

GESUNDHEITLICHE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL



Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt
Pressestelle
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: pressestelle@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Autoren: Dr. Hans-Guido Mücke,
Dr. Jutta Klasen,
Oliver Schmoll,
Dr. Regine Szewzyk

Stand: April 2009

**Gestaltung und
Druck:**

UBA

**Titelfoto und
Bilder:**

Fotolia.de

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier



1. Einleitung

Die Konstante am Klima ist der Wandel. Von jeher haben wechselnde Warm- und Kaltzeiten die Geschichte der Erde und der Menschheit geprägt. Es gilt als gesichert, dass der Mensch die Phase einer natürlichen Klimaerwärmung zusätzlich und nachhaltig verstärkt, vornehmlich durch seine industriellen Aktivitäten innerhalb der letzten zwei Jahrhunderte. In den letzten 100 Jahren nahm die globale bodennahe Mitteltemperatur um $0,74\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu. Der Weltklimarat (IPCC) erwartet, dass die globale Durchschnittstemperatur durch anthropogene Einflüsse noch in diesem Jahrhundert in Europa um weitere $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ansteigt. Nach derzeitigen Prognosen wird in Deutschland die Häufigkeit von Niederschlägen vor allem im schneeärmeren Winter und Frühjahr zunehmen – hingegen sind trockenere Sommer möglich¹. Zudem wird erwartet, dass der Klimawandel zu einem Anstieg der Häufigkeit von Wetterlagen mit extremer Wirkung führt. Eine Häufung wetterbedingter Extremereignisse, wie zum Beispiel Hitzewellen und Starkniederschläge mit Überflutungen, die immer ein gesundheitliches Gefährdungspotential bergen, ist auch für Deutschland wahrscheinlich².

Generell ist das Wissen über die gesundheitlichen Folgen veränderter Umweltbedingungen im Zuge des Klimawandels derzeit noch sehr lückenhaft und beruht weitestgehend auf Expertenannahmen. Genauere Untersuchungen fehlen bislang³.

2. Auswirkungen des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit

Der Mensch befindet sich permanent in einer Auseinandersetzung mit den klimatischen Bedingungen seiner Umwelt. Er reagiert mit körperlichen Anpassungsreaktionen auf diese Reize,

die in Extremsituationen jedoch den Organismus überfordern können. Daraus ergibt sich ein Zusammenhang zwischen diesen Reizen und der Gesundheit sowie Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden. Gesundheitliche Auswirkungen werden in der Regel nicht von einem einzelnen Faktor bestimmt, sondern von mehreren. Gesundheitliche Beeinträchtigungen bei sommerlichen Hochdruckwetterlagen sind zum Beispiel die Folge einer erhöhten Wärmebelastung, hoher UV-Strahlungsintensität und erhöhter bodennaher Ozonkonzentration.

Klimaänderungen wirken sich direkt und indirekt auf die Gesundheit des Menschen aus. Direkte Auswirkungen werden zum Beispiel durch Temperaturextreme, wie bei Hitzewellen, oder auch wetterbedingte Extremereignisse, wie Stürme, Hagelschläge, Starkniederschläge, Hochwasser, Lawinenabgänge oder Erdbeben verursacht. Indirekte gesundheitliche Auswirkungen und Risiken treten durch nachteilig veränderte Umweltbedingungen als Folge der Klimaänderungen auf. Dazu gehören unter anderem die Beeinträchtigung der Qualität und Quantität von Trinkwasser oder das veränderte Auftreten biologischer Allergene⁴.



Schließlich können die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels nicht nur in Form physischer Art, wie beispielsweise Verletzungen oder Tod, sondern auch als soziale und psychische Belastungen und Störungen wie Stress, Angstzustände und Depressionen auftreten. In jeder Gesellschaft gibt es Menschen mit einer erhöhten Vulnerabilität (Verletz- bzw. Verwundbarkeit besonders gefährdeter Personengruppen). Letztlich betreffen die Gesundheitsrisiken des Klimawandels alle Menschen. Neben politisch initiierten Anpassungsmaßnahmen gilt es, auf individueller Ebene aber auch persönliche Bewältigungsstrategien (Coping), zum Beispiel durch vorbeugendes gesundheitsbewusstes Verhalten zu entwickeln. Die Überalterung der Gesellschaft und damit die Zunahme der am meisten von den direkten Wirkungen des Klimawandels betroffenen Bevölkerungsgruppe macht Deutschland besonders „verwundbar“ gegenüber den gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels³.

Es gilt, die nationalen Anpassungsmaßnahmen auch in die Netzwerke internationaler Aktivitäten einzubinden, mit diesen abzugleichen und zu harmonisieren, insbesondere innerhalb der EU und in der WHO-Region Europa. Hierzu seien vor allem die beiden aktuellen Prozesse der EU-Strategie zum Klimawandel und der Entwicklung und Organisation von auf den Klimawandel ausgerichteten Gesundheitssystemen⁵ erwähnt.

3. Konkrete gesundheitliche Auswirkungen in Deutschland

In Deutschland klagen die meisten Menschen über kaltes und nasses Wetter. Daraus resultiert eine grundsätzliche Sehnsucht nach schönerem Wetter mit wärmeren Temperaturen. Für das Wohlbefinden und die Gesundheit wird eine Verbesserung der heimischen Wetterbedingungen mit einer Erhöhung der Zahl der Sommertage mit Maximaltemperaturen von über 25 °C (im Mittel 1975: 45 Tage; 2006: 55 Tage) von vielen Menschen als positiv angesehen.

Konkret können erhöhte Minimaltemperaturen während zunehmend milderer Winter einen positiven Gesundheitseffekt haben. Theoretisch verringert sich durch eine geringere Anzahl von Frosttagen nicht nur die Gefahr für Unterkühlungen sondern auch die Häufigkeit von Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wobei solche Gesundheitsrisiken eng an sozioökonomische Faktoren geknüpft sind, wie unzureichende Wohnverhältnisse. Ob sich dadurch die Winter-

sterblichkeit reduziert, ist umstritten. Die im Vergleich zum Sommer allgemein erhöhte Mortalität im Winter hängt überwiegend mit Infektionskrankheiten zusammen, auf die thermische Bedingungen nur einen indirekten Einfluss haben³. Negative gesundheitliche Auswirkungen sind jedoch als Folgen von wetterbedingten Extremereignissen, die möglicherweise in einem Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen, anzusehen. Hierzu zählen die Auswirkungen der Stark- und Dauerniederschläge, wie zum Beispiel das



Elbe- (Sommer 2002) und das Alpen-Hochwasser (Sommer 2005), das Sturmtief des Orkans Kyrill (Winter 2007) und die der weiter unten behandelten Hitzewelle (Sommer 2003).

Das Land Bayern befürchtet eine überproportionale Erwärmung der Region, da die Klimaerwärmung in den Alpen in den vergangenen 100 Jahren etwa 3 °C betrug. Die Bayerische Staatsregierung reagierte kürzlich mit dem „Klimaprogramm Bayern 2020“, in dem 350 Millionen Euro bereit gestellt werden, um Maßnahmen zum Klimaschutz in Bayern weiter zu fördern. Ein Teil dieses Etats ist auch für Forschungsvorhaben zu den gesundheitlichen Folgewirkungen des Klimawandels vorgesehen: http://www.lzq-bayern.de/aktuell_wgt.htm.

In Perioden extremer Hitze sind in Deutschland besonders der Oberrheingraben sowie großstädtische Ballungsräume gefährdet, vornehmlich solche, die klimatisch ungünstig liegen, wie in Kessel- und Tallagen. Städtische Ballungsräume



verursachen einen thermischen Effekt, der sich im Vergleich zum ländlichen Umland als ‚Wärmeineffekt‘ negativ bemerkbar macht. Dies vor allem mit einer zum Teil deutlich höheren Lufttemperatur in den für die Erholung wichtigen kühleren Nächten⁶. In Nächten mit hoher Lufttemperatur, sogenannten Tropennächten, in denen die Minimaltemperatur 20 °C nicht unterschreitet, kann sich der Körper weniger gut erholen als bei niedriger Temperatur.

Trotz eines gut ausgebauten Gesundheitssystems wird in Deutschland einer notwendigen Anpassung an Klimaänderungen – durch Warnsysteme, Aufklärung und Sensibilisierung, klimagerechte Architektur und Stadt- und Landschaftsplanung und andere mehr – bisher noch nicht ausreichend Rechnung getragen. Es gilt, geeignete Strategien für die Vor- und Nachsorge von klimabedingten Gesundheitsproblemen zu entwickeln^{3;5}. Diese Aufgabe wollen Bund und Länder ressortübergreifend mit der Erstellung und Umsetzung einer Deutschen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in den kommenden Jahren angehen.

4. Effekte von Hitzewellen auf die Gesundheit

Perioden extremer Hitze, sogenannte Hitzewellen, belasten den menschlichen Organismus unmittelbar. Betroffen ist vor allem das Herz- und Kreislaufsystem.

Den Einfluss von Hitzewellen auf die Sterblichkeit zeigte eine Untersuchung aus Baden-Württemberg für den Sommer 2003. Danach waren etwa 2000 zusätzliche Todesfälle festzustellen, wobei 66 Prozent davon auf den Monat August entfielen. Nach Hochrechnungen wird für Deutschland von etwa 7000 zusätzlichen Todesfällen durch direkte hitzebedingte Erkrankungen – wie einen Hitzschlag – sowie durch vorhandene Vorerkrankungen – beispielsweise des Herz-Kreislaufsystems, der Nieren und Atemwege – und durch Stoffwechselstörungen ausgegangen. Die Hitzewelle 2003 forderte vor allem bei den über 75-jährigen viele Todesopfer. Es wird angenommen, dass die Sterblichkeit in Deutschland im Sommer 2003 bei höherer Luftfeuchtigkeit noch wesentlich höher gewesen wäre⁷.

Es gilt als sehr wahrscheinlich, dass länger andauernde Hitzeperioden in Deutschland zukünftig häufiger auftreten². Für die EU-Staaten wird von einer Zunahme der Mortalität um 1-4% für jedes Grad Temperaturanstieg ausgegangen⁸.

Besonders gefährdete Personen

Für gesunde Erwachsene gibt es in Deutschland bei normaler Lebensführung und ausreichender Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme auch bei länger andauernden Hitzeperioden in der Regel keine gesundheitlichen Gefahren. Ältere Menschen und Menschen mit gesundheitlich eingeschränkter Anpassungsfähigkeit können aber bei





Hitzewellen in Gefahrensituationen geraten und bedürfen daher eines besonderen Schutzes. Dabei spielen nicht nur Vorerkrankungen eine besondere Rolle: Neben Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Erkrankungen des zentralen Nervensystems, die mit einer Demenz oder Einschränkung der körperlichen Bewegungsfähigkeit einhergehen, können auch Medikamente, die auf den Wasserhaushalt oder Kreislauf wirken sowie der Konsum von Drogen und Stimulantien – etwa Alkohol, Koffein – Einfluss auf die Anpassungsfähigkeit des Körpers nehmen. Die thermophysiologische Wärmebelastung kann an heißen Tagen oder an Tagen mit extremer Hitze die Gesundheit gefährden. Flüssigkeitsmangel, eine Verschlimmerung von Vorerkrankungen, Hitzekrämpfe sowie Sonnenstich und Hitzschlag können die Folge sein. Ernstzunehmende Warnzeichen des Körpers sind: Kreislaufbeschwerden, Muskelkrämpfe in Armen und Beinen, Bauchkrämpfe, Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Erbrechen, erhöhter Puls, ein Gefühl der Erschöpfung oder von Unruhe, Verwirrtheit und ein trockener Mund⁹. Hilfebedürftigkeit und soziale Vereinsamung führen ebenfalls oft zu einer ungewollten Unterlassung ausgleichend wirkender Maßnahmen, zum Beispiel bei der Flüssigkeitsversorgung und Flüssigkeitsaufnahme.

Bei älteren Menschen und Menschen mit beschränkter Anpassungsfähigkeit ist die Regulierung der Körpertemperatur gestört oder verlangsamt. Das Durstgefühl nimmt ab. Sie trinken zu wenig. Gleichzeitig sinkt die Fähigkeit zu schwitzen, was wiederum die Wärmeabgabe einschränkt. Bei erstmalig auftretender Hitze im

Frühsommer und während Hitzewellen sind ältere Menschen besonders gefährdet, da dem Organismus die Zeit zur Anpassung an hohe Lufttemperaturen fehlt. Der Organismus ist extrem belastet. Hitzeschäden, vor allem Hitzeerschöpfung mit Austrocknung (Exsikkose) und Hitzschlag können die Folge sein.

Neben den älteren, pflegebedürftigen oder kranken Menschen sind aber auch Kleinst- und Kleinkinder gefährdet.

Anpassungs- und Vorsorgemaßnahmen

Als Konsequenz des Hitze-Sommers 2003 wurden Frühwarnsysteme mit lokal oder regional angepassten Vorschlägen für Interventionsmaßnahmen entwickelt, die zeitlich und räumlich konkretisierte Warnungen ausgeben und Verhaltensregeln empfehlen. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat ein Hitzewarnsystem eingerichtet, welches durch Frühwarnvorhersagen an die Bundesländer, im Bedarfsfall auch an die Landkreise, über bevorstehende Hitzeperioden informiert: <http://www.dwd.de/hitzewarnung>. Diese Informationen werden den Leitstellen der Bundesländer zur Verfügung gestellt, damit diese rechtzeitig Maßnahmen einleiten können.

Durch Hitze bedingte Erkrankungen und Todesfälle können weitgehend vermieden werden⁸, beispielsweise durch Verbesserung der Bereitschaft und Handlungsfähigkeit der Gesundheitssysteme, durch eine vermehrte und verbesserte Information und Aufklärung der Bevölkerung und im Besonderen des medizinischen Fach- und Pflegepersonals über die gesundheitlichen Gefahren bei Hitze und mögliche Vorsorgemaßnahmen. Das Hauptaugenmerk ist dabei darauf zu richten, der Dehydrierung des Menschen entgegen zu wirken. Das Umweltbundesamt (UBA) und verschiedene Bundesländer haben hierzu Informationsmaterialien herausgegeben:

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3519.pdf> und <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/sommerhitze-laenderinfos.htm>.

Um der gesamten Bevölkerung und insbesondere den genannten Risikogruppen bei Hitzewellen eine Entlastung zu bieten, sind Anpassungsmaßnahmen durch eine geeignete Architektur sowie Stadt- und Landschaftsplanung unerlässlich. Gerade in intensiv versiegelten Siedlungsbereichen von Städten und Ballungszentren gilt es, in Zukunft eine über unverbaute Frischluftkorridore optimierte Frischluftzufuhr zu gewährleisten, sowie durch eine extensivere Stadtbegrünung – Parks und Grünflächen – für vermehrte ‚Kält-



einseln' zu sorgen. Hierzu eine beispielhafte Orientierung: Der Grad der Oberflächenversiegelung betrug im Jahr 1990 in Paris 97,8 Prozent, in München 75,4 Prozent und in Berlin 68,5 Prozent¹⁰. In jedem Falle sollte dem Trend einer weiteren Versiegelung von Freiflächen durch Siedlungs- und Verkehrsflächen entgegen gewirkt werden^{6:7}.

Darüber hinaus ist in Gebäuden für ausreichende Isolation und (passive) Kühlmöglichkeiten zu sorgen. Südwärts exponierte Fenster könnten mit schattenspendenden Fensterläden ausgestattet werden, zum Beispiel mit Klapp- und Ausstellfunktion. In Innenräumen bewirkt die Aufheizung der Räumlichkeiten bei Hitze, dass vermehrt Schadstoffe aus Bauprodukten und Inventar in die Raumluft austreten. Überdies sinkt die allgemeine

Behaglichkeit in Innenräumen bei steigenden Raumlufttemperaturen oberhalb von 26 bis 27 °C rapide^{6:11}. Im Sinne des Klimaschutzes ist der Nutzung nachhaltiger Energien der Vorzug zu geben, beispielsweise durch solare Kühlung³. Aktive Kühlung im Sinne des Einsatzes von Klimaanlage sollte vornehmlich auf die Einrichtungen wie Krankenhäuser, Pflegestationen und Altersheimen konzentriert sein, in denen sich pflegebedürftige Menschen aufhalten. Bei nicht fachge-

rechter Anwendung kann die Klimatisierung wie etwa im häuslichen Bereich zu hygienischen und gesundheitlichen Sekundärproblemen führen.

Anlässlich des Weltgesundheitstages 2008 unter dem Motto ‚Schutz der menschlichen Gesundheit vor dem Klimawandel‘, haben das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) und die Landeszentrale für Gesundheit ein Begleitsymposium ‚Klimawandel und Gesundheit‘ durchgeführt: http://www.lzg-bayern.de/aktuell_wgt.htm¹². Das LGL kündigte an in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Biogeographie der Universität Bayreuth in nächster Zukunft ein Projekt in Bayern (‚KLIMZUG‘) zu starten, welches sich mit den Auswirkungen von Hitzewellen auf die menschliche Gesundheit befasst. Es sollen das Hitzewarnsystem in Bayern optimiert sowie Daten gesammelt werden, die Aufschluss über den Zusammenhang von Temperatur und Gesundheit geben. Das LGL hat im Rahmen der Bayerischen Klimawoche (31.05.-08.06.2008; <http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/klimaschutz/klimawoche/index.htm>) der interessierten Öffentlichkeit mit Vorträgen, Postern und Infoständen die enge Verflechtung des Klimawandels – etwa durch Hitzeperioden – und dessen Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen vorgestellt.

Mögliche Maßnahmen für Privatpersonen

Tipps und Empfehlungen für Verhaltensweisen bei Hitze oder Hitzewellen gibt das gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD) erarbeitete Hintergrundpapier „Klimawandel und Gesundheit“ des Umweltbundesamtes vom April 2008¹³:

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3519.pdf>.

Wesentliche Empfehlungen zum Schutz vor Hitze sind:

- Beschränkung der Aktivitäten im Freien auf die Morgen- und Abendstunden,
- vermeiden von körperlichen Anstrengungen, auch Sport,
- Aufenthalt im Schatten,
- ausreichende Flüssigkeitszufuhr,
- meiden von Alkohol und sehr kalten Getränken,
- Aufenthalt in möglichst kühlen Raum,
- nachts und morgens lüften. Räume tagsüber mit Rollläden und Vorhängen abdunkeln.

Das UBA/DWD-Hintergrundpapier gibt weitere detaillierte Informationen, insbesondere auch für Eltern von Säuglingen oder die Betreuer älterer und hilfebedürftiger Personen.

5. Effekte von Wetterextremen (Niederschlag, Stürme, Überflutungen)

Gesundheitliche Folgen von Stürmen, sehr starken und dauerhaften Niederschlägen sowie Überflutungen sind vor allem körperliche Verletzungen nach Verschüttungen, unter Umständen



verbunden mit Todesfolge oder direkte Todesfälle durch ertrinken. Als sekundäre Folgen treten gesundheitliche Belastungen durch Schimmelpilzbefall von Feuchtschäden an Häusern sowie Stress und psychische Störungen, wie Angstzustände und Depressionen, als Folge der Zerstörung lebensnotwendiger Infrastruktur und des individuellen Eigentums auf.



Anpassungs- und Vorsorgemaßnahmen

Die Gesundheitsgefährdung durch die Folgen des Klimawandels lässt sich durch verschiedene Vorsorgemaßnahmen, wie zum Beispiel verbesserten Hochwasserschutz, reduzieren. Es besteht Handlungsbedarf vor allem im Bereich des Küstenschutzes³.

Auf Bundesebene haben 2007 das Umweltbundesamt, der Deutsche Wetterdienst, das Technische Hilfswerk (THW) und das Bundesamt für den Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) eine Arbeitsgruppe für den Bereich ‚Klimawandel und Bevölkerungsschutz‘ eingerichtet, um für eventuelle bevölkerungs- und katastrophenschutzrelevante Extremereignisse durch klimatische Veränderungen strategisch und konzeptionell bestmöglich gerüstet zu sein.

Die jüngsten Hochwasserereignisse in Europa haben gezeigt, den Handlungsschwerpunkt vom Katastrophenschutz hin zu einem langfristigen Risikomanagement zu verlagern. Dieses sollte mitunter die Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen von strukturellen Maßnahmen, die Entwicklung von Rechtsvorschriften und Versicherungskonzepten für das Bauen in überschwemmungsgefährdeten Gebieten, die Schaffung von Frühwarnsystemen und die Bereitschaftsplanung, zum Beispiel von Krankenhäusern, Notfalldiensten, Altersheimen und Schulen, für Hochwasserereignisse umfassen⁸.



6. Entwicklung von vektorvermittelten Infektionskrankheiten

Unter vektorvermittelten Krankheiten werden in der Infektionsepidemiologie solche Krankheiten verstanden, deren Erreger durch tierische Überträger (= Vektoren) wie Stechmücken, Zecken oder Wanzen übertragen werden. Die Übertragung kann dabei über den Vektor von Mensch zu Mensch, Tier zu Mensch oder auch von einem natürlichen Reserviertier an den Menschen erfolgen. Dieses komplexe System aus Krankheitserregern, Reserviertieren, tierischen Überträgern und Wirten ist auf vielfältige Weise durch Klimaänderungen beeinflussbar. In der Umwelt frei lebende Vektoren reagieren unmittelbar auf die Veränderung makro- und mikroklimatischer Verhältnisse sowie auf Veränderungen im Biotop und die Verfügbarkeit von Wirtstieren. Dies äußert sich zum Beispiel in ihrem Verhalten, ihrer Reproduktion, der Populationsdichte, der Biotopbesiedlung, dem Befall von Wirtstieren und auch ihrem Überleben. Auch ihr Potential zur Übertragung von Krankheitsüberträgern kann beeinflusst sein. Als Folgen einer Klimaerwärmung ist zum Beispiel zu rechnen

- mit der zunehmenden Vermehrung von Vektoren durch kürzere Generationsdauern,
- der Verlängerung von jährlichen Aktivitätsperioden,
- mit höheren Überlebensraten durch mildere Winter,
- der zunehmenden Verbreitung einheimischer Vektoren und Pathogene sowie
- der Etablierung und Verbreitung eingeschleppter neuer Vektorarten und Krankheitserreger durch veränderte Klimabedingungen¹⁴.

Regional können allerdings auch Vektor-Dezimierungen auftreten, zum Beispiel bei Stechmücken durch Austrocknung von Brutbiotopen. Überschwemmungen oder Starkregenfälle können

jedoch – wenn sie nicht im Winter oder zeitigen Frühjahr auftreten – ideale Bedingungen für Massenvermehrungen von Stechmücken bieten (siehe: Oder-Hochwasser 1997, Elbe-Hochwasser 2002).

Zwar sind die ursächlichen Zusammenhänge zwischen der Verbreitung von durch Vektoren übertragenen Krankheiten und dem Klimawandel noch nicht ganz geklärt, doch mit ansteigender Temperatur verbessern sich für einige dieser Überträgersysteme die Ausbreitungs- und Übertragungsbedingungen, so dass von einer steigenden Gefahr auszugehen ist⁴.

In Deutschland haben die durch Schildzecken übertragenen Krankheiten Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis die größte Bedeutung. Insbesondere die Fallzahlen der durch Zecken übertragenen Lyme-Borreliose nehmen in Europa ständig zu. Ein entscheidender Faktor dafür kann die Verkürzung der Winterruhephase der Zecken durch mildere Winter sein. Auch für bisher in Deutschland nicht heimische Krankheiten wie Leishmaniose sind die wesentlichen Voraussetzungen für eine Verbreitung gegeben: Eine erhebliche Anzahl infizierter Hunde hat durch den Import aus dem Mittelmeerraum die Erreger bereits eingeschleppt. Potente Überträger (die Schmetterlingsmückenarten *Phlebotomus mascitii* und *P. perniciosus*) waren in den letzten Jahren erstmals in besonders warmen Regionen Baden-Württembergs nachzuweisen. Auch wenn das Infektionsrisiko in Deutschland noch gering ist, so fehlen doch systematische Untersuchungen zum Vorkommen und zur Ökologie der Überträger in Deutschland¹⁵.



Das Klima ist einer von mehreren Schlüsselfaktoren, die im Komplex das Vorkommen und die Ausbreitung von Gliedertieren beeinflussen können. Ein weiterer Faktor ist der zunehmende glo-

bale Warenhandel und Tourismus. So kann zum Beispiel die weltweite Verbreitung der Asiatischen Tigermücke *Aedes albopictus* innerhalb der letzten 2 Jahrzehnte im Wesentlichen auf den globalen Handel mit gebrauchten Reifen sowie den Import von Glücksbambus mit ‚blinden Passagieren‘ – jeweils den Eiern der Mücke – zurückgeführt werden. Auch in einigen europäischen Staaten ist die Tigermücke bereits angekommen. Stimmen am neuen Ankunftsort zusätzlich die klimatischen Bedingungen und Biotope für Vektor und Erreger – in vielen Regionen wird dies erst in Zukunft durch weitere Klimaerwärmung erreicht – kann der Vektor nicht nur heimisch werden, sondern auch Krankheiten übertragen. So hat die Tigermücke in Italien im August 2007 eine Epidemie mit rund 200 Infizierten und einem Todesfall durch das Chikungunya-Virus verursacht, das bisher nur aus Afrika bekannt war. Aber nicht nur eingeschleppte Vektoren können zu gefährlichen Überträgern werden: Die Ausbrüche der eingeschleppten Blauzungenkrankheit bei Wiederkäuern 2006 und 2007 in Belgien, den Niederlanden, Deutschland und in England, sind auf ein Virus zurückzuführen, das entgegen früherer Erkenntnisse auch durch einheimische Gnuzarten übertragen wird. Auch wenn dieser Seuchenausbruch nicht allein auf den Klimawandel zurückzuführen ist, sondern andere Faktoren ebenfalls eine Rolle spielten, so zeigt dieses aktuelle Beispiel die Empfindlichkeit auch hoch entwickelter und überwachter Tierhaltungen gegenüber neuen Gefahren¹⁶. Nicht nur Gliedertiere sondern auch Nagetiere können Krankheits-

erreger wie Hantaviren übertragen und damit schwere Nierenerkrankungen des Menschen auslösen. Hauptüberträger für Hantaviren in Deutschland ist die auch im Siedlungsbereich vorkommende Rötelmaus. Inwieweit diese Nager von Klimaänderungen wie milderen Wintern – sei es direkt durch höhere Überlebensraten oder indirekt durch ein besseres Nahrungsangebot – profitieren, muss noch geklärt werden. Die Zahl der Hantavirusinfektionen ist jedenfalls in 2007 deutlich angestiegen (Quelle: RKI SurfStat).

Anpassungs- und Vorsorgemaßnahmen

Die Anpassungsmaßnahmen im Bereich vektorübertragener Krankheiten sind relativ beschränkt. Zum Teil existieren keine Impfmöglichkeiten. Therapien sind oft langwierig und nicht immer erfolgversprechend, wie bei der Lyme-Borreliose. Bekämpfungsmaßnahmen gegen die tierischen Vektoren oder Reservoirtiere stehen oft in krassem Widerspruch zu Umwelt- und Naturschutzinteressen. Für Aufklärungs- und Vorsorgemaßnahmen fehlen präzise regionale Daten und Risikobewertungen sowie Informationen über den Zusammenhang mit dem Klimawandel. Da nach einer Expertenbefragung bei fast keiner Maßnahme der Klimawandel Mitgrund für ihre Einführung war sowie die Auswirkungen des Klimawandels kaum in die bisherige Maßnahmenplanung einbezogen worden waren, muss das Gesundheitswesen in den meisten Bundesländern noch stärker an den Klimawandel angepasst werden, um Gesundheitsschäden in der Bevölkerung vorzubeugen und zu begrenzen³.



Regionale Klimaszenarien, die bereits mit einer Rastergröße von 10 x 10 km Größe erstellt werden können, können auch für Studien zur klimaabhängigen Verbreitung von Vektoren und Krankheitserregern genutzt werden. Hierzu hat das UBA im Jahr 2008 ein dreijähriges Forschungsvorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplan (UFOPLAN) vergeben, in dem die Auswirkungen des Klimas auf Vorkommen und Verbreitung krankheitsübertragender Schildzecken in Deutschland systematisch untersucht werden sollen.

Die nationalen Überwachungsprogramme für übertragbare Krankheiten befassen sich mehrheitlich mit den Erkrankungen des Menschen – in Deutschland zum Beispiel gemäß

Infektionsschutzgesetz durch das Robert-Koch-Institut (RKI) in Berlin. Überwachungsprogramme für Überträger wie Mücken oder Zecken gibt es nur in einzelnen europäischen Ländern. Sie fehlen in Deutschland. Nur durch systematische Beobachtung des Vorkommens und der Verbreitung von etablierten und potentiellen Vektoren sind Risikoanalysen zu erstellen und Gegenmaßnahmen frühzeitig zu konzipieren und im Einklang von Infektionsschutz und nachhaltigem Umweltschutz umzusetzen. (Fazit der Tagung ‚Vector borne diseases and climate change‘, Berlin 2007, <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheits-e/veranstaltungen/vector-borne-diseases/index.htm>).

Mögliche Maßnahmen für Privatpersonen

Besonders gefährdet durch von Zecken übertragenen Krankheiten in Deutschland – vor allem Lyme-Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis / FSME – sind zum einen beruflich exponierte Personen wie Forstarbeiter aber auch Personen, die sich in ihrer Freizeit zum Beispiel durch Pilze- und Beerensuche direkt in die Zeckenbiotope begeben.



Informationen über vektorvermittelte Infektionskrankheiten gibt zentral das Robert-Koch-Institut: http://www.rki.de/clin_100/nn_196658/DE/Content/InfAZ/Z/Zecken/Zecken.html?__nnn=true.

Auch Landes- oder Kommunalgesundheitsbehörden geben vor allem in Hochrisikogebieten regelmäßige Warnungen und Verhaltensregeln heraus. In Gebieten mit hohem FSME-Risiko gehört die Empfehlung einer entsprechenden Impfung dazu. Flächendeckend werden allgemeine Schutzmaßnahmen gegen Zeckenbisse wie das Tragen geschlossener Kleidung, regelmäßiges Absuchen des Körpers auf Zecken sowie die Anwendung von Mitteln zur Abwehr von Insekten auf der Haut und auf der Kleidung empfohlen. Besonders wichtig sind dabei detaillierte Hinweise, zu welchen Zeiten/Jahreszeiten und in welchen Gebieten/Biotopen Personen besonders exponiert gegenüber Krankheitserregern übertragenden Zecken oder anderen Gliedertieren sind.

7. Ausbreitung von Allergenen

Die Klimaerwärmung lässt bei den Pflanzen die Pollensaison zeitiger im Frühjahr beginnen und teils länger andauern. Nach einer repräsentativen Erhebung aus dem Jahre 1999 leiden 17 Prozent der Ostdeutschen und 23 Prozent der Westdeutschen unter einer Allergie. Knapp die Hälfte gab an, unter einer Pollen-Allergie zu leiden¹⁷. Nach jüngsten Untersuchungen des Zentrums Allergie und Umwelt (ZAUM) der TU München wird eine Vorverlegung der Blütezeit – zum Beispiel Haselpollenflug bereits im Dezember – und eine verlängerte Vegetationsperiode beobachtet. Insgesamt hat sich die Pollensaison in den letzten 30 Jahren um 10 bis 12 Tage verlängert. Zudem verändern Ferntransporte über die Luft die Bedingungen vor Ort. Pollen sind teilweise 14 Tage vor der Blütezeit der entsprechenden Pflanzen nachweisbar. Eine Zunahme

der CO₂-Konzentration in der Luft kann zudem zu einer gesteigerten Pollenproduktion führen. Der Klimaerwärmung ist auch die Invasion von „Neophyten“, das heißt neu eingewanderten Pflanzen zuzuschreiben. Zum Beispiel wird für die Beifuß-Ambrosie (Traubenkraut, „Ragweed“) eine massive Zunahme beobachtet. Die aus Nordamerika eingeschleppte Pflanze besitzt ein hohes allergie-



nes Potenzial. So kann die Berührung der Pflanze bei sensibilisierten Personen eine Kontaktallergie auslösen und die Pollen eine allergische Reaktion mit Reizung der Augen- und Nasenschleimhäute („Rhinokonjunktivitis“) und Asthma hervorrufen. Die Ambrosie blüht im Spätsommer in einer Zeit, in der bisher kaum Pollenflug auftrat. Bereits rund 20 Prozent der erwachsenen Allergieklienten in der TU und LMU München zeigen eine entsprechende Sensibilisierung. Eine weitere Zunahme wird erwartet, da die Pflanze ein starkes Ausbreitungspotenzial hat: Eine Ambrosie kann rund 6000 Samen bilden und bis zu 3 Milliarden Pollen freisetzen. Die Pflanze verbreitet sich vor allem über Futtermittel (Vogelfutter) und Saatgut sowie über die Verfrachtung von kontaminiertem Erdmaterial bei Baumaßnahmen. Es ist zu erwarten, dass die Ambrosie durch die Klimaer-

wärmung weiter nach Norden vorrückt und auch höhere Lagen besiedelt.

Für Personen mit Asthma und Heuschnupfen kann sich dadurch die Beschwerdezeit verlängern. Wenn Wärme liebende Pflanzen mit hohem Allergiepotenzial in neue Gebiete vorstoßen, wird das Allergierisiko zunehmen. Die Häufigkeit von Pollen-assoziierten Allergien („Heuschnupfen“, Asthma) hat in den vergangenen Jahren weltweit und auch in Deutschland deutlich zugenommen¹⁸.

Anpassungs- und Vorsorgemaßnahmen

Im Kontext zunehmender Allergene verfolgt Bayern innerhalb des Aktionsprogramms „Ambrosiabekämpfung in Bayern“ des Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz das Konzept der primären Prävention, um die Ausbreitung der eingewanderten Beifuß-Ambrosie und deren Pollenemissionen durch Vernichten der Pflanze zu minimieren (http://www.lzg-bayern.de/aktuell_wgt.htm). Eine Maßnahme, die gegebenenfalls bundesweit Anwendung finden könnte.

8. Weitere direkte und indirekte Effekte des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit

Luftverschmutzung

Der Klimawandel kann auch in vielfältiger Weise andere Umweltbedingungen beeinflussen, die sich nachteilig auf die Gesundheit des Menschen auswirken. Hierzu gehört unter anderem die verstärkende Wirkung von heißer Witterung auf durch Luftverunreinigungen assoziierte Erkrankungen der Atemwege. Des Weiteren begünstigt eine hohe Lufttemperatur verbunden mit starker Sonneneinstrahlung die bodennahe Ozonbildung und führt bei anhaltend sommerlicher Schönwetterlage zu einer erhöhten gesundheitlichen Belastung durch hohe Ozonkonzentrationen. Zu den direkten Auswirkungen von Ozon zählen mitunter Schleimhautreizungen, Reaktionen der Atemwege wie die Einschränkung der Lungenfunktion und Beeinträchtigung der physischen Leistungsfähigkeit. Es ist nicht auszuschließen, dass sich die gesundheitlichen Risiken einer erhöhten sommerlichen Luftverschmutzung im Zusammenwirken mit extremer Hitze gegenseitig verstärken¹⁹.

UV-Strahlung

Intensive Sonneneinstrahlung, insbesondere deren UV-Anteil, führt hauptsächlich zu Schäden an der Haut und den Augen. Zu den akuten Wirkungen gehören Sonnenbrand, Photodermatosen

sowie die Horn- und Bindehautentzündung. Eine Expertenkommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) beobachtet seit mehreren Jahren, dass die Neuerkrankungsraten von bestimmten Hautkrebsformen, die durch UV-Strahlung von Sonne und Solarien ausgelöst werden können, dramatisch ansteigen. Es handelt sich dabei zu großen Teilen und Krebsformen mit guten Heilungschancen.

Anders ist das bei dem malignen Melanom. Es besteht mittlerweile ein gesicherter Zusammenhang zwischen häufigen Sonnenbränden in Kindheit und Jugend und der Entstehung dieser gefährlichsten Hautkrebsform.

Im Jahr 2007 hat sich eine wissenschaftliche Expertengruppe (CLIMAderm) zusammengefunden, die den Einfluss des Klimawandels auf Hautkrebserkrankungen, insbesondere die Wirkung der UV-Strahlung auf DNA-Schäden und Hautkrebs, untersuchen will²⁰.

Wasserqualität

Durch Wasser übertragene Infektionskrankheiten stellen in vielen Gebieten der Erde einen signifikanten Anteil der Krankheitslast dar, wenngleich nicht in Westeuropa oder Deutschland, wo dieser Anteil verschwindend gering ist²¹. Am stärksten betroffen sind die ärmeren Bevölkerungsschichten und vor allem Kleinst- und Kleinkinder. Ein wesentlicher Teil der Krankheiten wird durch das Trinkwasser übertragen. Unsicheres Trinkwasser, unzureichende Sanitäreinrichtungen und mangelnde Hygiene sind für 94 Prozent der global auftretenden Durchfallerkrankungen verantwortlich²².

Die in Folge des Klimawandels vorhergesagte Zunahme von Wetterextremen, wie starke Re-



genfälle, Überschwemmungen oder länger andauernde Trockenheit, können regional jeweils unterschiedliche Auswirkungen auf die mikrobiologische und chemische Qualität und/oder die Verfügbarkeit von Trinkwasserressourcen haben.

Die prognostizierte Zunahme von Starkregenereignissen sowie ihrer Intensität führt zu erhöhten Oberflächenabflüssen und häufigeren Entlastungsereignissen der Schwemm- und Trennkana- lisation. Diese können in den für die Trinkwasser- bereitstellung genutzten Oberflächengewässern (Talsperren, Fließgewässer) und oberflächennah- en Grundwasserleitern zu einem häufigeren Auf- treten und höheren Konzentrationen von Krank- heitserregern aus menschlichen oder tierischen Ausscheidungen führen. Durch Überflutung von Kläranlagen und Trinkwasserbrunnen in Folge von Hochwasser kann es ebenso zu einer Verun- reinigung der Trinkwasserressourcen mit Krank- heitserregern kommen. Auch das Hochwasser selbst kann hohe Konzentrationen an Krankheits- erregern enthalten.

Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Starkregenereignissen und trinkwasserbedingten Erkrankungen wurde in der Literatur vielfach beschrieben²³. Für Deutschland, ebenso wie für andere westeuropäische Länder, ist eine klima- bedingte Häufung solcher Erkrankungen derzeit allerdings unwahrscheinlich²⁴, da die zentrale Trinkwasserversorgung aufgrund des vielerorts praktizierten Multi-Barrieren-Systems, das auch leistungsfähige, an die Rohwasserqualität ange- passte Maßnahmen der Trinkwasseraufbereitung erfordert (ggf. Chlorung), in der Lage ist, auch unter klimabedingten Extremsituationen mikro- biologisch sicheres Trinkwasser bereit zu stellen.

Andere Probleme treten in Gewässern auf, die aufgrund der hohen Nährstoffbelastung bei er- höhten Temperaturen und Sonneneinstrahlung zur Eutrophierung neigen. Für die Trinkwasser-





gewinnung aus Oberflächengewässern sind mögliche gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Blaualgen (Cyanobakterien) von Bedeutung. Es bilden sich toxische Stoffe, die die Nutzung zur Trinkwassergewinnung beeinträchtigen und die Aufbereitungskosten erhöhen. Bestimmte Cyanobakterien können ein Toxin enthalten, das vorwiegend im Wasser gelöst vorkommt und durch Filtrationsverfahren nicht eliminierbar ist. Daher stellt es für die Trinkwasserversorgung ein anderes Risiko dar als die bisher in Deutschland vorkommenden, an die Cyanobakterienzellen gebundenen Cyanobakterientoxine.

Aber auch Schwimmen und Erholung am Wasser sind gefährdet. Im Hitzesommer 2003 kam es an der Ostsee als Folge der vermehrten Blaualgenblüte bereits zur Sperrung zahlreicher Badestrände. Für eine bisher als tropisch und subtropisch eingestufte Cyanobakterienart (*Cylindrospermopsis raciborskii*) ist zudem in den letzten Jahren eine ausgeprägte Einwanderung in gemäßigte Klimazonen zu beobachten²⁵. Durch eine Erhöhung der Wassertemperatur vor allem in den Flachwasserbereichen der Ostsee ist es bereits in der Vergangenheit in heißen Sommern zu einem erhöhten Vorkommen eines Bakteriums (*Vibrio vulnificus*) gekommen, das ab einer Wassertemperatur von etwa 20 °C aktiv wird und bei Menschen mit chronischen Vorerkrankungen und offenen Wunden nach Kontakt mit Meerwasser zu gefährlichen Wundinfektionen mit ernsthaften Verlauf bis hin zum tödlichem Ausgang führen kann. Bei einer weiteren Erhöhung der Wassertemperatur muss bei allen Küstenbadegewässern mit dem Vorkommen dieses Bakteriums gerechnet werden.

Wassermangel durch lang anhaltende Trockenheit führt zu erheblichen Ertragsausfällen in der Landwirtschaft, sofern nicht ausreichend Wasser zur künstlichen Bewässerung zur Verfügung steht. Zudem sind qualitativ negative Folgen für das Grundwasser beobachtbar. Aber auch bei der Trinkwasserversorgung können Schwankungen der Wassermenge in einigen Regionen, zum Beispiel in Ostdeutschland und insbesondere bei fehlenden Verbundmöglichkeiten, zu lokalen Versorgungsengpässen in Zeiten des Spitzenbedarfs führen.

Marine und terrestrische Ökosysteme

Sowohl in marinen als auch in terrestrischen Ökosystemen sind in den letzten Jahrzehnten tiefgreifende Veränderungen zu beobachten. Es werden Verschiebungen im gesamten Nahrungsnetz festgestellt. In der Fischfauna werden beispielsweise mediterran-atlantische Arten in der Nordsee häufiger, während die Intensivfischerei den Rückgang Kälte-liebender Arten beschleunigt. Im Vergleich dazu vollzieht sich die Anpassung der terrestrischen Fauna und Flora langsamer. Zum



Beispiel wird die Wanderung von Baumarten oft durch waldfreie, anderweitig genutzte Landflächen behindert. Der Klimawandel findet in einer deutlich schnelleren Geschwindigkeit statt, als bisheriger natürlicher Klimawechsel. In der alpinen Lebenswelt sind aufgrund der Höhenverteilung der jeweiligen Gebirgssysteme Artenverluste zu erwarten. Das gefährdet empfindliche, langsam reagierende Arten. Letztlich führt dies zu einer Degradierung bzw. Veränderung der Ökosysteme, die der Mensch nicht nur zur Nutzung sondern auch als Erholungsraum braucht³. Von der Klimaerwärmung profitieren jedoch auch zahlreiche nicht heimische Tier- und Pflanzenarten, die etwa im Zuge des globalen Warenhandels eingeführt werden.

Lebensmittelsicherheit

Die Klimaerwärmung hat auch Auswirkungen auf die Lebensmittelsicherheit. Höhere Temperaturen begünstigen das Wachstum von Bakterien in Nahrungsmitteln. Nahrungsmittelbedingte Infektionen, zum Beispiel durch Salmonella spp., umfassen eine Vielzahl von Krankheiten. Am häufigsten sind Magen-Darm-Infektionen, die auf verschiedene Mikroorganismen zurückzuführen sind. Es gibt einen engen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der durch Nahrungsmittel übertragenen Krankheiten und der Höhe der Temperatur, die im Zeitraum von 1 bis 5 Wochen vor der jeweiligen Infektionserkrankung gemessen wird. In Sommermonaten werden deutlich mehr Fälle registriert als im Winter. Das Vorkommen neu aufgetretener Krankheitserreger (Pathogene) hat zur Folge, dass gewisse Lebensmittel und Zubereitungsformen, die bis dahin als unbedenklich galten, neu als risikobehaftet betrachtet werden müssen. Die pathogene Mikroorganismen enthaltene Nahrung sieht unverdächtig aus, riecht und schmeckt üblicherweise normal, die Krankheitserreger können jedoch oft die traditionelle Zubereitung der Speisen überleben. Wärmere Klimabedingungen könnten zusammen mit unangemessener Nahrungsmittelverarbeitung und ungeeigneter Aufbewahrung der Speisen zu einer Zunahme nahrungsmittelbedingter Infektionen führen⁸.

Anpassungs- und Vorsorgemaßnahmen

Luftverschmutzung

Die Erwärmung der Atmosphäre führt auch zu einer Zunahme natürlicher Ozonvorläufersubstanzen, wie zum Beispiel von Kohlenwasserstoffen aus der Vegetation, die zusammen mit Stickstoffoxidemissionen das Ozonbildungspotenzial erhöhen. Trotz der in Deutschland zwi-



schon 1990 und 2003 mit einer Reduzierung des Ausstoßes von Stickstoffoxiden um 50 Prozent und von flüchtigen Kohlenwasserstoffen um 59 Prozent erreichten Verbesserung sowie einer damit einhergehenden Abnahme der Ozon-Spitzenkonzentrationen, ist auch weiterhin eine Reduzierung dieser Ozonvorläufersubstanzen notwendig, um Ozonbelastungen zu vermeiden. Ein weiteres wichtiges Ziel ist die Reduzierung der Ozon-Hintergrundkonzentrationen, insbesondere auf der gesamten Nordhemisphäre. Die weitere Verringerung der Emissionen von Luftschadstoffen ist notwendig, um langfristig die Grenz- und Zielwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit erreichen und einhalten zu können. Hierzu müssen die Emissionen des Verkehrsbereichs und die bei der Lösemittelverwendung von Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten weiter gesenkt werden. Hierzu fordert die Weltgesundheitsorganisation (WHO), dass die Normen für Luftgüte gemäß den WHO-Leitlinien für Luftgüte konsequent umgesetzt werden müssen⁸.

Dies ist eine besondere Herausforderung, vor allem vor dem Hintergrund, dass eine weitere Temperaturzunahme zu einem verstärkten Energieverbrauch, insbesondere durch vermehrten Einsatz von Klimaanlage im Sommer führen wird. Technische und politische Luftreinhalte-



maßnahmen spielen somit eine wesentliche Rolle bei der Frage nach zukünftigen Strategien und Potenzialen zur Minderung von Emissionen aller Art, insbesondere von Treibhausgasen¹⁹.

UV-Strahlung

Dem Risiko an Hautkrebs zu erkranken, kann durch vernünftigen Umgang mit dem Sonnenlicht begegnet werden. Dazu benötigt die Bevölkerung auf der Basis kontinuierlicher, gesundheitlich bewerteter UV-Messungen eine Einschätzung ihrer aktuellen und zukünftigen UV-Belastung. Hierfür betreiben das Umweltbundesamt (UBA), der Deutsche Wetterdienst (DWD) und das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) das bundesweite solare UV-Messnetz, in dem der [UV-Index](http://www.bfs.de/de/uv/uv2/uvi/messnetz.html) (UVI) – ein Maß für die sonnenbrandwirksame UV-Strahlung – angegeben wird: <http://www.bfs.de/de/uv/uv2/uvi/messnetz.html>. Um die Mittagszeit ist der UVI-Wert in der Regel am höchsten. Sie finden hier täglich die vom bundesweiten UV-Messnetz ermittelten UVI-Tagesspitzenwerte. Die Webseite gibt neben den aktuellen Messwerten, die UVI 3-Tagesprognose und weiterführende Tipps und Empfehlungen für gesundheitsschützende Verhaltensweisen bei verstärkter UV-Strahlung.

Tipps und Empfehlungen für Verhaltensweisen bei verstärkter UV-Strahlung während Hitze oder Hitzewellen gibt auch der UBA-Ratgeber „Klimawandel und Gesundheit“: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3519.pdf>.

Wesentliche Empfehlungen zum Schutz vor intensiver UV-Strahlung sind:

- Aufenthalt im Schatten,
- Tragen von Sonnenhut und Sonnenbrille,
- Sonnenschutzmittel „UVA/UVB Schutz“ mit Lichtschutzfaktor 15 oder höher.



Für mögliche gesundheitliche Sekundäreffekte durch eine steigende Verwendung von Sonnenschutzmitteln, die gesundheitsrelevante Inhaltsstoffe enthalten können (UV-Screens), liegen keine Anhaltspunkte vor.

Wasserqualität

Die potentiellen Risiken für die öffentliche Gesundheit und Versorgungssicherheit, die sich aus den prognostizierten Klimafolgen ergeben, erfordern gezielte, langfristig ausgerichtete Anpassungs- oder Managementstrategien auf verschiedenen Ebenen:

Betriebliches Management der Wasserversorger:

Entscheidungen über notwendige Anpassungen der technischen Infrastruktur – zum Beispiel Aufbereitungsverfahren – sowie des betrieblichen Qualitätsmanagements – zum Beispiel zur Beherrschung kurzfristig auftretender Spitzenkonzentrationen von Krankheitserregern – sind vom Wasserversorger auf der Grundlage regelmäßiger Gefährdungs- und Risikoanalysen zu treffen. Aspekte und Konsequenzen des Klimawandels sollten hierbei zukünftig mit Blick auf eine langfristige Investitionssteuerung verstärkt berücksichtigt werden. Um im Krisenfall, wie bei Hochwasserereignissen die Handlungsfähigkeit des Wasserversorgers zu gewährleisten und die Trinkwasserqualität sicher zu stellen, ist es erforderlich, dass Unternehmen die Werkzeuge des Krisenmanagements beherrschen und notwendige technische und organisatorische Vorkehrungen treffen.

Verfügbarkeit und Qualität von Trinkwasserressourcen:

Lokale oder regionale, zeitlich begrenzte Schwankungen der Wassermenge oder der langfristige Rückgang derselben können durch die regionalen Akteure im Rahmen von Wasserlieferverträgen und überregionaler Verbundnetze

abgefangen werden. Der Landschaftswasserhaushalt und der Wasserrückhalt in der Fläche sind vorrangig zu verbessern. Darüber hinaus müssen wassersparende Maßnahmen sowohl in der Industrie, Energieerzeugung, der Landwirtschaft aber auch im Haushalt verstärkt umgesetzt werden. Technische Vorkehrungen zur Vermeidung des Eintrags mikrobiologischer Belastungen in Oberflächengewässer, etwa aus Entlastungen von Regenüberlaufbecken, sind gegebenenfalls den lokalen Umständen entsprechend zu verbessern.

Risikokommunikationsstrategien für Badende:

Da während heißer Sommer bei allen Küstenbadegewässern mit dem Vorkommen des Bakteriums *Vibrio vulnificus* zu rechnen ist, wird die Bevölkerung hierüber gezielt informiert.

Lebensmittelsicherheit

Lebensmittelsicherheit wird mit fortschreitendem Klimawandel zu einer immer größeren Herausforderung. Im Rahmen des zweiten Europäischen Aktionsplans Nahrung und Ernährung der WHO werden Maßnahmen gefordert, die die Überwachungs- und Beobachtungssysteme zur Entdeckung von Veränderungen und Analyse von Trends in Bezug auf durch Lebensmittel übertragene und ernährungsbedingte Krankheiten stärken. Zudem sind eine Aufklärung der Verbraucher über gesunde Ernährung und ein sicherer Umgang mit Lebensmitteln erforderlich. Bedingungen für die Produktion von Nahrungsmitteln und die Qualität von Nahrungsmitteln kann gefährdet sein, zum Beispiel durch vermehrten Befall mit Salmonellen als Folge steigender Temperaturen. Fachgerechte Lagerung und Vertrieb der Nahrungsmittel können dem Befall mit Salmonellen entgegenwirken. Verderbliche Nahrungsmittel sind immer im Kühlschrank aufzubewahren. Über mögliche gesundheitliche Sekundäreffekte durch eine Zunahme der Lebensmittelkonservierung liegt keine Kenntnis vor. Nach Ansicht der Weltgesundheitsorganisation ist eine gesunde Ernährung mit lokal erzeugten Lebensmitteln zu fördern⁸.



9. Ausblick

Der Mensch hat grundsätzlich vielfältige Möglichkeiten, negativen gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels vorzubeugen, beispielsweise mithilfe von Informations- und Aufklärungskampagnen über ein angepasstes individuelles Vorsorgeverhalten, von verwaltungsseitig eingerichteten Frühwarnvorhersagesystemen und Notfallplänen oder von Empfehlungen zum hochwasserangepasstem Bauen. Da das Wissen über die gesundheitlichen Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen im Zuge des Klimawandels derzeit jedoch noch sehr lückenhaft ist, gilt es die Erforschung von gesundheitlichen Auswirkungen der Klimaerwärmung und die nationale und internationale Netzwerkbildung zu intensivieren, um zukünftig gesicherte und effektive Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln, die die „Verwundbarkeit“ gegenüber dem Klimawandel reduzieren.

Da der Klimawandel bereits stattfindet und aufgrund der Trägheit des Klimasystems auch weiter stattfinden wird, ist das wichtigste Ziel der Politik zum Schutz des Klimas, der Menschen und der Umwelt baldigst eine weitere anthropogen induzierte Erwärmung der Atmosphäre, insbesondere durch die Reduzierung von Treibhausgasemissionen, zu verhindern (Mitigation). Sinnvolle Anpassungsstrategien (Adaptation) können diese Politik unterstützen.



10. Literatur

- 1 ROECKNER, E. und D. JACOB (2008): Der Klimawandel ist voll im Gange. S. 19-34. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 2 TINZ, B., E. FREYDANK und P. HUPFER (2008): Hitzeperioden in Deutschland im 20. und 21. Jahrhundert. S. 141-148. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 3 UBA (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. UBA-Bericht FKZ 20141253, UBA-Reihe Climate Change 08/05, August 2005, Dessau
- 4 UBA (2002): Mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Ausbreitung von primär humanmedizinisch relevanten Krankheitserregern über tierische Vektoren sowie auf die wichtigsten Humanparasiten in Deutschland. UBA Bericht FKZ 200 61 218/11, Berlin.
- 5 WORLD HEALTH ORGANIZATION / WHO (2008b): Draft meeting report on the first meeting of senior representatives in charge of organizing the health system response to climate change, Bonn, Germany, 07-09 April 2008
- 6 BAUMÜLLER, J. (2008): Stadtklima im Klimawandel. S. 108-114. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 7 JENDRITZKY, G. und Ch. KOPPE (2008): Die Auswirkungen von thermischen Belastungen auf die Mortalität. S. 149-153. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 8 WORLD HEALTH ORGANIZATION / WHO (2008a): Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit vor den Folgen des Klimawandels in der Europäischen Region. Faktenblatt vom 04. April 2008
- 9 VON WICHERT, P. (2008): Hitzewellen und thermophysiologische Effekte bei geschwächten bzw. vorgeschädigten Personen. S.154-158. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 10 MEINEL, G., I. SCHUBERT, S. SIEDENTOP und M.F. BUCHROITHNER (2007): Europäische Siedlungsstrukturvergleiche auf der Basis von CORINE Land Cover – Möglichkeiten und Grenzen. S. 645-655. In: REAL CORP 2007 – Tagungsband (M. SCHRENK et al. Hrsg.), Wien
- 11 HINZ, E. (2008): Nachhaltige Gebäudesanierung – ein Beitrag zum Klimaschutz und zur Wohngesundheit. S. 323-330. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 12 LANDESZENTRALE FÜR GESUNDHEIT IN BAYERN e.V. (2008): Symposium ‚Klimawandel und Gesundheit‘ zum Weltgesundheitstag 2008
http://www.lzg-bayern.de/aktuell_wgt.htm
- 13 UBA und DWD (2008): Klimawandel und Gesundheit. Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen sommerlicher Hitze und Hitzewellen und Tipps zum vorbeugenden Gesundheitsschutz. Dessau-Roßlau und Offenbach a.M. im April 2008
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-1/3519.pdf>
- 14 KNOBLOCH, J. (2008): Globale Zunahme von Tropenkrankheiten. In: Warnsignale Klima: Gesundheitsrisiken, Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J.LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg. S. 159-164.
- 15 LOZAN, J.L., R. GARMS und T.J.NAUCKE (2008): Die Leishmaniose – eine potentielle Gefahr in Mitteleuropa. S. 211-214. In: Warnsignale Klima: Gesundheitsrisiken, Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J.LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 16 MEHLHORN, H. (2008): Der Fall Blauzungenkrankheit in Deutschland und die Gefahr für Europa. S. 239-241. In: Warnsignale Klima: Gesundheitsrisiken, Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J.LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg
- 17 DGAI (2000): Weißbuch Allergie in Deutschland 2000. Urban und Vogel Medien- und Medizin-Verlagsgesellschaft München
- 18 MENZEL, A. und H. BEHRENDT (2008): Zunahme des Pollenfluges und die Gefahr von Allergien. S. 132-135. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg

19 MÜCKE, H.-G. (2008): Gesundheitliche Auswirkungen von klimabeeinflussten Luftverunreinigungen. S. 121-125. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg

20 KAPPAS, M. (Hrsg.) (2008): Klimawandel und Hautkrebs. 294 S. Ibidem-Verlag, Stuttgart

21 WORLD HEALTH ORGANIZATION (2002): The World Health Report 2002: Reducing Risks, Promoting Healthy Life. World Health Organization, Geneva

22 PRÜSS-ÜSTÜN, A. und CORVALAN, C. (2006): Preventing disease through healthy environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease. World Health Organization, Geneva.

23 CURRIERO, F. C., PATZ J. A., ROSE, J. B. und LELE, S (2001): The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948–1994. American Journal of Public Health 91 (8): 1194-1199.

24 HUNTER P. R. (2003): Climate change and waterborne and vector-borne disease. Journal of Applied Microbiology 94: 37-46.

25 WIEDNER, C., J. RÜCKER, B. NIXDORF und I. CHORUS (2008): Tropische Cyanobakterien in deutschen Gewässern: Ursachen und Konsequenzen. S. 253-256. In: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken; Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen (J. LOZAN et al. Hrsg.), GEO Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg

**Kontakt:
Umweltbundesamt
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau**

**Telefax: (0340) 21 03 22 85
E-Mail: pressestelle@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de**

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier.

© 2009 Umweltbundesamt

**Umwelt
Bundes
Amt** 
Für Mensch und Umwelt