

Der Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit – eine Übersicht von UMID-Beiträgen der Jahre 2009 bis 2015

The impacts of climate change on human health –
an overview of UMID articles from 2009 to 2015

Birgit Zielo, Hans-Guido Mücke

Abstract

The impacts of climate change on human health are expected to become a serious public health problem even in Germany. Vulnerable people like the elderly, young children, and those suffering from chronic diseases are affected most. In terms of public health protection, managing the risks of climate change is crucial and requires efficient mitigation and adaptation strategies on an international as well as on a national level. The following article provides a summary of selected national studies that are dealing with climate change-related health issues and were published in the UMID magazine between 2009 and 2015.

Zusammenfassung

Der Klimawandel wirkt sich auch in Deutschland auf die Gesundheit vulnerabler Personengruppen aus und wird zukünftig das Gesundheitssystem vor neue Herausforderungen stellen. Um die Bevölkerung so gut wie möglich vor den gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels zu schützen, sind neben der Umsetzung internationaler Klimaschutzmaßnahmen im Sinne verstärkter Emissionsminderungsstrategien zusätzlich weitere nationale Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erforderlich. Hierzu fasst der vorliegende Artikel ausgewählte Beiträge von Studien zu ‚Klimawandel und Gesundheit‘ aus Deutschland zusammen, die zwischen 2009 und 2015 im UMID erschienen sind.

Einleitung

Die Folgen des globalen Klimawandels können sich auch in Deutschland negativ auf Gesundheit und Lebensqualität der Menschen auswirken. Insbesondere gesundheitliche Schäden, die durch Wetterextreme wie Stürme, Starkniederschläge mit Hochwässern und Hitzewellen verursacht werden, nehmen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu. Dabei sind Auswirkungen und Ausmaß der Klimawirkung regional unterschiedlich. Für Mitteleuropa wird bereits kurz- bis mittelfristig eine zunehmende Hitzebelastung erwartet, die besonders bei empfindlichen (vulnerablen) Personengruppen und in städtischen Ballungszentren zu erhöhter Morbidität und Mortalität führen kann. Neben den direkten Hitzeschäden begünstigt ein Anstieg der durchschnittlichen Lufttemperatur auch die Zunahme polleninduzierter Allergien sowie vektorübertragener Infektionskrankheiten.

Das Thema *gesundheitliche Anpassung an den Klimawandel* erhält damit aus wissenschaftlicher und politischer Sicht eine zunehmende Bedeutung, was

sich auch in der zunehmenden Anzahl der Fachpublikationen zeigt. So veröffentlichte der UMID anlässlich der UN-Weltklimakonferenz COP15, Dezember 2009 in Kopenhagen, ein Themenheft Klimawandel und Gesundheit (UMID 04/2009). Darüber hinaus wurden zwischen 2010 und 2015 insgesamt 16 Artikel zu Aspekten der Klimawandel-bezogenen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit publiziert. Die COP21-Konferenz – im November/Dezember 2015 in Paris – wird zum Anlass genommen, ausgewählte Artikel der Themenschwerpunkte „Hitze“ und „Pollenallergien“ in komprimierter Übersicht vorzustellen. Zu beiden Themen werden anschließend Anpassungsaktivitäten vorgestellt, die im Rahmen einer bundesweiten Datenerhebung 2014 auf Bundes-, Länder- und Kommunalebene erfasst wurden.

Gesundheitliche Auswirkungen extremer Hitzebelastung

Extreme Hitze belastet das Herzkreislaufsystem und kann bei vulnerablen Personengruppen zu erheblichen gesundheitlichen Schäden führen. Physiologisch gesehen zählen Menschen im Alter über 75 Jahren, Personen mit chronischen Krankheiten und/oder Vorerkrankungen sowie Kinder zu den Hauptrisikogruppen. Darüber hinaus entscheiden individuelle Anpassungsfähigkeit, individuelles Anpassungsverhalten und sozio-ökonomische Faktoren über den Grad der Gefährdung durch Hitzestress. Um die Bevölkerung vor gesundheitlichen Hitzeschäden zu schützen, wird im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS 2008) auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene an Klimaprojekten gearbeitet.

So wurden zum Beispiel im Projekt „PräKom“ des „Klimaanpassungsnetzwerks für die Modellregion Nordhessen (Klimazug Nordhessen)“ Anpassungsmaßnahmen entwickelt, um die Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt Kassel vor hitzebedingten Gesundheitsschäden zu schützen. Primäre Zielgruppe dabei waren Personen im Alter über 75 Jahren, die in stark überwärmten Stadtgebieten leben und von bisherigen Schutzmaßnahmen nur schlecht erreicht werden. Anhand der Indikatoren Überwärmungsgebiet, Bausubstanz und Altersstruktur identifizierten Blättner et al. (2011) in welchen Teilen Kassels ein hoher Anteil alter Menschen lebt, die gegenüber Hitze besonders stark exponiert sind. Danach zeigt sich, dass der Stadtteil „Vorderer Westen“ als Risikowohngebiet mit hohem Handlungsbedarf ausgewiesen wird.

Zur Entwicklung konkreter Hitzeschutzmaßnahmen wurde 2009 auf Stadtteilebene das lokale Netzwerk „Hitzeprävention“ gegründet, in dem ausgewählte Akteure interdisziplinär und sektorübergreifend zusammenarbeiten. Zwei konkrete Anpassungsmaßnahmen dieses Netzwerks seien hier erwähnt. Das „Hitzetelefon Sonnenschirm“ ist ein Anrufservice, bei dem registrierte Personen umgehend telefonisch informiert werden, sobald der Deutsche Wetterdienst (DWD) eine Hitzewarnung erlässt. Aufgrund der positiven Resonanz wurde das Hitzetelefon ab 2011 auf das gesamte Kasseler Stadtgebiet ausgeweitet. Der „Kriterienkatalog für die Stadtteilsanierung“ wurde mit dem Ziel entwickelt, die kleinklimatischen Bedingungen im Stadtteil „Vorderer Westen“ zu verbessern. Dabei spricht das

Netzwerk zum Beispiel Empfehlungen bei der Auswahl des Flächenbelags und der Baumarten aus und bietet Beratung zur klimaangepassten Gestaltung von Naherholungsorten.

Da nach Einführung des DWD-Hitzewarnsystems im Jahr 2006 in den Bundesländern noch relativ wenig Erfahrungen zu Wirksamkeit und Effizienz vorlagen, untersuchten Paesel und Augustin (2010) in einer fragebogengestützten Pilotstudie für Niedersachsen, inwieweit die DWD-Hitzewarnungen überhaupt vulnerable Personengruppen (Kinder und Senioren) erreichen.

Für die Studie wurden die Leitungen von 214 Pflegeheimen und 167 Kindertageseinrichtungen sowie 52 nicht in betreuten Einrichtungen lebende Seniorinnen und Senioren befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit (79,3%) der Pflegeheime über Hitzewarnungen informiert wird. Wichtigste Informationsquelle waren dabei die lokalen Heimaufsichtsbehörden, die die DWD-Hitzewarnungen an die Pflegeheime weitergeben. In 43 Prozent der Pflegeeinrichtungen führten die Hitzewarnungen zu einer Intensivierung von gesundheitlichen Schutzmaßnahmen, in 54,7 Prozent der Pflegeheime nicht. Trotz dieser zweigeteilten Ergebnisse bewerteten die befragten Pflegeleitungen die DWD-Hitzewarnungen als positiv und nützlich. Im Unterschied zu den Pflegeheimen erreichten die Hitzewarnungen Kindertagesstätten (18,5%) und eigenständig lebende Seniorinnen und Senioren (7,7%) nur vereinzelt. Hierfür ist es wichtig, eine institutionelle Kommunikation zu etablieren und bei der Auswahl der Übertragungsmedien darauf zu achten, dass diese auf das Nutzerverhalten der jeweiligen Zielgruppe abgestimmt sind. So hat sich gezeigt, dass das Internet keine zuverlässige Kommunikationsplattform für ältere Menschen darstellt.

Extreme Hitze betrifft aus gesundheitlicher Sicht in besonderem Maße die in stark verdichteten Ballungszentren lebenden Menschen. Der für die menschliche Gesundheit bedeutendste Hitzeeffekt betrifft den Wärmehaushalt und die individuelle thermophysiological Regulation des Körpers. In diesem Kontext untersuchten Fenner et al. (2015) den Einfluss der innerstädtischen Lufttemperatur als Indikator für die thermische Belastung der Bevölkerung in Großstädten am Beispiel Berlins. Ziel war es, anhand von Temperaturdaten ausgewählter Messstationen zu untersuchen, inwieweit sich die klimatischen Bedingungen stark versiegelter

Gebiete von denen unversiegelter Gebiete unterscheiden und welchen Einfluss dies auf das Mortalitätsrisiko der Bevölkerung hat. Die Studie basiert auf Klimadaten, die an vier Messstationen in Berlin (zwei DWD-Stationen: Tegel und Tempelhof; zwei Stationen der Technischen Universität Berlin: Dahlemer Feld und Dessauer Straße) für die Dekade 2001 bis 2010 erfasst wurden. Während die Klimamessstation „Dessauer Straße“ in einer versiegelten, innerstädtischen Straßenschlucht liegt, stehen die drei anderen Stationen auf Freiflächen.

Zur Identifikation von Hitzestress wurden als Indikatoren die meteorologischen Kenntage „Heißer Tag“ (Tagesmaximum der Lufttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$) und „Tropennacht“ (nächtliches Temperaturminimum $\geq 20^{\circ}\text{C}$) gewählt. Während die Anzahl der heißen Tage an allen vier Stationen vergleichbar war, wurden Tropennächte in verdichteten Gebieten der Innenstadt um mehr als das Dreifache häufiger gemessen als auf Freiflächen. Die Analyse des hitzebedingten Mortalitätsrisikos basierend auf dem Risikomodell von Scherer et al. (2013) zeigt, dass das Mortalitätsrisiko ausgeprägt mit der Anzahl der Tropennächte korreliert. Entscheidender Faktor hierfür ist der Kombinationseffekt von „Heißen Tagen“ und „Tropennächten“. Bleibt nach heißen Tagen die nächtliche Abkühlung aus, wirkt sich dies als besondere thermophysiologische Belastung auf den Organismus aus. Dieser ungünstige Kombinationseffekt tritt in ausgeprägter Form im bebauten Innenstadtbereich (Dessauer Straße) auf.

Die Anfälligkeit der Bevölkerung in Deutschland hinsichtlich der Hitzebelastung ist regional unterschiedlich und hängt neben der regionspezifischen Akklimatisierung auch vom Zeitpunkt des Auftretens, der Intensität und der Dauer einer Hitzewelle ab. Um die Bevölkerung vor den gesundheitlichen Effekten des Klimawandels zu schützen, sind daher insbesondere die kommunalen Entscheidungsträger gefordert, räumlich geeignete Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln.

Wittig et al. (2013) stellen hierzu Fallbeispiele zur klimaangepassten Umgestaltung von Städten vor. Die Umgestaltung von Siedlungsräumen erfordert die Zusammenarbeit verschiedener kommunaler Fach- und Entscheidungszuständigkeiten. Maßnahmen wie die Etablierung von Frühwarnsystemen und die Integration sogenannter grüner und blauer Infrastrukturelemente tragen dazu bei, besser auf die Folgen des Klimawandels vorbereitet zu sein.

Auch müssen Luftleitbahnen innerhalb der Stadt freigehalten und die schnelle Erreichbarkeit schattiger Erholungsräume ermöglicht werden.

Mehrere Forschungsprojekte beschäftigten sich mit der Frage, wie durch Neu- und Umgestaltung urbaner Räume hitzebedingte Gefahren reduziert werden können. Im Rahmen des Projektes „Green and blue space adaptation for urban areas and eco towns (GRaBS)“ wird die Funktion einer sogenannten blauen (z.B. Gewässer) und grünen (z.B. Hausgärten und Parks) Infrastruktur in Ballungsräumen untersucht. Dafür wurden in einer Datenbank Fallstudien zusammengestellt und ein Internet-Tool zur Bewertung klimabezogener Risiken entwickelt. Zusätzlich wurde der Leitfaden „Integration grüner und blauer Infrastruktur in der städtischen Raumplanung“ erstellt, in dem Empfehlungen zur Anpassung enthalten sind. Die Projekte „KlimaMORO“ und „KlimaExWoSt“ erforschten zum Beispiel, wie sich Maßnahmen zur Anpassung bündeln lassen und welche möglichen Synergien zwischen dem Klimaschutz und weiteren politischen Zielen (z.B. Hochwasserschutz) bestehen. Dabei standen insbesondere die Raum- und Regionalplanung auf Landes- und Kommunalebene im Vordergrund.

Erhöhtes Pollenallergierisiko

Die Zahl der Pollenallergiker in Deutschland steigt stetig. Eine verlängerte Vegetationsperiode und die Einwanderung wärmeliebender, allergener Neophyten, wie zum Beispiel die spätblühende Beifuß-Ambrosie, führen zu längerem Pollenflug und zu einer insgesamt erhöhten Pollenlast.

Bedeutende Auslöser von Typ I-Allergien sind Spezies aus der Familie der Korbblütengewächse, die vom Spätsommer bis in den frühen Herbst hinein blühen. In den mittleren Breiten zählt insbesondere der gewöhnliche Beifuß zu den Vertretern dieser Gruppe. Daneben hat, bedingt durch den Klimawandel, auch die Beifuß-Ambrosie durch ihr hoch allergenes Potenzial an Bedeutung gewonnen.

Zwischen 2008 und 2011 untersuchten Laussmann et al. (2014) im Rahmen der nationalen Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1) insgesamt 7.025 Blutproben von Probanden im Alter von 18 bis 79 Jahren auf spezifische IgE-Antikörper gegen Pollenextrakte. Getestet wurden Pollen des gewöhnlichen Beifußes (*Artemisia vul-*

garis), drei Ambrosia-Arten (*Ambrosia artemisiifolia*, *A. psilostachya*, *A. trifida*) sowie Majorallergene der Beifuß-Ambrosie (nAmb a 1) und des Beifußes (nArt v 1). Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen ergaben, dass von den getesteten Personen mehr als 11 Prozent gegen mindestens eins der Allergene sensibilisiert waren. Gegen Beifuß waren 9 Prozent und gegen die Pollenextrakte der drei Ambrosia-Arten etwa 8 Prozent sensibilisiert. Deutlich niedriger waren die Prävalenzen für Sensibilisierungen gegen die Majorallergene. Die vergleichsweise hohe Prävalenz der Sensibilisierung gegen Ambrosia wird laut Laussmann et al. (2014) im Wesentlichen durch eine Kreuzreaktion mit homologen Beifußallergenen hervorgerufen. Mit der DEGS1-Studie wurde ein Grundstein für die längerfristige Beobachtung der Ambrosia-Sensibilisierungen gelegt, die im Rahmen des Gesundheitsmonitorings verstetigt werden soll.

Die Prävalenzen für Heuschnupfen und Asthma variieren in ihrer regionalen Ausprägung. Hierzu untersuchte eine Studie zwischen 2011 und 2014 die gesundheitliche Bedeutung allergener Pflanzen, die sich durch den Klimawandel in Deutschland verstärkt ausbreiten. Dazu wurde in den regionalklimatisch unterschiedlich geprägten Bundesländern Bayern und Nordrhein-Westfalen der Sensibilisierungsstatus von Menschen mit allergischen Beschwerden, ausgelöst durch die Pollenallergene von Birke, *Ambrosia art.* und Olive, untersucht. Ziel war es dabei, einen Vergleich der Sensibilisierungsraten in Relation zu Pollenexpositionen- und anderen Klima-assoziierten Daten zu erhalten (Höflich 2014).

Zunehmend werden Umwelteinflüsse im Zusammenhang mit dem Auftreten allergischer Erkrankungen diskutiert. Neben Faktoren wie Luftverschmutzung, steigende Hygienestandards und abnehmende Biodiversität zählt auch der Klimawandel zu den Einflussgrößen, die die Entstehung Pollen-assoziiierter allergischer Erkrankungen begünstigen können. So zeigen experimentelle und in-situ-Studien, dass sowohl Lufttemperatur als auch Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Konzentration Einfluss auf die Biomasse- und Pollenproduktion allergener Pflanzenarten haben. Im Vergleich zur vorindustriellen CO₂-Konzentration steigerten sowohl die gegenwärtige als auch die für das 21. Jahrhundert prognostizierte CO₂-Konzentration die Pollenproduktion der spätblühenden Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*). In Europa hat die Pollenkonzentration allergener Pflanzenarten in der Luft, wie z. B. *Ambrosia art.*, in den letzten 30

Jahren vor allem in städtischen Gebieten zugenommen, in denen sowohl die CO₂-Konzentrationen als auch die Lufttemperatur höher waren als im Umland. Insgesamt weisen mehrere Studien auf einen Zusammenhang zwischen dem Klimawandel und einem weltweiten Anstieg allergischer Atemwegserkrankungen hin (Höflich 2014).

Bundesweit gibt es bereits Präventions- und Anpassungsmaßnahmen, um die Exposition der Bevölkerung mit allergenen Pollen zu reduzieren. So koordiniert beispielsweise das Julius Kühn-Institut (JKI) gezielt Aktivitäten, um eine weitere Ausbreitung von *Ambrosia art.* zu bekämpfen. Die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) und der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreiben bundesweit ein engmaschiges Monitoringnetzwerk der atmosphärischen Pollenkonzentration und erstellen Vorhersagen zur erwarteten Pollenbelastung. Zudem können bereits leicht umzusetzende Maßnahmen, wie zum Beispiel das Begrünen öffentlicher Straßen und Plätze mit Allergen-armen Pflanzen dazu beitragen, die gesundheitliche Belastung mit allergieauslösenden Pollen zu reduzieren.

Anpassungsmaßnahmen bei Hitzestress und Pollenbelastung

Bundesweit werden Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt, um die Bevölkerung vor den gesundheitlichen Risiken des Klimawandels zu schützen. Mit einer im Jahr 2014 durchgeführten Online-Erhebung von Anpassungsmaßnahmen auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene stellt das Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen des nationalen Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) eine Datenbank zur Verfügung, die die vielfältigen Aktivitäten und Vorhaben zur Thematik „Klimawandel und Gesundheit“ zentral in einer Datenbank bündelt. Im Folgenden werden ausgewählte Umfrageergebnisse zu den oben behandelten Schwerpunktthemen Hitzestress und Pollenbelastung vorgestellt. Die vollständigen Einzelanalysen zu diesen und weiteren Themen können auf der APUG-Webseite unter dem Thema „Umwelteinflüsse/Klimawandel und Gesundheit“ (<http://www.apug.de/umwelteinfluesse/klimawandel/index.htm>) nachgelesen werden. Ergebnisse der Erhebung wurden außerdem in Kandarr et al. (2015) vorgestellt.

Die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze sind mit 60 von 335 Aktivitäten das bundesweit am häu-

figsten behandelte Gesundheitsthema aus dem Bereich der nichtübertragbaren Erkrankungen. Um der Überhitzung von Städten vorzubeugen, betonten 13 der 16 Bundesländer die positive Beeinflussung des Stadtklimas als besonders wichtig. Dazu zählen bauliche Maßnahmen wie Flächenentsiegelung, Erhöhung des Grünflächenanteils sowie die Offenhaltung von Frisch- und Kaltluftschneisen. Ein weiteres wichtiges Thema ist die Erreichbarkeit vulnerabler Personengruppen bei Hitzewarnungen. Seit 2005/2006 ist dafür in allen 16 Bundesländern das Hitzewarnsystem des DWD etabliert. Darüber hinaus bieten einige Bundesländer behördliche Informationen zum Thema Hitze auch auf eigenen Webseiten an, wodurch Hitzewarnungen und Wissen zu Präventionsmaßnahmen für die Bevölkerung leichter zugänglich sind. Ein Beispiel dafür ist Nordrhein-Westfalen, das auf der Seite www.hitze.nrw.de zielgruppengerechte Empfehlungen für die Allgemeinheit, den öffentlichen Gesundheitsdienst, Pflegekräfte und Ärzte bereitstellt.

Beim Thema „Allergierisiko durch Pollen“ sehen die Befragten die eingewanderte Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) als eine der wichtigsten Gefahrenquellen für die menschliche Gesundheit an. So wurden im Rahmen der Datenerhebung 29 Anpassungsmaßnahmen erfasst, die eine weitere Ausbreitung der Ambrosie verhindern sollen. Auf Bundesländerebene werden in Bayern, Baden-Württemberg, Berlin, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz regelmäßig Ambrosiafunde kartiert und veröffentlicht. Zudem organisieren Berlin und Bayern unter der Beteiligung der Bevölkerung regelmäßig gezielte Aktionstage, um größere Ambrosia-Bestände aufzuspüren und zu vernichten. Ein bundesweites Monitoring und eine rechtliche Grundlage zur Bekämpfung der Ambrosie existieren in Deutschland bislang nicht. Aus Sicht des präventiven Gesundheitsschutzes erscheint eine entsprechende Gesetzeslage jedoch sinnvoll. Viele der Befragten äußerten sich positiv über den Ansatz der Schweiz, wo seit 2006 eine allgemeine Melde- und Bekämpfungspflicht von Ambrosia-Beständen besteht. Dadurch könne mit noch verhältnismäßig geringem Aufwand eine weitere Verbreitung von Ambrosia in Deutschland eingedämmt werden.

Literatur

Blättner B, Heckenhahn M, Grewe HA (2011): Thermische Belastung in Wohngebieten – Prävention hitzeabhängiger Gesundheitsschäden im Alter. In: UMID 2: 119–124. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/>

[files/medien/515/publikationen/umid0211_0.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0211_0.pdf) (Abrufdatum: 12.06.2015).

Bundesregierung (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (Abrufdatum: 07.07.2015).

Fenner D, Mücke HG, Scherer D (2015): Innerstädtische Lufttemperatur als Indikator gesundheitlicher Belastung in Großstädten am Beispiel Berlins. In: UMID 1: 30–38. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umid_01_2015_web.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Höflich C (2014): Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege. In: UMID 1: 5–10. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/umid_01_2014_gesamt_0.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Kandarr J, Mücke HG, Reckert H (2015): Ergebnisse der bundesweiten Erhebung von Aktivitäten zu Klimawandel und Gesundheit 2014. In: UMID 1: 39–45. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umid_01_2015_web.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Laußmann D, Haftenberger M, Thamm M (2014): Die Häufigkeit von Sensibilisierungen gegen Allergene von Beifuß und Ambrosia. Ergebnisse der Studie des Robert Koch-Instituts zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). In: UMID 2: 96–101. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umid_02_2014_internet_endv_aktu.pdf (Abrufdatum 12.06.2015).

Paesel H K, Augustin J (2011): Hitzewarnsystem als Anpassungsmaßnahmen an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels – eine Untersuchung am Fallbeispiel Niedersachsens. In: UMID 3: 50–54. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/515/publikationen/umid0311.pdf> (Abrufdatum: 12.6.2015).

Scherer D, Fehrenbach U, Lakes T et al. (2013): Quantification of heat-stress related mortality hazard, vulnerability and risk in Berlin, Germany. In: Die Erde 144 (3-4): 238–259. DOI: 10.12854/erde-144-17.

Wittig S, Schuchardt B, Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (2013): Hitze in der Stadt – Herausforderungen und Best-practice Beispiele. In: UMID 1: 42–46. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/publikationen/umid0113.pdf> (Abrufdatum: 12.6.2015).

Kontakt

Dr. Hans-Guido Mücke
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin,
gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [hans-guido.muecke\[at\]uba.de](mailto:hans-guido.muecke[at]uba.de)

[UBA]