

StartClim2006.B

Risiko-Profil für das autochthone Auftreten von Leishmaniosen in Österreich

Abteilung für Medizinische Parasitologie,
Klinisches Institut für Hygiene und
Medizinische Mikrobiologie,
Medizinische Universität Wien (MUW)

Institut für Meteorologie
Universität für Bodenkultur



ProjektmitarbeiterInnen und AutorInnen des Berichts

Univ.-Prof. Dr. Horst Aspöck (Projektleiter)

Univ.-Doz. Dr. Julia Walochnik, MUW

Dipl.-Ing. Thomas Gerersdorfer, BOKU

Dr. Herbert Formayer, BOKU

Wien, im Juli 2007

StartClim2006.B

Teilprojekt von StartClim2006

Projektleitung von StartClim2006:

Universität für Bodenkultur, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt

Institut für Meteorologie, Peter Jordan-Straße 82, 1190 Wien

URL: <http://www.austroclim.at/startclim/>

StartClim2006 wurde aus Mitteln des BMLFUW, des BMGFJ, des BMWF, des BMWA und der Österreichischen Hagelversicherung gefördert.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung/Abstract -----	4
B-1 Einleitung -----	6
B-1.1 Leishmaniosen -----	6
B-1.2 Sandmücken -----	10
B-1.3 Fragestellung -----	12
B-2 Material & Methodik -----	14
B-2.1 Datenrecherche -----	14
B-2.2 Erhebung der Klimadaten -----	14
B-2.3 Berechnung des Klimaprofils -----	14
B-2.4 Erstellung der Klimakarten -----	15
B-3 Ergebnisse -----	16
B-3.1 Sandmückenverbreitung in Europa -----	16
B-3.2 Nachweise von Sandmücken in Mitteleuropa -----	17
B-3.3 Klimaprofile von ausgewählten mitteleuropäischen Sandmücken-Fundorten -----	30
B-3.4 Risiko-Karte für Österreich -----	31
B-3.5 Korrelation mit epidemiologischen Daten -----	34
B-4 Diskussion -----	36
B-4.1 Biogeographische Grundlagen -----	36
B-4.2 Sandmücken in Mitteleuropa -----	36
B-4.3 Leishmanien in Mitteleuropa -----	38
B-5 Risikoabschätzung und Schlussfolgerungen -----	40
B-6 Danksagung -----	43
Literaturverzeichnis -----	44
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis -----	49

Kurzfassung

Weltweit sind etwa 12 Millionen Menschen mit Leishmanien infiziert, und mindestens 60.000 sterben jedes Jahr an einer Leishmaniose. Das Vorkommen der Leishmaniosen ist an das Vorkommen von Sandmücken (Phlebotominae) gebunden, welche den Erreger bei der Blutmahlzeit aufnehmen und bei der nächsten Blutmahlzeit auf einen neuen Wirt übertragen. Lange war man der Meinung, dass Sandmücken in Europa im Wesentlichen nur im Mittelmeergebiet (und sporadisch in wärmebegünstigten Teilen West- und Osteuropas) vorkommen. In jüngerer Zeit aber wurden auch in verschiedenen Teilen Mitteleuropas, namentlich auch in Deutschland, Sandmücken-Vorkommen nachgewiesen. Diese Vorkommen hängen möglicherweise zum Teil mit Klima-Veränderungen zusammen. Ziel des vorliegenden Projekts war es, alle bekannten mitteleuropäischen Sandmücken-Fundorte auf der Basis der Ermittlung der bestimmenden klimatologischen Parameter zu charakterisieren und anschließend jene Regionen in Österreich auszuweisen, in denen aufgrund der klimatologischen Gegebenheiten Sandmücken-Vorkommen möglich sind, um insgesamt das Risiko für das autochthone Auftreten von Leishmaniose in Österreich abschätzen zu können.

Aus Mitteleuropa und den angrenzenden extramediterranen Gebieten sind bisher sechs Sandmücken-Arten gemeldet worden. Aus dem Vergleich der klimatologischen Parameter aller bisherigen Fundorte hat sich ergeben, dass die Temperatur den limitierenden Parameter darstellt. Derzeit werden die erforderlichen Juli- bzw. Januartemperaturen für keine der sechs Arten in Österreich konstant erfüllt, allerdings würde sich dies bereits bei einer Erwärmung um weniger als 1°C in zahlreichen Regionen ändern. Jene Gebiete, für die ein Sandmücken-Vorkommen am wahrscheinlichsten ist, sind das Rheintal, das Donautal, das östliche Burgenland und die Grenzregion zu Slowenien. Die Sandmücken-Arten, die am ehesten in Österreich zu erwarten sind, sind *Phlebotomus mascittii* in Westösterreich und *Ph. neglectus* (und *Ph. perfiliewi*?) in Ostösterreich.

Abstract

Leishmaniae (genus *Leishmania* comprising several species/strains) are protozoan parasites which multiply intracellularly in various organs of many vertebrates including humans, thus causing serious diseases. About 12 million of people are infected with *Leishmania* world-wide, at least 60,000 die of leishmaniosis every year. The occurrence of *Leishmania* is linked with the occurrence of sandflies (Phlebotominae), which take up the parasites during a blood meal and which transmit them to another vertebrate host during the next blood meal. For a long time it was thought that in Europe sandflies occur only in Mediterranean countries (and sporadically in some regions with favourable climatic conditions in western and eastern extramediterranean parts of Europe). However, in recent years sandflies have been detected in several parts of Central Europe, particularly also in Germany; it cannot be excluded that parts of these distributional patterns are due to a warming of the climate. The aim of the project was to collect and characterise all known records of sandflies in Central Europe on the basis of climatological parameters in order to find out those regions in Austria, in which the occurrence of sandflies might be possible or even probable and to assess the risk of an autochthonous transmission of *Leishmania* in Austria.

In Central Europe and in the adjacent extramediterranean regions so far six sandfly species have been reported (however, only 4 can be really regarded as confirmed). A comparison of the climatological parameters of all localities has led to the conclusion that temperature is the determining parameter for an occurrence. At present the necessary July and January temperatures are not constantly fulfilled for any of these species, however, an increase of the temperatures of less than 1°C would lead to conditions suit-

able for sandflies in many regions of Austria, in particular the Rhinevalley, the Danubevalley, the eastern parts of the province of Burgenland, and regions bordering Slovenia. Species which might be expected to have been or to become established in Austria are *Phlebotomus mascittii* in the west and *Ph. neglectus* (and *Ph. perfiliewi*?) in the east of Austria.

B-1 Einleitung

Die Leishmaniosen des Menschen werden grob in zwei Formen unterteilt, die Kutane Leishmaniose (KL) und die Viszerale Leishmaniose (VL). Die Erreger dieser Erkrankungen, die sogenannten Leishmanien, sind obligat parasitische, eukaryotische Einzeller; beim Menschen können zahlreiche „Arten“ des Genus *Leishmania* als Erreger fungieren. Weltweit sind etwa 12 Millionen Menschen mit Leishmanien infiziert, und etwa 60.000 Menschen sterben jedes Jahr an einer Leishmaniose. Mit dem Auftreten von AIDS ist ein ganz wesentlicher Risikofaktor für das Erkranken an einer VL hinzugekommen, weil der immunsupprimierte Mensch für Leishmanien besonders anfällig ist (Cacie *et al.*, 1992).

Das Vorkommen der Leishmaniosen ist an das Vorkommen von Sandmücken gebunden, welche den Erreger bei der Blutmahlzeit aufnehmen und bei der nächsten Blutmahlzeit auf einen neuen Wirt übertragen.

B-1.1 Leishmaniosen

B-1.1.1 Erreger

Die Erreger der Leishmaniosen sind mehrere Arten/Stämme der Gattung *Leishmania* (Euglenozoa: Kinetoplastida: Trypanosomatidae). Es handelt sich also um Protozoen, das sind einzellige eukaryotische Mikroorganismen, die sich (in morphologisch unterschiedlichen Formen) in Sandmücken einerseits und in Wirbeltieren andererseits vermehren. In den Sandmücken leben sie extrazellulär im Darm, in den Wirbeltieren vermehren sie sich intrazellulär in verschiedenen Organen und können je nach Lokalisation unterschiedliche und auch lebensgefährliche Erkrankungen bei Mensch und Tier verursachen (Walochnik & Aspöck, 2005). Die Infektion der Wirbeltiere erfolgt beim Blutsaugen der Sandmücken, wobei die Leishmanien aus dem Darm der Phlebotomen in den Stichkanal erbrochen werden.

Für die Differenzierung der Arten wurden einerseits Kriterien der durch sie verursachten Erkrankungen und andererseits das geographische Vorkommen herangezogen; morphologisch war und ist eine Differenzierung nicht oder nur unsicher möglich. In der jüngsten Zeit wurde indes die Validität der zahlreichen beschriebenen Arten zunehmend hinterfragt, weil man herausfand, dass ein und derselbe Stamm, je nach Kondition des infizierten Wirts unterschiedliche Krankheitsbilder hervorrufen kann, und dass auch die geographischen Kriterien nur teilweise mit unterschiedlichen Stämmen korrelieren. Die Zahl der verwendeten Artnamen wurde drastisch reduziert, jedoch um Zusatzbezeichnungen der sowohl biochemisch als auch molekularbiologisch differenzierbaren Stämme vermehrt. Nahe verwandte Stämme werden manchmal zu Spezies-Komplexen zusammengefasst. Einige der in Südamerika auftretenden Leishmanien zeigen gegenüber den Leishmanien der alten Welt so erhebliche Unterschiede, dass man sie früher als eigene Untergattung (*Viannia*) differenziert hat, die heute vielfach sogar als eigene Gattung betrachtet wird.

Die Schwierigkeiten, eine allgemein akzeptierte Nomenklatur zu finden, beruhen nicht zuletzt auf der Tatsache, dass sexuelle Vorgänge bei Leishmanien bisher nicht nachgewiesen worden sind, sodass der Artbegriff in seiner strengen Form bei diesen Organismen möglicherweise nicht anwendbar ist.

B-1.1.2 Epidemiologie

Laut WHO (World Health Organisation) sind weltweit rund 12 Millionen Menschen mit Leishmanien infiziert, und 350 Millionen leben täglich mit dem Risiko, von einer infizier-

ten Sandmücke gestochen zu werden. Jährlich kommen über 2 Millionen Neuinfektionen dazu. Es wird geschätzt, dass die Leishmaniosen jedes Jahr 2 Millionen DALYs (Disability-adjusted life years) bedingen. Etwa 60.000 Menschen sterben jedes Jahr an einer Leishmaniose. Der Mensch ist allerdings, mit Ausnahme der durch *L. tropica* verursachten KL einerseits und der VL in Indien andererseits, bei denen bisher keine Reservoirtiere bekannt sind, eigentlich nur ein akzidenteller Wirt. Als Reservoirwirte fungieren hauptsächlich der Hund und zahlreiche Nager-Arten, die aber zumeist nicht erkranken, sondern den Parasiten latent beherbergen.

Die Leishmaniosen sind nach der Malaria und den Trypanosomosen die dritt wichtigsten durch Arthropoden übertragenen Erkrankungen weltweit, und die Fallzahlen haben in den letzten zwei Jahrzehnten dramatisch zugenommen. Hierfür werden 1) die Verschiebung der natürlichen *Leishmania*-Vektor-Reservoirtier-Zyklen in den peridomestischen Bereich durch Urbanisation und Abholzen der Wälder, 2) die nur schleppend vorankommende Vektor- und Reservoirtier-Kontrolle, 3) die neue Bedeutung der Leishmanien als opportunistische Erreger bei HIV-Positiven, 4) die zunehmende Verbreitung von resistenten *Leishmania*-Stämmen verantwortlich gemacht.

B-1.1.3 Kutane Leishmaniosen (KL)

Für die Kutanen Leishmaniosen (KL) sind in den verschiedenen Regionen der Welt unterschiedliche Namen bekannt: z. B. Orient-Beule, Aleppo-Beule, Bagdad-Beule, Delhi-Beule, Jericho-Beule, etc. In Saudi Arabien ist diese Erkrankung als Al Okht („kleine Schwester“), in der Neuen Welt als Uta bekannt. Parallel zu den vielen verschiedenen Namen gibt es bei den KL sehr unterschiedliche Verlaufsformen, von lokal limitiert bis zu diffus progredient.

Die Haupt-Verbreitungsgebiete der KL sind der Nahe und Mittlere Osten, Zentralasien, Afrika und Mittel- und Süd-Amerika, wobei 90% der Fälle in einem der vier am stärksten betroffenen Länder – Afghanistan, Iran, Saudi-Arabien und Syrien – auftreten. In den letzten Jahren ist auch Algerien sehr stark betroffen. Auch bei der KL kann es zu epidemieartigen Ausbrüchen mit einigen 100.000 Fällen kommen, wie derzeit in der Region um Kabul in Afghanistan, wo *L. tropica* als wichtigster Erreger auftritt.

Als Erreger der KL treten vor allem *L. tropica*, *L. major* und *L. aethiopica* auf. Allerdings kann auch die im Mittelmeerraum am weitesten verbreitete *L. infantum* eine KL hervorrufen (del Giudice *et al.*, 1998). In der neuen Welt können verschiedene Vertreter des *L. (Viannia) braziliensis*- und *L. mexicana*-Komplexes zu einer KL führen.

Die KL verläuft je nach Erregerart sehr unterschiedlich. Man unterscheidet zwischen einer lokalisiert-limitierten Ausbreitung der Läsion, bei der es zu einem typischen Geschwür mit Ringwall und zentraler Nekrose kommt, einer lokalisiert-progredienten kutanen Ausbreitung und einer diffus-progredienten Ausbreitung.

Die wichtigsten Erreger der lokal limitierten Form sind *L. tropica* und *L. major*. Hund, Fuchs, Schakal, Klippschliefer und andere Kleinsäuger fungieren als Reservoirwirte, erkranken jedoch in der Regel nicht. Bei der lokal limitierten KL beträgt die Inkubationszeit zwischen einigen Wochen (*L. major*) bis zu 3-4 Monaten (*L. tropica*). Das erste Anzeichen einer Infektion ist zumeist das Auftreten einer Papel rund um einen nichtheilenden Mückenstich. Bei *L. tropica* kommt es in der Regel nur zu einem singulären ulzerierenden Geschwür, bei einer Infektion mit *L. major* bildet sich ein nekrotisches Zentrum, der Verlauf ist insgesamt eher akut, und die Erreger können auch disseminieren und sekundäre Läsionen hervorrufen. Meist haben die Patienten aber <5 Läsionen, hauptsächlich im Gesicht und an den Extremitäten (Abb. B-1). Die Läsionen sind in der Regel relativ schmerzfrei und heilen auch ohne Behandlung in über 90% der Fälle innerhalb von 3-18 Monaten spontan ab. Sie hinterlassen eine flächenhafte, fibröse Narbe und eine lebenslange schützende Immunität.



Abb. B-1: Lokal-limitierte Hautleishmaniose (Foto: W. Bommer).

Bei der lokalisiert-progredienten Form durch Infektionen mit *L. aethiopica* oder *L. amazonensis* und *L. pifanoi* bildet sich weniger ein offenes Geschwür, als vielmehr mehrere erhabene subepidermale Knötchen mit einer Größe von 2-4 cm (Abb. B-2). Diese *Leishmania*-Arten neigen außerdem, vermutlich aber in Zusammenhang mit einer bestehenden Immunsuppression, vermehrt zur Dissemination, was sich in einer nichtheilenden, diffusen Hautleishmaniose manifestiert. Diese sich flächenhaft ausbreitende KL, bei der es zu lepraähnlichen Erscheinungen kommt heilt in der Regel ohne Behandlung nicht ab.



Abb. B-2: Lokalisiert-progrediente Hautleishmaniose (Wöhrl *et al.*, 2007).

Die lokalisiert-diffus-progrediente KL, früher auch als Mukokutane Leishmaniose bezeichnet, ist auf Mittel- und Südamerika beschränkt, und zwar kommt sie vor allem in Brasilien und Peru vor. Regionale Namen sind Chiclero (Mexiko) und Espundia (S-Amerika), welche sich in der Lokalisation der entsprechenden Läsionen unterscheiden. Die Erreger sind Vertreter des *L. mexicana*- und des *L. (V.) braziliensis*-Komplexes. Bei einer Infektion mit *L. mexicana* kommt es zu einem Geschwür an der Ohrmuschel. Die Infektion bleibt zumeist auch auf das Ohr beschränkt, allerdings kann es zu massiver Zerstörung der Haut und des Ohrknorpels kommen. Diese Form der MKL tritt vor allem in Mexiko und Guatemala auf, wobei silvatische Kleinsäuger als Reserviertiere fungieren. *L. (V.) braziliensis* verursacht eine progredient verlaufende Infektion, meist der Nasen-Mundregion, die schwerste Form der KL. Nach einer Inkubationszeit von wenigen Wochen bis zu 3 Monaten bildet sich ein zunächst meist kleines Geschwür rund um die Einstichstelle (meist an der Haut-Schleimhautgrenze). Mit fortschreitender Infektion werden Knorpel und Knochen des Nasen-Rachenraumes zerstört. Mitunter treten Lungenkomplikationen auf, und es kann, in seltenen Fällen, zu einer hämatogenen Metastasierung kommen (Abb. B-3). Die mukokutanen Läsionen können Wochen aber auch erst Jahre nach Abheilen der primären Läsionen auftreten und können zu einer vollkommenen Zerstörung des Nasen-Septums, des Gaumens, der Lippen, des Pharynx und Larynx führen. Unbehandelt führt eine solche Leishmaniose nach Jahren bis Jahr-

zehnten zum Tod. Verschiedene Säugetiere wie Faultiere und Fledermäuse fungieren als tierisches Erregerreservoir.



Abb. B-3: Diffus-progrediente Hautleishamniose (Fotos: W. Bommer).

B-1.1.4 Viszerale Leishmaniose (VL)

Die Viszerale Leishmaniose (VL), auch Kala Azar (schwarzes Fieber) oder Dum Dum-Fieber genannt, kommt in 60 Ländern der Welt vor und ist in Afrika, dem Mittleren Osten, Pakistan, China, in einem großen Gebiet von Mittel- und Südamerika, aber auch im Mittelmeergebiet verbreitet, wobei vor allem Kinder betroffen sind. Es kommt auch immer wieder zu epidemieartigen Krankheitsausbrüchen, beispielsweise kam es in den späten 80er Jahren im Sudan zu einem Ausbruch, bei dem innerhalb von nur 5 Jahren 100.000 Menschen an VL gestorben sind. Im Norden von Brasilien nehmen derzeit im urbanen Bereich VL-Fälle mit dem Hund als Erregerreservoir drastisch zu, und zwar sind hierfür vor allem eine massive Landflucht und die Herausbildung von Armen-Siedlungen rund um die großen Städte verantwortlich.

Mitte der 80er Jahre wurden erste HIV-Leishmanien-Koinfektionen bekannt. Heute treten solche Koinfektionen in 35 Ländern der Welt auf – in S-Europa ist nahezu die Hälfte der Leishmaniose-Patienten mit HIV koinfiziert. Eine HIV-Infektion erhöht das Risiko der klinischen Manifestation einer Leishmanien-Infektion um das 100-1.000fache (Desjeux & Alvar, 2003). Da auch eine Schwangerschaft in gewissem Ausmaß zu einer Immunsuppression führt, kann es auch während der Schwangerschaft zu einer Aktivierung oder Reaktivierung einer VL und in der Folge zu einer Infektion des Ungeborenen (vertikalen Transmission der Leishmanien) kommen.

Als Erreger der VL treten vor allem Leishmanien des *L. donovani/infantum*-Komplexes auf. Außerdem können auch *L. tropica* oder Vertreter des *L. mexicana*-Komplexes eine VL hervorrufen.

Die Inkubationszeit der VL liegt in der Regel zwischen 6 Wochen und 6 Monaten, kann aber von 10 Tagen bis zu >10 Jahren reichen. Die Krankheit beginnt entweder plötzlich, mit hohem Fieber, Übelkeit, Diarrhöe und Husten, oder eher langsam mit stetig ansteigendem Fieber, schlechtem Appetit, Gewichtsverlust, Trägheit und Blässe. Remittierendes Fieber bis zu 41°C, und zwar typischerweise mit einem zweigipfeligen Tagesrhythmus, ist ein charakteristisches Indiz für das Vorliegen einer VL. Die Parasiten invadieren die Milz und die Leber, später meist auch das Knochenmark, wodurch es zu Vergrößerung von Milz und oft auch Leber kommt (Hepatosplenomegalie). Typisch sind auch Anämie, Panzytopenie und Hypergammaglobulinämie, die Leukozyten im Blut fallen unter 1.000/ ml. In vielen Fällen kommt es durch Versagen der Nebennieren zu einer Pigmentierung der Haut. Unbehandelt endet eine VL in 90% der Fälle nach 1-3 Jahren durch Immunsuppression und Sekundärinfektionen, letztlich dann durch Kräfteverfall und Kreislaufschwäche letal. Es gibt aber eine hohe Rate (~80%) subklinischer Verläufe

mit Persistenz der Erreger. Dies hat nicht nur für die Verbreitung der VL große Bedeutung, denn all diese latent Infizierten können als „Reservoirwirte“ fungieren, sondern eine solche latente Infektion kann auch im Falle einer erworbenen Immunschwäche wieder aufflammen.

Außerdem kann es auch nach einer erfolgreich behandelten VL zur sogenannten Post-Kala-Azar-Hautleishmaniose (PKHL) kommen, wobei oft großflächig Papeln und Knötchen in der Haut auftreten, und diese Symptomatik kann über viele Jahre persistieren. PKHL-Patienten gelten als das Hauptreservoir für die Parasiten und somit für Neuinfektionen in der betroffenen Region, da es bei diesen Patienten zu einer ausgesprochen hohen Erregerdichte in der Haut und dadurch zu einer viel höheren Übertragungswahrscheinlichkeit bei einem Sandmückenstich kommt.

Bei der VL treten Nager und andere Kleinsäuger als Reserviertiere auf, wobei allerdings in städtischen Bereichen sicherlich der Hund das wichtigste Erregerreservoir darstellt. Im Unterschied zur KL zeigen Hunde bei der VL dasselbe Spektrum an Symptomen wie der Mensch.

B-1.2 Sandmücken

Sandmücken (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) sind kleine, dicht behaarte, meist sandfarbene Mücken, welche nicht nur Leishmanien, sondern auch *Bartonella bacilliformis*, den bakteriellen Erreger des in Südamerika vorkommenden Oroya-Fiebers und der Verruga peruana, und eine Reihe von Arboviren (Bunyaviridae), so zum Beispiel den Erreger des in Südeuropa vorkommenden Pappataci-Fiebers und das Toscana-Virus, übertragen können und damit von erheblicher humanmedizinischer Bedeutung sind (Becker *et al.*, 1997; Charrel *et al.*, 2005; Defuentes *et al.*, 2004).

Von den über 800 bekannten Sandmücken-Arten konnten bisher etwa 70 als Überträger von Leishmanien nachgewiesen werden, und zwar *Phlebotomus* spp. in der Alten Welt und *Lutzomyia* spp. in der Neuen Welt. Allerdings können in der Regel nur bestimmte Sandmücken-Arten bestimmte Leishmanien-Stämme übertragen.

B-1.2.1 Morphologie

Sandmücken sind klein (2-4 mm) und von behaartem Habitus (Abb. B-4). Der Name hat nichts mit einer Lebensweise im Sand zu tun, sondern nimmt Bezug auf die gelbbraune Färbung der Mücken. Allerdings reicht das tatsächliche Farbspektrum von nahezu weiß bis fast schwarz. Die Flügel sind im Verhältnis zum Körper groß, was den Sandmücken, die ja zu den Schmetterlingsmücken (Psychodidae) gehören, ein schmetterlingsartiges Aussehen verleiht. Der Name „Phlebotomus“ wiederum leitet sich von ihrer Art des Blut-saugens ab. Sandmücken haben sehr breite, relativ kurze Mundwerkzeugen, mit denen sie die Haut aufritzen und dann den entstandenen „Pool“ aus Blut und Lymphe aufsaugen (griech.: phlebos = Vene, Blutgefäß; tomä = Schnitt).



Abb. B-4: Sandmücken-Weibchen beim Stich (Naucke, 2002).

B-1.2.2 Systematik

Die Sandmücken (Phlebotominae) stellen eine Unterfamilie der Psychodidae (Schmetterlingsmücken) dar, die eine Familie der Nematocera (Mücken), einer Unterordnung der Insektenordnung Diptera (Zweiflügler = Fliegen und Mücken), darstellen.

Nach einem Vorschlag von Artemiev (Artemiev, 1991) werden die Phlebotominae in 2 Triben (Idiophlebotomini und Phlebotomini), 7 Subtriben (Idiophlebotomina, Hertiigina, Phlebotomina, Australophlebotomina, Brumptomyiina, Spelaeomyiina and and Sergentomyiina) und insgesamt 24 Gattungen (Genera) unterteilt, von denen aber nur zwei, *Phlebotomus* und *Lutzomyia* als Überträger von Leishmanien eine Rolle spielen. Die Gattung *Phlebotomus* wird in 12 Untergattungen (Subgenera) gegliedert, während die Gattung *Lutzomyia* 25 Untergattungen hat. Die Differenzierung der Spezies ist zum Teil schwierig und basiert unter anderem auf diffizilen Unterschieden der Strukturen der Genitalsegmente.

B-1.2.3 Lebenszyklus

Nur die weiblichen Sandmücken saugen Blut, sie benötigen das Blut jeweils für die Reifung eines Teils der Eier (gonotropher Zyklus). Sie werden von menschlichem Atem angelockt, und da sie sehr klein sind und langsam fliegen, hört man sie (zum Unterschied zu Stechmücken) in der Regel nicht. Sandmücken verfügen nur über einen sehr kurzen Stechrüssel, sie erreichen also nur ganz oberflächlich liegende Gefäße. Der Stich einer Sandmücke ist trotz ihrer geringen Größe ausgesprochen schmerzhaft und ruft – auch wenn er nicht mit einer Inokulation von Leishmanien verbunden ist – eine starke Rötung und oft wochenlang anhaltende Schwellung hervor. Pro Zyklus legt ein Sandmücken-Weibchen einige Dutzend (<100) Eier. Manche Sandmücken-Weibchen nehmen mehr als eine Blutmahlzeit an verschiedenen Tagen auf, während andere nur einmal pro Ei-Paket Blut saugen. Nach der Blutmahlzeit dauert es etwa 4-8 Tage bis zur Eiablage. Die Weibchen suchen geeignete Brutplätze nach deren physikalischen und chemischen Gegebenheiten aus.

Die Entwicklung der Sandmücken umfasst 4 Larvenstadien, das Puppenstadium und das Imaginalstadium. Während die Diapause in wärmeren Gegenden im Ei stattfindet, überwintern palaearktische Arten im 4. Larvenstadium. Die Larven sind durchwegs terrestrisch. Etwa 7-10 Tage nach der Eiablage schlüpft die erste Larve. Die Larvalentwicklung ist relativ langsam und braucht bis zur Verpuppung zumindest 3 Wochen. Nach 10 Tagen schlüpft dann eine adulte Sandmücke aus der Puppe. Der gesamte Entwick-

lungszyklus kann aber auch – in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen – wesentlich länger, sogar länger als ein Jahr, dauern.

Die Paarung findet entweder vor dem Blutsaugen, nach dem Blutsaugen oder sogar währenddessen statt.

B-1.2.4 Verbreitung

Sandmücken kommen grundsätzlich in allen wärmeren Regionen der Welt mit Ausnahme von Neuseeland und den Pazifischen Inseln vor. Als nördliche Verbreitungsgrenze gilt der 50°N Breitengrad, südlich wurden sie bis zum 40°S Breitengrad nachgewiesen. Der nördlichste Fund stammt aus SW-Kanada, aber auch aus N-Frankreich und der Mongolei sind Funde bis fast zum 50°N Breitengrad beschrieben. Die tiefsten Nachweise stammen vom Toten Meer (ca. 400 m unterhalb des Meeresspiegels), und die Art *Ph. rupester* kommt in Afghanistan bis zu einer Höhe von 3.300 Metern vor.

Die Verbreitung der Sandmücken erfolgt eher passiv durch Verschleppung oder durch Wind, da die Sandmücken ausgesprochen schlechte Flieger sind. Sie fliegen stets in Bodennähe und legen auch bei Windstille nur etwa 100-200 m zurück – bei einer Luftbewegung von über 3-4 m/sek. können Sandmücken überhaupt nicht fliegen. Sie selber schaffen kaum mehr als 1 m/ sek und bewegen sich in der Regel nicht weiter als 1 km von ihrer Brutstätte weg.

Mit Ausnahme der Tropenwald-Arten sind alle Sandmücken dämmerungs- bzw. nachtaktiv. Tagsüber halten sie sich mit Vorliebe an kühlen, dunklen und feuchten Orten, wie etwa auch in menschlichen Behausungen, Ställen, Kellern, Höhlen, Mauerrissen oder im Boden, in dichter Vegetation, in Baumlöchern, in Vogelnestern Nagetierbauten und Termitenbauten auf. Man unterscheidet – je nach Entwicklungssubstrat – zwischen endophilen und exophilen Arten. Die Larven leben in feuchtem, fauligem pflanzlichen Material, endophile Arten vorzugsweise in Küchenabfällen, exophile Arten beispielsweise in Erdhöhlen verschiedener Nagetiere.

B-1.3 Fragestellung

Lange war man der Meinung, dass Phlebotomen und somit Leishmanien in Europa nur im Mittelmeergebiet vorkommen, d.h. jedenfalls nicht nördlich der Alpen, und auch nicht in den Alpen. In jüngerer Zeit aber traten in Mitteleuropa Leishmaniose-Fälle auf, bei denen kein Auslandsaufenthalt vorlag und nicht-vektorassoziierte Übertragungswege (Bluttransfusion, prä-, perinatal) ausgeschlossen werden konnten. Nach intensiver Suche konnte man dann schließlich in Deutschland und Belgien auch tatsächlich disjunkte Vorkommen von Phlebotomen nachweisen (Depaquit *et al.*, 2005; Naucke & Pesson, 2000; Naucke & Schmitt, 2004; Naucke *et al.*, 2006), sodass zumindest theoretisch in diesen Gebieten eine Leishmanien-Übertragung möglich wäre. Man geht heute davon aus, dass in Deutschland zumindest zwei Arten, *Phlebotomus mascitii* und *Ph. perniciosus*, endemisch sind (Naucke, 2002). Da hier vor allem Gebiete in Süddeutschland betroffen sind, ist es in höchstem Maße wahrscheinlich, dass auch in Österreich ein Vorkommen von Phlebotomen besteht (Aspöck, 2003). Das Ziel dieses Projektes war es, das Risiko für das autochthone Auftreten von Leishmaniose in Österreich zu ermitteln.

Da Leishmanien stenöke Organismen, also an ein Vorkommen ihres jeweiligen Vektors gebunden sind, sollte der Hauptteil des Projekts der Ermittlung jener Standorte in Österreich gewidmet sein, an denen ein autochthones Vorkommen von Phlebotomen aufgrund der klimatischen Gegebenheiten möglich oder sogar wahrscheinlich ist. Das Projekt soll also eine solide Basis für Feldstudien zur Verbreitung der Phlebotomen in Österreich und für serologische Untersuchungen an möglichen Wirtstieren bilden. Es sollte aber auch eine epidemiologische Datenbank aller österreichischer Leishmaniose-Fälle

der letzten 20 Jahre erstellt werden und diese in importierte und mögliche autochthone Fälle unterteilt werden, um eine mögliche geographische Korrelation zu ermitteln.

Es sollte eine möglichst umfangreiche und detaillierte Erfassung aller möglicherweise relevanten klimatologischen und ökologischen Faktoren, wie beispielsweise Jahresisothermen, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsmenge, Windverhältnisse und Vegetation, in den bekannten mitteleuropäischen Endemiegebieten ermittelt werden.

Anhand dieser Daten sollte dann im Folgenden ein Klima-Profil für typische Phlebotomen-Standorte erstellt werden und durch Screenen österreichischer Klima-Datenbanken ermittelt werden, wo in Österreich ein Phlebotomen-Vorkommen möglich oder gar wahrscheinlich ist.

B-2 Material & Methodik

B-2.1 Datenrecherche

Die verfügbaren Datenbanken wurden auf Publikationen über das Vorkommen von Phlebotomen an extramediterranen Standorten durchsucht. Die publizierten Nachweise von Phlebotominen in Mitteleuropa und angrenzenden extramediterranen Gebieten wurden nach Spezies und nach Ländern geordnet.

Da vor allem aus den östlichen Nachbarländern Österreichs nur sehr wenige publizierte Daten zur Verfügung stehen, wurden außerdem zahlreiche Wissenschaftler kontaktiert, von denen anzunehmen war, dass sie über Phlebotomen-Vorkommen in den jeweiligen Ländern informiert sein könnten. Anschließend wurden die genauen geographischen Daten zu den jeweiligen Fundorten ermittelt.

Aus den zur Verfügung stehenden Daten wurden schließlich Verbreitungskarten der einzelnen Spezies erstellt. Eine Differenzierung der Arten erschien wegen der unterschiedlichen ökologischen Anforderungen unabdingbar.

Darüber hinaus wurden alle Leishmaniose-Fälle, mit denen das Klinische Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie der Universität Wien in den vergangenen 20 Jahren befasst war, erhoben und in importierte und mögliche autochthone Fälle gegliedert. Außerdem wurden alle publizierten österreichischen Leishmaniose-Fälle gesammelt.

Im Zuge der Erhebung der Daten wurden auch zwei Reisen (Rumänien: Teilnahme am 20. Internationalen Symposium über Entomofaunistik in Mitteleuropa in Cluj (Klausenburg) vom 25-31. Mai 2007; Deutschland: Besprechungen an der Universität Hohenheim-Stuttgart mit Prof. Dr. P. Kimmig, Prof. Dr. U. Mackenstedt und Dr. T. Naucke) unternommen, um mit Parasitologen und Entomologen im direkten Gespräch Fragen des Vorkommens von Phlebotomen einerseits und autochthoner Leishmaniosen andererseits zu diskutieren.

B-2.2 Erhebung der Klimadaten

Die Klimadaten der aus der Literatur bekannten mitteleuropäischen Standorte wurden vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung der Universität Karlsruhe bezogen (www.klimadiagramme.de) (Mühr, 2006). Dabei wurden aus den täglich gemessenen Werten die Tagesmittelwerte, aus diesen wiederum die Monatsmittelwerte gewonnen. Aus allen Monatswerten der häufig verwendeten Bezugsperiode von 1961-1990 (Klimanormalperiode) lassen sich dann die 30-jährigen Mittelwerte berechnen.

Die Klimadaten der für Österreich interessanten Sandmücken-Standorte sind - sofern nicht ohnedies im o.g. Datensatz enthalten - dem StartClim Datensatz (Schöner *et al.*, 2003) entnommen und beziehen sich ebenfalls auf die Klimanormalperiode 1961-1990. Dadurch ist auch die Vergleichbarkeit mit den Daten der anderen Standorte gegeben.

B-2.3 Berechnung des Klimaprofils

Für die in Mitteleuropa nachgewiesenen Phlebotomen-Fundorte wurden Klimadiagramme von Stationen in unmittelbarer Umgebung herangezogen, um die klimatologischen Parameter der jeweiligen Fundorte herauszuarbeiten. Daraus entstanden fundortspezifische Klimaprofile. Des Weiteren wurden die Klimaprofile der verschiedenen Fundorte miteinander verglichen und für jede der sechs Sandmücken-Arten die limitierenden klimatologischen Parameter herausgefiltert. Aus dem Vergleich mit den für Österreich zur Verfügung stehenden klimatologischen Daten (ZAMG, 2001) wurde dann berechnet, wo

und unter welchen Gesichtspunkten ein Vorkommen von Sandmücken in Österreich grundsätzlich möglich ist, und diese Daten wurden schließlich in Risikokarten zusammengestellt.

B-2.4 Erstellung der Klimakarten

Die verwendeten österreichischen Klimadaten wurden herangezogen, um Gebiete zu lokalisieren, welche mit dem erarbeiteten Klima-Profil korrelieren. Mit Hilfe eines GIS (Geographischen Informationssystems) wurden die Daten in die Fläche interpoliert.

B-3 Ergebnisse

B-3.1 Sandmückenverbreitung in Europa

Phlebotominae sind alte Elemente der europäischen Fauna und waren präglazial ohne Zweifel über wesentlich größere Teile des Kontinents verbreitet als heute. Durch die pleistozänen Eiszeiten wurden die Sandmücken wegen ihrer hohen Wärmeansprüche in mediterrane Gebiete abgedrängt, von wo sie sich postglazial mehr oder weniger weit, je nach Expansivitätsgrad der einzelnen Spezies, wieder nach Norden in extramediterrane Gebiete verbreitet haben. In Analogie zu zahlreichen disjunkten Vorkommen mediterraner Faunenelemente im Bereich der nördlichen Verbreitungsgrenzen kann man auch davon ausgehen, dass einige der europäischen Phlebotominen-Arten in wärmeren Perioden des Postglazials (Atlantikum) weiter nördlich verbreitet waren als heute und dass möglicherweise manche der nördlichen Verbreitungspunkte eine Remineszenz an diese wärmere Periode darstellen.

Heute liegen die Hauptverbreitungsgebiete von Sandmücken in Europa im Mittelmeerraum (Abb. B-5). Insgesamt sind in Europa 23 Phlebotominen-Arten nachgewiesen, nämlich *Phlebotomus balcanicus*, *Ph. simici*, *Ph. fortunatarum*, *Ph. ariasi*, *Ph. galilaeus*, *Ph. langeroni*, *Ph. longicuspis*, *Ph. neglectus*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. perniciosus*, *Ph. tobbi*, *Ph. alexandri*, *Ph. chabaudi*, *Ph. jacusieli*, *Ph. sergenti*, *Ph. similis*, *Ph. papatasi*, *Ph. economidesi*, *Ph. mascittii*, *Sergentomyia azizi*, *S. dentata*, *S. fallax* und *S. minuta*. Für etwa die Hälfte ist die Vektorkompetenz für humanpathogene Leishmanien verifiziert worden, man muss aber annehmen, dass auch zumindest die meisten übrigen Spezies als Überträger fungieren können. Die Gattung *Sergentomyia* umfasst allerdings Arten die nur an Reptilien Blut saugen und die daher nicht als Vektoren humanpathogener Erreger in Frage kommen (Naucke, 2002).

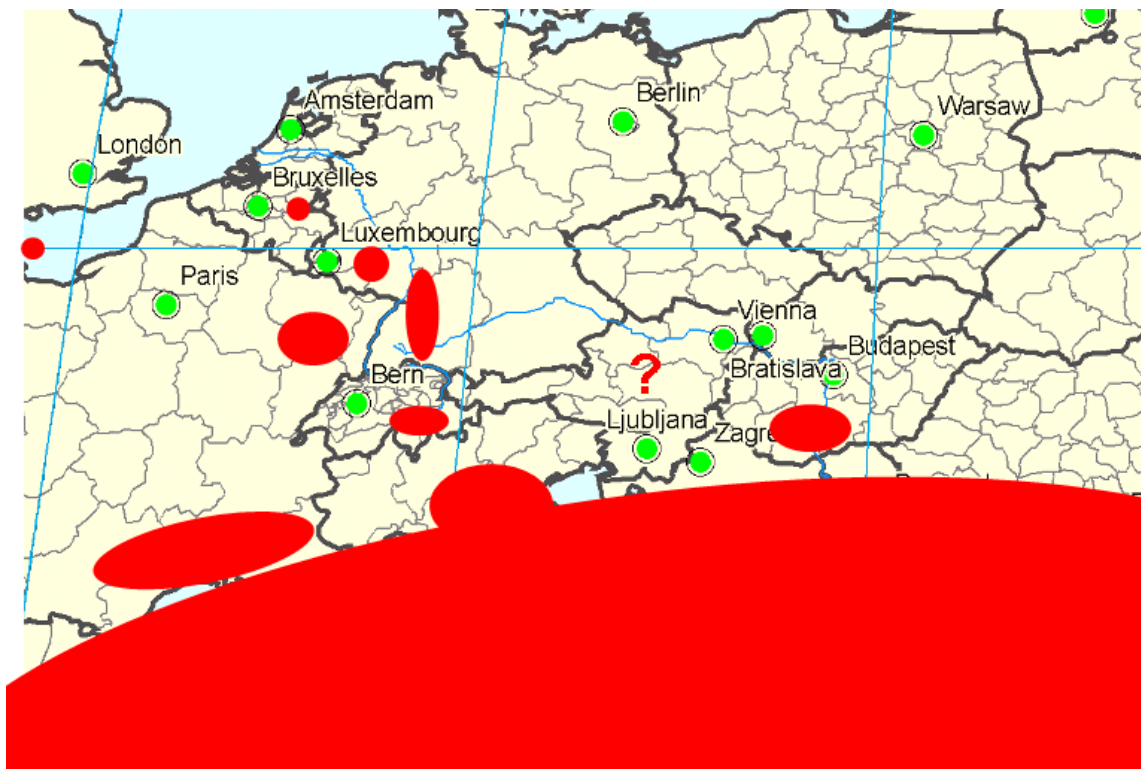


Abb. B-5: Vereinfachte Darstellung der Verbreitung der Sandmücken in Europa.

B-3.2 Nachweise von Sandmücken in Mitteleuropa

Zunächst wurden alle in der Literatur beschriebenen mitteleuropäischen Sandmücken-Funde erhoben und graphisch dargestellt, um einen Überblick über das Vorkommen von Phlebotominen in Mitteleuropa zu bekommen und einschätzen zu können, aus welchen Regionen eine Einwanderung (oder Verschleppung, Verdriftung) von Sandmücken nach Österreich erfolgen könnte (Abb. B-6).

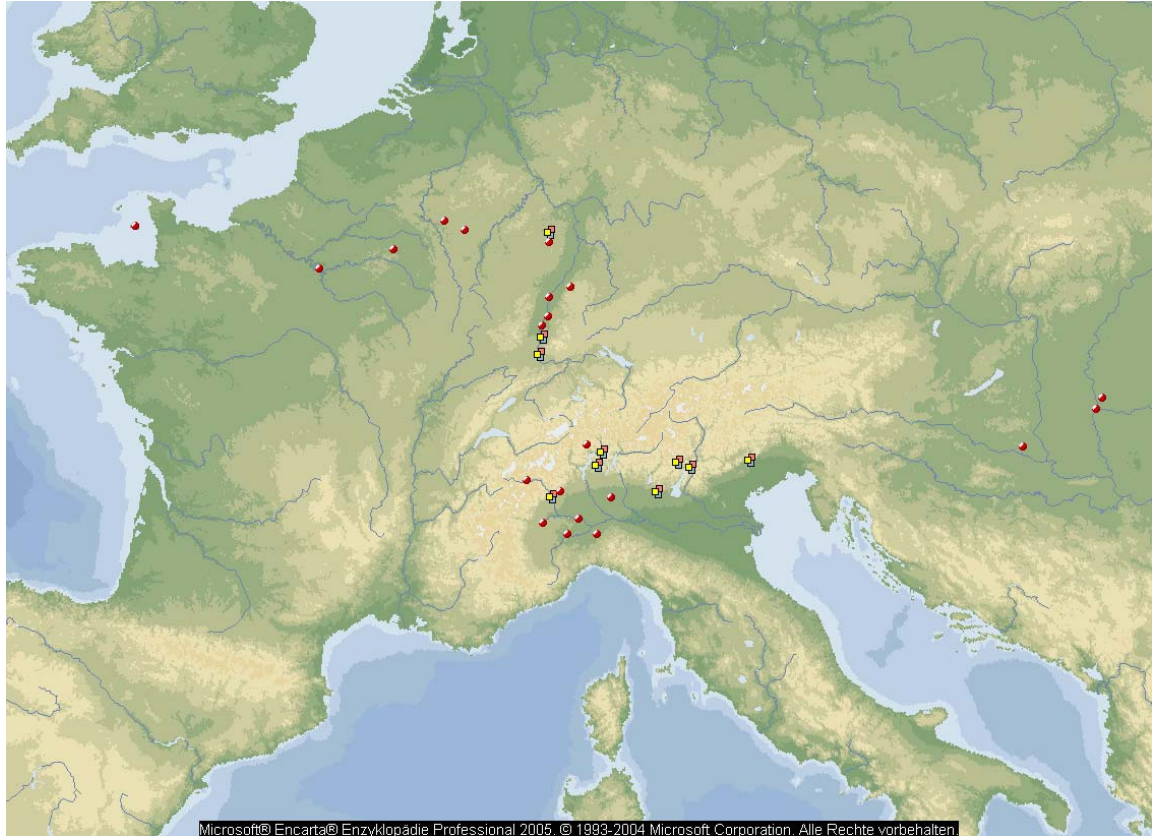


Abb. B-6: Nachweise von *Phlebotomus* spp. in Mitteleuropa und benachbarten extramediterranen Gebieten Europas (Fundpunkte im Mittelmeergebiet sind bewusst ausgespart).
Kügelchen = Einzelnachweis, Kästchen = mehrere Nachweise.

Für ein potentielles Einwandern von Sandmücken nach Österreich sind natürlich insbesondere die Nachbarländer Österreichs von Interesse, es wurde deshalb ein besonderes Augenmerk auf Sandmücken-Funde aus Österreich benachbarten Gebieten gelegt.

Aus nahezu allen westlichen Nachbarländern Österreichs (Ausnahme: Liechtenstein) liegen Sandmücken-Funde vor und sind in der Literatur dokumentiert. Aus den östlichen Nachbarländern Österreichs stehen hingegen keine bzw. nur alte und unsichere publizierte Daten zur Verfügung, weshalb gezielt jene Wissenschaftler aus Österreichs östlichen Nachbarländern kontaktiert wurden, welche über ein Vorkommen von Sandmücken informiert sein könnten.

Schließlich wurden alle verfügbaren geographischen Daten zu allen bisherigen mitteleuropäischen Sandmücken-Funden – sowohl aus der Literatur als auch durch persönliche Mitteilungen – erhoben, nach Sandmücken-Art und Ländern geordnet und in einer Übersichtstabelle zusammengestellt (Tab. B-1). Von den in dieser Tabelle gelisteten 6 Spezies beziehen sich möglicherweise die Daten von zwei Arten (*Ph. papatasi* und *Ph. perfiliewi*) (zumindest teilweise) de facto auf jeweils eine andere der 4 verbleibenden Spezies (siehe unten).

Tab. B-1: Geographische Daten aller in Mitteleuropa und in angrenzenden extramediterranen Gebieten nachgewiesenen Vorkommen von Phlebotomen.

N	Land	Provinz	Ortschaft	Habitat	Anmerkung	Breite	Länge	Höhe	Jahr	Referenz
<i>Phlebotomus mascittii</i>										
1f	Belgien	Sainte-Cécile	Florenville		10. August	N49°43',15"	E05°14',15"	320	2001	(Depaquit <i>et al.</i> , 2005)
2	Belgien	Rachecourt	Aubange		7. Juli	N49°35',17,1'	E05°43',20,8"	274	2002	(Depaquit <i>et al.</i> , 2005)
1f, 1m	Deutschland	Baden-Württemberg	Bremgarten	Bauernhof, nahe Stalungen	26-27 Juli	N47°55'00,3"	E07°37'18,0"	208	1999	(Naucke & Pesson, 2000)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Neuenburg	Bauernhof, nahe Stalungen	28-29 Juli	N47°48'31,8"	E07°33'45,4"	217	1999	(Naucke & Pesson, 2000)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Istein	in Felsausgrabung	29-30 Juli	N47°39'48,7"	E07°31'46,5"	245	1999	(Naucke & Pesson, 2000)
1	Deutschland	Baden-Württemberg	Neuenburg	200 Jahre alte Scheune	Juli-September	N47°48'31,8"	E07°33'45,4"	217	2000	(Naucke & Schmitt, 2004)
6f	Deutschland	Baden-Württemberg	Isteiner Klotz	Felsformationen	Juli-September	N47°39'48,7"	E07°31'46,5"	245	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
2f	Deutschland	Baden-Württemberg	Riedlingen	innerdörflich, in einem Kuhstall	Juli-September	N47°42'53,5"	E07°38'06,9"	321	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Riedlingen	innerdörflich, Scheune mit Katzen	Juli-September	N47°42'54,9"	E07°38'03,9"	318	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Feuerbach	neben Bauernhof (Katze, Hund, Rinder)	Juli-September	N47°44'13,5"	E07°38'29,8"	389	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)

1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Feuerbach	gegenüber eines Bauernhofs (Katze, Hund, Rinder)	Juli-September	N47°44'11,2"	E07°38'27,4"	388	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
73f, 17m	Deutschland	Baden-Württemberg	Neuenburg	innerstädtisch, Scheune (Katzen, Rinder, Schweine, Igel)	Juli-September	N47°48'31,8"	E07°33'45,4"	217	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
2f	Deutschland	Baden-Württemberg	Tunsel	innerdörflich, Heuscheune (Kaninchen, Katzen, Rinder, Marder, Schweine)	Juli-September	N47°54'10,4"	E07°40'09,4"	230	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
3f	Deutschland	Baden-Württemberg	Bremgarten	Schweine- und Hühnerstall (Hühner, Schweine, Kaninchen, Katze)	Juli-September	N47°55'00,3"	E07°37'18,0"	208	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
3f	Deutschland	Baden-Württemberg	Schlatt	innerdörflich, in leerstehenden Scheune (Katzen, Fledermäuse)	Juli-September	N47°55'28,4"	E07°40'21,5"	199	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Waltershofen	innerdörflich, Kuhstall (Rinder, Katzen)	Juli-September	N48°01'28,1"	E07°43'08,6"	219	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
2f, 1m	Deutschland	Baden-Württemberg	Ihringen	innerstädtisch, Kellerraum im Hinterhof eines Bauernhofs (Rinder, Hund)	Juli-September	N48°02'29,1"	E07°38'51,1"	212	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
2f	Deutschland	Baden-Württemberg	Sasbach	innerdörflich, Atelier-Scheune neben Bauernhof (Katzen, Rinder, Fledermäuse, Reptilien)	Juli-September	N48°08'23,7"	E07°36'53,3"	194	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Sasbach	innerdörflich, Eingang zu Kuhstall (Katzen, Rinder)	Juli-September	N48°08'23,7"	E07°36'53,3"	194	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)
1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Kappelgrafenberg	Scheune neben Schweinestall (Schwei-	Juli-September	N48°17'30,2"	E07°44'34,4"	149	2001	(Naucke & Schmitt, 2004)

1f	Deutschland	Baden-Württemberg	Baden-Baden	hausen ne, Rinder, Hühner)	ber	Nähe menschl. Behausungen	Juli-September	N48°44'42,2" E08°15'18,8"	194	2002	(Naucke & Schmitt, 2004)
2f	Deutschland	Baden-Württemberg	Baden-Baden			Nähe menschl. Behausungen	Juli-September	N48°44'30,2" E08°16'01,8"	229	2002	(Naucke & Schmitt, 2004)
12	Deutschland		Obereggen			Hof der Fam. Lämmle	12. Juli-9. August	N47°45'23,2" E07°38'48,5"	361	2003	(Steinhausen, 2005)
7	Deutschland		Obereggen			Scheune der Fam. Sani	2. August	N47°45'23,2" E07°38'48,5"	361	2003	(Steinhausen, 2005)
3	Deutschland		Obereggen			Scheune der Fam. Räuber	12. Juli-2. August	N47°45'23,2" E07°38'48,5"	361	2003	(Steinhausen, 2005)
1	Deutschland		Obereggen			Hotel Rebstock	12. Juli	N47°45'23,2" E07°38'48,5"	361	2003	(Steinhausen, 2005)
	Frankreich		Paris							1931	(Langeron & Nitulescu, 1931)
1f	Frankreich	Straßburg				blutsaugend von einem Kind abgesammelt				1950	(Callot, 1950)
3f	Frankreich		Reims							2003	(Depaquit <i>et al.</i> , 2005)
2f	Schweiz	West-Schweiz								1911	(Galli-Valerio, 1911)
1f	Schweiz	Süd-Schweiz	Lugano							1956	(Gaschen, 1956a)
70	Schweiz	Ticino	Sopraceneri und Sottoceneri	Keller, Garten, Mauerritze, Hühnerstall, Kuhstall, Feld	hauptsächlich in Sottoceneri, Populationsdichte nahm mit				400-700	1981 - 1983	(Knechtli & Jenni, 1989)

viele	Schweiz	Minor Malcantone	Sessa	Keller oder Nähe menschl. Behausungen	Höhe zu immer zusammen mit <i>P. perniciosus</i>				1990	(Grimm <i>et al.</i> , 1990)
viele	Schweiz	Minor Malcantone	Sessa	Keller oder Nähe menschl. Behausungen	Bodenprobe: humus (pH 5,6), immer zusammen mit <i>P. perniciosus</i>				1987 - 1989	(Grimm <i>et al.</i> , 1993)

Phlebotomus perniciosus

3f, 1m	Deutschland	Rheinland-Pfalz	Gehrweiler	Nähe menschl. Behausungen	Juli-September	N49°34'20,8"	E07°46'23,9"	316	2001	(Naucke, 2002)
1m	England	Süd-England	Insel Jersey	in einem Wohnhaus	1. September					(Marett, 1923)
viele	Italien	Nord-Italien							2001	(Baldelli <i>et al.</i> , 2001)
1m	Italien	Tenno	Fontanelle (Bresciani)	Stallungen	5. August				2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
2f	Italien	Arco	San Martino	Rinder-Stallungen	5. August				2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1m	Italien	Arco	San Martino	Wohnhaus	5. August				2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1m	Italien	Avio	Sabbionara (via Foss)	Hof (Hunde, Hühner)	11. August				2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)

			15A)				
1m	Italien	Arco	Laghel (Clauser)	Schweinestall	11. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f, 1m	Italien	Tenno	Fontanelle (Bresciani)	Stallungen	11. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
2f	Italien	Tione	Bolbeno	Hundekiste	11. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
2f, 1m	Italien	Rovereto	via Vallunga II 12	Hundehütte	18. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f, 1m	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	18. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1m	Italien	Tenno	Fontanelle (az. S Ze- no)	Hühnerstall	18. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f, 1m	Italien	Avio	Sabbionara (via Foss 15A)	Hof (Hunde, Hühner)	25. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1m	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	1. Sep- tember	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f, 1m	Italien	Tenno	Fontanelle (Bresciani)	Stallungen	1. Sep- tember	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
3m	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	8. Sep- tember	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1m	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	15. Sep- tember	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1m	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	15. Sep- tember	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	29. Sep- tember	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)

1m	Italien	Tenno	Fontanelle (Bresciani)	Stallungen	29. September	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
2	Italien	Riva del Garda	Via Ardarò 46	Wohnhaus		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
2	Italien	Arco	Parco arciduciale verso Laghel	Mauerritze		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
eini-ge f, eini-ge m	Schweiz	Ticino	Ascona		Mitte Juni bis 23. August	1944	(Gaschen, 1945)
3f, 2m	Schweiz	Süd-Schweiz	Lugano			1956	(Gaschen, 1956b)
viele	Schweiz	Minor Malcantone	Sessa	Keller oder Nähe menschl. Behausungen	immer zusammen mit P. mascittii	1987 - 1989	(Grimm <i>et al.</i> , 1993)
185	Schweiz	Ticino	Sopraceneri und Sottoceneri	Keller, Garten, Mauerritze, Hühnerstall, Kuhstall, Feld	hauptsächlich in Sottoceneri,	300-573 1981 - 1983	(Knechtli & Jenni, 1989)

Phlebotomus neglectus

1f, 1m	Italien	Isera	Reviano (via Gasperini 20)	Wohnhaus	31. Juli	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
6f	Italien	Isera	Reviano (via Gasperini 20)	Wohnhaus	11. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f	Italien	Avio	Sabbionara	Hof (Hunde, Hühner)	11.	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> ,

Risiko-Profil für Leishmaniosen in Österreich

			(via Foss 15A)		August		2004)
1f, 4m	Italien	Rovereto	Rovereto (via Vallunga II 12)	Hundehütte	18. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
2f	Italien	Avio	Sabbionara via Foss 15A	Hof (Hunde, Hühner)	25. August	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1f	Italien	Arco	Laghel (Parisi)	Stallungen	1. September	2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
1	Italien	Arco	Laghel (uliveto)	Mauerritze		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
2	Italien	Riva del Garda	Via Ardaro 46	Wohnhaus		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
3	Italien	Arco	Padaro	Mauerritze		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
1	Italien	Arco	Parco arciducale verso Laghel	Mauerritze		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
1	Italien	Isera	Reviano Ca' Finotti	Wohnhaus		2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)
6	Ungarn	Baranya	Nagyharsány, Villánykövesd	Wohnhaus	Juli	2006	Farkas et al. (unpub.)
<i>Phlebotomus papatasi</i>							
eini-ge	Frankreich	Alpes maritimes				1909	(Blanchard, 1909)

2m	Italien	Arco	San Martino	Wohnhaus	5. August		2004	(Ferrarese <i>et al.</i> , 2004)
eini-ge	Schweiz	Waadt					1912	(Galli-Valerio, 1912)
1f	Schweiz	Süd-Schweiz	Lugano					(Vogel, 1931)
viele	Ungarn	Süd-Ungarn						
<i>Phlebotomus perfiliewi</i>								
viele	Italien	Nord-Italien	Mailand				1974	(Biocca, 1977)
174	Italien	Nord-Italien	Castel San Pietro (Montecalderaro, P. Marsellina, P. Fornetto, Via Malvezza), Bologna	Bauernhöfe, Felder, Wälder	letzte zwei Juli-Wochen 1979		1981	(Ward <i>et al.</i> , 1981)
viele	Italien	Nord-Italien					2001	(Baldelli <i>et al.</i> , 2001)
eini-ge	Ungarn	Süd-Ungarn	Szeged				1931	(Lőrincz & Szentkirályi, 1933)
26w, 2m	Ungarn	Süd-Ungarn	Hódmezővásárhely	Wohnhaus	8.-22. August (zw. 21:00-23:00)	87	1931	(Lőrincz & Szentkirályi, 1933)
66w, 16m	Ungarn	Süd-Ungarn	Hódmezővásárhely	Wohnhaus	6.-28. August	87	1932	(Lőrincz & Szentkirályi, 1933)
<i>Sergentomyia minuta</i>								

Risiko-Profil für Leishmaniosen in Österreich

einige m	Schweiz	Ticino	Ascona		Mitte Juni bis 23. August		1944	(Gaschen, 1945)
204	Schweiz	Ticino	Sopraceneri und Sottoceneri	Keller, Garten, Mauerritze, Hühnerstall, Kuhstall, Feld	einzigste Art die auch zwischen 200-300 m gefunden wurde; v.a. in Ablauflöchern	200-600	1981 - 1983	(Knechtli & Jenni, 1989)
4	Schweiz	Sessa, Mino Malcantone		Keller oder Nähe menschl. Behausungen			1987 - 1989	(Grimm <i>et al.</i> , 1993)
7	Italien	Arco	Parco arciduciale verso Laghel	Mauerritze			2001	(Ferrarese & Maroli, 2002)

Insgesamt hat sich gezeigt, dass autochthone extramediterrane Vorkommen von Sandmücken (abgesehen von südlichen Teilen West- und Osteuropas) von Deutschland, Nordfrankreich, Jersey, Norditalien, Belgien, Ungarn und der Schweiz bekannt sind. Aus Mitteleuropa und den angrenzenden extramediterranen Gebieten sind bisher fünf Arten des Genus *Phlebotomus* und eine *Sergentomyia*-Spezies gemeldet worden, nämlich *Ph. mascittii*, *Ph. neglectus*, *Ph. papatasi*, *Ph. perfiliewi*, *Ph. perniciosus* und *S. minuta*. Die alten Funde von *Ph. papatasi* beruhen allerdings wahrscheinlich auf Fehldeterminationen und beziehen sich tatsächlich auf andere Spezies (Blanchard, 1909: vermutlich *Ph. mascittii*). Damals fungierte *Ph. papatasi* als Kollektivname für Phlebotomen insgesamt. Die alten Nachweise von *Ph. perfiliewi* (Lörincz & Szentkirályi, 1933) beziehen sich vermutlich auf *Ph. neglectus*. Aufgrund von ausführlichen Diskussionen mit Dr. Torsten Naucke, einem der besten Kenner der Phlebotominae Europas, erscheint es zweifelhaft, ob die Arten *Ph. papatasi* und *Ph. perfiliewi* in Mitteleuropa bzw. Südungarn überhaupt vorkommen. Ebenso beruht die Meldung von *Ph. perniciosus* auf der Insel Jersey (Marett, 1923) möglicherweise auf einer Verwechslung mit *Ph. mascittii*.

Aus den österreichischen Nachbarländern sind folgende Funde bekannt: in Nord-Italien konnten *Ph. mascittii*, *Ph. perniciosus*, *Ph. neglectus*, *Ph. papatasi* und *S. minuta* nachgewiesen werden, in der Schweiz *Ph. perniciosus* und *S. minuta*, in Deutschland *Ph. mascittii* und *Ph. perniciosus* und in Ungarn *Ph. neglectus*, *Ph. papatasi* und *Ph. perfiliewi* (Abb. B-7). Zur Problematik der Funde von *Ph. papatasi* und *Ph. perfiliewi* siehe oben.

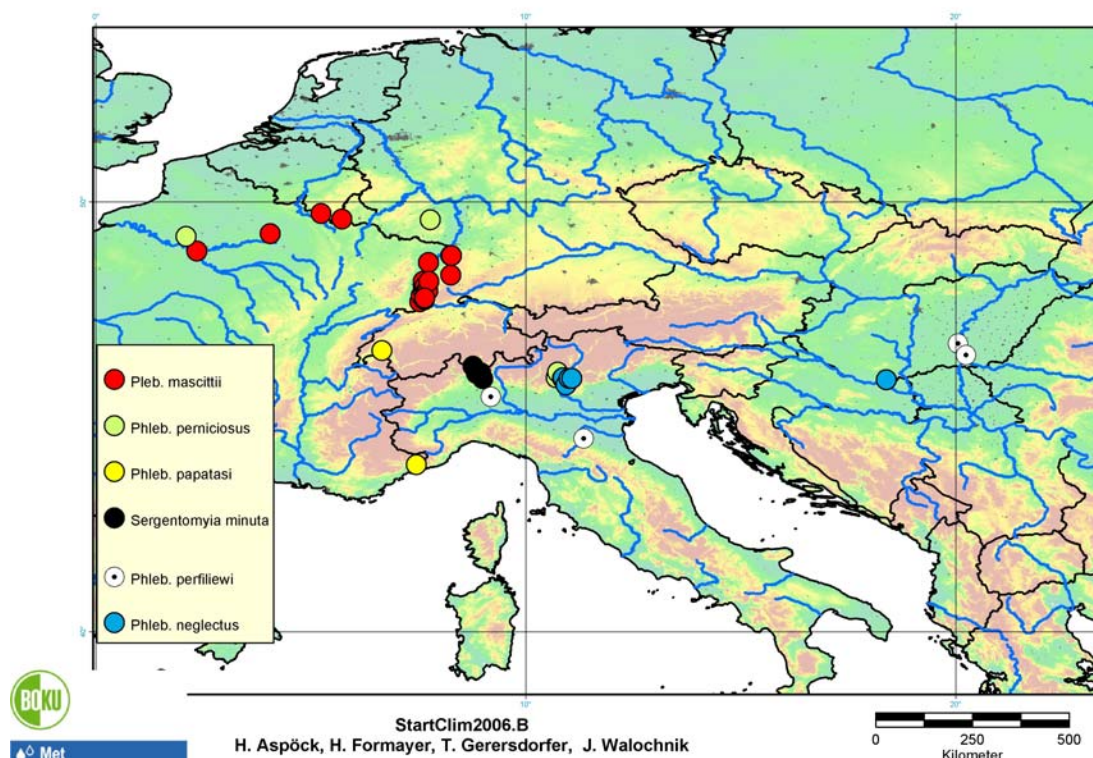


Abb. B-7: Verortung der Sandmücken-Standorte in Deutschland, der Schweiz und Nord-Italien (Temperaturkriterien 1961-1990).

Bei den beschriebenen mitteleuropäischen Phlebotominae-Habitaten handelt es sich (soweit Daten vorhanden sind) vorwiegend um wärmebegünstigte Regionen in Tieflagen (<400 m), teilweise von submediterrane Charakter (Abb. B-8 + Abb. B-9); in manchen Arbeiten wird auf hohe relative Luftfeuchtigkeit besonders hingewiesen. Besondere Beachtung verdient die Tatsache, dass nahezu alle mitteleuropäischen Phlebotominae-Funde aus der Nähe von menschlichen Behausungen stammen, während gezielte Su-

che an anderen Orten bisher erfolglos blieb. Die Sandmücken sind in Mitteleuropa von etwa Juli bis September aktiv; sie sind ausgeprägt stenotop mit einem Aktionsradius von wenigen hundert Metern.

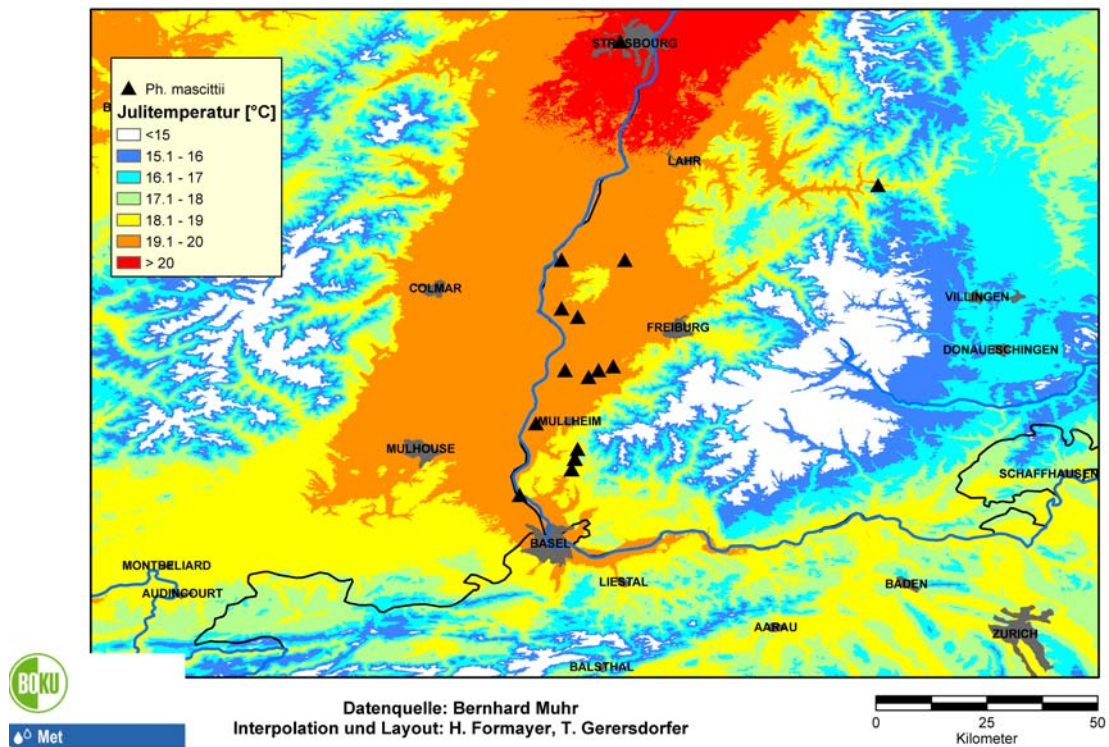


Abb. B-8: Mittlere Julitemperatur in Baden-Württemberg (Temperaturkriterien 1961-1990).

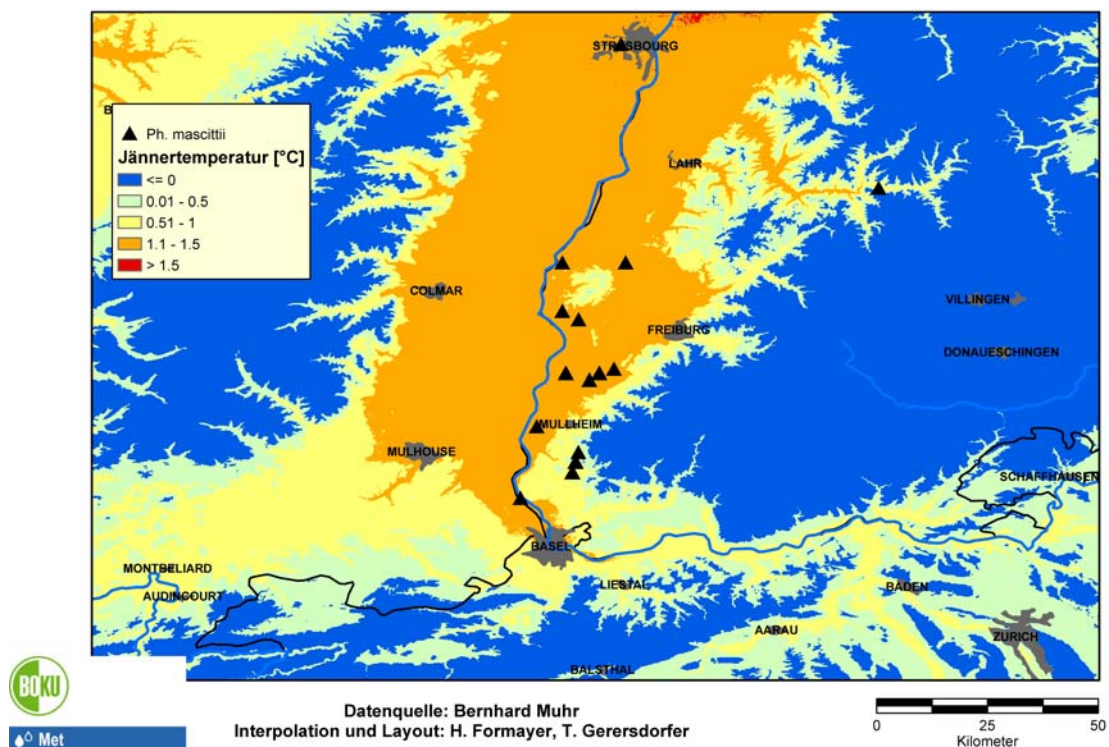


Abb. B-9: Mittlere Januar-temperatur in Baden-Württemberg (Temperaturkriterien 1961-1990).

B-3.3 Klimaprofile von ausgewählten mitteleuropäischen Sandmücken-Fundorten

Während die meisten in Mitteleuropa vorkommenden Sandmücken-Arten offenbar ein sehr breites Toleranzspektrum für Niederschlag und Luftfeuchtigkeit haben, scheinen Sommerwärme und Winterkälte die für ein Sandmücken-Vorkommen limitierenden Faktoren darzustellen (Abb. B-10).

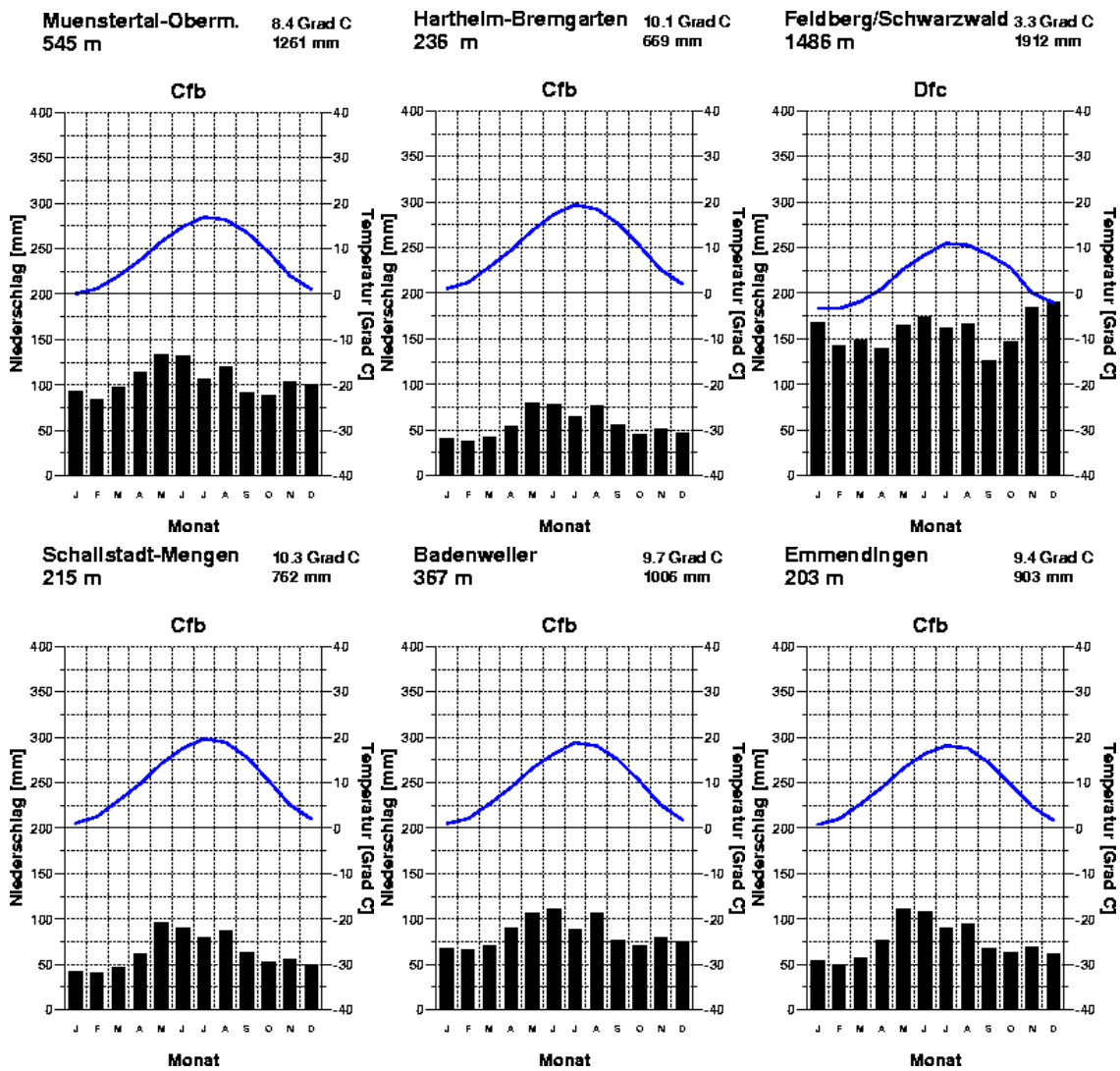


Abb. B-10: Klimaprofile wichtiger Vorkommen von Sandmücken in Deutschland.

Jedoch weisen die einzelnen Sandmücken-Arten durchaus sehr unterschiedliche Temperaturtoleranzspektren auf. Nur drei (zwei) der sechs (vier) in Mitteleuropa nachgewiesenen Sandmücken-Arten kommen an Orten vor, deren Klimaprofile mit jenen österreichischer Regionen vergleichbar sind, und zwar *Ph. mascittii*, welche in Nord-Frankreich, Belgien und Süddeutschland nachgewiesen wurde und *Ph. neglectus* und *Ph. perfiliewi*, welche unter anderem in Nord-Italien und in Ungarn vorkommen (die Nachweise von *Ph. perfiliewi* beziehen sich möglicherweise auf *Ph. neglectus*, siehe oben) (Abb. B-11).

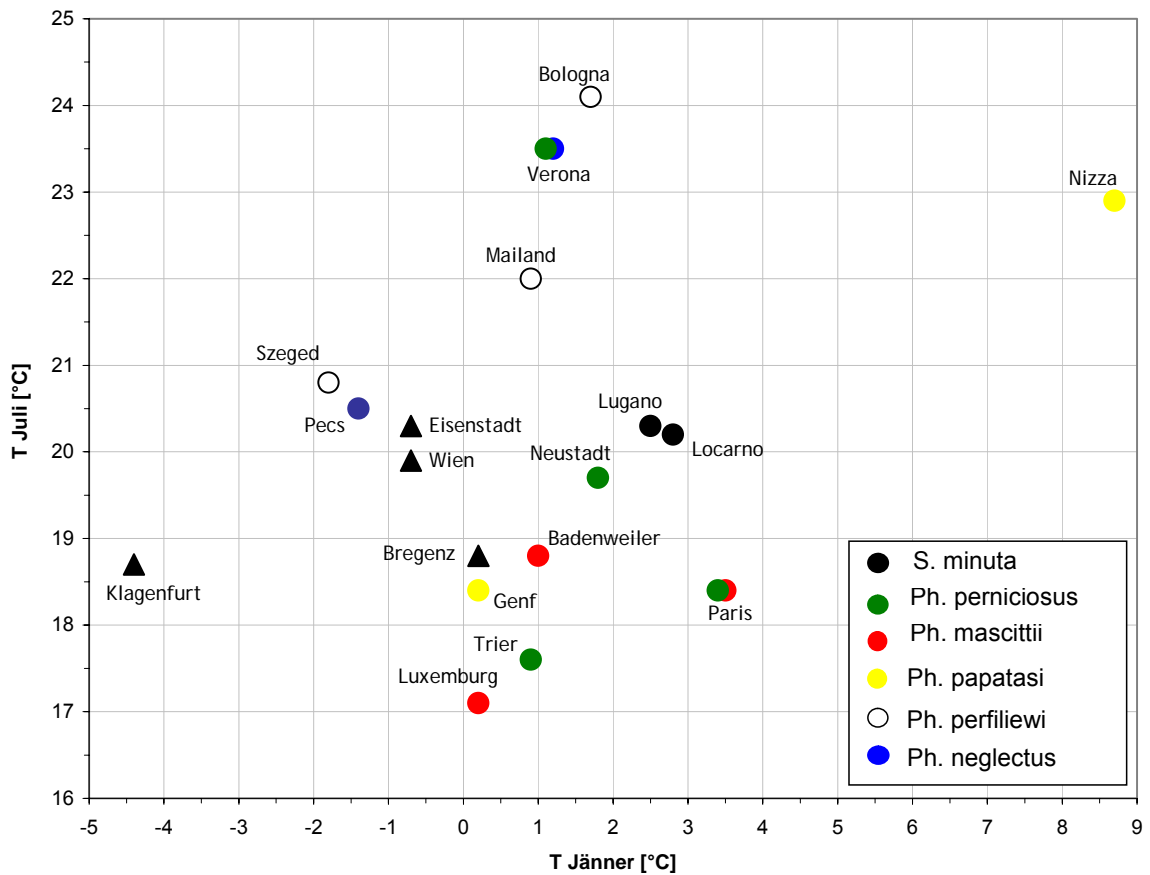


Abb. B-11: Streudiagramm der Juli- und Januar-Monatsmitteltemperaturen (1961-1990) wichtiger Sandmücken-Verbreitungspunkte (bzw. der relevanten Messstationen) im Vergleich zu ausgewählten österreichischen Messstationen.

Für *Ph. mascittii* wurde eine erforderliche durchschnittliche Julitemperatur von über 18°C und eine durchschnittliche Januarterperatur von zumindest 0°C ermittelt. Die Berechnung des unteren Grenzwertes (Schwellenwertes) der Monatsmitteltemperatur für *Ph. neglectus* und *Ph. perfiliewi* ergab für beide etwa 20,7°C im Juli und -2°C im Januar.

B-3.4 Risiko-Karte für Österreich

Während die erforderliche Julitemperatur für *Ph. mascittii* in weiten Teilen des österreichischen Flachlands durchaus gegeben ist (Abb. B-12), wird die Januarterperatur für *Ph. mascittii* derzeit in Österreich nicht konstant erfüllt. Allerdings würde sich dies bei einer Erwärmung um 1°C deutlich ändern, und zwar fallen dann das Rheintal, das Donautal, das östliche Burgenland und die Grenzregion zu Slowenien in das berechnete Risikogebiet (Abb. B-13). Bereits bei einer Erwärmung um 0,5°C würden fokal einige Regionen die erforderlichen Kriterien erfüllen (Abb. B-14).

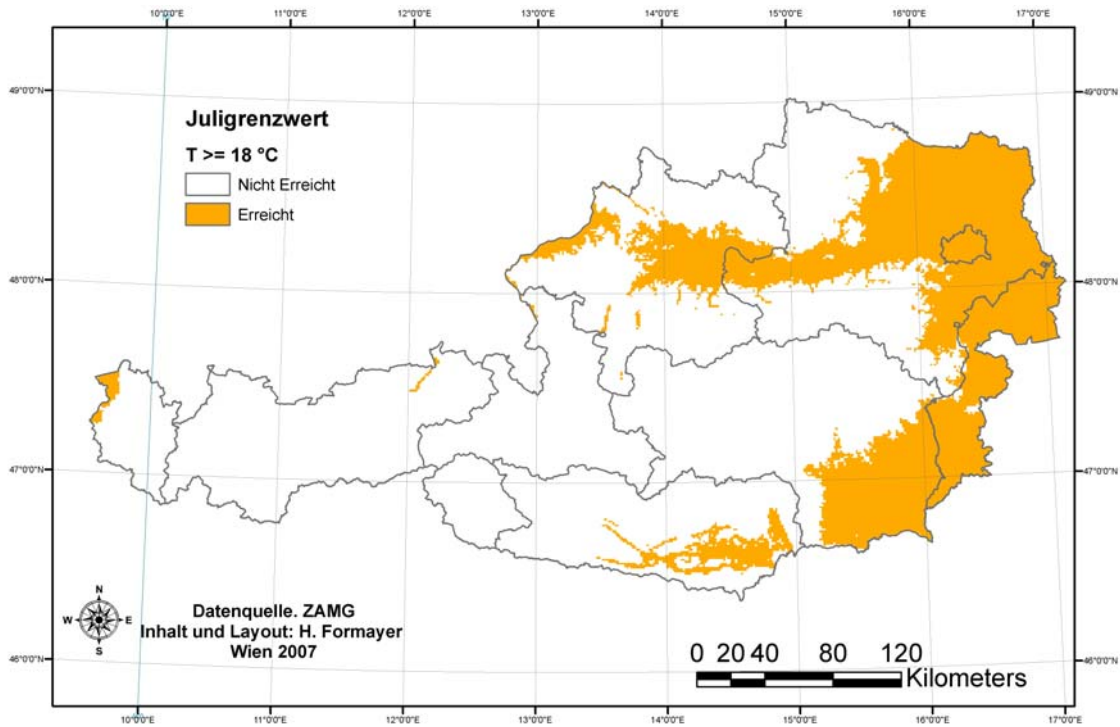


Abb. B-12: Risiko-Karte für Österreich für das Temperaturkriterium $\text{Temp}_{\text{Jul}} > 18^\circ\text{C}$ (Temperaturkriterien 1971-2000).

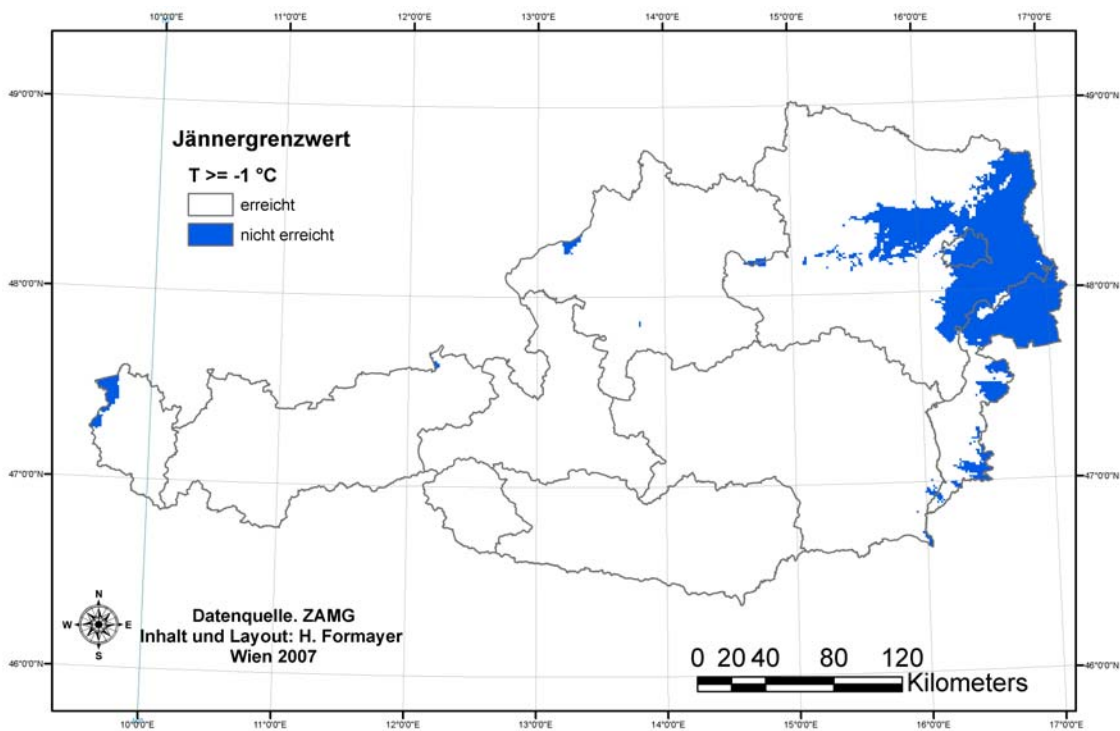


Abb. B-13: Risiko-Karte für Österreich für das Temperaturkriterium $\text{Temp}_{\text{Jan}} \geq -1^\circ\text{C}$ (Temperaturkriterien 1971-2000).

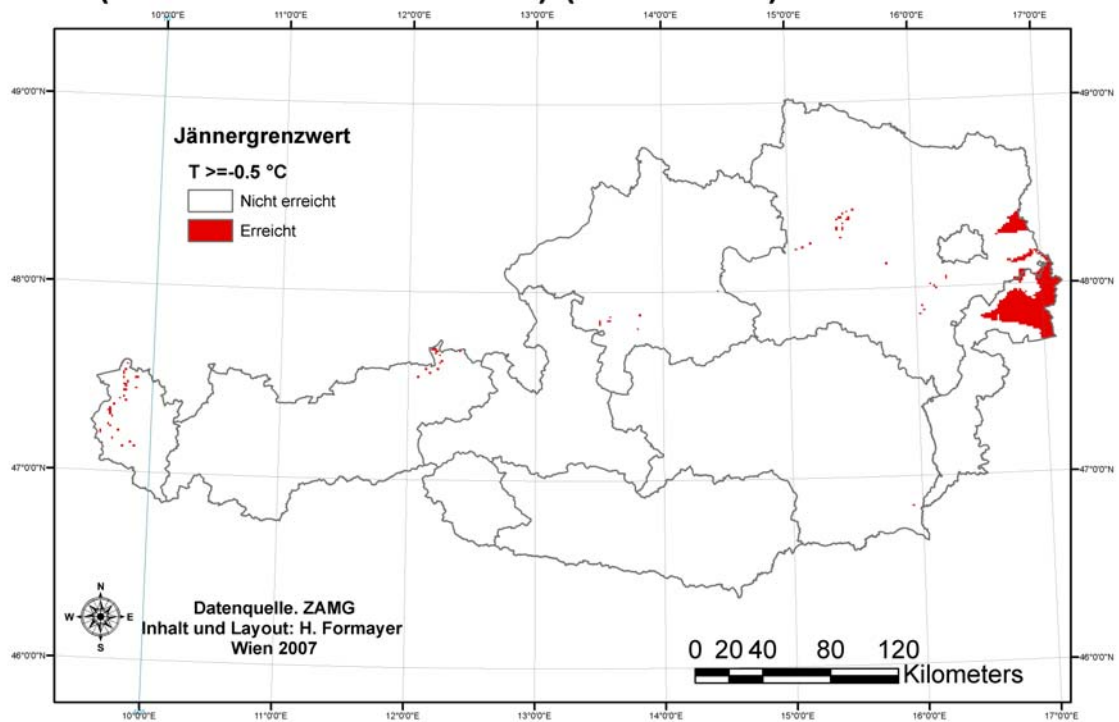


Abb. B-14: Risiko-Karte für Österreich für das Temperaturkriterium $T_{\text{Jan}} \geq -0,5^{\circ}\text{C}$ (Temperaturkriterien 1971-2000).

Abbildung B-15 gibt einen Überblick der anhand der zur Verfügung stehenden Klimadaten errechneten österreichischen Risikoregionen für ein Vorkommen von *Ph. mascittii*.

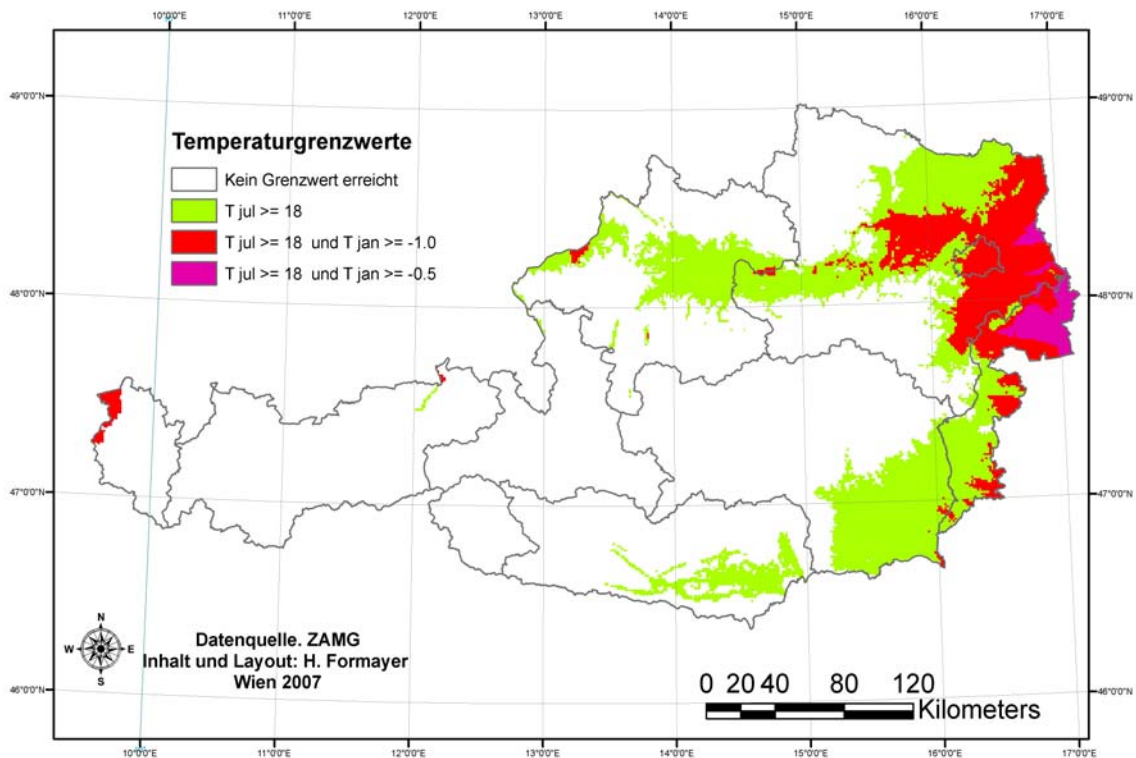


Abb. B-15: Gesamt-Temperaturkriterien (1971-2000) für *Phlebotomus mascittii* in Österreich.

Bei *Ph. neglectus* und *Ph. perfiliewi* hingegen wird die Januartemperatur nahezu in allen nicht-alpinen Regionen erfüllt, jedoch wird die Julitemperatur derzeit in Österreich nicht erreicht. Auch dies würde sich aber in den bereits ausgezeichneten Risikoregionen bei einer Erwärmung um etwa 1°C ändern (Abb. B-16).

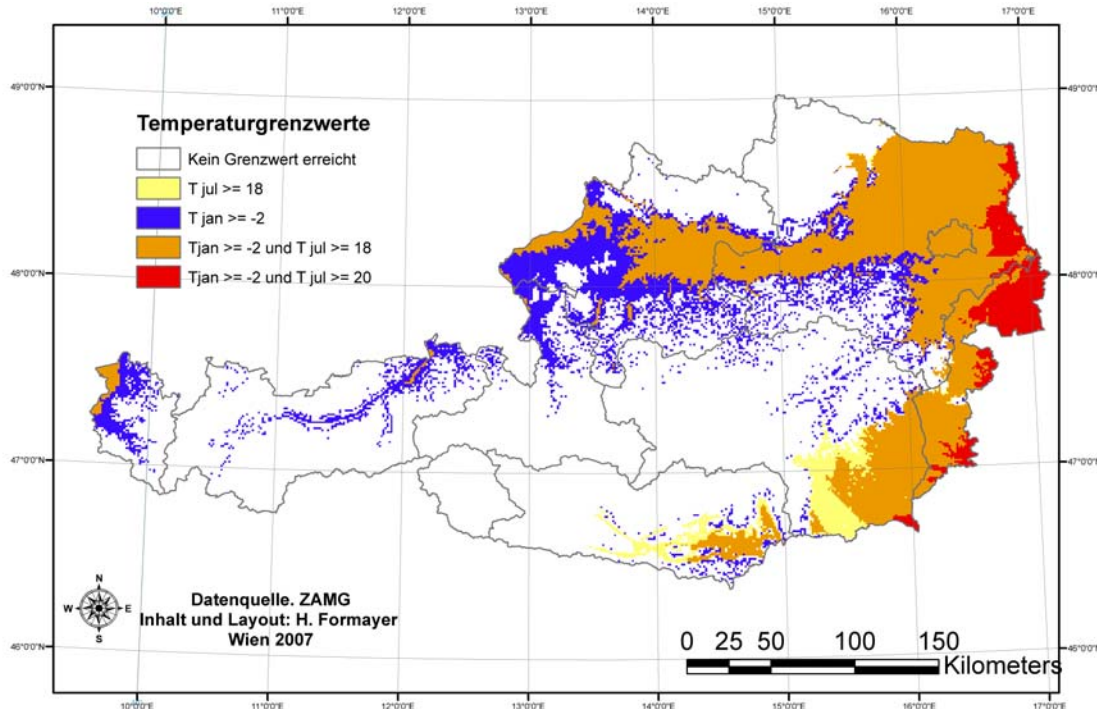


Abb. B-16: Temperaturkriterien (1971-2000) für *Phlebotomus neglectus* (und *Phlebotomus perfiliewi*?) in Österreich.

Insgesamt ist aufgrund der geographischen Gegebenheiten ein Vorkommen von *Ph. mascittii* am ehesten in Westösterreich und ein Vorkommen von *Ph. neglectus* (und *Ph. perfiliewi*?) am ehesten in Ostösterreich zu erwarten. *Ph. neglectus* und *Ph. perfiliewi* sind bekannte Überträger von Leishmanien, mit großer Wahrscheinlichkeit fungiert aber auch *Ph. mascittii* als Vektor.

B-3.5 Korrelation mit epidemiologischen Daten

Die Leishmaniosen sind weder in Österreich noch in Deutschland meldepflichtig. An der Abteilung für Medizinische Parasitologie des Klinischen Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie (Medizinische Universität Wien), dem österreichischen Referenzlabor für Leishmaniosen, wurden im Jahr 2006 vier Leishmaniose-Fälle diagnostiziert. Es handelte sich dabei um drei Fälle von KL und 1 Fall von VL. Die KL-Patienten hatten sich in Costa Rica bzw. in Kroatien infiziert, die VL-Patientin in Italien. Im Jahr zuvor wurden ebenfalls vier Fälle diagnostiziert. Auch dies waren durchwegs importierte Fälle, und zwar 1 Fall von KL und 3 VL-Fälle; 3 der Patienten waren männlich und eine weiblich. Diese Zahlen sind im Verhältnis zur Größe des Landes durchaus vergleichbar mit jenen aus Deutschland. Vom Robert Koch-Institut in Berlin liegen für das Jahr 2004 folgende Zahlen vor: insgesamt 22 Fallmeldungen, davon 20 Fälle KL und 2 Fälle VL. Die meisten Fälle sowohl der VL als auch der KL wurden im europäischen Mittelmeerraum erworben, gefolgt von Asien und Südamerika.

Im Jahr 2006 wurde in Deutschland ein Fall einer VL bei einem 9 Monate alten Mädchen beschrieben, welches zwar selbst nie in einem für VL endemischen Gebiet gewesen war, dessen Mutter allerdings zwar asymptomatisch, jedoch seropositiv war, sodass eine pränatale Übertragung der Leishmanien von der Mutter auf das Kind angenommen

werden muss (Boehme *et al.*, 2006). An dieser Stelle muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass Leishmanien diaplazentar auch von klinisch völlig unauffälligen Müttern übertragen werden können und dass die Krankheit erst in der nächsten Generation manifest wird (Walochnik & Aspöck, 2004).

Autochthone Fälle von Leishmaniose wurden insgesamt aus vier Ländern nördlich der Alpen beschrieben. Der erste Fall trat schon 1931 in Nordfrankreich auf, allerdings lässt sich die genaue Provenienz nicht mehr rekonstruieren. In Deutschland wurden wiederholt Fälle autochthoner Leishmaniose bekannt, je ein Fall 1999, 2001, 2002 und 2004 (Bogdan *et al.*, 2001; Hofman *et al.*, 2000; Meinecke *et al.*, 1999; Schonian *et al.*, 2003). Bei diesen Fällen ist bemerkenswert, dass sie durchwegs in der Nähe der beschriebenen *P. mascittii*-Vorkommen auftraten. Auch in Österreich wurden drei Fälle beschrieben, bei denen zumindest nicht ausgeschlossen werden kann, dass die Infektion in Österreich stattgefunden hat: einer 1965 in Niederösterreich, einer 1989 in Wien und einer 1999 in Kärnten (Beyreder, 1965; Dornbusch *et al.*, 1999; Kollaritsch *et al.*, 1989). Bei dem Kärntner Fall handelte es sich um ein 10 Monate altes Mädchen, welches allerdings ein halbes Jahr zuvor an der italienischen Riviera gewesen war (Dornbusch *et al.*, 1999). Der jüngste beschriebene Fall (2005) aus einem extramediterranen Teil Europas nördlich der Alpen stammt aus England und zwar aus Surrey (Darne & Sinclair, 2006). Dabei handelte es sich um eine 51 Jahre alte Frau, welche vier Jahre lang nicht im Ausland gewesen war. Bei fast allen anderen Fällen handelte es sich um Kinder, welche zumeist jünger als fünf Jahre waren. Auch bei einem an Leishmaniose erkrankten Pferd konnte eine in Deutschland erfolgte Infektion wahrscheinlich gemacht werden (Koehler *et al.*, 2002).

Interessanterweise ergab eine Verortung der drei in der Literatur beschriebenen potentiell autochthonen österreichischen Leishmaniose-Fälle, dass sie durchwegs in den aus unseren Berechnungen hervorgehenden Risikogebieten für Sandmücken-Vorkommen, und zwar aufgrund der östlichen Lage insbesondere im Risikogebiet für *Ph. neglectus* (und *Ph. perfiliewi*?), liegen (Abb. B-17).

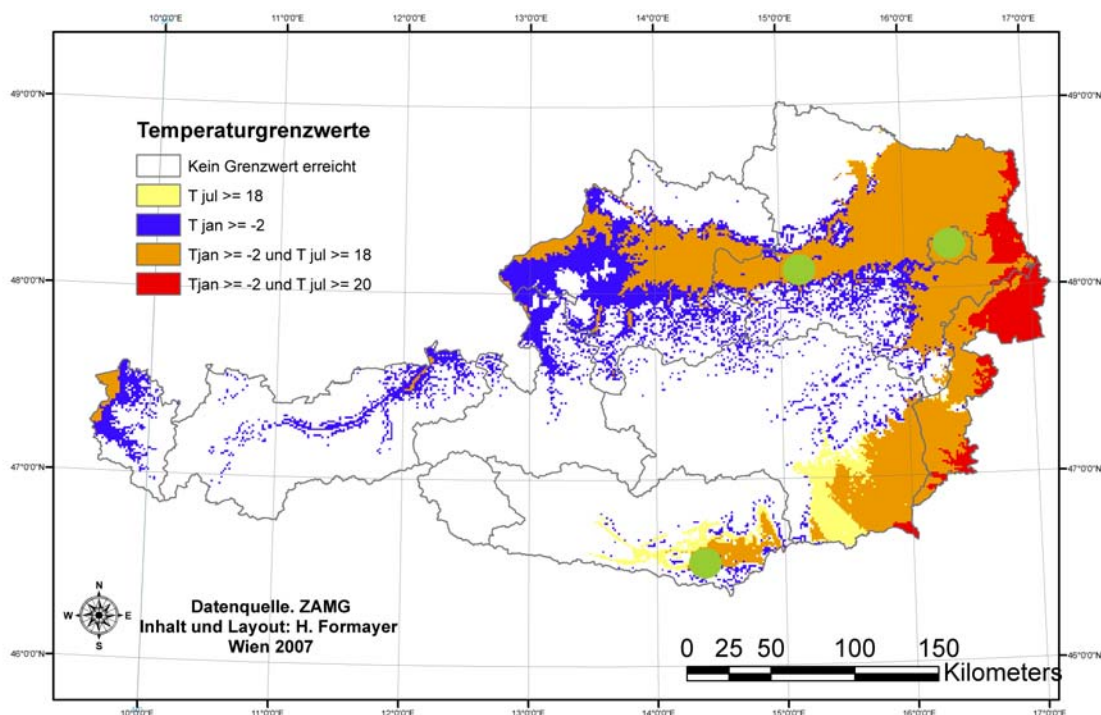


Abb. B-17: Temperaturkriterien (1971-2000) für *Phlebotomus neglectus* und *Phlebotomus perfiliewi* in Österreich mit verorteten potentiell autochthonen Leishmaniose-Fällen (in grün).

B-4 Diskussion

B-4.1 Biogeographische Grundlagen

Für das Verständnis der Genese der Fauna und Flora Mitteleuropas ist es wichtig zu wissen, dass bis zum Ende der letzten Eiszeit vor ca. 15.000 Jahren nicht nur ganz Nordeuropa und die britischen Inseln sondern auch große Teile des nördlichen Mitteleuropas sowie die Alpen und andere Gebirge Europas von zum Teil mehrere hundert Meter hohen Gletschern bedeckt waren. Diese Situation hatte dazu geführt, dass durch die zunehmende Vereisung ein erheblicher Teil der Organismen auf die südeuropäischen Halbinseln, also in den mediterranen Raum in dem auch während der gesamten Eiszeit eine reich strukturierte Vegetation bestand, abgedrängt wurde. Dieser Terminus „Abdrängung“ wird zwar im biogeographischen Schrifttum häufig verwendet und trifft in vielen Fällen auch sicher zu, de facto entstand diese „Abdrängung“ indes in den meisten Fällen dadurch, dass die präglazialen bzw. die in den Zwischeneiszeiten (Warmzeiten) viel größeren Verbreitungsareale während der Kaltzeiten (so auch in der letzten Kaltzeit, die vor etwa 120.000 Jahren begann) durch Aussterben der Arten in Mittel- und Nordeuropa drastisch auf Refugien im mediterranen Raum reduziert wurden (De Lattin, 1967).

Mit dem raschen Verschwinden der glazialen Vereisung innerhalb weniger tausend Jahre entstanden in Mitteleuropa (und nachfolgend auch in Nordeuropa) wiederum jene ökologischen Voraussetzungen, die für eine Besiedlung durch Tiere und Pflanzen notwendig waren.

Im Wesentlichen setzt sich die Fauna Mitteleuropas aus zwei Gruppen von Faunenelementen zusammen: zum einen aus mehr oder weniger expansiven Arten, die aus mediterranen Refugien stammen (holomediterrane, atlantomediterrane, adriatomediterrane, balkanopontomediterrane... Faunenelemente) zum anderen aus Arten, die postglazial aus dem Osten, vorwiegend aus dem asiatisch-paläarktischen Raum Europa besiedelt haben (sibirische, mongolische... Faunenelemente). Manche dieser Spezies östlicher Provenienz hatten Mitteleuropa schon in früheren Warmzeiten während des Pleistozäns erreicht und hatten sich in Europa in kleinen (extramediterranen) Refugien behaupten und die nächste Eiszeit überdauern können (Aspöck, 1979; Aspöck *et al.*, 1991).

Natürlich waren die eisfreien Gebiete Mitteleuropas selbst zum Höhepunkt der letzten Eiszeit nicht ohne Tiere und Pflanzen, aber die Artenzahl war extrem reduziert. Weitaus mehr als 95% der heute in Mitteleuropa vorkommenden Tiere und Pflanzen stammen aus der Phase der Wiederbesiedlung im Verlauf der vergangenen 11.000 (bis 15.000) Jahre. Die Wiederbesiedlung von Mitteleuropa aus dem mediterranen Raum erfolgte in den verschiedenen postglazialen Perioden unterschiedlich schnell und unterschiedlich intensiv. In der wärmsten Phase dieser Periode, im Atlantikum, vor rund 7.000 Jahren wanderten besonders viele mediterrane Faunenelemente nach Mitteleuropa ein und erreichten Gebiete bis Norddeutschland. In der folgenden Phase der Abkühlung starben viele dieser neuen Einwanderer wieder aus, an manchen Stellen, an denen besonders wärmebegünstigte Verhältnisse bestanden konnten sich aber isolierte Populationen halten und sogar bis heute persistieren. Die Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*) ist ein bekanntes Beispiel eines solchen mediterranen Faunenelements, das sporadisch auch an vielen Stellen Mitteleuropas erhalten geblieben ist.

B-4.2 Sandmücken in Mitteleuropa

Mit großer Wahrscheinlichkeit sind auch Sandmücken – zumindest *Ph. mascittii*, vermutlich *Ph. perniciosus* (Aransay *et al.*, 2003), möglicherweise noch andere Spezies – Beispiele für solche „hängen gebliebenen“ Einwanderer aus dem Mittelmeerraum während wärmerer Perioden. Gerade die Teile Deutschlands, in denen seit dem Jahre 1999

Sandmücken nachgewiesen worden sind, stellen bekannte Gebiete mit einem hohen Anteil mediterraner Arten dar, die den Weg nach Norden über das Rhône- und das Rhein-Tal genommen haben.

Dies sind in vielen Fällen Regionen, die für Weinanbau genutzt werden, und solche wären möglicherweise auch in Österreich potentielle Phlebotomen-Vorkommen.

Insgesamt sind im Verlauf der vergangenen 100 Jahre 6 Phlebotominae-Arten aus Mitteleuropa und angrenzenden extramediterranen Gebieten gemeldet worden: *Ph. mascittii*, *Ph. neglectus*, *Ph. papatasi*, *Ph. perfilliewi*, *Ph. perniciosus* und *S. minuta*. Wahrscheinlich beruhen die Meldungen über *Ph. papatasi* und *Ph. perfilliewi* auf Fehldeterminationen, sodass in Mitteleuropa derzeit möglicherweise nur vier Sandmücken-Spezies vorkommen. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die Bestimmung von Sandmücken eine lange Einarbeit und fundierte taxonomische Kenntnisse erfordert. Manche der für die Differenzierung der Spezies eingesetzten Merkmale waren zu Beginn des 20. Jahrhunderts nicht bekannt oder wurden jedenfalls nicht beachtet, und der Name des schon 1786 von Johann Anton Scopoli beschriebenen *Ph. papatasi* diente lange Zeit als Kollektivbezeichnung für alle Sandmücken.

Die meisten Fundpunkte von Phlebotomen in Mitteleuropa betreffen *Ph. mascittii*, sie stammen vorwiegend aus der allerjüngsten Zeit (Depaquit *et al.*, 2005; Naucke & Pesson, 2000; Naucke & Schmitt, 2004; Steinhausen, 2005). Die Tatsache, dass *Ph. mascittii* erst im Jahre 1999 in Deutschland gefunden wurde, war zunächst Anlass, die Möglichkeit einer erst vor kurzer Zeit erfolgten Einwanderung oder jedenfalls erst jüngst erfolgten Etablierung in Erwägung zu ziehen. Es lag nahe, dies im Lichte einer Klima-Erwärmung zu sehen. Dazu kam, dass es schwer fiel anzunehmen, dass ein lange bestehendes Vorkommen von Phlebotomen in einem entomologisch so gut durchforschten Land wie Deutschland übersehen worden wäre. Trotzdem herrscht jetzt die Meinung vor, dass *Ph. mascittii* seit langer Zeit (vielleicht schon seit dem Atlantikum) in Mitteleuropa existiert. Ein gewichtiges Argument gegen eine Einwanderung in allerjüngster Zeit ist der Nachweis der Art in Straßburg im Jahre 1931 (Callot, 1950). Die Entfernung von Straßburg zu den südwestdeutschen Fundorten ist so gering, dass man nicht annehmen kann, dass diese Vorkommen auf unterschiedliche Besiedlungswellen zurückzuführen sind. Auch dass Phlebotomen – wenn sie schon seit eh und je in Deutschland vorkommen – erst jetzt gefunden worden sind, findet eine plausible Erklärung, wenn man weiß, dass Sandmücken nur in warmen, windstillen Nächten aktiv sind, dass sie weiters angesichts ihrer Kleinheit nur gefunden werden können, wenn man sie speziell sucht, dass sie extrem stenotop sind (also einen sehr kleinen Aktionsradius haben), dass sie häufig in zwar vom Menschen beeinflussten oder errichteten, aber nicht bewohnten Biotopen (in Scheunen, Ställen, Kellern, verfallenen Gebäuden etc.), wo sie z.B. an Nagern, an Hunden oder Katzen Blut saugen können, vorkommen und dass sie schließlich fast nur mit raffinierten Lichtfallen gefunden und gefangen werden können. Die meisten Arten werden von schwachem Licht (z.B. von dem einer schwachen Glühbirne oder einer Taschenlampe) angezogen, jedoch von hellen Lichtquellen (z.B. Neonröhren) meist abgeschreckt. Zum Sammeln von Sandmücken setzt man daher kleine Lichtfallen mit schwach leuchtendem Licht und einem Ventilator ein, der die Sandmücken in einen darunter befindlichen Sack oder ein Gefäß mit Konservierungsflüssigkeit saugt (CDC-Fallen).

Trotzdem mag ein Zusammenhang zwischen Klima-Veränderung und der Ausbreitung von *Ph. mascittii* in Mitteleuropa bestehen, auch wenn es dafür derzeit keine Beweise gibt (Lindgren & Naucke, 2007).

Ph. perniciosus ist sowohl aus dem westlichen als auch dem östlichen Mittelmeerraum bekannt und wurde in Mitteleuropa, in Deutschland, erstmals im Jahre 2001 (Naucke, 2002) nachgewiesen. Der Fund gelang in Gehrweiler in Rheinland-Pfalz, ebenfalls in einer anthropogen beeinflussten Biozönose. Es muss als gänzlich ungeklärt betrachtet

werden, seit wann dieses Vorkommen besteht, ob es also auch auf lange zurück liegende natürliche Einwanderungen aus dem Mittelmeergebiet oder auf jüngst erfolgte Einschleppung und Etablierung zurückzuführen ist. Es gibt noch eine andere Meldung der Art außerhalb des Mittelmeerraums, nämlich auf der Insel Jersey. Dr. Torsten Naucke (pers. Mitt.) hält es für möglich, dass auch dieser „Nachweis“ auf einer Fehldeterminati-on beruht und dass es sich dabei um *Ph. mascittii* gehandelt hat.

Ph. neglectus ist bisher im Mitteleuropa im strengen Sinn nicht nachgewiesen worden, doch haben wir mit Rücksicht auf gesicherte Vorkommen in Ungarn wegen der geographischen Nähe die Art in unsere Überlegungen einbezogen. Tatsächlich muss man aufgrund der klimatologischen Daten ein Vorkommen in Ostösterreich für zumindest nicht ausgeschlossen halten (siehe unten).

Ph. perfilliewi wurde ebenfalls aus Ungarn sowie aus verschiedenen Teilen Nord-Italiens gemeldet. Die ungarischen Funde wurden vor mehr als 70 Jahren publiziert und beruhen vermutlich auf einer Verwechslung mit *Ph. neglectus*.

Ph. papatsi kommt sehr wahrscheinlich in Mitteleuropa im strengen Sinn nicht vor, die nördlichsten Funde liegen vermutlich in der Südschweiz.

S. minuta schließlich ist in der Südschweiz und in Norditalien nachgewiesen worden, bedarf aber deshalb unter humanmedizinischen Aspekten keiner weiteren Diskussion, weil die Art an Reptilien, nicht aber an Säugetieren Blut saugt.

B-4.3 Leishmanien in Mitteleuropa

Leishmanien sind in mehreren Arten und Stämmen über große Teile der Tropen und Subtropen und warmgemäßiger Gebiete der Nordhemisphäre weit verbreitet. Im Mittelmeerraum und auch auf allen südeuropäischen Halbinseln sind die durch Leishmanien hervorgerufenen Erkrankungen seit eh und je bekannt und werden bereits in Schriften des Altertums erwähnt.

In Mitteleuropa waren Leishmanien bis vor kurzer Zeit nur als Erreger von Tropenkrankheiten bekannt, und alle Infektiologen und Parasitologen waren der Überzeugung, dass Leishmanien in Mitteleuropa nicht vorkommen. Erste Überlegungen über ein mögliches autochthones Vorkommen von Leishmanien in Mitteleuropa ergaben sich aus Fällen von Leishmaniose, bei denen die Infektion im subtropischen oder tropischen Gebieten oder in irgendeinem Teil des Mittelmeerraums nicht nachgewiesen werden konnte (Beyreder, 1965; Kollaritsch *et al.*, 1989). Die Annahme eines autochthonen Vorkommens von Leishmanien in Mitteleuropa erschien so unwahrscheinlich, dass man andere Möglichkeiten (wie z.B. Einschleppung infizierter Sandmücken durch Wind oder durch Transportmittel nach Mitteleuropa) diskutierte. Trotzdem wurde auch die Möglichkeit eines autochthonen Vorkommens nicht ausgeschlossen, zumal bekannt war, dass autochthone Leishmaniosen auch in relativ nördlichen Teilen des Mittelmeerraums auftreten. Schließlich wurden Fälle beschrieben, bei denen die in Mitteleuropa erfolgte Infektion nicht mehr ausgeschlossen werden konnte, und die Häufung solcher Fälle führte mehr und mehr zu der Überzeugung, dass autochthone Fälle von Leishmaniosen zumindest sporadisch in Mitteleuropa auftreten können. Diese Erkenntnis ging Hand in Hand mit den zunehmenden Nachweisen von Phlebotomen in Mitteleuropa, sodass sich die verschiedenen Befunde zu einem überzeugenden Mosaik zusammensetzen ließen. Es kann heute eigentlich kein Zweifel bestehen, dass es autochthone Leishmaniose-Fälle in Mitteleuropa gibt. Was wir nicht wissen, ist die Herkunft dieser Leishmanien, und auch der Überträger ist nicht sicher bekannt. *Ph. mascittii* wird zwar verdächtigt, Leishmanien übertragen zu können, der experimentelle Beweis steht jedoch noch aus. Auf welchem Wege Leishmanien Mitteleuropa erreicht haben, war zunächst durchaus unklar, und angesichts der Tatsache, dass eine Klimaerwärmung zu einer Ausbreitung dieser Erreger führen würde, wurde eine natürliche Ausbreitung diskutiert. Schließlich gab es aber eine viel plausiblere Erklärung:

Leishmanien sind, wie erwähnt, im Mittelmeerraum weit verbreitet, wobei Hunde als Reservoirwirte eine besonders große Bedeutung spielen. In manchen Gebieten sind mehr als die Hälfte aller Hunde, ja sogar bis zu 90% aller Hunde infiziert (Brandonisio *et al.*, 1992; Ciaramella *et al.*, 1997). Sogar in Norditalien gibt es ein stabiles Reservoir von Leishmanien in infizierten Hunden (Baldelli *et al.*, 2001; Bettini *et al.*, 1980). Die Leishmanien bedingen bei den Hunden Krankheiten unterschiedlichen Grades und verbleiben meist lebenslang im Hund. Hunde erkranken aber auch häufig unter auffallenden klinischen Symptomen, die ihnen ein jämmerliches Aussehen vermitteln. Manche dieser Hunde wurden von mitleidvollen Europäern anlässlich von Urlaubsreisen nach Mitteleuropa und hauptsächlich nach Deutschland verbracht, und schließlich fanden geschäftstüchtige Menschen in verschiedenen Teilen des Mitteleerraums heraus, dass sich hier ein neuer gewinnträchtiger Markt erschließen könnte. Tatsächlich werden heute – sogar per Internet – an Leishmaniose erkrankte Hunde zum Verkauf angeboten, und tatsächlich finden sich in Mitteleuropa und namentlich in Deutschland erstaunlich viele Menschen, die aus Mitleid solche Hunde kaufen und manchmal auch auf durchaus nicht legale Weise ins Land bringen. Nach vorsichtigen Schätzungen leben in Deutschland etwa 20.000 mit Leishmanien infizierte Hunde, sodass die Wahrscheinlichkeit, dass irgendwann so ein Hund von einer Sandmücke gestochen wird, genügend hoch ist, um die Etablierung von Leishmanien-Herden in Deutschland zu ermöglichen (Ashford *et al.*, 1998; Zahner & Bauer, 2004). Aber auch Pferde, Katzen und andere Haustiere werden quer durch Europa transportiert, und auch diese Tiere spielen als potentielle Reservoirwirte eine Rolle (Englund & Pringle, 2003; Rufenacht *et al.*, 2005).

Der im Mittelmeerraum vorherrschende Stamm von *Leishmania infantum* verfügt über eine relativ niedrige Virulenz und war deshalb früher vorwiegend als Erreger von Krankheiten bei Kindern bekannt (daher auch der Name: *L. infantum*), immungesunde Erwachsene waren zwar häufig Träger der Parasiten, erkrankten jedoch nicht (Cascio *et al.*, 1997). Diese Situation hat sich mit dem Auftauchen von AIDS radikal geändert. Die durch das HIV hervorgerufene Immunsuppression ermöglicht in einem großen Prozentsatz der Fälle eine schrankenlose Vermehrung der Leishmanien mit massiver klinischer Symptomatik. Eine HIV-Infektion erhöht das Risiko an einer Leishmaniose zu erkranken um das 100-1.000fache.

Zusammenfassend kann man also davon ausgehen, dass Sandmücken schon lange in Mitteleuropa heimisch sind, nicht aber Leishmanien. Man muss heute annehmen, dass das autochthone Auftreten von Leishmanien in Mitteleuropa auf Einschleppung durch importierte Hunde zurückzuführen ist.

B-5 Risikoabschätzung und Schlussfolgerungen

Grundlage der folgenden Überlegungen ist die unbestreitbare Tatsache, dass Leishmanien in Mitteleuropa durch autochthon vorkommende Sandmücken übertragen werden können. Mehrere Fälle von Leishmaniose beim Menschen und bei Tieren, bei denen eine Infektion außerhalb von Mitteleuropa ausgeschlossen werden konnte, bestätigen dies abermals. Solche gesichert autochthonen Leishmaniose-Fälle sind bisher an mehreren Stellen im Südwesten Deutschlands nachgewiesen worden. In Österreich gibt es drei Fälle, bei denen eine Infektion in Österreich nicht ausgeschlossen, aber auch nicht bewiesen werden konnte. Ein gewichtiges Argument gegen ein autochthones Auftreten von Leishmaniose in Österreich war bisher (und ist nach wie vor) das Fehlen von Nachweisen von Sandmücken.

Angesichts der Tatsache, dass die Leishmaniosen ernst zu nehmende und lebensgefährliche Erkrankungen darstellen, ist die Abschätzung des Risikos des Auftretens autochthoner Leishmaniose in Österreich von essentieller Bedeutung und steht zweifellos in öffentlichem Interesse. Die Frage ist nicht nur für die einheimische Bevölkerung bedeutsam, sondern muss in manchen Gebieten auch unter dem Gesichtspunkt des Tourismus gesehen werden.

Wir wissen, dass in Deutschland eine große Zahl von Hunden (man schätzt 20.000) lebt, die mit Leishmanien infiziert sind. Es handelt sich dabei um Hunde, die auf legale oder illegale Weise nach Deutschland eingeführt worden sind. Man geht davon aus, dass sie in erster Linie die Quelle weiterer in Deutschland erfolgter Infektionen sind. Wenn sich ein infizierter Hund in einem Gebiet aufhält, in dem zur Übertragung befähigte Sandmücken vorkommen, besteht die Möglichkeit der Etablierung eines Herdes, in dem und von dem aus weitere Wirbeltiere einschließlich des Menschen infiziert werden können. Es gibt bisher in Deutschland keine Untersuchungen über das Vorkommen von Leishmanien in Wildtieren, solche Studien wären insbesondere in den Gebieten, in denen Phlebotominen nachgewiesen worden sind oder in denen autochthone Leishmaniose-Fälle bekannt geworden sind, von großer Bedeutung. Wie viele mit Leishmanien infizierte Hunde in Österreich leben, ist unbekannt, doch kann kein Zweifel daran bestehen, dass solche mit Leishmanien infizierte oder sogar an Leishmaniose erkrankte Tiere aus dem Mittelmeerraum nach Österreich eingeführt worden sind und weiter eingeführt werden. Eine mögliche Quelle für die Infektion von Sandmücken, wenn solche in Österreich auftreten, ist also gegeben (Edelhofer *et al.*, 1995).

Auch durch die rege Reisetätigkeit werden vermehrt Leishmanien nach Mitteleuropa eingeschleppt, d.h. ein Erregerreservoir ist zunehmend vorhanden, beispielsweise hat sich der Zahl der Kutanen Leishmaniose in Großbritannien im letzten Jahrzehnt verdreifacht (Schwartz *et al.*, 2006; Scope *et al.*, 2003). In diesem Zusammenhang muss auch nochmals besonders darauf hingewiesen werden, dass HIV-Positive ein bis 1.000fach höheres Erkrankungsrisiko haben und zudem als Infektionsquelle für Sandmücken dienen können.

Ob in Österreich autochthone Leishmaniose auftritt oder nicht, hängt also nicht von der Verfügbarkeit des Erregers ab – wir müssen einfach unterstellen, dass er vorhanden ist – sondern von der Möglichkeit der Übertragung durch natürliche Vektoren, also durch Sandmücken. Die klimatologische Analyse der Fundorte von Sandmücken in verschiedenen Teilen Mitteleuropas und in angrenzenden extramediterranen Gebieten (Südun-garn, Norditalien) und der Vergleich mit den derzeit bestehenden klimatischen Bedingungen in Österreich haben ergeben, dass für keine der vor allem in Frage kommenden Arten (*Ph. mascittii*, *Ph. neglectus* und eventuell *Ph. perfiliewi*) in irgendeinem Teil unseres Landes konstant jene Bedingungen bestehen, die für das Vorkommen der Phlebotomen charakteristisch sind. Die vergleichenden Studien haben gezeigt, dass die Temperatur (nicht aber Niederschläge) den das Auftreten von Sandmücken determinieren-

den Faktor darstellen. In keinem Teil Österreichs entsprechen sowohl das Julitemperaturmittel als auch das Januartemperaturmittel den für eine der genannten Sandmückenarten erforderlichen Bedingungen. Vereinfacht gesagt: für das Auftreten von *Ph. mascittii* ist es im Winter zu kalt, und für *Ph. neglectus* ist es im Sommer zu kalt. Allerdings würde eine Erwärmung um weniger als 1°C die Situation vollkommen ändern, und es würden große Teile des Rheintals, des Donautals und des Ostens und Südostens Österreichs zu Gebieten werden, in denen alle Voraussetzungen für ein Auftreten von Sandmücken gegeben sind. Dies schließt allerdings nicht aus, dass in kleinen Gebieten unseres Landes schon heute jene Temperaturen bestehen, die die Sandmücken brauchen.

Abbildung B-18 demonstriert anhand einer Karte die Situation unter Zugrundelegung der extrem warmen Monate Juli 2006 und Januar 2007 (2006 war ein außergewöhnlich heißer Sommer, der Winter 2006/2007 war der mildeste seit Beginn der Messungen 1775).

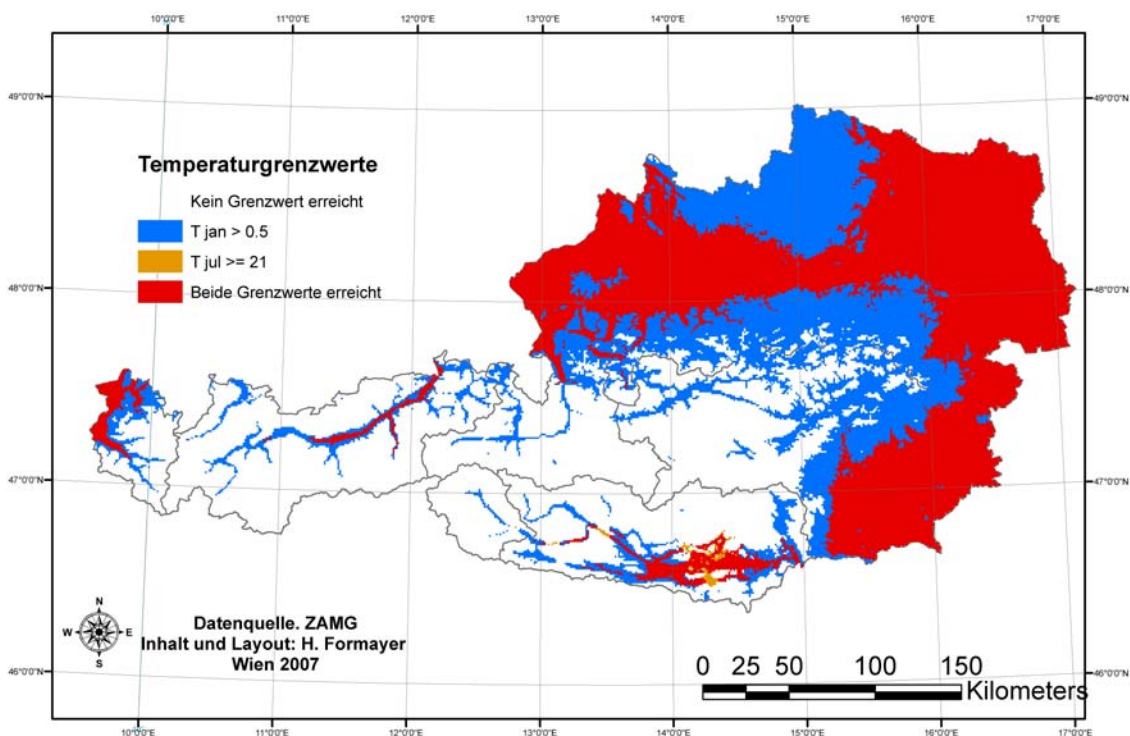


Abb. B-18: Sandmückenrelevante Temperaturkriterien für die Extremmonate Juli 2006 und Januar 2007 in Österreich.

Insgesamt ergibt sich aus unseren Untersuchungen, dass das Risiko des Auftretens autochthoner Leishmaniose in Österreich als hoch eingeschätzt werden muss. Im Hinblick auf die Tatsache, dass in Österreich zahlreiche, zum Teil allerdings insuläre Vorkommen mediterraner Tiere (in den meisten Fällen schon lange) bestehen, können solche relikitären Vorkommen auch von Sandmücken an isolierten, wärmebegünstigten Stellen nicht ausgeschlossen werden. In diesem Zusammenhang verdient eine persönliche Mitteilung des 1979 verstorbenen Zoologen Prof. Dr. Max Beier, einem überragenden Kenner der Arthropoden-Fauna Mitteleuropas, Beachtung. Er erzählte einem von uns (Horst Aspöck), dass er irgendwann nach dem 2. Weltkrieg in Kärnten an sich selbst eine Sandmücke beobachtet habe, die er als solche zweifelfrei identifizieren konnte. Leider wurde damals verabsäumt, diese Beobachtung bzw. die persönliche Mitteilung in allen eruierten Details zu protokollieren, insbesondere ist auch der Fundort unbekannt geblieben. Dass es bis heute keine gesicherten Nachweise von Phlebotomi-

nen in Österreich gibt, besagt nicht viel: Sandmücken findet man in der Regel nicht durch Zufall, man muss nach ihnen mit speziellen Methoden suchen, und dies ist bisher nicht geschehen. Sollte es in Österreich tatsächlich bereits fokale Vorkommen von Sandmücken geben, so muss man damit rechnen, dass sich diese im Zuge einer Klimaerwärmung ausweiten. Wenn es aber tatsächlich (noch) keine Sandmücken-Vorkommen in Österreich gibt, muss damit gerechnet werden, dass sich diese medizinisch so wichtigen Dipteren auf natürlichem Wege – vielleicht weniger durch kontinuierliche Ausbreitung als durch Verdriftung – etablieren können.

Man muss allerdings darauf hinweisen, dass in den weiter südlich gelegenen extramediterranen Gebieten Europas (z.B. Slowenien und Ungarn) bisher keine autochthonen Leishmaniose-Fälle aufgetreten (zumindest nicht dokumentiert worden) sind; auch aus der Slowakei sind außer eingeschleppten (eigentlich mitgebrachten) keine Leishmaniose-Fälle bekannt. Möglicherweise kann dies zumindest zum Teil dadurch erklärt werden, dass in diesen Ländern der Import von Hunden aus mediterranen Gebieten vergleichsweise äußerst gering ist, wenn er überhaupt existiert, wodurch ein Erregerreservoir für die Infektion von Sandmücken nicht vorhanden ist.

Es existieren in vielen endemischen Gebieten Leishmaniose-Bekämpfungsprogramme, welche einerseits gezielte Vektorkontrolle, wie das Ausbringen von Insektiziden, aber auch Eindämmen der Reservoirwirt-Population bzw. Behandlung der Reservoir-Wirte einschließen (Ashford *et al.*, 1998; Corradetti, 1968). Es konnte bereits gezeigt werden, dass durch Einsatz von Deltamethrin-Halsbändern für Hunde nicht nur die Infektionsraten bei Hunden sondern auch die Inzidenz der Viszeralen Leishmaniose bei Kindern erheblich reduziert werden kann. Grundsätzlich ist bei Phlebotomen sogar eine biologische Vektor-Bekämpfung vorstellbar, es wurde ein Pilz beschrieben, der die Eier einer bestimmten Sandmücken-Art befällt und zerstört (Reithinger *et al.*, 1997).

Die hier vorgebrachten Überlegungen über das Risiko des Auftretens autochthoner Leishmaniose gelten im Übrigen *mutatis mutandis* auch für Phleboviren, das sind Bunyaviren, die zu hochfieberhaften Erkrankungen – das bekannteste Beispiel ist das Pappataci-Fieber – führen können.

Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der vorliegenden Studie sind Anlass für die Empfehlung, Freilanduntersuchungen in den in den Karten ausgewiesenen Risikogebieten zur Frage des Vorkommens von Phlebotominae durchzuführen.

B-6 Danksagung

Wir möchten auch an dieser Stelle den Herren Prof. Dr. Róbert Farkas (Budapest) und Dr. Torsten Naucke (Niederkassel) für die Bereitstellung unpublizierter Daten ganz herzlichen Dank sagen.

Literaturverzeichnis

- Aransay, A. M., Ready, P. D. & Morillas-Marquez, F. (2003).** Population differentiation of *Phlebotomus perniciosus* in Spain following postglacial dispersal. *Heredity* **90**, 316-325.
- Artemiev, M. M. (1991).** A classification of the subfamily Phlebotominae. *Parassitologia* **33 Suppl**, 69-77.
- Ashford, D. A., David, J. R., Freire, M., David, R., Sherlock, I., Eulalio, M. D., Sampaio, D. P. & Badaro, R. (1998).** Studies on control of visceral leishmaniasis: Impact of dog control on canine and human visceral leishmaniasis in Jacobina, Bahia, Brazil. *American Journal Of Tropical Medicine And Hygiene* **59**, 53-57.
- Aspöck, H. (1979).** Biogeographie der Arboviren Europas. - Beiträge zur Geoökologie des Menschen, Vorträge des 3. Geomedizinischen Symposiums, Schloß Reisingburg, 1977. *Geographische Zeitschrift, Beiheft* **51**, 11-28.
- Aspöck, H., Aspöck, U. & Rausch, H. (1991).** Biogeographisches Glossarium. In *Die Raphidiopteren der Erde Eine monographische Darstellung der Systematik, Taxonomie, Biologie, Ökologie und Chorologie der rezenten Raphidiopteren der Erde, mit einer zusammenfassenden Übersicht der fossilen Raphidiopteren (Insecta: Neuropteroidea) Mit 36 Bestimmungsschlüsseln, 15 Tabellen, ca 3100 Abbildungen und ca 200 Verbreitungskarten*, pp. 600-611. Krefeld: Goecke & Evers.
- Aspöck, H. (2003).** Zur Frage der Bedeutung eines möglichen globalen Klimawandels für die Verbreitung von Infektionskrankheiten des Menschen in Mitteleuropa. In *Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Tierwelt - derzeitiger Wissensstand, fokussiert auf den Alpenraum und Österreich Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*, pp. 85-89; 141. Edited by H. Kromp-Kolb & T. Gerersdorfer: Projekt GZ 54 3895/171-V/4/02, Endbericht.
- Baldelli, R., Battelli, G., Maroli, M., Mollicone, E., Gudi, A., Stegagno, G. & Tasini, G. (2001).** A new stable focus of canine leishmaniasis in northern Italy. *Parassitologia* **43**, 151-153.
- Becker, M., Zielen, S., Schwarz, T. F., Linde, R. & Hofmann, D. (1997).** Pappataci fever. *Klinische Padiatrie* **209**, 377-379.
- Bettini, S., Pozio, E. & Gradoni, L. (1980).** Leishmaniasis In Tuscany (Italy).2. Leishmania From Wild Rodentia And Carnivora In A Human And Canine Leishmaniasis Focus. *Transactions Of The Royal Society Of Tropical Medicine And Hygiene* **74**, 77-83.
- Beyreder, J. (1965).** [A case of leishmaniasis in Lower Austria]. *Wien Med Wochenschr* **115**, 900-901.
- Biocca, E., Coluzzi, A., Constantini, R. (1977).** Distribution des differentes especes de Phlebotomes en Italie et transmission des leishmanioses et de quelques arboviroses. *Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)* **239**, 157-167.
- Blanchard, R. (1909).** A propos des Phlébotomes (Dipt. Psychodidae). *Bull Soc Ent de France*, 192.
- Boehme, C. C., Hain, U., Novosel, A., Eichenlaub, S., Fleischmann, E. & Loscher, T. (2006).** Congenital visceral leishmaniasis. *Emerg Infect Dis* **12**, 359-360.

- Bogdan, C., Schonian, G., Banuls, A. L., Hide, M., Pratlong, F., Lorenz, E., Rollinghoff, M. & Mertens, R. (2001).** Visceral leishmaniasis in a german child who had never entered a known endemic area: Case report and review of the literature. *Clinical Infectious Diseases* **32**, 302-306.
- Brandonisio, O., Carelli, G., Ceci, L., Consenti, B., Fasanella, A. & Puccini, V. (1992).** Canine Leishmaniasis In The Gargano Promontory (Apulia, South Italy). *European Journal Of Epidemiology* **8**, 273-276.
- Cabie, A., Matheron, S., Lepretre, A., Bouchaud, O., Deluol, A. M. & Coulaud, J. P. (1992).** Visceral Leishmaniasis And Hiv-Infection - A Fully Opportunistic Infection. *Presse Medicale* **21**, 1658-1662.
- Callot, J. (1950).** Présence de Phlebotomus larroussei en Alsace. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* **25**, 112.
- Cascio, A., Gradoni, L., Scarlata, F., Gramiccia, M., Giordano, S., Russo, R., Scalone, A., Camma, C. & Titone, L. (1997).** Epidemiologic surveillance of visceral leishmaniasis in Sicily, Italy. *American Journal Of Tropical Medicine And Hygiene* **57**, 75-78.
- Charrel, R. N., Gallian, P., Navarro-Mari, J. M., Nicoletti, L., Papa, A., Sanchez-Seco, M. P., Tenorio, A. & de Lamballerie, X. (2005).** Emergence of Toscana virus in Europe. *Emerg Infect Dis* **11**, 1657-1663.
- Ciaramella, P., Oliva, G., DeLuna, R., Gradoni, L., Ambrosio, R., Cortese, L., Scalone, A. & Persechino, A. (1997).** A retrospective clinical study of canine leishmaniasis in 150 dogs naturally infected by Leishmania infantum. *Veterinary Record* **141**, 539-543.
- Corradetti, A. (1968).** Phlebotomus control in the Mediterranean and Middle East area. *Ann Ist Super Sanita* **4**, 705-708.
- Darne, S. & Sinclair, S. A. (2006).** A sandfly in Surrey? A case of cutaneous leishmaniasis in the United Kingdom without history of recent travel to an endemic area. *Clinical and Experimental Dermatology* **31**, 155-156.
- De Lattin, G. (1967).** *Grundriß der Zoogeographie*. Stuttgart: G. Fischer.
- Defuentes, G., Rapp, C., Imbert, P., Durand, J. P. & Debord, T. (2004).** Acute meningitis due to sandfly fever toscana virus imported to France. *International Journal Of Antimicrobial Agents* **24**, S169-S169.
- del Giudice, P., Marty, P., Lacour, J. P., Perrin, C., Pratlong, F., Haas, H., Dellamonica, P. & Le Fichoux, Y. (1998).** Cutaneous Leishmaniasis due to Leishmania infantum - Case reports and literature review. *Archives Of Dermatology* **134**, 193-198.
- Depaquit, J., Naucke, T. J., Schmitt, C., Ferte, H. & Leger, N. (2005).** A molecular analysis of the subgenus Transphlebotomus Artemiev, 1984 (Phlebotomus, Diptera, Psychodidae) inferred from ND4 mtDNA with new northern records of Phlebotomus mascittii Grassi, 1908. *Parasitology Research* **95**, 113-116.
- Desjeux, P. & Alvar, J. (2003).** Leishmania/HIV co-infections: epidemiology in Europe. *Annals Of Tropical Medicine And Parasitology* **97**, 3-15.
- Dornbusch, H. J., Urban, C., Kerbl, C., Lackner, H., Schinger, W., Sovinz, P., Zottner, H. & Aspöck, H. (1999).** Viszerale Leishmaniose bei einem 10 Monate alten österreichischen

Mädchen. *XXXIII Tagung der Österreichischen Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie*.

Edelhofer, R., Kosztolich, A., Mitterhuber, C. & Kutzer, E. (1995). Imported Cases Of Leishmaniasis In Dogs, A Retrospective Study Concerning Austria (1985-1994). *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* **82**, 90-95.

Englund, L. & Pringle, J. (2003). New diseases and increased risk of diseases in companion animals and horses due to transport. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 19-25.

Ferrarese, U. & Maroli, M. (2002). Ricerche sui flebotomi (Diptera, Psychodidae) in provincia di Trento nel 2001. *Annali Museo civico, Rovereto* **18**, 171-179.

Ferrarese, U., Natale, A., Coradi, S. & Maroli, M. (2004). Nuovi ritrovamenti di flebotomi (Diptera, Psychodidae) nella parte meridionale del Trentino. *Annali Museo civico, Rovereto* **20**, 341-348.

Galli-Valerio, B. (1911). Note relative à *Phlebotomus papatasei* trouvé à Sondrio. Notes de Parasitologie et de technique parasitologique. *Zentralblatt für Bakteriologie* **40**, 358.

Galli-Valerio, B. (1912). Beobachtungen über Culiciden und Mitteilung über das Vorkommen von *Phlebotomus papatasi* (Scop.) im Kanton Waadt. *Zentralb Bakteriol* **43**, 222.

Gaschen, H. (1945). Phlébotomes de Suisse. *Acta Tropica* **2**, 137-154.

Gaschen, H. (1956a). Présence de *Phlebotomus mascittii* Grassi 1908 dans le canton de Vaud. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* **29**, 223-225.

Gaschen, H. (1956b). Captures de Phlébotomes dans le canton du Tessin. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* **29**, 226-228.

Grimm, F., Knechtli, R., Gessler, M. & Jenni, L. (1990). Biology of sandflies in southern Switzerland. *Rev Suisse Zool* **97**.

Grimm, F., Gessler, M. & Jenni, L. (1993). Aspects Of Sandfly Biology In Southern Switzerland. *Medical And Veterinary Entomology* **7**, 170-176.

Hofman, V., Marty, P., Perrin, C., Saint-Paul, M. C., Le Fichoux, Y., Michiels, J. F., Gleichenhause, N., Pratlong, F. & Hofman, P. (2000). The histological spectrum of visceral Leishmaniasis caused by *Leishmania infantum* MON-1 in acquired immune deficiency syndrome. *Human Pathology* **31**, 75-84.

Knechtli, R. & Jenni, L. (1989). Distribution And Relative Density Of 3 Sandfly (Diptera, Phlebotominae) Species In Southern Switzerland. *Annales De Parasitologie Humaine Et Comparee* **64**, 53-63.

Koehler, K., Stechele, M., Hetzel, U., Domingo, M., Schonian, G., Zahner, H. & Burkhardt, E. (2002). Cutaneous leishmaniosis in a horse in southern Germany caused by *Leishmania infantum*. *Veterinary Parasitology* **109**, 9-17.

Kollaritsch, H., Emminger, W., Zaunschirm, A. & Aspöck, H. (1989). Suspected autochthonous kala-azar in Austria. *Lancet* **1**, 901-902.

Langeron, M. & Nitzulescu, V. (1931). *Phlebotomus larroussei* n. sp. nouvelle espèce Européenne de phlébotome. *Ann Parasitol Hum Comp* **9**, 72-76.

Lindgren, E. & Naucke, T. J. (2007). Leishmaniasis: influences of climate and climate change epidemiology, ecology and adaptation measures. In *Climate change and adaptation strategies for human health*, pp. 131-156. Edited by B. Menne & K. L. Ebi. Berlin Heidelberg New York: Springer.

Lörincz, F. & Szentkirályi, Z. (1933). Über das Vorkommen von *Phlebotomus macedonicus* (Adler und Theodor, 1931) in Ungarn. *Arch Schiffs- u Tropenhyg* **37**, 458-464.

Marett, P. J. (1923). A note on the capture of a *Phlebotomus perniciosus* male in Jersey, C. I. *Transactions Of The Royal Society Of Tropical Medicine And Hygiene* **17**, 267.

Meinecke, C. K., Schottelius, J., Oskam, L. & Fleischer, B. (1999). Congenital transmission of visceral leishmaniasis (kala azar) from an asymptomatic mother to her child. *Pediatrics* **104**, art. no.-e65.

Mühr, B. (2006). Klimadiagramme weltweit: Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Universität Karlsruhe.

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

Naucke, T. J. (2002). *Leishmaniose, eine Tropenkrankheit and deren Vektoren (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in Mitteleuropa*: In: Aspöck, H. Amöben, Bandwürmer, Zecken...Parasiten und Parasitäre Erkrankungen des Menschen in Mitteleuropa. Katalog des OÖ Landesmuseums.

Naucke, T. J. & Schmitt, C. (2004). Is leishmaniasis becoming endemic in Germany? *International Journal Of Medical Microbiology* **293**, 179-181.

Naucke, T. J., Lorentz, S. & Grunewald, H. W. (2006). Laboratory testing of the insect repellents IR3535 (R) and DEET against *Phlebotomus mascittii* and *P-duboscqi* (Diptera: Psychodidae). *International Journal Of Medical Microbiology* **296**, 230-232.

Reithinger, R., Davies, C. R., Cadena, H. & Alexander, B. (1997). Evaluation of the fungus *Beauveria bassiana* as a potential biological control agent against phlebotomine sand flies in Colombian coffee plantations. *J Invertebr Pathol* **70**, 131-135.

Rufenacht, S., Sager, H., Muller, N., Schaerer, V., Heier, A., Welle, M. M. & Roosje, P. J. (2005). Two cases of feline leishmaniosis in Switzerland. *Veterinary Record* **156**, 542-545.

Schöner, W., Auer, I., Böhm, R. & Thaler, S. (2003). StartClim.1: Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen. In *Startprojekt Klimaschutz: Erste Analysen extremer Wetterereignisse und ihrer Auswirkungen in Österreich*. Wien.

Schonian, G., Nasereddin, A., Dinse, N., Schweynoch, C., Schallig, H., Presber, W. & Jaffe, C. L. (2003). PCR diagnosis and characterization of *Leishmania* in local and imported clinical samples. *Diagnostic Microbiology And Infectious Disease* **47**, 349-358.

Schwartz, E., Hatz, C. & Blum, J. (2006). New world cutaneous leishmaniasis in travellers. *Lancet Infect Dis* **6**, 342-349.

Scope, A., Trau, H., Bakon, M., Yarom, N., Nasereddin, A. & Schwartz, E. (2003). Imported mucosal leishmaniasis in a traveler. *Clin Infect Dis* **37**, e83-87.

Steinhausen, I. (2005). Untersuchung zur Verbreitung von Sandmücken (Phlebotomen) in Deutschland mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS). *Diplomarbeit*, 1-91.

Vogel, R. (1931). Beobachtungen über blutsaugende Zweiflügler im Kanton Tessin. *Zool Anz* **93**, 1-3.

Walochnik, J. & Aspöck, H. (2004). Pränatale, perinatale und neonatale Protozoen-Infektionen des Menschen: Überblick und aktuelle Probleme. *Nova Acta Leopoldina* **334**, 187-207.

Walochnik, J. & Aspöck, H. (2005). Leishmaniosen - Diagnostik und Therapie. *Pro Med* **2**, 14-25.

Ward, R. D., Bettini, S., Maroli, M., McGarry, J. W. & Draper, A. (1981). Phosphoglucomutase polymorphism in *Phlebotomus perfiliewi perfiliewi* Parrot (Diptera: Psychodidae) from central and northern Italy. *Ann Trop Med Parasitol* **75**, 653-661.

Wöhrl, S., Schnedl, J., Walochnik, J., Stingl, G. & A., G. (2007). Successful treatment of a married couple for American leishmaniosis with miltefosine. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*.

Zahner, H. & Bauer, C. (2004). Leishmaniose bei Hunden in Deutschland - Ergebnisse einer Umfrage unter praktischen Tierärzten. *Tierärztliche Praxis* **77**, 190-192.

ZAMG (2001). ÖKLIM - der digitale Klimaatlas Österreichs: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abb. B-1: Lokal-limitierte Hautleishmaniose (Foto: W. Bommer).....	8
Abb. B-2: Lokalisiert-progrediente Hautleishmaniose (Wöhrl <i>et al.</i> , 2007).....	8
Abb. B-3: Diffus-progrediente Hautleishmaniose (Fotos: W. Bommer).....	9
Abb. B-4: Sandmücken-Weibchen beim Stich (Naucke, 2002).....	11
Abb. B-5: Vereinfachte Darstellung der Verbreitung der Sandmücken in Europa.....	16
Abb. B-6: Nachweise von <i>Phlebotomus</i> spp. in Mitteleuropa und benachbarten extramediterranen Gebieten Europas (Fundpunkte im Mittelmeergebiet sind bewusst ausgespart). Kügelchen = Einzelnachweis, Kästchen = mehrere Nachweise.	17
Abb. B-7: Verortung der Sandmücken-Standorte in Deutschland, der Schweiz und Nord-Italien (Temperaturkriterien 1961-1990).....	28
Abb. B-8: Mittlere Julitemperatur in Baden-Württemberg (Temperaturkriterien 1961-1990).29	
Abb. B-9: Mittlere Januartemperatur in Baden-Württemberg (Temperaturkriterien 1961-1990).....	30
Abb. B-10: Klimaprofile wichtiger Vorkommen von Sandmücken in Deutschland.	30
Abb. B-11: Streudiagramm der Juli- und Januar-Monatsmitteltemperaturen (1961-1990) wichtiger Sandmücken-Verbreitungspunkte (bzw. der relevanten Messstationen) im Vergleich zu ausgewählten österreichischen Messstationen.....	31
Abb. B-12: Risiko-Karte für Österreich für das Temperaturkriterium $Temp_{Jul} >18^{\circ}C$ (Temperaturkriterien 1971-2000).	32
Abb. B-13: Risiko-Karte für Österreich für das Temperaturkriterium $Temp_{Jan} \geq -1^{\circ}C$ (Temperaturkriterien 1971-2000).	32
Abb. B-14: Risiko-Karte für Österreich für das Temperaturkriterium $Temp_{Jan} \geq -0,5^{\circ}C$ (Temperaturkriterien 1971-2000).	33
Abb. B-15: Gesamt-Temperaturkriterien (1971-2000) für <i>Phlebotomus mascittii</i> in Österreich.....	33
Abb. B-16: Temperaturkriterien (1971-2000) für <i>Phlebotomus neglectus</i> (und <i>Phlebotomus perfiliewi</i> ?) in Österreich.....	34
Abb. B-17: Temperaturkriterien (1971-2000) für <i>Phlebotomus neglectus</i> und <i>Phlebotomus perfiliewi</i> in Österreich mit verorteten potentiell autochthonen Leishmaniose-Fällen (in grün).....	35
Abb. B-18: Sandmückenrelevante Temperaturkriterien für die Extremmonate Juli 2006 und Januar 2007 in Österreich.....	41

Tabellen

Tab. B-1: Geographische Daten aller in Mitteleuropa und in angrenzenden extramediterranen Gebieten nachgewiesenen Vorkommen von Phlebotomen.	19
--	----