

KommAKlima

Kommunale Strukturen, Prozesse und
Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel
in den Bereichen Planen, Umwelt und Gesundheit

Hinweise für Kommunen

Klimawandel und Klimaanpassung in
urbanen Räumen – eine Einführung

1

Impressum

Herausgeber

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu)

Bereich Umwelt

Auf dem Hunnenrücken 3 | 50668 Köln

Tel. +49 221 / 340308-0 | Fax +49 221 / 340308-28

umwelt@difu.de | www.difu.de

Projektgruppe

Dipl.-Ing. Ilka Appel | Dipl.-Geogr. Nicole Langel

Dipl.-Ing. Vera Völker (Projektleitung) | Dipl.-Ing. Andrea Wagner

Dipl.-Geogr. Luise Willen

Universität Bielefeld

Fakultät für Gesundheitswissenschaften

AG 7 'Umwelt und Gesundheit'

Universitätsstraße 25 | 33615 Bielefeld

Tel. +49 521 / 106 5366 | Fax: +49 521 / 106 6492

www.uni-bielefeld.de/gesundhw/ag7

Projektgruppe

Dipl.-Umweltwiss. Björn Brei | Prof. Dr. Claudia Hornberg (Projektleitung)

Anne Keydel (B.A. Gesundheitsförderung und Management)

Timothy McCall (M.Sc. Public Health) | Nadja Steinkühler (M.Sc. Public Health)

Ivonne Wattenberg (M.Sc. Public Health)

Redaktion

Sigrid Künzel (Difu)

Gestaltungsvorlage

6grad51DESIGN, Köln

Nur zur einfacheren Lesbarkeit verzichten wir darauf, stets männliche und weibliche Schreibweisen zu verwenden.

Stand

August 2013

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1	Einleitung	2
2	Klimawandel in Deutschland – die wichtigsten Fakten	5
3	Urbane Räume im Klimawandel – warum sich Klimafolgen in Städten verstärken	8
4	Auswirkungen des Klimawandels auf die kommunalen Handlungsbereiche Planen und Bauen, Umwelt und Natur sowie Gesundheit	10
	4.1 Planen und Bauen	10
	4.2 Umwelt und Natur	12
	4.3 Gesundheit	15
5	Klimaanpassung in der Kommune	24
	5.1 Klimaanpassung als Querschnittsthema	25
	5.2 Herausforderungen für Kommunen	26
	5.3 Erste Empfehlungen zur Umsetzung kommunaler Klimaanpassung	27
6	Ausblick	30
	Anhang	32
	Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte	32
	Glossar	48

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren haben viele Kommunen umfangreiche Aktivitäten im Bereich Klimaschutz durchgeführt. Nun rücken auch die prognostizierten und unvermeidbar erscheinenden Auswirkungen des Klimawandels und notwendige Anpassungsmaßnahmen zunehmend ins Bewusstsein kommunaler Praxis. Sie stellen Städte, Gemeinden und Landkreise vor große Herausforderungen und Aufgaben, da sie zahlreiche Themenbereiche und Handlungsfelder (wie Hochwasserschutz, Bauwesen, Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen, Stadt- und Regionalplanung, Gesundheitswesen, Tourismus) betreffen.

Um zu beleuchten, welche kommunalen **Verwaltungsstrukturen, (Arbeits-)Prozesse und Instrumente** eine (übergreifende) Klimafolgenbewältigung ermöglichen, führen die Arbeitsgruppe 7 Umwelt und Gesundheit der Fakultät für Gesundheitswissenschaften an der Universität Bielefeld und das Deutsche Institut für Urbanistik gGmbH (Difu) mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) unter dem Titel „**KommAKlima** – Kommunale Strukturen, Prozesse und Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel“ zwei kooperierende Projekte mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung durch (Projektlaufzeiten: Universität Bielefeld Januar 2012 bis Dezember 2014; Difu Dezember 2011 bis September 2014).

In Zusammenarbeit mit bundesweit ausgewählten Modellkommunen, die sich hinsichtlich ihrer Strukturmerkmale, ihres Status im Anpassungsprozess und ihrer Anpassungsanfordernisse an den Klimawandel unterscheiden, werden

- bestehende und mögliche Strategien und Maßnahmen zur *Klimaanpassung*¹ analysiert;
- Verwaltungsstrukturen, Arbeitsprozesse und Instrumente zur Umsetzung untersucht und
- gemeinsam mit kommunalen Akteuren diskutiert und (weiter-)entwickelt;
- die Ergebnisse aus den Vorhaben in einer Reihe von Veröffentlichungen aufgearbeitet, die im Verlauf des Projekts als Reihe unter dem Titel „Hinweise für Kommunen“ herausgegeben werden (Work in Progress).

Die Modellkommunen sind:

Bielefeld	Heidelberg
Bonn	Jena
Dortmund	Karlsruhe
Erfurt	Landkreis Oberallgäu
Frankfurt a.M.	Landkreis Osterholz
Gelsenkirchen	Rhein-Sieg-Kreis
Hamburg	Ueckermünde

¹ Wichtige Fachbegriffe, die in dieser Veröffentlichung Verwendung finden, sind *kursiv* hervorgehoben und werden im Glossar kurz erläutert.

Die Universität Bielefeld und das Difu befassen sich mit drei zentralen kommunalen Handlungsbereichen. Während der inhaltliche Schwerpunkt der durch die Universität Bielefeld betreuten Modellkommunen auf dem Handlungsbereich „Gesundheit“ liegt, konzentriert sich das Difu in seinen Modellkommunen auf die Bereiche „Planen und Bauen“ und „Umwelt und Natur“. In enger Abstimmung werden dabei wichtige Schnittmengen berücksichtigt und gleiche Methoden angewandt, wie

- Recherche und Bestandsaufnahme kommunaler Maßnahmen zur *Klimaanpassung*,
- leitfadengestützte Interviews mit kommunalen Akteuren sowie
- Durchführung eintägiger Werkstätten in den Modellkommunen.

Die Veröffentlichungen

Während der Laufzeit der **KommAKLIMA**-Projekte werden insgesamt acht „Hinweise für Kommunen“ herausgegeben. Die erste und die achte Veröffentlichung werden von Universität Bielefeld und Difu gemeinsam erarbeitet und sollen einen Rahmen für die sechs übrigen bilden, die jeweils von einem Partner erstellt werden. Es

- soll mit dieser nunmehr vorliegenden ersten Veröffentlichung eine gemeinsame theoretische Einführung in das Arbeitsfeld der kommunalen *Klimaanpassung* an der Schnittstelle zwischen Planung, Umwelt und Gesundheit gegeben werden;
- soll im Rahmen der sechs weiteren Veröffentlichungen die Arbeit mit den jeweiligen Modellkommunen der beiden Projektpartner dokumentiert und analysiert und dabei *Klimaanpassung* in den jeweiligen Schwerpunkthandlungsbereichen (Planen, Bauen, Umwelt, Natur und Gesundheit) thematisiert werden;
- sollen mit den abschließenden „Hinweisen für Kommunen“ von Universität Bielefeld und Difu gemeinsam erarbeitete Handlungsempfehlungen für Städte, Gemeinden und Landkreise herausgegeben werden.

Die Veröffentlichungen erscheinen bereits während der Projektlaufzeit. Dadurch soll sichergestellt werden, dass das im Rahmen des Projekts fortlaufend generierte Wissen (u.a. durch Werkstätten, Interviews mit kommunalen Akteuren sowie Literatur- und Projektrecherchen) den interessierten Kommunen möglichst zeitnah zur Verfügung steht.

Inhalte der ersten „Hinweise für Kommunen“

In dieser Projektveröffentlichung

- werden die erwarteten klimatischen Veränderungen für Deutschland skizziert;
- wird eine theoretische Einführung in das Arbeitsfeld der kommunalen *Klimaanpassung* an der Schnittstelle zwischen Planung, Umwelt und Gesundheit gegeben;
- werden zentrale Handlungsfelder, Herausforderungen wie auch Chancen der *Klimaanpassung* für Kommunen aufgezeigt;
- wird eine Übersicht über ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte gegeben.

Wer wird mit den „Hinweisen für Kommunen“ angesprochen?

Die Veröffentlichungen werden als Online-Publikationen allen Interessierten zur Verfügung gestellt. Es stehen PDF-Dokumente für den E-Mail-Versand zur Verfügung. Außerdem werden die Dokumente auf den Webseiten der Universität Bielefeld und des Difu zum

Download angeboten. Die „Hinweise“ richten sich vor allem an Mitarbeiter der kommunalen Verwaltung aus den Bereichen Stadtentwicklung, Planen, Bauen, Umwelt, Gesundheit, Soziales sowie weiteren Ressorts und Fachabteilungen, die sich in ihrem Arbeitsalltag mit den Themen Klimawandel, *Klimaschutz* und *Klimaanpassung* befassen bzw. sich zukünftig näher damit befassen müssen. Unser Anliegen ist es, kommunalen Akteuren die Relevanz kommunaler *Klimaanpassung* in den Handlungsfeldern Planen und Bauen, Umwelt und Natur sowie Gesundheit aufzuzeigen – unabhängig davon, ob das Thema *Klimaanpassung* bereits auf der kommunalen Agenda steht oder erst noch aufgenommen werden muss.

Service

Wichtige Fachbegriffe, die in dieser Veröffentlichung Verwendung finden, sind kursiv hervorgehoben und werden im Glossar kurz erläutert. Literaturtipps und Praxisbeispiele aus den Kommunen werden in Boxen hervorgehoben. Die Literaturverzeichnisse befinden sich am Ende des jeweiligen Kapitels. Außerdem befindet sich im Anhang eine Tabelle mit ausgewählten, laufenden Forschungsvorhaben und Projekten im Bereich Klimaanpassung.

Feedback gewünscht

Rückmeldungen sind ausdrücklich willkommen: Ihre Meinung zu unserer ersten Veröffentlichung interessiert uns. Wichtig sind auch Ihre eigenen Kenntnisse, (Projekt-)Erfahrungen und Anregungen, die Sie uns gerne jederzeit zukommen lassen können. Schicken Sie Ihre Anregungen, Fragen und Empfehlungen an: KommAKlima@uni-bielefeld.de oder umwelt@difu.de.

Die Herausgeber wünschen Ihnen eine interessante und anregende Lektüre. Wir freuen uns darauf, das Thema kommunale Klimaanpassung im Dialog voranzutreiben.

2 Klimawandel in Deutschland – die wichtigsten Fakten

Die weltweite Durchschnittstemperatur ist zwischen 1901 und 2008 um knapp 1 °C gestiegen (IPCC 2007). Bis zum Jahr 2100 wird nach derzeitigen Klimaprojektionen eine weitere Erderwärmung zwischen 2 °C und 4,5 °C erwartet. Insbesondere Treibhausgasemissionen (wie Kohlenstoffdioxid, Methan) stehen mit dem sogenannten *anthropogenen* Klimawandel in Verbindung (IPCC 2007). Die weltweiten klimatischen Veränderungen verursachen in Abhängigkeit von den Klimazonen unterschiedliche Folgen wie beispielsweise:

- länger anhaltende und intensivere Hitze-, Kälte- und Trockenperioden,
- eine Erwärmung der Ozeane und ein Anstieg der Meeresspiegel,
- Überflutungen tiefliegender Küstenregionen,
- eine Zunahme der Niederschlagsintensität sowie mangelnde Kapazitäten der natürlichen Rückhaltefunktion der Landschaft und damit verbundenen Hochwassergefahren,
- eine Verringerung der winterlichen Schneemenge in Europa, insbesondere in den Hochlagen der Alpen sowie
- eine Veränderung der Sturmintensitäten (IPCC 2007; MPI-M 2006).

Unterschiedliche Quellen belegen auch für Deutschland einen Trend zu klimatischen Veränderungen. So hat sich die mittlere Lufttemperatur zwischen 1901 und 2006 – ähnlich dem weltweiten Anstieg – bereits um knapp 0,9 °C erhöht (Bundesregierung 2008). Die GeoRisikoForschung der Rückversicherungsgesellschaft Munich Re weist darauf hin, dass sich die Anzahl der Naturkatastrophen insgesamt in Deutschland seit 1970 mehr als verdreifacht hat – ein Trend, der sich im Speziellen auch für meteorologische und klimatologische Ereignisse abzeichnet (Höppe 2012). Zudem ist mit weiteren kurz- und mittelfristigen Auswirkungen des Klimawandels zu rechnen. Auswertungen auf Basis regionaler Klimaprojektionen zeigen eine Zunahme der mittleren jährlichen Zahl der heißen Tage in Deutschland für den Zeitraum 2021–2050 (DWD 2013). Je nach Klimamodell und Szenario variieren die Ergebnisse der regionalen Klimaprojektionen, wobei eine deutliche Tendenz zu erkennen ist (bspw. wird für den Zeitraum 2021–2050 in Norddeutschland mit einer Zunahme um fünf bis zehn Tage und in Süddeutschland um zehn bis 20 Tage gerechnet (BBK et al. 2012)). Insbesondere im Westen Deutschlands ist zudem mit einer Zunahme der Sturmintensitäten zu rechnen (ebd.). Hochwasserereignisse, die statistisch gesehen bisher alle 50 Jahre auftraten, könnten zukünftig bereits in Zeitintervallen von 25 Jahren erfolgen (Schröder et al. 2012). Insgesamt zeichnet sich demnach bereits gegenwärtig die Tendenz zunehmender Extremwetterereignisse ab, die mit dem Klimawandel assoziiert sind (ebd.).

Mit Blick auf langfristige klimatische Trends prognostizieren regionale Klimaprojektionen für Deutschland folgende Veränderungen:

- Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um etwa 2,5 °C bis 3,5 °C bis zum Jahr 2100 – u.a. verbunden mit wärmeren Sommer- und milderem Wintertemperaturen,
- Anstieg der Anzahl heißer Tage (mindestens 7, maximal 36 Tage) mit einem Temperaturmaximum über 30 °C bis zum Zeitraum 2071–2100,
- Veränderungen der Niederschlagsmuster – voraussichtlich verringerte Niederschlagsmengen im Sommer sowie verstärkter Niederschlag und Stürme in den Wintermonaten,
- weiterer Anstieg des Meeresspiegels um 50 bis 100 cm bis zum Jahr 2100 sowie

- Zunahme extremer Wetterereignisse im gesamten Bundesgebiet – z.B. intensive Hitzeperioden und Starkniederschläge (DWD 2012a; Regionaler Klimaatlas; Eis et al. 2010; Bittner et al. 2009).

Bestimmte Regionen in Deutschland sind dabei als besonders vulnerabel gegenüber dem Klimawandel einzustufen (Zebisch et al. 2005):

- **Norden:** Küstenregionen sind zunehmend durch den Meeresspiegelanstieg sowie evtl. durch Änderungen der Sturmereignisse gefährdet. Dies betrifft vor allem Feucht- und Niederungsgebiete sowie Regionen mit einem hohen Schadenspotenzial, wie den Hamburger Hafen.
- **Osten:** Aufgrund der ungünstigen klimatischen Wasserbilanz könnte sommerliche Dürre in Zukunft verstärkt den Osten Deutschlands betreffen, was unter anderem starke Auswirkungen auf die Landwirtschaft haben würde.
- **Süden:** In Südwestdeutschland (Oberrheingraben) mit den derzeit höchsten Temperaturen wird zukünftig die stärkste Erwärmung erwartet. In dieser Region ist von häufigeren und intensiveren Hitzeperioden auszugehen. Die Artenvielfalt der alpenländischen Flora und Fauna wird durch den Klimawandel zusätzlich bedroht. In dieser Region ist zudem mit verminderter Schneesicherheit und einem erhöhten Hochwasserrisiko in den Winter- und Sommermonaten zu rechnen.
- **Westen:** Eine erhöhte *Vulnerabilität* gegenüber Hochwasser wird insbesondere für Regionen der links- und rechtsrheinischen Mittelgebirge wie der Emscher-Lippe-Region erwartet.

Die Regionen Deutschlands sind zum Teil unterschiedlich betroffen. Zu den natürlichen Gegebenheiten, die die Auswirkungen des Klimawandels maßgeblich bestimmen können, zählen beispielsweise

- die topographische Lage (wie Talkessel, erhöhte oder exponierte Lage),
- die Bodeneigenschaften (wie Wasserspeicherkapazität, Erosionsanfälligkeit),
- die Bebauungsdichte und der Versiegelungsgrad,
- die Art der Flächennutzung sowie
- die biologische Vielfalt.

Letztere spielt vor allem insofern eine bedeutende Rolle, da vernetzte und intakte Ökosysteme verschiedene Folgen des Klimawandels besser bewältigen und diese in ihrer Wirkung sogar abpuffern können (Pirc 2010).

Quellen und Literatur

Bittner R, Günther K, Merz B (2009): Naturkatastrophen in Deutschland. Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ). Hochwasserschutz und Katastrophenmanagement, 6, 7-10.

Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), Deutscher Wetterdienst (DWD), Umweltbundesamt (UBA) (2012): Auswertung regionaler Klimaprojektionen für Deutschland hinsichtlich der Änderung des Extremverhaltens von Temperatur, Niederschlag und Windgeschwindigkeit. Ein Forschungsvorhaben der ressortübergreifenden Behördenallianz BBK, THW, DWD, UBA. Abschlussbericht, Offenbach am Main.

Bundesregierung (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin.

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (2012a): Klimawandel – ein Überblick. URL: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwww/Desktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_start&T99803827171196328354269g

sbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FHomepage%2FKlimawandel%2FKlimawandel__neu__Ueberblick__node.html%3F__nnn%3Dtrue [letzter Zugriff: 18.03.2013].

Deutscher Wetterdienst (DWD) (2013): Mittlere jährliche Zahl der heißen Tage. Regionaler Klimawandel – Klimamodelle im Vergleich. URL: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_result_page&gsbSearchDocId=710622 [letzter Zugriff: 30.07.2013]

Eis D, Helm D, Laußmann D, Stark K (2010): Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht. Robert Koch-Institut, Berlin.

Höppe P (2012): Ansätze zur Integration von Klimarisiken in planerisches Risikomanagement. Munich Re, Geo Risks Research/Corporate Climate Centre. Präsentation, Dialoge zur Klimaanpassung, Berlin, 6. Juni 2012.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hrsg.) (2007): Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. URL: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html [letzter Zugriff: 18.09.2012].

Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) (Hrsg.) (2006): Klimaprojektionen für das 21. Jahrhundert. Broschüre. MPI-M, Hamburg.

Pirc M (2010): Naturschutz ist Klimaschutz – Klimarelevante Naturschutzmaßnahmen im Alpenraum. Naturschutz und Landschaftsplanung 42 (12), 2010. Verlag Eugen Ulmer KG, 383-384. URL: http://www.nul-online.de/Artikel.dll/NuL12-10-378-384-1_MTKyMTI5MQ.PDF?UID=D203CB27D2C915BDA5172E9AE3CCEF659D7038754F3F6DF802 [letzter Zugriff: 13.12.2012].

Regionaler Klimaatlas Deutschland: Mögliche Häufigkeitsänderung der heißen Tage im Jahr bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Zunahme. URL: <http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/heisse-tage/deutschland/uebereinstimmung.html> [letzter Zugriff: 11.12.2012].

Schröder A, Fritz S, Hirschfeld J (2012): Ergebnisse des Dialogs zur Klimaanpassung – Risikomanagement in Planungsprozessen. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin.

Zebisch M, Grothmann T, Schröter D, Hasse C, Fritsch U, Cramer W (2005): Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau.

3 Urbane Räume im Klimawandel – warum sich Klimafolgen in Städten verstärken

Urbane Räume zeichnen sich im Vergleich zu ländlichen oder suburbanen Räumen durch folgende Merkmale aus, die im Kontext bereits eingetretener und zukünftiger Klimawandelfolgen relevant sind:

- hohe Bebauungsdichte, einhergehend mit einem hohen Versiegelungsgrad der Flächen,
- hohe Bevölkerungsdichte bei differenzierter Bevölkerungsstruktur (z.B. Alters- und Sozialstatusgruppen),
- spezifische Infrastrukturen (z.B. Entwässerung, Energie, Verkehr),
- komplexe Versorgungssysteme (z.B. Gesundheits- und Pflegesektor)
- hohe Vulnerabilität und Schadenspotenziale (Industrie, Gewerbe etc.) sowie
- oftmals exponierte geographische Lage (Tal- oder Kessellage, Uferlage etc.).

Damit weisen städtische Räume eine besonders hohe Vulnerabilität gegenüber den Folgen des Klimawandels auf. *Extremwetterereignisse* wie Starkniederschläge, Überschwemmungen und Stürme können infolge hoher Flächenversiegelungsgrade und einer damit einhergehenden Überlastung der Kanalisation (MUNLV 2010; Leon 2008; WHO 2008) in Städten schwer prognostizierbare Folgen für die technische (z.B. Energie- und Wasserversorgung), die soziale (z.B. Gesundheits-, Pflege- und Bildungseinrichtungen) und die Verkehrsinfrastruktur (z.B. Straßen- und Schienennetz) mit sich bringen, wie etwa Funktionseinbußen oder Störungen wichtiger Transportwege (die z.B. von Rettungsdiensten genutzt werden) oder der Trinkwassernetze (BMVBS 2011; Leon 2008).

In Stadtregionen mit hochverdichteten Strukturen, geringerer Luftfeuchtigkeit und unzureichender Versorgung mit Frischluftschneisen tritt häufig das Phänomen der *städtischen Wärmeinsel* auf. Durch die starke Aufwärmung städtischer Räume am Tage und die begrenzte Abkühlung in der Nacht wirken bebaute/versiegelte Flächen als *Wärmespeicher*. Dies hat zur Folge, dass die innerstädtischen Temperaturen teils deutlich über denen im Umland liegen. Im Jahresmittel beträgt diese Differenz etwa 1 bis 2 °C, abhängig von Stadtgröße und -struktur sowie Jahreszeit und Wetterlage kann sie jedoch in Großstädten bis zu 10 °C ausmachen. In Stuttgart beispielsweise betragen die größten Temperaturunterschiede zwischen Innenstadt und Randbereichen des Stadtkessels etwa 6 °C (MUNLV 2010, Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2007). Für die Bevölkerung resultiert hieraus insbesondere in den Sommermonaten eine hohe Hitzebelastung (EEA 2012; Blättner et al. 2010; MUNLV 2010; Endlicher/Kress 2008; Rahmstorf/Schellnhuber 2007).

Ein weiteres Problemfeld mit planungsrelevantem Hintergrund stellen die Windgeschwindigkeit und der Luftaustausch in der Stadt dar. Standort und Ausrichtung der städtischen Bebauung, aber auch hohe und dichte Vegetation in Ventilationsbahnen oder bestimmte topographische Reliefeigenschaften (wie eine quer orientierte Bebauung der Talsohle) können Strömungshindernisse darstellen und zum einen eine Reduktion der bodennahen Windgeschwindigkeit bewirken, wobei gleichzeitig der Luftaustausch mit dem Umland beeinträchtigt wird. Zum anderen können auch Düseneffekte oder eine Kanalisierung der Winde entstehen (MUNLV 2010; Kuttler 2004). Da luftgetragene Schadstoffe wie Ozon und Feinstaub in urbanen Räumen vielfach nur unzureichend abtransportiert werden, kann sich die Luftqualität kumulativ verschlechtern. Demensprechend kommt es insbesondere bei *Inversionswetterlagen* zu einer Mehrfachbelastung: Neben einer Erhöhung der Luftschadstoffkonzentrationen (z.B. Feinstaub, Schwefeldioxid, Stickoxide) ist mit Kom-

binationswirkungen aus Wärme, Luftbelastung und Luftfeuchtigkeit auf die menschliche Gesundheit, auf Pflanzen und auf Sachgüter (z.B. Gebäude) zu rechnen.

Von den negativen *Stadtklimaeffekten* werden tendenziell eher Mittel- und Großstädte betroffen sein und dort wiederum überwiegend solche Stadtteile und Quartiere, die hohe Bebauungsdichten und Versiegelungsgrade, geringe Durchlüftungen und wenige klimatische Ausgleichsflächen aufweisen – also Stadtkernbereiche, Gründerzeitquartiere.

Tipps zum Weiterlesen

- **Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2012):** Hitze in der Stadt. Strategien für eine klimaangepasste Stadtentwicklung. URL: http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21272/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Sonderveroeffentlichungen/2012/HitzeStadt.html [letzter Zugriff: 13.12.2012].
- **Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010):** Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung. MUNLV, Essen.
- **Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2007):** Städtebauliche Klimafibel Online. Hinweise für die Bauleitplanung.

Quellen und Literatur

Blättner B, Heckenhahn M, Georgy S, Grewe HA, Kupski S (2010): Wohngebiete mit hitzeabhängigen Risiken ermitteln. Soziodemografisches und klimatisches Mapping in Stadt und Landkreis zur Vorbereitung von Präventionsmaßnahmen gegen Hitzemorbidity. *Bundesgesundheitsblatt*, 53 (1), 75-81.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2011): Klimawandelgerechte Stadtentwicklung – Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen. *Forschungen*, Heft 149, Berlin.

Endlicher W, Kress A (2008): Wir müssen unsere Städte neu erfinden. Anpassungsstrategien für Stadtregionen. *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 6/7, 437-445.

European Environment Agency (EEA) (Hrsg.) (2012): Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. *EEA Report No 2/2012*. EEA, Kopenhagen.

Kuttler W (2004): Stadtklima. Teil 1: Grundzüge und Ursachen. *UWSF, Z Umweltchem Ökotox*, 6 (3), 187-199.

Leon DA (2008): Cities, urbanization and health. *International Journal of Epidemiology*, 37 (1), 4-8.

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung. MUNLV, Essen.

Rahmstorf S, Schellnhuber HJ (2007): Der Klimawandel. 5. überarb. Auflage. Beck, München.

Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.) (2007): Städtebauliche Klimafibel Online. Hinweise für die Bauleitplanung.

World Health Organization (WHO) (Hrsg.) (2008): Protecting health from climate change – World Health Day 2008. WHO, Geneva.

4 Auswirkungen des Klimawandels auf die kommunalen Handlungsbereiche Planen und Bauen, Umwelt und Natur sowie Gesundheit

Als Folge der für Deutschland prognostizierten und zum Teil bereits eingetroffenen Klimaänderungen ergeben sich konkrete Problemstellungen und dementsprechende Konsequenzen für unterschiedliche Bereiche des kommunalen Handelns. Die Dimension und Schwere dieser Klimawirkungen kann regional sehr unterschiedlich sein: von der geminderten Aufenthaltsqualität öffentlicher Plätze und Grünflächen über die Schwächung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit einer Region oder der Beeinträchtigung der Landwirtschaft bis hin zu beträchtlichen Gefährdungen von Land, Gütern, Gebäuden, Anlagen, Naturräumen und Infrastruktur, aber auch von Gesundheit und Leben der Bevölkerung (EEA 2012; MUNLV 2010). Die folgenden Abschnitte zeigen Beispiele für die Auswirkungen des Klimawandels und verdeutlichen die Handlungsnotwendigkeiten in den Bereichen Planen und Bauen, Umwelt und Natur sowie Gesundheit, mit denen sich Kommunen in Folge der prognostizierten Klimaänderungen – vornehmlich mittelfristig – konfrontiert sehen können.

4.1 Planen und Bauen

In Deutschland ist mit intensiveren Hitzewellen und einem Anstieg der heißen Tage mit über 30 °C zu rechnen.

In Stuttgart beispielsweise kommt es bereits heute zu etwa 30 Hitzetagen mit Tropennächten im Jahr, wobei sich diese Zahl voraussichtlich bis Ende des Jahrhunderts sogar noch verdoppeln wird. Grünanlagen und Waldgebiete als nächtliche Kaltluftproduktionsflächen wirken dem zu einem gewissen Grad entgegen; deutlich verstärkt wird der Hitzeeffekt jedoch durch einen hohen Grad an teil- oder vollversiegelter Flächen aus wärmeleitenden und -speichernden Materialien (Baumüller 2010).

Dies bewirkt – vor allem in urbanen Räumen (s.o.) – ein Aufheizen von Gebäuden und Verkehrsflächen bei gleichzeitiger mangelnder nächtlicher Abkühlung und unzureichendem Luftaustausch. Neben thermischen Wirkungen auf die Bausubstanz sowie die Verkehrs- und Infrastruktur an der Oberfläche kann es zu Beeinträchtigungen der unterirdischen, jedoch oberflächennah verlegten Leitungssysteme kommen, was sowohl negative Einflüsse auf die Siedlungswasserwirtschaft als auch auf die Trinkwasserqualität (wie die Gefahr der Wiederverkeimung durch erhöhte Temperaturen in schwach durchflossenen Netzabschnitten) zur Folge haben kann (MUNLV 2010). So können die Temperaturwerte der oberirdischen städtischen Wärmeinseln bis zu 3 °C über den Werten der unbebauten Umgebung liegen, während bei unterirdischen städtischen Wärmeinseln sogar eine Differenz um die 6 °C entstehen kann (Wittig et al. 2012).

Neben anhaltenden Hitzewellen kann es außerdem zu längeren Trockenperioden kommen, in denen zum Teil wochenlang keine Niederschläge fallen und mit denen aufgrund mangelnder adäquater Reaktionsmöglichkeiten bislang noch schwer umgegangen werden kann (Zebisch et al. 2005). Lange Trockenperioden können beispielsweise Probleme in Bezug auf den urbanen Wasserkreislauf und die intraurbane Trinkwasserversorgung ver-

ursachen. In Mischwasserkanälen kann ein Ausbleiben regelmäßig erhöht fließender Wassermengen und ein damit verbundener eingeschränkter Abtransport von Schmutzwasser zu Ablagerungen führen, die bei nachfolgenden Starkregenereignissen in die Flussgewässer gelangen und deren Qualität beeinträchtigen könnten. Eine weitere negative Folgewirkung stellt die Verlängerung der Zeiträume des Spitzenwasserbedarfs dar (Rohn/Mälzer 2010). All dies kann unter anderem

- die Rohrbruchgefahr infolge von Setzungsprozessen des trockenen Bodens steigern (Rohn/Mälzer 2010),
- Geruchsbelästigungen und Schädlingsbefall hervorrufen und/oder
- zu einer Minderung der hydraulischen Leistungsfähigkeit und einem damit verbundenen höheren Unterhaltungsaufwand führen. Es müssen beispielsweise Chemikalien eingesetzt oder das Kanalsystem häufiger durchgespült werden (MUNLV 2010).

Auch das Gegenteil, nämlich die Überlastung der Kanalisation, kann durch andauernde Hitze-Trockenperioden „vorbereitet“ werden. Denn gerade die Kombination aus Hitze und Trockenheit bewirkt erhöhte Verdunstungsprozesse, woraus sich ein Austrocknen der nicht versiegelten Bodenoberfläche ergibt. Da ausgetrocknete Böden Niederschläge nur ungenügend aufnehmen können (s.u.) und das Wasser somit andere Wege finden muss, erhöht sich das Überflutungsrisiko durch oberflächigen Niederschlagswasserabfluss und gleichzeitig die Gefahr, dass Kanalsysteme bei erhöhtem Wasseraufkommen nicht ausreichend Kapazitäten bereithalten (MUNLV 2010).

Allerdings steigen auch ohne vorherige Hitze- oder Trockenperioden die Überflutungs- und Hochwassergefahr und damit die Anforderungen an Hochwasserschutz und -vorsorge, da zukünftig mit häufiger auftretenden Stark- und Extremregenereignissen (auch in Verbindung mit Schneeschmelze) zu rechnen ist. Demnach wird man sich vielerorts mit

- überlasteten Entwässerungssystemen,
- Sturzfluten auf Straßen und anderen Verkehrsflächen,
- Überflutungen von Unterführungen, Kellern und Tiefgaragen sowie
- über die Ufer tretenden Gewässern, Bodenerosionen und Erdrutschen

konfrontiert sehen.

Zu den direkten Folgen zählen

- Verschmutzungen von Flächen, Böden und urbanen Gewässern,
- Durchfeuchtungen von Mauerwerk,
- Eindringen von Wasser in Gebäude,
- Schäden an Gebäudebestand, Außenanlagen und Infrastruktur sowie
- Gefahren für die Gebäudestandsicherheit (Fachkommission „Städtebau“ der ARGEBAU 2003; MUNLV 2010).

In besonderem Maße problematisch sind hierbei Schäden an der technischen (z.B. Entwässerung, Verkehrsanlagen, Energieversorgung) und der sozialen (z.B. Krankenhäuser, Altenheime und Bildungseinrichtungen) Infrastruktur sowie die mögliche Unterbrechung von Rettungswegen oder Trinkwassernetzen. In Gegenden mit generell sehr hohem Grundwasserstand kann für die Siedlungswasserwirtschaft eine zusätzliche Verschärfung der Wasserentsorgungsproblematik eintreten. Begünstigt werden derartige Gefährdungssituationen durch Faktoren wie eine hohe Oberflächenversiegelung oder auch topogra-

phische Gegebenheiten (wie Hang- oder Kessellage). Dem entgegen wirken jedoch unter anderem wasserwirtschaftliche Rückhalte- und Speichermöglichkeiten, *Retentionsflächen* oder eine leistungsfähige Vorflut (MUNLV 2010).

Die Auswirkungen des Klimawandels sind je nach geographischer Lage der betroffenen Region im Bundesgebiet unterschiedlich stark ausgeprägt. Sie erfordern in den jeweils relevanten Handlungsbereichen zielgerichtete planerische Ansätze und Konzepte. So werden sich z.B. Küstenregionen auf lange Sicht mit dem Anstieg des Meeresspiegels und entsprechenden Auswirkungen auseinandersetzen müssen; kurz- bis mittelfristig wird eine Änderung des Sturmregimes verschiedene Gefahren mit sich bringen. Beeinträchtigungen durch Überschwemmungen und vermehrte Sturmfluten, Erosionen der Küstenlinie, Landverlust, Eindringen von Salzwasser in Grundwasser und Feuchtgebiete, Verlust von landwirtschaftlich genutzten Flächen im Deichvorland, Schädigungen für den Tourismus und eine erhöhte Gefährdung von Nutzungen auf dem offenen Meer (z.B. biologische Vielfalt und die Resilienz der marinen Ökosysteme durch vermehrte fischereiliche Nutzung und Stoffeinträge) sowie anderer Regionen mit hohem Schadenspotenzial (wie der Hamburger Hafen) werden zu verzeichnen sein (Bundesregierung 2008). Hingegen kann in Bergregionen mit dem Fokus auf Wintersporttourismus ein Zurückgehen der Schneesicherheit zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen durch das Ausbleiben von Touristen führen (Zebisch et al. 2005). Infolgedessen kann eine Neufokussierung auf andere Zielgruppen bei gleichzeitiger Anlage neuer zielgruppenspezifischer Einrichtungen erforderlich werden.

Neben den zahlreichen negativen Auswirkungen des Klimawandels können die urbane Überwärmung und die Verringerung der Frosttage für den Bereich Planen und Bauen auch positive Effekte mit sich bringen, da in den Wintermonaten der Heizaufwand sinkt (Bundesregierung 2008) und die Verkehrssicherheit („Ausbleiben von Glatteis“) steigt (Zebisch et al. 2005).

In sämtlichen Planungen sollten die Auswirkungen des Klimawandels auf integrierte Weise mitgedacht werden. Ausreichende Bemessung der kommunalen Entwässerungssysteme, Hochwasser- und Küstenschutzanlagen sowie die Erhöhung des dezentralen Wasserrückhaltes in den Einzugsgebieten sind ebenso Ansatzpunkte wie die Abschwächung der Temperaturspitzen durch mikro- oder mesoklimatisch relevante Ausgleichsflächen in den Sommermonaten (MUNLV 2010) bei gleichzeitiger klimasensitiver Reaktion auf sich wandelnde Zielgruppen bzw. Klientel.

4.2 Umwelt und Natur

Langandauernde Hitzewellen bedeuten auch für den Bereich Umwelt und Natur eine nicht zu unterschätzende Belastung. Es findet eine erhöhte Verdunstung statt, wodurch Böden schneller austrocknen, landwirtschaftliche Kulturen gefährdet werden und die Waldbrandgefahr steigt. Bei trockenen Böden mit schwachem oder fehlendem Bewuchs tritt neben einer erhöhten Erosionsgefährdung durch Wind außerdem eine erhöhte Erosionsgefahr durch Wasser auf: Die grundsätzlich vorhandene natürliche Versickerungsfähigkeit der Böden bei auftretenden Niederschlägen (begünstigt durch einen Bewuchs, besonders mit Gehölzen und höheren Nutzpflanzen) wird durch vorheriges Austrocknen herabgesetzt. Das Wasser kann also nicht sofort in den Boden eindringen. Dies zieht eine reduzierte Grundwasserneubildungsrate aufgrund stark verminderter Durchlässigkeit trockener Böden nach sich und erhöht das Überflutungsrisiko durch vermehrten oberflächigen Niederschlagswasserabfluss deutlich (s.o.). Derartige Erosionen durch Wind und Wasser können

die biologisch aktiven Humusschichten extrem beeinträchtigen und damit sowohl dem Boden- und Naturschutz als auch der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit entgegenstehen.

Im Falle von Stark- und Extremniederschlägen bei ausgetrockneten Böden sind besonders verdichtete, wenig oder unbewachsene Flächen in Hangneigung einer Erosionsgefahr ausgesetzt (MUNLV 2010). Durch abnehmenden Bodenfrost im Winter erhöhen sich zudem die Erosions- und Auswaschungsgefahr sowie die Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit (Mosbrugger et al. 2012).

Der Klimawandel wird mit seinen Folgen auch eine Veränderung des globalen Wasserkreislaufs mit sich bringen. So hat der durch den Klimawandel beschleunigte Rückgang der Gletscher in den Alpenregionen beispielsweise wasserwirtschaftliche Auswirkungen auf die gletschergespeisten Flüsse und Seen (Bundesregierung 2008), Gletscherseen vermehren und vergrößern sich, und es kommt zu erhöhtem Abfluss sowie früher eintretenden Abflusshöchstmengen im Frühjahr (UBA 2009). Doch auch im restlichen Bundesgebiet beeinträchtigen die Klimaänderungen die Wasser- und Gewässerqualität und -menge. Die winterlichen Temperaturen am Meeresboden der Nordsee stiegen in den Jahren von 1980 bis 2005 im Mittel um bis zu 3 °C an (Mosbrugger et al. 2012), und der Anstieg des Meeresspiegels bringt auf lange Sicht eine Versalzung des Grundwassers in Küstenregionen mit sich (Steinel et al. 2012). Aus der Erwärmung und Veränderung der Niederschlagsmengen ergeben sich Schwankungen in Bezug auf die Grundwasserneubildung und langfristig ein Absinken des lokalen Grundwasserspiegels (Bundesregierung 2008). Die daraus möglicherweise resultierende Wasserknappheit kann in einigen Regionen Deutschlands die (Trink-)Wasserverfügbarkeit einschränken sowie die Lebensmittel- und Trinkwasserhygiene erschweren (Eis et al. 2010; Beierkuhnlein/Foken 2008; Comrie 2007). Ebenso kann die Erwärmung des Trinkwassers in den Leitungssystemen zu einer Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität führen (s.o.) (MUNLV 2010). In Verbindung mit der erwarteten Steigerung des Trinkwasserbedarfs in den warmen Monaten kann dies zu erheblichen Versorgungsengpässen mit Trinkwasser führen, das den Qualitätsanforderungen der Trinkwasserverordnung (TWVO) entspricht.

Durch längere Hitze- und Trockenheitsperioden und vermehrte Extremniederschläge bedingte Schwankungen der Wasserführung sowie durch extreme Hoch- und Niedrigwasser ist von einer Verschlechterung der Wasserqualität vor allem bei Oberflächengewässern auszugehen, was zum Teil einen Rückgang der Artenvielfalt mit sich bringen wird. So kann die Reduktion der geführten Wassermengen vornehmlich bei kleineren Fließgewässern zur Beeinträchtigung der Ökosysteme führen (s.u.) (MUNLV 2010). Überflutungen und verstärkte Erosion können ebenfalls das ökologische Gleichgewicht von Flüssen und Seen stören und überdies Schadstoffe, Nährstoffe oder Pestizide in die Gewässer eintragen (Steinel et al. 2012).

Längere Dürrephasen können auch auf den lufthygienischen Bereich Auswirkungen haben, da dann der sogenannte „Wash-Out-Effekt“, also das Auswaschen von Teilen der atmosphärischen Spurenstoffe durch Niederschläge aus der Luft, ausbleibt (MUNLV 2010). Ozon bildet sich aus flüchtigen organischen Stoffen und Stickoxiden unter Einwirkung von UV-Strahlung, wobei besonders hohe Ozonkonzentrationen vor allem in den Sommermonaten unter Hochstrahlungswetterlagen entstehen („Sommersmog“) (Stark et al. 2009). Insbesondere in städtischen Ballungsräumen kann sich aufgrund der hohen räumlichen Dichte und des vermehrten Verkehrsaufkommens bei reduziertem Luftaustausch die Luftbelastung durch Ozon und andere anthropogene Schadstoffe wie (Fein-)Staubpartikel erhöhen (Zanobetti et al. 2012; Zebisch et al. 2005). Die Ausdehnung von Trockenheitsperioden verstärkt diese aufkommenden Belastungen. Auch pflanzliche Kohlenwasserstoff-

fe zählen zu den Vorläufergasen, aus denen Ozon entsteht, weshalb die innerstädtische Verwendung von Pflanzen, die weniger biogene Kohlenwasserstoffe emittieren (sog. „Low Emitters“) (Benjamin/Winer 1998), das Ozonaufkommen positiv beeinflussen können. Im Winter bewirken durch Gebäudeheizung emittierte Spurenstoffe eine zusätzliche lufthygienische Belastung (MUNLV 2010).

In Bezug auf die Biodiversität kann von deutlichen Beeinträchtigungen durch die Auswirkungen des Klimawandels ausgegangen werden (Zebisch et al. 2005). Bedingt durch veränderte Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie die zunehmende Häufigkeit von Extremwetterereignissen kann es zu

- Verlängerungen oder Verschiebungen der Vegetationsperioden von Pflanzen,
- veränderten Lebensabläufen bei Tieren (wie Winterschlaf, Vogelzug, Brutzeiten) sowie
- Verschiebungen der Verbreitungsgebiete polwärts oder auch
- Veränderungen von Artenzusammensetzung und Struktur ganzer Ökosysteme

kommen.

Jahresrhythmen, Verhalten, Fortpflanzung, Konkurrenzfähigkeit und Nahrungsbeziehungen von Arten ändern sich (UBA 2009; Bundesregierung 2008; BfN 2006; Zebisch et al. 2005). Dies bringt (langfristig) auch eine Gefährdung der Arten, ihrer Zusammensetzung sowie ihrer Vielfalt in ihren lokalen Ökosystemen mit sich.

Für Deutschland wird eine Verschiebung der Lebensräume vieler Arten nach Norden und Osten sowie in höhere Gebirgslagen oder entlang von Feuchtegradienten prognostiziert und es ist in den nächsten Jahrzehnten mit einem Verlust von 5 bis 30 % aller heimischen Tier- und Pflanzenarten sowie – bei seltener werdenden Arten – mit einem Verlust der genetischen Vielfalt zu rechnen (BfN 2006). In Nordrhein-Westfalen haben sich in Bezug auf den Jahresverlauf bereits deutliche Verschiebungen ergeben: Frühling und Sommer blieben von der Länge her bislang eher unverändert, während sich der Herbst um etwa 17 Tage ausweitete, die Länge des Winters um etwa 21 Tage abnahm und sich der Beginn der Vegetationszeit zwischen den Jahren 1951 und 2009 um etwa 16 Tage nach vorne verlagert hat (MKULNV 2013).

Längere Hitze- oder Trockenperioden bewirken zudem, dass Pflanzen mit einem artbedingtem hohen Wasserbedarf diesen nicht mehr decken können und sich stattdessen vermehrt wärmeliebende Pflanzen mit geringeren Wasseransprüchen ausbreiten. In Folge können sich zunehmend gebietsfremde Tier- und Pflanzenarten ansiedeln, wodurch eine Veränderung der Ökosysteme bewirkt wird und letztendlich auch heimische Arten verdrängt werden (Bundesregierung 2008). Auch eine verminderte Grundwasserqualität oder eine niedrigere Grundwasserneubildungsrate spielen eine entscheidende Rolle für den Zustand von Lebensräumen, da Grundwasser als integraler Bestandteil des Wasserkreislaufes die Grundlage für viele Ökosysteme bildet (Steinel et al. 2012). Gerade im Alpenraum kann dies bedeuten, dass Arten ihren Lebensraum ganz verlieren: Lebenszonen können sich zwar zunächst in höhere Lagen verschieben, die Ausweichmöglichkeiten sind jedoch sehr begrenzt und alpine Arten können somit rasch zu gefährdeten Arten werden oder (regional) aussterben. In diesem Zusammenhang ist auch die abnehmende Schneesicherheit von Bedeutung (BfN 2006; Bundesregierung 2008).

Für die kommunale Grünflächenplanung bedeuten andauernde Hitze- und Trockenperioden einen erhöhten Pflegeaufwand, um einem übermäßigen Ausfall von Pflanzen (zum Beispiel durch Hitzestress, Schädlingsbefall oder Krankheiten) entgegenzuwirken. Zudem wird ein größerer Nutzwasserverbrauch zur zusätzlichen Bewässerung städtischer Parkanlagen, Bepflanzungen und Gärten sowie Privatgrundstücken notwendig, sofern die Bepflanzungen nicht auf geeignete, hitze- und trockenheitsresistente Pflanzen (wie z.B. Ginkgo, Götterbaum, Vogelkirsche, Flieder oder krautigen Arten der Steingärten statt Hasel, Gewöhnlichem Wurmfarne, Akelei oder Rotschwengel) fokussiert oder umgestellt werden (Mosbrugger et al. 2012; Wittig et al. 2012; MUNLV 2010). Von Bäumen dominierte Vegetationstypen wie Stadtwälder oder naturnahe Parkanlagen haben zudem eine starke Klimawirkung und sind oft von großer Bedeutung für die urbane Biodiversität (Wittig et al. 2012). Gleiches betrifft auch die Land- und Forstwirtschaft: Klimaänderungen werden Einfluss nehmen auf die landwirtschaftlichen Kulturen wie auch auf die Zusammensetzung, Struktur und organismische Vielfalt von Wäldern. Die Wahl geeigneter, angepasster Arten und Sorten wird bei der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen und Wälder an Bedeutung gewinnen, um dem Ausfall von Pflanzen und Kulturen entgegenzuwirken (Hickler et al. 2012).

4.3 Gesundheit

In Deutschland werden im Zusammenhang mit den klimatischen Veränderungen verschiedene gesundheitliche Risiken diskutiert² (Eis et al. 2010; Pauli/Hornberg 2010; DWD 2007; Laschewski/Jendritzky 2003), die direkte und indirekte Auswirkungen auf die Gesundheit haben können.

Direkte gesundheitliche Beeinträchtigungen treten z.B. infolge von wetterbedingten Extremereignissen (wie Hitzewellen, starke Unwetter und Stürme, Überschwemmungen) auf. Hochwasser und Überschwemmungen beispielsweise als Folge von Starkregereignissen (v.a. in urbanen Räumen) bergen eine Vielzahl von Gesundheitsrisiken. Hierzu zählen unter anderem:

- mangelhafte oder ausbleibende Gesundheitsversorgung durch Störungen und/oder Funktionseinbußen wichtiger Infrastrukturen (z.B. Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, Transportwege, Trinkwassernetze),
- Haut- und Schleimhautreizungen sowie Atemwegserkrankungen durch die Spätfolgen der Überflutung (z.B. feuchte, bakterien- oder schimmelbefallene Bausubstanz),
- akute Verletzungen oder Tod durch Ertrinken,
- Beeinträchtigungen der psychischen Gesundheit (wie Traumatisierung, Angst, Depressionen) (BMVBS 2011; Mohammadzadeh/Biebeler 2009; Zebisch et al. 2005).

Eines der bedeutendsten gesundheitsrelevanten Risiken des Klimawandels stellt die Belastung des menschlichen Organismus durch extreme Hitze dar (Mohammadzadeh/Biebeler 2009; Zebisch et al. 2005). Sehr heiße Tage belasten v.a. Personen mit Vorerkrankungen (wie Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen) sowie ältere Menschen, Kleinkinder und Menschen mit Behinderungen.

² Dabei muss berücksichtigt werden, dass diese Risiken zwar durch den Klimawandel mit beeinflusst werden, jedoch noch von weiteren Faktoren wie z.B. dem Lebensstil, dem globalen Handel oder Landnutzungen abhängen (Eis et al. 2010).

Beispielsweise erhöhte sich in Hessen (Frankfurt a.M.) und Baden-Württemberg während der Hitzeperiode im August 2003 die Sterblichkeitsrate in Alten- und Pflegeheimen erheblich (Grewe/Pfaffenberger 2011). Daten aus dem Raum München zeigen dagegen in dieser Zeit eine insgesamt niedrige Sterblichkeit, wobei diese geringere Mortalität im Wesentlichen auf städtebauliche Rahmenbedingungen (Isar und Bahntrasse wirken hier als Frischluftschneisen) zurückgeführt wird (Kohlhuber/Fromme 2010). In Frankreich wurden im Sommer 2003 europaweit die meisten Sterbefälle in Zusammenhang mit der Hitzewelle festgestellt. Einschränkend muss jedoch angemerkt werden, dass in den Folgemonaten weniger Sterbefälle im Vergleich zu den Vorjahren festgestellt wurden. Diese vorgezogene Sterblichkeit wird auch als Harvesting-Effekt bezeichnet (Eis et al. 2010). Infolgedessen wurden in den darauffolgenden Jahren bereits umfangreiche Präventionsmaßnahmen insbesondere für alte Menschen entwickelt und erprobt (Grewe/Blättner 2011; Le Tertre et al. 2006).

Insbesondere lang anhaltend hohe Temperaturen (Hitzewellen) bedeuten

- ein erhebliches gesundheitliches Risiko für ältere Menschen ab 65 Jahren (v.a. bei Alleinstehenden mit eingeschränkter körperlicher oder psychischer Gesundheit),
- eine Erhöhung der Gesundheitsrisiken bei bestimmten Arbeitsbedingungen wie anstrengenden körperlichen Tätigkeiten im Freien (z.B. Arbeiten im Hoch- und Tiefbau) oder einem Mangel an ausreichender Belüftung am Arbeitsplatz sowie
- abhängig von Faktoren wie Geschlecht oder sozioökonomischem Status z.T. unterschiedlich ausgeprägte Empfindlichkeiten gegenüber Hitze (Studien zeigen bspw. eine stärkere Betroffenheit bei Frauen infolge von Hitzebelastungen) (Augustin et al. 2011; Eis et al. 2010; Gekle et al. 2010; Kjellstrom et al. 2009; Baccini et al. 2008; Huynen et al. 2001; Bennett 2000).

Zudem könnte sich aufgrund einer verstärkten UV-Strahlung und dem häufigeren Aufenthalt im Freien das Risiko für Sonnenbrand, Lichtüberempfindlichkeitsreaktionen („Sonnenallergie“) und Hautkrebs erhöhen (Blättner et al. 2010; Eis et al. 2010; Stark et al. 2009; Jendritzky 2007; McMichael et al. 2007).

Bei den indirekten gesundheitlichen Auswirkungen, die aufgrund nachhaltig veränderter Umweltbedingungen entstehen können, reicht die Bandbreite möglicher Gesundheitsrisiken über die Zunahme luftgetragener *Allergene*, Sporen und Schadstoffe bis hin zu einer stärkeren Ausbreitung diarrhöischer und anderer (Infektions-)Krankheiten (Eis et al. 2010; SCN 2010; IWGCCH 2010; Sperk/Straff 2009; Stark et al. 2009; Bundesregierung 2008; Comrie 2007).

Die insbesondere in Ballungsräumen in den Sommermonaten erhöhte Luftbelastung durch anthropogene Schadstoffe wie Ozon und (Fein-)Staubpartikel (Zanobetti et al. 2012; Zebisch et al. 2005) verursacht besonders an stark befahrenen Straßen Gesundheitsschäden wie Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen (Eis et al. 2010; IWGCCH 2010; Beierkuhnlein/Foken 2008). Die hohen Ozonkonzentrationen des „Sommersmogs“ können u.a. Einschränkungen der Leistungsfähigkeit sowie die Entstehung infektiöser Atemwegserkrankungen verursachen (Comrie 2007; D'Amato et al. 2010).

Die ansteigenden Temperaturen und die damit einhergehenden längeren Vegetationsperioden bewirken z.B. eine bereits heute zu beobachtende Verlängerung der Pollen-

saison. Diese stellt eine erhöhte Gesundheitsbelastung für Asthmatiker und Allergiker dar (Behrendt/Ring 2012; Behrendt et al. 2010; Eis et al. 2010; Zebisch et al. 2005) und kann insgesamt zu einem Anstieg der Allergien (Sensibilisierungsrate) innerhalb der Allgemeinbevölkerung führen (Eis et al. 2010; UBA 2010; Sperk/Straff 2009; Beierkuhnlein/Foken 2008). Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die – durch Feinstaub (mit)bedingte – erhöhte Allergenität einiger Pflanzenpollen (Behrendt/Ring 2012).

Begünstigt durch die veränderten klimatischen Verhältnisse können sich zunehmend gebietsfremde Tier- und Pflanzenarten ansiedeln. Im Hinblick auf die menschliche Gesundheit betrifft dies insbesondere die Ausbreitung des Beifußblättrigen Traubenkrauts (*Ambrosia artemisiifolia*) (Eis et al. 2010; Beierkuhnlein/Foken 2008; Tamarcaz et al. 2005), das beim Menschen durch Einatmen der Pollen oder durch Hautkontakt mit der Pflanze starke Allergien auslösen kann. Zudem wird durch *Ambrosia artemisiifolia* das Auftreten von Kreuzallergien begünstigt (Behrendt 2008).

In einigen Städten, wie z.B. in Berlin, aber auch in Sachsen werden bereits großräumige Maßnahmen durchgeführt, um den derzeitigen Bestand von *Ambrosia artemisiifolia* zu verringern und einer weiteren Ausbreitung systematisch vorzubeugen. Unterstützt werden die Bestrebungen durch die Berliner Senatsverwaltung für Gesundheit und Soziales sowie die Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Freie Universität Berlin 2013).

Ein weiteres Risiko für die öffentliche Gesundheit stellt der Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) dar. Die Raupenhaare dieser Nachtfalterart können allergische Entzündungsreaktion an Augen, Haut und Schleimhäuten auslösen (Eis et al. 2010; Beierkuhnlein/Foken 2008; Maier et al. 2003) und sind insbesondere wegen ihrer langjährigen Persistenz problematisch.

Ein gesundheitsgefährdendes Potenzial geht auch von der klimawandelbedingten Verbreitung bestimmter Infektionskrankheiten aus. Krankheitserreger wie Viren oder Parasiten können durch sogenannte Vektoren (Krankheitsüberträger wie z.B. Insekten, Nagetiere, Vögel) auf den Menschen übertragen werden (ECDC 2010; Eis et al. 2010). Vektoren können sowohl einheimische Überträger (etwa die Schildzecke *Ixodes ricinus*) von Infektionserregern als auch Neobiota (eingeschleppte Arten, wie z.B. verschiedene Stechmückenarten) sein, deren Ausbreitung und Populationsdichte durch klimatische Faktoren beeinflusst werden (Stark et al. 2009).

Mildere Winter und wärmere Sommer fördern beispielsweise die Zunahme der durch Zecken übertragenen Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) und der Lyme-Borreliose (Eis et al. 2010; Beierkuhnlein/Foken 2008). Die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen zählen bereits zu den definierten FSME-Risikogebieten (RKI 2011). Die Lyme-Borreliose tritt in ganz Deutschland endemisch auf (Eis et al. 2010; Frimmel et al. 2009). Eine gesetzliche Meldepflicht für Lyme-Borreliose besteht in Rheinland-Pfalz, Saarland, Bayern und den neuen Bundesländern (RKI 2013b).

Die Einschleppung von Stechmücken über den internationalen Warenhandel (z.B. LKW-Transport) und Personenverkehr wird ebenfalls als eine klimawandelassoziierte Gesundheitsgefahr diskutiert (Eis et al. 2010; Stark et al. 2009). Dies betrifft beispielsweise den Import von Infektionskrankheiten wie Dengue-Fieber, Leishmaniose oder Malaria, die

bisher vorwiegend in den (Sub-)Tropen verbreitet sind (Eis et al. 2010; Beierkuhnlein/Focken 2008).

In Bayern und Baden-Württemberg konnte bereits lokal die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) nachgewiesen werden, insbesondere in der Nähe von Autobahnraststätten (Becker et al. 2013; Kampen et al. 2013). Die Asiatische Tigermücke ist potenzieller Überträger des Dengue-, Chikungunya- und Gelb-Fiebers (Frimmel et al. 2009).

Die Asiatische Buschmücke (*Aedes japonicus/Hulecoeteomyia japonica*) scheint bereits entlang des oberen Rheingebietes (ca. 2.000 km² von Koblenz bis Köln) etabliert (Kampen et al. 2012). Zudem liegen weitere Funde für Baden-Württemberg vor (Huber et al. 2012; Werner et al. 2012). Laborversuche zeigen, dass die Asiatische Buschmücke neben dem West-Nil-Fieber ein potenter Überträger weiterer pathogener Viren ist. Unter natürlichen Bedingungen wird die Asiatische Buschmücke bisher nicht als relevanter Überträger von humanpathogenen Krankheitserregern eingestuft (Kampen et al. 2012; Werner et al. 2012). Genaue Angaben zum Erregernachweis von *Aedes albopictus* und *Aedes japonicus/Hulecoeteomyia japonica* in Deutschland wurden bisher nicht veröffentlicht.

Das (vereinzelte) Vorkommen der o.g. Vektoren bedeutet nicht, dass es in Deutschland bereits zu autochthonen Erkrankungsfällen kommen muss. Erst das Zusammenwirken mehrerer Faktoren (z.B. Vorkommen/hohe Dichte kompetenter Vektoren, Personen mit importierten Infektionen in der virämischen Phase, hohe Umgebungstemperaturen) ermöglicht vektorübertragene Infektionen durch invasive Arten auch in Deutschland (Eis et al. 2010; Stark et al. 2009). Bislang wurden sowohl bei den autochthonen als auch bei den importierten vektorvermittelten Infektionskrankheiten insgesamt nur relativ geringe Fallzahlen verzeichnet (Eis et al. 2010).

In den Jahren 2007, 2010 und 2012 konnte eine deutlich erhöhte Anzahl von Hantavirus-Erkrankungen nachgewiesen werden (RKI 2012; RKI 2013a). Hantaviren können über das Einatmen virushaltiger Exkremente von Nagetieren und anderen Kleinsäugetieren (u.a. Rötelm Maus, Brandmaus, Maulwurf) auf den Menschen übertragen werden. Besonders betroffen sind die Regionen Bayerischer Wald, Münsterland und Schwäbische Alb (Frimmel et al. 2009; RKI 2012). Hantavirus-Erkrankungen treten in ganz Deutschland endemisch auf (Eis et al. 2010; Frimmel et al. 2009).

Im Rahmen des Modellvorhabens KLIMZUG-Nordhessen werden beispielsweise in einigen hessischen Landkreisen mit Unterstützung der Bevölkerung Zecken und Stechmücken eingesammelt, die anschließend auf humanpathogene Erreger (bei Zecken u.a. auf FSME, bei Stechmücken u.a. auf Dengue) untersucht werden. Die dadurch gewonnenen Daten können für die Entwicklung von Präventionsmaßnahmen genutzt werden (Gebhardt/Schlott 2011).

Durch die Erwärmung könnten Seen zudem häufiger durch Blaualgen (Cyanobakterien) belastet werden. Ein Teil der Cyanobakterienarten bildet Gifte (Toxine), die bei bestimmten Konzentrationen Einfluss auf die Gesundheit des Menschen und warmblütiger Tiere haben können. Man unterscheidet bei den Toxinen zwischen Neuro- und Hepatotoxinen sowie Lipopolysacchariden (LPS). Bilden diese Blaualgen massenhaft eine sogenannte Algenblüte, kann für Badende und insbesondere für Kleinkinder, die in Ufernähe spielen, eine Gesundheitsgefahr nicht ausgeschlossen werden (Eis et al. 2010).

Die dargestellten potenziellen gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels betreffen jedoch nicht alle Personen gleichermaßen. Bestimmte Bevölkerungsgruppen sind für klimabedingte Gesundheitsrisiken besonders anfällig (Eis et al. 2010; Bouchama et al. 2007). Diese sogenannten *vulnerablen* Gruppen sind aufgrund umwelt- oder personenbezogener Faktoren einem erhöhten Risiko gegenüber den Folgen des Klimawandels ausgesetzt (IWGCCH 2010):

- alte und hochaltrige Menschen,
- Personen mit chronischen Erkrankungen,
- Säuglinge und Kleinkinder,
- Menschen mit Behinderungen,
- Personen mit einem eingeschränkten Zugang zu Informationen bezüglich individueller Anpassungsmaßnahmen (z.B. zu hitzeangepasstem Verhalten) und reduzierten Fähigkeiten, sich derartige Informationen zu erschließen, sowie
- Personen, deren Wohnumfeld bereits durch ein geringes Angebot an Grün- und Freiflächen und/oder ein erhöhtes Aufkommen von Luftschadstoffen beeinträchtigt ist (Eis et al. 2010; Pauli/Hornberg 2010; WHO 2008; Zebisch et al. 2005).

Auch wenn sich der Klimawandel in vielerlei Hinsicht negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken kann, so sind durchaus auch positive gesundheitliche Effekte beschrieben. Die Zunahme von Sonnenscheintagen könnte beispielsweise den Aufenthalt und die körperliche Aktivität im Freien und damit möglicherweise den allgemeinen Vitamin-D-Status der Bevölkerung erhöhen. Insofern könnte ebenfalls – sofern der Aufenthalt im Freien nicht eine gesundheitsgefährdende Hitzebelastung oder andere negative klimawandelassoziierte Effekte mit sich bringt – zahlreichen Erkrankungsrisiken (z.B. Osteoporose, depressive Störungen, Herz-Kreislauferkrankungen, Stoffwechselerkrankungen) vorgebeugt werden (Grandi et al. 2010; Helzsouer/VDPP Steering Committee 2010; Pittas et al. 2010; Holick/Chen 2008).

Zudem werden in Deutschland in den Wintermonaten durchschnittlich weniger Frosttage erwartet, wodurch Erfrierungen, Kältetode sowie glättebedingte Unfälle und Verletzungen reduziert werden könnten (Eis et al. 2010; Stark et al. 2009). Anzumerken ist, dass mögliche positive gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels in Nord- und Mitteleuropa bisher nicht näher wissenschaftlich untersucht wurden, sodass hierzu keine verlässlichen Aussagen getroffen werden können (Eis et al. 2010; Zebisch et al. 2005).

Tipps zum Weiterlesen

- **Beierkuhnlein C, Foken T (2008):** Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. Bayreuther Forum Ökologie, Bd. 113.
- **Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010):** Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung. MUNLV, Essen.
- **Mosbrugger V, Brasseur G, Schaller M, Stribrny B (Hrsg.) (2012):** Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. WBG, Darmstadt, S. 57-90.

- **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.
- **UmweltMedizinischer InformationsDienst (2009):** Klimawandel und Gesundheit. UMID-Themenheft, Nr. 3/2009. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/umid/archiv/umid0309.pdf>.

Quellen und Literatur

Augustin J, Paesel HK, Mücke HG, Grams H (2011): Anpassung an die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels. Untersuchung eines Hitzewarnsystems am Fallbeispiel Niedersachsen. *Präv Gesundheitsf*, 6 (3), 179-184.

Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, Anderson HR, Bisanti L, D'Ippoliti D, Danova J (2008): Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*, 19 (5), 711-719.

Baumüller J (2010): Stadt im Klimawandel? Beispiel Stuttgart. In: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.), *Hamburgs Klima – Kein Problem? Die Bedeutung von Grünflächen und Grünstrukturen für das Stadtklima*. Hamburg, S. 10-11.

Becker N, Geier M, Balczun C, Bradersen U, Huber K, Kiel E, Krüger A, Lühken R, Orendt C, Plenge-Bönig A, Rose A, Schaub GA, Tannich E (2013): Repeated introduction of *Aedes albopictus* into Germany, July to October 2012. *Parasitol Res*, 112 (4), 1787-1790.

Behrendt H (2008): Klimawandel und Allergie. In: Gostomzyk G, Enke A (Hrsg.), *Globaler Klimawandel und Gesundheit. Schriftenreihe der Landeszentrale für Gesundheit in Bayern, Band 19*. München, S. 75-85.

Behrendt H, Gabrio T, Alberternst B, Kaminski U, Nawrath S, Böhme M (2010): Gesundheitliche Bewertung der Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in Baden-Württemberg: Risiko oder Überschätzung? *Umweltmed Forsch Prax*, 15 (1), 34-41.

Behrendt H, Ring J (2012): Climate Change, Environment and Allergy. In: Ring J, Darsow U, Behrendt H (Hrsg.), *New Trends in Allergy and Atopic Eczema. Chem Immunol Allergy*. Karger, Basel, S. 7-14.

Beierkuhnlein C, Foken T (2008): Klimawandel in Bayern. Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. *Bayreuther Forum Ökologie*, Bd. 113.

Benjamin, MT, Winer AM (1998): Estimating the ozone-forming potential of urban trees and shrubs. *Atmospheric Environment*, Volume 32, Issue 1, 53-68.

Bennett JA (2000): Dehydration: Hazards and Benefits. *Geriatr Nurs*, 21 (2), 84-88.

Blättner B, Heckenhahn M, Georgy S, Grewe HA, Kupski S (2010): Wohngebiete mit hitzeabhängigen Risiken ermitteln. Soziodemografisches und klimatisches Mapping in Stadt und Landkreis zur Vorbereitung von Präventionsmaßnahmen gegen Hitzemorbidität. *Bundesgesundheitsblatt*, 53, 75-81.

Bouchama A, Dehbi M, Mohamed G, Matthies F, Shoukri M, Menne B (2007): Prognostic Factors in Heat Wave Related Deaths: A Meta-analysis. *Arch Intern Med*, 167 (20), 2170-2176.

Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (2006): Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. *BfN-Skripten 148*. Bonn.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2011): Klimawandelgerechte Stadtentwicklung – Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen. *Forschungen, Heft 149*. Berlin.

Bundesregierung (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin.

Comrie A (2007): Climate Change and Human Health. *Geography Compass*, 1 (3), 325-339.

D'Amato G, Cecchi L, D'Amato M, Liccardi G (2010): Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update. *J Investig Allergol Clin Immunol*, 20 (2), 95-102.

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (2007): *Biometeorologie des Menschen*. *Promet*, 33 (3/4), 80-156.

- Eis D, Helm D, Laußmann D, Stark K (2010):** Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht. Robert Koch-Institut, Berlin.
- European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (Hrsg.) (2010):** Climate change and communicable diseases in the EU Member States. Handbook for national vulnerability, impact and adaptation assessment. ECDC Technical Document, Stockholm.
- Fachkommission „Städtebau“ der ARGEBAU (Hrsg.) (2003):** Handlungsanleitung für den Einsatz rechtlicher und technischer Instrumente zum Hochwasserschutz.
- Freie Universität Berlin (2013):** Berliner Aktionsprogramm gegen Ambrosia. Das Aktionsprogramm. URL: <http://ambrosia.met.fu-berlin.de/ambrosia/aktionsprogramm.php> [letzter Zugriff: 18.03.2013].
- Frimmel S, Hemmer CJ, Löbermann M, Reisinger EC (2009):** Klimawandel und Globale Erwärmung. Wegbereiter für die globale Ausbreitung tropischer Infektionskrankheiten? *Pharm. Unserer Zeit*, 38 (6), 492-499.
- Gebhardt M, Schlott T (2011):** Aufbau eines bevölkerungsgestützten Monitorings von potentiell infektiösen Vektoren. Projekt MüZe – ein Erfahrungsbericht. *Präv Gesundheitsf*, 6 (3), 206-211.
- Gekle M, Wischmeyer E, Gründer S, Petersen M, Schwab A, Markwardt F, Klöcker D, Baumann R, Marti H (2010):** Taschenlehrbuch Physiologie. Thieme: Stuttgart.
- Grandi NC, Breitling LP, Brenner H (2010):** Vitamin D and cardiovascular disease: Systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Prev Med*, 51 (3-4), 228-233.
- Grewe HA, Blättner B (2011):** Hitzeaktionspläne in Europa. Strategien zur Bekämpfung gesundheitlicher Folgen von Extremwetterereignissen. *Präv Gesundheitsf*, 6 (3), 158-163.
- Grewe HA, Pfaffenberger D (2011):** Prävention hitzebedingter Gesundheitsgefährdungen in der stationären Altenpflege. *Präv Gesundheitsf*, 6 (3), 192-198.
- Helzlsouer KJ, VDPP Steering Committee (2010):** Overview of the Cohort Consortium Vitamin D Pooling Project of Rarer Cancers. *Am J Epidemiol*, 172 (1), 4-9.
- Hickler Th, Bolte A, Hartard B, Beierkuhnlein C, Blaschke M, Blick Th, Brüggemann W, Dorow WHO, Fritze MA, Gregor Th, Ibsich P, Kölling Ch, Kühn I, Musche M, Pompe S, Petercord R, Schweiger O, Seidling W, Trautmann S, Waldenspuhl Th, Walentowski H, Wellbrock N (2012):** Folgen des Klimawandels für die Biodiversität in Wald und Forst. In: V Mosbrugger, G Brasseur, M Schaller u. B Stribny (Hrsg.): Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland. WBG, Darmstadt, S. 164-221.
- Holick MF, Chen TC (2008):** Vitamin D deficiency: A worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr*, 87 (4), 1080S-6S.
- Huber K, Pluskota B, Jöst A, Hoffmann K, Becker N (2012):** Status of the invasive species *Aedes japonicus japonicus* (Diptera: Culicidae) in southwest Germany in 2011. *J Vector Ecol*, 37 (2), 462-465.
- Huynen MM, Martens P, Schram D, Weijenberg MP, Kunst AE (2001):** The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect*, 109 (5), 463-70.
- Jendritzky G (2007):** Folgen für die Gesundheit. In: W Endlicher u. FW Gerstengarbe (Hrsg.): Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Humboldt-Universität zu Berlin, Potsdam, S. 109-119.
- Kampen H, Kronefeld M, Zielke D, Werner D (2013):** Further specimens of the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) trapped in southwest Germany. *Parasitol Res*, 112 (2), 905-907.
- Kampen H, Zielke D, Werner D (2012):** A new focus of *Aedes japonicus japonicus* (Theobald, 1901) (Diptera, Culicidae) distribution in Western Germany: rapid spread or a further introduction event? *Kampen et al. Parasites & Vectors*, 5, 284.
- Kjellstrom T, Holmer I, Lemke B (2009):** Workplace heat stress, health and productivity – an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action* 2009. DOI: 10.3402/gha.v2i0.2047. URL: <http://www.globalhealthaction.net/index.php/gha/article/view/2047>.
- Kohlhuber M, Fromme H (2010):** Gesundheitliche Auswirkungen von Hitze- und Kältewellen: Anpassung in Bayern. *Verhaltenstherapie & psychosoziale Praxis*, 42 (2), 355-361.
- Laschewski G, Jendritzky G (2003):** Komplexe Umwelteinwirkungen, Teil 8: Klima. In: A Beyer u. D Eis (Hrsg.): *Praktische Umweltmedizin*. Springer Verlag, Heidelberg, S. 1-44.
- Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, Declercq C, Medina S, Blanchard M, Chardon B, Fabre P, Filleul L, Jusot JF, Pascal L, Prouvost H, Cassadou S, Ledrans M (2006):** Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology* 17 (1), 75-79.

- Mahammadzadeh M, Biebeler H (2009):** Anpassung an den Klimawandel. *IW-Analysen* 57, Köln.
- Maier H, Spiegel W, Kinaciyan T (2003):** The oak processionary caterpillar as the cause of an epidemic airborne disease: survey and analysis. *Brit J Dermatol*, 149 (5), 990-997.
- McMichael AJ, Powles JW, Butler CD, Uauy R (2007):** Food, livestock production, energy, climate change, and health. *The Lancet*, 370 (6), 1253-1263.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (2013):** Wie die Klimafolgen das Land verändern. *MKULNV Informationsübersicht Klimawandel in NRW vom 24.01.2013*.
- Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) (Hrsg.) (2010):** Handbuch Stadtklima – Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. *Langfassung*. Essen.
- Mosbrugger V, Brasseur G, Becker P, Schaller M, Stribrny B (2012):** Zusammenfassung. In: Mosbrugger V, Brasseur G, Schaller M, Stribrny B (Hrsg.): *Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland*. WBG, Darmstadt, S. 413-419.
- Pauli A, Hornberg C (2010):** Sozialräumliche und gesundheitsbezogene Implikation des Klimawandels im Kontext von Klimaschutz und Klimaanpassung. *Verhaltenstherapie & psychosoziale Praxis*, 42 (2), 313-329.
- Pittas AG, Chung M, Trikalinos T, Mitri J, Brendel M, Patel K, Lichtenstein AH, Lau J, Balk EM (2010):** Systematic Review: Vitamin D and Cardiometabolic Outcomes. *Ann Intern Med*, 152 (5), 307-314.
- Robert Koch-Institut (RKI) (2011):** FSME: Risikogebiete in Deutschland (Stand: April 2011). *Bewertung des örtlichen Erkrankungsrisikos. Epidemiologisches Bulletin*, 17, 133-142.
- Robert Koch-Institut (RKI) (2012):** 2012 – ein erneutes Rötelmäuse- und Hantavirusjahr? *Gemeinsame Mitteilung von JKI, RKI, FLI und Nationalem Konsiliarlaboratorium für Hantaviren an der Charité auf den jeweiligen Homepages*. URL: http://www.fli.bund.de/no_cache/de/startseite/aktuelles/tierseuchengeschehen/hantavirus-erkrankungen.html [letzter Zugriff: 30.07.2013].
- Robert Koch-Institut (RKI) (2013a):** *SurvStat*. URL: <http://www3.rki.de/SurvStat>, Datenstand: 24.07.2013.
- Robert Koch-Institut (RKI) (2013b):** Lyme-Borreliose, RKI-Ratgeber für Ärzte. URL: http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_LymeBorreliose.html [letzter Zugriff: 31.07.2013].
- Rohn A, Mälzer HJ (2010):** Herausforderungen der Klimawandel-Auswirkungen für die Trinkwasserversorgung. *dynaklim-Publikation*, No. 03, Nov. 2010. URL: http://dynaklim.ahu.de/dynaklim/index/wissensmanagement/publikationen/dynaklim_Publikationen-2010.html.
- Sperk C, Straff W (2009):** Klimawandel und Gesundheit – Neuen Aeroallergenen auf der Spur. *UmweltMedizinischer Informationsdienst, UMID-Themenheft*, Nr. 3/2009, 13-16.
- Standing Committee on Nutrition (SCN) (Hrsg.) (2010):** *Climate Change – food and nutrition security implications*. *SCN News No. 38*, 1-82.
- 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 (7), 699-714.
- Steinel A, Houben G, Himmelsbach Th (2012):** Auswirkungen auf das Grundwasser. In: Mosbrugger V, Brasseur G, Schaller M, Stribrny B (Hrsg.): *Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland*. WBG, Darmstadt, S. 57-90.
- Taramarcaz P, Lambelet C, Clot B, Keimer C, Hauser C (2005):** Ragweed (*Ambrosia*) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? *Swiss MedWkly*, 135 (37/38), 538-548.
- The Interagency Working Group on Climate Change and Health (IWGCCH) (2010):** *A Human Health Perspective on Climate Change. A Report Outlining the Research Needs on the Human Health Effects of Climate Change*. Report by the Interagency Working Group on Climate Change and Health (IWGCCH), published by Environmental Health Perspectives and the National Institute of Environmental Health Sciences.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2009):** *Klimaänderung – Wichtige Erkenntnisse aus dem 4. Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen der Vereinten Nationen (IPCC)*. UBA, Dessau-Roßlau.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2010):** *Klimawandel und Gesundheit – Welche Probleme verursachen Wärme liebende Schadorganismen? Abschlussbericht*. UBA, Dessau-Roßlau.
- Werner D, Kronefeld M, Schaffner F, Kampen H (2012):** Two invasive mosquito species, *Aedes albopictus*

and *Aedes japonicus japonicus*, trapped in south-west Germany, July to August 2011. *Euro Surveill*, 17 (4), pii=20067.

Wittig R, Kuttler W, Tackenberg O (2012): *Urban-industrielle Lebensräume*. In: Mosbrugger , Brasseur G, Schaller M, Stribny B (Hrsg.): *Klimawandel und Biodiversität – Folgen für Deutschland*. WBG, Darmstadt, S. 290-307.

World Health Organization (WHO) (Hrsg.) (2008): *Protecting health from climate change – World Health Day 2008*. WHO, Geneva.

Zanobetti A, O'Neill MS, Gronlund CJ, Schwartz JD (2012): *Summer temperature variability and long-term survival among elderly people with chronic disease*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 109 (17), 6608-6613.

Zebisch M, Grothmann T, Schröter D, Hasse C, Fritsch U, Cramer W (2005): *Klimawandel in Deutschland. Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme*. Umweltbundesamt: Dessau-Roßlau.

5 Klimaanpassung in der Kommune

Die unterschiedlichen Auswirkungen des Klimawandels, vor allem auf urbane Räume, wurden für die kommunalen Handlungsbereiche Planen und Bauen, Umwelt und Natur sowie Gesundheit beschrieben. Auf diese Auswirkungen kann – dies schließt auch die Akteure auf kommunaler Ebene ein – auf zwei Arten reagiert werden:

- durch Bemühungen zum Schutz des globalen Klimas und damit zur Verringerung der *anthropogenen* Einflussnahme auf den Klimawandel, d.h. vor allem durch Strategien und Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung des Ausstoßes der klimarelevanten Treibhausgase (*Klimaschutz*), oder
- durch Maßnahmen, die dazu dienen sollen, die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels abzumildern und Schäden abzuwenden (*Klimaanpassung*).

Das Thema *Klimaschutz* ist bereits seit längerem etabliert und ein fester Bestandteil in der öffentlichen Diskussion – auch auf der kommunalen Agenda. Während Aushandlung und Festlegung von Klimaschutzziele auf internationaler und nationaler Ebene erfolgen, ist bei der Umsetzung dieser Ziele die lokale Ebene in besonderem Maße gefragt. Zahlreiche Kommunen haben Klimaschutzziele durch verbindliche Beschlüsse integriert und Selbstverpflichtungen zum *Klimaschutz* beschlossen. Dabei decken die Ansätze und Maßnahmen zum *Klimaschutz* ein breites Spektrum ab und berühren viele unterschiedliche Fachbereiche und Ressorts. Die gewählten Organisationsstrukturen und das zur Verfügung stehende Personal unterscheiden sich zwar mitunter stark in Art und Umfang, Erfolgsfaktoren sind jedoch stets funktionierende und fachübergreifende Arbeitsstrukturen, um der Querschnittsaufgabe *Klimaschutz* gerecht zu werden (Deutsches Institut für Urbanistik 2011). Von Seiten des Bundes besteht darüber hinaus ein breites Angebot an Fördermöglichkeiten für Kommunen.

Mit der Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen fördert beispielsweise das Bundesumweltministerium:

- die Erstellung von Klimaschutzkonzepten und -teilkonzepten (u.a. auch Anpassung an den Klimawandel);
- die Umsetzung von Klimaschutzkonzepten durch Klimaschutzmanager/-innen;
- Beratungsleistungen für Kommunen, die am Beginn ihrer Klimaschutzaktivitäten stehen;
- investive Maßnahmen, die zu einer CO₂-Emissionsminderung führen.

Eine inhaltliche Erstberatung zu Fördermöglichkeiten übernimmt das Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz beim Deutschen Institut für Urbanistik gGmbH.

Hotline zu den Beratungsteams in Köln und Berlin: 030/39001-170.

Für die Kommunen gewinnen jedoch auch zunehmend Maßnahmen und Strategien zur Anpassung an geänderte oder sich noch ändernde klimatische Bedingungen an Bedeutung. Dabei zwingt vor allem die Zunahme von *Extremwetterereignissen* (Starkniederschläge, Hochwasser, Hitze- oder Dürreperioden etc.) die Kommunen zum Handeln. Dies, wie auch der für viele Regionen zu erwartende Temperaturanstieg, ist mit spürbaren

Auswirkungen auf die Lebens- und Wirtschaftsbedingungen für die Bevölkerung – insbesondere in urbanen Räumen – verbunden. Dabei unterliegt der Grad der Betroffenheit großen regionalen Schwankungen, hängt er doch zum einen von den regionalen/lokalen Auswirkungen des Klimawandels ab, zum anderen von den jeweiligen spezifischen Empfindlichkeiten. Es ist davon auszugehen, dass sowohl die Anzahl der vom Klimawandel betroffenen Kommunen wie auch Art und Umfang der daraus resultierenden Herausforderungen und Aufgaben in Zukunft weiter steigen werden. Das Thema *Klimaanpassung* wird also noch stärker in den Fokus kommunaler Akteure rücken müssen (Rösler et al. 2013).

Zwischen *Klimaschutz* und *Klimaanpassung* kann es eine Vielzahl von Synergien geben. Zahlreiche Maßnahmen können gleichermaßen sowohl der *Klimaanpassung* als auch dem *Klimaschutz* dienen. Eine solche Win-win-Maßnahme kann z.B. die Erhaltung und der Ausbau von strategisch sinnvoll geplanten Frischluftschneisen in Form von Grünanlagen sein (Bundesregierung 2008). Auch Dach- und Fassadenbegrünungen können sowohl zur Minderung der Effekte des Klimawandels in Städten und zum Schutz der biologischen Vielfalt als auch zur Dämmung der Gebäude und somit zur Reduktion des Heiz- und Kühlenergiebedarfs beitragen.

Auf der anderen Seite können Maßnahmen der *Klimaanpassung* aber den Klimaschutzzielen entgegenstehen (UBA 2011). Dies betrifft z.B. die Bekämpfung der Auswirkungen von Hitzewellen in Gebäuden mithilfe von Klimaanlage (als Maßnahme zur *Klimaanpassung*), die durch einen gesteigerten Energieverbrauch den Treibhausgasausstoß erhöhen (UBA 2011; Bundesregierung 2008; IPCC 2007). Auch eine lockere Bebauung mit großzügigen Frischluftschneisen im Sinne einer *Klimaanpassung* kann der Klimaschutzstrategie „Innenverdichtung vor Außenentwicklung“ widersprechen.

5.1 Klimaanpassung als Querschnittsthema

Ähnlich wie der *Klimaschutz* ist auch die *Klimaanpassung* ein Querschnittsthema in der kommunalen Praxis. Die möglichen Betroffenheiten durch den Klimawandel und die daraus resultierenden Handlungserfordernisse decken ein breites Spektrum ab. Somit erfordern auch die Ausarbeitung und Umsetzung möglicher Anpassungsstrategien und -maßnahmen das Handeln und Zusammenwirken einer Vielzahl von Akteuren – vor allem auch, um potenzielle Synergieeffekte nicht unerkannt und ungenutzt zu lassen. Innerhalb der Kommune sind demnach auch verschiedene (Fach-)Ämter und Dienststellen berührt. Neben Stadtplanung und Umwelt als mögliche federführende Ressorts sind dies vor allem der Gesundheitsschutz, aber auch Bereiche wie Verkehr, Tiefbau, Hochbau, Soziales, Grünflächen oder Wirtschaftsförderung.

Bei sämtlichen kommunalen Anpassungsaktivitäten sind also zunächst die verwaltungs-internen Akteure gefragt. Mitarbeiter der Kommunalverwaltungen – insbesondere aus Planungs- und Umweltämtern – übernehmen hierbei eine tragende Rolle in Bezug auf städtebauliche Planungen und Entwicklungen, Standortentscheidungen von Einrichtungen, Überlegungen zur Lage von Freiflächen oder bei der Berücksichtigung öffentlicher Belange. Doch auch andere Ressorts können wichtige Funktionen bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen übernehmen. Beispielsweise kann der Gesundheitsbereich bei der Aufklärung und Information der Bevölkerung über Verhalten bei Hitze oder anderen extremen Wetterlagen einbezogen werden, während der Bereich Soziales zum Thema Schulung von Pflegepersonal in kommunalen Einrichtungen einen Beitrag leisten kann oder der Tiefbau bei Fragestellungen zur Stadtentwässerung gefordert ist. Oftmals sind Gesundheits- und Umweltämter an der Bauleitplanung und informellen Planwerken zwar

beteiligt, werden aber vielfach nicht in die Vorbereitungs- und Erarbeitungsphase einbezogen. Dies ist aber umso wichtiger, je mehr sich Stadtentwicklungsplanung, kommunaler Umweltschutz und kommunale Gesundheitsförderung ergänzen müssen und vor dem Hintergrund des vorsorgenden Gesundheitsschutzes künftig stärker vernetzt werden sollten (Welteke et al. 2007, 2006; Slesina 2001). Die örtlichen Gesundheitsämter sind demnach bei allen Planungsvorhaben frühzeitig und regelhaft als relevante Träger öffentlicher Belange und zur Abschätzung von Gesundheitsrisiken einzubeziehen.

Darüber hinaus ist die Beteiligung verwaltungsexterner Akteure aus unterschiedlichen Bereichen sinnvoll. In die Anpassungsstrategien eingebunden werden sollten generell soziale Träger von Infrastruktureinrichtungen für Kinder und Senioren (wie Wohlfahrtsverbände und Kirchen), Interessenverbände und Vereine als Stellvertreter von Zielgruppen sowie private Unternehmen in ihrer Funktion als Investoren. Die Beteiligung der Öffentlichkeit an einer kommunalen Klimaanpassungsstrategie und konkreten Umsetzungsmaßnahmen (partizipativer Ansatz) ist eine besondere Herausforderung und kann für das Gelingen eines Vorhabens eine entscheidende Rolle spielen, wenn der Bezug zu bürgernahen Themen hergestellt wird (z.B. bei Maßnahmen auf Quartiersebene). Weitere relevante Akteure sind – so die Ergebnisse einer Difu-Umfrage – die Energieversorger, die Stadtwerke oder auch Feuerwehr/Katastrophenschutz und die Verkehrsbetriebe (Rösler et al. 2013).

5.2 Herausforderungen für Kommunen

Bereits heute sind zahlreiche Kommunen vor – teilweise erhebliche – Herausforderungen gestellt, wenn es darum geht, sich auf klimawandelbedingte Auswirkungen einzustellen und diese zu bewältigen. Da die Folgen des Klimawandels verschiedene Veränderungen mit sich bringen, sind sowohl integrierte Strategien zum *Klimaschutz* als auch frühzeitige Anpassungsmaßnahmen erforderlich (DWD 2012b).

Da jede Stadt, jede Gemeinde und jeder Landkreis aufgrund spezifischer Gegebenheiten wie Bevölkerungsstruktur, geographischer Lage oder Infrastruktur mit unterschiedlichen klimabedingten Belastungen befasst ist, gibt es kaum einen allgemeingültigen Handlungsansatz. Vielmehr bedarf es einer regional- und lokalspezifischen Festlegung von Handlungsbereichen und Maßnahmen.

Bei anstehenden Planungen innerhalb des Siedlungszusammenhanges sollten daher insbesondere quartierspezifische Gegebenheiten (bspw. Standorte sensibler Infrastruktureinrichtungen wie Altenheime, Kindertagesstätten) sowie topographische Besonderheiten (wie Hanglage, Flussnähe) berücksichtigt werden.

Die Kommunen müssen sich neben dem Klimawandel und daraus resultierend *Klimaschutz und -anpassung* einer weiteren großen Herausforderung stellen: dem demographischen Wandel. Insbesondere die Zunahme der Anzahl älterer Menschen, Hochbetagter und Menschen mit Behinderungen und die damit wachsende Gruppe vulnerabler Menschen – vor allem gegenüber Hitzebelastungen – bedeutet für die Kommunen einen zusätzlichen Handlungsdruck (BMVBS/BBSR 2009; IPCC 2007).

Zu den konkreten Herausforderungen infolge von klimatischen Veränderungen gehören vor allem

- Hitze (in Verbindung mit sommerlichen Trockenperioden oder auch mit Luftbelastungen),
- die Zunahme von Extremniederschlägen (auch Schnee), ggf. in Kombination mit Hochwasser,
- Trockenperioden.

Die Bandbreite an möglichen Problemstellungen, die sich aus den klimatischen Veränderungen ergeben kann, ist vielfältig (vgl. auch Kapitel 2 „Klimawandel in Deutschland – die wichtigsten Fakten“, S. 5). Während mancherorts der Hochwasserschutz oder die Stadtentwässerung im Vordergrund stehen, werden in anderen Kommunen die Sicherung der Verkehrsinfrastruktur, die Umstellung der Forststrukturen oder aber der Umgang mit der schwindenden Schneesicherheit im Tourismussektor von besonderer Bedeutung sein. Denkbar sind auch das Fehlen von Betroffenheiten oder auch das Vorhandensein mehrerer sich überlagernder und zum Teil verstärkender Problemstellungen, die allesamt prioritär angegangen werden müssen.

Die Herausforderungen für Kommunen liegen jedoch nicht nur in der inhaltlichen Befassung mit dem Klimawandel und seinen möglichen Anpassungserfordernissen auf Planungs- und Maßnahmenebene, sondern auch – und vielleicht vor allem – in der prozessualen Herangehensweise an das Handlungsfeld. Damit ist insbesondere die Auseinandersetzung mit der Fragestellung gemeint, welche Prozesse und Strukturen in der Verwaltung notwendig sind, um eine zielführende und effiziente Umsetzung der Anpassungserfordernisse zu ermöglichen. Es gilt dabei, möglichst bestehende Strukturen, Arbeitsprozesse und Instrumente zu nutzen sowie ggf. zusätzliche Strukturen einzurichten und zu etablieren, um *Klimaanpassung* neben den vorhandenen Pflichtaufgaben zu verankern.

5.3 Erste Empfehlungen zur Umsetzung kommunaler Klimaanpassung

Die konkrete Umsetzung von Erfordernissen der *Klimaanpassung* ist für Städte, Gemeinden und Landkreise nicht allgemeingültig zu beschreiben, da sie in hohem Maße von den lokalen Gegebenheiten abhängt. Großstädte verfügen z.B. über andere personelle und finanzielle Möglichkeiten als Gemeinden oder Landkreise, und auch die Kooperations- und Kommunikationsmöglichkeiten variieren je nach Verwaltungsaufbau. Demnach ist zu prüfen, welche Voraussetzungen in Kommunen erfüllt sein sollten, damit eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels bestmöglich gelingen kann.

Ausgehend von der Grundannahme, dass *Klimaanpassung* für Kommunen in vielen Fällen keine Zusatzaufgabe darstellen muss, sondern in bestehende kommunale Abläufe (Strukturen und Prozesse) integriert werden kann, ergeben sich unter anderem folgende Kernfragen, die im Rahmen der **KommAKLIMA**-Projekte bearbeitet und beantwortet werden sollen:

- Welche Verwaltungsstrukturen, Arbeitsprozesse und Instrumente stehen Städten, Gemeinden und Landkreisen zur Verfügung, um die Herausforderung *Klimaanpassung* zu bewältigen?
- Wie können diese bestmöglich für eine kommunale *Klimaanpassung* genutzt werden?
- Welche der vorhandenen Instrumente haben sich bereits für die *Klimaanpassung* als praktikabel erwiesen?
- Welcher (zusätzlichen) Strukturen und Prozesse bedarf es, damit *Klimaanpassung* konsequent mitgedacht werden kann?

- Gibt es bestimmte „Mechanismen“, die notwendig sind, um Prozesse anzustoßen, damit *Klimaanpassung* funktionieren kann?
- Welche Faktoren hemmen eine zielgerichtete Umsetzung? Welche Faktoren wirken hingegen förderlich?
- Wie können mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen beseitigt werden?

Anhand der bisher erfolgten Untersuchungen in den Modellkommunen können erste Empfehlungen als Grundlage einer Integration der *Klimaanpassung* in die kommunalen Arbeits- und Entscheidungsabläufe aufgeführt werden:

Strukturen und Prozesse

- Das Thema *Klimaanpassung* sollte vor allem als Querschnittsthema in der integrierten Stadtentwicklungsplanung berücksichtigt werden.
- Die Argumentation für *Klimaanpassung* ist wenn möglich mit anderen Zielen, wie z.B. dem *Klimaschutz*, zu verbinden, um Argumentationsketten zu bilden, die im Sinne einer integrierten Stadtentwicklungsplanung erfolgreich sind.
- Eine dauerhafte und kontinuierliche Thematisierung durch geeignete Kommunikationsstrukturen ist notwendig, damit sich eine (gesundheitsförderliche) *Klimaanpassung* in der Kommune in den unterschiedlichen Ressorts (z.B. Planen, Bauen, Umwelt, Natur und Gesundheit) etablieren und integriert verfestigen kann. *Klimaanpassung* muss keine Zusatzaufgabe darstellen.
- Bei der Etablierung wirkungsvoller Strukturen für den Anpassungsprozess ist der Rückgriff auf bereits bestehende und funktionierende Verwaltungs- und Entscheidungsstrukturen bzw. die Ergänzung und Modifikation dieser sinnvoll.
- Eine ämterübergreifende Arbeitsgruppe, die sich regelmäßig trifft und Ergebnisse in Verwaltung und Politik kommuniziert, stellt eine erfolgversprechende Möglichkeit dar, um das Thema in der kommunalen Praxis zu etablieren.

Verantwortlichkeiten

- Gute Voraussetzungen für erfolgreiche (gesundheitsförderliche) *Klimaanpassung* in Kommunen sind dann gegeben, wenn das Thema auch auf politischer Ebene hoch angesiedelt ist und explizit kommuniziert wird. Politische Leitfiguren können dabei eine besondere Bedeutung haben.
- Eindeutige Zuständigkeiten und „Koordinatoren/Treiber“ fördern *Klimaanpassung* und können diese als dauerhafte Aufgabe und Prozess voranbringen.

Instrumente

- Politische Beschlüsse als Ausgangspunkt erleichtern die Etablierung zusätzlicher für den Anpassungsprozess wirkungsvoller Strukturen.
- Instrumente zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen auf kommunaler Ebene sind vorhanden und werden bereits in anderen kommunalen Kontexten genutzt (z.B. die Beteiligung von Trägern öffentlicher Belange – TöB-Beteiligung im Baugesetzbuch). Für die Berücksichtigung gesundheitlicher Belange in der *Klimaanpassung* mangelt es jedoch weitestgehend an geeigneten und bewährten Instrumenten. Die ökonomischen Aspekte der Anpassung und vor allem die finanzielle Wirkung von Anpassungsmaßnahmen müssen abschätzbar und sichtbar (quantifizierbar) gemacht werden, um die Klimabelange im Abwägungsprozess zu „härten“ Argumenten werden zu lassen. Hierfür gilt es belastbare Beispiele zu benennen.

Viele Kommunen praktizieren bereits *Klimaanpassung*, ohne dies explizit so zu bezeichnen. Sie betreiben beispielsweise konsequent Hochwasserschutz oder initialisieren Programme zur Dachbegrünung. Ein wichtiger Schritt ist es, die *Klimaanpassung* als integrales Aufgabenfeld zu benennen und zu thematisieren. Denn wenn man weiß, welche Ressorts sich mit Klimaauswirkungen konfrontiert sehen und sich dementsprechend bereits damit befassen, können mögliche Doppelarbeiten vermieden, Synergien genutzt sowie Argumentationsstränge in der integrierten Planung erweitert oder gestärkt werden.

Quellen und Literatur

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2009): Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen. BBSR-Online-Publikation 22/2009. urn:nbn:de:0093-ON2209R158. URL: http://www.bbsr.bund.de/cln_016/nn_21890/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2009/ON222009.html.

Bundesregierung (Hrsg.) (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin.

Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) (Hrsg.) (2011): Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden. Difu, Berlin.

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (2012b): Allgemeines zu Stadtklimaprojekten. URL: http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_result_page&portletMasterPortlet_i1gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlima__Zukunft%2FKlimaproj__Stadt%2FProjekt__Koeln%2Fallg__uebersicht__node.html%3F__nnn%3Dtrue [letzter Zugriff: 18.03.2013].

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Hrsg.) (2007): Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. URL: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html [letzter Zugriff: 18.09.2012].

Rösler C, Langel N, Schormüller K (2013): Kommunaler Klimaschutz, erneuerbare Energien und Klimawandel in Kommunen. Ergebnisse einer Difu-Umfrage. Difu, Berlin (Difu-Paper).

Slesina W (2001): Stadtentwicklung und Gesundheit. Gesundheitswesen 63. Jg., Sonderheft 1, 48-51.

Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.) (2011): Synergien und Konflikte von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. UBA, Dessau-Roßlau.

Welteke R, Sierig S, Hornberg C (2006): Baugesetzbuch-Novelle und geändertes UVP-Recht – Signale für eine künftig verbesserte Einbeziehung von Gesundheitsbelangen in Planungsverfahren. UVP-Report 20 (3), 93-96.

Welteke R, Sierig S, Hornberg C (2007): Gesundheitsbelange in Planungsverfahren – künftig verbesserte Einbringung über geänderte rechtliche Vorgaben? Immissionsschutz 1, 18-22.

6 Ausblick

Die Kommunen sind, wenn es um die Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel geht, zentrale Akteure. Viele Folgen des Klimawandels zeigen lokale Wirkungen und erfordern eine integrierte Herangehensweise der Kommunalpolitik und -verwaltungen. Wie bereits erläutert, ist es sinnvoll, eindeutige Zuständigkeiten und eine federführende Stelle in der Kommune festzulegen, um das Thema langfristig im kommunalen Handeln zu verankern. Dies haben auch die bereits durchgeführten Werkstätten in Dortmund, Gelsenkirchen, Hamburg, Frankfurt a.M., Bonn, Heidelberg und Jena gezeigt. Der federführenden Stelle – häufig handelt es sich um die Stadtplanung oder das Umweltressort – kommen hierbei auch die maßgeblichen Informations-, Koordinierungs- und Abstimmungsaufgaben zu.

Im weiteren Projektverlauf wird es darum gehen, praktikable Verwaltungsstrukturen, Arbeitsprozesse und Instrumente bzw. Umsetzungswerkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel in den ausgewählten Modellkommunen zu identifizieren (u.a. durch Interviews mit Kommunalvertretern und durch Recherchen), genauer zu untersuchen und weiterzuentwickeln. Einen zentralen Baustein nehmen dabei die Werkstätten in den Modellkommunen ein. Die eintägigen Veranstaltungen vor Ort mit maximal 20 Teilnehmern aus den relevanten Fachressorts (Stadtentwicklung, Stadtplanung, Umwelt, Grünflächen, Gesundheit, Tiefbau, Stadtentwässerung etc.) sollen:

- das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ stärker oder neu in das Bewusstsein der Beteiligten bringen;
- die Schaffung ressortübergreifender Arbeitsstrukturen anregen bzw. bereits bestehende Strukturen für die Anpassung nutzbar machen;
- in Kommunen, die erst beginnen, sich mit der *Klimaanpassung* zu beschäftigen, eine Möglichkeit zum Auftakt bieten und themenspezifische Kontakte herstellen;
- die Möglichkeit bieten, die individuellen Anpassungserfordernisse der teilnehmenden Kommunen unter spezifischen Fragestellungen und Themenschwerpunkten praxisnah zu erarbeiten und Umsetzungsmöglichkeiten zu diskutieren.

Um Vorgehensweisen und Problemlösungen für eine möglichst große Bandbreite an Kommunen aufzeigen zu können, wurden bei der Auswahl der Modellkommunen

- verschiedene Gemeindegrößenklassen berücksichtigt,
- sowohl Städte als auch Landkreise und kreisangehörige Gemeinden eingebunden,
- auf die regionale Verteilung und damit auch auf die regional unterschiedliche Vulnerabilität geachtet sowie
- sowohl Kommunen ausgewählt, die bereits aktiv im Bereich der *Klimaanpassung* sind, als auch solche, die zwar eine hohe Bereitschaft und ein großes Interesse an der Thematik haben, aber bislang noch keine Aktivitäten angestoßen haben.

Die eingebundenen (bzw. angefragten) Städte Bielefeld, Bonn, Dortmund, Dresden, Erfurt, Frankfurt a.M., Gelsenkirchen, Hamburg, Heidelberg, Jena, Karlsruhe, Nördlingen und Ueckermünde sowie die Landkreise Oberallgäu und Osterholz und der Rhein-Sieg-Kreis beschäftigen sich in unterschiedlicher Art und Weise und Intensität mit der *Klimaanpassung*. Einige der beteiligten Kommunen stehen bisher noch am Anfang einer kommunalen *Klimaanpassung* und haben sich ggf. noch nicht gezielt und umfassend bzw. ressortübergreifend damit auseinandergesetzt. Mit den Städten Ueckermünde und Hamburg sind bei-

spielsweise die Themen Küstenschutz und Hochwasserschutz im Norden Deutschlands vertreten, während mit dem Landkreis Oberallgäu der südlichste Landkreis Deutschlands und eine bekannte Wintersport- und Tourismusregion einbezogen ist. Mithilfe der Werkstätten in den drei Landkreisen Osterholz und Oberallgäu sowie dem Rhein-Sieg-Kreis können die Zusammenarbeitsstrukturen zwischen Kreis und kreisangehörigen Städten und Gemeinden im Themenfeld Anpassung thematisiert und analysiert werden.

Für die Werkstätten in den Modellkommunen ist jeweils ein Schwerpunkt aus den kommunalen Handlungsbereichen Planen und Bauen, Umwelt und Natur sowie Gesundheit vorgesehen. Beispielsweise wird in einer Werkstatt das Thema Grünflächenplanung der Schwerpunkt sein, während in einer anderen ganz konkret für ein Bestandsquartier Anpassungsmaßnahmen und deren Umsetzung diskutiert werden sollen. Geplant sind zudem u.a. die Schwerpunkte Küsten- und Hochwasserschutz, Stadtentwicklung und Tourismus, Zusammenarbeitsstrukturen zwischen Kreisen und kreisangehörigen Städten und Gemeinden, Zusammenarbeitsstrukturen mit externen Akteuren und die Verbindung von *Klimaschutz* und *Klimaanpassung*.

Work in Progress

Angesichts der steigenden Aktualität des Themas *Klimaanpassung* in Kommunen soll ein möglichst großer Adressatenkreis zeitnah über die Ergebnisse der Werkstätten und damit der laufenden Projektarbeit informiert werden. Daher werden projektbegleitend sieben weitere „Hinweise für Kommunen“ online veröffentlicht, in denen fortlaufend Empfehlungen, Zwischenergebnisse und übertragbare Beispiele vermittelt werden. Dies soll die beteiligten Modellkommunen, aber auch alle anderen interessierten Kommunen während ihres eigenen Anpassungsprozesses unterstützen, insbesondere wenn sie diesen gerade beginnen.

In den nächsten Veröffentlichungen werden:

- der Stand der Anpassungsaktivitäten in den bundesdeutschen Kommunen dargestellt (u.a. werden Ergebnisse einer empirischen Erhebung zur *Klimaanpassung* in Kommunen präsentiert),
- übertragbare und vergleichbare Beispiele aus der kommunalen Anpassungspraxis der bereits aktiven Modellkommunen vorgestellt,
- Good Practice-Beispiele aus den Modellkommunen und weiteren ausgewählten Städten und Gemeinden aufbereitet,
- für die kommunale Anpassung geeignete Strukturen, Prozesse und Instrumente zusammengestellt,
- mögliche Herangehensweisen (für ähnlich strukturierte Kommunen und für verschiedene Handlungsfelder) für „Starter-Kommunen“ beschrieben,
- schließlich Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen gegeben sowie Synergie- und Vernetzungspotenziale aufgezeigt.

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
City 2020+ (2009-2012) [Deutsche Forschungs- gemeinschaft (DFG)]	Hitzeepisoden Aachen 2020+ Veränderungen von Aus- prägung und Auftritts- wahrscheinlichkeit som- merlicher Hitzewetter- lagen im innerstädti- schen Raum	u.a. Hitzestress: Innen- stadt und Bevölkerung, Wetterlagenklassifikation und -analyse, sozioöko- nomische Auswirkungen, Stadtplanung	HUMTEC (Human Scien- ces and Technology) an der RWTH Aachen	http://www.klimageo.rwth-aachen.de/index.php?id=mareike2020
City 2020+	Kannegiesserbach 2020+ Klimawirkung von Hindernissen in rand- städtischen Kaltluft- bahnen	u.a. sommerliche Trockenperioden, Über- wärmung der Städte, Ventilationsbahnen, klimageographischer Einfluss z.B. auf Gebäu- de oder Vegetation, Mo- dellierung Kaltluftstrom, Bachtäler, Stadtrand	HUMTEC (Human Scien- ces and Technology) an der RWTH Aachen	http://www.klimageo.rwth-aachen.de/index.php?id=timo2020&L=0
City 2020+	Lufthygiene Aachen 2020+ Auswirkungen von Wetterlagen und Klimawandel auf die räumliche und zeitliche Variabilität der Fein- staubbelastung	u.a. Luftqualität, Kataster der Feinstaubbelastung, Bevölkerungsexposition, Atemwegs- und Herz- Kreislaufkrankungen, sommerliche Trocken- perioden, lokales Vorhersagemodell der Feinstaubbelastung, Stadtplanung	HUMTEC (Human Scien- ces and Technology) an der RWTH Aachen	http://www.klimageo.rwth-aachen.de/index.php?id=hendrik2020

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
City 2020+	Temperaturmessungen mit ASEAG Linienbussen Die städtische Temperaturverteilung und deren Beeinflussung durch städtische Strukturen	u.a. Überwärmung der Städte, Temperaturverteilung, thermisch belastete Stadtteile, Identifizierung klimawandelrelevanter Stadtstrukturen, Thermalstruktur von Straßenschluchten	HUMTEC (Human Sciences and Technology) an der RWTH Aachen	http://www.klimageo.rwth-aachen.de/index.php?id=aseag2020&L=0
ExWoSt Experimenteller Wohnungs- und Städtebau; Forschungsfeld: Urbane Strategien zum Klimawandel; Forschungsschwerpunkt I: Kommunale Strategien und Potenziale (2009-2012) [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)]	Modellvorhaben StädteRegion Aachen „Gutes BetriebsKlima!“ Anpassungsstrategie für eine klimawandelgerechte Gewerbeflächenentwicklung in der StädteRegion Aachen	u.a. Leitfaden klimawandelgerechte Gewerbeflächenentwicklung, Implementierungsstrategien, Risiken und Möglichkeiten von Gewerbeflächenentwicklung im Klimawandel	StädteRegion Aachen – Regionalentwicklung; RWTH Aachen – Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr	http://www.bbsr.bund.de/nn_21888/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategienKlimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV__Aachen.html

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
ExWoSt	Modellvorhaben Stadt Bad Liebenwerda Bad Liebenwerda – eine Stadt zum Wohlfühlen im Klimawandel	u.a. Anpassungsstrategie, Kurentwicklung u. sanfter Tourismus, Öffentlichkeits- arbeit u. Sensibilisierung, klimawandelgerechte Umsetzung Landschafts- plan, Grün- und Freiflä- chenentwicklung, thermi- scher Komfort, Integration erneuerbare Energien	Stadt Bad Liebenwerda; Planungsbüro Plan und Praxis	http://www.bbsr.bund.de/ nn_336266/BBSR/DE/ FP/ExWoSt/Forschungs- felder/2010/UrbaneStra- tegienKlimawandel/ Forschungsschwer- punkt1/Modellvorhaben/ MV__Liebenwerda. html?__nnn=true
ExWoSt	Modellvorhaben Essen „Stadt begegnet Klima- wandel“ – integrierte Strategien für Essen	u.a. gesamtstädti- sche und kleinräumige Analyse von Klimawan- delfolgen, Szenarien in Modellquartieren, klein- räumige Anpassungs- strategien (Gebäude, Freiraum, Stadtplanung)	Stadt Essen – Umwelt- amt; Universität Duisburg- Essen – Institut Stadtpla- nung und Städtebau + Fachgebiet Angewandte Klimatologie und Land- schaftsökologie	http://www.bbsr.bund.de/ nn_23550/BBSR/DE/FP/ ExWoSt/Forschungsfel- der/2010/UrbaneStra- tegienKlimawandel/For- schungsschwerpunkt1/ Modellvorhaben/MV__ Essen.htm
ExWoSt	Modellvorhaben Stadt Jena JenKAS – Die Jenaer Klima-Anpassungs- Strategie	u.a. Anpassungskonzept, Integrierte Stadtent- wicklung, Informations-, Kooperations-, Manage- mentsystem, Öffentlich- keitsarbeit und Sensibi- lisierung, Klimawandel- Gutachten, Netzwerkbil- dung durch Workshops und Internetportal	Stadt Jena – Fachbe- reich Stadtentwicklung und Stadtplanung; enge Kooperation mit Fachdienst Umwelt- schutz; ThINKThüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH	http://www.jenkas.de/; http://www.bbsr.bund. de/cln_032/nn_336266/ BBSR/DE/FP/ExWoSt/ Forschungsfelder/2010/ UrbaneStrategienKli- mawandel/Forschungs- schwerpunkt1/Modell- vorhaben/MV__Jena. html?__nnn=true

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
ExWoSt	Modellvorhaben Nachbarschaftsverband Karlsruhe Innenentwicklung versus Klimakomfort im Nachbarschaftsverband Karlsruhe (NVK)	u. a. Zielkonflikt Nachverdichtung vs. Hitze stress im Quartier, klimawandelgerechte Innenentwicklung/Stadtplanung, Grünplanung, Empfehlungen für Städtebau und Bauleitplanung, Klimafunktionskarte	Nachbarschaftsverband Karlsruhe mit elf Kommunen; GEO-NET Umweltconsulting GmbH	http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21888/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategienKlimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV__Karlsruhe.html
ExWoSt	Modellvorhaben Stadt Nürnberg „Sommer in der Stadt“ – dem Klimawandel sinnvoll begegnen	u. a. Anpassungsstrategie, Hitzebelastung, lokal-klimatische Entwicklung, thermischer Komfort, Stadtentwicklung und Bauleitplanung, Landschafts-, Grün- und Freiraumplanung, Gesundheitsgefährdung und Gesundheitsvorsorge, Öffentlichkeitsarbeit und Sensibilisierung, interdisziplinäre AG Klimawandel	Stadt Nürnberg – Umweltamt; Universität Erlangen-Nürnberg – Institut für Geographie	http://nuernberg.de/inter-net/klimaanpassung/ ; https://www.nuernberg.de/imperia/md/klimaanpassung/dokumente/klimaanpassung_handbuch_low.pdf ; http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_336266/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategienKlimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV__Nuernberg.html?__nnn=true

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
ExWoSt	Modellvorhaben Stadt Regensburg	u.a. Anpassungsstrategie, Integration von Klimafolgenabschätzung und Anpassungsstrategie in Umweltprüfung, Flächennutzungsplanung, Vulnerabilität, Hitzeinsel, Denkmalschutz, Öffentlichkeitsarbeit u. Sensibilisierung, Klimaanalyse, Grün- und Freiflächenplanung	Stadt Regensburg – Stadtplanungsamt; Forschungsinstitut ARGE Prof. Jacoby-Beutler; Forschungsbüro Valentium Consulting Group GmbH	http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21888/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategienKlimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV__Regensburg.html
ExWoSt	Modellvorhaben Stadt Saarbrücken Freiraumplanung als Handlungsfeld für Adaptionsmaßnahmen	u.a. Betroffenheitsanalyse, menschliche Gesundheit, Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft, Freiraum- und Grünflächenplanung, Freiraumentwicklungsprogramm, Lufthygiene, Klimawandel-Governance, Öffentlichkeitsarbeit und Partizipation	Landeshauptstadt Saarbrücken – Amt für Grünanlagen, Forsten und Landwirtschaft; agl (angewandte Geographie, Landschafts-, Stadt- und Raumplanung)	http://www.bbsr.bund.de/nn_21686/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategienKlimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV__Saarbruecken.html

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
ExWoSt	Modellvorhaben Stadt Syke „Verantwortlich Handeln im Klimawandel“	u.a. Anpassungsstrategie, Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Grün- und Freiflächenplanung, Tourismus und Naherholung, Marketing und Kommunikation, Bildung und Wissenstransfer, Regionale Kooperation und Integration, Sensibilisierung, Aktionsplan	Stadt Syke – Fachbereich Bau, Planung, Umwelt; Universität Bremen – Institut Arbeit und Wirtschaft (IAW); ecolo – Agentur für Ökologie und Kommunikation	http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_21888/BBSR/DE/FP/ExWoSt/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategienKlimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV__Syke.html
ExWoSt	Stadtklimalotse akteursbezogenes Beratungsinstrument zur Auswahl geeigneter Klimaanpassungsmaßnahmen, entwickelt im Rahmen der Vorstudie zum Forschungsfeld	u.a. mittlere und kleinere Kommunen, Werkzeug zur Entscheidungsunterstützung klimawandelgerechte Stadtentwicklung, Umsetzungsbeispiele und Good Practice Datenbank, weiterführende Literatur, ökonomische Bewertung von Anpassungsmaßnahmen, flexible Planung und Umgang mit Unsicherheiten, Synergien und Konflikte von Maßnahmen	TU Dortmund – Institut für Raumplanung; United Nations University Bonn – Institute for Environment and Human Security; Plan und Praxis GbR	http://www.stadtklimalotse.net

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
Unterstützung des Managements von Klimarisiken und -chancen Umweltforschungsplan-Forschungsvorhaben (UFOPLAN) (2008-2010) [Umweltbundesamt (UBA), KomPass]	Klimalotse Leitfaden zur Anpassung an den Klimawandel	u.a. kleine u. mittlere Unternehmen sowie Kommunen, Risiken und Chancen des Klimawandels, Anpassungsmaßnahmen	adelphi research GmbH; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung	http://www.klimalotse.anpassung.net/klimalotse/DE/02_Intensivdurchlauf/0_home/home_node.html
Unterstützung des Managements von Klimarisiken und -chancen	KomPass Tatenbank Datenbank für Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel (laufend); KomPass (Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung)	u.a. Dokumentation von Projekten und Maßnahmen, Informations- und Austauschplattform durch selbstständige Einträge von Akteuren aus dem Bereich Anpassung, lokale und regionale Beispiele aus dem In- und Ausland	KomPass (Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung) im Umweltbundesamt (UBA)	http://www.tatenbank.anpassung.net/Tatenbank/DE/Home/home_node.html
KlimaMORO Modellvorhaben „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“; Phase I 2009-2011; Phase II bis 2013 [Bundesministerium für Verkehr, Bau u. Stadtentwicklung (BMVBS); Bundesinstitut f. Bau-, Stadt- u. Raumforschung (BBSR)]	Modellregion Mittel- und Südhessen; klamis Phase II: Siedlungsklima in der Regionalplanung durch Ausweisung von Vorbehaltsgebieten für besondere Klimafunktionen	u.a. Siedlungsklima, Stadtklima, Hochwasser und Starkregen, Biotopverbund und Landwirtschaft, Regionalplanung, Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete	Koordination: Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung; Regierungspräsidium Gießen Regionalverband FrankfurtRheinMain; Fachzentrum Klimawandel Hessen; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimamoro.de/ ; http://www.moro-klamis.de/

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
KlimaMORO	Modellregion Neu- markt; Klima NEU Phase II: Zusammenfüh- rung von Klimaschutz- und Klimaanpassungs- maßnahmen durch planerische Festlegun- gen in Regionalplan und kommunalen Bauleit- plänen	u.a. Land- u. Forstwirtschaft, Naturschutz, Infrastruktur, Bauwesen, Gesundheit, Hitze, Wasserversorgung, Fortschreibung Regional- plan, Bauleitplanung, Aktivierung, Information, Partizipation, Siedlungs- flächenmanagement, Hochwasserschutz u. Wasserversorgungsma- nagement, Anpassung Be- wirtschaftungsmethoden u. Produktpalette, Grund- wassermanagement, Beregnung, Biotopvernet- zung, Anpassung touristi- sche Infrastruktur, regiona- le u. regenerative Energie- träger, Energieeffizienz	Koordination: Landratsamt Neumarkt i.d. Oberpfalz Universität der Bundes- wehr München – Institut für Verkehrswesen und Raumplanung außerdem diverse Part- ner beteiligt	http://www.klimamoro.de ; <a href="http://www.klimaanpas-
sung-landkreis-neumarkt.
de">http://www.klimaanpas- sung-landkreis-neumarkt. de
KlimaMORO	Modellregion Nord- schwarzwald / Mittlerer Oberrhein Phase II: Einbringen von Anpassungsstrategien zum Siedlungsklima in die kommunale Planung	u.a. Siedlung und Hoch- wasser, Tourismus, Land- und Fortwirtschaft, Na- turschutz, Verwaltungszu- sammenarbeit, Öffent- lichkeitsarbeit, Tallagen, Hitze, Akteursnetz, Planungsempfehlungen	Koordination: Regionalverbände Nord- schwarzwald und Mittle- rer Oberrhein Univ. Stuttgart – Institut für Grundlagen der Planung; außerdem diverse Part- ner beteiligt	http://www.klimamoro.de ; <a href="http://www.region-karls-
ruhe.de/kooperationen/
regionalverbaende/regi-
onalverband-noerdlicher-
schwarzwald.html">http://www.region-karls- ruhe.de/kooperationen/ regionalverbaende/regi- onalverband-noerdlicher- schwarzwald.html

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
KlimaMORO	Modellvorhaben Oberes Elbtal/Osterzgebirge; KLIMAfit Phase II: Weiterentwicklung der Hochwasservorsorge im Siedlungsbestand und planerischer Schutz des Oberbodens vor Wassererosion	u.a. Raumentwicklungsstrategie zur Anpassung, Trockenheit, Hochwasserschutz, Erosion, Tourismus, Land- und Forstwirtschaft, Gesundheit, Regionalplan, Flächenkonkurrenzen	Koordination: Regionaler Planungsverband Oberes Elbtal/Osterzgebirge; Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR); außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimamoro.de ; http://www.rpv-elbtalosterz.de/index.php?id=43
KlimaMORO	Modellregion Region Stuttgart Phase II: Vorsorgender Hochwasserschutz und vorsorgender Grundwasserschutz und Wasserversorgung	u.a. Ballungsraum, Land- und Forstwirtschaft, Flusslandschaften, Standortqualität, ökonomische Risiken, Hochwasserschutz, Grundwasserschutz, Fernwasserversorgung, Trinkwasserversorgung, Trockenperiode, Akteursnetz, Arten- und Biotopschutz, Wasser- und Energiewirtschaft	Koordination: Verband Region Stuttgart; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimamoro.de ; http://www.region-stuttgart.org/aufgaben-und-projekte/regionalplanung/projekte/klimamoro/

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
KlimaMORO	Modellregion Vorpommern Phase II: Meeresspiegelanstieg und Konsequenzen für die Siedlungs- und Landnutzungsentwicklung des Küstensaums	u.a. Meeresspiegelanstieg, Tourismus, Natur und Landschaft, Integration v. Anpassung in Regionales Entwicklungskonzept, Qualitäts- und Prüfkriterien (Klimacheck), Klimawandel-Governance-Prozess	Koordination: Amt für Raumordnung und Landesplanung Vorpommern; Büro Ingenieurplanung Ost ; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimamoro.de ; http://www.klimamoro.de/index.php?id=21
KlimaMORO	Modellregion Westsachsen Phase II: Wasserhaushaltsproblematik in Bergbaufolgelandschaften	u.a. Klimafolgenabschätzung, Vulnerabilitätsanalysen und -bewertungen, Raumentwicklungsstrategie: robuste Siedlungs- und Infrastrukturen, robuste und anpassungsfähige Land- und Forstwirtschaft, Wasserhaushalt, Bergbaufolgelandschaft	Koordination: Regionaler Planungsverband Leipzig-Westsachsen; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimamoro.de ; http://www.rpv-westsachsen.de/projekte/moro.html
klimazwei Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen (2006-2009) [Bundesministerium für Bildung u. Forschung (BMBF)] Weitere Vorhaben: siehe Programmhomepage	KLARA-Net Netzwerk zur KLimaAdaption in der Region StArkenburg (2006-2011)	u.a. Klimawandel und Gesundheit, Hitzeprävention, Hochwasserschutz, Sturmsicherung, Bauvorsorge, Frischluftschneisen, Vegetation unter Trockenstress und Niederschlagszunahme, Tourismus	TU Darmstadt Institut IWAR	http://www.klimazwei.de ; http://www.klara-net.de/

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
klimazwei	KLIMES Entwicklung von plane- rischen Strategien und städtebaulichen Konzep- ten zur Reduzierung der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit im Modellgebiet Freiburg (2006-2009)	u.a. Vermeidung von Hitzestress im Stadt- quartier, thermischer Komfort, thermische Indizes, human-biome- teorologisch basierter Leitfaden für die Stadt- planung	Universität Kassel, Fach- gebiet Umweltmeteorolo- gie und FG Städtebau; Albert-Ludwigs-Universi- tät Freiburg, Meteorologi- sches Institut; Ruhr-Universität Bochum, Geographisches Institut, AG Geomatik; außerdem diverse Part- ner beteiligt	http://www.klimazwei.de ; http://www.klimazwei.de/ProjektezumSchutzvorKlimawirkungen/Projekt%C3%Bbersicht/KLIMES/tabid/125/language/de-DE/Default.aspx
KLIMZUG Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten (2009-2014) [Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)] In jeder Modellregion Umsetzung diverser Teilprojekte	Modellregion Berlin- Brandenburg INKA BB Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Bran- denburg- Berlin	u.a. Seen und Fließ- gewässer, Trockenheit, Land- u. Wassernut- zung, Gesundheitsma- nagement, Tourismus, Naturschutz, Regional- planung, Netzwerkent- wicklung	Koordination: Institut für Sozioökono- mie am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsfor- schung (ZALF) e.V.; außerdem diverse Part- ner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://www.inka-bb.de
KLIMZUG	INKA BB Teilprojekt 5 Warn- und Interven- tionssysteme für Ge- sundheitsvorsorge und Krankheitsmanagement (2009-2014)	u.a. Informations- und Frühwarnsystem, Hoch- risikopatienten	Charité Berlin, Arbeitsbe- reich Pneumologie der Medizinischen Klinik; Humboldt-Universität zu Berlin, Geographisches Institut	http://www.klimzug.de/ ; http://project2.zalf.de/inkabb/projekte/teilprojekt-5

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
KLIMZUG	Modellregion Dresden; REGKLAM Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden	u.a. Anpassungsprogramm, Städtebau, Ver- und Entsorgungsinfrastruktur, v.a. urbanes Wassersystem u. Landnutzung, interdisziplinäre Partizipation, regionales Akteursnetzwerk	Koordination: Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR); außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://www.regklam.de
KLIMZUG	Modellregion Emscher-Lippe Region/Ruhrgebiet; dynaklim Dynamische Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region (Ruhrgebiet)	u.a. Anpassungspotenziale in Politik, Planung u. Verwaltung, Finanzierung u. Organisation d. Wasserwirtschaft, regionale Wirtschaftspolitik, Wasserhaushalt, flexible Infrastruktur, Vernetzung, Synergien, Wissensmanagement, Roadmap 2020 „Regionale Adaptation“	Koordination: Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e.V.; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://www.dynaklim.de
KLIMZUG	Modellregion Metropolregion Bremen-Oldenburg; nordwest 2050 Perspektiven für klimangepasste Innovationsprozesse in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten	u.a. Vulnerabilitätsanalyse, regionale Szenarien, Ernährung, Energie, Hafen u. Logistik, Roadmaps der Klimaanpassung, internationale Wettbewerbsfähigkeit, kurz- und langfristige Anpassungsmaßnahmen, Öffentlichkeitsarbeit	Koordination: Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V.; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://www.nordwest2050.de

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
KLIMZUG	Modellregion Metro- polregion Hamburg; KLIMZUG-NORD Strategische Anpassungsansätze zum Klimawandel in der Metropolregion Hamburg	u.a. Ästuarmanagement, Integrierte Stadt- und Raumentwicklung, zukunftsfähige Kulturlandschaften, Naturschutz, Ökonomie, Governance, Wissen und Bildung, Sicherung Lebensqualität	Koordination: TuTech Innovation GmbH; außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://klimzug-nord.de
KLIMZUG	Modellregion Nord- hessen; KLIMZUG-Nordhessen Klimaanpassungsnetzwerk für die Modellregion Nordhessen	u.a. Ressourcennutzung in Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, Energie, Verkehr, Gesundheit, Tourismus, Szenarien, gesellschaftliche Faktoren und Verhaltensänderungen, internationaler Transfer	Koordination: Universität Kassel, Kompetenzzentrum für Klimaschutz und Klimaanpassung (CliMA); außerdem diverse Partner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://www.klimzug-nordhessen.de

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
KLIMZUG	Modellregion Ostsee; RADOST Regionale Anpassungs- strategien für die Deut- sche Ostseeküste	u.a. Grundlagendaten (Ostsee und Küstenge- wässer) z.B. hydrody- namische Messungen, Gewässerqualität, Öko- logie und biologische Vielfalt, sozio-ökonomi- sche Analyse z.B. regio- nale Wirtschaftsstruktur und Kosten-Nutzen von Anpassung, Netzwerk- bildung und regionaler Dialog, überregionaler und internationaler Infor- mationsaustausch	Koordination: Ecologic Institut, Berlin; außerdem diverse Part- ner beteiligt	http://www.klimzug.de/ ; http://www.klimzug-radost.de
	Berliner Aktionspro- gramm gegen Ambrosia (laufend seit 2009) [Arbeitsagentur SüdOst]	u.a. Kartierung und Mo- nitoring, Früherkennung, Beseitigung, Zusammen- arbeit, Information	Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie	http://ambrosia.met.fu-berlin.de/ambrosia/aktionsprogramm.php
	Hoch³ Klimaschutz-Teilkonzept „Anpassung an den Kli- mawandel“ für die Städte Solingen und Remscheid (12/2012-11/2013) [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)]	u.a. Hitzewellen, tropi- sche Nächte und Ge- sundheit, Klimawandel und demographischer Wandel, Niederschlag, Starkregen, Hochwas- serschutz und Stadtent- wicklung, Natur, Land- schaft, Wasserhaushalt	Städte Remscheid und Solingen	http://www.remscheid.de/leben/umwelt-und-natur/umweltschutz/146380100000090056.php

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
	Klimaanpassungskonzept Stuttgart 2012 (KLIMAKS)	u.a. gesundheitsbezogenes Hitzewarnsystem, Intervention bei älteren Menschen, Sonneneinstrahlung bei der Arbeit, Monitoringsystem zu klimabeeinflussten Krankheiten, Stadtplanung und Begrenzung d. Erderwärmung, Temperatursimulationen in der Bauplanung, Gebäudeanpassung an Zunahme von Starkwind-, Hagelereignissen und erhöhte Schneelasten, Leistungsfähigkeit von Straßenentwässerungen, Bodenerosion durch Starkregenniederschläge	Landeshauptstadt Stuttgart	http://www.stadtlima-stuttgart.de/index.php?klima_kliks_klimaanpassungskonzept
	Köln_21 Klimawandelgerechte Metropole Köln (2009-2013) [Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MKULNV)]	u.a. Wärme-/Hitzebelastung, Starkniederschläge, Planungsempfehlungen	Deutscher Wetterdienst (DWD); Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV)	http://www.stadt-koeln.de/3/umwelt/klima/klimawandel/07145/

Anhang: Ausgewählte Forschungsvorhaben und Projekte

Programm/ übergeordnetes Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Projekt (Laufzeit) [Auftraggeber]	Beispielhafte Schlag- worte und Inhalte	Auftragnehmer/ Projektkoordination	Link
	NAUWA Nachhaltige urbane Wasserinfrastrukturen unter sich ändernden Randbedingungen (2009-2012) [West LB Stiftung Zu- kunft NRW]	u.a. Weiterentwicklung kommunaler Wasser- infrastruktur, Starkregen- ereignisse	Fraunhofer-Institut für System- und Innova- tionsforschung ISI; Emschergenossenschaft/ Lippeverband; Kommunal- und Ab- wasserberatung NRW GmbH	http://www.nauwa.de/ nauwa/index.php
	Neophyten in Bremen – Erfassung, Bewer- tung, Risikoabschät- zung (5/2009-4/2010) [Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Euro- pa (SUBVE)]	u.a. nachhaltige Siche- rung der natürlichen Biodiversität	Naturwissenschaftlicher Verein zu Bremen und Kooperationspartner	http://www.nwv-bremen. de/nwv-portait/nwv- projects/20-nwv-projekt- neophyten.html

Anhang: Glossar

Adaptation (siehe Klimaanpassung)

Aedes albopictus: Die Asiatische Tigermücke, ursprünglich beheimatet in Süd- und Südostasien, kann als Vektor durch Stiche das Dengue- und Chikungunya-Fieber auf den Menschen übertragen. Infolge des gestiegenen internationalen Waren- und Reiseverkehrs und der globalen Temperaturerwärmung kann eine Einschleppung begünstigt werden.

Aedes japonicus/Hulecoeteomyia japonica: Die in der Literatur unter verschiedenen Namen aufgeführte Asiatische Buschmücke ist eine ursprünglich in Ost- und Südostasien heimische Stechmückenart. Sie verbreitete sich im vergangenen Jahrzehnt zunehmend in verschiedenen Ländern Europas und Nordamerikas. Die Asiatische Buschmücke ist für den Menschen als Überträger von Krankheitserregern (z.B. West-Nil-Virus, verschiedene Enzephalitis-Arten) bedeutsam.

Allergene: Bei einer Allergie erfolgt eine "Überempfindlichkeitsreaktion", die an krankheitsauslösende Reaktionen des menschlichen Immunsystems (Überproduktion bestimmter Antikörper) gekoppelt ist. Der menschliche Körper produziert eine übertriebene Abwehrreaktion gegen im Grunde harmlose Substanzen. Zu den wichtigsten *Allergenen* zählen Pollen und Tierhaare, Hausstaubmilbenkot, Schimmelpilzsporen oder Kontaktallergene (z.B. Nickel) sowie Eiweißbestandteile in der Nahrung. Allergische Erkrankungen können verschiedene Organsysteme einbeziehen, betreffen jedoch überwiegend die Haut und/oder die Schleimhäute.

Ambrosia artemisiifolia: Das Beifußblättrige Traubenkraut ist eine aus Nordamerika stammende Pflanzenart, die sich infolge der Klimaerwärmung und des internationalen Warenverkehrs in weiten Teilen Europas ausgebreitet hat. Die Pollen des Traubenkrautes können starke Allergien auslösen.

Anpassungskapazität beschreibt die Fähigkeit eines Systems (z.B. einer Kommune), sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen und dabei nicht nur potenzielle Schäden zu mildern, sondern auch mögliche Chancen zu nutzen.

Anthropogener Treibhauseffekt: Die sich derzeit abzeichnenden globalen Klimaänderungen, insbesondere die zunehmende Erderwärmung, wird v.a. anthropogenen Einflüssen zugeschrieben. So wird von den meisten Experten, Fachgesellschaften und -organisationen die Auffassung geteilt, dass der derzeitige globale Klimawandel in hohem Maße durch menschlich verursachte Umweltveränderungen wie die Verbrennung fossiler Energieträger, Landnutzungsänderungen oder landwirtschaftliche Aktivitäten beeinflusst wird. Diese führen zu einem (zusätzlichen) *anthropogenen* Treibhauseffekt.

Biologische Vielfalt bezeichnet die Artenvielfalt, die genetische Vielfalt und die Vielfalt von Ökosystemen sowie deren Wechselbeziehungen untereinander. Wenn sich das Klima wandelt, wandeln sich auch die Lebensbedingungen für Tiere und Pflanzen: U.a. verschieben sich Klimazonen, Ökosysteme werden geschwächt und verändern sich in ihrer Zusammensetzung, und häufiger auftretende Extremereignisse wie Starkregen, Sturmfluten oder Hitzewellen haben negativen Einfluss auf die Stabilität der Biodiversität. Intakte und vernetzte Ökosysteme können außerdem die Auswirkungen des Klimawandels „abpuffern“.

Extremwetterereignisse sind dadurch gekennzeichnet, dass sie an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Jahreszeit für gewöhnlich „eher selten“ auftreten. Dabei kann die Charakteristik des extremen Wetters je nach Ort variieren. Einzelne Extremwetterereignisse können zudem nicht direkt auf den anthropogenen Klimawandel zurückgeführt werden, da das Ereignis auch natürlicherweise hätte auftreten können. Besteht jedoch ein wiederkehrendes Muster im Auftreten extremer Wetterereignisse, kann dies als extremes klimatisches Ereignis eingestuft werden. Dies gilt insbesondere, wenn es ein Mittel erreicht, das selbst extrem ist, wie z.B. starke Regenfälle während einer gesamten Saison.

Der **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** ist ein zwischenstaatliches Expertengremium für Klimafragen unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen und wurde 1988 vom United Nations Environment Programme (UNEP) und der World Meteorological Organization (WMO) gegründet. Der IPCC trägt weltweit die jüngsten wissenschaftlichen, technischen und sozioökonomischen Informationen zum Verständnis des Klimawandels, zum derzeitigen Wissensstand und dessen Auswirkungen zusammen und bewertet sie.

Inversionswetterlage bezeichnet das Auftreten von Luftschichten, bei der die Temperatur mit der Höhe zunimmt. Dementsprechend erfolgt eine Umkehr der normalen Temperaturverhältnisse, und der vertikale Luftaustausch wird behindert.

Ixodes ricinus (Gemeiner Holzbock oder Schildzecke) ist eine einheimische Art und kommt in Deutschland flächendeckend vor. Er bevorzugt als Wirt neben Wild- und Haustieren auch den Menschen und kann dabei Krankheiten wie die Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) und Lyme-Borreliose übertragen.

Klimaanpassung bezeichnet die Anpassung natürlicher oder menschlicher Systeme (z.B. von Kommunen) als Reaktion auf die aktuellen oder erwarteten klimatischen Veränderungen oder deren Folgen. Es gibt verschiedene Arten der Anpassung, z.B. private, öffentliche, unabhängige und geplante Anpassung.

Klimaschutz hat das Ziel, Treibhausgasemissionen anhand zuvor festgelegter Zielgrößen zu vermindern, indem z.B. regenerative Energieträger (wie Solarenergie, Wasser- und Windkraft) genutzt werden oder die Erhaltung natürlicher Treibhausgasenken (z.B. Wälder, Feuchtgebiete) gefördert wird.

Mitigation (siehe Klimaschutz)

Retentionsflächen sind Überschwemmungsbereiche, die im Falle eines Hochwassers als Überflutungsflächen genutzt werden und größere Mengen von Hochwasser aufnehmen können. Die auf der *Retentionsfläche* gespeicherten Wassermassen werden zeitverzögert wieder an den Fluss abgegeben. Diese extra für diesen Zweck ausgewiesenen Gebiete werden ggf. künstlich angelegt und können zumeist durch menschlichen Eingriff gesteuert werden. Die Schaffung von *Retentionsflächen* ist eine Hochwasserschutzmaßnahme. In Normalzeiten können sie jedoch als Grünland, für die Forstwirtschaft oder für Erholungs- und Sportzwecke dienen.

Stadtklimaeffekt – siehe Kapitel 3 „Urbane Räume im Klimawandel – warum sich Klimafolgen in Städten verstärken“, S. 8.

Städtische Wärmeinseln werden definiert als ein Anstieg der Lufttemperatur in der Stadt im Vergleich zu den Freilandtemperaturen. Dieser Temperaturunterschied ist insbeson-

dere in der Nacht ausgeprägt. Beispielsweise kann die nächtliche Lufttemperatur in dicht bebauten Stadtteilen bis zu 5 °C über den Temperaturen im Umland liegen. Der sogenannte Wärmeinseleffekt ist anthropogen verursacht und erhöht die ohnehin hohen Temperaturen im Falle einer Hitzeperiode. Durch eine klimagerechte Stadtplanung ist es jedoch möglich, das innerstädtische Mikroklima zu verbessern und damit einer Überhitzung entgegenzuwirken.

Thaumetopoea processionea: Der Eichenprozessionsspinner, eine in West- und Zentraleuropa vor allem in trocken-warmen Gebieten vorkommende Nachtfalterart, findet durch die Klimaerwärmung günstigere Vermehrungsbedingungen. Seine Raupen sind nicht nur Forstschädlinge (Kahlfraß an Eichenlaub), sondern auch Gesundheitsschädlinge, da die Brennhaare der Raupen Allergien auslösen können.

Vektorübertragene Erkrankungen sind Krankheiten, deren Erreger durch tierische Überträger, sogenannte Vektoren (z.B. Stechmücken, Zecken, Wanzen), vermittelt werden. Der Vektor transportiert dabei einen Infektionserreger vom Hauptwirt auf einen anderen Organismus, ohne selbst zu erkranken. Die in der Umwelt lebenden Vektoren reagieren unmittelbar auf die Veränderungen (mikro-)klimatischer Verhältnisse. Dies zeigt sich dann u.a. in der Populationsdichte oder der Biotopbesiedlung der Vektoren. Infolge des Klimawandels ist mit der zunehmenden Vermehrung von Vektoren, einer höheren Überlebensrate durch mildere Winter sowie der Verbreitung eingeschleppter neuer Vektorarten und Krankheitserreger zu rechnen. Beispiele sind übertragbare Krankheiten durch Zecken wie Lyme-Borreliose und Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME), durch Stechmücken wie Malaria, Dengue- und Chikungunya-Fieber oder durch Nagetiere wie das Hanta-Virus.

Vulnerabel/Vulnerabilität wird als Wahrscheinlichkeit verstanden, von einem Ereignis oder einer Veränderung nachteilig beeinflusst zu werden. Der IPCC versteht unter *Vulnerabilität* im Zusammenhang mit dem Klimawandel „das Maß, zu dem ein System gegenüber nachteiligen Auswirkungen der Klimaänderung, einschließlich Klimavariabilität und Extremwerte, anfällig ist und nicht damit umgehen kann“. *Vulnerabilität* umfasst demnach Zustände und Prozesse, die die Anfälligkeit sowie die Reaktionskapazitäten eines Systems oder Objekts hinsichtlich des Umgangs mit Gefahren – wie z.B. Klimawandeleinflüssen – bedingen. Dementsprechend kann Vulnerabilität als ein Synonym für die Verwundbarkeit sozialer, ökologischer sowie ökonomischer Systeme verwendet werden. Bei Einzelpersonen oder auch Bevölkerungsgruppen bestimmen z.B. das Ausmaß der Exposition, die individuelle Anfälligkeit und Bewältigungskapazität die *Vulnerabilität* gegenüber einer Störung, bspw. einer Umweltbelastung. Bezogen auf die menschliche Gesundheit handelt es sich demnach um die Wahrscheinlichkeit, eine starke gesundheitlich nachteilige Wirkung, in diesem Fall durch den Klimawandel, zu erfahren.

Wärmespeicher: Die Oberfläche, die Sonneneinstrahlung absorbiert und über einen vergleichsweise langen Zeitraum speichert, ist in städtischen Bereichen größer als in ländlichen Bereichen. Durch die dichte Bebauung, den hohen Versiegelungsgrad und das Wärmespeichervermögen bestimmter Baustoffe haben bebaute Flächen daher anders als unbebaute Flächen die Funktion eines *Wärmespeichers*. Bebaute Gebiete heizen sich u.a. wegen des direkten Einfallswinkels der Sonne auf die senkrechten Fassaden, der fehlenden Vegetation und der geringen Verdunstungsleistung stärker auf. Auch der verbaute Stein selbst fungiert als *Wärmespeicher* und gibt die am Tage absorbierte Wärme nur langsam über die Nachtstunden ab, wodurch auch die Abkühlung der Luft verlangsamt wird (siehe auch *Städtische Wärmeinsel*).