

# **Inwiefern ist es realistisch, dass Leishmaniose aufgrund des Klimawandels in Deutschland gehäuft auftreten wird?**

von

***Lena Gobrecht, Christopher Stahl, Louisa Panier  
11b***

*[klimaprojekt-leishmaniose@gmx.de](mailto:klimaprojekt-leishmaniose@gmx.de)*

*Angefertigt in Erdkunde bei Herrn Hein und Frau Müller  
von Oktober 2013 bis Mai 2014*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> (Louisa)	4
<b>Allgemeines</b> (Lena und Louisa)	5
<b>Die Geschichte der Leishmaniose</b> (Christopher)	5
<b>Erreger</b> (Louisa)	6
<b>Symptome der Leishmaniose</b> (Louisa)	7
<b>Verlauf der Krankheit</b> (Lena)	8
<b>Behandlung und Therapie</b> (Lena)	9
<b>Medizinische Behandlungsmöglichkeiten der Leishmaniose in Deutschland</b> (Lena)	10
<b>Übertragung</b> (Louisa)	10
<b>Klimaeinflüsse auf die Sandmücke</b> (Louisa)	11

<b>Aktuelles Vorkommen der Leishmaniose</b> (Christopher)	12
<b>Zukunftsprojektion</b> (Louisa)	12
<b>Zusammenfassung</b> (Lena)	16
<b>Lexikon</b> (Lena und Louisa)	18
<b>Quellen</b> (alle)	20
	22

## **Einleitung**

Durch Nachforschungen in den vorherigen Projekten sind wir auf das Thema Tropenkrankheiten aufmerksam geworden. Für diese Kategorie haben wir uns entschieden, da wir uns für das Thema Medizin im Zusammenhang mit dem Klimawandel interessieren. In den bisherigen Arbeiten sind häufig die Themen Malaria sowie Denguefieber vorgekommen. Wir finden diesen Themenbereich interessant, wollten jedoch nicht dieselben Krankheiten erneut bearbeiten. Daraufhin haben wir uns in Büchern umgesehen und sind auf Leishmaniose gestoßen. Leishmaniose interessiert uns deshalb, weil es Berichte gibt, in denen von einem bereits infizierten Jungen gesprochen wird, der hier in Deutschland an Leishmaniose erkrankt sein soll. Nun stellt sich die Frage, inwiefern es realistisch ist, dass Leishmaniose aufgrund des Klimawandels in Deutschland gehäuft auftreten wird.

Um diese Frage beantworten zu können haben wir die Facharbeit in Unterthemen aufgeteilt. Wir werden uns mit der Geschichte, dem aktuellen Vorkommen und einer Erläuterung der Leishmaniose beschäftigen. Dazu werden das Internet, Bücher und weitere Quellen genutzt. Ziel ist es, mit einer Zukunftsprojektion die Leitfrage „Inwiefern ist es realistisch, dass Leishmaniose aufgrund des Klimawandels in Deutschland gehäuft auftreten wird?“ zu beantworten.

Bisher hat sich Dr. Torsten Naucke intensiv mit dem Thema beschäftigt. Er ist in Deutschland Experte für Leishmaniose.

## **Allgemeines**

Weltweit sind ca. 12 Millionen Menschen an Leishmaniose erkrankt. Die viszerale Leishmaniose kommt in 76 Ländern der Welt vor. Die Organisation „Ärzte ohne Grenzen“ registrierte 2012 6.000 Neuerkrankungen. Jährlich erkranken ca. 1,5 Millionen Menschen an Leishmaniose.<sup>1</sup>

## **Die Geschichte der Leishmaniose**

Bereits im Ebers Papyrus, einer Serie von medizinischen Dokumenten aus der ersten ägyptischen Dynastie vor rund 4000 Jahren, wird von einer Hautkrankheit berichtet. Sie wurde als „Nile Pimple“ bezeichnet; vermutlich handelte es sich bei ihr um die kutane Leishmaniose.

Im Jahr 650 vor Christus berichtete ein Priester am Hof des Königs von Assyrien von einer Krankheit, die die Haut befällt und alle Erkrankten nach einem Jahr wieder genesen. Es lässt sich vermuten, dass es sich auch bei jener Krankheit um die kutane Leishmaniose handelte.

Auch auf die mukokutane Leishmaniose gibt es Hinweise. Von ihr zeugen Statuen der Inka aus dem ersten Jahrhundert nach Christus, welche die typischen Verunstaltungen zeigen. Außerdem ist die Leishmaniose auch heute noch in dieser Gegend vertreten.

1756 verfasste Alexander Russel in Indien als erster eine Beschreibung der kutanen Leishmaniose. Hier finden sich auch Hinweise darauf, dass auch Hunde von der Krankheit befallen werden.

1885 nahm Cunningham eine Hautautopsie an einem indischen Patienten vor. Dabei sah er wahrscheinlich als erster parasitäre Organismen, die er als Mycetozoa (Schleimpilze) beschrieb.

Ein Jahr später publizierte Buchner Cunninghams Entdeckung auch in Deutschland.

Im selben Jahr fand Riehl in einem Wiener Krankenhaus bei einem Patienten, der in Indien an der Aleppobeule erkrankte, einen parasitären Micrococcus als Ursache der Aleppobeule.

---

<sup>1</sup> Ärzte ohne Grenzen e.V.: Kala Azar, [http://www.aerzte-ohne-grenzen.de/diseases/kala-azar/?pc=G\\_M-Krankheiten\\_Kala%20Azar&pk=leishmaniose&gclid=CLGB8bjn0r0CFWUOwwod5h0AFw](http://www.aerzte-ohne-grenzen.de/diseases/kala-azar/?pc=G_M-Krankheiten_Kala%20Azar&pk=leishmaniose&gclid=CLGB8bjn0r0CFWUOwwod5h0AFw) (09.04.14)

1898 gab es eine detaillierte Beschreibung des Parasiten vom russischen Armeearzt Borovsky, welcher in Turkmenistan Hautläsionen studierte.

1891 veröffentlichte Firth eine Arbeit, in der er Cunninghams Aussagen unterstützte und skizzierte sporenlähnliche Körperchen aus Hautautopsien, die 1886 bis 1887 von „Russian Scare“ - Erkrankten genommen wurden. Firth gab den Parasiten einen Namen und meinte, dass ähnliche Körperchen bereits bei Hunden in Indien gefunden wurden.

1900 unternahm William B. Leishman eine Biopsie an einem Irischen Soldaten. Jener war an Dum-Dum-Fieber erkrankt und war von Indien nach England überstellt worden, wo er auch starb. Bei der Biopsie fand Leishman intrazelluläre kleine Körperchen in der Milzpulpa des Verstorbenen. Seine Beobachtungen wurden erst drei Jahre später veröffentlicht. Donovan arbeitete zu dieser Zeit in Indien und fand ähnliche Körperchen in Patienten die an „chronic malaria“ verstarben. Im frischen Blut eines zwölf Jahre alten Jungen fand Donovan dieselben Körper. So konnte er beweisen, dass Leishmans Körperchen keinen postmortalen Veränderungen unterliegen.

1903 entdeckte Wright Parasiten in einem armenischen Kind und hielt sie für Mikrosporidien. Er gab ihnen den Namen „Helcosoma tropicum“. Laveran und Mesnil gaben dem Parasiten den Namen „Piroplasma donovani“, da sie annahmen, dass es sich um Kala-Azar Piroplasmen handelte.

Ross korrigierte diesen Namen noch im selben Jahr in „Leishmania donovani“.

1904 gelang die erste Kultur von „Leishmania donovani“.

1908 kultivierte Nicolle beide bis dahin bekannten Leishmania-Arten auf Blutagar.

1912 wies Wenyan nach, dass die Sandmücken die Überträger der Leishmanien sind.<sup>2</sup>

## Erreger

Die Leishmanien sind Parasiten. Sie sind Protozoen und gehören zu den Flagellaten (Geißeltierchen). Im Menschen kommen sie in der promastigoten und in der Mücke im amastigoten Stadium vor. Leishmanien sind oval und haben einen Durchmesser von 2-5 µm. Es gibt verschiedene Arten von Leishmanien. Diese sind morphologisch nicht unterscheidbar. Man kann sie durch biologische Unterschiede diffe-

---

<sup>2</sup> Naucke, Torsten J.: Leishmaniose - die Historie, [http://www.leishmaniose.de/leishman\\_history.html](http://www.leishmaniose.de/leishman_history.html) (20.09.2014)

renzieren.<sup>3</sup> Es sind 20 Arten bekannt, die bei Menschen Leishmaniose verursachen. Die häufigsten sind *Leishmania tropica*, *Leishmania infantum* und *Leishmania braziliensis*.<sup>4</sup>

## Symptome der Leishmaniose

Es gibt drei verschiedene Arten der Leishmaniose: Die kutane Leishmaniose, bei der die Haut befallen wird, die mukokutane Leishmaniose, welche zusätzlich die Schleimhäute befällt und die viszerale Leishmaniose. Diese befällt die inneren Organe.<sup>4</sup>

Bei der kutanen Leishmaniose bildet sich um den Stich herum eine Rötung, später dann juckende Knötchen. Diese Knötchen entwickeln sich zu 1 - 5 cm großen Geschwüren, welche sich im Laufe von ein bis zwei Jahren wieder zurückbilden. Meist bleiben Narben zurück. Die kutane Leishmaniose beschränkt sich auf die Stelle des Stiches. Diese ist meist im Gesicht zu finden.

Bei der mukokutanen Leishmaniose sind, wie bei der kutanen Leishmaniose, die inneren Organe nicht betroffen. Durch den Lymph- und Blutweg gelangen die Parasiten in die Schleimhäute. So kann die mukokutane Leishmaniose auch erst Jahre nach der Primärinfektion auftreten. Sie verursacht schwerste Entstellungen und verläuft unbehandelt meist tödlich.<sup>5</sup>

Die viszerale Leishmaniose ist auch unter dem Namen Kala Azar bekannt. Sie befällt die inneren Organe. Es schwellen die Lymphknoten, die Milz und die Leber stark an. Hinzu kommen Fieberschübe, Blutarmut, Gewichtsverlust, Entzündung der Bronchien, Kräfteverfall, Blutungen der Haut und Schleimhäute, sowie Magen-Darm-Beschwerden. Über längere Zeit wird das Immunsystem stark geschwächt und es erscheinen dunkle Flecken auf der Haut.<sup>6</sup>

---

3 Naucke, Torsten J.; Funk, Guido (2012): Leishmaniose - Erreger und Zyklus, [http://www.parasitosen.de/pdf/leishmaniose\\_erreger\\_und\\_zyklus.pdf](http://www.parasitosen.de/pdf/leishmaniose_erreger_und_zyklus.pdf) (28.09.2014)

4 Goruma: Leishmaniose, <http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/leishmaniose.html> (06.02.14)

5 Losán, José L.; Garms, Rolf; Naucke, Torsten J. (2008): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken, in Kooperation mit Geo, S.211 - 214

6 Goruma: Kala-Azar, [http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/kala\\_azar.html](http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/kala_azar.html) (03.02.14)

## **Verlauf der Krankheit**

Die Krankheit verläuft je nach Stärke des Immunsystems des infizierten Wirtes unterschiedlich. Idealerweise werden durch die Leishmanien die zelluläre Abwehr, die sogenannten T-Helfer-Zellen Typ 1, aktiviert. Dadurch kommt es zur Abgabe von Interferon-gamma und dem Makrophagen-Migrations-Hemmfaktor (MMIF), der die Makrophagen zur Abwehr aktiviert. In diesem Fall wird die Leishmaniose normalerweise auf das befallene Gebiet im Körper begrenzt, so dass sie sich nicht im ganzen Körper ausbreiten kann und durch eine Entzündungsreaktion, bei der die Zellen im betroffenen Gebiet absterben und sich Narben bilden, ausheilen kann.

Das ist allerdings nur eine von mehreren Möglichkeiten. Es kann auch vorkommen, dass nicht die zelluläre Abwehr aktiviert wird, sondern die humorale Abwehr mit den T-Helfer-Zellen Typ 2. Dabei kommt es zur Abgabe von Interleukin 4 und Interleukin 10, die beide hemmend auf die zelluläre Abwehr wirken. Das ist schlecht für den Körper, da die Makrophagen nicht ausgeschüttet werden können, wenn das zelluläre Abwehrsystem blockiert ist. So können sie auch nicht die Leishmanien auslöschen. Damit können sich die Leishmanien weiterentwickeln und in den Körperorganen verbreiten. Wenn die humorale Abwehr aktiviert wird, kommt es unter anderem zu vermehrter Bildung von polyklonalen B-Zellen mit Antikörperproduktion. Diese Bildung ist für die Krankheit aber eher unwichtig, da es keine Antikörper speziell gegen Leishmaniose gibt.

Damit sich die Antikörper des Wirts spezifisch gegen die Leishmanien richten können, müssen die Makrophagen die Leishmanien nicht nur phagozytieren, also die Leishmanien aufnehmen, sondern auch lysieren, also die Bindungen der Leishmanien spalten. Dann können Teile der Leishmanien mit dem MHC-II-Rezeptor auf der Außenmembran präsentiert und dann über den CD-4-Rezeptor erkannt werden.

Bei Immuninkompetenten kann es vorkommen, dass eine unerkannte kutane Leishmaniose sich verschlimmert und in eine viszerale Form der Leishmaniose übergeht.<sup>7</sup>

## **Behandlung und Therapie**

Wie man den Befall von Leishmaniose therapiert, hängt davon ab, mit welcher Art man es zu tun hat. Allgemein gilt aber trotzdem, dass sich lokale Hyperthermie und Pharmakotherapie bewährt haben. Bei der lokalen Hyperthermie (Überwärmung) er-

---

<sup>7</sup> DocCheck: Leishmaniose, <http://flexikon.doccheck.com/de/Leishmaniose> (20.09.2014)



hitzt man den Körper und tötet so die Erreger; bei der Pharmakotherapie wird die Krankheit mit Medikamenten (Pharmaka) behandelt. Nicht bewährt hat sich hingegen die Kryotherapie, also der medizinische Einsatz von Kälte.

Die kutane Leishmaniose wird meist mit Glucantime behandelt. Ein Problem bei der Behandlung ist allerdings, dass es bei der Primärinfektion besser wirkt als bei der sekundär bakteriellen Infektion.<sup>8</sup>

Eine weitere Möglichkeit ist die Behandlung mit paromomycinsulfathaltigen Salben; dieser Wirkstoff ist im Darm wirksam.<sup>7</sup>

Außerdem sind die südamerikanischen Formen der Leishmaniose gegen Ketoconazol empfindlich. Ketoconazol wirkt äußerlich gegen Hautpilze, es ist also kein Medikament, welches speziell gegen Leishmaniose wirkt.<sup>9</sup>

Die mukokutane Leishmaniose wird ebenfalls mit Glucantime behandelt. Als alternatives Medikament wird auch Miltefosin eingesetzt. Miltefosin ist aus der Klasse der Antiparasitika. Es wird speziell gegen Leishmaniose eingesetzt, ursprünglich wurde es als Medikament gegen bösartige Tumoren entwickelt. Miltefosin stört die Funktion und den Aufbau der Zellmembran, indem es die glykosomen Enzyme hemmt. Diese Enzyme sind an der Synthese der Glykolipide beteiligt. Diese Glykolipide kommen an der Oberfläche der Leishmanien vor.<sup>10</sup>

Gegen die viszerale Leishmaniose wird ebenfalls sowohl Glucantime wie Miltefosin eingesetzt, wobei auch hier Glucantime der bevorzugte Arzneistoff ist.

Weitere Therapieversuche wurden mit Metronidazol, Cotrimoxazol und Rifampicin durchgeführt, erbrachten aber nicht die erwünschte Wirkung.

Für den Erfolg der Behandlung spielt das Immunsystem eine zentrale Rolle. Ist dieses geschwächt, kann das Medikament nicht wirken.<sup>8</sup>

---

8 Sadeghian, G.; Ziaei, H.; Shirani Bidabadi, L.; Zolfaghari Baghbaderani, A. (2011): Decreased Effect of Glucantime in cutaneous leishmaniasis complicated with secondary bacterial infection <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3088932/>

9 DocCheck: Ketoconazol, <http://flexikon.doccheck.com/de/Ketoconazol> (20.09.2014)

10 DocCheck: Miltefosin, <http://flexikon.doccheck.com/de/Miltefosin> (20.09.2014)

## Medizinische Behandlungsmöglichkeiten der Leishmaniose in Deutschland

Die medizinischen Voraussetzungen in Deutschland sind allgemein sehr positiv, da man alle erforderlichen Medikamente in Deutschland bekommen kann. Das liegt allerdings auch daran, dass wir in Deutschland mehr haben und besser leben, als beispielsweise Betroffene in Afrika. Das einzige Hindernis in Deutschland ist, dass einige Medikamente rezeptpflichtig sind oder erst bestellt werden müssen. Dies kann etwas Zeit in Anspruch nehmen, aber nicht so viel, dass der Betroffene in größere Gefahr kommen würde.<sup>11</sup>

## Übertragung

Die Leishmaniose wird von der Sandmücke übertragen (siehe Abb. 1). Während die Sandmücke das Blut saugt, gelangen die promastigoten Leishmanien in den Menschen (1). Dort werden sie von Makrophagen phagozytiert und entwickeln sich in die amastigote Form (2/3). Im Körper vermehren sich die Amastigoten zunächst nur in den betroffenen Zellen und später auch in anderen Teilen des Körpers (4). Je nach Art der Leishmaniose unterscheidet sich der befallene Bereich. Sobald eine Mücke bei einem infizierten Menschen Blut saugt, nimmt sie die mit amastigoten Parasiten befallenen Makrophagen mit auf (5). In der Mücke verändern die Parasiten erneut ihre Form. Sie werden wieder zu promastigoten Parasiten (6-8). So schließt sich der Kreislauf, denn in dieser Form gelangen sie dann wieder in den Menschen und infizieren ihn. Leishmaniose ist nicht von Mensch zu Mensch übertragbar; die Möglichkeit einer direkten Infektion über Blut oder Speichel konnte bis jetzt nicht nachgewiesen werden.<sup>12</sup>

---

11 Dr. med. Olaf Gobrecht (DRK Krankenhaus Ratzeburg/ Marienkrankenhaus Hamburg)

12 Tierschutz-Team Europa e.V.: Leishmaniose <http://www.tierschutz-team.de/mittelmeer-krankheiten/leishmaniose/> (04.05.2014)

## Leishmaniose

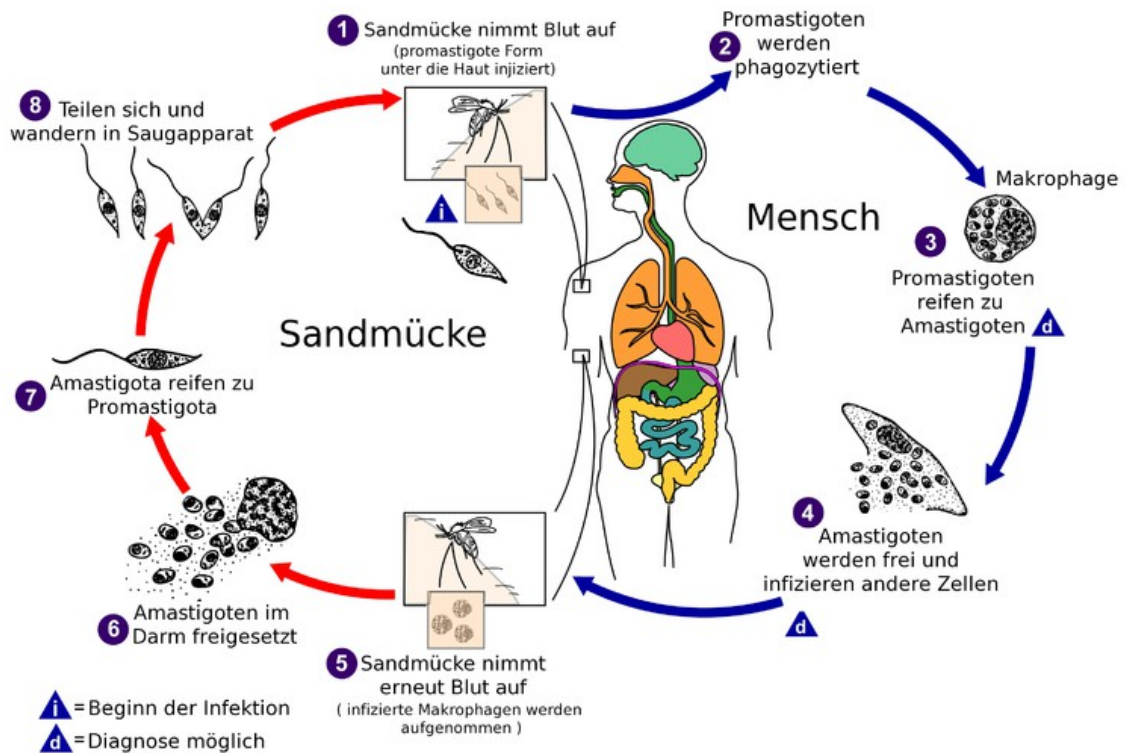


Abb.1: Übertragung der Leishmanien von der Mücke auf den Menschen und andersherum. (Quelle: <http://commons.wikimedia.org>: Leishmania lifecircle german.png, [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leishmania\\_lifecircle\\_german.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leishmania_lifecircle_german.png), 20.09.2014)

### Klimaeinflüsse auf die Sandmücke

Die Sandmücken sind stark abhängig vom Klima. Sie sind aufgrund ihrer Größe sehr anfällig für Wind. Daher fliegen sie auch nur bei Windstille. Doch auch die Temperatur spielt eine große Rolle. Mit dem ersten Auftreten von Sandmücken ist dann zu rechnen, wenn in drei Nächten in Folge die niedrigste Nachttemperatur nicht geringer als 20 °C ist. Die Sandmücken verschwinden wieder, sobald die Nachttemperatur unter 15 °C sinkt. Auch die Larven sind temperaturempfindlich: So vertragen sie Temperaturen über 30 °C nicht. Ebenso schädlich ist das Austrocknen des Bodens für die Larven.<sup>13</sup>

13 Parasitosen: Leishmaniose Vektoren, <http://www.parasitosen.de/Leishmaniose-Vektoren.html> (06.02.2014)

## **Aktuelles Vorkommen der Leishmaniose**

Die kutane Leishmaniose tritt im Mittelmeerraum, Nahen Osten, Sudan, Senegal, Äthiopischen Hochland sowie in Indien, Mittelasien, Zentralasien, Kenia und auf.

Die mukokutane Leishmaniose ist in Mittelamerika und Peru zu finden.

Die viszerale Leishmaniose kommt in Indien, China, Nord- und Ostafrika, in Saudi Arabien, China, Zentral- und Südamerika sowie im Nahen Osten und im Mittelmeerraum vor.<sup>14</sup>

## **Zukunftsprojektion**

Wie oben bereits erwähnt kommt die Leishmaniose vor allem in den Tropen und Subtropen vor. Diese Gebiete sind in der Karte (siehe Abb.2) dunkelorange bis dunkelrot eingefärbt. Die Karten (siehe Abb.2 und Abb.3) zeigen die Jahresdurchschnittstemperatur der Erde. In dem Zeitraum von 1960-1989 ist der tropische und subtropische Bereich, in dem sich die Sandmücke verbreitet, auf Mittel- und Südamerika, Afrika, Südasien, Südostasien, Australien sowie Südeuropa beschränkt. Auf der zweiten Karte sieht man bereits eine Veränderung des Klimas (Abb.3). Auffällig ist hier der dunkelrote Bereich in Nordafrika und im Norden von Brasilien. Hier wird die Durchschnittstemperatur über 30°C liegen. Das macht es für die Sandmücke schwer, ihre Bestände zu erhalten, denn die Larven vertragen diese hohen Temperaturen nicht. Somit wird die Population in diesen Regionen vermutlich abnehmen.

Ebenfalls in Abbildung 3 zu erkennen ist die Ausbreitung der Mittelbreiten. Die Mittelbreiten sind in den Karten gelb dargestellt: In der Zukunft wird auch in den nördlichen Breiten mit deutlich mildereren Temperaturen zu rechnen sein. Bei weiterer Erwärmung der nördlichen Gebiete in ferner Zukunft könnte sich die Sandmücke auch in weiter nördlichen Gebieten verbreiten, da sich durch die steigenden Temperaturen die Lebensbedingungen zu Gunsten der Sandmücke verändern.<sup>15</sup>

Auch in Deutschland werden die Temperaturen steigen. Dies ist gut zu erkennen, wenn Abbildung 4 und 5 miteinander verglichen werden. Bei den Karten handelt es sich um Ausschnitte aus den Weltkarten (Abb. 2 und Abb.3). Anhand dieser lässt sich der Temperaturanstieg in Europa und somit auch in Deutschland besser bestimmen.

---

14 Steinhausen, Irmgard (2005): Untersuchung zur Verbreitung von Sandmücken (Phlebotomen) in Deutschland mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS)  
[http://www.parasitosen.de/downloads/diplomarbeit\\_irmgard\\_steinhausen.pdf](http://www.parasitosen.de/downloads/diplomarbeit_irmgard_steinhausen.pdf)

15 Michael, Thomas(2002): DIERCKE WELTATLAS, 5. Auflage, westermann, 220)

Gut zu erkennen ist, dass es überall in Europa deutlich wärmer wird, da sich die rot gefärbten Gebiete ausbreiten. Dementsprechend ist auch in Deutschland ein klarer Temperaturanstieg erkennbar. Die Jahresdurchschnittstemperatur wird in dem Zeitraum von 2030 - 2059 bei ca. 8°C im Norden und 15°C im Süden liegen. Dies entspricht einem Temperaturanstieg von ca. 2°C. Das reicht für die Mücke vermutlich nicht, um sich dauerhaft und großflächig auszubreiten. In Deutschland wird es nicht an zu hohen Temperaturen und der daraus folgenden hohen Sterblichkeitsrate der Jungen liegen, dass sich die Sandmücke schwer bis gar nicht ausbreiten kann, sondern an den geringen Temperaturen. Dies gilt vor allem für den Norden Deutschlands. Hier kommt noch der häufige Wind hinzu, der die Verbreitung schwierig macht. Im Süden sind die Bedingungen günstiger. Hier liegt die Durchschnittstemperatur bereits bei 15°C. Die 20°C, die für ein Auftreten der Sandmücke erforderlich sind, sind hier deutlich schneller erreicht. Die Sandmücke könnte sich hier ansiedeln und einen Großteil des Jahres leben. Durch die Lage im Innenland gibt es in Süddeutschland weniger Wind, was eine Ausbreitung der Sandmücke begünstigt. Es ist also realistisch, dass es auch in Deutschland aufgrund des Klimawandels Sandmücken und somit auch Leishmaniose geben wird. Damit ist die Wahrscheinlichkeit der Ausbreitung im Süden deutlich höher als im Norden von Deutschland.

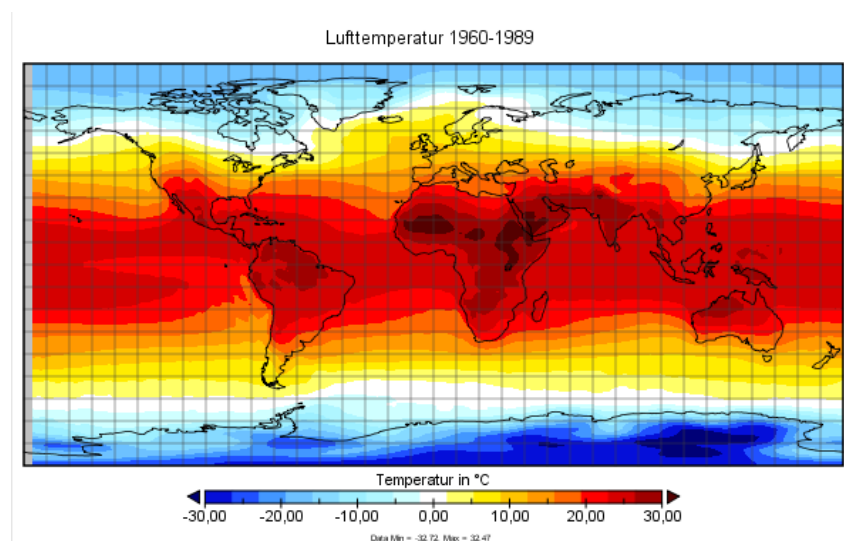


Abb.2 **Lufttemperatur 1960-1989**, gezeigt wird die durchschnittliche Lufttemperatur von 1960-1989. (Graphik erzeugt mit den Daten vom Bildungsserver (<http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/3902514/global-temperatur.html>) und dem Visualisierungsprogramm Panoply (<http://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>) der NASA)

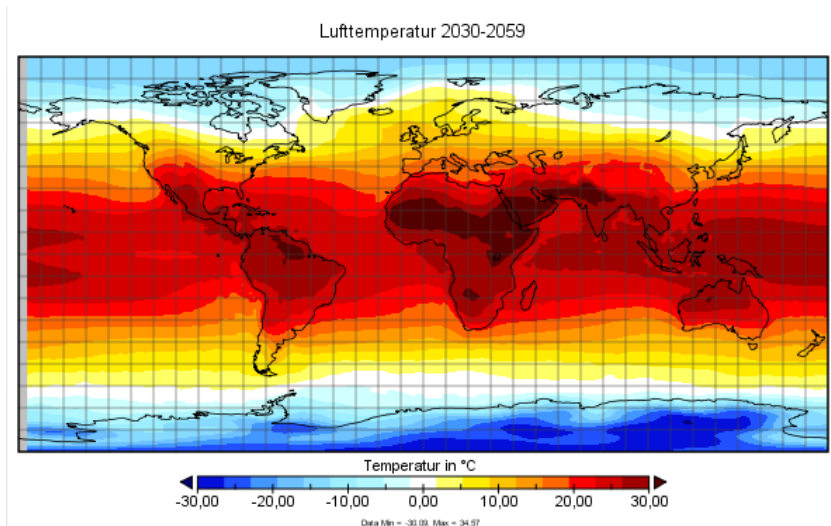


Abb.3 **Lufttemperatur 2030-2059**, gezeigt wird die wahrscheinliche durchschnittliche Lufttemperatur von 2030-2059 für das A1B-Szenario. (Graphik erzeugt mit den Daten vom Bildungsserver (<http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/3902514/global-temperatur.html>) und dem Visualisierungsprogramm Panoply (<http://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>) der NASA)

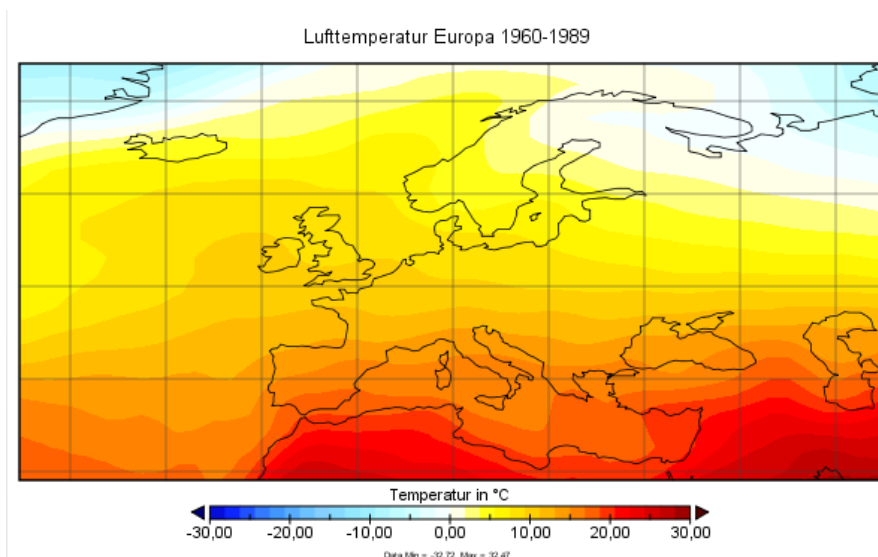


Abb.4 **Lufttemperatur Europa 1960-1989**, gezeigt wird die durchschnittliche Jahreslufttemperatur von 1960-1989. (Graphik erzeugt mit den Daten vom Bildungsserver (<http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/3902514/global-temperatur.html>) und dem Visualisierungsprogramm Panoply (<http://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>) der NASA)

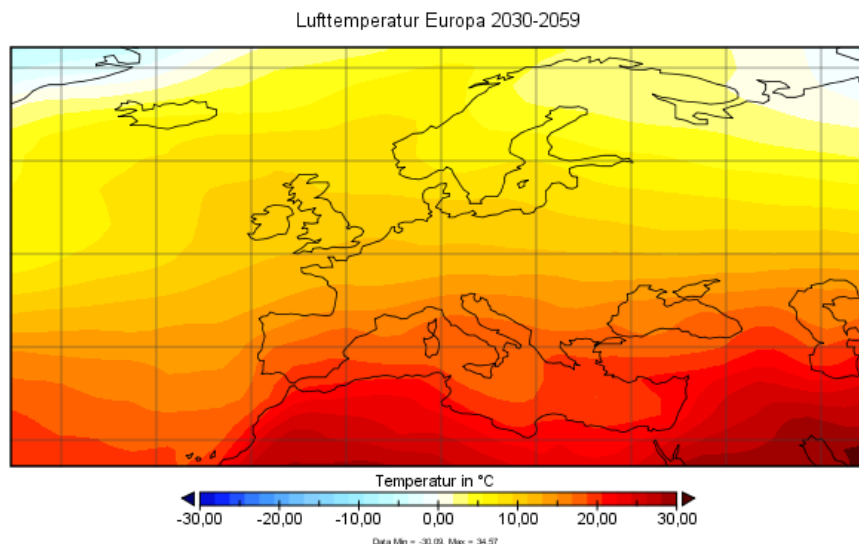


Abb.5 **Lufttemperatur Europa 2030-2059**, gezeigt wird die durchschnittliche Jahreslufttemperatur von 2030-2059 für das A1B-Szenario. (Graphik erzeugt mit den Daten vom Bildungsserver (<http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/3902514/global-temperatur.html>) und dem Visualisierungsprogramm Panoply (<http://www.giss.nasa.gov/tools/panoply/>) der NASA)

## Zusammenfassung

Das Ziel unserer Arbeit war herauszufinden, wie sich die Tropenkrankheit Leishmaniose im Zusammenhang mit dem Klima entwickelt und ob sie in Deutschland gehäuft auftreten kann. Bei der Erarbeitung haben wir uns an unsere Leitfrage „Inwiefern ist es realistisch, dass Leishmaniose aufgrund des Klimawandels in Deutschland gehäuft auftreten wird?“ gehalten.

Für unsere Ergebnisse haben wir uns zunächst das nötige Grundwissen der Krankheit angeeignet und uns über die Entwicklung des Klimas in der Zukunft informiert. Dafür haben wir viele verschiedene Internetquellen genutzt. Auch aus Büchern sowie von Medizinern haben wir viele unserer Informationen erhalten.

Hilfsmittel haben wir nur für die Kartenerstellung benötigt. Hierfür haben wir das Programm „Panoply“ benutzt.

Während unserer Arbeit und Recherche haben wir herausgefunden, dass die Tropenkrankheit Leishmaniose ebenso wie Malaria durch die Sandmücke übertragen wird. Außerdem gibt es drei unterschiedliche Gebiete im Körper, die von der Krankheit befallen werden können. Dies sind die Schleimhäute, die Haut und die inneren Organe. Wird die Leishmaniose nicht frühzeitig erkannt, endet sie meistens tödlich.

In Verbindung mit dem Klima lässt sich sagen, dass sich das Klima erwärmt und dies auch in Deutschland zu spüren sein wird. Vereinzelt ist die Mücke, die die Leishma-

niose überträgt, auch schon in Mitteldeutschland aufgetreten. Das Endergebnis ist, dass es auch durchaus möglich ist, dass Leishmaniose in Deutschland durch den Klimawandel gehäuft auftreten wird.

Die Probleme, die während unserer Recherche auftraten, waren, dass Leishmaniose eine eher unbekannte Krankheit ist und man sich deshalb erst mal ein gewisses Grundwissen anlesen musste. Zudem ist die Leishmaniose bei Hunden in unseren Breiten deutlich bekannter als beim Menschen. Somit war es schwierig, Informationen gezielt auf den Menschen bezogen zu bekommen. Gerade bei Kartenmaterialien, wie zum Beispiel Karten zur aktuellen Ausbreitung der Leishmaniose, gab es immer wieder unterschiedliche, teilweise widersprüchliche Informationen.

Ein weiteres Problem stellte die Arbeit mit dem Hilfsprogramm „Panoply“ zur Erstellung der Klimakarten da. Durch wenig Vertrautheit mit dem Programm war die Bedienung und Nutzung schwierig.

Für die Zukunft sollte man auf jeden Fall die Ausbreitung der Krankheit in Deutschland und auch in Europa verfolgen und dokumentieren. So kann man genau sehen, an welchen Orten die Krankheit gehäuft auftritt und wie sich das Klima dort verändert. Mit Hilfe von Zukunftsprognosen sollte man sich in den wahrscheinlich betroffenen Gebieten auf einen Ausbruch der Leishmaniose vorbereiten und alle nötigen Maßnahmen treffen.

Außerdem wäre es von Vorteil, in die weitere Erforschung der Leishmaniose zu intensivieren. Ziel sollte es sein, einen Impfstoff gegen Leishmaniose zu entwickeln, da es bisher noch keinen gibt.

Für das Beenden der Arbeit sind wir noch mal die Texte durchgegangen um zu überprüfen, ob noch irgendwelche Fragen vorhanden und offen sind. Da dies nicht der Fall war, konnten wir ein für uns zufriedenstellendes Endergebnis anfertigen.



## **Lexikon:**

**Morphologisch:** die Gestalt betreffend<sup>16</sup>

**Protozoen:** tierische Einzeller<sup>17</sup>

**Amastigoten:** amastigot bedeutet ohne Geißel oder unbegeißelt<sup>18</sup>

**Promastigoten:** begeißelte Form

**Makrophagen:** Makrophagen sind Fresszellen und gehören zum Immunsystem.<sup>19</sup>

**Phagozytieren:** Ein anderes Wort für Phagozytose ist Fremdkörperaufnahme. Beim Phagozytieren wird also der Promastigot von der Makrophage aufgenommen.<sup>20</sup>

**Glucantime®:** Glucantime ist ein fünfwertiges Antimon, welches intravenös oder intramuskulär gespritzt wird. Die Behandlung ist aber nur teilweise wirksam, denn es kann vorkommen, dass beim Erreger eine Resistenzentwicklung stattfindet. Außerdem wird überwiegend die viszerale Leishmaniose mit fünfwertigen Antimonen behandelt, wenn das liposomale Amphotericin und das Miltefosin keine Wirkung zeigen.<sup>21</sup>

**Ketoconazol (Nizoral®):** Ketoconazol kann sowohl zur inneren wie auch zur äußeren Behandlung angewendet werden und wirkt gegen verschiedene Pilzinfektionen. Es wirkt, indem es das Pilzwachstum hemmt und so die Vermehrung verhindert. Mittlerweile wird es aber nur noch äußerlich als Salbe angewendet, da die Nebenwirkungen wie zum Beispiel Leberschädigung bei innerer Behandlung zu groß sind.<sup>8</sup>

---

16 Doccheck: Morphologisch, <http://flexikon.doccheck.com/de/Morphologisch> (07.02.14)

17 Goruma: Leishmaniose, <http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/leishmaniose.html> (03.02.14)

18 Doccheck: amastigot, <http://flexikon.doccheck.com/de/Amastigot> (03.02.14)

19 Doccheck: Makrophage, <http://flexikon.doccheck.com/de/Makrophage> (03.02.14)

20 Doccheck: Phagozytose, <http://flexikon.doccheck.com/de/Phagozytose> (03.02.14)

21 Onmeda: Viszerale Leishmaniose (Kala-Azar): Therapie  
[http://www.onmeda.de/krankheiten/viszerale\\_leishmaniose-therapie-1602-6.html](http://www.onmeda.de/krankheiten/viszerale_leishmaniose-therapie-1602-6.html) (28.09.2014)

**Miltefosin (Impavido®):** Miltefosin wurde eigentlich im Rahmen der Krebsforschung entwickelt und wird meist nur dann eingesetzt, wenn eine Behandlung mit dem liposomalen Amphotericin nicht möglich ist. Es hat den Vorteil, dass es über Tabletten eingenommen werden kann.<sup>9</sup>

**liposomales Amphotericin (AmBisome®):** Dieser Wirkstoff wird intravenös verabreicht und im Blut von den Makrophagen aufgenommen.<sup>20</sup>

## Quellen:

Cook, Gordon C. (1996): Manson's Tropical Diseases, 20.Auflage, W.B. Saunders Company Ltd. S. 1213-1245

Doccheck: amastigot, <http://flexikon.doccheck.com/de/Amastigot> (03.02.2014)

Doccheck: Ketoconazol, <http://flexikon.doccheck.com/de/Ketoconazol> (20.09.2014)

Doccheck: Leishmaniose, <http://flexikon.doccheck.com/de/Leishmaniose>

Doccheck: Makrophage, <http://flexikon.doccheck.com/de/Makrophage> (03.02.2014)

Doccheck: Miltefosin, <http://flexikon.doccheck.com/de/Miltefosin> (20.09.2014)

Doccheck: Morphologisch, <http://flexikon.doccheck.com/de/Morphologisch> (07.02.2014)

Doccheck: Phagozytose, <http://flexikon.doccheck.com/de/Phagozytose> (03.02.2014)

Eichner, M (13.7.2009): *Leishmania* Übertragungszyklus, [http://www.uni-tuebingen.de/modeling/Mod\\_Leish\\_Cycle\\_de.html](http://www.uni-tuebingen.de/modeling/Mod_Leish_Cycle_de.html) (03.02.2014)

Gobrecht, Olaf (DRK Krankenhaus Ratzeburg/Marienkrankenhaus Hamburg): mündliche Mitteilung

Goruma: Kala-Azar, [http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/kala\\_azar.html](http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/kala_azar.html) (03.02.2014)

Goruma: Leishmaniose, <http://www.goruma.de/Service/Reisemedizin/leishmaniose.html> (03.02.2014)

Losán, José L.; Garms, Rolf; Naucke, Torsten J. (2008): Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken, in Kooperation mit Geo, S.211 – 214

Michael, Thomas(2002): DIERCKE WELTATLAS, 5. Auflage, westermann, 220)

Parasitosen: Leishmaniose Vektoren, <http://www.parasitosen.de/Leishmaniose-Vektoren.html> (06.02.2014)

Naucke, Torsten J.: Leishmaniose - die Historie, [http://www.leishmaniose.de/leishman\\_history.html](http://www.leishmaniose.de/leishman_history.html) (20.09.2014)

Naucke, Torsten J.: Leishmaniose Erreger und Zyklus, <http://www.parasitosen.de/Leishmaniose-Erreger-und-Zyklus.html> (06.02.2014)

Onmeda: Viszerale Leishmaniose (Kala-Azar): Therapie [http://www.onmeda.de/krankheiten/viszerale\\_leishmaniose-therapie-1602-6.html](http://www.onmeda.de/krankheiten/viszerale_leishmaniose-therapie-1602-6.html) (28.09.2014)

Sadeghian, G.; Ziaei, H.; Shirani Bidabadi, L.; Zolfaghari Baghbaderani, A. (2011): Decreased Effect of Glucantime in cutaneous leishmaniasis complicated with secondary bacterial infection

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3088932/>

Steinhausen, Irmgard (2005): Untersuchung zur Verbreitung von Sandmücken (Phlebotomen) in Deutschland mit Hilfe geographischer Informationssysteme (GIS)

[http://www.parasitosen.de/downloads/diplomarbeit\\_irmgard\\_steinhausen.pdf](http://www.parasitosen.de/downloads/diplomarbeit_irmgard_steinhausen.pdf)

Tierschutz-Team Europa e.V.: Leishmaniose <http://www.tierschutzteam.de/mittelmeer-krankheiten/leishmaniose/> (04.05.2014)

Weiss, Niklaus; Tanner, Marcel: Leishmania Tropica, Major L.

[http://www.infektionsbiologie.ch/seiten/modellparasiten/seiten/leishmania/steckbrief\\_leish.html](http://www.infektionsbiologie.ch/seiten/modellparasiten/seiten/leishmania/steckbrief_leish.html) (28.09.2014)

Wikipedia: Sandmücken [http://de.wikipedia.org/wiki/Sandm](http://de.wikipedia.org/wiki/Sandm%C3%BCcken#Verbreitung)

[%C3%BCcken#Verbreitung](http://de.wikipedia.org/wiki/Sandm%C3%BCcken#Verbreitung) (10.12.2013)

Ärzte ohne Grenzen e.V.: Kala-Azar, [http://www.aerzte-ohne-grenzen.de/diseases/kala-azar/?pc=G\\_M-Krankheiten\\_Kala](http://www.aerzte-ohne-grenzen.de/diseases/kala-azar/?pc=G_M-Krankheiten_Kala)

[%20Azar&pk=leishmaniose&gclid=CLGB8bjn0r0CFWUOwwod5h0AFw](http://www.aerzte-ohne-grenzen.de/diseases/kala-azar/?pc=G_M-Krankheiten_Kala%20Azar&pk=leishmaniose&gclid=CLGB8bjn0r0CFWUOwwod5h0AFw) (09.04.2014)