

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“

Grundgesetz, Artikel 20a



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



Weltgesundheitsorganisation  
REGIONALBÜRO FÜR Europa

Umwelt  
Bundes  
Amt  
Für Mensch und Umwelt



**Klimawandel, Extremwetterereignisse  
und Gesundheit | Climate Change,  
Extreme Weather Events and Public Health**

Internationale Fachkonferenz – International Symposium

# Konferenzbericht

29. und 30. November 2010 | Bonn

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt,

Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum

Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Klimawandel, Extremwetterereignisse und Gesundheit</b>	<b>2</b>
<b>2 Einführungsvorträge</b>	<b>4</b>
2.1 Hitze, Stürme, Fluten – wird unser Klima immer extremer?	4
2.2 Änderung extremer Wetterereignisse und gesundheitliche Folgen	6
2.3 Aktivitäten des Umweltbundesamtes (UBA) zur Anpassung an den Klimawandel	8
<b>3 Berichte aus den nationalen Arbeitsgruppen</b>	<b>10</b>
3.1 Arbeitsgruppe „Thermische Belastung“	10
Datenblatt – thermische Belastung	16
3.2 Arbeitsgruppe „Strahlung und Lufthygiene“	18
Datenblatt – Feinstaub/PM	20
Datenblatt – Ozon	21
Datenblatt UV-Strahlung	22
3.3 Arbeitsgruppe Wind und Wasser	24
Datenblatt – Hochwasser durch Dauerniederschläge und/oder Schneeschmelze	30
<b>4 Berichte aus den internationalen Arbeitsgruppen</b>	<b>32</b>
4.1 Leitlinien für die Entwicklung von Gesundheitsaktionsplänen für Hitzeereignisse	32
4.2 Vorsorge bei Kälteereignissen: Handbuch öffentliche Gesundheit	34
4.3 Ein Handbuch für den Gesundheitssektor zur Vorsorge und Reaktion bei Hochwasser	35
<b>5 Impulsvortrag Biometeorologie Auswirkungen des Wetters auf die menschliche Gesundheit</b>	<b>36</b>
<b>6 Fazit und Ausblick</b>	<b>38</b>

## IMPRESSUM

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Referat IG II 7 · 53175 Bonn  
E-Mail: [igii7@bmu.bund.de](mailto:igii7@bmu.bund.de) · Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

Redaktion: Dr. Jutta Litvinovitch, Björn Ingendahl (BMU, Referat IG II 7),  
familie redlich – Agentur für Marken und Kommunikation GmbH

Gestaltung: familie redlich – Agentur für Marken und Kommunikation GmbH

Druck: familie redlich – Agentur für Marken und Kommunikation GmbH

Abbildungen: © Fotos: Shutterstock

Stand: Mai 2011

1. Auflage: 300 Exemplare

Die Berichte aus den internationalen Arbeitsgruppen wurden aus dem englischsprachigen Konferenzbericht der WHO ins Deutsche übersetzt und angepasst.

Für den Inhalt der Einzelbeiträge sind die Autorinnen/Autoren verantwortlich.

# 1 Klimawandel, Extremwetterereignisse und Gesundheit

Dr. Jutta Litvinovitch; Björn Ingendahl, BMU, Referat IG II 7

Der bisherige durchschnittliche globale Temperaturanstieg von 0,9 °C bringt schon jetzt gravierende Veränderungen für die menschliche Gesundheit mit sich, die große Teile der Menschheit und auch unserer Gesellschaft vor große Herausforderungen stellen.

Im Zuge des Klimawandels sind extreme Wettersituationen, wie beispielsweise Hitzewellen, häufiger zu befürchten. Den zu erwartenden direkten und indirekten gesundheitlichen Gefahren müssen wir uns widmen.

Die Hitzewelle im Sommer 2003 wird häufig als ein markantes Beispiel für Extremwetterereignisse im Zuge des Klimawandels angeführt. Durch sinkende Flusspegel wurde in Atomkraftwerken (AKWs) in den Sommern 2003 und auch 2006 nötiges Kühlwasser knapp. Als Folge mussten AKWs ihre Leistung reduzieren. Aber nicht nur für AKWs stellen Hitzewellen ein Problem dar, sondern auch für die Gesundheit des Menschen. Hochrechnungen der Weltgesundheitsorganisation zur Folge, fielen den anhaltend hohen Temperaturen im Sommer 2003 in ganz Europa 70.000 Menschen zum Opfer, 7.000 davon in Deutschland. Im Jahr 2005 wurde in Reaktion hierauf als eine erste zukünftig vorbeugende Maßnahme vom Deutschen Wetterdienst ein Hitzewarndienst eingeführt.

Weitere Beispiele für Extremwetterereignisse sind Hochwasser oder Überschwemmungen, die unter Umständen auf Grund des Klimawandels in Zukunft häufiger auftreten werden. Die Fälle von Hochwasser und Überschwemmungen der letzten Jahre deuten auf eine Zunahme dieser Ereignisse hin. Offensichtliche direkte Folgen für die Gesundheit sind Ertrinken oder Unfälle. Weniger offensichtlich, aber dennoch von großer gesundheitlicher Bedeutung, sind die indirekten Langzeitwirkungen derartiger Ereignisse auf die Gesundheit. Hierzu zählen unter anderem Probleme, die aus der Verunreinigung von Wasser entstehen oder auch Atemwegsprobleme, die aus Schimmelbildung in überfluteten Gebäuden resultieren. Zudem können psychische Probleme, wie Depressionen, in Folge des Verlustes von Eigentum oder eines finanziellen Schadens auftreten.

Wir sehen uns seit einiger Zeit mit immer heftigeren Ausprägungen extremer Wettersituationen konfrontiert. Die geschilderten Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit geben bereits einen Vorgeschmack auf das,

was uns in Zukunft möglicherweise droht, decken aber noch lange nicht alle Bereiche ab, in denen extreme Wetterereignisse eine potentielle Gefahr für die Gesundheit darstellen. So wurden im Rahmen der Konferenz auch die Themen Stürme, Unwetter, Kältewellen sowie Strahlung und Lufthygiene behandelt.

Viele Länder, wie beispielsweise Großbritannien, Spanien und die Niederlande, haben das Problem bereits erkannt und ergreifen erste Maßnahmen, um den Gefahren eines sich ändernden Klimas entgegenzutreten. Kaum ein Land hat aber wie Deutschland mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) ein Fundament geschaffen, um eine frühstmögliche Anpassung der menschlichen Gesundheit in allen relevanten Bereichen von Gesellschaft, Politik und Wirtschaft zu ermöglichen. Dabei stehen der Vorsorgegedanke, die Bewusstseins-schaffung über die möglichen Gefahren und die Unterstützung von Handlungsfähigkeit und Eigenvorsorge an erster Stelle.

Aber es gibt auch Länder, die noch nicht über entsprechende Strukturen verfügen, die ihnen eine frühzeitige Anpassung erlauben. Die Flutkatastrophe in Pakistan im August 2010 ist wohl das extremste Beispiel aus der jüngsten Vergangenheit. Insgesamt waren fast 20 Millionen Pakistani betroffen, 1.650 Menschen fielen den Fluten zum Opfer und 1,2 Millionen Häuser wurden zerstört.

Gerade diese Länder sind auf internationale Solidarität angewiesen. Für sie ist die internationale Zusammenarbeit eine Möglichkeit für Anregungen zum Auf- und Ausbau ihrer eigenen Systeme. Und letztendlich kann ein intensiver Erfahrungsaustausch zwischen Experten, Wissenschaftlern, der Verwaltung und den Menschen, die sich in ihrer täglichen Arbeit auf die neuen Bedingungen einstellen müssen, helfen, Menschenleben zu retten.

Die Konferenz wurde gemeinsam vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, dem Regionalbüro für Europa der Weltgesundheitsorganisation, dem Deutschen Wetterdienst und dem Umweltbundesamt veranstaltet.

Ziel der Konferenz war die Diskussion und der Erfahrungsaustausch über die Herausforderungen eines sich ändernden Klimas und die Veränderungen im Auftreten von Ex-

tremwetterereignissen für die menschliche Gesundheit sowie der Art und Weise, wie den potentiellen Gefahren in Deutschland und in der WHO-Region Europa gegenübergetreten werden kann.

In jeweils drei national und international ausgerichteten Arbeitsgruppen wurden relevante Themenfelder diskutiert.

Im internationalen Teil der Konferenz wurden in drei Arbeitsgruppen Leitfäden zu den Themen (1) Stürme/Überschwemmungen, (2) Hitzewellen und (3) Kältewellen für die gesamte europäische Region der WHO diskutiert und erarbeitet.

Im nationalen Teil standen die mögliche Bedrohungssituation in Deutschland und Anpassungsmöglichkeiten im Mittelpunkt der Betrachtung. Er gliederte sich in die drei Arbeitsgruppen (1) Thermische Belastung, (2) Strahlung und Lufthygiene sowie (3) Wind und Wasser. Ziel der einzelnen nationalen Arbeitsgruppen war es, insbesondere für die Handlungsebene (bspw. Kommunen, Pflege- und Bildungseinrichtungen, Bevölkerung), die möglichen Gefahren und Optionen für praxisnahe Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen.

Die Berichte aller sechs Arbeitsgruppen sind in den Kapiteln 3 und 4 wiedergegeben.



Abbildung 1: Gruppenbild der Konferenzteilnehmer

## 2 Einführungsvorträge

### 2.1 Hitze, Stürme, Fluten – wird unser Klima immer extremer?

Dr. Paul Becker, Vizepräsident, Deutscher Wetterdienst

Das Jahr 2010 war ein Jahr der extremen Wetterereignisse: Hitzewellen traten in Russland und in anderen europäischen Ländern auf. Fast zeitgleich mit der extremen Hitze in Russland gab es in Pakistan und Indien extreme Niederschläge, die zu starken Überschwemmungen führten, von denen Millionen von Menschen betroffen waren. Auch Deutschland blieb 2010 nicht von extremen Wetterereignissen verschont. Auf einen kalten und schneereichen Winter folgte im Juli eine Hitzewelle. Im August und September sorgten dann vielerorts Starkniederschläge für überflutete Straßen und Keller.

Die beobachteten Trends lassen darauf schließen, dass es besonders in Bezug auf Hitzewellen und heiße Tage (Tage mit einer Maximaltemperatur über 30 °C) seit Mitte des 20. Jahrhunderts in vielen Regionen Deutschlands, aber auch weltweit, bereits zu einer Zunahme gekommen ist. Auch bei Starkniederschlägen wurde in Deutschland generell eine Tendenz zu mehr Tagen mit hohen Niederschlagsmengen beobachtet. Bezüglich des Auftretens von Stürmen konnte jedoch bisher kein Trend ermittelt werden.

Klimaprojektionen sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Zur Bewertung des zukünftigen Klimas ist es daher nötig, möglichst viele verschiedene Klimaprojektionen zu betrachten und gemeinsam auszuwerten. So kann eine Spanne der möglichen Klimaentwicklungen aufgezeigt werden.

Die meisten der bisher untersuchten regionalen Klimaprojektionen gehen davon aus, dass es in Deutschland zu einer weiteren Zunahme der Anzahl von heißen Tagen und Hitzewellen kommen wird. Dieser Trend wird besonders deutlich gegen Ende des 21. Jahrhunderts (Abbildung 2).

Auch bezüglich der Verteilung von Starkniederschlägen werden Änderungen in Deutschland erwartet. Vor allem für den Winter werden in weiten Teilen Deutschlands bis zum Jahr 2100 mehr Starkniederschläge projiziert. Es wird erwartet, dass deren Häufigkeit etwa ab Mitte des 21. Jahrhunderts gebietsweise deutlich steigen wird. In küstennahen Gebieten könnte sich die Anzahl extremer Niederschläge – verglichen mit dem Zeitraum 1960 bis 2000 – verdoppeln, in den Alpenregionen nahezu konstant blei-

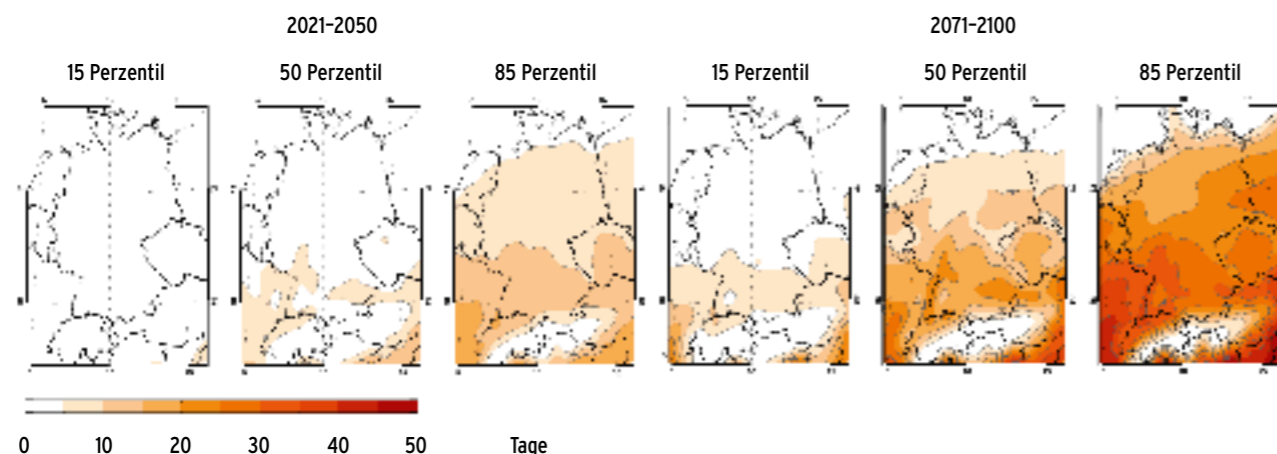


Abbildung 2: 15-, 50- und 85-Perzentilwerte für die Änderung der Anzahl von Tagen mit Tageshöchsttemperaturen über 30 °C aus 19 regionalen Klimaprojektionen für die Zeiträume 2021 bis 2050 und 2071 bis 2100.

ben und zwischen Küste und Alpen um bis zu 50% zunehmen. In den Sommermonaten dürfte sich die Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen nicht in allen Teilen Deutschlands einheitlich entwickeln. In den meisten Regionen wird mit einem Anstieg um etwa 50% gerechnet, in Teilen des Nordostens hingegen mit einer leichten Abnahme der Anzahl der Starkniederschlagstage.

Da extreme Wetterereignisse in der Regel mit sozialen und ökonomischen Folgen verbunden sind, ist es nötig, Strategien zu entwickeln, um diese Folgen zu minimieren. In Deutschland gibt es solche Strategien für den Umgang mit Extremwetterereignissen bereits in vielen Sektoren. Als Reaktion auf die Hitzewelle 2003 mit mehreren Tausend Todesfällen allein in Deutschland, wurde vom Deutschen Wetterdienst beispielsweise ein Hitzegegesundheitswarnsystem eingerichtet, durch welches vulnerable Personen gezielt informiert und Interventionsmaßnahmen veranlasst werden. Derartigen Anpassungsstrategien wird in Zukunft eine große Rolle zukommen, um die nicht mehr vermeidbaren Folgen des Klimawandels möglichst gering zu halten.

## 2.2 Änderung extremer Wetterereignisse und gesundheitliche Folgen

Dr. Bettina Menne, Weltgesundheitsorganisation

### Extremtemperaturen

Episoden extremer Temperaturen können signifikante gesundheitliche Auswirkungen haben und stellen eine Herausforderung für die Gesundheit dar. Die Dauer und Häufigkeit von Hitzewellen haben zugenommen, und in ganz Europa zeigten sich schwerwiegende Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen. Die Temperatur-Mortalitäts-Kurven variieren stark in den einzelnen europäischen Städten, im Allgemeinen weisen sie eine V-Form auf. Die Temperaturschwelle für Städte im Mittelmeerraum liegt bei 29,4 °C und für Städte in Nordeuropa bei 23,3 °C. Die erwartete Änderung der natürlichen Gesamtmortalität, die mit einem Anstieg der gefühlten Temperatur um 1 °C über den stadtspezifischen Schwellenwert verbunden ist, betrug im Mittelmeerraum 3,12% (95%-iges Vertrauensintervall 0,60% – 5,72%) und 1,84% (0,06% – 3,64%) in den nördlichen Regionen des Kontinents. Stärker ausgeprägte Korrelationen fanden sich zwischen Hitze und der Mortalität bei Atemwegserkrankungen sowie bei älteren Menschen (Baccini et al., 2008 and WHO, 2009).

Es gibt Belege dafür, dass chronisch kranke Patienten während Hitzewellen eher sterben als bei normalem Wetterverlauf. Außerdem wurde auf den wichtigen Umstand hingewiesen, dass in einigen Ländern Europas sozioökonomische Unterschiede das Risiko, an Hitze zu sterben, erhöhen könnten. Die jüngste Hitzewelle ereignete sich im Sommer 2010 in der Russischen Föderation, wobei die Situation durch zahlreiche Busch- und Waldbrände noch weiter verschlimmert wurde.

#### Hitzewelle, Busch- und Waldbrände sowie Mortalität in der Russischen Föderation im Sommer 2010

Im Sommer 2010 kam es im westlichen Teil der Russischen Föderation zu extrem hohen Temperaturen. Sie überstiegen den langfristigen Mittelwert um mehr als 5 °C, die Hitze dauerte mehr als 6 Wochen und betraf mehr als 101 Mio. Menschen. Moskau beispielsweise litt unter einer beispiellos langen Hitzeperiode von 53 Tagen, mit einer ungewöhnlichen durchschnittlichen Tageshöchsttemperatur von über 30,8 °C. An 19 Tagen war die durchschnittliche Tagestemperatur höher als jemals zuvor in der Wetteraufzeichnungsgeschichte Moskaus, die bis 1885 zurückgeht. In einem Gebiet von 2.800 km<sup>2</sup> wurden mehr als 20.000 Waldbrände registriert und die russischen Behörden meldeten hohe

*Kohlenmonoxid- und Feinstaubwerte. Die Belastung durch Feinstaub ist eine der größten Gefahren für die öffentliche Gesundheit, auch wenn man nur kurzfristig dem Rauch von Busch- und Waldbränden ausgesetzt ist (WHO, 2010b). Insbesondere Feinstaub PM<sub>2,5</sub> dringt tief in die Atemwege ein und kann eine ganze Reihe von Gesundheitsproblemen verursachen, u. a. eine Verschlechterung von bereits vorhandenen Atemwegs- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen (z. B. Asthma). Die Belastung mit Feinstaub kann zu hartnäckigem Husten, Verschleimung, Pfeifen der Atemwege und generellen Atembeschwerden führen. Feinstaub kann sich auch auf gesunde Menschen auswirken und Atemwegsprobleme hervorrufen, wie z. B. eine vorübergehende Minderung der Lungenfunktion und Lungenentzündungen.*

*Basierend auf den offiziellen Monatsberichten von Regierungsstellen (dem Statistischen Dienst der Russischen Föderation, www.gks.ru) wurde eine vorläufige Beurteilung der Auswirkungen der Hitzewelle auf die Mortalität durchgeführt. Die Analyse zeigte, dass es im Juli und August 2010 im Vergleich zum gleichen Zeitraum 2009 insgesamt 54.000 zusätzliche Todesfälle gab. In einigen Regionen betrug der relative Anstieg der monatlichen Gesamtmortalität 50 bis 60 %. In Moskau zeichnete sich die erste Jahreshälfte 2010 im Vergleich zum gleichen Vorjahreszeitraum durch eine verringerte Mortalität aus. Im Juli und August 2010 stieg sie jedoch um 11.000 Todesfälle (eine Zunahme von 60 % gegenüber 2009). Hierin enthalten sind 5.951 Todesfälle aufgrund kardiovaskulärer Erkrankungen, 339 aufgrund von Atemwegserkrankungen und 101 Selbstmorde (Revich, 2010 und 2011).*

*Der Bevölkerung in den betroffenen Gebieten der Russischen Föderation wurde geraten, sich in Innenräumen aufzuhalten, und zwar, wenn möglich, in klimatisierten Räumen mit entsprechenden Feinstaubfiltern. Für den Fall, dass man sich ins Freie begibt und die Gefahr einer Belastung durch erhöhte Feinstaubkonzentrationen besteht, wurden Mundschutzmasken als Schutz empfohlen.*

Wichtig ist an dieser Stelle der Hinweis, dass trotz des Anstiegs der globalen Temperaturen auch weiterhin extreme Kaltwetterereignisse vorkommen. Die Mortalität in den Wintermonaten ist in den Ländern des Mittelmeerraums höher als in den Ländern in Europas Norden.

### Hochwasser

Die Europäische Umweltagentur EEA schätzt, dass es zwischen 1998 und 2002 in Europa 100 Hochwasser gab, bei denen rund 700 Menschen zu Tode kamen, ungefähr eine halbe Million Menschen flüchten mussten und (von Versicherungen abgedeckte) wirtschaftliche Kosten von ungefähr 25 Mrd. Euro entstanden (WHO, 2010). Man prognostiziert, dass die Auswirkungen des Klimawandels zukünftig wahrscheinlich zu erhöhten Niederschlägen führen werden. Die unmittelbaren Auswirkungen von Hochwasser liegen auf der Hand – Tod, Verletzung, Infektionen. Aber die gesundheitlichen Auswirkungen von Flucht, Zerstörung des eigenen Heims, der langen Dauer des Wiederaufbaus und Wassermangel sind weniger offensichtlich und wesentlich komplexer (WHO und HPA, in Kürze erscheinend). In Bezug auf Hochwasser gibt es bereits eine ganze Reihe von Vorsorge- und Notfallmaßnahmen in der europäischen Region der WHO, die, wenn auch auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlichem Ausmaß, auch umgesetzt werden. Angesichts des Klimawandels müssten jedoch die gegenwärtig zur Verfügung stehenden Maßnahmen eventuell überarbeitet und/oder verstärkt werden.

### Wirtschaftliche Kosten/Nutzen

Das PESETA-Projekt (Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on

### Literatur:

- Analitis, A. et al. (2008).** Effects of Cold Weather on Mortality: Results from 15 European Cities within the PHEWE Project. *Am. J. Epidemiol.* 168 (12): 1397–1408.
- Baccini et al. (2008).** Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*, Vol 19, No 5.
- Ciscar, J.C. et al (2009).** Climate change impacts in Europe. Final report of the PESETA research project. 2009. Available at: <http://peseta.jrc.ec.europa.eu/>.
- Matthies F et al. (eds) (2008).** Heat health action plans – a guidance document. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Revich, B. (2010).** Heat –wave and mortality. No439–440; [www.demoscope.ru](http://www.demoscope.ru).
- Revich B. (2011).** Heat–wave, air quality and mortality in the Russian Federation’s Europe, 2010: Preliminary assessment. *Human Ecology*, 2011, No 3, in press (Russian).
- WHO (2009).** Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT; Technical Summary. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark (accessed on 20 January 2011).
- WHO (2010a).** Protecting health in an environment challenged by climate change: European Regional Framework for Action. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark ([http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/95882/Parma\\_EH\\_Conf\\_edoc06rev1.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/95882/Parma_EH_Conf_edoc06rev1.pdf); accessed on 20 January 2011).
- WHO (2010b).** Wildfires and heat-wave in the Russian Federation – Public Health Advice. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- WHO and HPA (forthcoming).** Guidance plans for the health impact for flooding (title to be confirmed). WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

bottom-up Analysis) geht davon aus, dass sich im Jahr 2080 die Verluste durch zusätzliche Todesfälle auf 50 Mrd. Euro belaufen werden (bei Bewertung der einzelnen Todesfälle bzw. auf 120 Mrd. Euro (wenn der Verlust an Lebensjahren bewertet wird). Die schwersten Auswirkungen werden in Mittel- und Südeuropa erwartet (Ciscar, J.C. et al., 2009). Zur Steuerung des Planungs- und Entscheidungsfindungsprozesses sind mehr Informationen zu den Kosten der Schäden und den Anpassungskosten für die menschliche Gesundheit erforderlich.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass schon heute in der Europäischen Region der WHO gesundheitliche Auswirkungen sich aufgrund des Klimawandels verändernder Extremwetterereignisse zu beobachten sind. Diese gesundheitlichen Auswirkungen können zum großen Teil durch verbesserte Vorsorge- und Notfallpläne vermieden werden. Das Regionalbüro Europa der WHO plant Handbücher für Gesundheitsvorsorge- und Notfallplanung herauszugeben und zu aktualisieren, die den Mitgliedstaaten bei der Ausarbeitung entsprechender Pläne und Maßnahmen als Leitfaden dienen können. Auf der Sitzung wurden Experten zu den Entwürfen für die Handbücher „Kältewellen“ und „Hochwasser“ sowie zu den veröffentlichten Leitlinien zur Erstellung von Hitze-Gesundheitsplänen (Matthies et al., 2008) konsultiert.

## 2.3 Aktivitäten des Umweltbundesamtes (UBA) zur Anpassung an den Klimawandel

Dr. Hans-Guido Mücke, Umweltbundesamt

Im September 2010 führte das Umweltbundesamt gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst die zweite Anpassungskonferenz „Forschung des Bundes zur Anpassung an den Klimawandel“ durch, dessen Ziel es war, aus Forschungsprojekten des Bundes Rückschlüsse zum Umgang mit Extremwetterereignissen zu ziehen sowie Forschungsbedarfe und konkrete Empfehlungen für den Aktionsplan Anpassung abzuleiten. Die Umsetzung und Weiterentwicklung der Anpassungspolitik in Deutschland fußt auf zwei wesentlichen Säulen:

- Handeln der verantwortlichen Akteure (Bund, Bundesländer, Kommunen, Private) – vor allem die Integration künftiger Klimaänderungen und -folgen in alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche sowie
- stetige Verbesserung der Wissensbasis – hierzu gehört insbesondere eine Verbesserung der Kenntnisse über die künftige Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen und deren Folgen.

Denn es kann davon ausgegangen werden, dass Extremereignisse einen sehr großen Einfluss auf die künftige Entwicklung von natürlichen und sozialen Systemen haben werden.

Mit der Konferenz ist es gelungen, Forschungslücken aufzuzeigen und den künftigen Forschungsbedarf zu formulieren. Gleichzeitig wurden, soweit wie möglich, die bisherigen Kenntnisse zu Extremwetterereignissen in die Weiterentwicklung der Anpassungspolitik mit aufgenommen.

Anpassungsmaßnahmen können die Folgen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit mindern. Neben der Entwicklung neuer, ist die Evaluierung der Wirksamkeit bestehender Anpassungsinstrumente eine wichtige und auch in der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) empfohlene Maßnahme. Am Beispiel des Hitzewarnsystems und des UV-Index wurden mittels einer Pilot-Fragebogenerhebung zwei bestehende Anpassungsinstrumente exemplarisch in und für Niedersachsen in 2010 untersucht. Die Kernfrage war, ob die zur Verfügung gestellten gesundheitsrelevanten Informationen die vulnerablen Personengruppen erreichen und bei diesen auch zu einer Verhaltensänderung führen (Augustin et al. 2010).

Zielgruppe der Untersuchung des Hitzewarnsystems waren Senioren in Pflegeheimen und alleinstehende alte Menschen ohne Betreuung. Grundsätzlich empfindet das betreuende Pflegepersonal Hitzewarnungen als geeignetes Instrument für eine Anpassung an außergewöhnliche Hitzeereignisse, jedoch signalisierten 55% der 213 befragten Heime, dass ohnehin entsprechende vorbeugende Maßnahmen aufgrund der über die Medien verfügbaren Wettervorhersagen getroffen werden. Weniger als die Hälfte der 52 in Single-Haushalten lebenden und interviewten Menschen im Rentenalter ohne Betreuung wussten von der Existenz von Hitzewarnungen. Zudem hat sich gezeigt, dass diese Personengruppe ihr Verhalten auch unter Kenntnis einer Hitzewarnung zwar an die Temperatur anpasst, jedoch eher selten zusätzliche Maßnahmen, wie z. B. verstärkte Flüssigkeitsaufnahme, ergriffen werden.

Kindergärten waren die Zielgruppe der UV-Index-Untersuchung. Fast die Hälfte der befragten Betreuer der beteiligten 157 Kindergärten hat zuvor noch nie etwas von dem bzw. über den UV-Index gehört. Ein ähnlich hoher Anteil hat den UV-Index zwar wahrgenommen, kann diesen aber nicht korrekt interpretieren (siehe Abbildung). Trotzdem werden im Falle einer subjektiv wahrgenommenen erhöhten UV-Strahlung Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Gesundheit ergriffen (z. B. Einsatz von Sonnecreme und Kopfbedeckung).

Die Untersuchung hat gezeigt, dass nicht alle vulnerablen Personengruppen ausreichende Kenntnis über und Zugang zu den notwendigen Informationen der Frühwarnsysteme zu Hitze und UV-Strahlung haben. Insbesondere trifft dies für alleinstehende Menschen ohne Betreuung zu. Zudem hat sich gezeigt, dass die vermittelten Informationen nicht immer richtig verstanden werden, wie im Falle UV-Index, und diese auch nur selten eine bewusste Verhaltensänderung bewirken.

### „Inwiefern sind Sie mit dem UV-Index vertraut?“

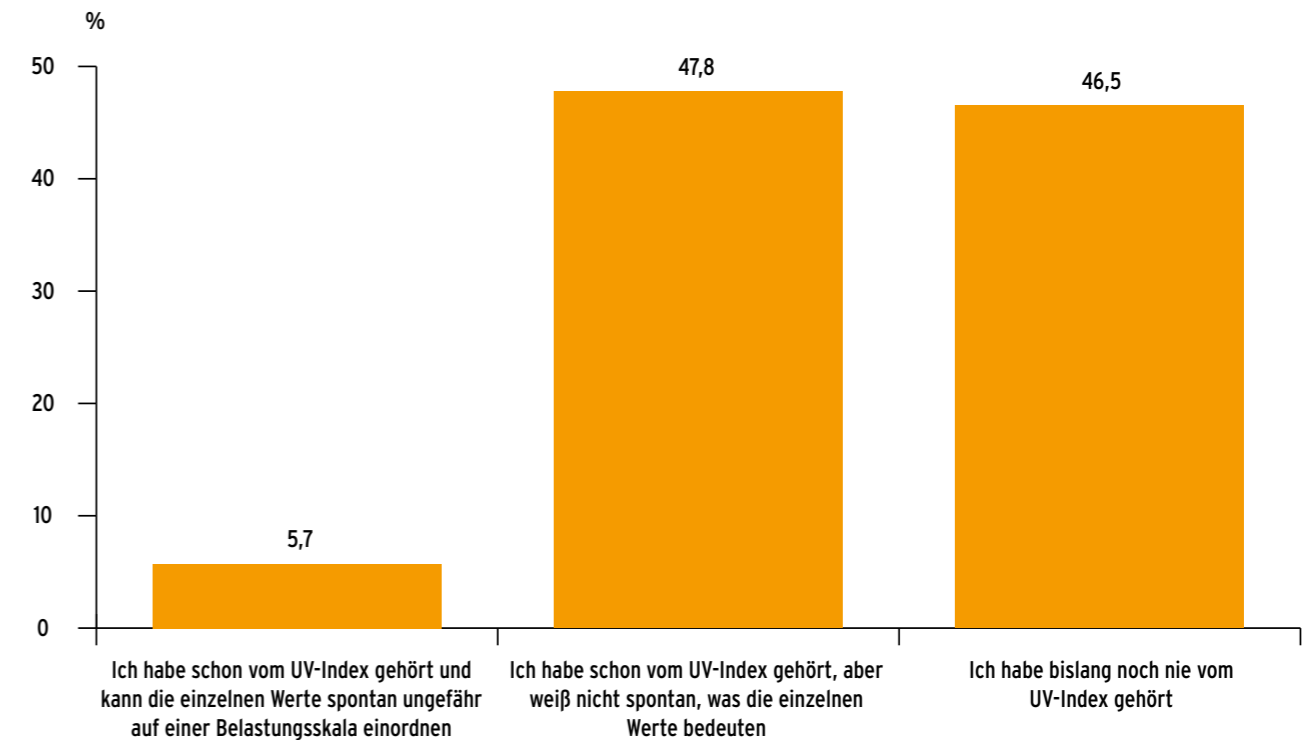


Abbildung 3: Wahrnehmung des und Wissen über den UV-Index (Quelle: Augustin et al, 2010)

### Literatur:

Augustin, J., Paesel, H.K., Mücke, H.-G., Straff, W. (2010): Erste Ergebnisse einer Untersuchung von gesundheitlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel am Beispiel des Hitzewarnsystems und UV-Index. Vortragsabstrakt anlässlich der 4. Jahrestagung der GHUP 2010 in Aachen; Umweltmed. Forsch Prax. 15 (Nr.5), S. 250–251, 2010

## 3 Berichte aus den nationalen Arbeitsgruppen

### 3.1 Arbeitsgruppe „Thermische Belastung“

Prof. Dr. Carsten Stick, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel;  
Prof. Dr. Helmut Mayer, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die Probleme einer im Zuge des globalen Klimawandels zu erwartenden vermehrten thermischen Belastung der Bevölkerung wurden in der nationalen Arbeitsgruppe unter zwei immer wiederkehrenden Gesichtspunkten erörtert:

Der erste Aspekt betraf die Fragen, (i) *wie in eingetretenen Extremsituationen konkret organisatorisch zu handeln sei*, (ii) *welche Strukturen dazu notwendig seien* und (iii) *welche Maßnahmen zu ergreifen seien, um die Bevölkerung zu schützen*. Dieser Aspekt ist gewissermaßen reaktiv. Demgegenüber kann die andere Betrachtungsweise proaktiv genannt werden. Hier stand die Frage im Vordergrund, wie man durch entsprechende Planungen den Lebensraum der Menschen mittel- und langfristig auf gehäuft auftretende, verlängerte und verstärkte Extremereignisse vorbereiten kann, d. h. den Lebensraum an solche Ereignisse von vornherein anpassen kann.

Diese unterschiedlichen Betrachtungsweisen spiegelten die Zusammensetzung der Arbeitsgruppe bezüglich der Profession, Funktion und Interessen der Teilnehmer wider. Ein Teil der Teilnehmer kam im weitesten Sinne aus dem Gesundheitsbereich, andere Teilnehmer aus den Bereichen Bauwesen, Stadt- und Regionalplanung.

Im Kontext des globalen Klimawandels, der regional in Mitteleuropa neben dem Anstieg der bodennahen Lufttemperatur vor allem durch eine Intensivierung von eingelagertem Extremwetter gekennzeichnet ist, standen Hitzeperioden bei der Diskussion thermischer Extremereignisse ganz im Vordergrund.

Um die Teilnehmer auf die Problematik einzustimmen und eine Grundinformation herzustellen, wurden zu Beginn zwei Impulsreferate gegeben.

Vor dem Hintergrund, dass (i) *extreme Hitze ein zentrales Problem für Städte in Mitteleuropa in den kommenden 50 Jah-*

*ren sein wird, weil ihre Bauweise, Raumnutzungsmuster und Bewohner bisher daran nicht angepasst sind*, (ii) *Risikogruppen in Bezug auf extreme Hitze durch den demographischen Wandel größer werden* und (iii) *dadurch ein erheblicher Stress für Menschen in der Stadt entsteht, der ihre Leistungsfähigkeit, ihr Wohlbefinden und ihre Gesundheit beeinträchtigt*, erläuterte Prof. Dr. H. Mayer die damit verbundene Herausforderung an die Stadtplanung. Sie besteht in der Entwicklung, Umsetzung und Überprüfung von Methoden, mit denen sich die großräumig vorgegebene Hitze lokal innerhalb von Stadtquartieren so reduzieren lässt, dass selbst bei diesen ungünstigen Randbedingungen ein gewisses Ausmaß an thermischem Komfort im städtischen Freiraum und in Innenräumen erzielt werden kann (Mitigationmethoden).

Diese Methoden sind an Menschen als Zielgruppe orientiert, d. h. als methodische Grundlage sind Verfahren zur auf Menschen bezogenen Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas zu verwenden, die in der urbanen Human-Biometeorologie entwickelt wurden und sich bereits bewährt haben. Da extreme Hitze in Mitteleuropa im Sommer auftritt, in dem der Tag länger als die Nacht ist, erweist sich für die Mitigation eine Doppelstrategie als zweckmäßig. Primär sollten Methoden zur Anwendung kommen, mit denen sich tagsüber der Eintrag von Hitze in städtische Räume reduzieren lässt, und zwar möglichst unter Einhaltung von Umweltschutzziele, d. h. Vermeidung von elektrisch betriebenen Klimaanlage und Innenraumventilatoren. Dafür gibt es verschiedene Möglichkeiten (z. B. hitzeoptimiertes Straßen- und Gebäudedesign oder Effekte aller Arten von Stadtvegetation), die sinnvollerweise in einem aufeinander abgestimmten Ansatz anzuwenden sind. Sekundär sollten unterstützend Methoden eingesetzt werden, mit denen eine ausreichende Be- und Entlüftung gewährleistet ist, wie bei Städten in komplexem Gelände durch nächtliche Kaltluftzuflüsse und Bergwinde.

Die stadtplanerischen Methoden beziehen sich auf eine klimawandelgerechte bzw. hitzesensitive Gestaltung

städtischer Räume. Um mit der Hitze zurechtzukommen, müssen sich Menschen in ihrem individuellen Verhalten zusätzlich daran anpassen.

Im zweiten Impulsreferat behandelte Prof. Dr. C. Stick die Physiologie des menschlichen Wärmehaushalts und Konsequenzen für Hitzestress-Bedingungen. Die Fähigkeit der Säugetiere und also auch des Menschen, in jeder Lage sofort reaktionsbereit, gewissermaßen „immer betriebsbereit“ zu sein, resultiert aus einem in sehr engen Grenzen konstant gehaltenen inneren Milieu des Organismus, das möglichst unabhängig von den Umgebungsbedingungen aufrechterhalten wird.

Hinsichtlich des Wärmehaushaltes bedeutet dies, dass zumindest im Körperinneren, dem sog. thermischen Körperkern, weitgehend Isothermie herrscht. Um diese Forderung einer gleich bleibenden Körpertemperatur zu erfüllen, ist es erforderlich, dass die Summe der Wärmebildung und aller inneren und äußeren Wärmeflüsse Null ergibt. Dabei muss bereits in körperlicher Ruhe stets eine Wärmeleistung von rund 100 W über innere und äußere Wärmeströme an die Umgebung abgegeben werden. Als innerer Wärmestrom wird der Wärmetransport von den Organen an die Körperoberfläche bezeichnet. Der innere Wärmestrom kann durch die Änderung der Hautdurchblutung variiert werden. Die Wärmeabgabe erreicht dadurch einen Dynamikbereich von 1 zu 7. In körperlicher Ruhe werden etwa 80% der Wärme durch die biochemische Stoffwechsellätigkeit in den inneren Organen gebildet, etwa 1/5 in der ruhenden Muskulatur. Bei starker körperlicher Tätigkeit kehrt sich das Verhältnis zugunsten der Wärmebildung in der arbeitenden Muskulatur um.

Der äußere Wärmestrom ist die Abgabe der Wärme an die Umgebung. Er wird durch die Transportprozesse Wärmeleitung, Wärmetransport durch freie und erzwungene Konvektion (Luftbewegung), Wärmetransport durch Strahlung und durch Evaporation (Verdunstung) getragen. Entsprechend dieser unterschiedlichen Transportmechanismen spielen die verschiedenen Klimaelemente Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, kurzweilige und langweilige Strahlung und Luftfeuchte eine Rolle. Dabei sind jeweils die Differenzen zwischen der Größe auf der Hautoberfläche und der Größe in der Umgebung für die Richtung und Größe des Wärmestroms entscheidend. So führt beispielsweise eine Sonnenbestrahlung und der Aufenthalt auf oder vor einer heißen Fläche zur Wärmeaufnahme nicht nur durch kurzweilige Sonnenstrahlung, sondern auch durch langweilige Wärmestrahlung. Bereits dieses Beispiel zeigt, dass die Wärmebelastung keinesfalls allein durch die Lufttemperatur angemessen beschrieben werden kann. Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte und insbesondere die Strahlung sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Der menschliche Körper toleriert Abweichungen der Körperkerntemperatur nur in sehr geringem Maße. Hingegen ist die Temperatur der mehr peripheren Körperteile, wie der Extremitäten, der sog. thermischen Körperschale in erheblichem Maße variabel. Störungen der Wärmebilanz werden mit äußerst starken Reaktionen der Thermoregulation beantwortet. Periphere Thermorezeptoren an der Haut, welche sowohl die Temperatur, als auch besonders Temperaturänderungen registrieren, vermitteln nicht allein die Sinneswahrnehmungen „warm“ und „kalt“. Sie registrieren auch eine beginnende Auskühlung oder Überwärmung zunächst der Körperschale. Zentrale Thermorezeptoren erfassen vorwiegend im Zentralnervensystem (Zwischenhirn, Rückenmark) die thermische Situation des Körperkerns. Sowohl bei den peripheren Hautrezeptoren, als auch den zentralen Thermorezeptoren gibt es Kalt- und Warmrezeptoren. Die Signale von peripheren und zentralen Thermorezeptoren werden im Zwischenhirn (Hypothalamus) verarbeitet und lösen die vegetativen Reaktionen der Thermoregulation aus. Hierzu gehören die Regulation der Hautdurchblutung, welche ganz überwiegend im Dienste der Thermoregulation steht, die Schweißsekretion und bei Abkühlung die Steigerung der endogenen Wärmeproduktion durch Muskelzittern oder durch zitterfreie Wärmebildung.

Darüber hinaus wird von den zentralnervösen Strukturen ein allgemeines thermisches Empfinden vermittelt, welches thermischen Komfort oder Diskomfort umfasst, thermische Behaglichkeit oder auf der einen Seite Frieren, auf der anderen das Gefühl der Überwärmung, Überhitzung. Das Empfinden von thermischem Komfort oder Diskomfort ist nicht nur für das subjektive Wohlbefinden entscheidend, es ist auch deswegen von enormer physiologischer Bedeutung, weil es das unwillkürliche Verhalten stark beeinflusst und somit auf ein äußerst wichtiges Stellglied der Thermoregulation wirkt. Ein großer Teil der Thermoregulation des Menschen ist thermisch motiviertes Verhalten. Dies erfolgt zu einem großen Teil unwillkürlich.

Im Kontext der gesundheitlichen Gefahren durch thermische Belastungen und Extremereignisse gewinnt dieser Sachverhalt eine gravierende Bedeutung insofern, als Personen, die immobil sind oder wegen eines Handicaps ihr Verhalten nicht an ihre thermischen Komfortbedürfnisse anpassen können, als besonders gefährdete Risikopersonen zu betrachten sind.

Thermischer Komfort wird bei der sog. Indifferenztemperatur in der sog. thermischen Neutralzone empfunden. Bei dieser Temperatur bzw. in dem engen Temperaturbereich ist der Energieumsatz bei körperlicher Ruhe minimal, während er sowohl bei Abkühlung wie bei einem Überwärmen zu Steigerungen des Ruheumsatzes kommt.

Um die Anforderungen an die Thermoregulation zu verstehen und in ihrem Ausmaß bei Hitzebelastungen zu erfassen, muss man sich vor Augen führen, dass bereits in Ruhe stets eine Wärmeleistung von größenordnungsmäßig 100 W an die Umgebung abgegeben werden muss. Bei schwerer körperlicher Arbeit oder sportlicher Leistung sind Steigerungen in den Bereich von 1000 W nicht ungewöhnlich. Für den unbedeckten Menschen liegt der thermische Indifferenzbereich etwa bei 28–29 °C, die mittlere Hauttemperatur ca. bei 33–34 °C. Dies trifft zu, wenn die rel. Luftfeuchte 50%, die Windgeschwindigkeit  $0,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  und die mittlere Strahlungstemperatur der umgebenden Gegenstände und Flächen der Lufttemperatur entsprechen. Die thermische Neutralzone variiert ein wenig von Individuum zu Individuum, ist aber generell sehr eng. Abhängig von der Isolationswirkung der Bekleidung und von der Steigerung der endogenen Wärmeproduktion bei körperlicher Arbeit sinkt die Indifferenztemperatur. Bei sitzender Tätigkeit in leichter Freizeit- oder Bürokleidung beispielsweise auf 21–22 °C.

Kommt es zum Überschreiten der oberen Grenze der thermischen Neutralzone, so wird der Organismus zunehmend durch Hitzestress belastet. Zunächst steigt die Hautdurchblutung an, mit einer nur äußerst geringen Steigerung der Körperkerntemperatur im Zwischenhirn wird Schwitzen ausgelöst. Die Schweißproduktion bzw. die Verdunstung (Evaporation) stellt zwar einen sehr effektiven Mechanismus zur Wärmeabgabe dar und erlaubt das Aufrechterhalten der Kerntemperatur selbst bei hoher Lufttemperatur. Gleichzeitig erhöht der gesteigerte Energieumsatz für die Schweißbildung aber auch die Anforderungen an das Herz-Kreislauf-System. Insgesamt kommt es bei gesunden Personen bereits in körperlicher Ruhe zu erheblichen Zunahmen der Pumpleistung des Herzens und damit zum Ausschöpfen eines Großteils der physiologischen Funktionsreserve. Dies hat die Konsequenz, dass die Leistung bei physischer Arbeit reduziert werden muss, weil das für die Thermoregulation aufgebrauchte Pumpvolumen des Herzens nicht gleichzeitig für die Versorgung des arbeitenden Muskels zur Verfügung steht. Weiter ist die physische Arbeit dadurch begrenzt, dass die damit einhergehende Steigerung des Energieumsatzes unvermeidlich die Produktion großer Wärmemengen mit sich bringt und so die Anforderungen an die Thermoregulation weiter erhöht. Tatsächlich ist physische Tätigkeit in warmer oder gar heißer Umgebung der stärkste physiologische, also nicht krankhafte, Stress für den Menschen. Auch für geistige kognitive Arbeit bedeutet Hitzestress einen einschränkenden Faktor.

Es ist leicht einzusehen, dass die erhöhten Anforderungen an das Herz-Kreislauf-System bei Wärmebelastung speziell für Menschen kritisch werden können, die aufgrund ihres Alters oder aufgrund von Erkrankungen bereits eine eingeschränkte Funktionsreserve haben. Solche Menschen haben unter Hitzeperioden erhebliche

Einschränkungen hinzunehmen. Im Extrem kann es zur Dekompensation ihrer Erkrankung kommen, vorwiegend des Herzens, des Kreislaufs, aber auch der Atemorgane, oder gar zum Tod führen.

Die Ausführungen in den beiden Impulsreferaten bilden die Grundlagen für die Diskussionen der in dem vorliegenden Datenblatt (S. 17) aufgeführten Punkte.

Aus den oben gemachten Ausführungen lässt sich grundsätzlich ableiten, dass sich die thermische Belastungen für Menschen nicht allein aus der Lufttemperatur ableiten lässt. Diese ist beispielsweise in Form der Tageshöchsttemperatur zwar eine einfach zu messende Kenngröße, aber für die Quantifizierung der thermischen Belastung keinesfalls ausreichend. Gerade in der Planung von Gebäuden und in der Stadtplanung sollten die für den Menschen relevanten thermischen Bedingungen über moderne Verfahren der Human-Biometeorologie quantifiziert werden, welche alle oder doch wenigstens die relevanten Wärmeflüsse einschließen.

Entsprechendes gilt für die Informationssysteme zur Unterrichtung der Bevölkerung und ist z. B. im Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes (DWD) bereits realisiert.

Die Diskussion orientierte sich im Folgenden an den fünf Fragen, welche den Arbeitsgruppen von den Organisatoren des Workshops als Leitlinie an die Hand gegeben wurden:

#### **Was sind die (potentiellen) Gefahren für die Gesundheit?**

Die Abschätzung der Gefahren und Risiken haben einerseits die klimatisch- meteorologischen Gegebenheiten und Prognosen zu berücksichtigen. Hierbei stehen zunächst die direkten gesundheitlichen Folgen einer Hitzebelastung im Vordergrund, also die direkt oder indirekt ausgelösten Erkrankungen.

Darüber hinaus ergeben sich aber besondere Risiken durch soziale und ökonomische Faktoren. So sind ökonomisch schwach gestellte Bevölkerungsgruppen dem Hitzestress im Mittel stärker ausgesetzt, weil sie beispielsweise weniger Möglichkeiten haben, in weniger überhitzte Wohnräume auszuweichen, oder weil sie generell in Wohnungen leben, die der Hitze stärker ausgesetzt sind. Dies gilt etwa für Dachwohnungen oder für Wohnungen minderer Bausubstanz und schlechterem Wärmeschutz.

Besondere Gefahren ergeben sich aus beruflichen Tätigkeiten, bei denen schwere körperliche Tätigkeiten mit starker Sonneneinstrahlung und hoher Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen einhergehen. Dies kann mehr oder weniger alle Arbeiten betreffen, die ungeschützt im Freien

verrichtet werden, wie Arbeiten im Baugewerbe, Straßenbau, Dachdeckerei usw.

Ganz analog sind auch die Menschen gefährdet, welche in ihrer Freizeit körperliche Tätigkeiten, insbesondere auch Sportarten ausüben, die hohe physische Belastungen verlangen. Zu dieser Gruppe mit verhaltensbezogenen Risiken gehören auch Kinder, Jugendliche und Schüler in verschiedenen Institutionen wie Kindergärten, Sportvereinen, Schulen, Freizeiteinrichtungen usw. Hitzewarnsysteme sollten konkret auf das Verhalten dieser Risikogruppen abzielen. In diesem Kontext sind auch gesellschaftliche oder sportliche Großveranstaltungen zu sehen: Sportfeste, Marathons oder Städteläufe, Popkonzerte oder auch Veranstaltungen der Art „Loveparade“ sind ebenfalls unter verhaltensbezogene Risiken zu subsumieren.

Besondere gesundheitliche Gefahren müssen aus dem Zusammenwirken thermischer Belastungen mit anderen Faktoren, wie den bei austauscharmen Hochdruckwetterlagen erhöhten Schadstoffkonzentrationen in der Luft, erwartet werden. So kann es während solcher sommerlicher Hitzeperioden mit hoher Sonneneinstrahlung zu thermischen Belastungen, erhöhten Konzentrationen von Stickoxiden und Feinstaub sowie verstärkter Bildung von bodennahem Ozon kommen. Hier sind speziell bei Menschen aus den gesundheitlichen und altersbedingten Risikogruppen funktionell gravierende Akkumulations-effekte zu erwarten.

#### **Wie hoch sind die jeweiligen Gefahren in Deutschland?**

Die Gefahren entsprechen prinzipiell dem klimatischen Hintergrund in Mitteleuropa. Das gilt auch, was die aus dem Klimawandel resultierenden erwarteten Änderungen angeht: Eingebettet in den Trend ansteigender Lufttemperatur sind häufigere und intensivere Hitzeperioden zu erwarten, die zudem länger andauern werden.

Dieses allgemeine Szenario wird regional und lokal durch geographische Gegebenheiten, aber auch durch Faktoren wie Vegetation, landwirtschaftliche und industrielle Nutzung, Bebauung und speziell die Gegebenheiten des Stadtklimas modifiziert. Die Skala der Modifikation reicht von der Region bis in den Bereich des Innenraumklimas und damit in den unmittelbaren individuellen Lebensraum. Im Bereich der lokalen und individuellen Skalen spielen die oben erwähnten sozioökonomischen Einflüsse eine große Rolle.

Die bisher genannten Faktoren werden in Zukunft durch den demographischen Wandel an Gewicht gewinnen, weil die Zahl durch Hitzewellen vulnerabler älterer Menschen zunehmen wird.

Individuell können die Gefahren abhängig von den persönlichen Möglichkeiten mehr oder weniger stark modifiziert werden.





### Wo besteht akuter Handlungsbedarf und Handlungsbedarf mit mittel- und langfristigen Auswirkungen?

Akut sollten für verschiedene Strukturen des öffentlichen Lebens und speziell aller Bereiche des Gesundheitswesens, des Bereichs der Pflege und des Bildungswesens konkrete Richtlinien und Einsatzpläne ausgearbeitet werden. Diese sollten auf alle Ebenen durchgreifen und so konkretisiert sein, dass entsprechend geschultes Personal in dem jeweiligen Bereich angemessen handeln kann. So benötigt das Fachpersonal in einem Pflegeheim beispielsweise konkrete Handreichungen für die zu ergreifenden Maßnahmen. Dabei ist darauf zu achten, dass bestimmte Anforderungen verbindlich von den Betreibern solcher Einrichtungen eingefordert werden können. Dies ist wegen der besonderen Vulnerabilität von pflegebedürftigen Personen von spezieller Bedeutung, weil diese Menschen in ihrer Situation häufig nicht in der Lage sind, durch ihr Verhalten dem Hitzestress zu entgehen, beispielsweise deswegen, weil sie immobil sind.

Bei den mittel- und langfristig wirksamen Maßnahmen besteht Handlungsbedarf auf allen Ebenen der Planung (Flächennutzungsplan, Bauleitplan und Bebauungsplan). Allgemein ist ein Schutz vor thermischer Belastung in Innenräumen durch Wärmeschutzmaßnahmen, Verschattungen etc. zu verbessern. Im Besonderen gilt diese Forderung jedoch für Räume und Gebäude, in denen Menschen leben, die zu Risikogruppen gehören.

Als dringlich wird in diesem Zusammenhang angesehen, die Mindestbauverordnungen an die zu erwartenden meteorologischen Extremereignisse unter physiologisch-medizinischen Aspekten anzupassen!

Entsprechend abgestufte Mindestanforderungen des Wärmeschutzes sind für Kindergärten und Schulen zu stellen. Maßnahmen wie Begrünung oder Verschattung können zur Minderung der thermischen Belastung beitragen.

### Welche bereits etablierten Strukturen haben sich bewährt?

Die Hitzewarnungen durch den DWD sind meteorologisch und physiologisch fundiert. Sie sind in ihrer physiologischen Relevanz einfacheren Indikatoren überlegen, weil sie die Gesamtheit der belastenden und entlastenden Wärmeflüsse erfassen und bewerten.

### Wo besteht Änderungsbedarf?

Defizite bestehen in der Interpretation, Kommunikation und konkreten Umsetzung der Hitzewarnungen. Diese werden von relevanten Akteuren nicht ausreichend ver-

standen und es fehlen konkrete Empfehlungen für jeweils zu ergreifende Maßnahmen.

Die Akteure, die auf den verschiedenen Feldern tätig sind, auf denen Hitzeperioden Auswirkungen für die Gesundheit haben, müssen für die Thematik sensibilisiert werden. So sollten die Themen, die im Zusammenhang mit den gesundheitlichen Folgen von Hitzeperioden stehen, in die Curricula der Ausbildung und Fortbildung von allen im Gesundheitswesen Tätigen sowie für Lehrer, Erzieher, Jugendgruppenleiter, Sporttrainer usw. aufgenommen werden. Die öffentlichen Informationen wie auch die Hitzewarnungen des DWD haben nur dann einen Effekt, wenn sie verstanden und wenn aus diesen Warnungen konkrete Handlungen abgeleitet werden.

Um dies zu erreichen, müssen Einsatzpläne oder Aktionspläne erarbeitet werden, die orientiert an den Stufen der Hitzewarnungen Maßnahmen empfehlen oder, wo erforderlich, ggf. auch verbindlich vorschreiben. Letzteres betrifft wieder die Bereiche, in denen Menschen nicht oder nur eingeschränkt in der Lage sind, selbst individuell zu reagieren, um dem thermischen Diskomfort und Stress zu entgehen oder zumindest durch ihr Verhalten zu mindern. Dies gilt wiederum beispielsweise für Pflegebedürftige und Kranke.

Wiederholt wurden in der Arbeitsgruppe krasse länderspezifische Unterschiede deutlich. Hier wurde es als sinnvoll angesehen und entsprechend vorgeschlagen, dass die Bundesländer ihre Richtlinien, Aktionspläne und weitere Vorschriften möglichst vereinheitlichen. Eine sachliche Begründung für die Heterogenität der Regelungen in den Bundesländern war für die Mitglieder der Arbeitsgruppe nicht erkennbar.

### Wo bestehen Wissenslücken?

Eine Frage, die während der Diskussionen wiederholt aufgeworfen, aber nicht zufriedenstellend beantwortet wurde, war die nach den tatsächlichen Effekten einer Hitzeperiode. Abgesehen davon, dass bekannt ist, dass Hitzeperioden mit einer realen Übersterblichkeit verbunden sind, bestehen offenbar große Wissenslücken, in folgenden Fragen:

- Welche Erkrankungen nach der ICD (International Classification of Diseases, Internationale Klassifikation der Krankheiten) sind die Ursache für die Übersterblichkeit?
- Für welche Erkrankungen während einer Hitzeperiode ist eine erhöhte Mortalität zu beobachten?
- Zu welchem Zeitpunkt einer Hitzeperiode nimmt die Mortalität und Morbidität der jeweiligen Erkrankungen zu?

- Welche meteorologische Konstellation und welche physiologisch-thermische Situation haben jeweils geherrscht?
- Welche zusätzlich belastenden oder modifizierenden Faktoren wie beispielsweise die Konzentrationen von gas- und partikelförmigen Luftschadstoffen (NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, Feinstaub) lagen vor?

Um diese Wissenslücken zu schließen und die Basis für rationales Handeln in der Extremwittersituation „Hitzeperiode“ zu legen, hat die Arbeitsgruppe ein Monitoring vorgeschlagen. Dieses sollte die Morbiditäts- und Mortalitätshäufigkeiten sowohl räumlich als auch zeitlich hochaufgelöst erfassen. Die zeitliche Auflösung sollte tägliche Zahlen liefern. Die Zuordnung zu der physiologisch relevanten thermischen Situation muss gegeben sein. Zusätzliche Einflussfaktoren wie die Luftqualität müssen ebenfalls erfasst werden. Die Erhebung muss in der Lage sein, die Daten nach den Erkrankungen entsprechen der ICD zu differenzieren.

Die durch ein solches Monitoring erhobenen Daten müssen analysiert werden und die Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, speziell der Risikogruppen, sollten danach aktualisiert werden.

### Literatur:

- Aschoff, J. (1956):** Wechselwirkungen zwischen Kern und Schale im Wärmehaushalt. Arch Phys Ther 8, 5: S. 113–133.
- Clark, R. P.; Edholm, O. G. (1985):** Man and His Thermal Environment. Edward Arnold, London.
- von Campenhausen, C. (1993):** Die Sinne des Menschen, Thieme, Stuttgart.
- Driscoll, D. M. (1985):** Human Health. in: Houghton, DD (ed.): Handbook of Applied Meteorology. Wiley, New York, pp. 778–814.
- Fanger, P.O. (1973):** Thermal Comfort. McGraw-Hill, New York.
- Golenhofen, K. (2006):** Basislehrbuch Physiologie, Kapitel 11 Energiehaushalt und Thermoregulation, Urban & Fischer/Elsevier, München.
- Hensel, H. (1981):** Thermoreception and Temperature Regulation. Academic Press, London.
- Jendritzky, G.; Bucher, K.; Laschewski, G.; Schultz, E.; Staiger, H. (1998):** Medizinische Klimatologie, In: Gutenbrunner, Chr., Hildebrandt, G. (Hrsg.): Handbuch der Balneologie und medizinischen Klimatologie. Springer, Berlin, S. 477–598
- Jessen, C. (2001):** Temperature regulation in humans and other mammals, Springer, Berlin.
- Parson, K. C. (2003):** Human thermal Environments. Taylor & Francis, London.
- Simon, E. (2000):** Wärmehaushalt und Temperaturregelung. In: Schmidt, RF., Lang, F., Thews, G. (Hrsg.): Physiologie des Menschen, 28. Aufl., Springer, Berlin.
- Stick, C.; Schade, N. (2008):** Beeinflusst die globale Erwärmung physiologisch relevante Klimafaktoren an der deutschen Nordseeküste?, Phys. Med. Rehab. Kuror. 18, S. 207–212

Als weitere Wissensdefizite wurden in der Arbeitsgruppe wiederholt folgende weitere Fragen aufgeworfen:

- Wie ist das Wissen in den Zielgruppen, wie das der Akteure?
- Werden die Zielgruppen durch die Informationen, Warnungen erreicht?
- Sind die Maßnahmen effektiv?
- Wie ist die Kosten-Nutzen-Relation?

Eine bisher offenbar völlig offene Frage betrifft den Einfluss von Extremwetterereignissen, speziell Hitzeperioden, auf die Leistungsfähigkeit und das Befinden der allgemeinen Bevölkerung, also von Bevölkerungsgruppen, die nicht erkranken oder zu den Risikogruppen gehören.

Die Zusatzfrage, ob die WHO-Dokumente in Deutschland praktikabel sind, wurde von der nationalen Arbeitsgruppe grundsätzlich bejaht. Probleme wurden in den bereits erwähnten differierenden administrativen Zuständigkeiten vor dem Hintergrund der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland gesehen.

## Datenblatt - thermische Belastung

### Vorbemerkung:

- thermische Belastung ist an der Zielgruppe „Menschen“ orientiert
- Quantifizierung von thermischen Belastungen: über thermische Indizes, die für Menschen relevant sind
- thermische Belastung lässt sich in Wärmebelastung und Kältereiz unterscheiden
- Hitzestress: extreme Wärmebelastung
- Klimawandel führt, insbesondere in Mitteleuropa, zu einer Intensivierung von Hitzestress, d. h. Intensität, Dauer und Häufigkeit von Hitzeperioden werden vermutlich zunehmen
- Situationen mit Kältestress werden eher abnehmen, gleichwohl sind intensive und langdauernde Perioden mit extrem kaltem Winterwetter möglich
- Stadtklima modifiziert den regional vorgegebenen Hitzestress
- Innenraumklima verschiebt die thermische Belastung zeitlich und in der Intensität

### Ursache(n) der potentiellen gesundheitlichen Bedrohung/Gefahr:

(Was sind die Ursachen für die pot. gesundheitlichen Gefahren – im Sinne von Ereignissen)

- thermische Belastungen bei extremen Wettersituationen
- Akkumulationseffekte bedeutsam (z. B. mehrere aufeinander folgende Tage mit hochsommerlichem Wetter)
- adverse Kombinationseffekte mit weiteren Einflüssen wie erhöhten Luftschadstoffkonzentrationen (Feinstaub, Ozon, Stickoxiden)
- Hitzewellen: keine einheitliche Definition, wirkungsbezogene Identifizierung über thermische Indizes
- Hitze- und Kältestress ergeben sich aus der Störung der Wärmebilanz des Menschen, wirksame Faktoren sind die Klimatelemente, welche die Wärmeströme durch Leitung und Konvektion, Strahlung und Evaporation beeinflussen
- thermische Indizes: abgeleitet aus der Energiebilanz von Menschen unter Berücksichtigung von menschlichen Kenngrößen und Charakteristika der atmosphärischen Umwelt (Lufttemperatur, Dampfdruck, Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung (kurzwellige Strahlung) mittlere Strahlungstemperatur (langwellige Strahlung) als Maß für die von Menschen absorbierte Strahlungswärme)
- Hitzestress in Städten: Differenzierung zwischen Hitzestress in städtischen Freiräumen vorwiegend tagsüber und in Innenräumen tagsüber und nachts (Arbeitsräumen, Wohnräumen, Räumen besonderer Einrichtungen)
- Hitzestress in Städten: Differenzierung zwischen trockener Hitze und feuchter Hitze („Schwüle“)
- Signifikanz von thermischer Belastung: Extremwerte, Andauer der Überschreitung von physiologisch fundierten Schwellenwerten
- Verhaltensmuster von Menschen
- Kombination von thermischer und physischer Belastung (beruflich, sportlich)
- Kältestress (keine Folge des Klimawandels) durch länger andauernde Kälteperioden mit sehr geringen Lufttemperaturen und hohen Windgeschwindigkeiten, zusätzlich starken Niederschlägen (Schneefällen, Vereisung) Störungen der Infrastruktur und Versorgung (Ausfall der Versorgung mit elektrischer Energie, Transporteinschränkungen etc.)
- Sensibilität von Risikogruppen
- demographische Entwicklung der Bevölkerung
- Synergiewirkungen von thermischen und lufthygienischen Belastungen
- Beeinträchtigung von physischer und psychischer Leistungsfähigkeit
- Beeinträchtigung von Wohlbefinden und Gesundheit
- direkte Auswirkungen auf die Gesundheit: Hitzschlag, Hitzekrämpfe, Hitzekollaps, orthostatischer Kollaps, Sonnenstich, Herzinfarkt, Demaskierung eingeschränkter Funktionsreserve, Dekompensation bestehender Erkrankungen
- indirekte Auswirkungen auf die Gesundheit: Herz-Kreislauf-Beschwerden, Rückgang der Konzentrationsfähigkeit, Schlafstörungen, Zunahme von Unfällen, Verstärkung bestehender Krankheiten, Anstieg der Mortalität

### Anpassungserfordernisse ,-möglichkeiten:

(Welche Anpassungsmöglichkeiten sind bekannt; wo bestehen Lücken?)

kurzfristig:

- Hitzegesundheitswarnsysteme
- Verhalten (Essen, Trinken, Änderung der Arbeitszeiten, Freizeitverhalten, aktives Lüften, Kleidung, Medikation ...)
- Anpassung der Schulzeiten
- Einschränkung von Aktivitäten, die mit erhöhter körperlicher Aktivität einhergehen:
  - berufliche Tätigkeiten mit schwerer körperlicher Belastung, z. B. Straßenbau, Hochbau, Zimmerer, Dachdecker
  - Einschränkung sportlicher Aktivitäten, die mit erhöhter körperlicher Leistung einhergehen, Schulsport, Vereinssport, Massenveranstaltungen wie Städte-Marathon-Läufe, Triathlonwettbewerbe etc.
  - Massenveranstaltungen im Freien, bei denen viele Menschen längere Zeit den Temperaturen und der Sonne ausgesetzt sind und dabei lange in großen Menschenansammlungen stehen müssen
  - Maßnahmen, die sicherstellen, dass eine angepasste Versorgung in Senioren- und Alters- und Pflegeheimen bereitgestellt wird
- Vorsorgepläne für Hitzewellen, welche das Funktionieren der Infrastruktur im Gesundheitswesen sicherstellen

mittelfristig:

- Bewusstseins-schaffung, Aufklärung: Verhaltensweisen im Falle von Hitzewellen
- Gebäudekühlung, Gebäudeisolierung, Beschattung ...

langfristig:

- Entwicklung und Umsetzung von Methoden in der Stadt- und Regionalplanung, die eine Reduzierung des Eintrags von Hitze in Stadtquartiere tagsüber und nachts in unterschiedlicher räumlicher Skala bewirken (jedoch unter Berücksichtigung von Zielen des Umweltschutzes):
  - hitzeoptimiertes Straßen- und Gebäudedesign
  - Verwendung von „kühlen“ Baumaterialien
  - Förderung von „blue and green“ (z. B. Dach- und Fassadenbegrünung, Straßenbäume, Straßenbegleitgrün, zusammenhängende Grünflächen, zusammenhängende Wasserflächen)
  - Verschattung von Hausdächern durch Anlagen für solare Energiesysteme
  - Freihaltung von Frisch- und Kaltluftschneisen

Urbane Räume/Ballungsgebiete: nicht nur thermische Belastungen allein, sondern Synergiewirkungen von thermischen und lufthygienischen Belastungen

### Risikogruppen:

(Welche Teile der Bevölkerung sind besonders betroffen?)

ältere Menschen, gesundheitlich vorbelastete Menschen, Kinder und Säuglinge, beruflich exponierte Menschen

### Soweit bekannt: best practice Beispiel für Anpassung:

(auf regionaler/lokaler Ebene)

- Hitzewarnsysteme der nationalen Wetterdienste (z. B.: Hessen)
- Informationsmaterial für die Bevölkerung (DWD/DKKV Flyer: Hitze, Broschüre UBA/DWD)
- Hitzemanagementpläne (Heat health action plans in verschiedenen Europäischen Ländern)
- Klimafunktionskarten mit darauf aufbauenden Planungshinweiskarten für Kommunen und Städte in Deutschland
- Festsetzungen in verschiedenen Plänen (z. B. Bebauungsplan)

## 3.2 Arbeitsgruppe „Strahlung und Lufthygiene“

Prof. Dr. Karl-Christian Bergmann, Charité Berlin;  
Prof. Dr. Guy Brasseur, Climate Service Center

Die Arbeitsgruppe Luftreinhaltung beschäftigte sich hauptsächlich mit drei Themen: Ozonbelastung, UV-Strahlung und allergene Pollen.

Gesundheitliche Schwierigkeiten im Zusammenhang mit Ozon betreffen rund 10 bis 15% der Bevölkerung in Deutschland (Wagner und Höpfe, 1998). Es wurde darauf hingewiesen, dass es weiterer Forschungsarbeiten zu den langfristigen Auswirkungen sowohl hoher als auch geringer, aber langanhaltender Ozonbelastungen auf die Inzidenz und Prävalenz von chronischen Krankheiten bedarf. Auch in Bezug auf die UV-Strahlung sind weitere Untersuchungen zu den Auswirkungen von hohen und steigenden UV-Strahlungsbelastungen vonnöten. Eine der bekannten Auswirkungen von übermäßig hohen UV-Strahlungen ist Hautkrebs, aber auch niedrige Vitamin-D-Spiegel als Folge einer verminderten Bildung durch eine zu geringe UV-Exposition können nachgewiesenermaßen zu gesundheitlichen Problemen führen, z. B. Herzinfarkten. Da die Hauptquelle für die Bildung von Vitamin D Sonnenstrahlen sind, bedarf es Forschungsarbeiten zur Bestimmung gesunder UV-Niveaus. Außer-

dem sollten die lebensnotwendige Menge an UV-Strahlen und mögliche Veränderungen der UV-Strahlung aufgrund des Klimawandels in die Klimamodelle integriert werden.

Weitere zentrale Bereiche, in denen Verbesserungen erzielt werden müssen, sind die Vernetzung und Kommunikation auf nationaler und internationaler Ebene. Daten zu Luftqualitäten und Wetterdaten sind auf nationaler Ebene miteinander zu verknüpfen, vorzugsweise durch das jeweilige Verkehrsministerium als Aufsichtsbehörde der Wetterdienste, während auf internationaler Ebene die Koordination mit internationalen Organisationen und die Zusammenarbeit mit den Generaldirektionen Umwelt, Gesundheit, Forschung und Entwicklung der Europäischen Kommission sowie der Gemeinsamen Forschungsstelle unerlässlich sind, um Doppelarbeiten zu vermeiden und wertvolle finanzielle Ressourcen zu schonen. Eine Möglichkeit der Förderung dieser Koordination und Zusammenarbeit wäre die Erstellung von Informationsdatenbanken, die allen interessierten Parteien zugänglich wären. Außerdem sind vorhandene Modelle und Prognos-



sen zu pflegen und auf dem neusten Stand zu halten. Auch sind die Mitteilungen und Hinweise an die Bevölkerung weiter zu entwickeln. Informationen und Hinweise zum Ausmaß von Luftverschmutzung könnten der Öffentlichkeit ähnlich wie Wettervorhersagen kommuniziert werden. Um dies zu erreichen, wären Indizes zu entwickeln, die leicht verständlich und leicht aufzuzeichnen sind.

Pollen-induzierte allergische Erkrankungen treten extrem häufig auf, sie sind die Nr. 1 der medizinischen Erkrankungen in Europa. Ihre Prävalenz ist besonders bei Kindern sehr hoch, jedes dritte Kind ist heute betroffen. Allergische Erkrankungen treten in allen Altersgruppen auf und sind inzwischen bei älteren Menschen weit verbreitet (Bousquet J. et al., 2008). Ihre Häufigkeit nimmt zu. Unerwartete Sensibilisierungen lassen sich bei neuen Allergenen beobachten, bzw. aufgrund der Entwicklung von bekannten Allergien an Orten oder zu Zeiten, wo sie bisher noch nicht auftraten.

Invasive Arten stellen zunehmend ein Problem dar. Ihre Ausbreitung kann durch anthropogene Aktivitäten und den Klimawandel ausgelöst werden und hat weitreichende wirtschaftliche, soziale und gesundheitliche Auswirkungen. Ambrosia artemisiifolia (beifußblättrige Ambrosie) gehört zu den 100 invasiven Arten mit den schwersten Auswirkungen in Europa (DAISIE, 2008; Pysek P. et al., 2010). Ihre fortgesetzte Ausbreitung in Europa wird wahrscheinlich zunehmend schwere Auswirkungen auf die Pflanzenwelt und die menschliche Gesundheit haben (Holst N. et al., 2010).

Durch den Klimawandel kann sich die Belastung durch Allergene sowohl im Freien (Pollen invasiver Arten und

Schimmelpilze) als auch in Innenräumen (Milben und Schimmelpilze) sowie durch Luftverschmutzung grundlegend verändern (Shea K.M. et al., 2008). Der Klimawandel wird daher zu ausgeprägten Veränderungen bei allergischen Erkrankungen führen, wobei von zunehmender Häufigkeit und Schwere ausgegangen wird (D'Amato G. et al., 2008; Cecchi L., 2010). Art und Ausmaß dieser Veränderungen werden sich je nach Region unterscheiden, in Abhängigkeit von der geografischen Lage (Längen- und Breitengrad), Regen und Stürmen, Landnutzung, Verstädterung, Transportwesen und Energiewirtschaft (Shea K.M. et al., 2008). Die empfindlichsten Bevölkerungsgruppen werden unverhältnismäßig stark betroffen sein und kleine Kinder, ältere Menschen und Menschen mit einer chronischen respiratorischen Erkrankung (CRD) werden besonderer Aufmerksamkeit bedürfen.

Es sind abgestimmte Maßnahmen vonnöten, um sich auf die Zunahme allergischer Erkrankungen einzustellen, die sich sowohl auf die klinische Praxis als auch auf gesundheitspolitische Planungen auswirken wird. Es sind verschiedene praktische Vorbeugungsstrategien auszuarbeiten, um dieser beispiellosen Herausforderung für das Gesundheitswesen gerecht zu werden und Ungerechtigkeiten zu bekämpfen. Zur Bekämpfung der Auswirkungen des Klimawandels im Bereich der Allergien werden sowohl Anpassungs- als auch Minderungsmaßnahmen erforderlich sein; zu den Letzteren gehört das Beseitigen neu eingedrungener Pflanzen wie Ambrosia und das Vermeiden von Neupflanzungen von Bäumen im öffentlichen Raum, die allergene Pollen produzieren (Birken, Hasel, Erle).

### Literatur:

- Bousquet J., Khaltaev N., Cruz A.A., Denburg J., Fokkens W.J., Togias A. et al. (2008):** Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA), 2008 update (in collaboration with the World Health Organization, GA(2) LEN and AllerGen), Allergy; 63 Suppl 86:8-160.
- Cecchi L., D'Amato G., Ayres J., Galan C., Forastiere F., Forsberg B. et al. (2010):** Projections of the effects of climate change on allergic asthma: The contribution of aerobiology. Allergy 65(9):1073-81.
- D'Amato G., Cecchi L. (2008):** Effects of climate change on environmental factors in respiratory allergic diseases, Clin Exp Allergy ;38(8):1264-74.
- DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventory for Europe) (2008):** FP6 <http://www.europe-aliens.org>.
- Holst N., Hansen P., Kudst P., Mathiasen S., Simoncic A., Lesnik M. et al. (2009):** Guidelines for management of common ragweed, Ambrosia artemisiifolia. EUPHRESKO project.
- AMBROSIA 2008-09:** <http://www.EUPHRESKO.org>. ([http://www.ambrosia.ch/uploads/tx\\_adbwmerkblaetter/euphresco\\_ambrosia\\_deu.pdf](http://www.ambrosia.ch/uploads/tx_adbwmerkblaetter/euphresco_ambrosia_deu.pdf)).
- Pysek P., Jarosik V., Hulme P.E., Kuhn I., Wild J., Arianoutsou M. et al. (2010):** Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe, Proc Natl Acad Sci U S A ;107(27):12157-62
- Shea K.M., Truckner R.T., Weber R.W., Peden D.B. (2008):** Climate change and allergic disease, J Allergy Clin Immunol.; 122 (3):443-53
- Wagner, H.M. und P. Höpfe (1998):** Anorganische Gase/Ozon. Handbuch der Umweltmedizin, EcoMed-Verlag, Landsberg, Kapitel VI-1, S. 1-41.

## Datenblatt - Feinstaub/PM

### Ursache(n) der potentiellen gesundheitlichen Bedrohung/Gefahr:

(Was sind die Ursachen für die potentiellen gesundheitlichen Gefahren – im Sinne von Ereignissen)

Stationäre, austauscharme Hochdruckwetterlagen (sog. Inversionswetterlagen) sind die Basis für Episoden mit erhöhten Feinstaubkonzentrationen (PM10/PM2.5), wie z. B. im Januar und April 2009. Die Feinstaubkonzentrationen können besonders ansteigen, wenn diese Phasen länger anhaltend und niederschlagsarm sind. Im Winter wird das Problem dadurch verschärft, dass es während dieser austauscharmen Wetterlagen häufig sehr kalt ist und daher durch Kleinfeueranlagen von privaten Haushalten die Feinstaubemissionen erhöht werden.

### Wirkung auf die Gesundheit:

(Was sind die direkten und indirekten Auswirkungen der Ereignisse auf die Gesundheit?)

Akute und mögliche chronische Erkrankungen der Atemwege; Einfluss auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen; entzündliche Prozesse können ausgelöst werden z. B. durch toxische Reaktionen an den Schleimhäuten des Atemtraktes in Abhängigkeit der am Feinstaub anhaftenden Stoffe (u. a. PAK) mit der Induzierung einer bronchialen Hyperreaktivität, der Grundlage von Asthma bronchiale. Durch die Kombination von Feinstäuben mit Pollen bzw. frei in der Luft schwebenden Allergenpartikeln kommt es zu einer erhöhten Sensibilisierungspotenz und Auslösung allergischer Reaktionen an der Augen-, Nasen- und Bronchialschleimhaut.

### Wirkung auf die Gesundheit:

(Was sind die direkten und indirekten Auswirkungen der Ereignisse auf die Gesundheit?)

In Städten erhöhte Zahl an Pollenallergikern, vermehrtes Auftreten von allergischem Schnupfen und Asthma bei Kindern, die an verkehrsreichen Straßen wohnen.

### Anpassungserfordernisse, -möglichkeiten:

(Welche Anpassungsmöglichkeiten sind bekannt – wo bestehen Lücken?)

Luftreinhalte- und Aktionspläne; Umweltzone; ÖPNV-Förderung; Entwicklungen in der Kfz-Abgastechnologie; fiskalische Förderung; Verbrennung nur mit Abgasreinigung; keine Holz-, Laub- und Abfallverbrennung im Garten; zunehmende Probleme durch Heizen mit Holz-Pellets. Bei der Begrünung von Städten Verzicht auf Bäume und Sträucher, die allergie-relevante Pollen produzieren. Änderung des individuellen Verhaltens: u. a. verstärkte Nutzung des ÖPNV, Fahrgemeinschaften bilden, Fahrgeschwindigkeit reduzieren, Altfahrzeuge mit Partikelfiltern nachrüsten, gilt auch für Kleinfeuerungsanlagen.

### (Hoch-)Risikogebiete:

(Welche Gebiete sind besonders betroffen?)

### Urbane Räume/Ballungsgebiete:

Verschärfung der Feinstaubproblematik (Atemwegsprobleme, -beschwerden). In Städten ist die Belastung durch Pollenallergene höher als auf dem Land, verursacht durch die Kombination von Allergenen mit Feinstaubpartikeln.

### Risikogruppen:

(Welche Teile der Bevölkerung sind besonders betroffen?)

Vorbelastete Menschen (Asthma, chronisches Lungenleiden)

### Soweit bekannt: Best-Practice-Beispiele für Anpassung:

(auf regionaler/lokaler Ebene)

Aktion Klimaplus-NRW-Klimakommunen der Zukunft, z. B. Bocholt ([www.klimawandel.nrw.de](http://www.klimawandel.nrw.de))

## Datenblatt - Ozon

### Ursache(n) der potentiellen gesundheitlichen Bedrohung/Gefahr:

(Was sind die Ursachen für die potentiellen gesundheitlichen Gefahren – im Sinne von Ereignissen)

Sommerliche Hochdruckwetterlagen (sog. Strahlungswetterlagen) sind die Basis für Episoden erhöhter bodennaher Ozonkonzentrationen mit Spitzenwerten auch im urbanen Raum (z. B. in Wohngebieten des Stadtrandes), vor allem während Hitzeepisoden wie in den Sommern 2003 (01.–14.08.), 2006 (18.–27.07.) und im Juli 2010. Ozon hat auf pollenproduzierende Pflanzen, z. B. Gräser, je nach Konzentration eine unterschiedliche Wirkung. Es kommt zu teilweise höheren oder auch veränderten Allergenmustern in den Pollen. Es besteht Datenmangel.

### Wirkung auf die Gesundheit:

(Was sind die direkten und indirekten Auswirkungen der Ereignisse auf die Gesundheit?)

Akute und mögliche chronische Erkrankungen der Atemwege; Verschlechterung der Lungenfunktion; Reizungen der Schleimhäute (Atemwege und Augen); Beeinträchtigungen der physischen Leistungsfähigkeit.

Episoden erhöhter Ozonkonzentrationen stellen für vulnerable Personengruppen, wie z. B. Asthmakranke, ein besonderes Problem dar, da sich in solchen Phasen die Sensitivität gegenüber Allergenen, d. h. die spezifische und die unspezifische bronchiale Hyperreaktivität, ebenfalls erhöht.

### Anpassungserfordernisse, -möglichkeiten:

(Welche Anpassungsmöglichkeiten sind bekannt – wo bestehen Lücken?)

- Ozon-Vorhersage und -Warnungen des UBA
- zukünftiger Hinweis auf Emissionsminderungen, die im individuellen Verhalten begründet sind
- Verhaltensempfehlungen bei Episoden erhöhter Ozonbelastung synonym zu denen bei Hitzewellen
- es besteht ein großer Forschungsbedarf

### (Hoch-)Risikogebiete:

(Welche Gebiete sind besonders betroffen?)

### Urbane Räume/Ballungsgebiete:

vermehrte Atemwegsprobleme, Beschwerden vornehmlich durch erhöhte bodennahe Ozonkonzentrationen

### Risikogruppen:

(Welche Teile der Bevölkerung sind besonders betroffen?)

vorbelastete Menschen (Asthma, chronisches Lungenleiden)

### Soweit bekannt: Best-Practice-Beispiele für Anpassung:

(auf regionaler/lokaler Ebene)

## Datenblatt UV-Strahlung

### Ursache(n) der potentiellen gesundheitlichen Bedrohung/Gefahr:

(Was sind die Ursachen für die potentiellen gesundheitlichen Gefahren - im Sinne von Ereignissen)

Veränderungen des stratosphärischen Ozons (chemisch/dynamisch), der Bewölkung und weiterer atmosphärischer Parameter führen möglicherweise zur Veränderung der UV-Strahlung. Neben diesen eher langfristigen Veränderungen ist auch ein häufigeres Auftreten von so genannten Ozonniedrigereignissen und Ozonminilöchern denkbar, die insbesondere im Frühjahr zu einer kurzfristig stark erhöhten UV-Strahlungsintensität führen können.

Hinzu kommt, dass klimatische Veränderungen (z. B. Zunahme von Strahlungs- bzw. Hochdruckwetterlagen mit anhaltendem Sonnenschein, verbesserte thermische Bedingungen) das Expositionsverhalten des Menschen verändern können und eine erhöhte UV-Exposition die Folge sein könnte.

### Wirkung auf die Gesundheit:

(Was sind die direkten und indirekten Auswirkungen der Ereignisse auf die Gesundheit?)

#### Direkt:

- Verbrennungen der Haut (Sonnenbrand), Keratitis, Konjunktivitis
- phototoxische Hautreaktion oder Photoallergie; polymorphe Lichtdermatose
- Immunsuppression, d. h. Modulation der Immunzellen in der Haut durch UV (positiv bei bestimmten Hauterkrankungen wie Neurodermitits und Schuppenflechte)
- Vitamin-D-Bildung (positiv)

### Wirkung auf die Gesundheit:

(Was sind die direkten und indirekten Auswirkungen der Ereignisse auf die Gesundheit?)

#### Indirekt:

- Hautalterung
- Katarakt (grauer Star)
- Karzinome und Melanome der Haut

### Anpassungserfordernisse, -möglichkeiten:

(Welche Anpassungsmöglichkeiten sind bekannt - wo bestehen Lücken?)

#### Bekannt:

- Sonnencreme, Kopfbedeckung, Kleidung/Sonnenbrille mit UVSchutz, Sonnenschirm
- Verhalten in der Sonne (Gewöhnung, Expositionszeit und -dauer) UV-Index; UV-Check (aktuelle UV-Informationen per SMS)
- sonstige Präventionskampagnen (z. B. BfS: „Sonne – aber sicher“)

#### Lücken (Defizite):

- Effizienz bestehender Maßnahmen
- bestehende Maßnahmen oft nicht praxisnah (z. B. UV-Check)
- allgemeine Wissensdefizite (Zusammenhang Klimawandel und UV-Strahlung) sowie Wissensdefizite/Fehlinformation in der Bevölkerung (z. B. „im Schatten verbrennt man nicht“)

### (Hoch-)Risikogebiete:

(Welche Gebiete sind besonders betroffen?)

Gebirge, besonders Hochgebirge, Küsten bzw. Seeufer (Reflexion durch Wasser)

### Risikogruppen:

(Welche Teile der Bevölkerung sind besonders betroffen?)

Kinder und Säuglinge sowie beruflich exponierte Menschen

### Soweit bekannt: Best-Practice-Beispiele für Anpassung:

(auf regionaler/lokaler Ebene)

- beispielsweise wird in Australiens öffentlichen Gebäuden Sonnencreme in Spendern zur Verfügung gestellt.
- Verhalten der einheimischen Bevölkerung in Mittelmeerländern (keine Sonnenexposition zwischen 12:00 und 16:00 Uhr)

### 3.3 Arbeitsgruppe Wind und Wasser

Prof. Dr. Henny Annette Grewe, Hochschule Fulda;  
Prof. Dr. Hartmut Graßl, Max-Planck-Institut

Nach Untersuchungen der Europäischen Umweltagentur (EEA) über die Auswirkungen von Naturkatastrophen forderten Hochwasser und Stürme nach Hitzewellen und Erdbeben zwischen 1998 und 2009 die meisten Todesopfer in den Mitgliedstaaten der EU (EEA 2010, S. 8 f., S. 25 f.). Für alle die Gesundheit bedrohenden Naturereignisse beschreibt die EEA erhebliche Erkenntnisdefizite, unter anderem aufgrund einer unzureichenden Datenlage über das Ausmaß und die Art der im Rahmen der untersuchten Ereignisse aufgetretenen Gesundheitsschäden. Diese Erkenntnislücken schränken nicht nur die Berichterstattung der EEA ein, sondern erschweren auch die Diskussion über wirksame Anpassungsmaßnahmen an diejenigen Unwetterereignisse, die im Zuge des Klimawandels in Deutschland wahrscheinlich häufiger und intensiver werden. Unter Anpassungsmaßnahmen werden im Folgenden Maßnahmen verstanden, die dem Schutz der menschlichen Gesundheit dienen.

#### 1. Unwetter: Definitionen und Prognosen

Unter dem Aspekt des Gesundheitsschutzes können nachfolgende Unwetterphänomene bzw. ihre Folgen differenziert werden:

##### *Winterstürme (Warnung DWD<sup>1</sup>: Sturm/Orkan)*

Orkane wie Kyrill (2007) oder Lothar (1999) zählen zu den Winterstürmen, die beim Zusammenprall tropischer warmfeuchter Luftmassen mit trockener polarer Kaltluft über dem Atlantik entstehen. Nachweislich verschiebt die globale Erwärmung die mittleren Zugbahnen von Tiefdruckgebieten nach Norden. Als Konsequenz ist eine Zunahme von Winterstürmen in Nordeuropa (z. B. Schottland, Süd-Norwegen) zu beobachten. Für Deutschland lassen sich bei allen Projektionen in Klimaszenarien keine sicheren Trends für das Auftreten von Winterstürmen ausmachen. Allerdings nimmt das Schadenspotenzial durch Winterstürme zu. Verbesserte Vorhersagetechniken über den geografischen Verlauf und die Zugzeit von Winterstürmen ermöglichen die Warnung der Bevölkerung und eine gewisse Vorbereitung des Katastrophenschutzes und anderer Hilfesysteme.

##### *Gewitterstürme (Warnung DWD: Schwere Gewitter)*

Aufgrund der globalen Erwärmung ist mit einer erhöhten Intensität der Böenwalzen am Rande von Gewittern zu rechnen, weil eine wärmere Atmosphäre pro Zeiteinheit viel mehr zusätzliche Energie bei der Kondensation von Wasser freisetzt und sich das Gewitter dementsprechend viel stärkere Windfelder organisiert als bei niedrigen Temperaturen. Daher wird auch die Stärke des mit Gewittern verbundenen Niederschlags deutlich zunehmen. Im Gegensatz zu turbulenten Strömungen der Böen von Winterstürmen bleibt der Wind in Gewitterböen über mehrere Sekunden in Stärke und Richtung konstant, so dass eine erhöhte Gefahr der Entwurzelung oder des Brechens von Bäumen besteht.

Gewitter sind in ihrer genauen Lokalisation und Ausdehnung nur vage vorhersagbar. Die Ereignisse und Schäden durch Blitzschlag, Starkregen und Gewittersturm sind zwar lokal begrenzt, stehen jedoch denen größerer Sturmereignisse in ihren Auswirkungen nicht nach.

##### *Starkniederschläge (Warnung DWD: Heftiger Starkregen)*

Starkniederschläge sind große Regenmengen, deren Folgen Sturzfluten sein können. Starkniederschläge treten zu allen Jahreszeiten und aufgrund unterschiedlicher atmosphärischer Konstellationen auf. Zu Starkregen zählen unter anderem heftige konvektive Niederschläge im Rahmen von Gewittern. Klimaprognosen lassen – mit regionalen Unterschieden – eine Zunahme der Häufigkeit von Starkregenereignissen sowohl im Winter als auch im Sommer erwarten.

##### *Sturzfluten (Warnung DWD: Schwere Gewitter; heftiger Starkregen)*

Sturzfluten sind Überflutungen aufgrund lokaler Starkniederschläge. Sie sind räumlich begrenzt, von kurzer Dauer und weder zeitlich noch örtlich genau vorhersagbar.

##### *Dauerregen/Schneefall (Warnung DWD: Ergiebiger Dauerregen/extrem ergiebiger Dauerregen; extrem starker Schneefall)*

Dauerregen und Schneefall hoher Intensität haben zunächst lokale und – zeitversetzt – großräumige Aus-

wirkungen. Sie sind unter anderem die Ursache von Hochwassern der Flüsse.

##### *Hochwasser*

Hochwasser entstehen als Folge von Flächendauerniederschlägen. Eine Bedrohung durch Hochwasser besteht großräumig entlang der Flussläufe, zu deren Einzugsgebiet die Regionen gehören, in denen Flächendauerniederschläge stattgefunden haben. Die Bedrohungen durch Hochwasser sind entlang der Flussläufe mit einem Zeitvorlauf von Stunden bis Tagen vorhersagbar. Spezielle Warnsysteme existieren.

##### *Tromben*

Tromben (Tornados) sind vom Boden aufsteigende Wirbelstürme, die im Kontext von Gewittern (Aufsteigen feuchter Luftmassen, Energiefreisetzung bei Kondensation) entstehen. In Deutschland werden jährlich ca. 10 bis 20 Tromben gezählt (Dotzek, N., 2003). Die Schäden durch Tromben sind regional begrenzt (in der Regel „Schneisen“ von wenigen hundert Metern Breite und einigen Kilometern Länge). Über die Entwicklung der Häufigkeit von Tromben im Kontext des Klimawandels können keine sicheren Aussagen gemacht werden, allerdings ist zu erwarten, dass ihre Intensität aufgrund der höheren Temperaturen zunehmen wird. Tromben sind kurzdauernde Ereignisse, die bislang nicht vorhersagbar sind.

Auf weitere spezifische Unwetterphänomene für geografisch eingegrenzte Regionen (Fönstürme, Staublawinen, Sturmfluten etc.) wird im Rahmen dieses Beitrags nicht speziell eingegangen.

#### 2. Gefahren für die Gesundheit

Die nachfolgende Übersicht zeigt die Bandbreite möglicher Gesundheitsschädigungen im Kontext der o. g. Extremwetterereignisse auf. Diese Angaben stützen sich überwiegend auf Erfahrungsberichte und Einzelfallmeldungen, zudem auf vereinzelt für Ereignisse im Ausland vorliegende systematische Untersuchungen und ihre Zusammenfassung in Übersichtsarbeiten (z. B. Ahern et al. 2005, Bourque et al. 2006, Hajat et al. 2005). Entsprechend aufbereitete Erkenntnisse fehlen bislang für Deutschland.

Unmittelbare Gesundheitsgefahren durch Stürme, Blitzschlag, Hagel, massiven Schneefall und seine Folgen, Sturzfluten oder Hochwasser sind zunächst Verletzungen, je nach Ausmaß und Lokalisation der auftreffenden Kraft ggf. mit Todesfolge. Knochenbrüche, Schnitt-, Schürf- und Rissverletzungen, Weichteilquetschungen, Schädel-Hirn-Traumen und Verletzungen der inneren Organe werden durch mechanische Gewalteinwirkung, z. B. durch umstürzende Bäume, zusammenstürzende Gebäude, herabstürzende

Schneemassen oder große Hagelkörner, herumfliegende Gegenstände, aber auch durch im Wasser treibende bzw. unterhalb des Wasserspiegels befindliche Gegenstände verursacht.

Nicht nur bei Hochwasser, sondern auch bei Sturzfluten mit relativ niedrigem Wasserstand in den Straßen, droht Ertrinken. Beispielsweise kann in die Keller laufendes Wasser das Öffnen von Türen oder Fenstern und somit die Flucht unmöglich machen. Auch Insassen in PKWs sind besonders gefährdet. Längerer Aufenthalt im Wasser kann in Abhängigkeit von der Wassertemperatur zu lebensbedrohlicher Unterkühlung führen, ebenso wie niedrige Lufttemperaturen bei unzureichender Kleidung oder der Unmöglichkeit zu heizen. Bei Verschüttung durch Schneemassen drohen lokale Erfrierungen, insbesondere an ungeschützten Körperteilen (Hände, Füße, Gesicht), aber auch der Tod durch Erfrieren. Eine Verschüttung kann jedoch, gleich, ob durch Schneemassen oder durch einstürzende Gebäude oder durch Schlamm, auch zum Tod durch Erstickung führen. Innere und äußere Gewebsverkochnung sowie ggf. tödliche Herzrhythmusstörungen oder Schädigungen des Atemzentrums entstehen durch Blitzschlag, aber auch durch Schäden an elektrischen Geräten oder Leitungen, z. B. in überfluteten oder brennenden Gebäuden, durch Sturmschäden an Freileitungen, Gleisanlagen etc.

Unmittelbare Gesundheitsgefahren können auch von chemischen Verunreinigungen des Wassers, z. B. bei gefluteten Öltanks oder den bei Bränden entstehenden Rauchgasen ausgehen. Je nach Ausmaß der Verunreinigung und der Kontaktintensität können sich zunächst bei empfänglichen Personen wie Säuglingen, Kleinkindern, alten und kranken Menschen, prinzipiell jedoch bei allen Betroffenen, Vergiftungserscheinungen zeigen. Frische und chronische Wunden können sich bei längerem Kontakt mit dem verunreinigten Wasser infizieren und verzögert heilen, Haut- und Augeninfektionen können durch kontaminiertes Wasser verursacht werden. Unabhängig von der Aufnahme toxischer Substanzen besteht darüber hinaus insbesondere für Menschen mit Herzerkrankungen ein erhöhtes Risiko der lebensbedrohlichen Verschlimmerung ihres Grundleidens, ausgelöst durch die hohe körperliche und psychische Belastung.

Extremwetterereignisse, die mit Zerstörung einhergehen, sind existenziell bedrohend und daher immer psychisch traumatisierend. Nicht nur in der eigentlichen Situation, sondern Tage, Wochen oder Monate nach dem Ereignis können gesundheitliche Beeinträchtigungen als Folge der Belastung während des Extremereignisses auftreten und ggf. über lange Zeit andauern (Ahern et al., 2005; Kessler et al., 2006). Insbesondere sind hier die psychischen Folgen der existenziellen Bedrohung bzw. des Verlusts nahe stehender Menschen oder materieller

Existenzgrundlagen zu nennen. Betroffene wie auch Helfende benötigen ggf. Unterstützung in der Bewältigung des Erlebten.

Neben der langwährenden Beeinträchtigung der seelischen Gesundheit bestehen nach dem Akutereignis weitere Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung und für die Helfenden. Nach Kyrill forderten die Aufräumarbeiten erneut zahlreiche Todesopfer und Verletzte. Ablaufendes Wasser hinterlässt ggf. giftigen Schlamm und immer feuchte Gebäude, in denen sich Schimmelpilze verbreiten und zu Atemwegsbeschwerden und anderen Symptomen führen können. Nahrungsmittel und Trinkwasser können bei Sturzfluten und Hochwasser in Kontakt mit verunreinigtem ablaufendem Oberflächenwasser geraten und mit infektiösen Mikroorganismen, z. B. *Giardia lamblia* oder Kryptosporidien, belastet werden (Exner & Gornik, 2004). Badeseen können nach Abfluss großer Wassermengen aus den umliegenden Wiesen bei Starkregenereignissen eine erhöhte Besiedlung mit pathogenen Erregern aufweisen. Lebensmittelinfektionen drohen vor allem bei unterbrochenen Kühlketten im Sommer. Die daraus ggf. resultierenden schweren Durchfallerkrankungen stellen vor allem für Säuglinge, alte und abwehrgeschwächte Menschen eine nicht zu unterschätzende Gesundheitsgefahr dar. Mit dem Klimawandel erhöht sich zudem die Wahrscheinlichkeit für die Etablierung bislang nicht endemisch vorkommender vektorübertragener Infektionskrankheiten, wie West-Nil oder Chikungunya (Stark et al., 2009). Vor allem nach Hochwasserereignissen im Sommer könnten zurückbleibende Wasserlachen zu einem Populationsanstieg von Krankheiten übertragenden Mücken, z. B. *Aedes* & *Culex species*, führen.

Die aufgeführten potentiellen Gefahren der genannten Extremwetterereignisse lassen sich nach ihrer zeitlichen Nähe zum jeweiligen Ereignis, unter räumlichen Gesichtspunkten sowie nach Gefahrenarten unterteilen. Im zeitlichen Bezug können Gefährdungen während des Ereignisses selbst und Gesundheitsgefahren in der mittel- bis langfristigen Folge eines extremen Wetterereignisses unterschieden werden. Diese Unterscheidung ist bedeutsam, weil die Gefährdung während des Ereignisses situativ kaum minimiert werden kann und dieser unmittelbaren Gefährdung nicht nur die Bevölkerung, sondern auch Angehörige der Schutz- und Rettungsorganisationen ausgesetzt sind. Lediglich vorausschauende Maßnahmen, die das Risiko an sich reduzieren, könnten die Gesundheitsgefährdung von Extremwetterereignissen in der Situation ihres Eintreffens abschwächen. Derartige Maßnahmen würden beispielsweise zur Minimierung des Hochwasserrisikos neben der Anpassung von Deichanlagen, die Deregulierung von Flüssen, die Entsiegelung ufernaher Gebiete, die Schaffung von großräumigen Überflutungsflächen

und nicht zuletzt die Verbesserung der Wasseraufnahmekapazität der Böden im Einzugsgebiet der Flüsse bedeuten.

Extremereignisse unterscheiden sich, sind sie einmal eingetreten, in ihrer Dauer. Während Hochwasser über Tage (bis Wochen) eine Region überfluten kann, wirken Winterstürme wie Kyrill an jedem Ort ihrer Zugbahn in der Regel kürzer als 24 Stunden. Eine Böenwalze am Rand eines Gewitters oder eine Trombe existiert gegebenenfalls nur einige Minuten. Starkregenereignisse im Kontext von Gewittern dauern selten länger als eine Stunde, die durch sie hervorgerufenen Sturzfluten sind gleichfalls von kurzer Dauer. Bei kurzlebigen Wetterereignissen können die unmittelbar von ihnen ausgehenden Gesundheitsrisiken bei rechtzeitiger Warnung durch rechtzeitiges Aufsuchen von sicheren Orten reduziert werden, während den direkten Gesundheitsgefahren lang andauernder Wetterfolgen wie anhaltenden Hochwassers kaum individuell begegnet werden kann.

Unter geografischem Bezug lassen sich kleinräumige Ereignisse von Wetterextremen mit großräumiger Auswirkung unterscheiden. Hochwasser gefährden zum Beispiel häufig größere Gebiete, während Sturzfluten lokal begrenzt auftreten. Die Zugbahnen von Winterstürmen spannen sich über Tausende von Kilometern, während Tromben und Gewitterstürme kleinräumige Ereignisse sind. Die räumlichen Unterschiede im Ausmaß der Wirkung extremer Wetterereignisse sind für die Planung von Anpassungsmaßnahmen und ihre Umsetzung in der Situation ebenso bedeutsam wie ihre oben genannten Unterschiede in der Dauer. Bei kleinräumigen Ereignissen ist zunächst die lokale Infrastruktur gefordert, großräumige Ereignisse bedürfen der übergreifenden Zusammenarbeit und entsprechender Organisationsstrukturen.

Für die Planung und Umsetzung von Maßnahmen des Gesundheitsschutzes kurz vor bzw. in der Situation des Ereignisses selbst sind Kriterien der Vorhersagegenauigkeit entscheidend. Neben der größtmöglichen Sicherheit, dass das angekündigte Ereignis überhaupt eintritt, sind wiederum die Dimensionen „Zeit“ und „Raum“ bedeutsam. Die Genauigkeit in der räumlichen Eingrenzung ist relevant für die richtige Auswahl der zu mobilisierenden Hilfssysteme. Die Dimension „Zeit“ impliziert die Frühzeitigkeit der Warnung, d. h. den zeitlichen Abstand zwischen Warnung und Ereignis, mithin also den Vorbereitungszeitraum, der für Maßnahmen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes zur Verfügung steht.

### 3. Handlungs- und Wissensbedarf

Allen Prognosen zufolge wird die Erwärmung der Atmosphäre die Intensität von Extremwetterereignissen erhöhen. Die Stärke von Gewitterstürmen wird zunehmen, so dass mit einem höheren Schadenspotenzial pro Ereignis



gerechnet werden muss. Insbesondere Starkregenereignisse werden in großen Teilen der Bundesrepublik nicht nur intensiver, sondern auch häufiger auftreten, im Winter ggf. vergesellschaftet mit früher einsetzender Schneeschmelze.

Den steigenden Risiken regional begrenzter Überschwemmungen durch Sturzfluten, aber auch großräumig wirkender Hochwasserereignisse zu begegnen, erfordert Handlungen auf unterschiedlichen Ebenen. Alle Maßnahmen, die von vorneherein zu einer Abschwächung der Wirkung des entsprechenden Wetterereignisses beitragen könnten, hätten hierbei den größten protektiven Effekt. Auf wasserbauliche Anpassungen im Kontext des steigenden Hochwasserrisikos wurde bereits hingewiesen. Mit der durch die Richtlinie 2007/60/EG verbindlich geregelten Risikoabschätzung und einem ggf. staatenübergreifend koordinierten Hochwasserrisikomanagement könnte ein wichtiger Beitrag zum Schutz der menschlichen Gesundheit geleistet werden (Europäisches Parlament, 2007).

Eine Dokumentation von fast 300 Sturzflutereignissen der letzten Jahrzehnte in Deutschland sowie Handlungsempfehlungen zur Risikominimierung und Schadensbegrenzung liegen als Ergebnis des Projektes URBAS (Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten, 2005–2008) vor (URBAS, 2008). Als Vorbeugung von Sturzfluten infolge lokaler Starkregenereignisse kämen Anpassungen der Sielsysteme, die Reduktion lokaler Versiegelung sowie die Verbesserung der Wasseraufnahmekapazität der Böden in Frage. Für die Trinkwassergewinnung wären Gefahrenpotenziale, insbesondere Schwachstellen in der Abschirmung gegenüber verunreinigtem Oberflächenwasser bzw. der Schmutzwasserableitung zu identifizieren und zu beheben. Raum-, Bau- und Verkehrsplanung müssen die lokalen Risiken für Überschwemmungen berücksichtigen,

um die Gefährdung der Bevölkerung und der kritischen Infrastruktur möglichst gering zu halten. Kellergeschosse könnten z. B. durch umgebende niedrige Mauern vor eindringendem Wasser bei Sturzfluten gesichert werden. Hierdurch ließen sich Bau- und Vermögensschäden, aber auch Personenschäden bei Sturzfluten deutlich reduzieren. Den mit Stürmen vergesellschafteten Risiken für die Gebäudesicherheit könnte über konsequente Einhaltung der gegenwärtigen Bauvorschriften begegnet werden. Grünanlagen in den Städten, aber auch forstwirtschaftliche Flächen müssen unter Berücksichtigung der veränderten Wachstumsbedingungen von Bäumen geplant und bewirtschaftet werden.

Alle genannten Maßnahmen zielen explizit oder implizit auf den Schutz von Gesundheit. Die Umsetzung von mittel- und langfristigen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel tangiert allerdings die partikularen Interessen von Individuen, Kommunen, Ländern und dem Bund und erfordert eine entsprechende Sensibilisierung. Gleiches gilt für Anpassungen des Gesundheitssystems, des Rettungswesens und des Katastrophenschutzes an zukünftige Extremwetterereignisse. Im Rahmen der Strategieentwicklung sollten unter anderem die gegenwärtigen Zuständigkeiten auf ihre Zukunftsfähigkeit hin überprüft werden. Naturkatastrophen der Vergangenheit wie das Elbehochwasser 2002 haben unter anderem Hinweise für Schnittstellenprobleme auf den Ebenen der Koordinierung von Maßnahmen der Schadensabwehr innerhalb und zwischen Kommunen bzw. Landkreisen, den Ländern und dem Bund, aber auch zwischen den und innerhalb der beteiligten Organisationen geliefert (Broemme, 2002; Kirchbach et al., 2002; Lenk, 2007; Meusel/Kirch, 2005; Ministerium des Innern des Landes Sachsen-Anhalt, o.J.).

Eine umfassende Aufbereitung der Erfahrungen, die in der Bewältigung auch von anderen Katastrophen und Groß-

schadensereignissen bereits gemacht wurden, könnte darüber hinaus Erkenntnislücken, z. B. über besonders zu berücksichtigende Hochrisikogruppen der Bevölkerung, ggf. erforderliche spezifische Kompetenzen der Rettungskräfte oder riskante bzw. bewährte Einzelmaßnahmen in Abhängigkeit von der Problemkonstellation schließen und weiteren Forschungsbedarf konkretisieren helfen.

Nach wie vor ist der Erkenntnisstand über das Ausmaß der Gesundheitsschädigungen durch unterschiedliche Extremwetterereignisse und insbesondere über die Verteilung der Risiken und gesundheitlichen Folgen innerhalb der Bevölkerung auch international unzureichend (Ahern et al., 2005; Jakubicka et al., 2010). Methodologische Empfehlungen für Forschungszugänge sind erarbeitet worden (TFQCDM/WADEM, 2002), Erfahrungen mit systematischen Untersuchungen über die gesundheitlichen Auswirkungen von Katastrophen und die jeweiligen Antworten des Hilfesystems (health impact assessment of disasters) bestehen in einigen europäischen Länder bereits (van den Berg et al., 2008). Im Kontext der Anpassung an Klimaveränderungen bedürfen auch Extremwetterereignisse unterhalb der Katastrophe einer vergleichbaren systematischen Auswertung. Hier kommt der Analyse von Starkregen- und Gewittersturmereignissen sowie Sturzfluten eine hohe Bedeutung zu. Analog zu den Untersuchungen über das Elbehochwasser 2002 zeigt die Dokumentation von Sturzflutereignissen in Deutschland allerdings, dass Gesundheitsschäden in der betroffenen Bevölkerung im jeweiligen Ereignisfall bislang nicht oder allenfalls marginal erfasst wurden (URBAS, 2008). Wichtig wäre unter dem Aspekt der Wissensgenerierung für den Gesundheitsschutz zukünftig zumindest die Auswertung von Versorgungsdaten der Krankenhäuser und der ambulanten medizinischen Versorgung, da ohne sie spezifische Schädigungskonstellationen, aber auch langzeitige Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die Gesundheit nicht oder nur unzureichend erfasst werden können. Mit der Umsetzung eines Monitorings des Krankheitsgeschehens als ein Baustein zur Verbesserung des Bevölkerungsschutzes würde einem Anliegen der Innenministerkonferenz entsprochen (Ständige Konferenz der Innenminister und -senatoren der Länder, 2002).

Gleichfalls von Bedeutung ist die Generierung von Erkenntnissen über jeweils geeignete Kommunikationsformen für unterschiedliche Adressaten in unterschiedlichen Situationen, einschließlich der Erreichbarkeit von potentiell vulnerablen Bevölkerungsgruppen, wie z. B. alten Menschen, Menschen mit eingeschränkter Mobilität, Säuglingen und Kleinkindern, Schwangeren, Menschen mit psychischen Veränderungen, Menschen mit anderem Sprachhintergrund, Wohnungslosen oder substanzabhängigen Personen. Unter Berücksichtigung der demografischen Entwicklung, der Raumprognosen sowie der Prognosen zur Entwicklung der pflegerischen Versorgung wären neben

einer umfassenden Datenauswertung vergangener Extremwetterereignisse Modellrechnungen sinnvoll, die in die Anpassungsplanung sowohl Prognosen der Bevölkerungsentwicklung und -verteilung als auch Prognosen des Ausmaßes spezieller Bedürfnisse (bedingt z. B. durch eingeschränkte Mobilität, psychische Veränderungen, Sprachverständnisschwierigkeiten, Pflegebedürftigkeit) innerhalb der Bevölkerung einbeziehen.

Unter dem Aspekt der Sicherung kritischer Infrastruktur sollten nicht nur die Standorte, die bauliche Substanz und die Funktionsfähigkeit von Krankenhäusern, Feuerwehrezentralen, Rettungswachen usw. im Fokus stehen, sondern alle Gesundheitsdienstleistungen betrachtet werden. Prognosen der Entwicklung des Pflegebedarfs gehen z. B. davon aus, dass die Zahl der Pflegebedürftigen im Zeitraum von 2005 bis 2030 um knapp 60 % ansteigen und gleichzeitig die familiäre Unterstützungskapazität einen rückläufigen Trend aufweisen wird (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, 2008; BMFSFJ, 2005). Entsprechend wird der Bedarf an professioneller Pflege in den kommenden Jahrzehnten steigen. Selbst bei regional begrenzten Sturm-, Flut- und anderen Extremwetterereignissen ergeben sich insbesondere für ambulante Pflegedienste spezifische Problem- und Gefahrenlagen, die zu erhöhten Gesundheitsrisiken für die pflegebedürftigen Personen (z. B. durch zeitverzögerte oder ausbleibende Insulingaben oder Kontinenzversorgung), aber auch für die Pflegefachkräfte selbst führen können. Strukturelle Anpassungskonzepte sollten daher sowohl unter Einbeziehung der Vertragspartner, die den Sicherstellungsauftrag für die entsprechende Gesundheitsleistung haben, als auch unter Berücksichtigung der Expertise und Erfahrungen der entsprechenden Dienstleister entwickelt werden.

Insbesondere bei Stürmen und Gewittern lassen sich Gefährdungen der Gesundheit durch Aufenthalt in sicheren Gebäuden minimieren. Vor allem die im Zuge des Klimawandels zukünftig wahrscheinlich häufiger auftretenden schweren Gewitter mit regional begrenzten Stürmen, Starkregen und Sturzfluten sind jedoch nicht bereits Stunden, sondern erst wenige Minuten vor ihrem Einsetzen genau lokalisierbar. Aus dieser Problematik heraus ergeben sich für die Anpassung zwei Konsequenzen. Zum einen sollten alle Warnketten genutzt werden, die Informationen sehr kurzfristig und breit streuen können. Mit dem System der Sirenen steht in einigen Kommunen und Landkreisen noch eine geeignete Infrastruktur zur Verfügung, die zur bevölkerungsgerichteten Warnung vor Unwettern genutzt werden kann und daher unbedingt erhalten werden sollte. Sirenenwarnungen sollten dabei verlässlich mit konkreten Hinweisen über Radio, Fernsehen, Internet und/oder eine Hotline, die auch nachts freigeschaltet ist, kombiniert werden. Eine kontinuierliche Unterrichtung

der Bevölkerung über das Warnsystem und Verhaltensmaßnahmen bei erfolgter Warnung muss gewährleistet sein. Daher sollten in zweiter Konsequenz auf der kommunalen Ebene, aber auch überregional, verlässliche Absprachen über individuelle Verhaltensmaßnahmen der Bevölkerung und vor allem über die Gewährleis-

tung, z. B. der Kinderbetreuung in Schulen und Kindergärten oder die Öffnung öffentlicher Gebäude für Passanten bei drohenden Gewittern oder Starkregenereignissen, getroffen werden. Pilotvorhaben sollten gefördert, evaluiert und die Ergebnisse allgemein zugänglich gemacht werden.

## Literatur:

- Ahern M, Kovats S, Wilkinson P, Few R, Matthies F (2005): Global Health impacts of Floods: Epidemiologic Evidence. *Epidemiologic reviews* 27: 36–46.
- van den Berg B, Grievink I, Gutschmidt K, Lang T, Palmer S, Ruijten M, Stumpel R, Yzermans J (2008): The Public Health Dimension of Disasters — Health Outcome Assessment of Disasters. *Prehospital and Disaster Medicine* 23, Suppl.2: 55–59.
- Bourquet LB, Siegel JM, Kano M, Wood MM (2006): Weathering the Storm: The Impact of Hurricanes on Physical and Mental Health. *The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences* 604: 129–151.
- Broemme A (2002): die Hochwasserkatastrophe. Erfahrungen – Analysen – Konsequenzen. *Bevölkerungsschutz* 4-02: 8–11.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.) (2005): Fünfter Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland, S. 289 ff.
- Dotzek, N. (2003): An updated estimate of tornado occurrence in Europe. *Atmos. Res.* 67–68, 153–161.
- Europäisches Parlament und Rat (2007): Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23 Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken
- EEA - Europäische Umweltagentur (2010): Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe. An overview of the last decade. EEA Technical report No 13/2010
- Exner M, Gornik V (2004): Durch Trinkwasser übertragene parasitäre Zoonosen. *Giardiasis und Cryptosporidiosis*. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 47: 698–704.
- Hajat S, Ebi KL, Kovats RS, Menne B, Edwards S, Haines A (2005): Th Human Health Consequences of Flooding in Europe: a Review. In: Kirch W, Menne B, Bertollini R (Hrsg.): *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Springer. S. 185–196.
- Jakubicka T, Vos F, Phalkey R, Marx M, Guha-Sapir D (2010): Health impacts of floods in Europe. Data gaps and information needs from a spatial perspective. *MICRODIS* report. Universitätsklinikum Heidelberg, Institut für Public Health & Catholic University of Louvain, Brussels, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED
- Kessler R C, Galea S, Jones R T, Parker H A (2006): Mental illness and suicidality after hurricane Katrina. *Bulletin of the World Health Organization*, 84: 930–939.
- von Kirchbach H-P, Franke S, Biele H (2002): Bericht der Unabhängigen Kommission der Sächsischen Staatsregierung. *Flutkatastrophe 2002*.
- Lenk K (2007): Öffentliche Risikovorsorge und gesellschaftliche Sicherheitsbedürfnisse als Gegenstand der Politik. In: *Deutscher Städte- und Gemeindebund (Hrsg.): Bessere Koordination und Kommunikation. Zusammenfassung zur DStGB-Sicherheitskonferenz in Berlin 2006. DStGB Dokumentationen* 66, S. 34–39.
- Meusel D, Kirch W (2005): Lessons to be learned from the 2002 floods in Dresden, Germany. In: Kirch W, Menne B, Bertollini R (Hrsg.): *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Springer. S. 175–183.
- Ministerium des Innern des Landes Sachsen-Anhalt (Hrsg.) (o.J): *Hochwasser 2002 im Land Sachsen-Anhalt. Auswertung des Katastrophenschutzmanagements. Abschlussbericht der Arbeitsgruppe Hochwasser*.
- Ständige Konferenz der Innenminister und -senatoren der Länder (2002): *Neue Strategie zum Schutz der Bevölkerung in Deutschland. Beschluss vom 06.12.2002*. In: *Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.): Neue Strategie zum Schutz der Bevölkerung in Deutschland. Wissenschaftsforum, Band 4. 2. Auflage 2010*. S. 82.
- Stark K, Niedrig M, Biederbick W, Merkert H, Hacker J (2009): Die Auswirkungen des Klimawandels. Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten? *Bundesgesundheitsblatt* 52: 699–714.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.) (2008): *Demografischer Wandel in Deutschland, Heft 2: Auswirkungen auf Krankenhausbehandlungen und Pflegebedürftige im Bund und in den Ländern*. Wiesbaden, S. 24 f.
- Task Force on Quality Control of Disaster Management TFQCDM / World Association for Disaster and Emergency Medicine WADEM (2002): *Health Disaster Management: Guidelines for Evaluation and Research in the "Utstein Style"*. Chapter 2: *Methods used for disaster medical research*. *Prehosp Disast Med* 17 (Suppl 3): 25–30.
- URBAS - Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt; Fachhochschule Aachen, FB Architektur; Deutscher Wetterdienst, Meteorologisches Observatorium Hohenpreißenberg (Hrsg.) (2008): *Vorhersage und Management von Sturzfluten in urbanen Gebieten (URBAS); Schlussbericht*. <http://www.urbanesturzfluten.de> Zugriff 2011/03/18



## Datenblatt - Hochwasser durch Dauerniederschläge und/oder Schneeschmelze

### Ursache(n) der potentiellen gesundheitlichen Bedrohung/Gefahr:

(Was sind die Ursachen für die pot. gesundheitlichen Gefahren - im Sinne von Ereignissen)

- langanhaltende, großflächige Niederschläge (Bsp.: Mai 2010 Polen, Norddeutschland)
- geringe Wasserspeicherkapazität im Einzugsgebiet (Boden mit Wasser gesättigt, gefroren, Speicher gefüllt)
- rasche Schneeschmelze durch Warmlufteinbrüche und/oder starker Regen auf Schneedecke

**Wirkung auf die Gesundheit:** (Was sind die direkten und indirekten Auswirkungen der Ereignisse auf die Gesundheit?)

#### Direkt

- Unfälle, Ertrinken (Todesfolge)
- Unterkühlung (lebensbedrohlich)
- toxische Belastung, Infektionen (Kontakt mit verunreinigtem Oberflächenwasser)
- psychische Folgen (akute Belastungsstörung, Depression, Angststörungen)

#### Indirekt

- durch Schäden in der Infrastruktur:
  - unzureichende medizinische/pflegerische Versorgung → Krankheitsverschlimmerung
  - unzureichende Energieversorgung → Unterkühlung; Verderb von Nahrungsmitteln
  - Trinkwasserverschmutzung → Infektionen
  - Trinkwasser-/Nahrungsmittelknappheit → Störungen des Flüssigkeits- und Elektrolythaushaltes, Erschöpfung, Minderung der Abwehrkräfte
- durch Schimmel in den Gebäuden: Atemwegserkrankungen, Hautentzündungen etc.
- durch Toxineintrag in die Böden: anhaltende Schwermetall-/Toxinbelastung
- durch verbleibenden Schlamm und Wasserlachen: Vermehrung von Mikroorganismen und Krankheiten übertragenden Mücken (abhängig von Jahreszeit) → wassergebundene und vektorübertragene Infektionen
- durch Aufräum-/Trocknungsarbeiten: Verletzungen, Elektrounfälle, Belastung mit Toxinen

### Anpassungserfordernisse ,-möglichkeiten:

(Welche Anpassungsmöglichkeiten sind bekannt; wo bestehen Lücken?)

#### Hochwasserprävention:

##### Kurzfristig

- Verstärkung von Deichen, Dämmen

##### Mittelfristig

- Speichermanagement (Rückhaltebecken, Talsperren)

##### Langfristig

- Rückhaltemaßnahmen im Einzugsgebiet (Polder, Wälder)
- Hochwasserschutz (Dämme, Deiche; Aufstockung in der Höhe; Ausbesserung oder Erneuerung existierender Dämme; Neubau, wenn nötig)
- Stadt-/Landschaftsplanung: keine Ausweisung von Baugebieten in gefährdeten Gebieten
- Rückbau versiegelter Flächen; Verbesserungsmaßnahmen zur Entwässerung und Versickerung
- Renaturierung von kanalisiertem Fließgewässern

### Gesundheitsschutz bei Hochwasser:

#### Vorbeugend:

- Verbesserung der Koordinierung der Zusammenarbeit → Klärung von strukturellen Zuständigkeiten, regelmäßige Katastrophenschutzübungen
- Vorhalten adäquater Ausstattung
- Erhöhung der Selbstschutzkompetenz der Bevölkerung (Information, Schulung)
- Verbesserung der Frühwarnsysteme
- Sicherung kritischer Infrastruktur (Krankenhäuser & Rettungssystem, Energieversorgung, Trinkwasser, Kommunikationssystem, insbesondere Funknetz)

#### In der Situation:

- Wahrnehmung der Führungsverantwortung durch die Katastrophenschutzbehörden
- Verbesserung der Risikokommunikation mit der Bevölkerung
- Verbesserung der Kommunikation innerhalb des Hilfesystems
- Verbesserung der psychosozialen Betreuung (Bevölkerung/Helfende)
- systematische Evaluation unter Einbezug von Daten des regulären Versorgungssystems (Krankenhäuser, vertragsärztlicher Dienst, Pflegedienste: Ermittlung der kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen auf die Gesundheit)

#### (Hoch-)Risikogebiete: (Welche Gebiete sind besonders betroffen?)

Alle Flusseinzugsgebiete; Kartierung muss entsprechend Richtlinie 2007/60/EG erfolgen

#### Risikogruppen: (Welche Teile der Bevölkerung sind besonders betroffen?)

Bevölkerung in potentiellen Überflutungsgebieten

Innerhalb von Risikogebieten:

Säuglinge, Kleinkinder, alte Menschen

Menschen mit körperlichen und psychischen Einschränkungen

Menschen mit akuten und chronischen Erkrankungen

Menschen mit eingeschränktem Sprachverständnis

gesicherte Erkenntnisse für Deutschland liegen nicht vor → Untersuchungen zur Risikoverteilung sind dringend erforderlich.

#### Soweit bekannt: best practice Beispiel für Anpassung: (auf regionaler/lokaler Ebene)

- Hochwasserwarnsysteme der Bundesländer
- Hochwasserschutz (Rückhaltemaßnahmen am Rhein) Erneuerung des Hochwasserschutzes (bislang zu ca. 90%) nach 1997 an der Oder oder nach 1999 in Südbayern

Beispiele guter Praxis im Gesundheitsschutz: bislang keine umfassenden Untersuchungen in Deutschland vorliegend → Forschungsbedarf

## 4 Berichte aus den internationalen Arbeitsgruppen

Die Diskussionen in den internationalen Arbeitsgruppen hatten zum Ziel:

- die Überprüfung und Verbesserung der Handbuche-entwürfe für die öffentliche Gesundheitsvorsorge bei Hochwasser und Kälteereignissen sowie
- die Aktualisierung und Verbesserung der Leitlinien für die Entwicklung von Gesundheitsaktionsplänen bei Hitzeereignissen.

Die Diskussionen während des Treffens waren sehr hilfreich und interessant, insbesondere die Rückmeldungen aus den einzelnen Arbeitsgruppen. Man war sich über folgende Punkte einig:

- Frühwarnsysteme für Extremwetterereignisse sind von zentraler Bedeutung, damit entsprechende Maßnahmen überhaupt ergriffen werden können.
- Sowohl öffentliche Stellen als auch die medizinischen Fachkräfte benötigen weitere Fortbildungen und Informationen darüber, welche Maßnahmen zu ergreifen und wie die durch solche Systeme zur Verfügung gestellten Informationen zu nutzen sind. Wie bereits bei früheren Treffen besprochen und in früheren Dokumenten

dargelegt, wird vorgeschlagen, die Ausbildung des medizinischen Fachpersonals dahingehend zu erweitern, dass die Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die Gesundheit, und wie damit umzugehen ist, mit aufgenommen werden.

- Auch die Zusammenarbeit mit anderen Branchen wie Bau-, Bildungs- und Wohnungswesen ist von großer Bedeutung.
- Es ist unerlässlich, dass die Bedürfnisse der einzelnen Länder den entsprechenden Akteuren kommuniziert werden. Die einzelnen Länder werden eventuell unter Berücksichtigung der in den Handbuche-entwürfen enthaltenen Leitlinien ihre Gesundheitssysteme und Infrastruktur anpassen wollen.
- Informationsblätter sind für Katastrophenschützer ein wichtiges Werkzeug, sie müssen so schnell wie möglich ausgearbeitet und/oder aktualisiert werden.
- Immer noch gibt es nur vereinzelte Abschätzungen der wirtschaftlichen Kosten und der Vorteile einer Umsetzung von Aktionsplänen für Extremwetterereignisse, hier ist Abhilfe zu leisten.

### 4.1 Leitlinien für die Entwicklung von Gesundheitsaktionsplänen für Hitzeereignisse

Die Diskussion der Leitlinien für die Entwicklung von Gesundheitsaktionsplänen für Hitzeereignisse konzentrierte sich auf die Elemente, die in der 2008 veröffentlichten Fassung des Dokuments (Matthies et al., 2008) fehlten sowie auf die Erfahrungen mit diesem Dokument in einer Reihe von Mitgliedstaaten der Europäischen Region der WHO. Das Dokument hat sich bei der Entwicklung nationaler Pläne, z. B. in Kroatien (Planentwurf verfügbar) und der früheren Jugoslawischen Republik Mazedonien (Pilotprojekt Aktionsplan im Sommer 2010), als hilfreich erwiesen, es gibt aber noch eine Reihe von Punkten, die aktualisiert werden müssen. Man war sich einig, dass drei zentrale Bereiche des Dokuments der weiteren Bearbeitung bedürfen:

- Risikofaktoren
- Aus- und Weiterbildung und Kommunikation
- Anforderungen hinsichtlich Standards für die Maßnahmen und die Berichterstattung.

Es wurden aktuelle Forschungsdefizite besprochen und eine Liste von Bereichen aufgestellt, in denen weitere Studien notwendig sind (Einzelheiten s. u.).

#### Risikofaktoren

Für eine neue Ausgabe der Leitlinien wurden weitere Informationen zu sozioökonomischen Risikofaktoren eingefordert, damit sie bei der Erstellung der Aktionspläne für Hitzewellen besser berücksichtigt werden können. Das Dokument ist auch in Bezug auf hitzebedingte Krankheiten und die biologischen Wirkmechanismen, die zu einer Erhöhung des Risikos von hitzebedingten Krankheiten führen, noch nicht ausführlich genug.

Für die neue Ausgabe der Leitlinien für Gesundheitsaktionspläne für Hitzeereignisse werden Grundparameter für ein Risikobewertungssystem erarbeitet werden, das die unterschiedlichen Risikoniveaus unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen berücksichtigt und bewertet. Diese werden dem Anhang als zusätzliches Informationsblatt hinzugefügt.

#### Aus- und Weiterbildung und Kommunikation

Aus- und Weiterbildung sowie Kommunikation sind zentrale Elemente jeglicher Gesundheitsaktionspläne für Hitzeereignisse. Schulen könnte entsprechendes Material zu dem Thema zur Verfügung gestellt werden. Außerdem ist zu untersuchen, inwieweit das einzelnen Bevölkerungsgruppen zur Verfügung gestellte Informationsmaterial wirklich hilfreich ist. Das wird die Entwicklung von Informationsmaterial ermöglichen, welches auf spezifische Bevölkerungsgruppen ausgerichtet ist, um sicherzustellen, dass die zentralen Mitteilungen die richtigen Menschen erreichen. Das Leitliniendokument sollte deshalb Vorschläge für spezifische Bevölkerungsgruppen enthalten. Beim medizinischen Fachpersonal könnte dies zum Beispiel beinhalten, dass der Lehrplan um hitzebedingte Krankheiten und damit zusammenhängende Themen ergänzt wird. Auch Simulationen sind ein nützliches Mittel um sicherzustellen, dass die Maßnahmen vollständig umgesetzt und Ratschläge verstanden werden. Derartige Ansätze helfen dabei, Lücken zu identifizieren und wirklich ausreichende Maßnahmen sicherzustellen. Um die Informationsblätter im Anhang zu verbessern, sollten spezielle Blätter für besondere Zielgruppen wie Zuwanderer, im Freien Arbeitende und Touristen hinzugefügt werden.

#### Anforderungen hinsichtlich Standards

Internationale Standards sind für Maßnahmen in zwei Bereichen zu entwickeln:

- a) Monitoring und Evaluierung, wobei die Vor- und Nachteile sowie Grenzen von Maßnahmen aufzuzeigen sind, damit bei der Verwendung des Leitlinien-Dokuments gut informiert darüber entschieden werden kann, welche Indikatoren bei der Bewertung des Erfolgs solcher Aktionspläne zu verwenden sind.

- b) Behandlungsprotokolle für praktische Maßnahmen, z. B. zur Kühlung von Patienten während Hitzewellen.

Vorschläge hinsichtlich notwendiger Standards schließen bereits bestehende Standards, wie z. B. arbeitsmedizinische und sicherheitstechnische Standards, nicht aus. Sie sollten vielmehr zusammen mit bereits bestehenden Standards genutzt werden können und es wurde betont, dass in der aktualisierten Fassung des Dokuments bereits bestehende Standards detaillierter aufgeführt werden und beide Arten von Standards gleichzeitig greifen müssten.

#### Forschungslücken

Weitere Forschungsarbeiten zu den Auswirkungen von Hitzewellen wären u. a. in den folgenden Bereichen hilfreich: sozioökonomische Unterschiede, jüngere Bevölkerungsgruppen, Fragen der reproduktiven Gesundheit, Hitzewellen und Selbstmorde, geografische Unterschiede, kurz- und langfristige Auswirkungen von Hitzewellen, wirtschaftliche Kosten sowie Vorteile von Mundschutzmasken bei hoher Luftverschmutzung.

#### Gewonnene Erkenntnisse

Das gegenwärtige Leitliniendokument ist ein gutes Dokument, das sich seit seiner Veröffentlichung als hilfreiche Richtschnur für die Entwicklung von Gesundheitsaktionsplänen für Hitzeereignisse erwiesen hat. Dieser Erfolg ist insbesondere auf die Gliederung des Dokuments, mit dem Schwerpunkt auf Notfallmaßnahmen, gefährdeten Bevölkerungsgruppen und Flexibilität, zurückzuführen. Das Dokument muss jedoch noch weiter entwickelt werden.

Spezielle Vorschläge zur Verbesserung des Dokuments umfassten: ausführlichere Hinweise zur gesundheitsrelevanten Reaktion auf Hitzewellen, Fallstudien bezüglich der Verwendung der Leitlinien, einschließlich Darstellung, wie die Leitlinien bei speziellen Aktionsplänen Anwendung fanden, und Informationen hinsichtlich der Wirksamkeit der Pläne.

## 4.2 Vorsorge bei Kälteereignissen: Handbuch öffentliche Gesundheit

Die Mitglieder der internationalen Arbeitsgruppe zu Kälteeinbrüchen diskutierten auf ihrer Sitzung zwei Dokumente. Das erste Dokument war ein fachliches Hintergrunddokument zu den Auswirkungen von Kälte auf die Gesundheit, und das zweite eine Sammlung von Instrumenten, überschrieben „Vorsorge bei Kälteeinbrüchen: Instrumente im Bereich öffentliche Gesundheit“. Das Hintergrunddokument enthält fundierte und präzise Informationen zu den Auswirkungen von kaltem Wetter auf die Gesundheit und stellt eine wichtige Informationsquelle dar. Die Diskussionen in Bezug auf den Entwurf des Handbuchs konzentrierten sich auf zwei Bereiche: Punkte, die noch geändert werden müssen, und Bereiche, die noch der weiteren Diskussion und Entwicklung bedürfen.

### Vorgeschlagene Änderungen am Entwurf des Handbuchs

Eigentlich sollte das Handbuch drastisch gekürzt werden. Ein Vorschlag war der Einsatz von Hyperlinks in der Online-Version, um so den Zugang zu allen Informationen beizubehalten. Es wurde bestätigt, dass sich das Dokument vornehmlich an den Gesundheitssektor richten soll, der dann auch auf andere Sektoren Einfluss nimmt, die beim Schutz der Bevölkerung während Kältewellen beteiligt sind. Außerdem wurde vorgeschlagen, das Dokument anstelle als Instrumentensammlung als Informationspaket oder Handbuch zu bezeichnen, da das Hauptziel des Dokuments sei, vorbeugende Maßnahmen zu identifizieren und zu definieren und den Nutzer dabei zu unterstützen, Lücken im geplanten Vorgehen des entsprechenden Gesundheitssystems auszumachen und weniger, spezifische Methoden zu beschreiben (die in der Realität an den entsprechenden nationalen oder regionalen Gegebenheiten auszurichten sind). Als Titel wurde vorgeschlagen: „Informationspaket zur Vermeidung von Auswirkungen kalter Jahreszeiten und von Kältewellen“. Wichtig ist, auf bereits bestehende Hilfssysteme des öffentlichen Gesundheitswesens sowohl für die Langzeit- als auch Notfallplanung aufzubauen, da diese eine solide Grundlage für die weitere Arbeit darstellen und so Überschneidungen in der Planung vermieden werden. Im Normalfall muss die nationale Planung zwei Arten von Ereignissen abdecken: kalte Jahreszeiten im Allgemeinen und Ereignisse extrem kalten Wetters. Es wurde unterstrichen, dass für ein erfolgreiches Vorgehen eine Vernetzung auf internationaler, nationaler und lokaler Ebene von großer Bedeutung ist. Außerdem ist von zentraler Bedeutung, dass sich das Dokument auf das öffentliche Gesundheitswesen bezieht und Vorschläge zu koordinierten Maßnahmen mit anderen Sektoren, wie dem Wohnungswesen, Ener-

giewesen, kommunaler Verwaltung und Sozialdiensten enthält. Zu den wichtigsten Zielen gesundheitspolitischer Maßnahmen gehören neben dem Erreichen der am meisten gefährdeten Bevölkerungsgruppen auch das Bewusstsein in der Bevölkerung allgemein zu schärfen. Die angehängten Informationsblätter sind zu überarbeiten und anzupassen, damit sie nicht das längst Bekannte wiederholen und knapp und gut verständlich formuliert sind. Als zusätzliche Information sollte ein Informationsblatt für die Notdienste eingefügt werden.

### Bereiche für weitere Diskussionen

Es wurden in dem Dokument drei zentrale Bereiche ausgemacht, die einer weiteren Diskussion bedürfen. (i) *die Notwendigkeit einer Bewertung der Vorsorgemaßnahmen, um sicherzustellen, dass sie ausreichen. Dies betrifft insbesondere Warnsysteme und Vorbeugemaßnahmen, die sich an spezielle Untergruppen der Bevölkerung wenden.* (ii) *Informationen und Hinweise im Dokument zum Umgang mit Notsituationen wie einem Stromausfall während einer extremen Kälteperiode.* (iii) *ist es unerlässlich, dass Informationsblätter mit zentralen Aussagen für die öffentliche Gesundheit so bald wie möglich zur Verteilung fertiggestellt werden.*

## 4.3 Ein Handbuch für den Gesundheitssektor zur Vorsorge und Reaktion bei Hochwasser

Bei der Diskussion des Entwurfs für das Handbuch zur Vorsorge und Reaktion bei Hochwasser wurde bei einer Reihe von Punkten Einigkeit erzielt, während einige andere Bereiche noch weiterer Überarbeitung und Diskussion bedürfen.

### Punkte, bei denen Übereinstimmung erzielt wurde

Es ist unabdingbar, dass der Gesundheitssektor als zentraler Akteur eingeschlossen wird und bei jeglicher Planung und Umsetzung von Hochwasserschutzstrategien eine wichtige Rolle spielt, aufbauend auf dem All-Hazard-Ansatz der WHO.

Eine neue, pragmatischere und einfacher zu handhabende Definition von Hochwasser ist notwendig, um die Effizienz und Effektivität des Dokuments und der darin enthaltenen Maßnahmen zu erhöhen. Folgende Definition wurde vorgeschlagen: „Ein Hochwasser ist eine Zunahme der Wassermenge, die sich signifikant auf das menschliche Leben und Wohlbefinden auswirkt.“

Für das Dokument im Entwurfsstadium wurde auch ein neuer Titel vorgeschlagen: „Planung für die Gesundheit im Falle von Hochwasser: ein Handbuch“; denn das Wort Instrumentensammlung spiegelt den Inhalt des Dokumentenentwurfs nicht präzise wider. Außerdem befürworteten die Teilnehmer die Verwendung von Konzepten wie Anfälligkeit, Widerstandsfähigkeit und Vorbeugung in dem Dokument. Das fachliche Hintergrunddokument sei eine bedeutende Faktengrundlage für das Handbuch und daher würde es begrüßt, wenn es als Anhang bzw. parallel zu der Endfassung des Handbuchs veröffentlicht werden würde.

### Bereiche weiterer Überarbeitung und Diskussion

Das Handbuch muss darauf abzielen, eine verstärkte Zusammenarbeit mit anderen Sektoren zu beschreiben; Informati-

### Literatur:

Matthies, F. et al. (eds) (2008). Heat health action plans – a guidance document. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, Available at: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/95919/E91347.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/95919/E91347.pdf) (accessed on 9 May 2011).

onsblätter für Katastrophenschutzfachleute sind ein wichtiger zusätzlicher Anhang an das Dokument. Ähnliche Informationsblätter sollten auch grundlegender Bestandteil des Leitfadens für Hitzewellen und des Handbuchs für Kälteereignisse sein. Da es sich außerdem um ‚lebende‘ Dokumente handle und sich die in ihnen enthaltenen Informationen und Ratschläge aufgrund neuerer Forschungsergebnisse weiterentwickeln und auch verändern könnten, wurde vorgeschlagen, dass die Dokumente einem zweijährigen Revisionszyklus unterworfen sein sollten, um die Informationen zu aktualisieren und gegebenenfalls aufgetauchte Lücken zu schließen.

Die Teilnehmer identifizierten zwei zentrale Forschungsdefizite in Bezug auf die Hochwasservorsorge und -hilfe: a) *die langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen für Hochwasseropfer* und b) *eine standardisierte Methode zur Dokumentation aller Gefahrenereignisse und der Datensammlung, um Datenabgleich und Informationsaustausch zu erleichtern.*

Aus nationaler Sichtweise heraus wurde darauf hingewiesen, dass das Planungshandbuch für Gesundheit im Falle von Hochwasser in vielen Punkten dem deutschen Hochwasseraktionsplan ähneln würde, es bestehe jedoch im Allgemeinen die spezifische Notwendigkeit weiterer Forschung zur Optimierung von Wettervorhersagen, sowie die Notwendigkeit der Gewinnung von empirischen Daten in Bezug auf gesundheitliche Gefahren. Außerdem ist es vor allem wichtig, zusammen mit Notfalldiensten weiter an einer genauen Definition und an der Entwicklung von Bewertungskriterien zur Bestimmung von gefährdeten Gruppen zu arbeiten, um sicherzustellen, dass Maßnahmen und Kommunikation diese Gruppen auch erreichen und schützen.

## 5 Impulsvortrag Biometeorologie Auswirkungen des Wetters auf die menschliche Gesundheit

Dr. Eva Wanka, Ludwig-Maximilians-Universität München

Meteorologische Parameter sind ein wichtiger Bestandteil der physikalischen Umwelt, sie sind allgegenwärtig und wirken sich auf Gegenstände und Organismen aus, auch auf den Menschen. Ob jedoch nur einzelne meteorologische Parameter für die Einflüsse auf den Menschen verantwortlich sind oder der Gesamtzustand der Atmosphäre betrachtet werden muss, ist bislang nicht geklärt. Die meteorologischen Parameter bewirken in der Regel jedoch keine Erkrankungen, können aber an Schwachstellen des Körpers angreifen. Diese Schwachstellen sind meistens Vorerkrankungen unterschiedlichster Art.

Im deutschsprachigen Raum wird häufig unterschieden zwischen der Wetterfühligkeit als Auftreten von meist subjektiv empfundenen, unspezifischen Störungen des Allgemeinbefindens und der Wetterempfindlichkeit als Auftreten oder Verstärkung von Symptomen, die einer bestimmten Grunderkrankung zugeordnet werden können. Der Übergang von Wetterfühligkeit zu Wetterempfindlichkeit kann fließend, bzw. eine Abgrenzung dieser beiden Reaktionsformen voneinander nur schwer möglich sein.

Dass viele Menschen auf bestimmte meteorologische Parameter mit eingeschränktem Wohlbefinden bis hin zu Krankheitssymptomen reagieren, ist durch zahlreiche Studien belegt. Häufig sind Personen mit Atemwegs- oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen betroffen.

Drei bundesweite Umfragen, die im Jahr 2001 durchgeführt wurden, kamen zu dem Ergebnis, dass – je nach Umfrage – 29,1% bis 54,5% der 70 Millionen in Deutschland lebenden Menschen (> 15 Jahre) glauben, das Wetter habe einen Einfluss auf ihre Gesundheit. Dies sind in Deutschland bis zu 38 Millionen Menschen, älter als

15 Jahre. Dabei sind Frauen und Ältere häufiger betroffen als Männer und Jüngere.

Da bisher publizierte Studien häufig den Schwerpunkt auf Mortalität oder Krankenhauseinweisungen legten und andere Datenquellen als Morbiditätskriterium sehr selten berücksichtigt wurden, gilt es, Indikatoren zu bestimmen, welche die menschliche Gesundheit beeinflussen. Im zweiten Schritt soll ein Gesundheitsindex mit direktem Bezug zu bestimmten Morbiditäten entwickelt werden, der regelmäßig bestimmt und vorhergesagt wird sowie der Information spezieller Zielgruppen dient. Die dazu notwendigen statistischen Auswertungen berücksichtigen eine große Anzahl von Kovariablen (Konvergenzeffekte), verzögerte Kovariableneffekte (Autokorrelationseffekte) und räumliche Abhängigkeiten (zufällige, unstrukturierte sowie systematische, räumliche Effekte). Ein Vergleich der durch vier unterschiedliche Modelle prädiktierten Anzahlen mit den Beobachteten hat gezeigt, dass für Bayern eine Prognose basierend auf administrativen Daten für den Untersuchungszeitraum die besten Werte vorhergesagt hat.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einfluss des Wetters auf den Menschen altersabhängig, geschlechts- und regionalspezifisch ist und dass bestehende Vorerkrankungen nicht außer Acht gelassen werden dürfen. Unterschiedlichste Studien zeigen, dass nicht nur extreme (atmosphärische) Situationen auf den Menschen wirken, sondern vor allem auch Änderungen in der Atmosphäre einen großen Einfluss haben. Wichtig ist, dass vor allem Informationen sinnvoll gebündelt und zielgruppenorientiert kommuniziert werden. Aber auch Prognosen oder mögliche Indices müssen leicht verständlich für die jeweilige Zielgruppe aufbereitet werden.

### Literatur:

#### Einflüsse des Wetters auf den Menschen

Wanka, E.R., Nowak, D. (2009): Umweltmedizinische Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V. (DGAUM) – Auswirkungen des Wetters auf die menschliche Gesundheit. Arbeitsmd.Sozialmed. Umweltmed. 44 (11), S. 599-605

#### Ergebnisse einer deutschlandweiten Umfrage

von Mackensen, S., Hoeppe, P., Maarouf, A., Tourigny, P., Nowak, D. (2005): Prevalence of weather sensitivity in Germany and Canada. Int J Biometeorol 49, S. 156–166, DOI 10.1007/s00484-004-0226-2

#### Gesundheitsindex als morbiditätsspezifische Prognose

Bayerstadler, A. (2010): Analyse potenzieller Einflussgrößen für das Auftreten pneumologischer Erkrankungen und Entwicklung eines zeitlich-räumlichen Prognosemodells. Diplomarbeit im Studiengang Statistik, Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik, Ludwig-Maximilians-Universität München

## 6 Fazit und Ausblick

Der Klimawandel kann in den nächsten Jahren und Jahrzehnten zu einer Zunahme von Extremwetterereignissen mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen. Daher müssen frühzeitig notwendige Präventions- und Anpassungsmaßnahmen vorbereitet werden, um einen effektiven Schutz beziehungsweise die rechtzeitige Anpassung der Bevölkerung zu ermöglichen. Sowohl der nationale als auch der internationale Teil der Konferenz wurde daher in unterschiedliche Themen untergliedert, die im Zusammenhang mit gesundheitlichen Belastungen stehen, welche durch Extremwetterereignisse hervorgerufen werden können. Die nationalen Arbeitsgruppen gliederten sich in die Themen (1) *thermische Belastung*, (2) *Strahlung und Lufthygiene* sowie (3) *Wind und Wasser*. Die internationalen Arbeitsgruppen widmeten sich den Bereichen (1) *Stürme/Überschwemmungen*, (2) *Hitzeperioden* und (3) *Kältewellen*.

Die durch das Bundesumweltministerium initiierte Konferenzstruktur wurde außerordentlich positiv aufgenommen, da sie erstmals die direkte Kommunikation zwischen nationalen und internationalen Experten ermöglichte. Die

Zusammenarbeit von Bundesumweltministerium, Umweltbundesamt, Deutschem Wetterdienst und Weltgesundheitsorganisation im Rahmen dieser Konferenz wurde als äußerst zielführend bewertet.

Neben den unterschiedlichen Behördenebenen war auch die Teilnahme der Experten unterschiedlicher Fachrichtungen ein Novum. Die Einbeziehung verschiedener, für die Thematik relevanter Disziplinen, wie Umweltforschung, Gesundheitsforschung, Verbraucherschutz, Verwaltung und Katastrophenschutz, wurde von allen Teilnehmern ausdrücklich begrüßt. Insbesondere die vielfältige Expertise, welche durch die unterschiedlichen fachlichen Hintergründe der Teilnehmer zusammen kam, war eine Bereicherung für die Veranstaltung und brachte an vielen Stellen neue und wertvolle Beiträge für die Diskussionen.

National wie auch international konnte Übereinstimmung vor allem bei den Themen Hitze sowie Überschwemmungen und Starkniederschläge in ihrer Bedeutung für die menschliche Gesundheit und der Notwendigkeit für



Präventions-, Anpassungs- und Schutzmaßnahmen erzielt werden.

Für Deutschland wurde während der Veranstaltung insbesondere die Evaluierung vorhandener Strukturen und Systeme gefordert. Das Bundesumweltministerium wird daher in den nächsten Jahren eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit existierender Anpassungs- und Frühwarnsysteme in Kooperation mit den Bundesländern und Kommunen initiieren, um deren Effektivität zu analysieren. Dabei wird ein Hauptaugenmerk auf den bestehenden Kommunikationsstrukturen und ihrer Effizienz liegen. Darüber hinaus sollen Netzwerke in Form von Kommunikationsplattformen etabliert werden, in denen sich unter anderem Akteure aus den Bereichen Umwelt, Gesundheit und Stadtplanung über gesundheitliche Effekte sowie Präventions- und Anpassungsmaßnahmen austauschen können. Durch den so verbesserten horizontalen Informationsaustausch auf regionaler und lokaler Ebene besteht die Möglichkeit, Synergien auszubauen und zu nutzen.

Besondere Beachtung sollte darüber hinaus der Vermeidung von Fehlanpassungen sowie Anpassungsmaßnahmen, die den Ausstoß klimaschädlicher Gase weiter steigern würden, gegeben werden. Mögliche Maßnahmen zur Anpassung müssen vor ihrer Implementierung entsprechend bewertet werden.

Das Regionalbüro für Europa der WHO wird im Nachgang zur Konferenz die dort diskutierten Papiere (1) *Leitlinien für die Entwicklung von Gesundheitsaktionsplänen für Hitzeereignisse*, (2) *Vorsorge bei Kälteeinbrüchen: Handbuch öffentliche Gesundheit* und das (3) *Handbuch zur Vorsorge und Reaktion bei Hochwasser* weiter erarbeiten und diese dann nach und nach fertig stellen und veröffentlichen.

Für 2012 ist vom Bundesumweltministerium in Zusammenarbeit mit der Weltgesundheitsorganisation eine Konferenz geplant, die sich u. a. mit den ökonomischen Kosten gesundheitlicher Auswirkungen des Klimawandels befassen wird, um eine monetäre Quantifizierung gesundheitlicher Folgen des Klimawandels vornehmen zu können. Insbesondere für Kosten-Nutzen-Analysen von Anpassungsmaßnahmen können derartige Informationen einen wichtigen Beitrag liefern und so vielfach die Vorteile rechtzeitiger Prävention und Anpassung aufzeigen.

