leishmaniose
<b>Inkubations zeit</b>	10 Tage bis 2-3 Jahre (meist 2-4 Monate)	1 Woche bis mehrere Monate	2 Wochen bis mehrere Monate
<b>Letalität</b>	Unbehandelt: 80-90% Behandelt: 3-20%	Gering	Gering
<b>Vektor</b>	<i>Phlebotomus</i> / <i>Lutzomyia</i>	<i>Lutzomyia</i>	<i>Lutzomyia</i>
<b>Reservoir</b>	Menschen, Hunde, Wölfe, Füchse, Nagetiere	Menschen, Hunde, Nage- tiere, Gürteltiere	Menschen, Nagetiere

**Tabelle 1: Leishmaniosen**

### 1.3.1.3 Die unterschiedlichen Leishmaniosen

#### Hautleishmaniosen

Bei den kutanen Leishmaniosen unterscheidet man zwischen der Alten und der Neuen Welt. In der Alten Welt kommen *Leishmania aethiopica*, *Leishmania major*, und *Leishmania tropica* vor. In der Neuen Welt kommen *Leishmania brasiliensis* und *Leishmania mexicana* vor.

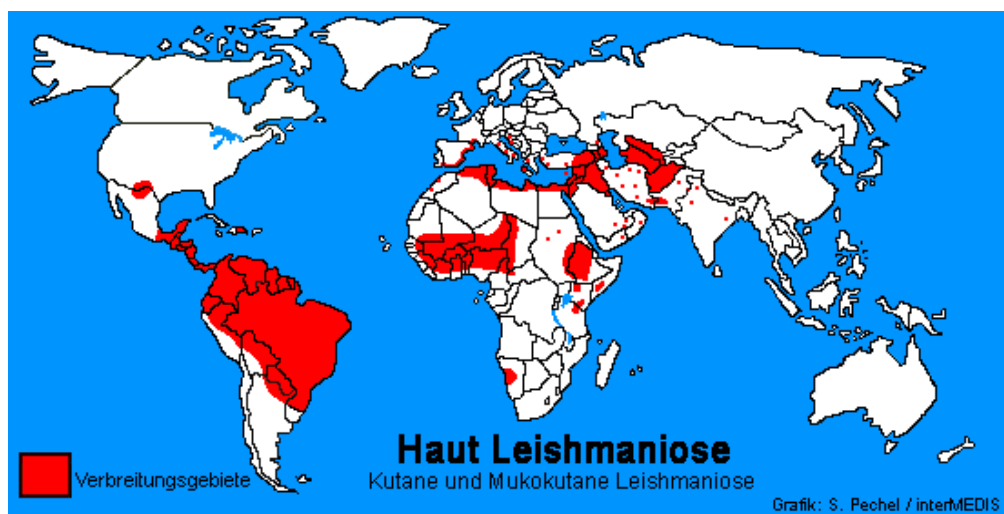


Abbildung 9: Verbreitung der Hautleishmaniosen weltweit

Grafik: S.Pechel

Man unterscheidet zwischen den Erregern der kutanen Leishmaniose und der mukokutanen Leishmaniose. Erreger der kutanen Leishmaniose sind *Leishmania major*, *Leishmania minor* oder *Leishmania tropica*, *Leishmania aethiopica*, *Leishmania mexicana* u.a. Der Erreger der mukokutanen Leishmaniose ist *Leishmania brasiliensis* sp. Die kutane und die mukokutane Leishmaniose kommen weltweit in tropischen und subtropischen Klimazonen vor, außer in Australien. Bei den kutanen und mukokutanen Leishmaniosen kommt es zu 1 – 1,5 Mio. Neuerkrankungen/Jahr (WHO, 2004b).

..Nach einer Inkubationszeit von 1-2 Monaten bilden sich bei der kutanen Leishmaniose an der Einstichstelle Papeln, Knötchen und zur Blutung neigende Ulcera. Bei den südamerikanischen Formen durch *Leishmanis brasiliensis* sp. kommt es zu stärker ausgeprägten Ulzerationen. Eine Spontanheilung nach einigen Monaten ist möglich, aber auch

chronisch-persistierende oder destruierende Geschwüre mit entstellender Narbenbildung können sich bilden. Die Hautinnenflächen, Fußsohlen und Kopfhaut werden nicht befallen

Bei der mukokutanen Leishmaniose durch *Leishmania brasiliensis* kommt es zu Nasenbluten, nasolabial umschreibende Ödeme und entstellenden Fibrosierungen oder destruierenden Ulzerationen zwischen Oberlippe und Nase, des Nasenseptums und/oder des Nasen-Rachen-Raumes. Häufig kommt es zu Sekundär- und Superinfektionen.

### **Die Hautleishmaniose der Alten Welt**

Die Orientbeule (Delhi- oder auch Aleppobeule) der Alten Welt ist die kutane Leishmaniose (Hautleishmaniose). An den Einstichstellen der Sandmücke entstehen, durch die lokale Vermehrung der inokulierten Parasiten in den Makrophagen der Haut, nach einer Inkubationszeit von wenigen Wochen bis hin zu Monaten (selten auch 1-2 Jahren) Knötchen, denen artspezifisch Läsionen und Ulcerationen der parasitierten und benachbarten Hautbereiche folgen können. Bakterielle Sekundärinfektionen komplizieren häufig den Krankheitsverlauf.



**Abbildung 10: Kutane Leishmaniose**

[www.uel.ac.uk/.../leishmaniasis/sld001.htm](http://www.uel.ac.uk/.../leishmaniasis/sld001.htm)

Man unterscheidet zwischen trockenen und feuchten Krankheitsformen.

*Leishmania tropica* ist der Erreger der trockenen Form, nach dem Stich entwickelt sich aus einer schuppigen Papel ein lokal begrenztes, mit einer Kruste bedecktes Ulkus. Bei

Infektionen mit Erregern der *Leishmania tropica* Gruppe treten spontane Heilungen mit nachfolgender lebenslanger Immunität auf.

Der Erreger der feuchten Krankheitsform ist *Leishmania major*, hier bildet sich an der Einstichstelle ein nässendes, sich ausbreitendes Hautgeschwür mit gelegentlichen Satellitenläsionen. Das Geschwür kann mehrere Zentimeter im Durchmesser erreichen, wobei aufgeworfene, livide verfärbte Ränder charakteristisch sind. Oft werden mehrere Ulzera gleichzeitig gefunden. Eine Narbe, die sich in der folgenden Zeit noch kontrahiert, bleibt zurück.

**Abbildung 11:**  
**Mädchen aus Kabul**

Nature



Morphologisch lassen sich keine Artunterschiede feststellen, jedoch bestehen bestimmte Präferenzen beim Befall bestimmter Hautbereiche. Dies ist möglicherweise auf ein unterschiedliches Stichverhalten der Vektoren zurückzuführen. Die überstandene Infektion bietet meist eine weitgehende Immunität. Allerdings häufen sich die Anzeichen dafür, dass nach einem Hautbefall auch eine Eingeweideleishmaniose eintreten kann.

### **Die Haut- und Schleimhautleishmaniosen der Neuen Welt**

Die in Mittel- und Südamerika vorkommenden vielfältigen Leishmaniosen sind noch nicht vollständig klassifiziert. 90% aller Schleimhautleishmaniosen der Neuen Welt kommen in Bolivien, Brasilien und Peru auf (DESJEUX et al, 2000). Es befinden sich viele unterschiedliche Ausbildungsformen darunter. Angefangen von einem harmlosen Krankheitsbild mit Knotenbildung und kleinen Geschwüren bis hin zu zerstörerischen Läsionen.



**Abbildung 12: Mukokutane L.**

WHO, The disease and its epidemiology

Die Schleimhautleishmaniose, Espundia, eine besonders gefürchtete Form, sie ist eine metastasierende mukokutane Leishmaniose. Der Erreger ist *Leishmania brasiliensis brasiliensis*. Die Espundia führt zu schweren Zerstörungen im Nasenrachenraum. Eine mukokutane Manifestation kann unter Umständen erst 30 Jahre nach dem infektiösen Sandmückenstich auftreten.

Die Gummisammlerkrankheit wird durch *Leishmania mexicana mexicana* verursacht. Es ist eine in Guatemala, Mexiko und Belize vorkommende ulzeröse Leishmaniose der „Chicleros“, die die Ohrmuschel zerstört.



**Abbildung 13: Uta (L. b. Peruviana)**

[www.uel.ac.uk/.../leishmaniasis/sld001.htm](http://www.uel.ac.uk/.../leishmaniasis/sld001.htm)

Weitere äußerst destruiierende Leishmaniosen werden unter *Leishmania cutis diffusa* zusammengefasst. Es sind chronische, bis zu 20 Jahren persistierende Ausprägungen, die äußerlich große Ähnlichkeit mit einer Lepra besitzen. Es kommt zu schweren Verstümmelungen der Extremitäten. Diese Formen dieser Leishmaniose finden sich in

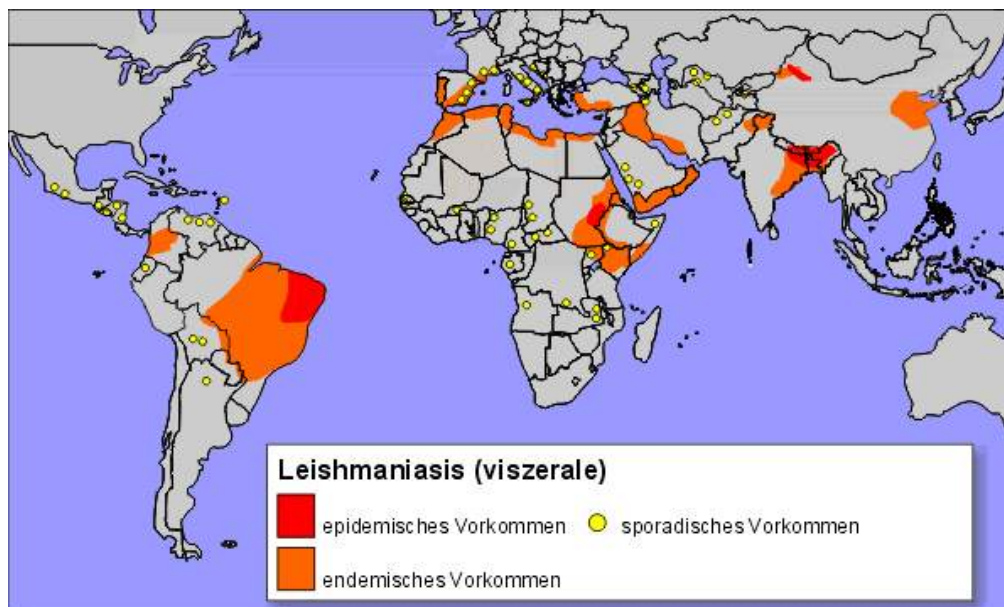


Äthiopien, im Sudan, in Kenia, Tansania, Namibia, Venezuela, Panama, Chile, Peru und Brasilien. Als Erreger kommen etwa 10 verschiedene *Leishmania*-Arten in Betracht.

### **Viszerale Leishmaniose (VL) (Kala Azar, Dum-Dum-Fieber)**

Die Erreger der VL gehören zum *Leishmania donovani* Complex, *Leishmania donovani donovani*, *Leishmania donovani infantum*, *Leishmania donovani chagasi*.

Die VL kommt weltweit vor in tropischen und subtropischen Klimazonen, außer in Australien, aber auch im Mittelmeerraum. Bei der VL kommt es zu 500.000 Neuerkrankungen/Jahr (WHO, 2004). 90% der Fälle werden aus Bangladesch, Brasilien, Indien, Nepal und dem Sudan gemeldet (DESJEUX et al, 2000) In Deutschland gibt es auch die autochthonen Fälle von VL (BOGDAN et al, 2000).



**Abbildung 14: Viszerale Leishmaniose weltweit**

[www.buerger.de/prima/maps/leishman20%viszeral.gig](http://www.buerger.de/prima/maps/leishman20%viszeral.gig)

Nach einer variablen Inkubationszeit von 2 Wochen bis zu 6 Monaten kommt es zu einem schleichenden oder einem akuten Beginn mit hohem Fieber. Das Fieber kann bis zu 6 Wochen andauern und hat innerhalb von 24h zwei Maxima mit 39-40°C. Vom Ort des Einstichs breiten sich die Leishmanien im retikulohistiozytären System aus und regen die Makrophagen über eine Zytokininduktion zur Proliferation an. Besonders in Milz, Leber und Knochenmark nimmt der Makrophagenanteil stark zu (Hepatosplenomegalie). Im Knochenmark wird die Hämatopoese mehr und mehr verdrängt so dass es schließlich zu

Anämie, Leukopenie und Thrombopenie kommt. Dies führt zu einer Muskelatrophie, einem allgemeinen Kräfteverfall und einer Hyperpigmentation. Diese sichtbare schwarze



**Abbildung 15:**  
**WHO, The disease and its epidemiology**

Hauptpigmentierungen gibt der Krankheit ihren Namen (Kala Azar = ind. Schwarze Krankheit). Der Verlauf der Krankheit ist meist schwer und chronisch, evtl. jahrelang. Es kommt häufig zu Superinfektionen, auch zu Hämorrhagien. Die Letalität bei einer unbehandelten VL beträgt 80-90%. Die VL wird in Indien und in Teilen Chinas von *Leishmania donovani* und mehreren Unterarten hervorgerufen. Im Mittelmeerraum, im Mittleren Osten, sowie in Teilen Afrikas und Chinas ist für diese viszerale Form *Leishmania infantum* verantwortlich.

Nicht immer muss eine Infektion zu einer schweren, ohne Behandlung tödlichen Krankheit führen. Die meisten Infizierten überwinden in einem frühen Stadium die Erkrankung. Das Vollbild der Kala-Azar entwickelt sich wahrscheinlich nur bei denjenigen, deren Immunsystem Defekte an Makrophagen oder anderer antigenpräsentierender Zellen aufweist. 90% der Erkrankten sind Kinder im Alter unter 5 Jahren (THEODOR, 1958).

Bei allen humanpathogenen *Leishmania*-Arten sind neben dem Menschen zahlreiche andere Reservoir-Wirte (=Erregerreservoir) bekannt, bei der viszeralen Form der Leishmaniasis sind dies vorwiegend Hunde, bei der kutanen Form Nagetiere.

Aus noch nicht geklärten Gründen erkranken in Spanien immer mehr immunkompetente Erwachsene mit einem Durchschnittsalter von 23,2 Jahren an VL (NAUCKE, 2002). Auch in Italien nimmt die Häufigkeit von VL bei Patienten unabhängig ihres Immunstatus zu (KUHN, 1999)

### 1.3.1.4 Tierische Erregerreservoir für Leishmanien

#### Hunde

Erste unspezifische Symptome bei Hunden können Durchfall, Lahmheit, allgemeine Trägheit, Appetitlosigkeit und Gewichtsverlust sein. Die Tiere vertragen die Hitze schlecht, ermüden leicht und hecheln viel. Ein weiteres spezifischeres Symptom ist das „Ausfransen“ der Ohrränder, sowie Schuppenbildungen an Ohren und Kopf. Die Hunde können Hautläsionen am ganzen Körper haben. Aufgrund der Hautveränderungen kommt es wiederum häufig zum Haarausfall, je nachdem am ganzen Körper oder um die Augen. Häufig wird ein beschleunigtes Krallenwachstum beobachtet. Bei einigen Fällen fällt eine einseitige Verkümmern der Gesichtsmuskulatur auf. Dabei sind meist zwei oder mehrere Lymphknoten angeschwollen. Mögliche Augenerkrankungen variieren sehr stark. Die häufigste Erkrankung an den Augen ist die Entzündung der Augenlider in Zusammenhang mit Hautläsionen im Gesicht. Etwa 5 - 10% der Leishmaniose-infizierten Hunde leiden unter Nasenbluten.



**Abbildung 17:**

Foto T.J.Naucke



**Abbildung 16:** Haarausfall

Foto T.J. Naucke

Tiere im fortgeschrittenen Stadium können einen sonderbaren, faulig oder kotig riechenden Geruch absondern, sowohl am ganzen Körper wie auch aus dem Maul. Sie „stinken“ regelrecht. Dies ist ein Zeichen für eine schwere Beeinträchtigung von Leber, Nieren oder anderen inneren Organen. Im Blutbild ist häufig ein niedriger Hämatokrit- und Hämoglobinwert auffällig, die eine Anämie anzeigen. Die Leishmanien siedeln sich innerlich in der

Leber, der Milz und den Nieren an, neben dem Befall des Knochenmarks. Den Grad der Schädigung kann man anhand einiger Laborwerte abschätzen. Ein im fortgeschrittenen Krankheitsverlauf auftretendes Nierenversagen ist die häufigste Todesursache.

### **Katzen und weiteren Reservoirtieren**

Seit langem sind auch Hautleishmaniosen bei Katzen bekannt (RUSSEL, 1756; BERGERON, 1927). 1933 wurde die Katze neben dem Hund als Überträger für die viszerale mediterrane Leishmaniose für Italien eingestuft (GIORDANO, 1933). Zwischen 1945 und 1955 gab es keine weiteren Berichte mehr über Leishmaniosen. Aufgrund des weltweiten Einsatzes von DDT zur Bekämpfung der Malaria-Mücke *Anopheles*, wurden ebenfalls die Sandmückenpopulationen dezimiert und die Leishmaniosen in der Bevölkerung nahmen ab. Seit ungefähr 1970 gab es wieder Berichte über Leishmaniosefälle in Europa. Bekannte Reservoirtiere für den Erreger der VL sind in Europa sehr vielseitig. Neben dem Menschen sind der Haushund, der Fuchs, die Katze, sowie verschiedene Nagetiere, wie z.B. der Ziesel, die Feld- und Wühlmaus und die Ratte bekannt. In Zentralspanien liegt die Durchseuchungsrate mit *Leishmania infantum* bei 74% für die einheimischen Füchse (NAUCKE, 2002, KOEHLER, 2002).

### **Leishmania/HIV Co-Infektion**

Die Co-Infektion *Leishmania*/HIV ist eine ernstzunehmende Erkrankung. Sie ist dabei sich rasant zu verbreiten. Viele der mit Leishmanien infizierten Menschen entwickeln kein Krankheitsbild. Jedoch entwickeln immunsupprimierte Menschen (z.B. HIV-Infektion, nach Organtransplantation, autoimmunen Krankheiten) schnell ein Vollbild aller klinischer Symptome einer VL.

AIDS und VL bilden einen stetigen Kreislauf in dem sie sich gegenseitig verstärken. Einerseits beschleunigt VL schnell den Angriff von AIDS (mit opportunistischen Krankheiten wie Tuberkulose oder Pneumonie) und verkürzt die Lebenserwartung der HIV-positiven Menschen. Andererseits erhöht HIV, die Verbreitungsrate von VL um das bis zu 100-1000fache in den endemischen Gebieten. Diese Kombination produziert einen kumulativen Mangel der immunen Antwort, da die Parasiten *Leishmania* und HIV die gleichen Zellen

zerstören. Dies führt zu einem exponential zunehmenden Krankheitsschweregrad und dessen Konsequenzen. VL gilt inzwischen als hauptverantwortlich für ein tödliches Resultat bei co-infizierten Patienten.

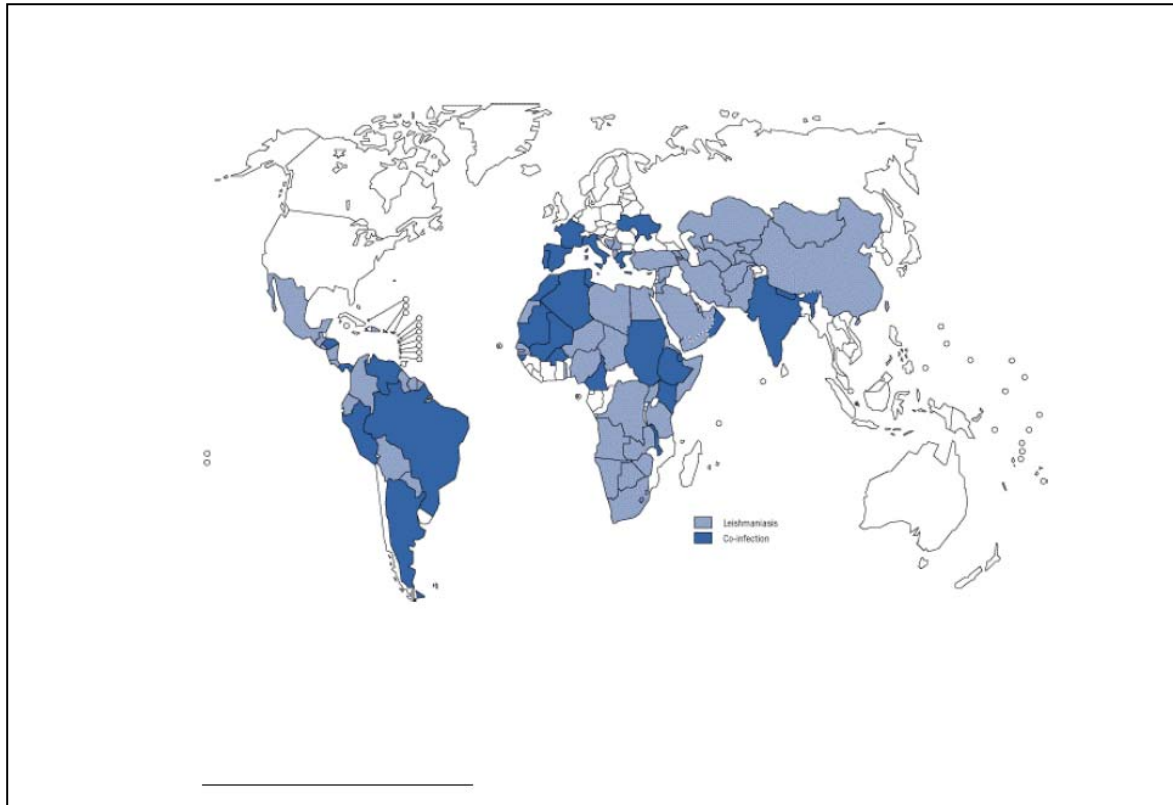
Leishmaniose kann direkt von Mensch auf Mensch übertragen werden, durch Teilen der Nadeln vor allem bei intravenösen Drogenabhängigen. Diese Bevölkerungsgruppe hat die höchste Ansteckungsgefahr für eine Co-Infektion. Über Fälle von Co-Infektionen bei Leishmania/HIV wird aus verschiedenen Teilen der Welt berichtet. Es wird angenommen, dass die Zahl der Co-Infektionen Leishmania/HIV in den kommenden Jahren weiter ansteigen wird. Dabei wird sie sich nicht auf endemische Bereiche beschränken. Eine flächendeckende geographische Verteilung von VL und AIDS wird durch zwei Hauptfaktoren ermöglicht. Einmal die pandemische Verbreitung von AIDS aus den Vorstädten in die ländlichen Gebiete, sowie durch die simultane Verbreitung von VL aus den ländlichen Gebieten in die Vorstädte (WHO, 2004a).

Die Leishmania-/HIV-Co-infektion gilt als eine reale Bedrohung, besonders im **südwestlichen Europa**. Von 1990 bis Juni 1998 wurden der WHO 1440 Fälle von HIV/VL-Co-Infektion aus 33 Ländern weltweit (DESJEUX et al., 2000) gemeldet, davon fielen 50% der Fälle (717) in den Zeitraum von 1996 bis Juni 1998. Bei den 1440 gemeldeten Fällen handelte es sich um 835 Fälle in Spanien, 229 Fälle in Italien, 259 Fälle in Frankreich und 117 Fälle in Portugal.

Die meisten Co-Infektionen in Amerika stammen aus Brasilien. Dort wurde ein Anstieg an AIDS von 0,8 Fällen pro 100 000 Einwohner in 1986, bis zu 10,5 Fälle pro 100 000 Einwohner in 1997 beobachtet. Während sich HIV eher in den ländlichen Gebieten verbreitet, hat sich die VL gleichzeitig in den Städten verbreitet. Besonders im nordöstlichen Brasilien, ist die Gefahr einer Überschneidung der Infektionskrankheiten stark erhöht (WHO, 2004a).

Ein Anstieg der Leishmania-/HIVCo-Infektionen ist auch für Afrika zu erwarten. Durch die simultane Verbreitung der beiden Krankheiten. Sowie der weiteren flächendeckenden Verteilung der Erkrankungen, gefördert durch Massenwanderungen, Umsiedlungen, Bürgerkrieg und Krieg.

Es ist davon auszugehen, dass die bekannten Fälle von Leishmania-/HIV-Co-infektion nur eine ungenaue Schätzung der Co-Infektionen zulassen. Diese würden sich bei einer aktiven Überwachung z.B. in Afrika drastisch erhöhen.



**Abbildung 18: Weltweite Verbreitung von Leishmania/HIV-Co-Infektionen , 1990-1998**

WHO, 2000

In Äthiopien gibt es ein gut organisiertes System zur Registrierung der Co-Infektionen, in Kenia und im Sudan wurde erst 1998 mit einer Überwachung begonnen. Inzwischen gibt es auch in Marokko Überwachungssysteme. In Ostafrika wurden in Djibouti (10), in Äthiopien (74), in Kenia (15), in Malawi (1) und in Sudan (3) HIV/VL Co-Infektionen gezählt. Westafrika hat kein amtliches Überwachungssystem. Aber auch von dort wurde über Co-Infektionen berichtet, aus Cameroon (1), Guine Bissau (1), Mali (4) und Senegal (2). Aus Nordafrika wurden 20 Fälle in Algerien und 4 Fälle in Marokko berichtet (WHO, 2004a).

## 1.3.2 Weitere Erkrankungen, die durch die Sandmücke übertragen werden

### 1.3.2.1 Viren und Bakterien

*Phlebotomus papatasi* ist der Vektor für das Pappatasi-Fieber, die erste humanpathogene Krankheit, von der bekannt wurde, dass sie durch den Stich von Sandmücken übertragen wird (DOERR, 1909). Das Fieber tritt im mediterranen Raum, in Indien und im westlichen Asien auf. Bei deutschen Touristen, die aus Italien heimkehrten, konnte ein Anstieg der importierten Virusinfektionen beobachtet werden (SCHWARZ et al, 1996). Das Virus kann auch transovariell auf die nächste Generation übertragen werden. Neben dem 'historischen' Pappatasi-Virus sind heute weltweit zahlreiche weitere Viren bekannt.

'Carrión's Disease' oder 'Bartonellose' kommt in den bergigen Regionen feuchter Regenwälder in Höhenlagen zwischen 600 - 2'450 m in Kolumbien, Ecuador, Peru, Chile, Bolivien und Guatemala vor. 'Carrión's Disease' erscheint in zwei unterschiedlichen klinischen Formen (biphasische Formen). Bewiesen ist, dass *Lutzomyia verrucarum* in den Anden Südamerikas *Bartonella bacilliformis*, den Erreger der 'Carrión's Disease' auf den Menschen überträgt (TOWNSEND, 1914). Man vermutet, dass die menschliche Bartonellose eine Zoonose ist, mit Nagetieren als natürlichem Reservoirwirt.

### 1.3.2.2 Trypanosomen

*Trypanosoma bocagei* entwickelt sich in *Phlebotomus squamirostris* (heute: *Sergentomyia squamirostris*, welche an Kröten, Eidechsen und Schlangen Blut saugen (FENG & CHAO, 1943). Die an insektivoren Fledermäusen saugende zentralamerikanische Sandmückenart *Lutzomyia disneyi* ist der Vektor von *T. leonidasdeanei*. In Brasilien wurde *T. rangeli* aus Sandmücken des Subgenus *Shannoni* (Genus *Lutzomyia*) isoliert. Im Senegal wurden die Sandmückenarten *Sergentomyia schwetzi*, *Se. clydei*, *Se. adleri*, *Se. squamipleuris* und *Se. africana magna* des Genus *Sergentomyia* als natürlich mit *Trypanosoma* sp. infiziert nachgewiesen. Für den mediterranen Raum konnte bewiesen werden, dass *Sergentomyia minuta* in Italien *T. platydactyli* auf den Gecko *Tarentola mauritanica* überträgt. In Indien steht *Se. bailyi* unter Verdacht, *Trypanosoma leschenaultii* auf die Geckoarten *Hemidactylus frenatus* und *H. brooki* zu übertragen. Weil zumindest die Sandmückenarten *Se. schwetzi* und *Se. clydei* ein anthropophiles Blutsaugverhalten zeigen, wird als Konsequenz die Übertragung

von Trypanosomen durch Sandmücken auch auf den Menschen diskutiert (DESJEUX & WAROQUY, 1981)

### 1.3.2.3 Plasmodien

Sandmücken des Genus *Lutzomyia* sind Vektoren der Reptilienmalaria (FIALHO & SCHALL, 1995). Die Sandmückenarten *Lutzomyia vexator* und *Lu. stewardi* übertragen *Plasmodium mexicanum* auf die Zauneidechsenarten *Sceloporus occidentalis* und *Sc. undulatus*. Es wird vermutet, dass die Sandmücke *Lu. trinidadensis* im feuchten Regenwald von Panamas die Reptilienmalaria auf den Gecko *Thecadactylus rapicauda* überträgt.

### 1.3.2.4 Harara

Harara (arb. = Hitze) ist der Name für die Reaktion des Menschen auf den Stich durch eine Sandmücke. Die Harara ist definiert als 'The reaction to *Phlebotomus* bites at the height of the sensitization process' (THEODOR, 1935). Die Stiche von Sandmücken hinterlassen schmerzhaft und stark juckende Hautreaktionen, bei denen es oft durch pyogene Bakterien zu Sekundärinfektionen kommt, die gelegentlich zu chronischen Beulen führen. Die im Speichel der Sandmücken enthaltenen Toxine verursachen die heftige Reaktion auf den Stich. Dabei kommt es zu einer schmerzhaften bulbösen Dermatitis und kleinen Papeln, die für mehrere Wochen bis Monate bestehen bleiben. Später kommt es zu einer Desensibilisierung (THEODOR, 1958). Zudem scheint der Stich durch eine nicht infizierte Sandmücke präventiv gegen eine Ansteckung durch eine Hautleishmaniose zu sein (KAMHAWI, 2000).



**Abbildung 19:** Harara

Foto T.J.Naucke



## 1.4 Leishmaniose Fälle in Deutschland

### 1.4.1 Autochthone Erkrankungen mit VL beim Menschen

Fall 1:

Juli 2000 erkrankte ein acht Monate altes Mädchen an einer viszeralen Leishmaniose. Das in Bayern geborene Kind und war nie im Ausland gewesen. Die Mutter war in der Schwangerschaft (29.-32. Woche) nach Alicante, Spanien gereist. Dort wurde sie mit Leishmanien infiziert. Die Erreger wurden über den Blutweg von der Mutter auf das Kind übertragen. Die Mutter war symptomfrei. Acht Monate nach der Geburt, zeigte das Kind Krankheitszeichen der Kala-Azar. Nach einer frühzeitig gestellten Diagnose und entsprechender Behandlung war das Kind nach 10 Tagen beschwerdefrei.

Fall 2:

Ein 16-Monate alter Junge wurde in das Kinderkrankenhaus in Stuttgart eingewiesen mit Symptomen wie wiederkehrendes Fieber, Appetitlosigkeit, allgemeine Schwäche, Müdigkeit sowie Schlafstörungen. Die Symptome bestanden seit 4 Wochen. Der Junge hatte vergrößerte Lymphknoten, sowie Milz- und Lebervergrößerung. In der serologischen Untersuchung zeigte sich ein positiver Titer gegen *Leishmania*-Antikörper. Im Southern Blot konnte *Leishmania infantum* identifiziert werden. Nach einer Behandlung mit antimonhaltigen Präparaten, konnte der Junge nach 4 Wochen entlassen werden. Dieses Kind hatte Deutschland nie verlassen. Die Mutter hatte einen positiven Antikörpertiter gegen den *Leishmania donovani* Komplex. Vor der Geburt des Kindes reiste die Mutter häufig in Leishmaniose-endemische Mittelmeerländer, Portugal, Malta und Korsika. Daraus kann geschlossen werden, dass die nicht-symptomatische Mutter eine subklinische Infektion mit Leishmanien hatte. Diese Infektion wurde durch die Schwangerschaft reaktiviert. Schließlich wurden dann die Leishmanien congenital auf das Kind übertragen (MEINECKE et al., 1999)

Fall 3:

Ein 15 Monate alter Junge, der in Aachen aufgewachsen ist, erkrankte an VL. Der Junge hatte außer zu einem Kurzurlaub in Füssen und dem Nordwesten der Niederlande nie ein bekanntes endemisches Gebiet betreten. Eine Infektion über Blutkonserven konnte ausgeschlossen werden. Bei dem Jungen konnte *Leishmania infantum* im Blut und Knochenmark nachgewiesen werden (BOGDAN et al., 2001).

Dies ist der erste beschriebene Fall einer in Deutschland erworbenen Leishmaniose beim Menschen. Der am häufigsten isolierte Stamm von *Leishmania infantum* aus Menschen, Hunden und Füchsen aus der Mittelmeerregion ist MON-1. Genau dieser Stamm wurde bei dem Jungen gefunden (Naucke, 2002). In unmittelbarer Nähe zum Wohnhaus des Jungen befand sich ein Tierheim. Dort wurde regelmäßig eine größere Anzahl an Hunden aus Spanien importiert. Es war bekannt, dass etliche Hunde Leishmaniose infiziert waren.

Im Zeitraum von 2000 - 2002 konnten 35 Fälle von kutaner Leishmaniose und 23 Fällen von viszeraler Leishmaniose bei nicht-deutschen Patienten gezählt werden. Es handelte sich hier um Emigranten, Montagearbeiter und ausländische Besucher (HARM et al, 2003)

### **Leishmaniose in Deutschland bei Tieren**

2001 wurde ein Leishmaniosefall bei einem Pferd aus Gablingen, Nähe Augsburg bekannt. Nach Angaben der Besitzer war das Pferd bis zu seinem vierten Lebensjahr nicht aus Gablingen heraus gekommen. Dann wurde es in Bobingen kastriert. Dabei fiel eine warzenähnliche Verdickung am Auge auf und es wurden aus diesem Gewebe *L. infantum* infiziert (KÖHLER et al., 2002).

Für eine Befragung zur Leishmaniose bei Hunden aus Deutschland wurden 7500 Fragebögen verschickt. Die Befragung sollte unter praktischen Tierärzten durchgeführt werden. 391 Fragebögen kamen als Antworten wieder zurück. Dies ergab eine Rücklaufquote von 5,2%. Bei den 724 gemeldeten Fällen verteilten sich diese wie folgt: 1996 wurden bei 54 Hunden eine Leishmaniose gemeldet, 1997 bei 47 Hunden, 1998 bei 74 Hunden, bei 1999 bei 118 Hunden, 2000 bei 169 Hunden und 2001 bei 258 Hunden. Dabei ist nicht bekannt, wie viele Hunde aus endemischen Gebieten stammen und schon vor ihrer Einfuhr nach Deutschland mit Leishmaniose infiziert waren (ZAHNER & BAUER, 2002).

1990 trat bei einer Katze aus Hagen Leishmaniose auf. Nach Auskunft vom Tierarzt Dr. DolasN`Garwate, Hesterstr. 4 in 58135 Hagen.

1991 traten autochthone Leishmaniosen bei Hunden aus Düsseldorf, Köln-Porz und Landsberg-Lech auf (GOTHE,1991).

1993 erkrankte ein Hund, der sich scheinbar auf dem Gelände des Tierparks Hellabrunn/München infiziert hatte (persönliche Mitteilung der Besitzerin)

1998/99 erkrankte ein Hund in Gehrweiler (Kaiserslautern). Die Besitzerin des Hundes gab an, dass der Hund Deutschland nie verlassen habe. In der Nachbarschaft des Hundes wohnte eine Familie mit einem an Leishmaniose erkrankten Hund aus der Türkei. Eine Begegnung der Hunde schließt die Besitzerin des Hundes aus (SCHMITT, 2001).

2000 erkrankte ein Hund aus Hilgen. Der Hund hatte sich regelmäßig im Sommer auf Syme, einer griechischen Insel aufgehalten.

2001 erkrankte eine 4-5 Jahre alte Dogge aus Obereggenen, Baden-Württemberg an Leishmaniose. Der Hund verstarb im März 2002. Nach Aussage der Besitzerin hat der Hund die Region nie verlassen. Er hat sich vermutlich in Freiburg infiziert (DEPLACES & MELLTER, 2004)

## **1.5 Klima**

In erdgeschichtlichen Zeiträumen hat sich das Klima oft dramatisch gewandelt, z.T. in relativ kurzen Zeiträumen, die letzte Eiszeit endete erst vor ca. 10.000 Jahren. Auch in den letzten 1000 Jahren hat es mehrfach ausgesprochene Warmzeiten und drastische Abkühlungen gegeben. Seit Beginn der Industrialisierung ab 1860 kam es zu einem enormen Anstieg der mittleren Jahrestemperatur. Die neuste Studie des Potsdamer-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) zeigt, dass bis Mitte des 19. Jahrhunderts Klimaänderungen überwiegend auf veränderte Sonnenaktivität und Vulkanausbrüche zurückzuführen seien. Seitdem spielt jedoch der Mensch für den Klimawandel die entscheidende Rolle. Nach der neuen Studie der Potsdamer Wissenschaftler waren Änderungen in der solaren Aktivität und Vulkanausbrüche die treibende Kraft der Klimaschwankungen im letzten Jahrtausend. Besonders kalte Perioden der so genannten „Kleinen Eiszeit“ (15. bis 19. Jahrhundert) fielen auf Phasen mit besonders wenigen Sonnenflecken. Eine dieser Kaltphasen, das Maunder Minimum, dauerte ungefähr von 1645 bis 1715. Eine besonders starke Abkühlung verursachte auch der Vulkanausbruch Tambora 1815 in Indonesien, dem ein Jahr ohne Sommer folgte.

Seit etwa 1850, dem Beginn der Industrialisierung, führte die steigende Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu einer zunehmenden Erwärmung, weil nach dem Abholzen der Wälder die Oberfläche heller ist und mehr Sonnenlicht reflektiert. Die Konzentration an Treibhausgasen stieg im 20. Jahrhundert immer schneller an, während die

Intensität der Waldrodungen in den mittleren nördlichen Breiten abnahm. In den letzten Jahrzehnten ist der Einfluss des Menschen durch den Ausstoß von Treibhausgasen der stärkste Faktor und wird dies in der nächsten Zeit voraussichtlich auch bleiben. Die aktuelle Studie basiert auf Computersimulationen, die mit dem am PIK entwickelten Erdsystemmodell CLIMBER erstellt wurden. Dieses erweiterte Klimamodell beschreibt, wie sich die Atmosphäre, Ozean und Vegetation gegenseitig beeinflussen. In das Modell sind Klimaantriebsgrößen wie Sonnenaktivität, Vulkanausbrüche, die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre und die menschliche Landnutzung eingespeist worden. Das Modell berechnet dann die Reaktion des Klimasystems auf die Antriebe (Ganopolskit et al., 2001).

Die Fachleute des IPCC prognostizieren global eine mittlere Temperaturerhöhung von 1,4–5,8°C bis Ende dieses Jahrhunderts. Um die Klimaerwärmung infolge des Treibhauseffektes abzubremesen, wurde 1997 das Kyoto-Protokoll beschlossen. Das Ziel war bis 2012 die Treibhausgasemissionen um 5,2 % gegenüber 1990 zu reduzieren. Das Kyoto-Protokoll trat am 16.2.2005 völkerrechtlich verbindlich in Kraft.

Die Folgen der Klimaerwärmung sind vielfältig und mittel- oder langfristig gravierend. Wetterextreme werden häufiger und stärker ausfallen mit entsprechend erhöhten Schadensfolgen. Die Häufung der Wetterextreme der vergangenen Jahre, insbesondere die Hochwasserkatastrophen 2002 wird von vielen Wissenschaftlern als Folge der Klimaerwärmung gesehen. Klimaanomalien (z.B. EL Nino) könnten sich verstärken oder verlagern. Das Klima kann sich regional erheblich verändern, sodass große Probleme bei der Wasser- und Nahrungsversorgung drohen. Außerdem werden viele Arten die Klimaerwärmung nicht überleben. Korallenriffe, die nach den Regenwäldern artenreichsten Ökosysteme, sind z.T. schon abgestorben und in weiten Teilen bedroht. Das Abschmelzen der Polkappen und Gletscher, sowie des Grönland-Eises erhöht den Meeresspiegel: Es drohen häufigere und stärkere Überschwemmungen. Weite Teile von Regionen, die höchstens 7 m über dem Meeresspiegel liegen (z.B. Bangladesch, Indien, Norddeutschland, Niederlande, Florida, Louisiana) könnten dauerhaft überschwemmt werden.

Die Gletscher speichern weltweit ca. 70% der Süßwasserreserven. Das Abschmelzen der Gletscher wird die Trinkwassernot in vielen Ländern dramatisch verstärken, besonders in jenen Ländern, die ihr Trinkwasser überwiegend aus Gletschern gewinnen, wie z.B. Ecuador, Peru und Bolivien. Auch die Himalaya-Staaten wären vom Schmelzen der Gletscher besonders stark betroffen: Flüsse, die sich dort aus Gletschern speisen, versorgen 1/3 der

Erdbevölkerung mit Trinkwasser. Das Süßwasser aus den geschmolzenen Polkappen und Gletschern verringert den Salzgehalt in den Meeren (Rahmstorf, 2003).

## **1.6 Geographisches Informationssystem**

Der Begriff GIS wird heutzutage sehr freizügig benutzt, man versteht darunter sowohl GIS-Projekte, als auch GIS-Software. Ein GIS-Projekt enthält alles, was für digitales raumbezogenes Arbeiten notwendig ist, also Hardware, Software und vor allem Daten und Organisationsformen. Datensammlungen, wie z.B. das ATKIS (Amtliches Topographische Kartographisches Informationssystem der Landvermessungs-ämter) werden oft auch als GIS bezeichnet. Man kann zwischen zeitlich begrenzten Untersuchungsprojekten und Dokumentationsprojekten als Daueraufgabe (Custodial GIS bei Behörden und Versorgungsunternehmen) unterscheiden. Im Gegensatz dazu versteht man unter der GIS Software das Werkzeug mit dem die Daten im Sinne der oben angesprochenen Definition erfasst, verwaltet und analysiert vorgeführt und präsentiert ausgegeben werden.

Etwas anders ausgedrückt bedeutet dies, das Geographische Informationssysteme der Verarbeitung von Informationen unter besonderer Berücksichtigung des Raum- oder Ortsbezug der Information dienen. Sie verbinden geographische Methodik und computergestützte Informationssysteme. Dadurch können räumliche Verteilungen, Verflechtungsmuster und Beziehungen dargestellt und analysiert werden (ESRI, 2003).

Damit erweitern bzw. lösen Geographische Informationssysteme die bisher klassischen Kartenwerke und Methoden der Kartennutzung ab. Dazu werden außer den topographischen Grundlagendaten (Geobasisdaten) weitere geographische Informationen (z.B. Daten über Klima, Umwelt, Wirtschaft oder Bevölkerung) als Geofachdaten benötigt, die mit den Geobasisdaten in Beziehung gebracht (georeferenziert) werden können, um Geoinformationen zu erzeugen.

Unter Geobasisdaten: versteht man grundlegende amtliche Geodaten, welche die Landschaft (Topographie) die Grundstücke und die Gebäude anwenderneutral beschreiben. Dagegen versteht man unter Geofachdaten, thematische Daten mit Ortsbezug, der sowohl direkt durch die geographischen Koordinaten als auch indirekt durch Postleitzahlbezirk oder administrative Einheit gegeben sein kann. Geoinformationen beschreiben damit Objekte oder

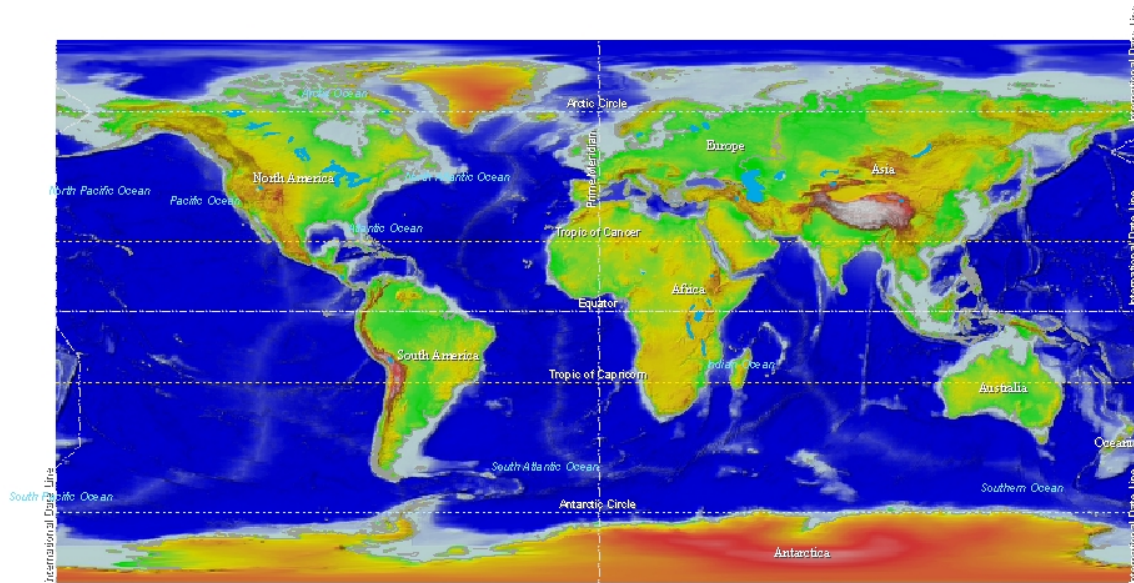
Sachverhalte in unserer Umwelt in einem Raumbezug. Traditionelle Darstellungsweisen waren in der Vergangenheit analoge Kartenprodukte, die neben der Darstellung von Objekten und Eigenschaften den Raumbezug über ein Koordinatensystem herstellten.

Der Charakter von Produkten, in denen raumbezogene Inhalte dargestellt werden, wie z.B. Vermessungs- und Kartenwesen, im Liegenschaftskataster, in der Raumordnung, im Umweltbereich u.v.a. haben sich in den letzten Jahren drastisch verändert. Weg von den statischen Kartenerzeugnissen hin zu Produkten, die mit Geoinformationssystemen dynamisch generiert werden.

Für den Nutzer solcher Geographischer Informationssysteme bieten sich durch die gleichzeitige Verfügbarkeit integrierbarer Daten weitreichende Analysemöglichkeiten. Er kann beispielsweise die optimale Fahrroute zu jedem seiner Ziele finden. Die reale Umwelt wird anhand von Objekten und Sachverhalten, die sich auf ganz bestimmte Punkte, Orte, Bereiche oder Regionen des Lebensraumes beziehen, beschrieben und miteinander verknüpft. Dadurch erhält der Nutzer solcher Informationssysteme weitreichende Entscheidungshilfen für sein Handeln.

Das Geographische Informationswesen spielt eine wesentliche Rolle bei der Modernisierung der Verwaltung, indem es neue Werkzeuge und Methoden zur Entscheidungsfindung für das alltägliche Verwaltungshandeln schafft. Geoinformationen sind ein fester Bestandteil in unserer modernen Informationsgesellschaft geworden. Nur umfassende Geoinformationen sind in der Lage, das wachsende öffentliche Interesse an Umweltüberwachung, an ökologischen Wirtschaftsmethoden, am Verbrauch von Energie und natürlichen Rohstoffen, sowie am kulturellen Erben eines Landes und der Erde, zu befriedigen. Auch gibt es die Möglichkeit Bürger an einfachen Verwaltungsentscheidungen zu beteiligen, z.B. durch Veröffentlichung von Bau- oder Raumordnungsplänen im Internet.

Das Wirtschaftsgut Geoinformation hat eine herausragende Bedeutung, durch die damit einhergehende Entwicklung und der Einsatz der entsprechenden Technologien. Mit einer jährlichen Wachstumsprognose von 10 und 30% wird die Bedeutung des Geodatenmarktes, insbesondere für Deutschland, immer größer. In den USA wurden bis 2000 etwa 100.000 neue Arbeitsplätze nur durch die Anwendungsmärkte des Satellitennavigationssystem GPS, einer speziellen Sparte des Geoinformationmarktes, geschaffen (IMAGI, 2003).



**Abbildung 20:**  
ArcGis9 Layer

## 1.7 Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit sollten Untersuchungen zum Vorkommen und Verhalten der in Deutschland nachgewiesenen Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* (NAUCKE & PESSON, 2000) durchgeführt werden.

- Auffinden geeigneter Fangorte
- Beschreibung und Kartierung der Fangorte
- Testung unterschiedlicher Fangmethoden und deren Variationen
- Lebendfänge für den Aufbau einer Zucht mit einheimischen Sandmücken
- Ausarbeitung der Daten mit GIS zur Ermittlung von Hot Spots

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Auswahl der Fanggebiete und des Untersuchungszeitraums

Die Fanggebiete für 2003 und 2004 waren innerörtliche Gebäude, hauptsächlich private Scheunen und Gehöfte in der Ortschaft Obereggenen in Baden-Württemberg. In diesem Ort sollten vorrangig Sandmückenfallen aufgestellt werden, da dort bis 2002 ein Leishmaniose-positiver Hund lebte, der im März 2002 verstarb.

In unmittelbarer Nähe zu dem Heim des verstorbenen Tieres gab es unterschiedlich genutzte Gebäude, beginnend von einem Gasthaus mit Pensionsgästen bis hin zu einem Bauernhof mit Milchvieh und einer kleinen Rinderzucht. Im Dorf selber und auch in den mit Sandmückenfallen ausgestatteten Gebäuden lebten die Bewohner des Dorfes, sowie ihre Haus- und Nutztiere, in einer engen Vergesellschaftung mit unterschiedlichen wildlebenden Tieren, wie z.B. Fledermäuse, Tauben, Igel, Feldkanninchen, Feldmäusen u.a. Häufig konnte man, vor allem an den unteren Extremitäten der Dorfbewohner Stichreaktionen (Harara) der Sandmücken entdecken. Diese Bewohner wurden dann um Erlaubnis gefragt, um auf ihren Grundstücken Fallen aufstellen zu dürfen.

Erfahrungsgemäß waren aufgrund früherer Fänge die am besten geeigneten Fanggebiete selten genutzte Scheunen und Schuppen mit grob geputzten, rissigen Wänden, mit einem meist festgetretenen Lehm- oder Sandboden. Die neu ausgewählten Fangorte wurden nach dem Vorbild dieser Scheunen und Schuppen ausgesucht und lagen alle innerorts.

2001 wurde die erste Mücke am 20. Juni in Neuenburg und am 28. August die letzte Mücke in Istein gefangen. Damals ergaben die Temperaturmessungen, dass *Phlebotomus mascittii* unter 13°C nicht aktiv war, aber ab 14,5°C flugaktiv wurde. Für den Beginn der Fangzeit wurde festgelegt, dass es in drei vorhergehenden Nächten im Bereich um 20°C sein sollte. Für Deutschland kann man sogar von drei Nächten nicht unter 15°C ausgehen. Damit sollte gewährleistet werden, dass die adulten Sandmücken genügend Zeit hatten aus ihren Puppen zu schlüpfen.

Die bis dahin vorläufige Verbreitungsgrenze von Sandmücken in Deutschland war Kappel-Grafenhausen (N 48°17'30.2" E 07°44'34.4") im Norden und Feuerbach (N 47°44'13.5" E 07°38'29.8", Westgrenze des Schwarzwaldes) im Osten.



Erfahrungen mit griechischen Sandmücken hatten gezeigt, dass die weiblichen Sandmücken eine Stunde nach Sonnenaufgang bis eine Stunde vor Sonnenuntergang flogen, sie sind damit streng nachtaktiv. Aufgrund ihrer geringen Größe sind Sandmücken sehr windempfindlich und fliegen bei Wind nicht. Bei absoluter Windstille zeigen sie aber eine erstaunliche Flugfertigkeit, wie sie bisher in der Literatur noch kaum dargestellt wurde.

2004 wurden innerorts in Nordrhein-Westfalen (Kleinbüllesheim) weitere Fallen in einer selten genutzten Scheune aufgestellt. Ebenso wurden 2004 weitere Lichtfallen am schon als positiv bekannten Standort Bremgarten (NAUCKE & PESSON, 2000) aufgestellt.

Um in den Ställen und Scheunen die Fallen aufstellen zu können, mussten vorher die Genehmigungen der Eigentümer eingeholt werden. Mit Hilfe eines Informationsblattes, welches auch schon 2001 eingesetzt wurde, konnten sich die Dorfbewohner informieren. Es stellte sich aber sehr schnell heraus, dass ein persönliches Gespräch eine wesentlich positivere Reaktion und Akzeptanz durch die Bewohner auslöste.

## **2.2 Fangmethoden**

Da man über die Verhaltensweisen von Phlebotomen, vor allem hier in Deutschland, noch sehr wenig Kenntnis hat, war die Wahl der Fangmethoden abhängig vom Fanggebiet in dem die jeweilige Methode eingesetzt werden sollen.

Die 2003 und 2004 gefangenen Phlebotomen wurden in privaten Stallungen und Gebäuden eingesammelt und der Fang sollte daher so diskret wie möglich ablaufen.

Die WHO (1990) empfiehlt folgende Methoden zum Fang von Phlebotomen:

1. Fangen mit dem Handaspirator von den Ruheplätzen
2. Absammeln mit dem Handaspirator während des Stichs
3. Aufsammeln toter Mücken nach Insektizideinsatz
4. Aufsammeln von Ölpapier-Fallen
5. Fang mit Lichtfallen

### 2.2.1 Sammeln mit dem Handaspirator

Lebende Sandmücken können sehr schonend mit dem Handaspirator von Personen, Pflanzen etc. abgesammelt werden (KIRK & LEWIS, 1940; RIOUX et al., 1967). Die Überlebensrate der Sandmücken ist sehr hoch und die gefangenen Phlebotomen können für die Zucht genutzt werden.

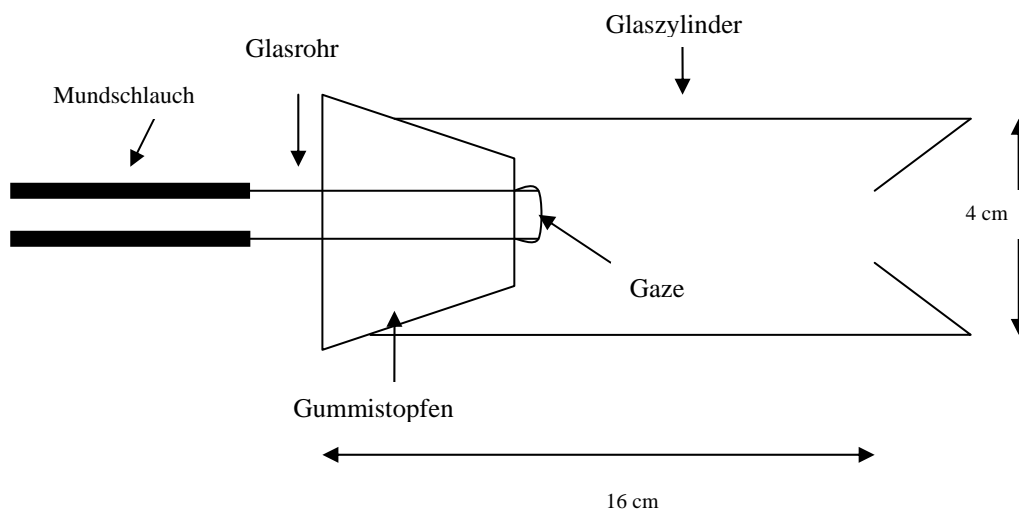


Abbildung 21 Handaspirator

Der Handaspirator oder auch Exhaustor besteht im Wesentlichen aus einem Glaszylinder der vorne offen ist. Dieses Ende entspricht einem nach innen gezogenen Trichter. Das hintere Ende ist durch einen Gummistopfen verschlossen. Durch eine Öffnung im Gummistopfen wird ein Glasrohr geführt, das wiederum mit einem Schlauch verbunden ist. Saugt man durch den Schlauch Luft an, wird das unter dem Trichter sitzende Insekt durch den Unterdruck in den Zylinder gezogen.

### 2.2.2 Sammeln mit der Lichtfalle vom Typ der „CDC Miniature Light Trap 512“

Die „CDC Miniature Light Trap 516 wurde in den USA von der Gesundheitsbehörde entwickelt. Sie sollte als ein leicht einsetzbares Instrument, zur Sammlung von Mücken und Sandmücken, für eine Arbovirusüberwachung und andere kurzfristige

Moskitountersuchungen (SUDIA & CHAMBERLAIN, 1962; LAINSON et al., 1976) eingesetzt werden.

Bei den 2003 und 2004 eingesetzten Fällen handelte es sich um eine leicht modifizierte Variante der „CDC Miniature Light Trap 512“.

Diese Lichtfalle kann durch das Hinzufügen von Lebendfallenkäfigen geändert werden. Sie hat den Vorteil, dass sie unauffällig und leicht zu handhaben ist. Auch für Laien ist es nach einer kurzen Einweisung schnell möglich mit dieser Lichtfalle umzugehen (WHEELER et al., 1996).

Sandmücken werden in Abstand von bis zu 2 m zur Glühbirne angelockt (KILLICK-KENDRICK et al., 1985). Blutvollgesogene Weibchen werden kaum angelockt (GRIMM et al., 1993). Zudem wurden unterschiedliche Lichtquellen eingesetzt. Es gab eine Auswahl an unterschiedlichen monochromatischen Multichip-LED`s in den Farben rot, grün, orange oder gelb, zudem gab es noch ein Schwarzlicht-LED. Des Weiteren wurde versucht durch die Auflage von leicht angefaulten Pflaumen eine Zuckerquelle zu imitieren.

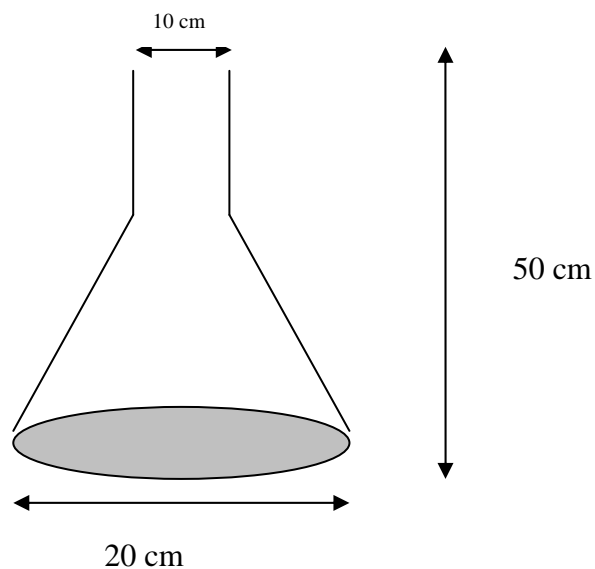


**Abbildung 22 Foto von Lichtfallen mit Fangsäcken in einer typischen Scheune (Bremgarten)**

Die Lichtfalle besteht aus einem Plexiglaszylinder mit einem Durchmesser von 8 cm und 10 cm Höhe, in dessen oberem Drittel ein Aluminiumring mit Hilfe von Schrauben befestigt wurde. In diesem Ring wurde dann ein Motor mit Silikon eingeklebt. Der Motor treibt den Ventilator an, durch den ein Unterdruck erzeugt wird. Dadurch werden nahe an der Falle vorbeifliegende Insekten angezogen. Am oberen Ende ist ein Schweißgitter befestigt, auf dem die Lichtquelle sitzt, dadurch ist diese gut zu erreichen und einfach auszutauschen

(NAUCKE, 1998). Die Lichtquelle und der Motor sind mit Stromkabeln verbunden und diese Kabel werden aus dem Zylinder geführt und mit wiederaufladbaren versiegelten Gel-Blei-Säure-Akkus verbunden (PETERS & KILLICK-KENDRICK, 1987). Diese können leicht durch handelsübliche Motorrad-Batterieladegeräte wieder aufgeladen werden.

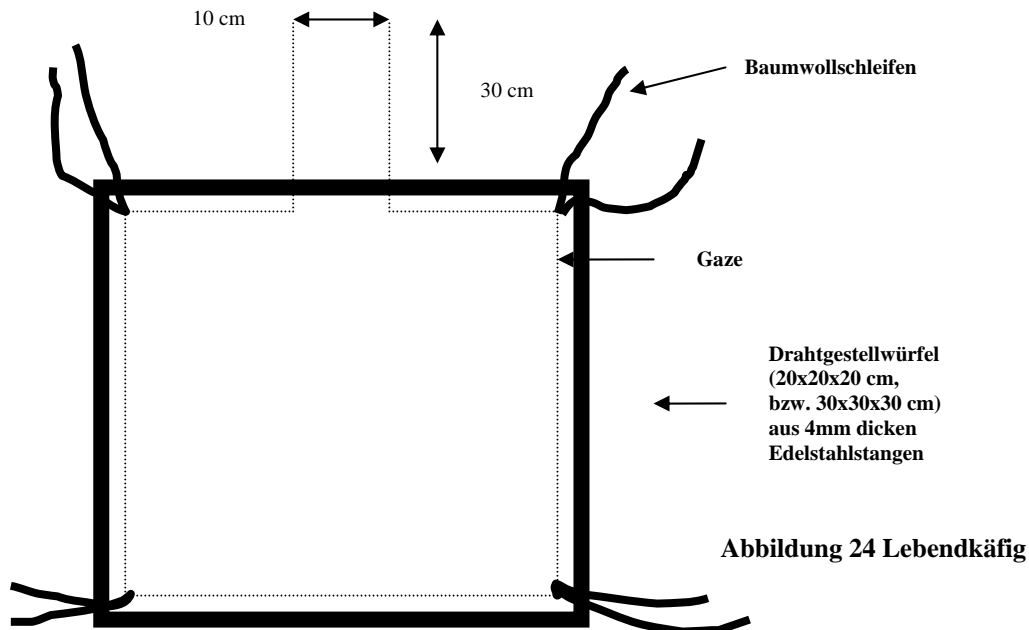
An das untere Ende des Zylinders wird mit einem Gummi ein Fangsack oder ein Lebendkäfig eingehängt. Die Fangsäcke bestehen aus feinmaschiger Gaze, entsprechend den Fliegengittern für Allergiker mit einer Maschenbreite von unter 0,5 x 0,5 mm. Diese wird eingesetzt, wenn die Sandmücken anschließend getötet werden.



**Abbildung 23 Fangsack**

Der Fangkäfig ist für den Fang von lebenden Sandmücken besser geeignet, auch eignen sie sich besser für den Transport der gefangenen Phlebotomen. Da er aufgrund seiner Form den Insekten einen etwas mehr geschützten Raum bietet vor dem doch sehr austrocknenden Luftstrom der durch den Ventilator verursacht wird. Auch können sich im Fangkäfig die Insekten geschützt auf der Gaze absetzen und zur Ruhe kommen, um sich zu erholen.

Die Fallen werden bei Einbruch der Dämmerung oder kurz vorher an den Fangorten ungefähr in 1 m Höhe aufgehängt. Am nächsten Morgen zwischen sechs und sieben Uhr können dann die Fangsäcke wieder eingesammelt werden.



### 2.2.3 Sammeln mit Ölpapier-Bodenfallen

Eine weitere Möglichkeit ist die Sammlung der Sandmücken mit Ölpapierfallen. Diese Methode wird erfolgreich in Frankreich angewendet und soll auch hier zum Einsatz kommen. Dazu wird handelsübliche Din A4 Druckerpapier mit Rhizinusöl bestrichen. Dieses recht zähflüssige Öl bildet dann einen Film auf dem Papier, an dem die Insekten kleben bleiben. Grundsätzlich kann jedes handelsübliche Pflanzenöl benutzt werden. Das Papier wurde in einer Nacht 2003 in den Scheunen der Sanio ausgelegt. Damit wurde die gesamte Bodenfläche der Scheune ausgelegt.

## 2.2 Töten und Transport der Sandmücken

### 2.2.1 Töten der Sandmücken

Die gefangenen Sandmücken wurden mittels  $\text{CO}_2$  getötet (NAUCKE, 1998). Dafür wurden sie in einen antistatischen Plastiksack gelegt und  $\text{CO}_2$  mit einem Schlauch aus einer 0,5 kg Gasflasche zugeführt. Die Öffnung des Sacks wurde dann verschlossen. Anschließend musste die Luft in der Tüte 2-3-mal ausgetauscht werden, um sicherzustellen, dass auch alle

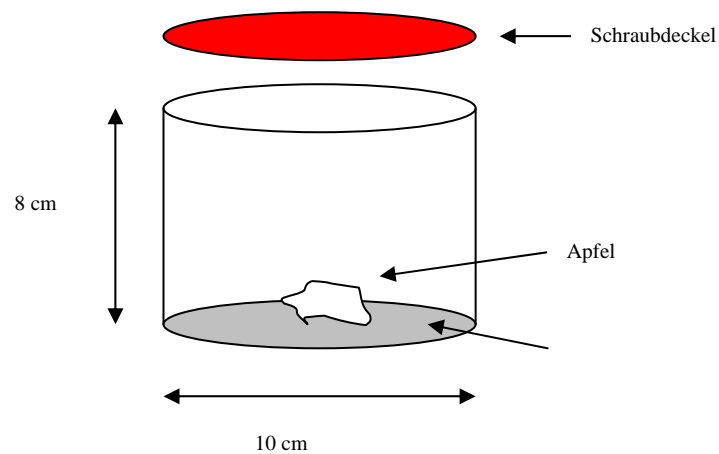
gefangenen Insekten tot waren. Danach konnte die Tüte geöffnet und die Phlebotomen entnommen werden. Die verwendeten CO<sub>2</sub> Flaschen waren sehr leicht und einfach zu transportieren, zudem konnten sie bei fast jedem Campingausrüster befüllt werden. Der Umgang mit der CO<sub>2</sub> Gasflasche war vor allem im Sommer mit hohen Temperaturen im Auto-Kofferraum ist eine sichere Methode. Daher war diese Methode im Freiland der Tötung durch Ether vorzuziehen.

Einfrieren ist eine weitere Möglichkeit die gefangenen Arthropoden zu töten. Diese wurde aber nicht angewendet, weil es auf dem Campingplatz nur einen kleinen Gefrierschrank für die Kühlakku der Camper gab.

### **2.3.2 Transport der lebenden und toten Sandmücken**

Die gefangenen und getöteten Sandmücken sind ausgesprochen feingliedrig und sehr empfindlich. Sie wurden in 70%igem Ethanol in widerverschließbaren Probenröhrchen stehend transportiert.

Die in den Lebendkäfigen gefangenen Sandmücken wurden auch in diesen Käfigen transportiert und gehalten. Um die lebenden Sandmücken vor Hitze, Austrocknung und Sonneneinstrahlung zu schützen, wurden die Lebendkäfige mit feuchten Handtüchern abgedeckt. Die Käfige wurden dann in große Säcke verpackt. So war ein auch etwas längerer Transport im Auto ohne weiteres möglich. Weibliche Sandmücken wurden anschließend mit dem Handaspirator in eine selbstgebaute Brutdose überführt (PETERS & KILLICK-KENDRICK, 1987). In der Dose wurde ein Stück Obst, beispielsweise ein Apfelstück, als Zucker- und Wasserquelle gelegt. Die Dose, eine Salbendose, hat einen Durchmesser von 10 cm und einer Höhe von 8 cm, sie kann mit einem Schraubverschluss verschlossen werden. Der Boden der Dose wurde herausgetrennt und durch Gips ersetzt. Diese Konstruktion ist feuchtigkeitsdurchlässig und atmungsaktiv. Dadurch kann der Dose durch ein unterliegendes feuchtes Papierhandtuch Feuchtigkeit zugefügt werden. Diese Brutdose kann in handelsüblichen Frischhaltedosen sicher aufbewahrt werden und gleichzeitig wird die Luftfeuchtigkeit aufrechterhalten werden. Diese Atmosphäre scheint den weiblichen Sandmücken zu entsprechen. Die Weibchen legen rund um das Apfelstück Eier ab. Die meisten sterben kurze Zeit danach. Die Apfelstückchen mussten alle zwei Tage ausgewechselt werden, um einer schnellen Bildung von Schimmelpilzen vorzubeugen. Diese Dosen konnten in einer Kühlbox mit Kühlakku als Kältequelle, im Auto transportiert werden.



**Abbildung 25 Brutdose**

Mit einer elektrischen Kühlbox, die an den Zigarettenanzünder des Autos angeschlossen war, war der Transport noch schonender für die Sandmücken, da bei einer konstanten Kühlung von 10-12°C die Sandmücken in eine Kältestarre verfielen und die Überlebensrate weiter verbessert wurde (KILLICK-KENDRICK & KILLICK-KENDRICK, 1991).

## 2.4 Präparation der Sandmücken

Die Dauerpräparate der in Deutschland gefangenen Sandmücken, wurden entsprechend der Dauerpräparatanleitung für griechische Sandmücken angefertigt (NAUCKE, 1994). Dazu wurde die Rezeptur für die Präparation etwas abgeändert um die zierlicheren Sandmücken schonender und damit erhaltender zu behandeln.

Die Sandmücken wurden dazu dem 70%igem Ethanol entnommen und in eine Petrischale überführt. Diese wurde zuvor mit 6%igem KOH gefüllt. Die Sandmücken blieben für 3 Stunden in der Lösung. Die KOH-Lösung mazeriert den Chitinpanzer der Sandmücke, der dadurch weicher wurde und löst die Haare der Mücke ab.

Danach wurde die KOH-Lösung mit einer Pipette oder einer Insulinspritze vorsichtig abgenommen.

Im nächsten Schritt erfolgten sechs Waschungen der Sandmücken mit destilliertem Wasser. Dazu wurde ausreichend Wasser in die Petrischale eingefüllt und dieses nach 15 Minuten wieder entnommen.

Als letzten Schritt wurden die Sandmücken mit Hoyer-Lösung einzeln eingedeckelt.

Sollte ein Eindeckeln kurzfristig nicht möglich sein, können die Sandmücken in 99%tigem Ethanol länger aufbewahrt werden.

Die Hoyer-Lösung besteht aus 50 ml Aqua dest., 50 g Chloralhydrat, 20 ml Glycerin, 30 g Gummicum arabicum. Im Wasserbad wurden die Zutaten bei 80°C aufgelöst und anschließend auf Raumtemperatur abgekühlt.

## **2.5 Bestimmung der griechischen und deutschen Phlebotomen**

Die Bestimmung der Sandmücken wurde nach „LES PHLEBOTOMES DE GRECE“ von Par N. Leger, B. Pesson durchgeführt. Die griechischen Sandmücken kamen aus ganz Griechenland von der Universität Thessaloniki, die deutschen Sandmücken aus Baden-Württemberg.

Die einfachsten Unterscheidungen findet man zwischen den Genera Phlebotomus und Sergentomyia. Sergentomyia sind eher kleine dunklere und robustere Sandmücken, die an Reptilien saugen. Ihr auffälligstes Merkmal ist die Bezaehlung des Cibarium.

Bei den Phlebotomen unterscheidet man nach folgenden morphologischen Merkmalen.

Bei den Männchen wurde nach artspezifischen Merkmalen gesucht, die dann zur Artfindung führten. Entscheidend waren dafür die Länge des Coxit und Stylus, die Anzahl und die Anordnung der auf dem Stylus sitzenden Dorne, sowie die Anzahl und Anordnung der auf dem Coxit sitzenden Haare.

Bei den Weibchen wurde ebenfalls nach artspezifischen Merkmalen gesucht, der Anzahl der Ringe auf der Spermatheke und der Bezaehlung des Pharynx

## **2.6 Arbeiten mit ArcGis9**

Geographische Informationssysteme haben die Aufgaben der Speicherung, Aufbereitung, Analyse und Darstellung von Informationen unter Berücksichtigung ihrer erdräumlichen Lage- und Verbreitungsrelationen



Gearbeitet wurde mit Komponenten des ArcView aus ArcGis9. Dabei diente ArcMap als Arbeitsoberfläche zur Darstellung und Analyse von Daten und für die Durchführung der meisten GIS Operationen. Des Weiteren wurde ArcCatalog verwendet fürs Management von Geoinformationen, dem Suchen und Anzeigen von Daten, sowie dem Lesen und Erzeugen von Metadaten. Die dritte Komponente war die ArcToolbox, in der sich eine Sammlung von Werkzeugen und Assistenten für die Arbeit in ArcMap befinden, z.B. für die Datenkonvertierungen und Geoprocessing. Andere Programme wie der Spatial Analyst zur Rasterdatenverarbeitung, Reklassifikation, der Geostatistical Analyst zur statistischen Auswertung, der 3D-Analyst für die Analyse und Visualisierung von Oberflächendaten, sowie ArcPress zum Drucken, Plotten, und Exportieren sind Erweiterungen der Funktionalität für Spezialaufgaben.

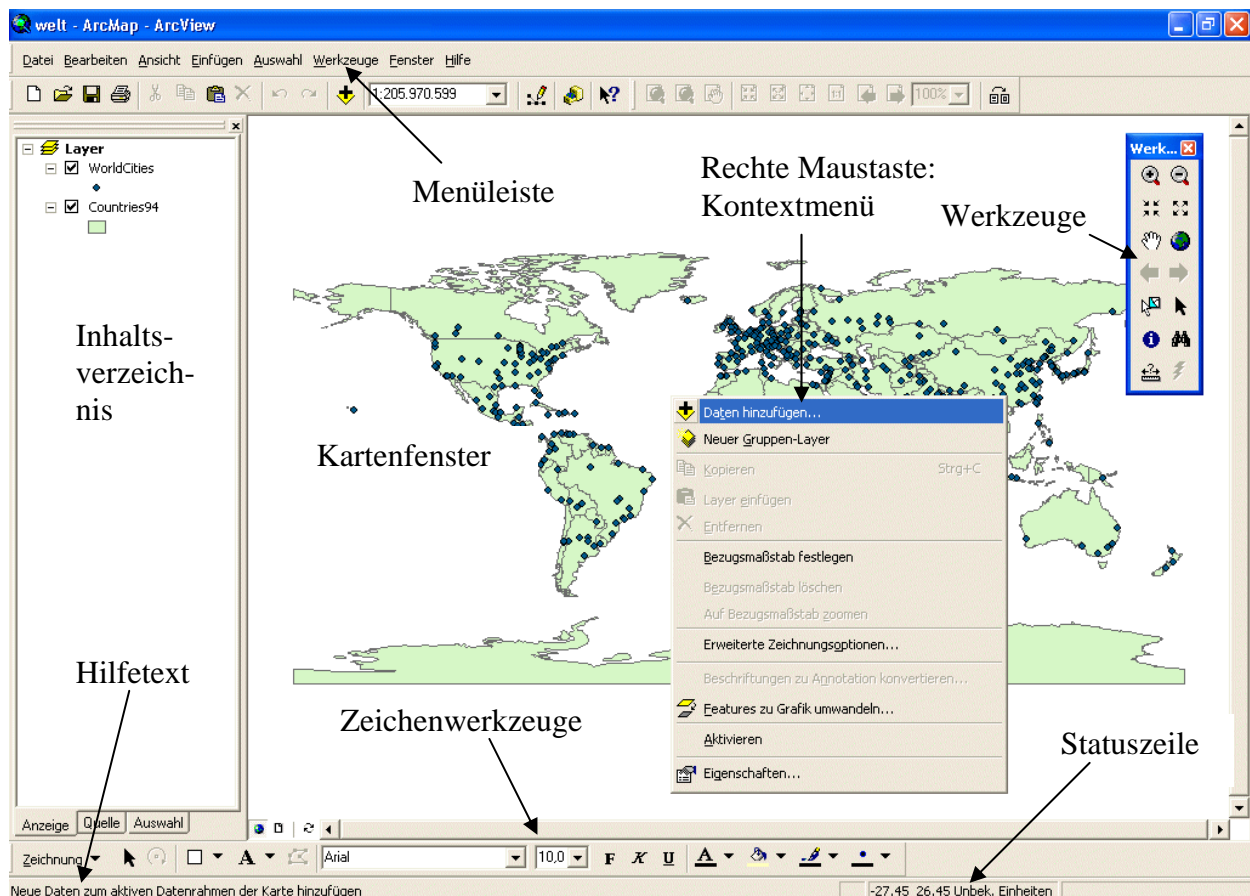


Abbildung 26 ArcMap Oberfläche

Die Philosophie von ArcGis beruht auf folgende Annahmen. ArcGis ist ein hybrides GIS, bestehend aus Raster- und Vektordaten. Es können von ArcGis unterschiedliche GIS-Datenmodelle unterstützt werden, es können Vektordaten, Rasterdaten, Tabellendaten u.a. gleichzeitig verarbeitet werden. Die Speicherung der Geodaten erfolgt entweder als

Dateisystem oder in einem objekt-relationaler DB (RDBMS) = (Personal) Geodatabase, welches in Zukunft auch der vorherrschende Speichertyp sein wird. Dabei speichert ein Hauptdokument (=Kartendokument \*.mxd) alle Verweise auf die Geodaten, sowie alle Einstellungen, Anzeigeneigenschaften, Menüstruktur, aktuelle Kartenansicht etc. Diese zweite Speicherform wurde auch hier gewählt.

## 3 Ergebnisse

### Fanggebiete und Untersuchungszeitraum

Die Untersuchungen fanden in der Zeit vom 12.07.2003 bis 16.08.2003 und vom 05.08.2004 bis 19.08.2004 statt. In dieser Zeit konnten 66 Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen werden.

Dazu wurde in 3 Fanggebieten gefangen. Der Bauernhof in Bremgarten war der einzige schon bekannt positive Standort. Die Hauptfangversuche wurden in Obereggenen im Kreis Schlingen, Baden-Württemberg durchgeführt. Dazu wurden an unterschiedlichen Stellen im Dorf leicht modifizierte Lichtfallen vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“ aufgestellt.

Von den 66 gefangenen Sandmücken kamen 62 aus Obereggenen. Der tiefste Standort im Dorf lag bei 345 m NN und der höchste Standort bei 361 m NN. Keiner der beiden genannten Standorte war positiv.

### Fangmethoden

#### Fänge mit der Lichtfalle vom Typ „CDC Miniature Light Trap 512“

Für die Fänge wurden ausschließlich die modifizierten Lichtfallen benutzt. Wie schon in Kapitel 2 Material und Methoden beschrieben, sind diese Fallen sehr anwenderfreundlich und leicht zu handhaben. Auch nicht geübte Personen sind in der Lage, innerhalb kürzester Zeit das Aufstellen und Überwachen von Lichtfallen dieser Bauart zu erlernen und anzuwenden.

Die Stromversorgung über die Motorradakkus war ebenfalls sehr einfach. Auf den Campingplätzen konnten dafür die Stromanschlüsse benutzt werden. Ebenso wurden von Privatpersonen aus dem Dorf Stromanschlüsse zur Verfügung gestellt. Dies war vor allem 2004 von Vorteil, weil es im Fangzeitraum häufiger gestürmt und geregnet hat. Die Motorradakkus konnten so in geschützten Räumen ohne Gefahr eines Kurzschlusses aufgeladen werden.

Nach dem bisherigen Wissenstand orientieren sich Sandmücken optisch und reagieren auf Licht im Wellenlängenbereich von gelb-orange, dem von herkömmlichen Glühbirnen. Um

einen Effekt auf unterschiedliche Lichtquellen zu untersuchen, wurden Lichtquellen mit unterschiedlichen Wellenlängen ausprobiert. Es standen normale Glühbirnen, monochromatische Multichip-LED`s mit rotem und gelbem Licht und Schwarzlicht zur Verfügung.

2003 wurde im Zeitraum vom 13.08. bis 16.08. an 7 verschiedenen Standorten im Dorf Obereggenen Lichtfallen aufgestellt. In diesem Zeitraum wurden 9 Sandmücken gefangen, davon zwei Sandmücken mit einer Lichtfalle, die einen roten LED-Chip hatte, zwei Sandmücken mit einer Lichtfalle, die einen gelben LED-Chip hatte und fünf Sandmücken mit Lichtfallen, die eine herkömmliche Glühbirne als Lichtquelle hatte.

Daraus ergab sich ein Verhältnis von 22,22 (Rot) : 22,22 (Gelb) : 55,55 (Glühlampe). Mit der Schwarzlichtlampe konnten keine Sandmücken gefangen, obwohl diese Lampe an allen vier Tagen im zweitstärksten Fanggebiet aufgehängt wurde.

## **Ölpapier**

Die Ölpapierfallen wurden am 14.08.2003 abends in Obereggenen in der Scheune der Familie Sanio ausgelegt. Dazu wurde der Boden der Scheune fast vollständig mit ungefähr 100 Ölpapier-Bodenfallen bedeckt. Zusätzlich wurden noch offen stehende Geräte und Gegenstände mit einem maximalen Abstand von 1 m zum Boden mit Ölpapierfallen ausgelegt. Das Auslegen der Papiere war unproblematisch. Mit dieser Methode konnten hier keine Sandmücken gefangen werden. Die ausgelegten Papiere waren am nächsten Morgen mit Sand, kleineren Steinchen und Sand völlig verschmutzt. Dadurch wurde die Suche nach Sandmücken auf dem Papier stark erschwert. Auch war der Transport der Papiere zu einem anderen Standort problematisch, weil die Papiere nicht aufeinander liegen sollten.

## **Beschreibung der positiven Standorte**

Für die Untersuchung wurde an neun Standorten gesucht, davon waren acht Standorte in Baden-Württemberg und wiederum sieben Standorte im Dorf Obereggenen. Alle neun Standorte waren innerdörflich.

### Scheune, bzw. Gehöft der Familie Lämmle



**Abbildung 27 : Foto vom Hof der Eheleute Lämmle mit den großen blühenden Oleandern**

Das Gehöft der Familie Lämmle ist ein alter Bauernhof. Die Eheleute betreiben einen Wein- und Obstanbau auf den umliegenden Feldern. Zu dem Hof gehören ein Wohnhaus, ein leerstehender Kuhstall und eine zweigeteilte Scheune. Die Scheune der Familie Lämmle war mit einer der erfolgreichsten Standorte in Obereggenen.

Der Kuhstall war leer und unbenutzt. Der linke Anteil der Scheune war direkt mit dem alten Kuhstall verbunden. Dort wurden die leeren Kunststoffbehälter für die Weinlese gelagert, die nur einmal im Jahr im Spätsommer herausgeholt wurden. Zudem befanden sich dort noch weitere Geräte für den Wein- und Obstanbau. Rechts daneben war der feste Abstellplatz für den hofeigenen Traktor. Auf der rechten Seite befanden sich weitere Gerätschaften, die auch nur einmal im Jahr genutzt wurden, sowie Spritz- und Düngemittel. Die Scheune war vor allem im hinteren Teil mit den unterschiedlichsten Gegenständen zugestellt und unzugänglich. Der Boden der Scheune war nur schwierig über eine zugestellte Treppe oder eine einfache Leiter zu erreichen. Der rechte Teil der Scheune war fast nicht mehr zugänglich, da dort ölgeschmierte Geräte und weitere Hilfsmittel für die Arbeiten auf dem Hof eingelagert wurden. Ölgeschmiert bedeutet, dass die Geräte mit Schmierfett oder altem Öl eingefettet werden, bevor der Bauer sie eingelagert. Damit wird ein Ansetzen von Rost verhindert, weil bis zum nächsten Gebrauch des Geräts ein Jahr vergehen kann. Im äußersten rechten Teil der Scheune war eine Grube. Das aufliegende Holz zur Abdeckung der Grube war zum Teil etwas

morsch. Zu den eingefetteten Geräten und weiteren eingelagerten Gegenständen gehörten auch etliche Behälter mit Insektiziden und Pestiziden. Der Boden der gesamten Scheune war gepflastert. In 2003/2004 wurde der äußerst rechte Teil der Scheune saniert und zu einer Werkstatt umgebaut. Dazu wurde die Grube zugeschüttet und der Boden betoniert. Eine Mauer trennt diesen Teil von dem Rest der Scheune. Trotzdem gab es auf dem Hof viele weitere Stellen, die geschützt waren vor einer allzu starken Begehung durch den Menschen, weil dort Gegenstände auf lange Sicht eingelagert wurden. Der Boden der restlichen Scheune bestand aus einem festgetretenem Sand-/Lehmboden. Hinter dem Hof verlief ein kleiner Bach.



**Abbildung 28: Foto des linken Teils der Scheune**

2003 wurden in Obereggenen 43 Sandmücken gefangen werden, davon kamen 18 Sandmücken aus der Scheune der Eheleute Lämmle gefangen. Von den 18 Sandmücken wurden 12 Sandmücken im linken Teil der Scheune und 6 Sandmücken im rechten Teil der Scheune gefangen. Hier wurden 42% der 2003 in Obereggenen gefangenen Sandmücken gefangen. Im Vergleich der beiden Teilbereiche wurden 67% aus der linken Scheune und 33% aus der rechten Scheune gefangen.

15 weibliche Sandmücken und 3 männliche Sandmücken wurden gefangen. Daraus ergab sich ein Geschlechterverhältnis von 83 (f) : 17 (m) für den Standort Lämmle.

2004 wurden 23 Sandmücken gefangen, davon wurden 19 Sandmücken in Obereggenen gefangen und davon wieder 5 Sandmücken in der Scheune der Eheleute Lämmle. 4 Sandmücken wurden in der linken Scheune und 1 Sandmücke wurde aus der rechten Scheune gefangen. 22% aller in 2004 gefangenen Sandmücken kamen aus der Scheune der Eheleute Lämmle. Davon wurden 80% (= 4 Sandmücken) in der linken Scheune und 20% (= 1

Sandmücke) in der rechten Scheune gefangen. Von den 5 Sandmücken waren 3 Weibchen und 2 Männchen, das ergab ein Geschlechterverhältnis von 60 :40.

Im Sommer, bzw. im Spätsommer waren die Enkelkinder der Eheleute Lämmle für mehrere Wochen zu Besuch. Dabei war dann auch der dazugehörige Mischlingshund. Zum Hof gehörte noch eine Katze, sowie Fledermäuse, die in den Stallungen wohnten und frei lebende Tier, die aus den nahe gelegenen Feldern und Gärten ins Dorf kamen, wie z.B. Feldmäuse und Igel.

### 3.3.2 Scheune der Familie Sanio (2003), bzw. Familie Heck (2004)



**Abbildung 29: Hof der Familien Sanio/Heck**

Ein weiterer etwas tiefer gelegener ehemaliger Bauernhof gehörte den Eheleuten Lämmle. Dieser Hof bestand aus einem vermieteten Wohngebäude mit Hof und Wirtschaftsgebäuden und einer großen ungenutzten Scheune. 2003 lebte dort noch die Familie Sanio. Der Mieter war Mitarbeiter des örtlichen Höhlenkatasteramts und kümmerte sich in den umliegenden Höhlen um die dort vorhandenen Fledermäuse. Die große Scheune wurde von den Mietern nicht genutzt, weder 2003 noch 2004. Der Mieter Sanio nutzte die meisten Wirtschaftsräume auf dem Hof nicht oder nur selten. Die Scheune war in Fachwerkbauweise gebaut mit Stützbalken und lehmverputzte Kassetten. Die dazugehörigen Tore waren aus Holz, das hintere Tor war schon etwas baufällig und konnte nur mit Mühe geöffnet und geschlossen werden. Der linke Teil der Scheune war abgetrennt und saniert. Der Betonboden und die ausgebesserten Wände unterschieden sich sehr von den anderen Teilen der Scheune. Die

anderen Teile der Scheune waren unbenutzt, ebenso der über eine Holzterappe erreichbare Boden der Scheune. Im hinteren Teil der Scheune stand ein alter Heuwender und davor einen alten baufälligen, langen niedrigen Anhänger aus Holz. Dieser Anhänger unterteilte die vordere von der hinteren Hälfte der Scheune. Man musste über ihn klettern um in den hinteren Bereich zu gelangen. Der hintere Teil war der wesentlich weniger bis gar nicht genutzte Teil der Scheune. Das etwas baufällige Tor sorgte für eine regelmäßige Belüftung. Draußen hinter dem Tor standen einige Obstbäume. Der gestampfte Boden war zum Teil sehr locker und feinsandig. Über den Boden verstreut lag Laub und Stroh. In den kleinen Nischen und Rissen der Wand und in dem an der hinteren Wand gelagerten Holz versteckten sich viele unterschiedliche Insekten und Feldmäuse. Der vordere rechte Teil wurde dominiert von einer Betonbodenplatte auf der Tanks standen, die für die Weinernte genutzt wurden. Ebenso standen dort noch weitere Utensilien für die Feldarbeit. In der Einfahrt der Scheune stand ein



**Abbildung 30 und 31 Fotos der Scheune zum Hof der Familien Sanio/Heck  
Abbildung 30 hinterer Anteil der Scheune, Abbildung 31 vorderer linker Anteil der Scheune**

großer Anhänger, der dort untergestellt war und der bei Bedarf immer wieder herausgeholt wurde. Auf der linken Seite vor der abgetrennten Kammer der Scheune befand sich eine Treppe, die auf den Boden der Scheune führte, der nur noch sehr selten genutzt wurden.

Direkt unter dem Ausgang zum Wohnhaus gab es eine kleine Unterstellkammer, die nicht benutzt wurde. Der Boden der Kammer bestand aus festgetretenem Lehm, auf dem Boden lag altes Stroh. Die Kammer war mit Besen, Brettern und anderen Gegenständen voll gestellt, die nicht oder nur sehr selten genutzt wurden. Weder in 2003 noch in 2004 konnten in der Abstellkammer Sandmücken gefangen werden.





**Abbildung 32 und 33 Fotos der kleinen Kammer unter dem Wohnhausaufgang der Familien Sanio/Heck**

Der Zustand der Scheune hatte sich seit 2003 nicht geändert, wohl aber die kleine Kammer, sowie der Hof. Die Kammer war gründlich aufgeräumt und gereinigt worden und wurde als Abstellkammer für unterschiedliche Geräte, wie Besen und Schaufel benutzt. Auch wurde der wesentlich mehr genutzt. Die Familie einschließlich eines Säuglings hielt sich ständig im Hof auf, auch wurde dort Besuch empfangen und bewirtschaftet. Zudem zeugte das kleine Laufstälchen des Säuglings für eine starke Nutzung des Hofes tagsüber, wie auch oft in den Abendstunden. Beim Auf- und Abbau der Lichtfallen hatte ich fast immer Kontakt mit der Familie. Im Vergleich dazu war die Familie Sanio in 2003 wesentlich mehr außer Haus, bzw. nutzten den Hof nur selten.

2003 konnten in dieser Scheune 14 Sandmücken von insgesamt 43 Sandmücken gefangen werden. Das ergab eine Fangrate von 33%.

Davon waren 10 Sandmücken Weibchen und 4 Männchen, daraus ergab sich ein Geschlechterverhältnis von 71 (f) : 29 (m).

2004 konnten in der Scheune der Familie Heck 14 Sandmücken gefangen werden. Damit wurden 61% aller in 2004 gefangenen Sandmücken in dieser Scheune gefangen. Für die nur in Obereggenen gefangenen Sandmücken ergab sich eine Fangrate von 74%.

Das Geschlechterverhältnis war 86 (f) : 14 (m).

An einer geschützten, aber offenen Stelle im Hof, wurden ebenfalls Lichtfallen aufgehängt.

2003 konnten dort im Freien in unmittelbarer Nähe zu den Wirtschaftsräumen 7 Sandmücken gefangen werden. Das ergab eine Fangrate von 16%.

Davon waren 5 Weibchen und 2 Männchen, daraus ergab sich ein Geschlechterverhältnis von 71 (f) : 29 (m).

Die Abstellkammer unterhalb der Treppe zum Wohnhaus wurde ebenfalls mit Lichtfallen ausgestattet, dort konnten keine Sandmücken gefangen werden. Die kleine Kammer war voll gestellt mit den unterschiedlichsten Gegenständen, sie wirkte wenig benutzt und unberührt. Weder in 2003 noch in 2004 wurden in der Kammer Sandmücken gefangen werden.

Insgesamt wurden in 2003 auf dem Hof der Familie Sanio 21 Sandmücken gefangen, davon waren 16 Weibchen und 5 Männchen, das ergab ein Geschlechterverhältnis von 76 (f) : 24 (m). und eine Fangrate von 49% für 2003 auf diesem Hof.

Bei dieser hohen Dichte an gefangenen Sandmücken liegt es nahe anzunehmen, dass sich dort ein Brutplatz befindet.

### **3.3.3 Das Gehöft in Bremgarten**

Auf diesem Hof in Bremgarten wurden 1999 die ersten Sandmücken in Deutschland gefangen. Der Standort war ein ehemaliger Schweine- und Hühnerstall, der immer noch als Hühnerstall genutzt wurde. Ansonsten wurde der Stall nur noch als Unterstand für Stroh genutzt. Die Hühner hatten einen eigenen Ausgang auf der Rückseite. Der Boden bestand aus einem sehr harten festgestampftem Lehm Boden. Im linken Teil des Stalles waren aber auch noch Reste eines gegossenen Betonbodens sichtbar, sowie die inzwischen eingerissenen Fundamente für die Schweinetröge. Ansonsten war der Stall übersät mit altem Stroh, das teilweise sehr alt war und verrottet war. Über eine Leiter konnte man auf den Heuboden gelangen. Die Mauern des Stalls waren sehr rissig und zum Teil nur grob verputzt. Das Scheunentor war aus Holzlatten gezimmert, zwischen den Latten waren größere Lücken. Der Stall war voller intakter Spinnenweben und auch nach Auskunft der Bäuerin wurde er nur noch für die Hühnerhaltung genutzt. Im vorderen Teil lag ein verwesender Igel, ebenso standen dort die Futternäpfe für die Hofkatzen. Eine Nutzung des Heubodens zum Einlagern

von Heu und Stroh war nicht mehr möglich, da dieser auf beiden Seiten zu auffällig war. Das dort noch liegende Heu und sonstige Gegenstände waren unberührt.



**Abbildung 34 Foto des Bauernhof in Bremgarten**

In diesem Stall in Bremgarten konnten 1999 zwei Sandmücken gefangen werden, ein Weibchen und ein Männchen. In 2001 konnten in diesem Stall, unter anderem auf dem Heuboden in ungefähr 5 m Höhe innerhalb drei Nächte je ein Weibchen gefangen werden. Das Gehöft in Bremgarten war der erste positive Fundort für Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* in Deutschland. Im Rahmen von Dreharbeiten für eine Dokumentation des ZDF, wurde an diesem Standort in der Nacht vom 05.08 zum 06.08.2004 nochmals Lichtfallen aufgestellt. In der Nacht wurden 4 Sandmücken gefangen, drei Weibchen und ein Männchen. Dies ergab ein Geschlechterverhältnis von 75 : 25.



**Abbildung 35 Foto mit Blick in die Scheune von Bremgarten**

### 3.3.4 Hotel Rebstock



**Abbildung 36: Foto der Scheune des Hotels Rebstock**

Die Scheune des Hotels Rebstock befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Wohnhaus des an Leishmaniose erkrankten Hund der Frau Ulla Moritz. Die Scheune ist auch ein Durchgang, der regelmäßig von den Hausbesitzern und den Gästen benutzt wird. Die Wand der Scheune besteht aus unbehandeltem Naturstein und der Boden ist gepflastert. In der Scheune des Hotels Rebstock wurde 2003 eine weibliche Sandmücke gefunden. Daraus ergab sich eine Fangrate von 2%. Die Scheune ist gepflegt und wird regelmäßig gekehrt. Trotzdem hat sie sich durch Gegenstände die dort abgestellt wurden und wenig genutzt werden ihren Charme als Scheune erhalten. Hinter der Scheune liegen Gärten, Felder und Wiesen.



**Abbildung 37 Foto im Inneren der Hotelscheune**

### 3.3.5 Scheune der Familie Räuber/Moritz

Die Scheune der Familie Moritz/Räuber und das zugehörige Wohnhaus befanden sich in unmittelbarer Nähe zum Wohnhaus des 2002 an Leishmaniose verstorbenen Hund. Während sich der Gasthof rechter Hand zum Haus der Frau Ulla Moritz befand, war die Scheune der Familie Moritz/Räuber links vom Wohnhaus der Frau Ulla Moritz zu finden. Die Scheune bestand aus groben Steinen und hatte einen festgetretenen Lehmfußboden. Sie wurde selten genutzt und enthielt viele auf lange Sicht abgestellte Gegenstände. Sie war in einem guten Zustand, das Dach hatte keine Schäden. Der vordere Bereich wurde von der Familie mehr genutzt als der Rest der Scheune. Im vorderen Teil wurden vor allem die Fahrräder der Familie abgestellt. Der Boden der Scheune war über eine noch nicht sehr alte Holzterrasse zu erreichen. Das Gebäude lag mitten im Dorf, in unmittelbarer Nähe befand sich der Dorfbrunnen.

In der Scheune der Familie Moritz/Räuber wurden 2003 drei Sandmücken gefangen, zwei weibliche und eine männliche Sandmücke. Das Geschlechterverhältnis war 67 : 33.

Die Fangquote für 2003 betrug damit 7% in der Scheune der Familie Moritz/Räuber.

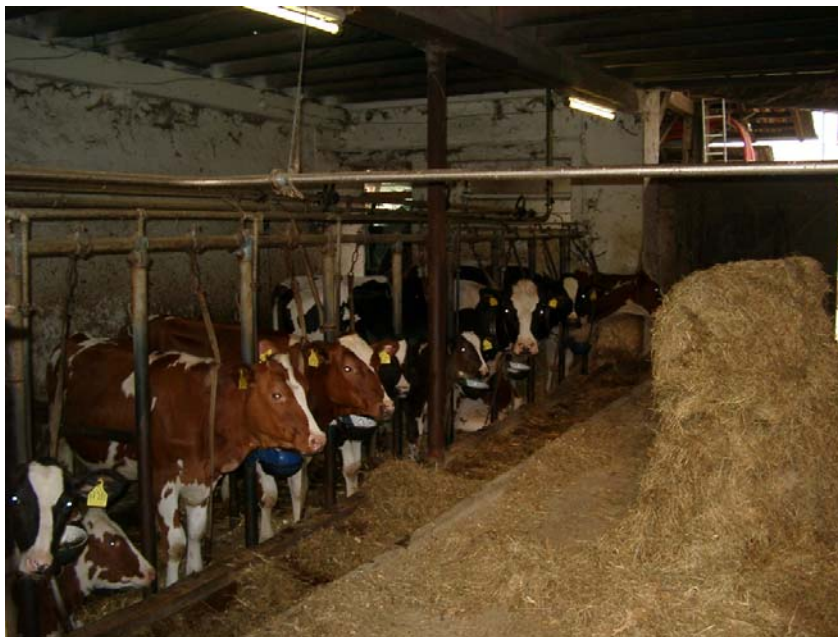


**Abbildung 38 Foto der Scheune  
Räuber/Moritz**

### **3.4 Beschreibung der Standorte an denen keine Sandmücken gefangen wurden, sowie das dörfliche Umfeld**

#### **3.4.1 Der Bauernhof des Bauern Brucker**

Der Hof von Bauer Brucker war ein Vollzeitbetrieb mit Milchvieh, Rinderzucht und Landwirtschaft bzw. Obstanbau. Der Hof lag in direkter Nachbarschaft zum Wohnhaus des an Leishmaniose erkrankten Hundes. Der Hof war der am höchsten liegende Standort. Die Koordinaten des Hofes waren N 47°45'23,2" und E 007°38'48,5" in einer Höhe von 361 m über NN. Hier wurden an den Lichtfallen verschiedene LED`s ausprobiert, auch wurde hier an vielen verschiedenen Standorten, im Kuhstall, außerhalb des Stalls und bei den Rindern Lichtfallen aufgehängt. Das morgendliche und abendliche Füttern und Melken der Kühe brachte immer wieder Unruhe in den Stall. Es gab aber auch kleine Ecken und Nischen, die



**Abbildung 39 Foto des bewirtschafteten Kuhstalls**

kaum genutzt wurden. Die Stellen außerhalb des Kuhstalls an denen die Fallen aufgestellt wurden, waren geschützt von Wind und Regen. Dort lag viel altes verrottendes Stroh. Der Boden bestand im Stallbereich aus Beton. Der Vorhof war gepflastert. Nach hinten heraus zu den Rinderställen war der Boden nur festgetreten, dort fingen die Wiesen und Obstgärten an. Auf dem Bauernhof wurden keine Sandmücken gefangen.



**Abbildung 40** Foto eines Verschlags hinter dem Kuhstall

### **3.4.2 Schuppen von Frau Räuber**



**Abbildung 41** Foto des Gartenschuppens der Frau Räuber

Der Schuppen der Frau Räuber befand sich ganz am Dorfrand von Obereggenen nach Niedereggen. Hier war der tiefste Punkt an dem Lichtfallen aufgestellt wurden. Die Koordinaten für den Schuppen lauten N 47°45'22,9" und E 007°38'31,8" bei einer Höhe von 345 m über NN. Das Wohnhaus lag direkt am Dorfrand. Der Hauseingang lag an einem Feldweg. Direkt an das Haus, den Garten und den Schuppen grenzten bewirtschafteten Felder und Wiesen. Der Garten war naturbelassen und der Schuppen diente als Unterstellplatz für

Gartengeräte und Feuerholz. Der Schuppen war aus Holz gebaut, aber mit Mauersteinen stabilisiert. Der Boden bestand aus einem sandigen Lehm Boden. Er wurde regelmäßig genutzt, da dort auch die Gießkanne und der Schlauch für das Wässern der Gartenpflanzen und Blumen lagerten. Das Dach war dicht. Aufgrund der zum Teil recht großen Ritzen in den Wänden war es dort je nach Windrichtung wesentlich zugiger als in den bisher besprochenen Fangorten.

An diesem Standort wurden keine Sandmücken gefangen werden.

### **3.4.3 Scheune der Familie Zanger**

Der große Hof wurde von der Familie alleine genutzt. Die große Scheune bestehend aus Naturstein und einem zum Teil neuen Betonboden war sehr gepflegt und aufgeräumt. Genutzt wurde die Scheune in regelmäßigen Abständen als Unterstellplatz und als Garage, das Dach der Scheune war neu gedeckt. Die sehr große, gepflegte Scheune, hatte ein neues Dach, war winddicht und beherbergte einige Fledermäuse. Der Boden war zum Teil befestigt worden. Im Hof selber hielten die Eigentümer indische Laufgänse und Katzen. Die Scheune hatte die Koordinaten N 47°45'28,8" und E 007°38'45,5" in einer Höhe von 350 m über NN.

In der Scheune der Familie Zanger wurden keine Sandmücken gefangen.



**Abbildung 42 Die Haustiere der Familie Zanger im Vordergrund der Scheune**



### 3.4.4 Das Dorf und die Umgebung



**Abbildung 43 Foto des Landwirtschaftswegs aus dem Dorf Obereggenen hinaus**  
Hinter dem Haus von Frau Räuber aufgenommen

Das Dorf bestand aus privaten Häusern, vielen Gehöften auf denen noch Obst- und Weinanbau betrieben wurde. Die meisten dieser Gehöfte hatten vor dem Gebäude kleine unbeaufsichtigte Verkaufsstände, mit Obst, Gemüse und selbstgebranntem Schnaps. Oft hatten die Gehöfte auch kleinere Privatpensionen oder Zimmervermietungen für die Touristen. Zudem gab es im Ort noch eine Gaststätte bzw. Hotel mit Restaurant und einen bewirtschafteten Bauernhof mit Milchwirtschaft. In der Mitte des Dorfkerns gab es einen Dorfbrunnen, der von der Dorfjugend gerne zur Erfrischung genutzt wurde. Das Dorf ist umgeben von Feldern, Wiesen und Wald. Die Landschaft ist hügelig und bei Radsportlern wegen der Tal- und Bergabfahrten beliebt.

Flora und Fauna entsprechen eher einem mediterranen Klima, als einem typisch deutschen Klima. Daher sind in den Sandmücken positiven Gebieten viele mediterrane Pflanzen anzutreffen (SCHÄFER & WITTMANN, 1966). Auf dem Hof der Familie Sanio/Heck wächst in den Ritzen zwischen den Pflastersteinen, eine Dickblattgewächs der Familie Crassulaceae, die Fetthenne. Der Anbau von Wein, Tabak und Zucchini ist ein weiterer Hinweis auf ein sehr mildes Klima. Am Wegrand kann man auch häufig wild wachsende Oleander, Agaven, Zitrusfrüchte und kleine Palmen sehen. Diese nicht in großen Kübeln

gepflanzten Pflanzen scheinen gut dort gut zu überwintern. Sie werden auch von den jeweiligen Stadtverwaltungen gerne für die Begrünung von Kreiseln oder anderer markanterer Punkte in und nahe der Orte genommen. Auch ist die Anwesenheit der südeuropäischen Bänderspinne *Argiope bruennichi* in den Ställen, Schuppen und Scheunen ein wichtiger Hinweis für das milde Klima.



**Abbildung 44: Umgebung von Obereggenen**

**2003**

12.07.2003	11 Sandmücken	25,5%
02.08.2003	11 Sandmücken	25,5%
09.08.2003	12 Sandmücken	28%
13.08.2003	1 Sandmücke	2%
14.08.2003	5 Sandmücken	12%
15.08.2003	1 Sandmücke	2%
16.08.2003	2 Sandmücken	5%
	43 Sandmücken	

**Tabelle 2: Tägliche Fangrate für 2003**

Fangort	Anzahl	Weibchen	Männchen	Geschlechterverhältnis	%-Anteil
Rebstock	1	1	0	100% : 0%	2%
Räuber	3	2	1	67% : 33%	7%
Lämmle	18	15	3	83% : 17%	42%
Sanio	21	16	5	76% : 24%	47%
	43	34	9	79% : 21%	

**Tabelle 3 : 2003 gefangene Phlebotomen der Art *Phlebotomus mascittii*****2004**

05.08.2004	12 Sandmücken	52%
11.08.2004	2 Sandmücken	9%
18.08.2004	4 Sandmücken	17%
19.08.2004	5 Sandmücken	22%
	23 Sandmücken	

**Tabelle 4: Tägliche Fangrate für 2004**

Fangort	Anzahl	Weibchen	Männchen	Geschlechterverhältnis	%-Anteil
Lämmle	5	3	2	60% : 40%	26%
Heck	14	12	2	86% : 14%	74%
	19	15	4	79% : 21%	

**Tabelle 5 : 2004 in Obereggenen gefangene Phlebotomen**

Fangort	Anzahl	Weibchen	Männchen	Geschlechterverhältnis	% Anteil
Lämmle	5	3	2	60% : 40%	22%
Heck	14	12	2	86% : 14%	61%
Bremgarten	4	3	1	75% : 25%	17%
	23	18	5	78% : 22%	

**Tabelle 6: 2004 gefangene Phlebotomen der Art *Phlebotomus mascittii***

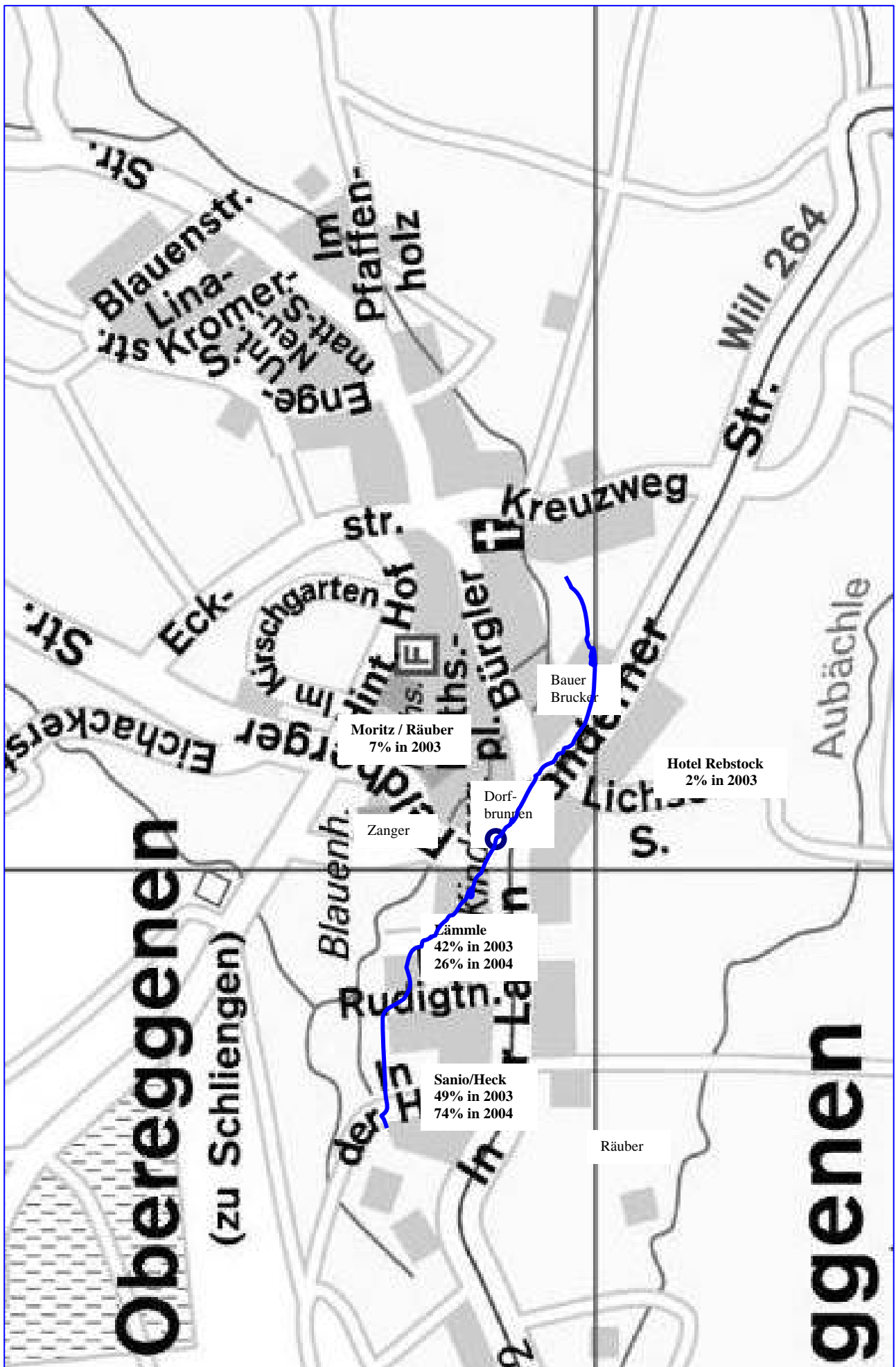


Abbildung 45: Falk-Karte von Obereggenen

### 3.5 Verhalten, Saisondynamik und Tagesdynamik von *Phlebotomus mascittii*

Die Sandmückenart *Phlebotomus mascittii* wurde erstmals für Italien, Rom innerstädtisch beschrieben (GRASSI, 1908). Er fand dort eine weibliche und eine männliche Sandmücke. *Phlebotomus mascittii* ist anthropophil. In Obereggenen konnten immer wieder Dorfbewohner mit einer Stichreaktion auf Sandmücken, der Harara, beobachtet werden. Zudem erzählten einige der Dorfbewohner von weiteren Beispielen aus ihrer Familie und ihrem Bekanntenkreis.

Für die Untersuchungen zum Vorkommen von Sandmücken in Obereggenen, wurde ein Zeitraum von Anfang Juli bis ungefähr Ende August vorgegeben. Diese grobe Planung wurde durch den extrem trockenen Sommer in 2003 und den stürmischen, regnerischen Sommer in 2004 stark beeinflusst.

Die Temperaturangaben, Windstärken, Sonnenstunden und Niederschlagsmengen wurden selber gemessen oder beim Deutschen Wetterdienst erfragt.

Der ersten Fangversuch für Obereggenen erfolgten am 12.07.2003. Der Tag war niederschlagsfrei und hatte eine mittlere Temperatur von 20,6°C, die niedrigste Temperatur war 15,6 °C, die höchste Temperatur war 25,8°C. Die maximale Windgeschwindigkeit lag bei 34,2 km/h. Der Tag hatte 9,5 Sonnenstunden. An diesem Tag konnten 11 Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen werden.

An den folgenden Tagen stieg die Temperatur stetig an und erreichte Temperaturen weit über 30°C. Hinzu kam eine große Trockenheit und damit verbunden eine Wasserknappheit.

Am 02.08.2003 erfolgten die nächsten Fangversuche in Obereggenen. Die Temperaturen stiegen weiter an. Die mittlere Temperatur war 24,6°C, die niedrigste Temperatur 15,5°C und die höchste Temperatur war 31,9°C. Die maximale Windgeschwindigkeit lag bei 21,2 km/h und es gab es 13,1 Sonnenstunden. An diesem Tag wurden wiederum 11 Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* gefangen.

Am 08.08.2003 wurden 40,3°C in Perl-Nenning im Saarland gemessen (private Wetterdienstes Meteomedia von Jörg Kachelmann). In der Nacht zum Freitag wurden 26,7°C

als höchstes je gemessenes Minimum auf dem Weinbiet in Rheinland-Pfalz registriert. Durch die Trockenheit sanken die Flusspegel in Deutschland stetig.

Die nächsten Fangversuche erfolgten in der Zeit vom 09.08.2003 bis 16.08.2003. Am 09.08.2003 war die mittlere Temperatur 27,4° C, die niedrigste Temperatur 18,4°C und die höchste Temperatur 36,7° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 46,1 km/h. Der Tag hatte 10,9 Sonnenstunden. Am 09.08.2003 wurden 12 Sandmücken der Art *Plebotomus mascittii* in Obereggenen gefangen.

Mittwoch, der 13.08.2003 war wieder ein sehr heißer Tag. Am Abend kam es zu einem Hitzegewitter, das aber keine Abkühlung brachte. Am Abend um 22:50 Uhr waren es noch 25°C. Die mittlere Temperatur lag bei 28,5°C, die niedrigste Temperatur bei 17,0°C und die höchste bei 28,5° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 46,1 km/h. Der Tag hatte 10,8 Sonnenstunden. An diesem Tag wurde eine Sandmücke gefangen.

Am Donnerstag, den 14.08.2003, war der Vormittag bewölkt. Dann wurde es zum Nachmittag hin immer sonniger und schwüler. Um 19:30 waren es 25°C im Schatten. Die mittlere Temperatur lag bei 24,9°C, die niedrigste Temperatur bei 18,4°C und die höchste bei 31,9° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 38,9 km/h. Der Tag hatte 3,4 Sonnenstunden. Es konnten an diesem Tag 5 Sandmücken gefangen werden.

Am Freitag, den 15.08.2003, war der Vormittag bedeckt, es kam immer wieder zu Donnerentladungen, keine Blitze, auch regnete nicht. Der Nachmittag war bedeckt, aber die Sonne kam immer weiter durch und es wurde immer schwüler. Am frühen Abend um 18:30 Uhr waren es 28° C. Die mittlere Temperatur lag bei 19,9°C, die niedrigste Temperatur bei 15,7°C und die höchste bei 24,7° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 29,5 km/h. Der Tag hatte 7,4 Sonnenstunden. Der Fangerfolg nahm immer weiter ab, an diesem Tag konnte nur eine einzelne Sandmücke in Obereggenen gefangen werden.

Am Samstag, den 16.08.2003 erfolgte der letzte Fangversuch für 2003. Der Tag wurde innerhalb kürzester Zeit immer heißer bis zu 30°C im Schatten. Die mittlere Temperatur lag bei 21,5° C, die niedrigste Temperatur bei 13,2° C und die höchste bei 28,5° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 25,6 km/h. Der Tag hatte 11,8 Sonnenstunden. Es wurden an diesem Tag zwei Sandmücken gefangen werden.

Im weiteren Verlauf des Sommer 2003 kam es zu extremer Trockenheit, die nicht durch Niederschläge gemildert wurde. Es regnete im Vergleich, zu dem vorhergegangenen Sommer weniger. Das Hoch "Quinta" sorgte Mitte September für täglich sonniges Wetter. Auch der drauffolgende Winter brachte nicht genügend Niederschläge um die Trockenheit im Sommer 2003 auszugleichen. Daher startete das Frühjahr 2004 mit einem Niederschlagsdefizit.

Der Sommer 2004 war wechselhaft und deutlich zu kühl, dazu war er auch häufig sehr windig. Ende Juni und Anfang Juli gab es schwere Gewitter. Am 08.07.2004 kam es in Süddeutschland es zu Stürmen mit sehr hohen Geschwindigkeiten.

In diesem Sommer erfolgten weitere Fangversuche in der Zeit vom 05.08.2004 bis 19.08.2004 in Obereggenen gestartet.

Am 05.08.2004 wurde in Bremgarten und in Obereggenen gefangen. An dem schon als positiv bekannten Standort wurden im Rahmen einer Fernsehdokumentation für das ZDF Lichtfallen aufgestellt. Die mittlere Temperatur lag bei 23,8° C, die niedrigste Temperatur bei 15,8° C und die höchste bei 30,6° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 34,9 km/h. Der Tag hatte 12,1 Sonnenstunden. An diesem Tag wurden insgesamt 12 Sandmücken gefangen, davon waren 4 Sandmücken aus Bremgarten

Am 11.08.2004 lag die mittlere Temperatur lag bei 21,8° C, die niedrigste Temperatur bei 17,7° C und die höchste bei 26,8° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 24,8 km/h. Der Tag hatte 4,4 Sonnenstunden. An diesem Tag wurden 2 Sandmücken gefangen.

Am 12.08.2004 zogen schon in den frühen Morgenstunden dicke Wolken auf. Dann setzte lang anhaltender Regen ein, der schließlich von einer starken Bewölkung abgelöst wurde. Zum Nachmittag hin setzte erneut Regen ein, der immer stärker wurde. Zu diesem Zeitpunkt drehte sich in ganz Deutschland die Wetterlage. Sturmböen erreichten Windgeschwindigkeiten von bis zu 135 Kilometern pro Stunde. Vor allem der Süden und der Westen Deutschlands waren betroffen. Das Unwetter war von einem ungewöhnlich kräftigen Temperatursturz von bis zu 18 Kelvin begleitet.

Die nächsten Fangversuche erfolgten am 18.08.2004 und 19.08.2004. Das Wetter hatte sich wieder etwas beruhigt und es gab ein paar sonnige Tage, die Temperatur stieg wieder an.

Der 18.08.2004 war ein sonniger und warmer Tag. Die mittlere Temperatur lag bei 22,2° C, die niedrigste Temperatur bei 15,5° C und die höchste bei 29,5° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 50,0 km/h. Der Tag hatte 8,3 Sonnenstunden. Mit den Lichtfallen konnten 4 Sandmücken gefangen werden.

In der Nacht zum 19.08.2004 fiel die Temperatur wieder.

Am 19.08.2004 wurde kühlte sich das Wetter ab. Die mittlere Temperatur lag bei 18,2°C, die niedrigste Temperatur bei 15,6° C und die höchste bei 20,3° C. Die maximale Windgeschwindigkeit betrug 27,4 km/h. In der Nacht zum 20.08.2004 wurden 5 Sandmücken gefangen.

Am Vormittag des 20.08. drehte sich das Wetter wieder und es kam erneut zu starken Niederschlägen, Sturmböen und die Temperatur fiel weiter.

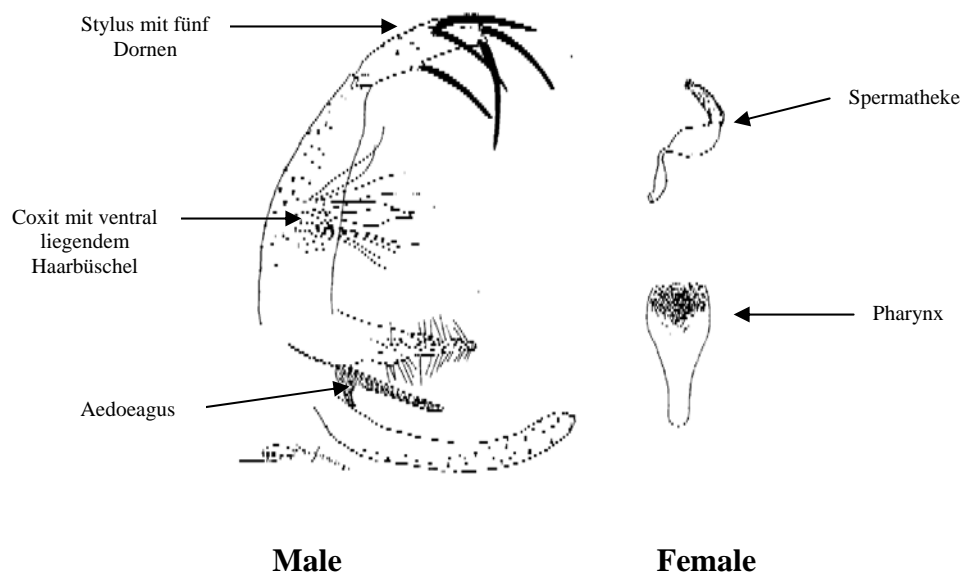
### **3.6 Morphologie von *Phlebotomus mascittii***

*Phlebotomus mascittii* ist von einer hellen Färbung, sandfarben. Sie ist im Vergleich zu den anderen Sandmücken kleiner.

Nach Leger sind folgende Kriterien wichtig für die Bestimmung von *Phlebotomus mascittii*. Die Männchen tragen einen Stylus mit fünf langen Dornen, davon sind zwei apikal angeordnet und drei mittig. Die Coxite trägt ein Büschel borstiger Haare in der Mitte auf der ventralen Seite. Der Aedoeagus läuft spitz zu und seine Spitze, an der die Spermaröhre austritt, ist gerundet.

Bei den Weibchen haben die Spermatheken am vorderen Ende einen Kopf mit einem kurzen Hals und tragen an ihren Enden eine unregelmäßige Streifung. Weiter in der Mitte sind sie stark ausdehnt, bevor sie eng und zylindrisch in der Furca auslaufen. Die Bezeichnung des Pharynx reicht herunter bis zu seiner Hälfte, wo sie sich zur Mitte hin verjüngt.





**Abbildung 46: *Phlebotomus mascittii***  
Grassi, 1908

### 3.7 Die Haltung und der Transport der Phlebotomen

Die lebend gefangene weibliche Sandmücke konnte ohne große Probleme über Tage in der Brutdose, die wiederum in der Kühlbox war, gehalten werden. Auch die extreme Hitze in 2003 konnte der Sandmücke dadurch nichts anhaben, da die Kühlbox über den Zigarettenanzünder im Auto, bzw. über einen Stromanschluss vom Campingplatz immer über eine gute Kühlung verfügte. Jeden zweiten Tag wurde das als Zuckerquelle angebotene Apfelstückchen gewechselt und täglich ein gut befeuchtetes Küchenpapier unter den Gipsboden zur Aufrechterhaltung der Luftfeuchtigkeit in Brutdose, gelegt. Die Bewegungen des Autos bei der Fahrt von einem Standort zum nächsten und die Heimfahrt über 800 km machten der Sandmücke scheinbar nichts aus. Hin und wieder konnte man die Mücke auf dem Apfelstück sitzend beobachten. Nach sieben Tagen verstarb die Mücke, ohne aber Eier abgelegt zu haben.

### 3.8 Zucht von *Phlebotomus mascittii*

Es wurde kein lebendes Weibchen gefangen, das auch Eier produzierte, bzw. ablegte. Damit konnte die bereits bestehende Zucht von Dr. Naucke nicht mit einheimischen Eiern und Nachkommen erweitert werden.

### 3.9 Vektorkompetenz von *Phlebotomus mascittii*

Eine Vektorkompetenz von *Phlebotomus mascittii* ist nicht nachgewiesen. Zwei der 2001 in Neuenburg gefangenen Sandmücken, ein Weibchen und ein Männchen wurden dazu untersucht. In der molekularen Analyse wurde die mtDNA ND4 mehrerer Sandmücken der Untergattung *Transphlebotomus* Artemiev, 1984 miteinander verglichen. Der Vergleich wurde vorgenommen zwischen *Phlebotomus mascittii* aus Belgien, Frankreich und Deutschland und *Phlebotomus canaaniticus* aus dem Libanon und *Phlebotomus economidesi* aus Zypern. Die Untergattung *Transphlebotomus* steht den Untergattungen *Larroussius* und *Adlerius* nahe. *Larroussius* ist ein nachgewiesener Hauptvektor für *Leishmania infantum* in der Mittelmeerregion. Aus der Untergattung *Adlerius* übertragen einige der Arten *L. infantum*. Zwei weitere Arten übertragen den Erreger der Hautleishmaniose. Im Nahen Osten konnte *Phlebotomus arabicus* infiziert mit *L. tropica* in der freien Natur gefangen werden. Im Laborversuch zeigte sich eine hohe Anfälligkeit von *Phlebotomus halepensis* für *L. tropica* und *L. major*. In der oben genannten Untersuchung konnte nachgewiesen werden, dass die in Belgien, Frankreich und Deutschland gefundenen Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* eine 100%ige Homologie aufwiesen. Zwischen *Phlebotomus mascittii* und *Phlebotomus canaaniticus*, sowie *Phlebotomus economidesi*, ergab sich eine Homologie von nahezu 90% (89,87%). Zwischen *Phlebotomus canaaniticus* und *Phlebotomus economidesi* gab es eine Homologie von 90,04%. Die engen Verwandtschaften in der Untergattung *Transphlebotomus* und die Nähe zu den Untergattungen *Larroussius* und *Adlerius* bestärken eine bisher nicht nachgewiesene Vektorkompetenz von *Transphlebotomus* (DEPAQUIT, 2004).

### 3.10 Positive Standorte in Baden-Württemberg

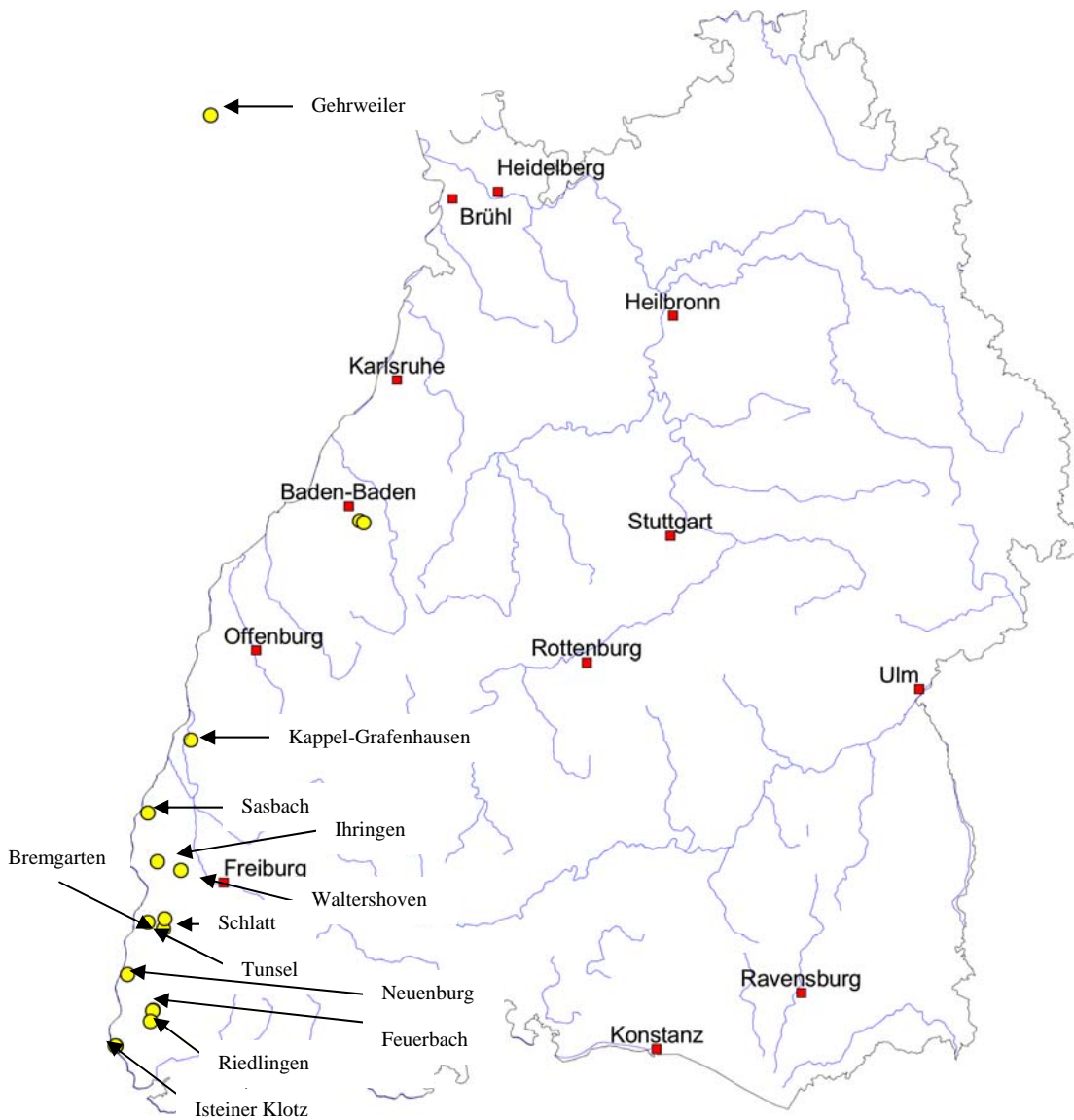


Abbildung 47 : Karte von Baden-Württemberg mit allen positiven Standorten

**Tabelle über die in 2001 gefangenen Phlebotomen der Art *Phlebotomus mascittii***

Fangort	Anzahl	Weibchen	Männchen	Geschlechterverhältnis	%-Anteil
Neuenburg	90	73	17	81% : 19%	77%
Bremgarten	3	3	0	100% : 0%	2,6%
Tunsel	2	2	0	100% : 0%	1,7%
Schlatt	3	3	0	100% : 0%	2,6%
Kappel-Grafhausen	1	1	0	100% : 0%	0,8%
Ihringen	3	2	1	67% : 33%	2,6%
Isteiner Klotz	6	6	0	100% : 0%	5%
Waltershofen	1	1	0	100% : 0%	0,8%
Sasbach	3	3	0	100% : 0%	2,6%
Feuerbach	2	2	0	100% : 0%	1,7%
Riedlingen	3	3	0	100% : 0%	2,6%
	117	99	18	85% : 15%	

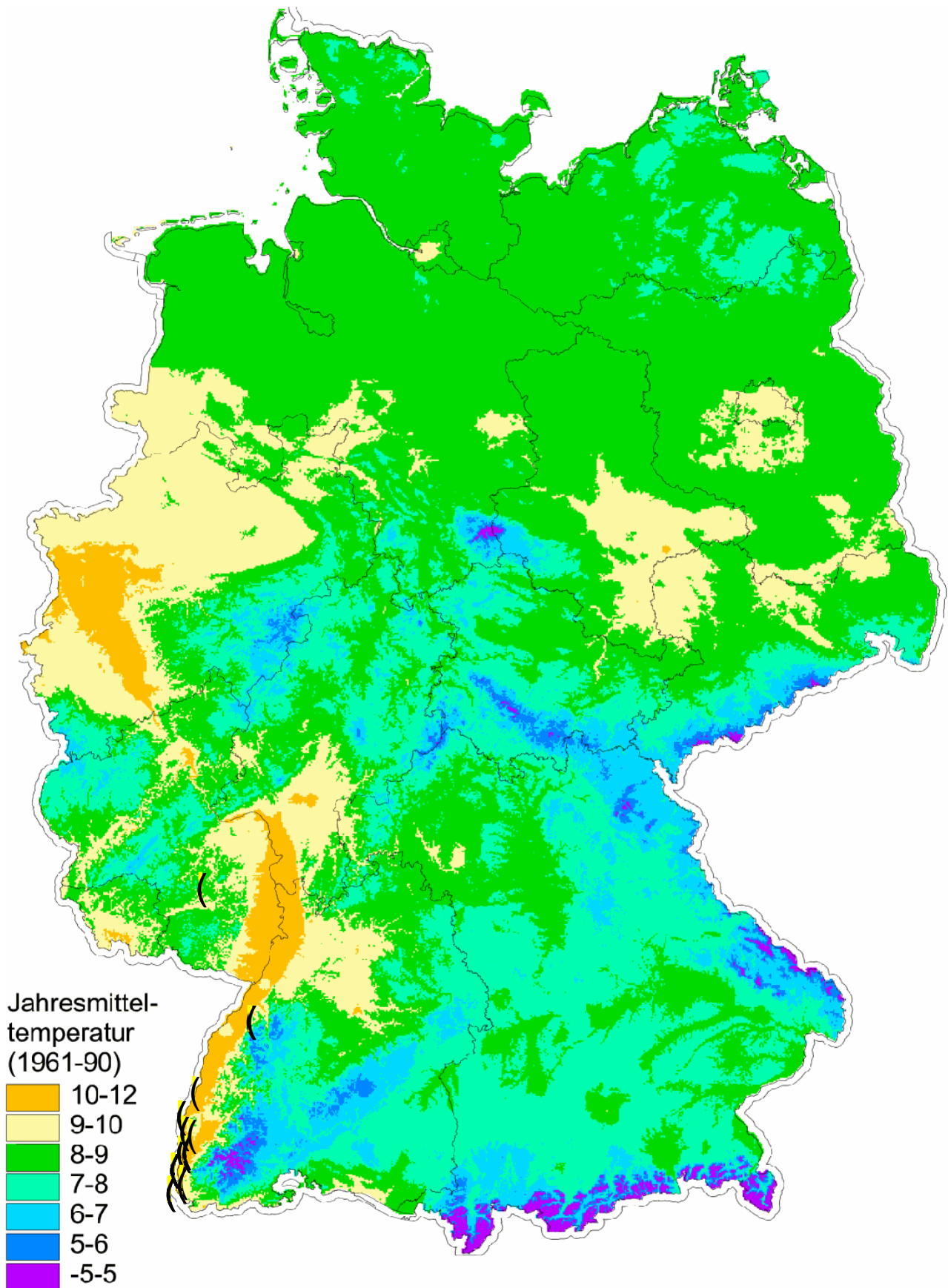
**Tabelle 7: Tabelle über die in 2001 gefangenen Phlebotomen der Art *Phlebotomus mascittii***

Mit den 4 Sandmücken der Art *Phlebotomus perniciosus* aus Gehrweiler ergibt dies eine Gesamtanzahl von 121 Sandmücken.

In einer Excel-Tabelle wurden alle positiven Standorte von 1999 bis 2002 erfasst. Damit die Daten auf eine Karte übertragen werden konnten, musste eine entsprechende Shape-Datei erstellt werden. Die mit dem GPS gemessenen Daten wurden über eine Internetverbindung mit der Bau-Vermessungsstelle der Uni Karlsruhe transformiert. Für Baden-Württemberg ist die geltende Projektion Gauss-Krüger Germany Zone 3. Daher mussten die GPS-Daten dieser Projektion entsprechend angepasst werden.

Die unten dargestellte Klimakarte für Deutschland besteht aus den Jahresmittelkarten von 1961 bis 1990, aus insgesamt 30 Jahresmittelkarten. Diese wurden mit einander verrechnet und ergaben diese Karte ergeben. Die einzelnen Jahresmittelkarten bestanden wieder um aus jeweils 12 Monatsmittelkarten, die ebenfalls miteinander verrechnet wurden. Die Karten wurden vom Deutschen Wetterdienst und der Uni Vechta zur Verfügung gestellt. Sehr gut erkennbar ist ein Band der Jahresmitteltemperatur um die 10°C, entlang des Rheingrabens, das zwischen Mainz und Bonn abreißt.

Abbildung 48: Jahresmitteltemperaturkarte für Deutschland  
Deutscher Wetterdienst



Die Klimakarte wurde noch weiter verändert, indem die 10°C Jahresisotherme noch besser herausgearbeitet wurde. Die Deutschlandkarte ist zweigeteilt in Gebiete unter 10°C und Gebiete über und gleich 10°C.

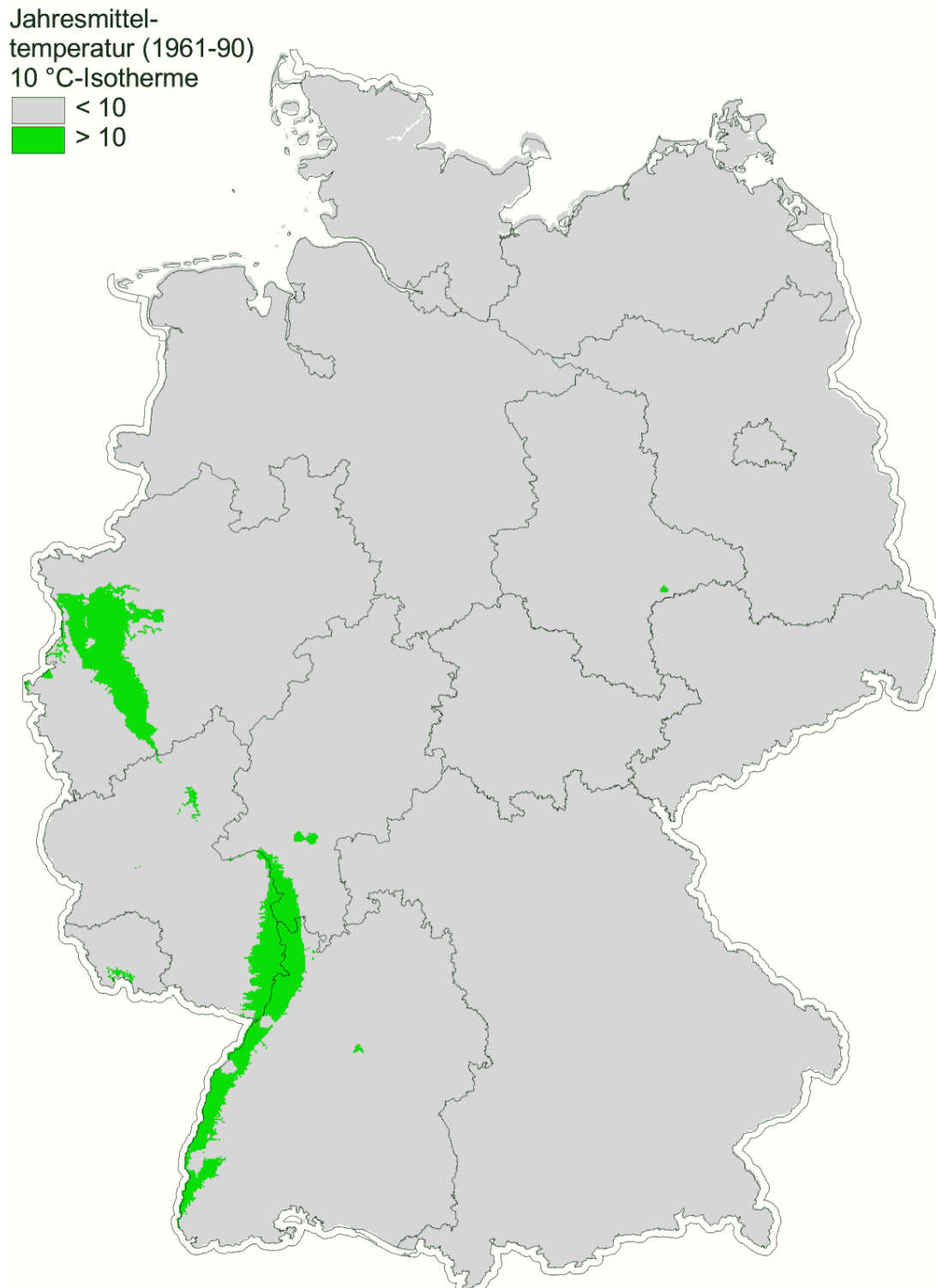


Abbildung 49: Klimakarte Deutschland, 10°C Jahresisotherme

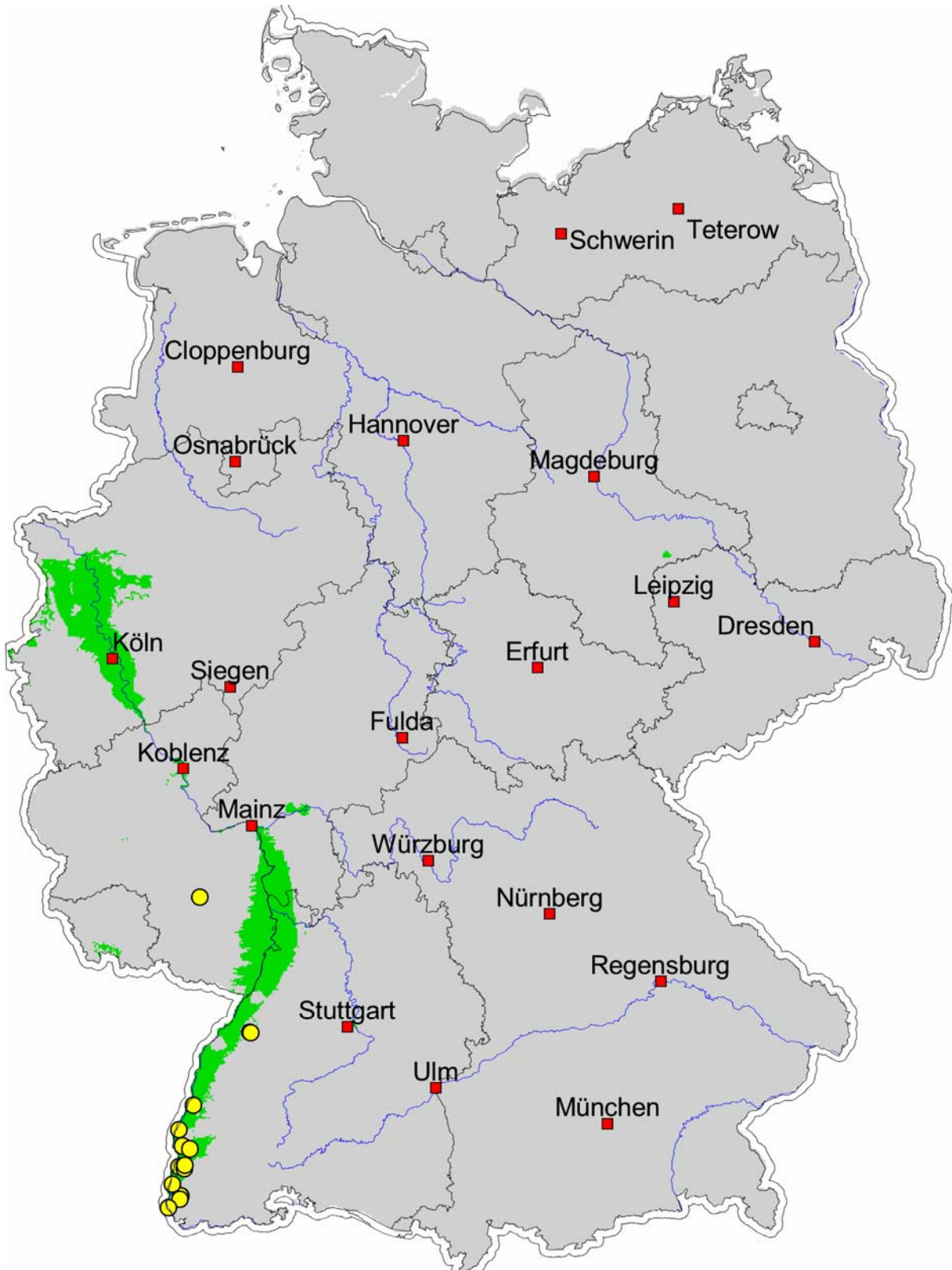


Abbildung 50: Deutschlandkarte mit positiven Standorten

## 4 Diskussion

### 4.1 *Phlebotomus mascittii*, ihre Synonyme, ihre systematische Stellung und ihre Verbreitung

Die ursprüngliche Beschreibung von *Phlebotomus mascittii* erfolgte schon 1908 (GRASSI, 1908). Eine heute noch gültige Beschreibung von *Phlebotomus mascittii* erfolgte erst 1948 (SACCÁ, 1948). Damit wurden die bis dahin gefundenen und beschriebenen Varianten *Phlebotomus larroussei* (LANGERON & NITZULESCU, 1931), *Phlebotomus perniciosus* var. *nitzulescui* (SIMIC, 1932) und *Phlebotomus vesuvianus* (Alder & THEODOR, 1931) zu Synonymen und die Art erhielt den Namen *Phlebotomus mascittii*.

1991 fanden in der Untergattung *Transphlebotomus* die Arten *Phlebotomus mascittii*, *Phlebotomus canaaniticus* (ARTEMIEV & NERONOV, 1984) und *Phlebotomus economidesi* (LEGER et al, 2000), zusammen.

*Phlebotomus mascittii* kommt in Europa in Deutschland (seit 1999), Belgien (seit 2001), Frankreich einschließlich Korsika vor. Sie ist auch für Griechenland, Italien (seit 1908), Spanien, im Schweizer Kanton Tessin, auf Zypern und der Türkei nachgewiesen.

Zurzeit gibt es für Luxemburg, die Niederlande und Österreich noch keinen Nachweis von *Phlebotomus mascittii*. In den Niederlanden ist ein Fall autochthon aufgetretener Leishmaniose bei einem 12 Monate alten Hund beschrieben worden (DIAZ & SLAPPENDEL, 1997). In den Niederlanden kommt es ebenfalls immer wieder zu importierten Leishmaniosefällen bei Hunden (DIAZ & SLAPPENDAL, 1997).

Für die Länder in Europa, in denen *Phlebotomus mascittii* nicht nachgewiesen ist, muss man davon ausgehen, dass dort nicht nach Sandmücken gesucht wurde. Denn alleine aufgrund der geographischen Nähe ist ein Vorkommen von Sandmücken in diesen Ländern wahrscheinlich.

Vorkommen von *Phlebotomus mascittii* sind noch nicht lange bekannt in Mitteleuropa. Da die Grundlagenforschung etwas Anlaufzeit benötigen, ist davon auszugehen, dass sich dies noch ändern wird.



## 4.2 Diskussion der positiven und negativen Fangorte

Die Stallungen und Scheunen der Eheleute Lämmle wurden regelmäßig genutzt. Weite Teile der Scheune wurden als Abstellplatz für die unterschiedlichsten landwirtschaftlichen Geräte genutzt. Hinter dem Hof verlief der Dorfbach. Der Scheunenboden war teilweise betoniert, ansonsten bestand er aus einem festgetretenem Sand-/Lehmboden.

Die Umstände der Scheune Heck/Sanio waren denen der Scheune Lämmle ähnlich. Die Scheunen hatte einen festgetreter Sand-/Lehmboden und wurde wenig genutzt. In dieser Scheune waren die Wandkassetten mit Lehm ausgefüllt, die rissig und brüchig wurden. In der Abstellkammer, die zu diesem Hof gehörte konnten keine Sandmücken gefangen werden. Eine mögliche Erklärung wären die Geräusche, Unruhe und Schwingungen, die durch die Benutzung der Holztreppe entstehen.

Der Schwein-/Hühnerstall in Bremgarten zeigte alle oben genannten Merkmale. Der Stall selber wurde selten genutzt, nur die Hühner hielten sich dort auf. Überall lag altes Stroh, der größte Teil des Bodens war ein festgestampfter Lehmboden. Die an den Stall grenzenden Gebäude wurden regelmäßig genutzt.

Die Scheune des Hotels Rebstock, das Gehöft des Bauer Brucker und die Scheune der Familie Räuber hatten zwei Gemeinsamkeiten. Die Gebäude waren die im Dorf Obereggenen am höchsten gelegenen Gebäude mit einer Höhe von 361 m NN und alle drei befinden sich in unmittelbarer Nähe zur Wohnhaus der Frau Ulla Moritz. Dort wohnte der an Leishmaniose erkrankte Hund, der 2002 verstarb.

In der Scheune des Hotels Rebstock, sowie in der Scheune der Familie Moritz/Räuber wurden, im Gegensatz zum Bauernhof von Bauer Brucker, Sandmücken gefangen. Der Bauernhof war ein Vollzeitbetrieb. Dort herrschte viel Unruhe und Betriebsamkeit. Die hinter dem Hof stehenden Obstbäume wären gute Wasser- und Kohlehydratlieferanten. Die Böden waren bis auf den Kuhstall aus festgetretenem Lehm, bzw. gepflastert. Überall lag altes und verrottendes Stroh auf dem Boden. Trotz dieser gewünschten Eigenschaften des Standortes wurden dort keine Sandmücken gefangen.

Für alle positiven Standorte lässt sich zusammenfassen, dass sie ruhige, selten genutzte Standorte waren. Zum Teil befanden sie sich in einer sehr unruhigen Umgebung. Gerade der Standort Bremgarten zeigte einen bäuerlichen Vollzeitbetrieb mit Haustieren und Hühnern.

Auch die Scheunen der Eheleute Lämmle und der Familien Sanio/Heck wurden selten genutzt, der Hof und die Wirtschaftsgebäude wurden ausgiebig benutzt.

In unmittelbarer Nähe zu den positiven Standorten standen immer Obstbäume. Auf dem Bauernhof in Bremgarten wuchs direkt vor dem Stall Wein. Er lag direkt am Ortsrand, in der Nähe der Felder. Auf der linken Seite befand sich der zum Hof gehörende Garten mit Obstbäumen.

Bei einigen positiven Standorten gab es eine offene Wasserquelle in der direkten Umgebung. Der Brunnen im Dorf Obereggenen oder der Bachlauf hinter der Scheune der Familie Lämmle

Im Schuppen der Frau Räuber konnten keine Sandmücken gefangen werden. Dieser Schuppen hatte einen festgestampften Boden, stand in der Nähe von Feldern und Obstbäumen am Dorfrand. Neben dem Schuppen stand ein großes Regenwasserfass. Der Schuppen war aus Holz und auf dem Boden lagen Laub und Holz- bzw. Sägespäne. Der Garten war naturbelassen. Durch die großen Ritzen in den Holzwänden war der Schuppen gut belüftet. Er wurde regelmäßig genutzt

Positive Standort an denen 2001 gefangen wurde:

Der Standorte Neuenburg befand sich innerstädtisch. Die Wände der Gebäude waren sehr groß gemauert und rissig. In den Nachbargebäuden wurden Nutz- und Haustiere gehalten. Der Standort Isteiner Klotz war silvatisch. Es handelt sich um eine Felsenformation, die mit Tunneln, Höhlen und Bunkern durchzogen ist. Der erste Stall in Riedlingen wurde für Rinder genutzt und hatte einen zementierten Boden, trotzdem konnten dort zwei Sandmücken gefangen werden. Der zweite Standort in Riedlingen war eine umgebaute Scheune. Ein altes gemauertes Gebäude mit rissigen Wänden und hartem Lehm Boden. Die Scheune in Feuerbach war umgebaut und hatte einen zementierten Boden. Im hinteren Teil der Scheune wurde Feuerholz gelagert. Am zweiten Standort in Feuerbach konnte im Freien eine Sandmücke gefangen werden. Dies war 2001 der einzige Standort, an dem es gelang, eine Sandmücke innerdörflich zu fangen. Der Standort in Neuenburg war ein Bauernhof, der bewirtschaftet wurde. Die meisten der Sandmücken wurden in einem alten, auffälligen Gebäude gefangen. Das zweigeteilte Gebäude hatte teilweise einen zementierten Boden und einen Boden aus lockerer Erde. In dem auf dem Boden liegenden Stroh lebten einige Igel. Dort konnten viele Männchen gefangen werden. Daher wurde vermutet, dass es sich bei dem Gebäude um einen Brutplatz handelt. Aus einer entnommenen Bodenprobe entwickelten sich adulte Sandmücken. Dieser Hof war damit der erste nachgewiesene Brutplatz für *Phlebotomus*

*mascittii* in Deutschland. In Tunsel war die Scheune eines bewirtschafteten Bauernhofs positiv. Die Scheune war an einer Seite offen und mit teilweise verrottendem Stroh gefüllt. Der Standort Bremgarten wurde oben beschrieben. Der erste Standort in Schlatt war eine umgebaute Scheune mit zementiertem Boden. Der zweite Standort war ein Heuboden. Direkt an Freiburg grenzt Waltershofen, dort konnten auf einem Bauernhof eine Sandmücke gefangen werden. Die Sandmücke wurde in einem unbenutzten Stall mit zementiertem Boden gefangen. In Ihringen wurden Sandmücken in einem Schacht gefangen. Der Boden des Schachts bestand aus weicher, feuchter Erde, die zum Teil mit Pilzen bewachsen war. In einer offenen Scheune wurden weitere Sandmücken gefangen. In Sasbach in einer umgebauten Scheune konnten Sandmücken gefangen werden. Sie hatte grob verputzte Wände und einen aus lockerer Erde bestehenden Boden. Der zweite Standort in Sasbach war ein Eingang zum angrenzenden Rinderstall. Der nördlichste positive Standort war Kappel-Grafenhausen. Dort konnten in einem Lagerraum mit Lehm Boden Sandmücken gefangen werden (SCHMITT, 2001).

Zwischen den oben beschriebenen positiven Standorten lassen sich folgende Gemeinsamkeiten finden:

- Sie waren alle bis auf den Isteiner Klotz innerstädtisch oder innerdörflich.
- Ein festgetretener Sand- oder Lehm Boden war oft vorhanden, die pH-Werte der Böden waren unterschiedlich, wirkten sich aber auch nicht nachteilig aus.
- In der Nähe der, der meisten positiven Standort gab es Obstbäume.
- Alte Schuppen, Scheunen und Gebäude mit grob verputzten und rissigen Wänden waren die besten Standorte.
- Unmittelbare Nähe zum Menschen und seinen Haus- und Nutztieren

### 4.3 Verbreitung von *Phlebotomus mascittii*

Wie oben beschrieben ist *Phlebotomus mascittii* in Europa weit verbreitet, dabei wird in Frankreich sogar der 49. Breitengrad (LAROUSSE, 1923) überschritten. Die Behauptung, dass Sandmücken nicht nördlich der Alpen anzutreffen sind, konnte durch Fänge in Deutschland und Belgien widerlegt werden. Die nördliche Verbreitung scheint eher an die Jahresdurchschnittstemperatur gebunden. Bei einer Isothermen von 10°C scheinen die Ausbreitungsgrenzen nach Norden für *Phlebotomus mascittii* zu liegen.

Über die Ausbreitung nach Süden ist nicht viel bekannt. Die Grenze scheint aber beim 45° nördlicher Breite zu liegen (RAYNAL, 1954). Für Nordafrika gibt es keine Nachweise.

Über die vertikale Verbreitung lässt sich sagen, dass *Phlebotomus mascittii* eher in höheren Lagen anzutreffen ist, als *Phlebotomus perniciosus* und *Sergentomyia minuta*. In der Schweiz wurden Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* in einer Höhe von 400m bis 630m über NN gefunden (KNECHTLI & JENNI, 1989). Bis zu einer Höhe von 1200m über NN konnte ein Vorkommen von *Phlebotomus mascittii* in der Türkei beobachtet werden (HOUIN et al., 1971). In Deutschland ist der bisherige höchste positive Standort Feuerbach. Feuerbach liegt in Baden-Württemberg am Rande des Schwarzwaldes in einer Höhe von 390m über NN.

#### 4.4 Vektorfunktion von *Phlebotomus mascittii*

In einer DNA-Analyse konnte nachgewiesen werden, dass die in Belgien, Frankreich und Deutschland gefundenen Sandmücken der Art *Phlebotomus mascittii* zu 100% homolog sind. Damit können die in Zucht genommenen Sandmücken aus Korsika auch weiter für Versuche und Untersuchungen verwendet werden. Zu diesen Versuchen werden auch Inokulationen mit infiziertem Blut gehören. Dabei soll eine mögliche Vektorkompetenz für Leishmanien und Viren untersucht werden. Die Nähe der drei Untergattungen *Transphlebotomus*, *Larroussius* und *Adlerius* zueinander, lassen eine Vektorkompetenz von *Transphlebotomus* vermuten (DESPAQUIT, 2004). Diese Vektorkompetenz würde dann aber durch die geringe Dichte in der *Phlebotomus mascittii* auftritt, gemindert. Um den Lebenszyklus und eine entsprechende Lebensdauer aufrecht zu erhalten benötigt der Erreger *Leishmania infantum* einen leistungsfähigen, robusten Wirt. Daher ist eine Übertragung durch eine einheimische Sandmücke der Art *Phlebotomus mascittii* nicht auszuschließen. Sollte sich bei den noch folgenden Versuchen herausstellen, dass *Phlebotomus mascittii* Leishmanien und Viren übertragen kann, sind vor allem solche Standort kritisch zu betrachten, an denen sich viele typische Reservoirwirte aufhalten. Dazu gehören Auffanglager für Hunde aus dem Mittelmeerraum, in dem diese Tiere vor ihrer Verteilung auf die neuen Besitzer gehalten werden oder aber die neuen Heime dieser Tiere.

Diese Vektorkompetenz wird aber durch die geringe Dichte in der *Phlebotomus mascittii* gefangen wird, gemindert. Der Lebenszyklus und auch die Lebensdauer des Erregers *L. infantum* an den Wirt, hier die Sandmücke gekoppelt ist, benötigt der Erreger einen leistungsfähigen Vektor.

In der Türkei wird *Phlebotomus mascittii* als möglicher Vektor für Leishmaniose diskutiert (HOUIN et al, 1971). Aufgrund der bekannten Anthropophilie (GRIMM et al, 1993), der Sandmücken ist auch für Frankreich und Deutschland ist eine mögliche Vektorfunktion zu diskutieren (PESSON et al, 1985).

Ein weiteres Indiz sind die immer häufiger in Deutschland (BOGDAN et al, 2001; KOEHLER et al, 2002; NAUCKE & SCHMITT, 2004) und Frankreich (PEHU & BERTOYE, 1931) auftretenden autochthonen Fälle von Leishmaniose in der Nähe von positiven Sandmückenstandorten. Gerade der Fall des an Leishmaniose erkrankten Jungen aus Aachen zeigt wie wichtig es ist eine mögliche Vektorkompetenz zu klären (Naucke, 2002).

Am kritischsten ist aber, dass der derzeit Deutschland am nächsten gelegene aktive und bekannte Leishmaniose Focus Paris ist. Die dort nachgewiesene Sandmückenart ist die auch in Deutschland heimische *Phlebotomus mascittii*. In Verbindung mit der DNA-Untersuchung konnte eine 100% Homologie nachgewiesen werden. Daher ist eine Vektorkompetenz nicht auszuschließen. (NAUCKE, 2002)

#### **4.5 *Phlebotomus mascittii* und das Klima**

Für eine Flugfähigkeit und Aktivität vom *Phlebotomus mascittii* hier in Deutschland ist mit einer mindest Temperatur von 15° C zu rechnen. Es kann davon ausgegangen werden, ausgegangen werden, dass sich in den Gebieten mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 10°C Sandmücken angesiedelt haben. Nach Aussage des deutschen Wetterdiensts liegt in diesen Gebieten die mittlere Temperatur für das Sommerhalbjahr bei 16°C und für das Winterhalbjahr bei 4°C.

Unterteilt man eine Deutschlandkarte nach Gebieten mit einer Jahresdurchschnittstemperatur von 10°C und mehr und unter 10°C, erkennt man, dass vor allem das Großklima des Rheintals dem entspricht. Von Basel bis hoch nach Mainz liegt die Jahresdurchschnittstemperatur bei 10°C und mehr. Ab Mainz, das auf dem 50. ten Breitengrad liegt ändert sich die Umgebung des Rheins. Dort durchquert er Taunus/Hunsrück und das Rheinische Schiefergebirge. Damit ändern sich auch die klimatischen Bedingungen für die Sandmücke. Erst ab Bonn ändert sich topographische Situation rund um den Rhein wieder. Weitere Gebiete in Deutschland mit einer Isothermen von 10°C gibt es im Großraum von Frankfurt, Saarbrücken und nördlich von Leipzig. Zu DDR Zeiten wurden an dieser Stelle die riesigen Atomkraftwerke. Damals wurde

das für die Kühlung notwendige Wasser direkt in die Flüsse und Seen eingeleitet. In der Gegend um Bitterfeld, nördlich von Leipzig gab es dort zu DDR Zeiten große Gebiete in denen im Braukohletageabbau Kohle betrieben wurde. Damit wurden die riesigen Kohlekraftwerke beliefert. Die Abwärme war so gewaltig, dass sie mit in die deutsche Klimakarte aufgenommen wurde.

Da die Verbreitung der Sandmücken auch an die Jahresdurchschnittstemperatur eines Gebiets koppeln kann, ist davon auszugehen, dass sich die Verbreitungsgrenzen mit den Temperaturveränderungen verschieben.

#### **4.6 Biologie und Verhalten von *Phlebotomus mascittii***

Für *Phlebotomus mascittii* in Deutschland ist bekannt, dass sie auch bei niedrigen Temperaturen noch aktiv sind. 2001 konnten bei 14°C bewegungsunfähige Sandmücken am Fangsack beobachtet werden, die dann aber erst ab 20°C wieder flugfähig waren. Ebenso konnten 2001 in einer Nacht mit Temperaturen von 15,8°C um 19:10 Uhr am Abend und 13,5°C um 07:00 Uhr am Morgen noch Sandmücken mit den Lichtfallen gefangen werden. *Phlebotomus* ist eine eher kontinentale als mediterrane Sandmückenart. Die Anpassung der Sandmücke an das wenig milde bis kühle Klima in Deutschland ist vermutlich auf ihr Vorkommen in Höhlen, Tunneln und gossenen Höhen zurückzuführen. In Deutschland ist *Phlebotomus mascittii* auch bei niedrigen Temperaturen noch aktiv. Bei einer Temperatur von 15 – 20°C zeigen die Sandmücken eine normale Bewegungsfähigkeit.

In den Brutplätzen der Schweiz und im Tunnel von Korsika wurden Temperaturen um die 19°C gemessen. Weitere Funde von *Phlebotomus mascittii* aus der Mittelmeerregion (Türkei) stammen aus Grotten und Höhlen. In Deutschland wurden die Sandmücken nur am Isteiner Klotz in einem Höhlensystem gefunden. Dies erklärt sich aus den wesentlich niedrigeren Temperaturen in den Höhlen, verglichen mit den mediterranen Höhlen. Zudem nimmt der Isteiner Klotz mit seinem mediterranen Mikroklima eine Sonderstellung ein.

Ebenso konnte in 2001 beobachtet werden, dass die Sandmücken hier in Deutschland hauptsächlich vor Mitternacht aktiv sind. Über eine Tagesaktivität der Sandmücken in Deutschland gibt es keinen Nachweis. In Korsika konnte eine Tagesaktivität von *Phlebotomus mascittii* beobachtet werden (SCHMITT, 2001)

Für Frankreich und die Schweiz wurde ein Auftreten von *Phlebotomus mascittii* in der Zeit zwischen Ende Juni und Ende August beschrieben (GRIMM et al, 1993). Unmittelbar nach der heißesten Zeit im Sommer steigt ihre Anzahl an und fällt im August schnell wieder ab. Die Schlussfolgerung ist daraus, das *Phlebotomus mascittii* in Frankreich und der Schweiz nur eine Generation pro Jahr durchläuft (GRIMM et al., 1980)

Scheinbar treten *Phlebotomus mascittii* und *Phlebotomus perniciosus* nebeneinander auf (PESSON et al, 1985). *Phlebotomus perniciosus* kommt eher in Regionen mit warmen Wintern und milden Sommern vor. Daher scheint es unwahrscheinlich, dass sie den gleichen Weg ins Rheintal wie *Phlebotomus mascittii* genommen hat. Der Sandmückenfund von *Phlebotomus perniciosus* in Gehrweiler lässt sich eher dadurch erklären, das *Phlebotomus perniciosus* östlich der Gebirgszüge von Paris aus ins Rheinland gekommen ist. *Phlebotomus mascittii* ist das südliche Rheintal hochgewandert.

*Phlebotomus mascittii* ist endophil, sie fliegt in beleuchtete Räume hinein. Ebenso ist diese Sandmückenart endophag, sie saugt in Räumen Blut. Geht man davon aus, das *Phlebotomus mascittii* am Menschen bevorzugt Blut saugt, aber erst nach Einbruch der Nacht anfängt zu fliegen, wäre dies eine mögliche Adaption an das Leben der Menschen. Die Endophagie kann aber auch noch eine ursprüngliche Verhaltensweise sein, weil diese Art auch als eine höhlenbewohnende Art bekannt ist. Trotzdem ist *Phlebotomus mascittii* auch exophag, sie saugt im Freien Blut. Diese Eigenschaft der Sandmücke ist gebunden an die jeweiligen Wind- und Wetterverhältnisse. *Phlebotomus mascittii* ist bei stärkerem Wind aufgrund der geringen Größe und dem geringen Gewicht nicht in der Lage gezielt zu fliegen und würde dann durch den hohen Energieverlust verhungern.

Die Geschlechterverhältnisse der in der freien Natur gefangenen Sandmücken entsprechen nicht dem Verhältnis, wie die Sandmücken in der Zucht schlüpfen. Dort schlüpfen sie in einem Verhältnis von 50:50. Diese Differenz ist möglicherweise auf die noch ganz ausgereiften Fangmethoden zurückzuführen.

Es konnte kein gravierender Unterschied bei der Nutzung der unterschiedlichen Lichtquellen festgestellt werden. Die unterschiedlichen Lichtquellen hatten aber auch keinen repellierenden Effekt auf die Sandmücken. Zudem hatten die Multichip-LED`s den Vorteil, dass sie sehr stromsparend waren und eine Falle für zwei Nächte eingesetzt werden konnte, ohne den Akku

zu laden. Auch nach Ausfall der Lichtquelle lief der Ventilator noch weiter, so dass gefangene Insekten nicht flüchten konnten. Aus den Untersuchungen von 2001 war bekannt, dass auch eine Nutzung über acht Nächte mit den Multichip-LED`s möglich gewesen wäre. Bei allen Standorten handelte es sich um private Gebäude und Grundstücke, die tagsüber genutzt wurden. Die gesamten Fallen wurden darum jeden Tag morgens ab und abends wieder aufgebaut. Auch um einem Diebstahl der Fallen vorzubeugen.

Eine weitere Möglichkeit den Fangerfolg zu steigern ist es eine Zuckerquelle auf das Schweißgitter zu legen, durch den Luftzug des Ventilators wird die Duftspur im Raum gelegt.

Es konnte kein gravierender Unterschied bei der Nutzung der unterschiedlichen Lichtquellen festgestellt werden. Die unterschiedlichen Lichtquellen hatten aber auch keinen repellierenden Effekt auf die Sandmücken. Der Vorteil des Lichts aus den monochromatischen LED`s war, dass sich wesentlich weniger Lepidopteren in den Fangsäcken verirrt. Dadurch wurde auch die Sortierung der gefangenen Insekten erleichtert. Zudem hatten die Multichip-LED`s den Vorteil, dass sie sehr stromsparend waren und eine Falle für zwei Nächte eingesetzt werden konnte, ohne den Akku zu laden. Auch nach Ausfall der Lichtquelle lief der Ventilator noch weiter, so dass gefangene Insekten nicht flüchten konnten. Aus den Untersuchungen von 2001 war bekannt, dass auch eine Nutzung über acht Nächte mit den Multichip-LED`s möglich gewesen wäre. Bei allen Standorten handelte es sich um private Gebäude und Grundstücke, die tagsüber genutzt wurden. Die gesamten Fallen wurden darum jeden Tag morgens ab und abends wieder aufgebaut. Auch um einem Diebstahl der Fallen vorzubeugen.

Trotzdem ist diese Fangmethode, mit den modifizierten Lichtfallen, die am einfachsten durchzuführende und effektivste Fangmethode. In Frankreich hat man auch mit Ölpapier als Fangmethode gute Erfahrungen gemacht, dafür ist aber eine sehr umfangreiche Logistik mit mehreren Mitarbeitern und einer flächendeckenden Auslegung des Papiers notwendig. Diese Methode ist hier in Deutschland in den Scheunen und Räumen von Privatpersonen nicht empfehlenswert.

Sollten die Lichtfallen in Zukunft mit Lockstoffen oder anderweitig verbessert werden und Sandmücken in einer höheren Dichte gefangen werden, wird es in Zukunft auch möglich sein weitere Brutplätze zu finden.



## **4.7 Ausblick**

Für die Abklärung der Verbreitung und das Verhalten der Sandmücken in Deutschland bedarf es noch weiterer Untersuchungen. Die Verbreitungsgrenzen, vor allem nach Norden hin, müssen noch untersucht werden. Durch weitere Verbesserungen an den Lichtfallen könnte *Phlebotomus mascittii* in größerer Anzahl gefangen werden. Weitere Brutplätze müssen aufgefunden und untersucht werden. Eine endgültige Abklärung der Vektorkompetenz der Sandmücken in Deutschland ist erforderlich. Die Arbeit mit einem Geographischen Informationssystem kann erweitert und intensiviert werden. Leishmaniose ist auch bei einer fehlenden Vektorkompetenz der Sandmücken hier in Deutschland eine gefährliche Krankheit. Wie in Kapitel 1. Einleitung beschrieben, werden die Leishmanien auf die ungeborenen Kinder übertragen. Auch werden Blutkonserven nicht auf Leishmaniose untersucht. Die Gefahr einer Ansteckung mit Spenderblut ist nicht abzuschätzen.

## 5. Zusammenfassung

1999 wurden von Dr. Naucke in Bremgarten, Baden-Württemberg, Deutschland, erstmals Phlebotomen der Art *Phlebotomus mascittii* (Sandmücken) gefangen. In den Sommern 2003 und 2004 wurden vor allem in Obereggenen, Baden-Württemberg Sandmückenfallen aufgestellt. Ein dort heimischer Hund war an Leishmaniose erkrankt und 2002 verstorben. Nach Aussage der Hundehalterin hatte der Hund den Schwarzwald nie verlassen. Im Ort konnten an unterschiedlichen Standorten Sandmücken gefangen werden. Ganz in der Nähe des Wohnhauses der Hundehalterin konnten auch Sandmücken gefangen werden. Insgesamt wurden 66 Sandmücken gefangen. Das Geschlechterverhältnis der gefangenen Sandmücken entsprach nicht dem der aus der Zucht in Bonn. Insgesamt wurden um ein vielfaches mehr Weibchen als Männchen gefangen. Die Sandmücken wurden alle innerorts gefangen, meistens in alten Ställen und Schuppen. Wichtig schien zu sein, dass der Standort ruhig war und nicht zu häufig aufgesucht wurde. Die Sandmücken überwintern in Deutschland im vierten Larvenstadium. Ein Kriterium bei der Suche nach Standorten war ein festgestampfter Boden. Es wurden aber auch in Gebäuden mit Zementboden Sandmücken gefangen.

Mit einem geographischen Informationssystem wurden die dokumentierten Fundorte auf eine Karte aufgetragen. Zudem wurde eine Klimakarte erstellt für einen Zeitraum von 30 Jahren. Durch eine Unterteilung in Gebiete über und unter 10° C durchschnittlicher Jahrestemperatur konnte die 10°- Jahresisotherme für Deutschland bestimmt werden. Wegen der zunehmenden Klimaveränderung ist mit einer Verschiebung der 10°C Jahresisotherme zu rechnen. Dadurch würde sich der Lebensraum der Sandmücke weiter nach Norden verschieben. Die unterschiedlichen Lichtquellen an den Fallen hatten keinen nachteiligen Effekt auf die Sandmücken.

Sandmücken sind vor allem im Mittelmeerraum bekannte Vektoren für Leishmaniose. Die in Deutschland einheimische Sandmücke ist zu 100% homolog mit den Sandmücken in Frankreich. Dort ist bekannt, dass *Phlebotomus mascittii* die Erreger der VL überträgt.

## 6. Literaturverzeichnis

Artemiev, M. M. and V. M. Neronov. Distribution and Ecology of Sandflies of the Old World (Genus *Phlebotomus*). (in Russian). Ed. M. M. Artemiev and V. M. Neronov. Moscow: Institute of Evolutionary Morphology and Animal Ecology, 1984.

Bogdan, C. et al. "Visceral leishmaniasis in a German child who had never entered a known endemic area: Case report and review of the literature." Clinical and Infectious Diseases 32.2 (2001): 302-06.

Callot, J. "Présence de *Phlebotomus larrouseï* en Alsace." Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 25.1-2 (1950): 112.

Cross, E. R. and K. C. Hyams. "The potential effect of global warming on the geographic and seasonal distribution of *Phlebotomus papatasi* in southwest Asia." Environmental Health Perspectives 104.7 (1996): 724-27.

Desjeux, P. and L. Waroquy. "Etude entomologique de 3000 phlébotomes (Diptera Psychodidae) du Sénégal. Infestation spontanée par Trypanosomatidae." Afrique Médicale, Senegal 20.191 (1981): 347-52.

Desjeux, P. "Worldwide increasing risk factors for leishmaniasis." Medical Microbiology and Immunology, Berlin 190.1-2 (2001): 77-79.

Desjeux, P et al. Leishmania/HIV co-infection in south-western Europe 1990-1998: Retrospective analysis of 965 cases." WHO-Document: WHO/LEISH/2000.42

Deplaces, Mellter, 2004 dgpTagung

Depaquit J, Naucke T.J., Schmitt Ch., Ferte H., Leger N. "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" Parasite 11.12 (2004): 201-09.

Diaz Espineira, M. M. and R. J. Slappendel. "A case of autochthonous canine leishmaniasis in The Netherlands." Veterinary Quarterly, Dordrecht 19.2 (1997): 69-71.

Esri Geoinformatik GmbH, "Was ist ArcGis?“, 2003 in Anlehnung an „What is ArcGis“ aus dem Englischen von Angelique Wiedmer und Günter Dörffel – v 8.3

Fialho, R. F. and J. J. Schall. "Thermal ecology of a malarial parasite and its insect vector. Consequences for the parasites transmission success." Journal of Animal Ecology 64.5 (1995): 553-62.

Ganopolskit, A & Rahmstorf, St. "Rapid changes of glacial climate simulated in a coupled climate model", Nature, Vol 409/11 January, S. 153-159, 2001

Gillies, M. T. and T. J. Wilkes. "Field experiments with a wind tunnel on the flight speed of some West African mosquitoes (Diptera: Culicidae)." Bulletin of Entomological Research, London 71 (1981): 65-70.

Gothe, R. "Leishmaniasis in dogs in Germany: aethiology, biology, epidemiology, clinic pathogenesis, diagnosis, therapy and disease prevention. (in German)." Kleintierpraxis 36.2 (1991): 69-84.

Grimm, F. et al. "Biology of sandflies in southern Switzerland." Revue Suisse de Zoologie 97.4 (1990): 778-79.

Grimm, F., M. Gessler, and L. Jenni. "Aspects of sandfly biology in Southern Switzerland." Medical and Veterinary Entomology 7.2 (1993): 170-76.

Hamilton, J. G. and D. A. El Naiem. "Sugars in the gut of the sandfly *Phlebotomus orientalis* from Dinder National Park, Eastern Sudan." Medical and Veterinary Entomology 14.1 (2000): 64-70.

Harms, G., G. Schönian, and H. Feldmeier. "Leishmaniasis in Germany." Emerging Infectious Diseases, Atlanta 9.7 (2003): 872-75.

IMAGI, "Geoinformation um moderner Staat", 2003  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

New Standard Miniature Light Trap Model 1012 by The John W Hock Company.htm,  
<http://www.johnwhock.com/>

Houin, R., E. Abonnenc, and M. Deniau. "Phlébotomes du sud de la Turquie. Résultats d'un sondage." Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 46.5 (1971): 633-52.

Kamhawi, S. (2000): The biological and immunomodulatory properties of sandfly saliva and its role in the establishment of *Leishmania* infections. Microbes and Infections, 2, 1765-1773.

Killick-Kendrick, R. et al. "The distance of attraction of CDC light traps to phlebotomine sandflies." Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 60.6 (1985): 763-67.

Killick-Kendrick, R. and M. Killick-Kendrick. "Honeydew of aphids as a source of sugar for *Phlebotomus ariasi*." Medical and Veterinary Entomology 1.3 (1987): 297-302.

Killick-Kendrick, M. and R. Killick-Kendrick. "The initial establishment of sandfly colonies." Parassitologia, Roma 33.Suppl.1 (1991): 315-20.

Killick-Kendrick, R. and M. Killick-Kendrick. Biology of Sandfly Vectors of Mediterranean Canine Leishmaniasis. 1999, Proceedings of the International Canine Leishmaniasis Forum: Barcelona, Spain, 1999.

Kirk, R. and D. J. Lewis. "Studies in leishmaniasis in the Anglo-Egyptian Sudan. III. The sandflies (*Phlebotomus*) of the Sudan." Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 33.6 (1940): 623-34.

Köhler K, Stechle M, Hetzel U, Domingo M, Schonian G, Zahner H, Burkhardt E.  
"Cutaneous leishmaniosis in a horse in southern Germany caused by *Leishmania infantum*"  
Vet Parasitol. 109:9-17

- Kuhn, G. K. "Global warming and leishmaniasis in Italy." Bulletin of Tropical Medicine and International Health 7.2 (1999): 1-2.
- Lainson, R., R. D. Ward, and J. J. Shaw. "Cutaneous leishmaniasis in North Brazil: *Lutzomyia anduzei* as a major vector." Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 70.2 (1976): 171-72.
- Larousse, F. (1923) "Presence de *Phlebotomus perniciosus* Newstead, dans le departement de l'Oise ». Bulletin de la Societe de Pathologie Exotique, 16, 16-17
- Léger, N., B. Pesson, and G. Madulo Leblond. "Les phlébotomes de Grèce." Biologia Gallo-Hellenica 11.2 (1986): 165-92.
- Léger, N., Ferte, H. (2000) Les phlebotomes (Diptera-Psychodidae) de l'île de Chypre 1. Description de *Phlebotomus (Transphlebotomus) economidesi* n. sp. Parasite, 7, 135-141
- Meinecke, C. K. et al. "Congenital transmission of visceral leishmaniasis (Kala Azar) from an asymptomatic mother to her child." Pediatrics 104.5 (1999): 1-5.
- Killick-Kendrick, M. and R. Killick-Kendrick. "The initial establishment of sandfly colonies." Parassitologia, Roma 33.Suppl.1 (1991): 315-20.
- Knechtli, R. and L. Jenni. "Distribution and relative density of three sandfly (Diptera: Phlebotominae) species in southern Switzerland." Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 64.1 (1989): 53-63.
- McNelly, J.R. "The CDC Trap as special Monitoring Tool", Proceedings of the Seventy-Sixth Annual Meeting of the New Jersey Mosquito Control Association, Inc. 1989, pp 26-33.
- Naucke, T. J. "Untersuchungen Zur Vektorkontrolle Von Sandmücken in Nordostgriechenland. (in German)." Diss. Institut für Medizinische Parasitologie, University Bonn, Germany, 1998.
- Naucke, T. J. and B. Pesson. "Presence of *Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii* Grassi, 1908 (Diptera : Psychodidae) in Germany." Parasitology Research 86.4 (2000): 335-36.
- Naucke, T. J. "Leishmaniosis, a Tropical Disease and Its Vectors (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Central Europe. (in German)." Ed. H. Aspöck. 1 ed. Linz, Austria: O.Ö. Landesmuseum, 2002. 163-78.
- Naucke, T. J. and C. Schmitt. Biology and Geographical Distribution of Phlebotomine Sandflies (Diptera, Psychodidae) in Germany. (in German). March 2003, Entomologentagung der DgaaE in Halle, 24. – 28. März 2003: Halle, Germany, 2003
- Naucke, T. J. and C. Schmitt. "Is leishmaniasis becoming endemic in Germany ?" International Journal of Medical Microbiology 293.Suppl. 37 (2004): 179-81.
- Pehu, B. and P. Bertoye. "Sur un cas de kala-azar survenu chez un enfant de 5 ans n'ayant jamais quitté la région des Vosges." Lyon Médical, Lyon 147 (1931): 731-34.

Peters, W & Killick-Kendrick, R „The leishmaniasis in Biology and Medicine, Volume I”, Academic Press, 1987

Peters, W & Killick-Kendrick, R „The leishmaniasis in Biology and Medicine, Volume II”, Academic Press, 1987

Rahmstorf, St. “Thermohaline circulation: The current climate”, Nature, Vol 421, S. 699, 2003

RAYNAL, J. H. "[Phlebotomus species of France and their regional distribution.]" Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 29.3 (1954): 297-323.

Rioux, J. A. et al. "Écologie des leishmanioses dans le sud de la France. 1. Les Phlébotomes. Échantillonnage - Ethologie." Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 42.6 (1967): 561-603.

Sacca, G. "*Phlebotomus mascittii* Grassi 1908 e i suoi sinonimi. (in Italian)." Rivista di Parassitologia, Roma 9 (1948): 223-26.

Schäfer, H & Wittmann, O (1966) “Der Isteiner Klotz, Zur Naturgeschichte einer Landschaft am Oberrhein. Verlag Rombach Freiburg im Breisgau, Rosastraße 9, Freiburg, 1966, 46ff

Schmitt, C. "Untersuchungen Zu Biologie Und Verbreitung Von *Phlebotomus (Transphlebotomus) Mascittii*, Grassi 1908 (Diptera: Psychodidae) in Deutschland. (in German)." Diss. Institut für Med. Parasitologie, 2002.

Slappendel, R. J. "Canine leishmaniasis: A review based on 95 cases in the Netherlands." Veterinary Quarterly, Dordrecht 10.1 (1988): 1-16.

Sudia, W. D. and R. W. Chamberlain. "Battery-operated light trap, an improved model." Mosquito News 22 (1962): 126-29.

Theodor, O. "A study of the reaction to *Phlebotomus* bites with some remarks on 'Harara'." Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 29.3 (1935): 273-84.

Theodor, O. "On the relation of *Phlebotomus papatasi* to the temperature and humidity of the environment." Bulletin of Entomological Research, London 27 (1936): 653-71.

Theodor, O. Psychodidae-Phlebotominae. Ed. E. Lindner. 201 ed. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1958.

Townsend, C. H. T. "The conquest of verruga: A brief statement of the results of the investigation." Peru Today, Lima 6 (1914): 57-67.

Wheeler, A. S. et al. "Comparison of sticky-traps and CDC light-traps for sampling phlebotomine sandflies entering houses in Venezuela." Medical and Veterinary Entomology 10.3 (1996): 295-98.

WHO, 2004a, Revised May 2000, “The leishmaniasis and *Leishmania*/HIV co-infections”

WHO, 2004b, “The disease and its epidemiology“

WHO, 2004c, "WHO targets Kabul epidemic"

WHO/OMS, 2004, "Strategic Direction for Leishmaniasis Research-Dateien"

WHO/TDR, 2004, "Strategic direction for research"

WHO/UNICEF, 2004, "Life-cycle of leishmania"

WHO/UNICEF, 2004, "Disease Watch-Focus Leishmaniasis"

### Übersicht aller in Deutschland gefangenen Sandmücken

ID		Datum	Fundort	Koord.(N)	Koord.(O) E	Hoehe [m]
1	<i>P. mascittii</i>	1999	Bremgarten	N 47°55'0.3	07°37'18.0	208
2	<i>P. mascittii</i>	1999	Bremgarten	N 47°55'0.3	07°37'18.0	208
3	<i>P. mascittii</i>	1999	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
4	<i>P. mascittii</i>	1999	Isteiner Klotz	47°39'48.7	07°31'46.5	245
5	<i>P. mascittii</i>	2000	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
6	<i>P. perniciosus</i>	2001	Gehrweiler	49°34'20.8	07°46'23.9	316
7	<i>P. perniciosus</i>	2001	Gehrweiler	49°34'20.8	07°46'23.9	316
8	<i>P. perniciosus</i>	2001	Gehrweiler	49°34'20.8	07°46'23.9	316
9	<i>P. perniciosus</i>	2001	Gehrweiler	49°34'20.8	07°46'23.9	316
10	<i>P. mascittii</i>	20.06.2001	Bremgarten	N 47°55'0.3	07°37'18.0	208
11	<i>P. mascittii</i>	01.07.2001	Tunsel	47°54'10.4	07°40'09.4	232
12	<i>P. mascittii</i>	01.07.2001	Bremgarten	N 47°55'0.3	07°37'18.0	208
13	<i>P. mascittii</i>	01.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
14	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
15	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
16	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
17	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
18	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
19	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
20	<i>P. mascittii</i>	02.07.2001	Bremgarten	N 47°55'0.3	07°37'18.0	208
21	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Tunsel	47°54'10.4	07°40'09.4	232
22	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
23	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
24	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
25	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
26	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
27	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Schlatt	47°55'28.4	07°40'21.5	199
28	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Schlatt	47°55'28.4	07°40'21.5	199
29	<i>P. mascittii</i>	03.07.2001	Schlatt	N	E	199



				47°55'28.4	07°40'21.5	
				N	E	
30	<i>P. mascittii</i>	04.07.2001	Ihringen	48°02'29.1	07°38'51.1	212
				N	E	
31	<i>P. mascittii</i>	04.07.2001	Ihringen	48°02'29.1	07°38'51.1	212
				N	E	
32	<i>P. mascittii</i>	04.07.2001	Ihringen	48°02'29.1	07°38'51.1	212
				N	E	
33	<i>P. mascittii</i>	06.07.2001	Waltershofen	48°01'28.1	07°43'08.6	219
				N	E	
34	<i>P. mascittii</i>	08.07.2001	Feuerbach	47°44'13.5	07°38'29.8	388
				N	E	
35	<i>P. mascittii</i>	08.07.2001	Feuerbach	47°44'11.2	07°38'27.4	389
				N	E	
36	<i>P. mascittii</i>	08.07.2001	Riedlingen	47°42'53.5	07°38'06.9	321
				N	E	
37	<i>P. mascittii</i>	08.07.2001	Riedlingen	47°42'53.5	07°38'06.9	321
				N	E	
38	<i>P. mascittii</i>	08.07.2001	Riedlingen	47°42'54.9	07°38'03.9	318
				N	E	
39	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
40	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
41	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
42	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
43	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
44	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
45	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
46	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
47	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
48	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
49	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
50	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
51	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
52	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
53	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
54	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
55	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
56	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
57	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
58	<i>P. mascittii</i>	10.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217
				N	E	
59	<i>P. mascittii</i>	11.07.2001	Neuenburg	47°48'31.8	07°33'45.5	217

---

60	<i>P. mascittii</i>	11.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
61	<i>P. mascittii</i>	11.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
62	<i>P. mascittii</i>	11.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
63	<i>P. mascittii</i>	14.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
64	<i>P. mascittii</i>	14.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
65	<i>P. mascittii</i>	15.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
66	<i>P. mascittii</i>	15.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
67	<i>P. mascittii</i>	15.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
68	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
69	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
70	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
71	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
72	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
73	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
74	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
75	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
76	<i>P. mascittii</i>	22.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
77	<i>P. mascittii</i>	25.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
78	<i>P. mascittii</i>	25.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
79	<i>P. mascittii</i>	25.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
80	<i>P. mascittii</i>	25.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
81	<i>P. mascittii</i>	25.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
82	<i>P. mascittii</i>	25.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
83	<i>P. mascittii</i>	27.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
84	<i>P. mascittii</i>	27.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
85	<i>P. mascittii</i>	27.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
86	<i>P. mascittii</i>	27.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
87	<i>P. mascittii</i>	27.07.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
88	<i>P. mascittii</i>	05.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
89	<i>P. mascittii</i>	05.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
90	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217

91	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
92	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
93	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
94	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
95	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
96	<i>P. mascittii</i>	06.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
97	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
98	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
99	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
100	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
101	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
102	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
103	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
104	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
105	<i>P. mascittii</i>	07.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
106	<i>P. mascittii</i>	08.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
107	<i>P. mascittii</i>	08.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
108	<i>P. mascittii</i>	08.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
109	<i>P. mascittii</i>	08.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
110	<i>P. mascittii</i>	09.08.2001	Sasbach	N 48°08'23.7	E 07°36'53.8	194
111	<i>P. mascittii</i>	09.08.2001	Sasbach	N 48°08'23.7	E 07°36'53.8	194
112	<i>P. mascittii</i>	09.08.2001	Sasbach	N 48°08'23.7	E 07°36'53.8	194
113	<i>P. mascittii</i>	09.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
114	<i>P. mascittii</i>	09.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
115	<i>P. mascittii</i>	12.08.2001	Isteiner Klotz	N 47°39'48.7	E 07°31'46.5	245
116	<i>P. mascittii</i>	12.08.2001	Isteiner Klotz	N 47°39'48.7	E 07°31'46.5	245
117	<i>P. mascittii</i>	12.08.2001	Isteiner Klotz	N 47°39'48.7	E 07°31'46.5	245
118	<i>P. mascittii</i>	13.08.2001	Isteiner Klotz	N 47°39'48.7	E 07°31'46.5	245
119	<i>P. mascittii</i>	13.08.2001	Isteiner Klotz	N 47°39'48.7	E 07°31'46.5	245
120	<i>P. mascittii</i>	14.08.2001	Kappel-Grafenhausen	N 48°17'30.2	E 07°44'34.4	149
121	<i>P. mascittii</i>	20.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217

122	<i>P. mascittii</i>	21.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
123	<i>P. mascittii</i>	22.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
124	<i>P. mascittii</i>	23.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
125	<i>P. mascittii</i>	24.08.2001	Neuenburg	N 47°48'31.8	E 07°33'45.5	217
126	<i>P. mascittii</i>	28.08.2001	Isteiner Klotz	N 47°39'48.7	E 07°31'46.5	245
127	<i>P. mascittii</i>	2002	Baden-Baden	N 48°44'42.2	E 08°15'18.8	194
128	<i>P. mascittii</i>	2002	Baden-Baden	N 48°44'30.2	E 08°16'01.8	229
129	<i>P. mascittii</i>	2002	Baden-Baden	N 48°44'30.2	E 08°16'01.8	229
130	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
131	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
132	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
133	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
134	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
135	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
136	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
137	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
138	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Rebstock	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
139	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Raeuber	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
140	<i>P. mascittii</i>	12.07.2003	Obereggenen/Raeuber	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
141	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
142	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
143	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
144	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Rauber	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
145	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
146	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
147	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
148	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
149	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
150	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
151	<i>P. mascittii</i>	02.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
152	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361

153	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
154	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
155	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
156	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
157	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
158	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
159	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
160	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
161	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
162	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
163	<i>P. mascittii</i>	09.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
164	<i>P. mascittii</i>	13.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
165	<i>P. mascittii</i>	14.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
166	<i>P. mascittii</i>	14.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
167	<i>P. mascittii</i>	14.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
168	<i>P. mascittii</i>	14.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
169	<i>P. mascittii</i>	14.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
170	<i>P. mascittii</i>	15.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
171	<i>P. mascittii</i>	16.08.2003	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
172	<i>P. mascittii</i>	16.08.2003	Obereggenen/Sanio	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
173	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Bremgarten	N 47°55'0.3	E 07°37'18.0	208
174	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Bremgarten	N 47°55'0.3	E 07°37'18.0	208
175	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Bremgarten	N 47°55'0.3	E 07°37'18.0	208
176	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Bremgarten	N 47°55'0.3	E 07°37'18.0	208
177	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
178	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
179	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
180	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
181	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
182	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
183	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361

---

184	<i>P. mascittii</i>	05.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
185	<i>P. mascittii</i>	11.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
186	<i>P. mascittii</i>	11.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
187	<i>P. mascittii</i>	18.08.2004	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
188	<i>P. mascittii</i>	18.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
189	<i>P. mascittii</i>	18.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
190	<i>P. mascittii</i>	18.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
191	<i>P. mascittii</i>	19.08.2004	Obereggenen/Laemmle	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
192	<i>P. mascittii</i>	19.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
193	<i>P. mascittii</i>	19.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
194	<i>P. mascittii</i>	19.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361
195	<i>P. mascittii</i>	19.08.2004	Obereggenen/Heck	N 47°45'23.2	E 07°38'48.5	361

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei allen bedanken, die mich während meiner Arbeit an der Diplomarbeit unterstützt haben.

Den folgenden Personen bin ich zu ganz besonderem Dank verpflichtet:

Herrn Prof. Dr. W. A. Maier für die Übernahme des Referates und die Annahme des Themas.

Herrn Prof. Dr. W. Böhme für die Übernahme des Koreferats.

Herrn Dr. T. J. Naucke für die gute Betreuung.

Meine Eltern Agnes und Josef Steinhausen

Eheleute Lämmle

Frau Prof. Dr. Marianne Katte (Colorado)

Herrn Prof. Dr. Schröder, Hochschule Vechta, Institut für Umweltwissenschaften

Herrn Dr. med. B. Bütow, Herrn Dr. med. A. Hirschner und Herrn Dr. med. M. Saupe

Und schließlich meinem Freund Dipl.-Ing. Carsten Kiesel.