

# Aachener Schriftenreihe zur Präventivmedizin Band 5

Herausgegeben von Thomas Küpper



Jill Kronen

## Die Auswirkungen des Klimawandels auf vektorübertragene Infektionskrankheiten in Europa

am Beispiel von Malaria, Zika-Virus  
und Chikungunya-Virus



Diese Arbeit wurde vorgelegt am  
Geographischen Institut  
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

Masterarbeit

**Die Auswirkungen des Klimawandels auf vektorübertragene  
Infektionskrankheiten in Europa**  
am Beispiel von Malaria, Zika-Virus und Chikungunya-Virus

*The impacts of climate change on vector-borne infectious diseases in Europe  
using the example of Malaria, Zika and Chikungunya*

von  
Jill Kronen  
M. Sc. Angewandte Geographie

Prüfer:  
Prof. Dr. rer. nat. Michael Leuchner  
Prof. Dr. med. Thomas Küpper

Aachen, den 16.03.2020



Aachener Schriftenreihe zur Präventivmedizin

Band 5

**Jill Kronen**

**Die Auswirkungen des Klimawandels auf  
vektorübertragene Infektionskrankheiten in Europa**

am Beispiel von Malaria, Zika-Virus und Chikungunya-Virus

Shaker Verlag  
Düren 2020

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2020

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7418-5

ISSN 2194-5721

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2 KLIMAWANDEL</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1 KLIMASZENARIOEN</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2 KLIMAWANDEL IN EUROPA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3 KLIMAWANDEL UND MENSCHLICHE GESUNDHEIT</b> .....	<b>10</b>
<b>3 VEKTORÜBERTRAGENE INFEKTIONSKRANKHEITEN</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 MALARIA</b> .....	<b>13</b>
3.1.1 <i>Epidemiologie und Infektion</i> .....	<b>13</b>
3.1.2 <i>Malaria in Europa</i> .....	<b>14</b>
3.1.3 <i>Malaria unter dem Einfluss des Klimawandels</i> .....	<b>16</b>
<b>3.2 ZIKA-VIRUS</b> .....	<b>18</b>
3.2.1 <i>Epidemiologie und Infektion</i> .....	<b>18</b>
3.2.2 <i>Zika-Virus in Europa</i> .....	<b>20</b>
3.2.3 <i>Zika-Virus unter dem Einfluss des Klimawandels</i> .....	<b>22</b>
<b>3.3 CHIKUNGUNYA-VIRUS</b> .....	<b>23</b>
3.3.1 <i>Epidemiologie und Infektion</i> .....	<b>23</b>
3.3.2 <i>Chikungunya-Virus in Europa</i> .....	<b>24</b>
3.3.3 <i>Chikungunya-Virus unter dem Einfluss des Klimawandels</i> .....	<b>26</b>
<b>4 DATEN UND METHODIK</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1 TEMPERATUR</b> .....	<b>28</b>
<b>4.2 NIEDERSCHLAG UND BRUTPLÄTZE</b> .....	<b>31</b>
<b>4.3 STATISTIK</b> .....	<b>33</b>
<b>5 ERGEBNISSE</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1 TEMPERATUR</b> .....	<b>34</b>
5.1.1 <i>Malariarisiko</i> .....	<b>34</b>
5.1.2 <i>Zika-Virus-Risiko</i> .....	<b>46</b>
5.1.3 <i>Chikungunya-Virus-Risiko</i> .....	<b>57</b>
<b>5.2 BRUTPLÄTZE UND NIEDERSCHLAG</b> .....	<b>62</b>
<b>5.3 STATISTIK</b> .....	<b>69</b>
<b>6 DISKUSSION</b> .....	<b>73</b>
<b>6.1 VEKTORÜBERTRAGENE INFEKTIONSKRANKHEITEN</b> .....	<b>73</b>
6.1.1 <i>Malaria</i> .....	<b>76</b>
6.1.2 <i>Zika-Virus</i> .....	<b>77</b>
6.1.3 <i>Chikungunya-Virus</i> .....	<b>78</b>
<b>6.2 LIMITATIONEN</b> .....	<b>79</b>
<b>7 SCHLUSSFOLGERUNG</b> .....	<b>80</b>
<b>ANHANGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>81</b>
<b>ANHANG</b> .....	<b>83</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>110</b>
<b>ONLINE-RESSOURCEN</b> .....	<b>124</b>

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tab. 1	Temperaturänderung in °C	9
Tab. 2	Klassen für das Malariaübertragungsrisiko	29
Tab. 3	Klassen für die Überwinterung der Anopheles Mücke	29
Tab. 4	Klassen für das ZIKV-Übertragungsrisiko	30
Tab. 5	Klassen für die Überwinterung Aedes albopictus	30
Tab. 6	Klassen für das CHIKV-Übertragungsrisiko	31
Abb. 1	Globale Malariaübertragung	14
Abb. 2	Verteilung von Anopheles maculipennis in Europa 2018	15
Abb. 3	Malariafälle in Europa 2012-2016	16
Abb. 4	Zika-Virus-Übertragungen – Stand 2017	19
Abb. 5	ZIKV-Fälle in Europa 2015-2018	20
Abb. 6	Verteilung von Aedes albopictus in Europa 2019	21
Abb. 7	Autochthone CHIKV-Übertragungen – Stand 2019	24
Abb. 8	CHIKV-Fälle in Europa 2014-2018	25
Abb. 9	Temperaturbedingtes Malariarisiko in Europa (Jahresmittel) – 1971-2000	38
Abb. 10	Temperaturbedingtes Malariarisiko in Europa (Jahresmittel) – RCP 4.5 2071-2100	39
Abb. 11	Temperaturbedingtes Malariarisiko in Europa (Jahresmittel) – RCP 8.5 2071-2100	40
Abb. 12	Veränderung der temperaturbedingten Hochrisikogebiete für Malaria in Europa (ges. Sommermonate)	41
Abb. 13	Überschneidungen der temperaturbedingten Hochrisikogebiete für Malaria in Europa (ges. Sommermonate)	42
Abb. 14	Temperaturbedingte Überwinterung der Anopheles Mücke – 1971-2000	43

Abb. 15	<i>Temperaturbedingte Überwinterung der Anopheles Mücke – RCP 4.5 2071-2100</i>	44
Abb. 16	<i>Temperaturbedingte Überwinterung der Anopheles Mücke – RCP 8.5 2071-2100</i>	45
Abb. 17	<i>Temperaturbedingtes ZIKV-Risiko in Europa (Jahresmittel) – 1971-2000</i>	49
Abb. 18	<i>Temperaturbedingtes ZIKV-Risiko in Europa (Jahresmittel) – RCP 4.5 2071-2100</i>	50
Abb. 19	<i>Temperaturbedingtes ZIKV-Risiko in Europa (Jahresmittel) – RCP 8.5 2071-2100</i>	51
Abb. 20	<i>Veränderung der temperaturbedingten Hochrisikogebiete für ZIKV und CHIKV in Europa (ges. Sommermonate)</i>	52
Abb. 21	<i>Überschneidungen der temperaturbedingten Hochrisikogebiete für ZIKV und CHIKV in Europa (ges. Sommermonate)</i>	53
Abb. 22	<i>Temperaturbedingte Überwinterung der Aedes albopictus Mücke – 1971-2000</i>	54
Abb. 23	<i>Temperaturbedingte Überwinterung der Aedes albopictus Mücke – RCP 4.5 2071-2100</i>	55
Abb. 24	<i>Temperaturbedingte Überwinterung der Aedes albopictus Mücke – RCP 8.5 2071-2100</i>	56
Abb. 25	<i>Temperaturbedingtes CHIKV-Risiko in Europa (Jahresmittel) – 1971-2000</i>	59
Abb. 26	<i>Temperaturbedingtes CHIKV-Risiko in Europa (Jahresmittel) – RCP 4.5 2071-2100</i>	60
Abb. 27	<i>Temperaturbedingtes CHIKV-Risiko in Europa (Jahresmittel) – RCP 8.5 2071-2100</i>	61
Abb. 28	<i>Mögliche Brutplätze für Malaria – RCP 8.5 2071-2100</i>	64
Abb. 29	<i>Mögliche Brutplätze für ZIKV und CHIKV – RCP 8.5 2071-2100</i>	64
Abb. 30	<i>Mögliche Wasserläufe und Wasserflächen für Brutplätze</i>	65
Abb. 31	<i>Niederschlag (ges. Sommermonate) – 1971-2000</i>	66
Abb. 32	<i>Niederschlag (ges. Sommermonate) – RCP 4.5 2071-2100</i>	67
Abb. 33	<i>Niederschlag (ges. Sommermonate) – RCP 8.5 2071-2100</i>	68

<i>Abb. 34</i>	<i>Temperaturbedingte Risikoflächen in Europa in Prozent (Jahresmittel)</i>	<i>71</i>
<i>Abb. 35</i>	<i>Temperaturbedingte Risikoflächen in Europa in Prozent (ges. Sommermonate)</i>	<i>71</i>
<i>Abb. 36</i>	<i>Temperaturbedingte Hochrisikoflächen in Europa in Prozent (ges. Sommermonate)</i>	<i>72</i>
<i>Abb. 37</i>	<i>Temperaturbedingte Überwinterungsflächen in Europa in Prozent</i>	<i>72</i>