

**Seminararbeit im Rahmen des Klimaprojektes
zum Thema:**

šDengue Fieber - Gefahr für Europa?õ

erstellt von:

Nabila Dabbagh, Taliza Peters und Valeria Schick

Hamburg, 20.12.2012



Aedes Aegypti

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	S. 3
2. Direkte und indirekte gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels	S. 4-5
3. Das Dengue Fieber	S. 6-8
3.1 Klassifizierung und Vorkommen	
3.2 Geschichtlicher Hintergrund	
3.3 Krankheitsbild	
3.4 Infektionsstatistik	
4. Aedes aegypti	S. 9-11
4.1 Entwicklungszyklus	
4.2 Erreger	
4.3 Übertragung	
5. Klimatische Bedingungen für das Auftreten des Dengue Fiebers	S.11-17
5.1 Gegenwart	
5.2. Zukunft	
6. Medizinisches System in Europa	S. 17-18
6.1 Diagnose	
6.2 Meldepflicht	
6.3 Vorbeugung	
7. Aktuelle Lage	S. 19
8. Fazit	S. 20-21
9. Quellen- und Abbildungsverzeichnis	S. 22-24

Im Rahmen des Seminarunterrichts des Profils „System Erde - Mensch“ am Gymnasium Osterbek beschäftigen wir uns in der folgenden wissenschaftlichen Arbeit mit dem Thema:

Dengue Fieber - Gefahr für Europa?

Welche Auswirkung hat der Klimawandel auf die Ausbreitung des Dengue Fiebers nach Europa?

Bei unserer Themenwahl war uns wichtig, dass wir uns sowohl mit geographischen, als auch mit biologischen Aspekten auseinandersetzen, da uns die gegenseitige Bedingung der beiden Gebiete fasziniert.

In den Medien sind in letzter Zeit viele Artikel mit Überschriften wie: „Viele Dengue Fieber Erkrankungen bleiben unerkannt.“ oder „Asiatische Tigermücke erobert weite Teile Europas“ erschienen. Wir wollten nachforschen, ob sich diese Problematik auf den vorschreitenden Klimawandel zurückführen lässt. In diesem Zusammenhang hat sich bei uns die oben genannte Leitfrage ergeben, die wir basierend auf dem Klimaszenario A1B bearbeitet haben. Das Ziel unserer Ausarbeitung ist es, herauszufinden, ob wegen des Klimawandels Europa in der Zukunft durch die Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten gefährdet ist.

Im Folgenden werden wir zunächst die direkten und indirekten Auswirkungen des Klimawandels differenzieren. Daraufhin erläutern wir die Basisinformationen zum Dengue Fieber und gehen dabei unter anderem auch auf den Vektor des Virus ein. Anschließend leiten wir zu den geographischen Hintergründen über, indem wir die klimatischen Bedingungen für das Dengue Fieber thematisieren. Durch die Unterstützung des Max-Planck-Instituts für Meteorologie belegen wir unsere Thesen mit selbst erstellten Karten, die wir im Zusammenhang auswerten und erklären werden. Als letzten Aspekt unseres biologischen Themenkreises stellen wir Diagnosemöglichkeiten und das medizinische System Europas anhand einiger Länderbeispiele dar und führen noch einige Vorbeugungsmöglichkeiten auf.

Unsere Leitfrage beantworten wir schließlich mit einer kurzen Zusammenfassung unserer Ergebnisse, einem Fazit und einem Ausblick in die zukünftige Entwicklung. Die Quellen, die wir herangezogen haben, befinden sich im Literaturverzeichnis am Ende dieser Arbeit.

2. Direkte und indirekte gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels

Der Klimawandel hat im Allgemeinen sowohl direkte, als auch indirekte Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen und ihre Umwelt.¹

Die direkten Auswirkungen werden vor allem von Wetterkatastrophen beeinflusst. Das heißt, dass durch Hitzewellen oder Kältewellen, zum Beispiel, vermehrte Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen auftreten könnten, die zu einer allgemeinen Zunahme von Todesfällen führen. Die Häufung von Wetterextremen, wie Stürme oder Überschwemmungen, hat annähernd dieselben Folgen und wirkt zudem noch in die Sphäre der Infrastruktur und die des öffentlichen Gesundheitswesens ein.

Die indirekten Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit kommen unter anderem durch Störungen der Ökosysteme zustande. Diese Störungen haben zum Beispiel zur Folge, dass die Aktivität und Verbreitung der Krankheitsüberträger sich anders entwickelt und sich auf die geographische Ausbreitung der von einem Zwischenwirt übertragenen Infektionskrankheiten auswirkt.²

Im Falle des Dengue Fiebers ist die Anpassungsfähigkeit des Vektors von großer Bedeutung. Als Vektor bezeichnet man dabei den Überträger von Infektionskrankheiten auslösenden Krankheitserregern.³ Dieser kann sich bei einer Veränderung, die durch den Klimawandel hervorgerufen wird, sehr schnell an seine Umgebung anpassen, aber auch in einigen Fällen empfindlich darauf reagieren. Im weiteren Verlauf der Arbeit nehmen wir genaueren Bezug auf diese Entwicklungen.

Im Folgenden werden verschiedene indirekte gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels aufgeführt. Zum Beispiel treten neue Bedingungen für die wasser- und ernährungsabhängigen Infektionen, die das vermehrte Auftreten von diarrhöischen und

¹ Lozán, J.L., Grassl H., Jendritzky, G., Karbe, L., Reise, K.: §Warnsignal Klima - Gesundheitsrisiken. Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschenö,

Hamburg, 2008, §Gefahren für die Gesundheit des Menschenö (Seite 12)

² Kasang, D.: §Folgen des Klimawandels für die Gesundheitö:

<http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-gesundheit-nav/2261842/folgen-gesundheit.html>

(letzter Zugriff: 09.04.2013)

³ Wikipedia: §Vektor (Biologie)ö,

http://de.wikipedia.org/wiki/Vektor_%28Biologie%29 (letzter Zugriff: 09.04.2013)

anderen Infektionskrankheiten beeinflussen auf. Die Veränderungen im Ökosystem treiben die Verbreitung von Allergiepflanzen voran, sodass die Pollenallergie bei den dafür anfälligen Menschen steigt. Die Klimaveränderungen sowie Schädlinge und Pflanzenkrankheiten minimieren die Nahrungsmittelproduktivität. Diese wirkt sich auf die menschliche Gesundheit durch Unterernährung oder Hunger aus und schadet sowohl der Gesundheit als auch der Entwicklung. Der Anstieg des Meeresspiegels, als zusätzlicher Faktor und die eventuell dadurch zerstörte Infrastruktur erhöhen das Risiko für unterschiedliche Infektionskrankheiten, die durch verseuchtes Trinkwasser entstehen können. Die steigende Luftverschmutzung, die unter anderem Asthma und weitere Allergien hervorruft, führt auch zu allgemeinen Atemwegserkrankungen und einer Vermehrung der daraus resultierenden Todesfälle. Die sozialen, ökonomischen und demografischen Folgen des Klimawandels, die als letzter Aspekt der indirekten Auswirkungen aufgeführt sind, wirken in unterschiedlichen Zusammenhängen.⁴

Folglich lässt sich herausstellen, dass das Dengue Fieber eine indirekte Beeinträchtigung des Klimawandels ist und durch die ökologischen Veränderungen, zum Beispiel durch einen Temperaturanstieg, somit in seiner Verbreitung gefördert werden könnte.

⁴ Kasang, D.: Folgen des Klimawandels für die Gesundheit:
<http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-gesundheit-nav/2261842/folgen-gesundheit.html> (letzter Zugriff: 09.04.2013)

3. Das Dengue Fieber

3.1 Klassifizierung und Vorkommen

Das Dengue Fieber ist eine der häufigsten Viruskrankheiten, die von Stechmücken übertragen werden. Die Krankheit wird durch ein Virus verursacht, welches zu den Flaviviren gehört.⁵ Zu den Flaviviren zählen Viren mit einer Umhüllung, die einen positivsträngigen RNA-Einzelstrang als Genom besitzen.⁶

Man kann das Dengue Fieber in vier Untergruppen differenzieren. Die diversen Typen des Dengue Fiebers unterscheiden sich in dem Zeitpunkt, in dem sie zum ersten Mal beim Menschen auftraten, beziehungsweise darin, welche Lebewesen sie befallen, welche Stechmückenart sie überträgt und auch regionale Vorkommen lassen sich durch diese Einteilung trennen. Das Dengue Virus der Typen 1 und 2 kommt vor allem im westafrikanischen und pazifischen Raum vor, während die Typen 2 und 3 vor allem die USA und den ostafrikanischen Raum befallen. Regionen wie die Karibik, Südostasien und Südamerika sind von allen vier Typen des Dengue Virus betroffen.⁷ In Abb. 1 wird die Verbreitung der *Aedes aegypti* und des Dengue Fiebers dargestellt.

⁵ Eis, D., Helm, D., Laußmann, D., Stark, K. (2010). §Klimawandel und Gesundheit ó Ein Sachstandsberichtó Hrsg.: Robert Koch-Institut, Berlin:

<http://edoc.rki.de/oa/articles/re0BdUKX9pUL6/PDF/29ETCuO6ZOtk.pdf> S. 214-215 (letzter Zugriff: 10.04.2013)

⁶ Wikipedia: §Flavivirusó:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Flavivirus> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

⁷ Eis, D., Helm, D., Laußmann, D., Stark, K. (2010). §Klimawandel und Gesundheit ó Ein Sachstandsberichtó Hrsg.: Robert Koch-Institut, Berlin:

<http://edoc.rki.de/oa/articles/re0BdUKX9pUL6/PDF/29ETCuO6ZOtk.pdf> S. 214-215 (letzter Zugriff: 10.04.2013)

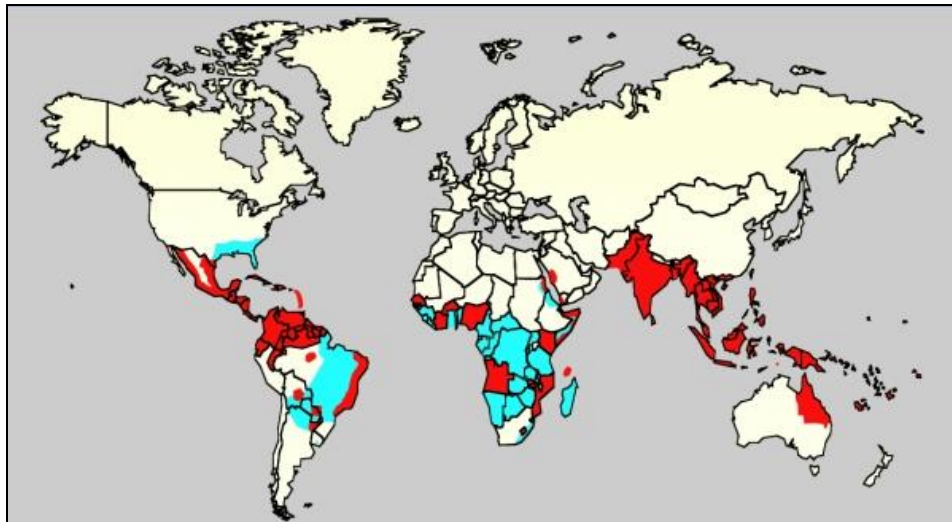


Abb. 1: Dengue Verbreitung 2006

Cyan: mit *Aedes aegypti* befallene Gebiete / **Rot:** Gebiete mit *Aedes aegypti* und aktuellem Dengue Fieber

3.2 Geschichtlicher Hintergrund

Das Dengue Fieber stammt aus Afrika und trat 1779/1780 das erste Mal in Afrika, Asien und Nordamerika auf. Das Wort 'dengue' ist afrikanischer Herkunft und bedeutet 'Knochenbrecher' und bringt damit die durch den Krankheitsverlauf auftretenden Gliederschmerzen zum Ausdruck. Durch die Neuentstehung vieler Städte breitete sich das Virus bis heute zunehmend aus.⁸

3.3 Krankheitsbild

Nachdem man sich durch den Mückenstich infiziert hat, treten innerhalb einer Woche die ersten Symptome auf. Erste Anzeichen des Dengue Fiebers sind Ausschlag, Fieber bis zu 40°C, Schüttelfrost, starke Kopf-, Glieder- und Muskelschmerzen. Verläuft die Krankheit relativ harmlos, gibt es eine Krankheitsdauer von etwa einer Woche. Infiziert man sich mit einem Typ des Dengue Virus bleibt man lebenslang immun gegen diesen Typ, kann sich jedoch mit den anderen Typen infizieren. Ist dies der Fall, ist die Gefahr wesentlich höher, dass die Erkrankung einen schweren Verlauf nimmt, da es zu einer Überreaktion des Immunsystems kommen kann. Die Überreaktion des Immunsystems entsteht, weil der Körper bereits Antikörper gegen den Dengue Typ der ersten Infektion entwickelt hat, welche aber nichts gegen einen anderen Typ des Dengue Virus ausrichten können. Die Viren der zweiten Infektion können schneller zu den Zellen gelangen, weil die Antikörper der ersten Infektion

⁸ Labor Spiez: 'Dengue-Fieber': http://www.labor-spiez.ch/de/dok/fa/pdf/dengue_fieber_d.pdf (letzter Zugriff: 09.04.2013)

vergeblich versuchen, das Eindringen der Viren in den Körper zu verhindern. Das Dengue Fieber kann aber auch einen schweren Verlauf nehmen, weil die unterschiedlichen Typen des Dengue Virus auch unterschiedlich gefährlich sind. Ein schwerer Krankheitsverlauf ist also auch bei der ersten Infektion mit dem Dengue Fieber möglich.⁹ Man spricht dann vom hämorrhagischen Fieber oder einem Dengue-Schock-Syndrom. Neben den normalen Symptomen des Dengue Fiebers leiden Infizierte zusätzlich unter Erbrechen und Atemnot. Nach etwa einer Woche fällt das Fieber plötzlich ab, infolge dessen werden Blutgefäße gestört und spontane, unkontrollierte innere Blutungen können auftreten. Daraus kann ein Zusammenbruch des Blutkreislaufs, Flüssigkeitsverlust, hirnbedingte Krampfanfälle, Koma, Anschwellen der Leber und Schockanzeichen (Blässe, Herzrasen, Zittern etc.) folgen. In etwa 1% aller Fälle nimmt das Virus einen schweren Krankheitsverlauf.¹⁰

3.4 Infektionsstatistik

Seit 1960 bis 2010 hat sich die Zahl der Erkrankungen verdreißigfacht. Die am stärksten gefährdeten Länder liegen in den Gebieten des Pazifiks und Südostasiens, hier kommen etwa 75% aller Infizierungen vor; aber auch Regionen im östlichen Mittelmeerraum und Lateinamerika sind stark betroffen. Weltweit lebt rund die Hälfte aller Menschen in Gebieten, in denen das Dengue Fieber endemisch ist - also vorkommt. Es handelt sich dabei überwiegend um tropische und subtropische Länder. Jährlich werden etwa 50 bis 100 Millionen Infizierungen mit dem Virus verzeichnet, von denen etwa 500.000 einen schweren Krankheitsverlauf nehmen und 22.000 zum Tode führen. In den letzten Jahren hat sich das Dengue Virus mehr und mehr verbreitet.¹¹

⁹ Labor Spiez: Dengue-Fieber: http://www.labor-spiez.ch/de/dok/fa/pdf/dengue_fieber_d.pdf (letzter Zugriff: 09.04.2013)

¹⁰ Eis, D., Helm, D., Laußmann, D., Stark, K. (2010). Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht Hrsg.: Robert Koch-Institut, Berlin: <http://edoc.rki.de/oa/articles/re0BdUKX9pUL6/PDF/29ETCuO6ZOtk.pdf> S. 214-215 (letzter Zugriff: 10.04.2013)

¹¹ Wikipedia: Denguefieber: <http://de.wikipedia.org/wiki/Denguefieber> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

4. *Aedes aegypti*

Das Dengue Fieber wird durch die Mücke *Aedes aegypti* übertragen. Die ägyptische Tigermücke (Gelbfiebermücke) ist eine Stechmücke, die hauptsächlich in den Tropen und Subtropen vorkommt. Sie war zuerst nur in Afrika beheimatet und ist durch den Menschen in andere Erdteile übertragen worden. Die *Aedes aegypti* ist eine der Mücken, die zu den Hauptverbreitern für das Dengue Fieber, das Gelbfieber und andere Viruserkrankungen gehören.

Die ägyptische Tigermücke ist etwa drei bis vier Millimeter groß und hat eine dunkle Färbung. Die Stechmücke hat weiße Streifen auf den Beinen und eine weiße Zeichnung auf dem Halsschild. Ihr Stechrüssel ist schwarz gefärbt. Die weiblichen Stechmücken sind meistens etwas größer als die männlichen. Dafür haben die Männchen buschige Fühler.¹²

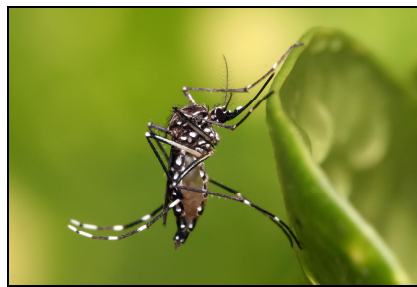


Abb. 2: *Aedes aegypti*

4.1 Entwicklungszyklus

Die Eier der *Aedes aegypti* sind schwarz und oval. Die Weibchen saugen Blut, da dieses für die Ausbildung der Eier notwendig ist. Die Männchen dagegen versorgen sich unter anderem mit Pflanzensäften. Die Mücke kann ihre Eier überall ablegen, wo sich geringe Mengen an Wasser befinden, wie zum Beispiel in sämtlichen Behältern oder freiliegenden Autoreifen. Die Eier entwickeln sich innerhalb von sechs bis zehn Tagen zum ausgewachsenen Insekt. Bei kühleren Temperaturen hingegen, kann dieser sich auf zwei Monate ausdehnen. Man kann sagen, dass eine vollständige Metamorphose ó Ei, Larve, Puppe, Insekt ó stattfindet. Danach kann die Mücke sich ungehindert fortbewegen. Sie kann aber maximal eine Flugdistanz von

¹² Rentokil Deutschland: ägyptische Tigermücke ó *Aedes aegypti*:
<http://www.rentokil.de/schadlingslexikon/insekten-und-spinnen/mucken/gelbfiebermucke/index.html>
(letzter Zugriff: 10.04.2013).
Mücken: ägyptische Tigermücke ó *Aedes aegypti*:
<http://www.muecken.org/aedes/gelbfiebermucke-aedes-aegypti/> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

50 ó 100 m hinter sich bringen.¹³

4.2 Erreger

Das Dengue Fieber wird ausgelöst durch das Dengue Virus. Die Viren setzen sich, nachdem sie durch den Stich einer infizierten Mücke in den Körper gelangt sind, an der Oberfläche von Zellen ab und werden durch Vesikel, ovale oder kugelförmige Zellstrukturen mit einer einfachen Zellmembran und eigenen Kompartimenten¹⁴, in das Zellinnere transportiert. Dort vermehren sich die Viren und gelangen dann zu anderen Zellen, die sie befallen.¹⁵

4.3 Übertragung

Die Übertragung des Dengue Virus erfolgt durch den Stich einer weiblichen Mücke. Diese ist dabei schon durch die Blutaufnahme eines infizierten Organismus selbst ein Infektionsträger. Das Virus gelangt in den Blutkreislauf der Stechmücke und über diesen in ihre Speicheldrüsen. Somit wird mit ihrem nächsten Stich zum Beispiel ein Mensch von dem Erreger befallen.¹⁶

Bei der Übertragung wird zwischen zwei Arten unterschieden: Zum einen ist es die biologische Übertragung, zum anderen die mechanische. Unter der biologischen Übertragung, die man auch als aktive Übertragung bezeichnet, versteht man eine Erregerart, die vom speziellen Vektor, zum Beispiel von einem blutsaugenden Insekt, während der Nahrungsaufnahme bei einem infizierten Hauptwirt aufgenommen wird. Die Erregerart überlebt in dem Vektororganismus im aktiven Zustand und hat die Möglichkeit sich zu vermehren oder sich zu wandeln. Die Erregerart infiziert bei der nächsten Nahrungsaufnahme desselben Vektors ein nicht infiziertes Lebewesen. Jeder einzelne Vektor überträgt nur jeweils seine speziellen Erreger, das heißt, dass der Vektor als Zwischenwirt agiert.

Die mechanische Übertragung, ist die sogenannte passive Übertragung. Bei dieser Art der Übertragung ist der Vektor nur äußerlich mit einem oder mehreren Erregern verseucht. Die Verbreitung erfolgt durch die Kontaktinfektion, der Berührung des Lebewesens vom

¹³ Rentokil Deutschland: §Ägyptische Tigermücke ó Aedes aegyptiö
Mücken: §Gelbfiebermücke ó Aedes aegyptiö

¹⁴ Wissen: §Vesikelö: <http://www.wissen.de/lexikon/vesikel> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

¹⁵ Wikipedia: §Denguefieberö: <http://de.wikipedia.org/wiki/Denguefieber> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

¹⁶ Wikipedia: §Denguefieberö

Krankheitserreger. Der Vektor gilt in diesem Fall als Transportwirt. Auf diese Weise können die Krankheitserreger über längeren Zeitraum transportiert werden, was allerdings nur mit luftunempfindlichen Erregern möglich ist.¹⁷

5. Klimatische Bedingungen für das Auftreten des Dengue Fiebers

Die Bedingungen für das Auftreten des Dengue Fiebers sind wie bei einigen anderen Infektionskrankheiten vom Klima abhängig. Das Dengue Virus tritt vor allem in den tropischen und subtropischen Gebieten, wie zum Beispiel in Teilen Afrikas oder Südamerika auf. Diese Regionen weisen sowohl die relevanten Temperaturen und Niederschlagsraten, als auch eine hohe Luftfeuchtigkeit auf, die bei der Verbreitung des Virus eine große Rolle spielen.

5.1 Gegenwart

Die Mindesttemperaturen für eine konstante Verbreitungsrate betragen 20°C. Das Temperaturoptimum liegt bei über 30°C und führt zur stärkeren Vermehrung des Virus im Vektor. Dieser transportiert die Erreger vom Hauptwirt (Reservoirwirt) auf einen anderen Organismus ohne dabei selbst zu erkranken, was als indirekter oder horizontaler Infektionsweg bezeichnet wird.

Am Beispiel der *Aedes aegypti*, die als wichtigster Vektor für das Dengue Fieber auftritt, zeigt sich, dass eine Erhöhung der Temperatur auf 30-32°C oder ein Anstieg der Niederschläge bei dieser Stechmückenart automatisch zu einer Verbesserung der Lebensbedingungen, einem Anstieg der Anzahl an Brutplätzen, einer Steigerung der Stechhäufigkeit und des Reproduktionszyklus führen. Dabei entsteht auch die sogenannte intrinsische Inkubationsperiode. In dieser Art der Inkubationsperiode reduziert sich die Zeit, in der der Virus nach der Aufnahme durch den Vektor wieder abgegeben werden kann. Bei der Mücke *Aedes aegypti* sinkt die Vermehrungsdauer deutlich mit zunehmender Temperatur von 22 Tagen bei 18°C auf 7 Tage bei 35°C. Daher wird auch die allgemeine Lage der regionalbedingten Verbreitung und des Vorkommens, das von der Saison abhängig ist, verbessert. Umgekehrt könnte sich dieser Prozess ebenfalls in die entgegengesetzte Richtung

¹⁷ Wikipedia: §Vektorō: [http://de.wikipedia.org/wiki/Vektor %28Biologie%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Vektor_%28Biologie%29) (letzter Zugriff: 10.04.2013)

entwickeln. Ein Ausbleiben der Niederschläge würde das Überleben der Infektionsträger sehr stark beeinträchtigen. Zusammen mit ganz hohen Temperaturen hätte es vor allem negative Folgen, wie zum Beispiel das Austrocknen der Brutplätze.

Eine höhere Niederschlagsrate und hohe Temperaturen führen je nach Region im tropischen Raum zum erhöhten §Dengue Risikoö. Eine Studie aus Singapur über die Jahre 2000-2007 zeigte, dass sich die Zahl der Infektionen signifikant in einem Zeitabstand von 5-20 Wochen nach Auftreten ungewöhnlich hoher Temperaturen und stärkerer Niederschläge erhöhte.¹⁸

5.2 Zukunft

In der heutigen Zeit sind in Europa keine geeigneten Lebensbedingungen für *Aedes aegypti* vorzufinden, da das Klima überwiegend mild ist und sowohl die Temperatur-, als auch die Niederschlagswerte deutlich unter denen liegen, die in den Tropen und Subtropen herrschen. Dabei stellt sich die Frage, ob in der Zukunft solche Bedingungen als Folge des Klimawandels entstehen können. Um diese Frage zu beantworten, werten wir die in den Modellrechnungen dargestellten Klimadaten aus, die die Entwicklung der Temperatur und der Niederschläge für die kommenden Jahrzehnte angeben. Alle Karten wurden nach dem Szenario A1B erstellt, welches beschreibt, dass in der Zukunft ein schnelles Wirtschaftswachstum, sowie eine um Mitte des 21. Jahrhunderts maximale Bevölkerungszahl zu erwarten sind.

¹⁸ Klimawiki: §Dengueö: <http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Dengue> (letzter Zugriff: 10.04.2013),

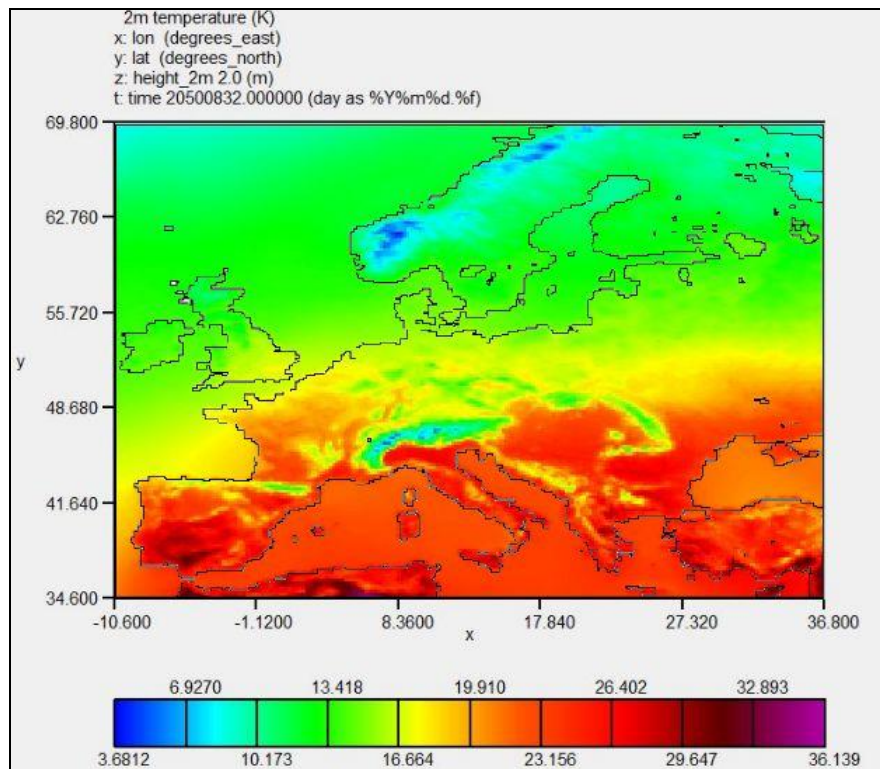


Abb. 3: Temperaturverteilung in Europa, Sommer 2021-2050¹⁹

In der Europakarte (Abbildung 3) ist die Temperatur der Sommermonate in Grad Celsius in dem Zeitraum von 2021-2050 dargestellt. Die Karte ist farblich entsprechend den in der Legende aufgeführten Temperaturen gekennzeichnet. Im Zusammenhang mit dem Dengue Fieber ist diese Karte im Hinblick auf die dargestellten Temperaturen relevant. Um eine Ausbreitungsmöglichkeit nach Europa festzustellen, muss eine Erhöhung der Temperatur registriert werden.

In dieser Karte fällt auf, dass die Sommertemperaturen in Nordeuropa, sowohl auf dem Festland, als auch im Ozean, am niedrigsten sind und nur im Bereich von etwa 10-15°C liegen. In Mitteleuropa steigen diese langsam an, bis sie schließlich im Süden, wie zum Beispiel in Italien oder Spanien teilweise den Bereich von 23-27°C erreichen. Aus diesem Grund lässt sich herausstellen, dass vor allem im Süden Europas eine Überlebensmöglichkeit für den Überträger des Dengue Virus, die Stechmücke *Aedes aegypti*, besteht. Da die Temperaturen in dieser Region über 20°C, dem Minimum, liegen, kann eine konstante Verbreitungsrate in diesem Zeitraum garantiert werden. Damit ist zunächst unsere Vermutung bestätigt, dass eine Möglichkeit der Verbreitung bestehen könnte. Diese muss aber auch durch die Niederschlagswerte untermauert werden.

¹⁹ Bildungsserver: §Europa-Daten zum Klimawandelö: eigene Darstellung mit Daten von: <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2722278/europa-temperatur.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

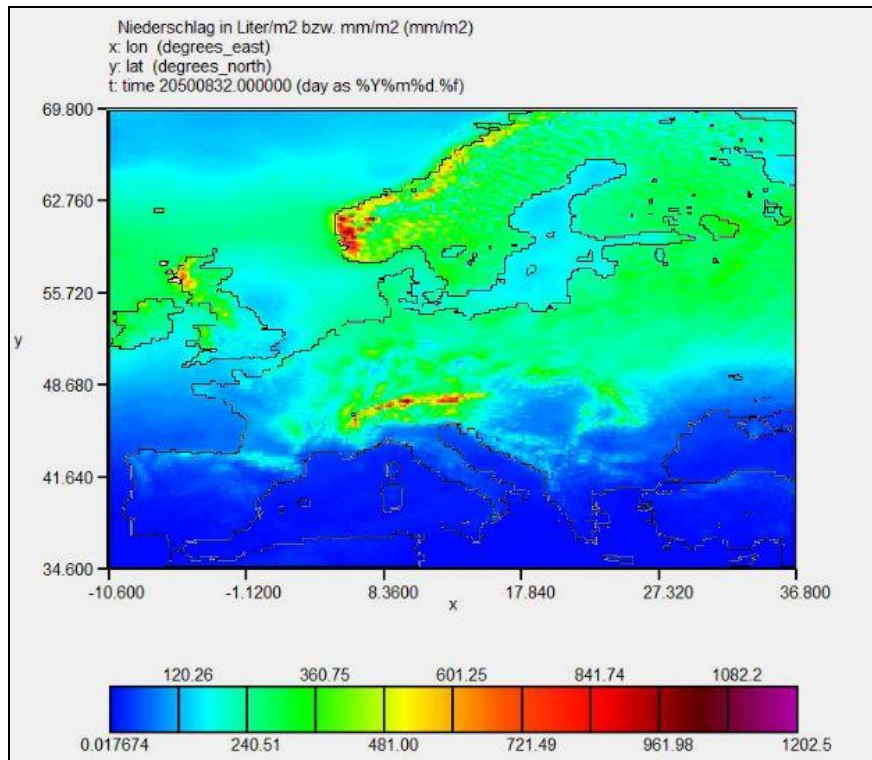


Abb. 4: Niederschlagsverteilung in Europa, Sommer 2021-2050 ²⁰

In Abbildung 4 sind die Niederschläge der Sommermonate in Europa in dem Zeitraum von 2021-2050 dargestellt. Die entsprechende Einheit dazu ist in Litern pro Quadratmeter bzw. Millimeter pro Quadratmeter angegeben. Auch hier ist unten eine farbige Legende aufgeführt, in der die Menge der Niederschläge, die auf der Karte verzeichnet ist, abgelesen werden kann. Die Ergebnisse dieser Karte sind auf Grund der Entstehung neuer Brutplätze für die Mücke bedeutend. Denn wie schon erwähnt, kann diese sich mit einem Anstieg der Rate schneller verbreiten.

Auf den ersten Blick erkennt man sofort, dass in der südlichen Region die Niederschlagsrate bei weit unter 120 mm/m² liegt. Die steigt aber zunehmend in Mitteleuropa, wobei sie zum Beispiel in Frankreich gerade noch im Osten den Wert 240 mm/ m² erreicht. In Zentral- bis Osteuropa, aber auch im Norden haben wir im Vergleich dazu einen Anstieg von 240 mm/ m² auf teilweise etwas über 360 mm/ m². Im Norden, vor allem in dem skandinavischen Raum, lässt sich eine besondere Auffälligkeit entlang der Westküste Norwegens feststellen, die man unter anderem auch in der Alpenregion erkennt. Die Niederschläge nehmen dort auf 481 mm/

²⁰ Bildungsserver: šEuropa-Daten zum Klimawandelö: eigene Darstellung mit Daten von: <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2738984/niederschlag.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

m² zu und sind an einigen Stellen punktförmig im Bereich von über 721 mm/ m² zu verzeichnen. Dies hängt mit den sich dort befindenden Gebirgen zusammen.

In der Übertragung auf die Verbreitungsmöglichkeit des Dengue Fiebers können wir sagen, dass die notwendige Niederschlagsmenge in den Sommermonaten nicht auftritt. Im Vergleich zu den tropischen Regionen, in denen die *Aedes aegypti* heimisch ist, ist die Anzahl der humiden Monate sehr gering. Deshalb würde die Mücke, obwohl sie zum Teil auch längere Hitzeperioden überleben kann, sich nicht auf Dauer in diesem Gebiet verbreiten. Da auch hier noch zusätzliche Werte zur Luftfeuchtigkeit die Ergebnisse bestätigen würden, führen wir dazu die entsprechende Karte an.

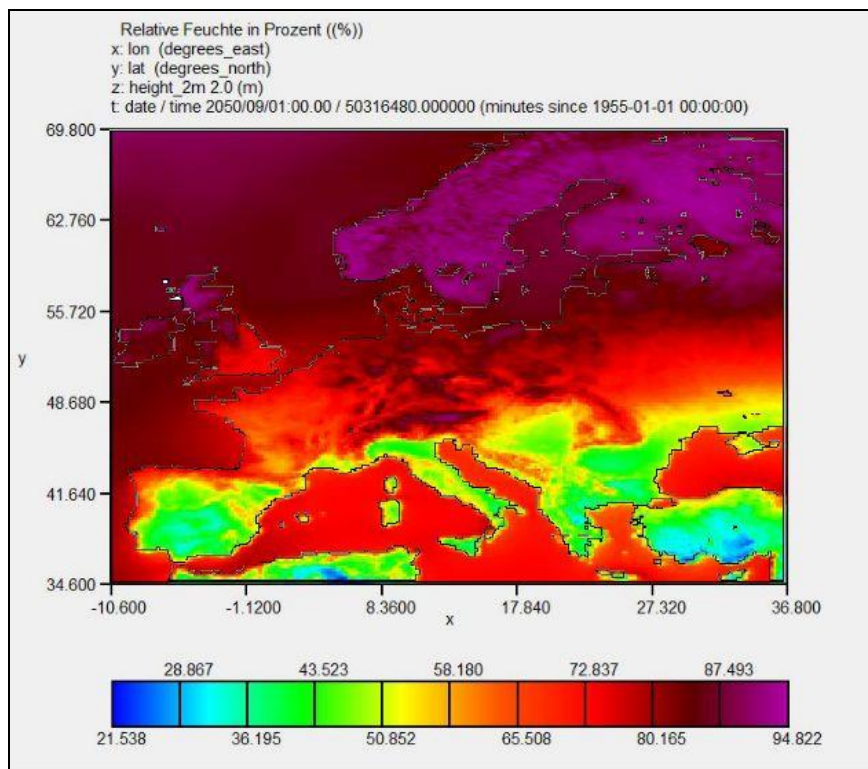


Abb. 5: Luftfeuchtigkeitsverteilung in Europa, Sommer 2021-2050²¹

In dieser Europakarte (Abbildung 5) ist die relative Feuchte in Prozent in den Jahren 2021-2050 dargestellt. Die vorhandene Legende ordnet den Farben, die in der Karte zu sehen sind, die Werte von 21.538 % bis 94.822 % zu.

²¹ Bildungsserver: §Europa-Daten zum Klimawandelö: eigene Darstellung mit Daten von:
<http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2744182/niederschlag-luftfeuchtigkeit.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

Diese Daten sind, genau wie die Niederschlagsrate, bedeutend, da auch sie etwas über die Möglichkeit der Vermehrung der Mücke aussagen können. Man erkennt auf den ersten Blick, dass die Karten der Niederschläge und der Luftfeuchtigkeit einander ähneln. Die höchste Feuchtigkeit von bis zu 94 % ist dementsprechend überwiegend in Skandinavien und im Norden Großbritanniens vorzufinden. In Zentraleuropa liegt die relative Feuchte zum Beispiel in den Alpen oder an der Ostseeküste zwischen 80 % und 87 %. Es wird aber auch deutlich, dass unter anderem in Frankreich oder in Osteuropa die Werte zurückgehen und demnach schon unter 72 % liegen. Im Süden ist die Feuchtigkeit auf Grund der mangelnden Niederschläge entsprechend niedrig, wie in Griechenland oder Spanien zu erkennen, und sinkt ab 50 % bis etwas unter die 36 %.

Auch in diesem Fall lässt sich ein ähnliches Ergebnis herausstellen, wie bei den Niederschlägen. Der Mangel an Feuchte wird die Vermehrung der Mücke einschränken. Als Gegenstück zu den schon genannten Werten, die sich alle auf die Sommermonate bezogen haben, stellen wir noch eine Wintertemperaturkarte vor.

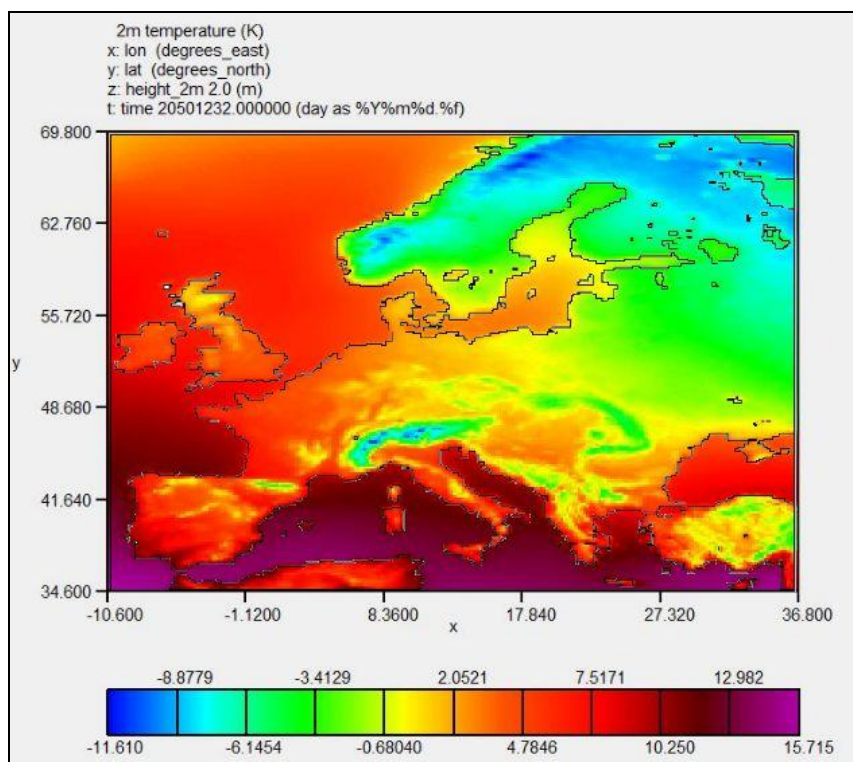


Abb. 6: Temperaturverteilung in Europa, Winter 2021-2050²²

²² Bildungsserver: šEuropa-Daten zum Klimawandelö: eigene Darstellung mit Daten von: <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2722278/europa-temperatur.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

Diese Europakarte (Abbildung 6) zeigt die Wintertemperaturen von 2021-2050. Die Legende gibt diese in Grad Celsius an, sodass die Werte in den entsprechenden Farben auf der Karte gekennzeichnet sind. Die Wintertemperaturen geben uns eine Auskunft darüber, ob *Aedes aegypti* in Europa auch in den Wintermonaten überleben kann.

Wie erwartet liegen die Temperaturen im äußersten Norden der skandinavischen Region und im Nordosten Europas komplett im Minusbereich von ca. -11°C bis zu -1°C . Die Zentralregion weist die Werte von 0°C bis etwa 2°C auf, abgesehen von den Alpen, die natürlich wegen der Schneefläche deutlich darunter liegen. In Südeuropa und im Südwesten sind die Temperaturen dagegen komplett im Bereich ab 4°C bis knapp unter 10°C .

Zusammenfassend ist also das Überleben der Mücke im Winter in Europa unter keinen Umständen gewährleistet.

6. Medizinisches System in Europa

Neben den klimatischen Aspekten ist auch das medizinische System in Europa von Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem Dengue Fieber gehen wir näher auf diesen Aspekt ein, da er noch zusätzliche Sichtweisen auf unsere Problematik bietet.

6.1 Diagnose

Da das Dengue Fieber ähnliche Symptome einer einfachen Grippe aufweist, ist es schwer die Krankheit frühzeitig zu erkennen. Hinweise auf eine eventuelle Infizierung liefert die Krankheitsgeschichte des Patienten, zum Beispiel die Auskunft über einen Urlaubsaufenthalt. Diagnostizieren kann man das Dengue Fieber, indem man die DNA des Virus vermehrt oder eine Zellkultur anlegt und bestimmte Antikörper kennzeichnen lässt.²³

6.2 Meldepflicht

Da das Dengue Virus hoch ansteckend ist, fällt es unter das Infektionenschutzgesetz und ist somit in Deutschland auch bei bloßem Verdacht schon meldepflichtig.²⁴ Auch in der Schweiz

²³ Labor Spiez: §Dengue-Fieberö: http://www.labor-spiez.ch/de/dok/fa/pdf/dengue_fieber_d.pdf (letzter Zugriff: 10.04.2013)

²⁴ Gesundheitsamt: §Dengue Fieber Meldepflichtö: <http://www.gesundheitsamt.de/alle/seuche/infekt/viru/den/mp.htm> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

und Österreich besteht eine Meldepflicht, da das Dengue Fieber hauptsächlich durch Touristen nach Europa gelangt.

6.3 Vorbeugung

Die unkontrollierte Ausbreitung des Denguefiebers über andere Länder und Kontinente kann vermieden werden, wenn die Mücke keinen Zugang zu künstlichen Plätzen zum Ablegen der Eier hat, wie zum Beispiel zu Gegenständen, wie Reifen etc., die in andere Länder importiert werden. Außerdem könnten künstliche und vom Menschen hergestellte Lebensräume der Mücke zerstört werden. Die allgemeine Verbesserung in der Beseitigung und Bekämpfung der Vektoren in vielen Ländern stellt auch eine Möglichkeit dar.

Die Verwendung von Moskitonetzen, Kleidung mit langen Ärmeln und Insektensprays hilft den Menschen ein Ansteckungsrisiko zu verringern, denn es gibt noch keinen Impfstoff gegen diese Infektionskrankheit.

Solange diese Kriterien in bestimmten Maßen eingehalten werden, kann die Ausbreitung des Dengue Virus unter Kontrolle gehalten werden.²⁵

²⁵ WHO: §Dengue and severe Dengue: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/ru/index.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

7. Aktuelle Lage

DIE WELT 

15. Dez. 2012, 18:52
Diesen Artikel finden Sie online unter
<http://www.welt.de/106351047>

21.05.12 | Globale Bedrohung

Das Dengue-Virus breitet sich rasend schnell aus

Die Zahl der weltweit registrierten Fälle steigt rasch – Dengue-Fieber rückt zu einer der gefährlichsten Infektionskrankheiten auf: Auch in Deutschland treffen zunehmend mehr erkrankte Touristen ein.

Innerhalb weniger Jahrzehnte ist das von Viren ausgelöste Dengue-Fieber (Link: <http://www.welt.de/themen/fieber/>) zu einer der gefährlichsten Infektionskrankheiten der Welt aufgerückt.

Rasend schnell verbreitet sich die Krankheit in Europa bislang dennoch nicht. In dem kleinen Gebiet im Südosten-Frankreichs ist es bei den zwei Infizierten geblieben, in der betroffenen Region Kroatiens sind nach Angaben der EU-Seuchenbehörde ECDC (Link: <http://ecdc.europa.eu/en/Pages/home.aspx>) nachträglich frühere Infektionen registriert worden. "Von beiden Gebieten ist bekannt, dass sich die Überträgermücke *Aedes albopictus* gut etabliert hat", schreibt das Institut.

"Seit 2010 wurde in Europa keine weitere Übertragung bekannt", erläutert Schmidt-Chanasit. Das bedeute aber keine Entwarnung, da solch' eine Krankheit, je nach Temperatur und Niederschlag, mal häufiger und mal weniger auftrete. In Frankreich seien die Patienten zudem sofort isoliert worden.

Tigermücke schon in ganz Italien verbreitet

In Europa ist *Aedes albopictus*, die sogenannte Tigermücke, schon viel weiter verbreitet als das Virus. "In Italien wird die Mücke überhaupt nicht oder mangelhaft bekämpft, so dass sie bereits im gesamten Land heimisch ist", kritisiert Schmidt-Chanasit.

"Wir haben viele italienische Reiserückkehrer aus den Tropen, die mit einer Dengue-Virus-Infektion nach Italien zurückkommen. Die müssen theoretisch nur gestochen werden und dann ist das Virus dort."

Zwar sei in Italien noch keine Dengue-Übertragung nachgewiesen worden, dies sei aber in den kommenden Jahren zu erwarten. Stärker werde die Tigermücke in der Schweiz, Frankreich und Spanien bekämpft. In den Niederlanden sei das Insekt über Glücksbambus-Pflänzchen aus China in Gewächshäuser transportiert, aber bislang nicht außerhalb davon nachgewiesen worden.

Erstes Tigermücken-Weibchen in Deutschland entdeckt

Im Südwesten Deutschlands seien bereits ein Mückenei und im vergangenen Jahr auch ein Tigermücken-Weibchen entdeckt worden, ergänzt Schmidt-Chanasit.

"Das sind jetzt Einzelnachweise, aber es ist sicher nur eine Frage der Zeit, bis sich die Mücke etabliert hat." Ob sich die Tigermücke in diesem Jahr dort ausbreite, werde in Zusammenarbeit mit der Kommunalen Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Stechmückenplage (KABS) untersucht. Im Sommer werden Ergebnisse erwartet.

Abb.7 : Zeitungsartikel aus *Die Welt-Online* über *Das Dengue-Virus breitet sich rasend schnell aus*

<http://www.welt.de/gesundheit/article106351047/Das-Dengue-Virus-breitet-sich-rasend-schnell-aus.html?config=print>

(letzter Zugriff 10.04.2013)

8. Fazit

Der Klimawandel und die Ausbreitung des Dengue Fiebers nach Europa hängen nur in gewissen Bereichen zusammen. Die zukünftigen Klimaveränderungen auf dem europäischen Kontinent schaffen nur in begrenzter Hinsicht Überlebenschancen für den Infektionsträger *Aedes aegypti*.

Zwar wäre in den Sommermonaten im Zeitraum von 2021-2050 in den südlichen Regionen Europas ein Temperaturoptimum für die Stechmücke gewährleistet, doch die Niederschlags- und Luftfeuchtigkeitswerte für diese Jahre, würden die Entwicklung von *Aedes aegypti* dort beeinträchtigen. Diese liegen in Südeuropa deutlich unter dem Niveau der Tropen, wo die Mücke heute heimisch ist. In Nord- und Zentraleuropa sind die Lebensbedingungen, wegen der im Vergleich zum Süden niedrigeren Temperaturen im Sommer und den dafür relativ kalten Wintermonaten, ungünstig.

Betrachtet man diese Situation allerdings aus einer anderen Perspektive, lässt sich herausstellen, dass zum Beispiel durch Tourismus oder den Import von diversen Produkten aus den vom Dengue Virus befallenen Regionen, der Infektionsträger auf diesem Weg nach Europa gelangen könnte. Die Ausschnitte aus dem Zeitungsartikel „Das Dengue Virus breitet sich rasend schnell aus“²⁶ (Abbildung 7) zeigen, dass vor allem Touristen die Krankheit aus dem Urlaub mitbringen. Bei einem Ausbruch der Infektion in Europa kann man die Ausbreitung durch das relativ gut entwickelte Gesundheitssystem im größeren Maße wahrscheinlich verhindern. Mit Hilfe der Meldepflicht, die im Großteil der Länder praktiziert wird, kann man die weitere Übertragung auf diesem Wege schnell unter Kontrolle bekommen.

Es sei aber auch gesagt, dass ein anderer Überträger, die Tigermücke, schon in einigen Ländern Europas zu finden ist und sich wahrscheinlich den klimatischen Umständen angepasst hat. Diese Mückenart ist aber nicht infiziert und stellt somit keine Gefahr für die Gesundheit der Menschen dar.

²⁶ vgl. Die Welt-Online : „Das Dengue-Virus breitet sich rasend schnell aus“

In Bezug auf unsere Leitfrage, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Ausbreitung des Dengue Fiebers nach Europa haben wird, stellen wir fest, dass der Klimawandel die Verbreitung dieser Krankheit kaum beeinflussen wird. Somit geht die Gefahr einer Etablierung der *Aedes aegypti* oder der anderen Infektionsträger in Europa nicht von den Klimaveränderungen, sondern eher von einer möglichen ungenügenden Kontrolle der Importprodukte aus den Tropen und Subtropen oder dem Tourismus aus.

9. Literaturverzeichnis

Literaturquellen:

- Lozán, J.L., Grassl, H., Jendritzky, G., Karbe, L., Reise, K.: §Warnsignal Klima - Gesundheitsrisiken. Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen, Hamburg, 2008: Seiten: 12, 161

Internetquellen:

- Gesundheitsamt: §Dengue Fieber Meldepflicht: <http://www.gesundheitsamt.de/alle/seuche/infekt/viru/den/mp.htm> (letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Auswertiges Amt: §Dengue-Fieber: <http://www.auswaertiges-amt.de/cae/servlet/contentblob/333304/publicationFile/169197/DenguefieberMerkblatt.pdf> (letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Kasang D.: §Folgen des Klimawandels für die Gesundheit: <http://bildungsserver.hamburg.de/klimawandel-und-gesundheit-nav/2261842/folgen-gesundheit.html> (letzter Zugriff: 10.12.2012)
- Bildungsserver: §Europa-Daten zum Klimawandel: <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2722278/europa-temperatur.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Bildungsserver: §Europa-Daten zum Klimawandel: <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2738984/niederschlag.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Bildungsserver: §Europa-Daten zum Klimawandel: <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/2744182/niederschlag-luftfeuchtigkeit.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Eis, D., Helm, D., Laußmann, D., Stark, K. (2010). §Klimawandel und Gesundheit ó Ein Sachstandsbericht, Hrsg.: Robert Koch-Institut, Berlin: <http://edoc.rki.de/oa/articles/re0BdUKX9pUL6/PDF/29ETCuO6ZOtk.pdf> S. 214-215 (letzter Zugriff: 10.04.2013)

- Klimawiki: šDengueō:
<http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Dengue>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Labor Spiez: šDengue-Fieberō:
http://www.labor-spiez.ch/de/dok/fa/pdf/dengue_fieber_d.pdf
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Mücken: šGelbfiebermücke ó Aedes aegyptiō:
<http://www.muecken.org/aedes/gelbfiebermuecke-aedes-aegypti/>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Rentokil Deutschland: šÄgyptische Tigermücke ó Aedes aegyptiō:
<http://www.rentokil.de/schadlingslexikon/insekten-und-spinnen/muecken/gelbfiebermuecke/index.html>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Die Welt-Online: šDas Dengue-Virus breitet sich rasend schnell ausō:
<http://www.welt.de/gesundheit/article106351047/Das-Dengue-Virus-breitet-sich-rasend-schnell-aus.html?config=print>
(letzter Zugriff : 10.04.2013)
- WHO : šDengue and severe Dengueō:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/ru/index.html>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Wikipedia: šDenguefieberō:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Denguefieber>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Wikipedia: šFlavavirusō:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Flavivirus>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Wikipedia: šVektorō:
http://de.wikipedia.org/wiki/Vektor_%28Biologie%29
(letzter Zugriff: 10.04.2013)
- Wissen: šVesikelō:
<http://www.wissen.de/lexikon/vesikel>
(letzter Zugriff: 10.04.2013)

Bilderquellen:

- **Titelseite: Aedes aegypti**
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aedes_aegypti_during_blood_meal.jpg?uselang=de;
Urheber: James Gathany , Quelle: <http://phil.cdc.gov/phil/home.asp> ID#: 8932 US Department of Health and Human Services (letzter Zugriff: 13.04.2013)
- **Abb. 1: Dengue-Verbreitung**
Dieses Bild basiert auf dem Bild [Dengue06.png](#) aus der freien Mediendatenbank [Wikimedia Commons](#). *Dieses Werk ist in den Vereinigten Staaten **gemeinfrei**, da es von Mitarbeitern der US-amerikanischen Bundesregierung oder einem seiner Organe in Ausübung seiner dienstlichen Pflichten erstellt wurde.* (letzter Zugriff: 13.04.2013)
- **Abb. 2: Aedes aegypti**
Dieses Bild basiert auf dem Bild http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aedes_aegypti.jpg aus der freien Mediendatenbank [Wikimedia Commons](#); Autor: [Muhammad Mahdi Karim](#); [GNU Free Documentation License](#) (letzter Zugriff: 13.04.2013)
- **Abb. 3-6: Klimakarten**
Eigene Darstellung nach Daten von: Hamburger Bildungsserver: Europa-Daten zum Klimawandel, <http://bildungsserver.hamburg.de/europa-daten/> (letzter Zugriff: 13.04.2013)
- **Abb. 7: Presse-Zitate**
Die Welt-Online: §Das Dengue-Virus breitet sich rasend schnell ausö:
<http://www.welt.de/gesundheit/article106351047/Das-Dengue-Virus-breitet-sich-rasend-schnell-aus.html?config=print>; (letzter Zugriff : 13.04.2013)