

KommAKlima

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

Hinweise für Kommunen

Betroffen durch den Klimawandel?

– Ein Einstieg für Kommunen

3



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

Denis Ahlemann, M.Sc. | Dipl.-Geogr. Anna-Kristin Jolk

Dipl.-Geogr. Nicole Langel

Dipl.-Ing. Vera Völker (Projektleitung)

Dipl.-Geogr. Luise Willen

Redaktion

Sigrid Künzel

Gestaltungsvorlage

6grad51DESIGN, Köln

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

Stand

Juli 2014

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Klimawissen und Wissenstransfer in Städten, Gemeinden und Landkreisen	6
3	Bereits eingetretener Klimawandel – Womit Kommunen umgehen müssen	10
4	Zukünftiger Klimawandel – Worauf sich Kommunen einstellen sollten	17
5	Die KommAKlima-Modellkommunen – Heterogene Strukturen und unterschiedliche Betroffenheiten durch den Klimawandel	21
5.1	Bonn	25
5.2	Dortmund	26
5.3	Erfurt	27
5.4	Frankfurt am Main.....	28
5.5	Heidelberg	29
5.6	Landkreis Oberallgäu.....	30
5.7	Landkreis Osterholz.....	31
5.8	Rhein-Sieg-Kreis.....	32
5.9	Seebad Stadt Ueckermünde.....	33
6	Anhang	38
	Glossar	38

1 Einleitung

Kommunen sind – so das Thema dieser „Hinweise-Ausgabe“ – in besonderem Maße vom *Klimawandel*¹ betroffen. Vor allem die Folgen von in den letzten Jahren immer häufiger auftretenden *Extremwetterereignissen*, wie beispielsweise Gebäudeschäden infolge von *urbanen Sturzfluten* oder die Belastung der Bevölkerung aufgrund lang anhaltender Hitzeperioden, stellen sie zunehmend vor die Herausforderung, sich umfassend und strategisch, gleichzeitig aber auch unmittelbar und akut mit Anpassungsmaßnahmen an den *Klimawandel* sowie Schadensvorsorge und -behebung auseinanderzusetzen. Es gilt, bereits heute Konzepte zu entwickeln, die einen Umgang mit den vielfach unsicheren, prognostizierten Extremszenarien wie Hitzewellen, Starkniederschlägen etc. zukünftig ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund führt das Deutsche Institut für Urbanistik (Difu) mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) von Dezember 2011 bis Dezember 2014 das Projekt „**KommAKlima**: Kommunale Strukturen, Prozesse und Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel in den Bereichen Umwelt und Natur sowie Planen und Bauen – an der Schnittstelle zum Bereich Gesundheit“ durch.

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

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



Die Modellkommunen des Difu sind:

- Bonn
- Dortmund
- Erfurt
- Frankfurt a.M.
- Heidelberg
- Landkreis Oberallgäu
- Landkreis Osterholz
- Rhein-Sieg-Kreis
- Ueckermünde

Das Difu konzentriert sich dabei auf die Handlungsbereiche Planen und Bauen sowie Umwelt und Natur. Um das Themenfeld *Klimaanpassung* möglichst umfassend zu bearbeiten, stimmt sich das Difu intensiv mit der Arbeitsgruppe Umwelt und Gesundheit der Universität Bielefeld ab. Diese führt parallel ein Projekt durch, das den Fokus auf die gesundheitlichen Aspekte der *Klimaanpassung* legt.

Bereits während der Laufzeit der **KommA**-Klima-Projekte werden von Difu und Universität Bielefeld mehrere „Hinweise

für Kommunen“ herausgegeben. Dadurch soll sichergestellt werden, dass das im Rahmen der Projekte fortlaufend generierte Wissen (u.a. durch Werkstätten, Interviews mit kommunalen Akteurinnen und Akteuren sowie Literatur- und Projektresearchen) den interessierten

1 Wichtige Fachbegriffe, die in dieser Veröffentlichung Verwendung finden, sind kursiv (bzw. in kursiven Textteilen in normalem Schriftschnitt) hervorgehoben und werden im Glossar kurz erläutert.

Kommunen möglichst zeitnah zur Verfügung steht. Die ersten von Universität Bielefeld und Difu gemeinsam erstellten „Hinweise für Kommunen 1“ bieten eine theoretische Einführung in das Arbeitsfeld der kommunalen *Klimaanpassung* an der Schnittstelle zwischen Planung, Umwelt und Gesundheit.² In der darauffolgenden Veröffentlichung der Universität Bielefeld werden entlang der Fragestellung „Ist Klimaanpassung im Öffentlichen Gesundheitsdienst kommunaler Praxis angekommen?“ vier Thesen formuliert und diskutiert. In den vorliegenden „Hinweisen für Kommunen 3“ des Difu werden

- Hinweise und Beispiele zur Aneignung und zum Transfer von Klimawissen in den Kommunen gegeben;
- zum einen Hintergründe und Tipps zur Identifikation von Betroffenheit sowie zur Sammlung und Aufbereitung von klimarelevanten Daten vorgestellt – unterschieden nach bereits eingetretenem und zukünftigem *Klimawandel* und anhand von Praxisbeispielen aus den (Modell-)Kommunen. Zum anderen werden die Unsicherheiten, die mit dem prognostizierten *Klimawandel* einhergehen, skizziert und Anregungen zum Umgang damit gegeben;
- die neun Modellkommunen des Difu mit ihren jeweiligen klimatischen Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernissen in Form einseitiger Steckbriefe vorgestellt;
- im Ausblick kurz die Inhalte der nächsten Projektveröffentlichung des Difu dargestellt.

Service

Wichtige Fachbegriffe, die in dieser Veröffentlichung Verwendung finden, sind *kursiv* (bzw. in kursiven Textteilen in normalem Schriftschnitt) hervorgehoben und werden im Glossar kurz erläutert. Die Literaturverzeichnisse befinden sich am Ende des jeweiligen Kapitels. Tipps zum Weiterlesen, Checklisten, wichtige Hinweise und Praxisbeispiele aus den Kommunen werden in Textkästen und mit einem entsprechenden Icon hervorgehoben. Die jeweiligen Modellkommunen sind in den Textkästen fett markiert.



Tipp(s) zum Weiterlesen



Wichtige Informationen / wichtiger Hinweis



Checkliste



Praxisbeispiel aus einer (Modell-)Kommune

Wer wird mit den „Hinweisen für Kommunen“ angesprochen?

Die Veröffentlichungen stehen als Online-Publikationen allen Interessierten zur Verfügung. Die „Hinweise für Kommunen“ richten sich vor allem an Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der kommunalen Verwaltungen aus den Bereichen Stadtentwicklung, Planen, Bauen, Umwelt sowie weiteren Ressorts und Fachabteilungen. Dabei werden sowohl diejenigen angesprochen, die sich in ihrem Arbeitsalltag mit den Themen Klimawandel, Klimaschutz und Klimaanpassung bereits befassen, als auch die Kommunen, die einen Einstieg in die *Klimaanpassung* suchen.

2 Download der Veröffentlichung unter www.difu.de/publikationen/2013/kommaklima.html.

2 Klimawissen und Wissenstransfer in Städten, Gemeinden und Landkreisen

Klimawissen und Wissenstransfer spielen eine zentrale Rolle im *Klimaanpassungsprozess* einer Kommune. *Klimaanpassung* ist wie *Klimaschutz* eine Querschnittsaufgabe, an der viele Ressorts mit teilweise sehr unterschiedlichen Sachkenntnissen zu beteiligen sind. Um die mit der *Klimaanpassung* verbundenen Aufgaben bewältigen zu können und mit den verschiedenen vom *Klimawandel* berührten Bereichen in der Kommune arbeitsfähig zu werden, ist es neben der Schaffung geeigneter Strukturen und der Identifikation nutzbarer Instrumente von Vorteil, zu Beginn des Anpassungsprozesses zunächst einen einheitlichen Wissensstand und ein Bewusstsein für den *Klimawandel* zu generieren. Hier gilt es nicht nur, sich gezielt (von außen) mit Informationen zu versorgen, sondern auch verwaltungsinternes Wissen, Sichtweisen und Interessen innerhalb der Kommune, beispielsweise im Rahmen von (Auftakt-)Veranstaltungen zum Thema, auszutauschen (vgl. Rötzel et al. 2013).

Eine 2013 veröffentlichte Umfrage des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln zu *Klimaanpassung* in Unternehmen und Kommunen zeigt, dass annähernd 87 % der insgesamt 314³ Kommunalvertreter, die sich an der Umfrage beteiligten, nach eigener Ansicht über zumindest ausreichende Kenntnisse zum veränderten Auftreten von *Extremwetterereignissen* verfügen. Fast 78 % weisen ein mindestens ausreichendes Wissen im Hinblick auf langfristige *klimawandelbedingte* Veränderungen auf. Wissensdefizite bestehen laut Umfrage weniger im Bereich der *klimawandelbedingten* Vorhersagen als vielmehr bei ihren sozialen und ökonomischen Folgewirkungen; hier fühlen sich über 40 % nicht ausreichend informiert. Mehr als ein Drittel der Befragten ist nach eigener Einschätzung über die Auswirkungen auf ökologische Systeme nur unzureichend informiert (Mahammadzadeh et al. 2013, S. 90).

Doch wo erhalten Kommunen das notwendige Klimawissen? Inzwischen existieren zahlreiche Informations- und Unterstützungsangebote zur *Klimaanpassung* für Kommunen, wie beispielsweise die „KommPass Tatenbank“ oder der „Klimalotse“ des Umweltbundesamtes. Diese teilweise modular aufgebauten Lernsysteme bieten die Möglichkeit, sich Klimawissen anzueignen, und unterstützen bei der Suche nach Lösungsmöglichkeiten.



Ausgewählte Informationsportale und Unterstützungsangebote für die Entwicklung von Maßnahmen und Strategien:

- *Tatenbank* (www.tatenbank.anpassung.net): Datenbank des Umweltbundesamtes für Maßnahmen zur Klimaanpassung
- *Stadtklimalotse* (www.stadtklimalotse.net): umfangreiche Informationen zur Klimaanpassung, Beratungsinstrument zur Auswahl von geeigneten Klimaanpassungsmaßnahmen für die kommunale Stadtentwicklung
- *Klimalotse* (www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse-startseite): Leitfaden zur Anpassung mit Überblick zu Klimafolgen, detailliertem Grundwissen und Anleitung zum Umgang mit Klimafolgen und Anpassung
- *Klimascout* (www.klimascout.de): Rahmenbedingungen für erfolgreiche Anpassungsstrategien, nutzerfreundlich aufbereitete Anpassungsmaßnahmen, Tipps für Bürger

3 Es wurden – soweit recherchierbar – die Umweltdezernenten befragt, in den übrigen Gemeinden die Bürgermeister.

Neben diesen Unterstützungsangeboten bieten verschiedene Institutionen und wissenschaftliche Einrichtungen gut aufbereitete Informationen und Veröffentlichungen zum Download auf ihren Internetseiten an. Nachfolgend sind einige dieser Internetportale aufgeführt. Eine Bündelung der veröffentlichten Studien zu den Auswirkungen des *Klimawandels* bietet der im nachfolgenden Kasten zuletzt aufgeführte „Klimastudienkatalog“.



Wo kann ich mir Klimawissen aneignen? – Ausgewählte Internetportale mit übergreifenden Informationen:

- **Climate Service Center** – www.climate-service-center.de
 - eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung;
 - gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF);
 - aktuelle Ergebnisse aus der Klimasystemforschung werden zusammengeführt, strukturiert aufbereitet und vermittelt.
- **Deutscher Wetterdienst (DWD)** – www.dwd.de
 - nationaler meteorologischer Dienst der Bundesrepublik Deutschland;
 - Wetter- und Klimainformationen im Rahmen der Daseinsvorsorge;
 - physikalische und chemische Prozesse in unserer Atmosphäre werden erfasst, bewertet und überwacht.
- **Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)** – www.anpassung.net
 - zeigt zukunftsfähige Wege der Klimaanpassung auf und gibt Anstöße für die Entwicklung einer an den Klimawandel angepassten Gesellschaft und Umwelt;
 - Hauptaufgaben sind Forschung, Informationsbereitstellung (Tatenbank, Klimaloge), Vernetzung und Beteiligung.
- **Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)** – www.pik-potsdam.de
 - Das PIK untersucht wissenschaftlich und gesellschaftlich relevante Fragestellungen im Hinblick auf den globalen Wandel, die Klimawirkungen und nachhaltige Entwicklung.
- **Bildungsserver Wiki Klimawandel** – www.klimawiki.org
 - Kooperationsprojekt zwischen dem Deutschen Bildungsserver, dem Climate Service Center und dem Hamburger Bildungsserver;
 - bietet allgemein verständliche Antworten auf die wichtigsten Fragen rund um das Thema Klima.
- **Deutscher Klimaatlas** – www.deutscher-klimaatlas.de
 - Präsentation möglicher Szenarien unseres zukünftigen Klimas in einer Zusammenschau mit unserem früheren und derzeitigen Klima durch den DWD.
- **Regionaler Klimaatlas Deutschland** – www.regionaler-klimaatlas.de
 - eine Einrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft;
 - informiert über den aktuellen Forschungsstand zum möglichen künftigen Klimawandel;
 - der Klimaatlas ist interaktiv konzipiert und basiert zurzeit auf 12 regionalen Klimaszenarien.
- **Klimastudienkatalog** – www.netzwerk-vulnerabilitaet.de/klimastudienkatalog
 - Das „Netzwerk Vulnerabilität“ hat in einer umfangreichen Online-Datenbank den Stand des Wissens zu den Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland aufbereitet. Mittels einer – sowohl nach Bundesländern wie auch nach Handlungsfeldern differenzierten – interaktiven Deutschlandkarte lässt sich

eine strukturierte Zusammenstellung von veröffentlichten Studien zu Klimawirkungen und Vulnerabilitätsanalysen in Deutschland anzeigen. Durch eine Bewertung der Aussagen der ausgewerteten Studien kann der Nutzer für Deutschland wie auch für jedes einzelne Bundesland nach dem Ampelsystem ein „Klimawirkungsdiagramm“ generieren, das sowohl die Anzahl der Aussagen wie auch die Differenzierung von „starke negative Auswirkungen“ bis „positive Auswirkungen“ nebeneinander abbildet.

Um das Klimawissen allen betroffenen Ressorts in der Verwaltung zugänglich zu machen und diese in einem gemeinsamen Prozess zu informieren, können verwaltungsinterne (Auftakt-)Veranstaltungen hilfreich sein. Diese sollten möglichst unter Einbeziehung der Kommunalpolitik stattfinden, um Konflikte frühzeitig zu erkennen und Konsensfindungsprozesse rechtzeitig in Gang zu setzen. Das gemeinsame Lernen und Sich-Informieren kann dazu beitragen, dass verwaltungsinterne Kooperationen und Bewusstseinsbildung gestärkt werden. Darüber hinaus kann ein von vornherein gemeinsam begonnener Anpassungsprozess die Zielfindung und spätere Umsetzung beschleunigen.



Die **KommAKlima-Modellstadt Bonn** begann ihren Prozess zur Anpassung an den Klimawandel mit einer vorrangig verwaltungsinternen Veranstaltungsreihe. Um das Klimawissen und die Bewusstseinsbildung innerhalb der Verwaltung zu stärken, wurde im April 2010 zunächst eine Auftaktveranstaltung „Klimawandel und Stadtplanung – Expertenhearing und Workshop“ in Zusammenarbeit von Baudezernat, Stadtplanungsamt und Umweltamt durchgeführt. Ziel war eine verwaltungsinterne Information und ein Austausch über die mögliche Betroffenheit der Stadt Bonn sowie über Maßnahmen zur Begrenzung der Folgen des Klimawandels. Dazu wurden etwa 40 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Fachbereichen Planung, Bau, Stadtentwässerung, Umwelt, Stadtgrün und Gesundheit an einen Tisch geholt, um über kommunale Erfahrungen und Handlungsmöglichkeiten zu diskutieren. Im November 2010 fand die Reihe mit der Veranstaltung „Der Klimawandel – Folgen und Handlungsmöglichkeiten für Bürgerschaft und Stadt“ ihre Fortsetzung. Im Rahmen eines „Gallery-Walks“ wurden Folgen und Handlungsmöglichkeiten unter Beteiligung von Politik, Regionalakteuren, Stadtwerken und Wissenschaft diskutiert. Ein Jahr später traf man sich erneut, um eine umsetzungsorientierte Diskussion mit dem Titel „Klimawandel konkret“ anzustoßen. Ausgangspunkt für diese Diskussion war die Zusammenstellung von bestehenden Vorgaben und Maßnahmen, die den Zielen der Anpassung dienen, aber bereits früher unter anderen Prämissen eingeführt wurden. Dazu zählen beispielsweise die Verpflichtung zur Begrünung von Flachdächern bei vorhabenbezogenen Bebauungsplänen, Gebote zur Versickerung von Niederschlägen oder Hochwasserschutzmaßnahmen. Dieser zielführende Prozess mündete im Oktober 2012 in einen Ratsbeschluss zur Etablierung von „Maßnahmen gegen die Auswirkungen des Klimawandels“ als fachübergreifende Querschnittsaufgabe, der wiederum eine wichtige Basis für alle weiteren nun folgenden Aktivitäten der Stadt Bonn im Themenfeld Klimaanpassung bildet.

Die Aneignung von Klimawissen und der breite Austausch innerhalb der Verwaltung sind zudem wichtige Voraussetzung für die Wahrnehmung der kommunalen Aufgabe, ihre Bevölkerung über allgemein bedeutsame Angelegenheiten zu informieren und zu unterrichten. Eine Umfrage des Umweltbundesamtes (BMU, UBA 2013) zeigt, dass eine deutliche Mehrheit der Bevölkerung potenzielle Auswirkungen des *Klimawandels* aktuell noch nicht

als Bedrohung oder Beeinträchtigung sieht. Vielmehr fühlt sich mit 59 Prozent eine klare Mehrheit bereits ausreichend über mögliche Klimafolgen informiert. Mehr als die Hälfte der Befragten (58 Prozent) ist des Weiteren der Ansicht, dass auch die eigene Kommune bereits hinreichend informiert ist und ausreichende Vorsorgemaßnahmen ergriffen hat. Damit korrespondierend zeigt die Umfrage auch, dass Maßnahmen zur persönlichen Vorsorge gegenüber den Folgen des *Klimawandels* von weniger als der Hälfte der Befragten weder bereits ergriffen wurden noch zukünftig geplant sind.

Kommunen können im Themenfeld *Klimaanpassung* beispielsweise die wichtige Aufgabe übernehmen, ihre Einwohner über präventive Möglichkeiten und Maßnahmen zur Verhinderung von Schäden zu informieren und Verhaltensregeln zu verbreiten, um die gesundheitlichen und materiellen Auswirkungen infolge von Hitze- oder Starkregenereignissen zu minimieren. Die Stadt Wuppertal hat z.B. gemeinsam mit dem Wupperverband und den Wuppertaler Stadtwerken (hier: WSW Energie & Wasser AG) im August 2012 einen Flyer zur Hochwasservorsorge herausgegeben. Hierin finden Bürger neben Informationen zur Vorsorge auch Verhaltensregeln bei Hochwasser und *urbanen Sturzfluten* sowie wichtige Rufnummern und nützliche Links.



Wupperverband, Stadt Wuppertal, WSW Energie & Wasser AG (Hrsg.) (2012):
 „Nasse Füße“ in Wuppertal? Eine Bürgerinformation zur Vorsorge bei Starkregen und Hochwasser. URL: www.wsw-online.de/energie/Download/Broschueren.

Da der *Klimawandel* als dynamischer Transformationsprozess zu verstehen ist, der zum einen bereits im Gange ist, der zum anderen jedoch mit zahlreichen Unsicherheiten in der Zukunft versehen ist, sollten auch Wissensaneignung und Wissenstransfer kontinuierlich in gemeinschaftlichen kommunalen Prozessen weitergeführt werden.

Quellen und Literatur

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Umweltbundesamt (Hrsg.) (2013): Umweltbewusstsein in Deutschland 2012. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Berlin, Dessau-Roßlau. URL: www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4396.pdf [letzter Zugriff: 10.06.2014].

Hafner S (2013): Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch Öffentlichkeitsbeteiligung bei Verwaltungsvorfahren? In: Knierim A, Baasch S, Gottschick M (Hrsg.): Partizipation und Klimawandel. Ansprüche, Konzepte und Umsetzung. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 1. oekom verlag, München, S. 83-100.

Mahammadzadeh M, Chrischilles E, Biebeler H (2013): Klimaanpassung in Unternehmen und Kommunen. Betroffenheiten, Verletzlichkeiten und Anpassungsbedarf. In: Forschungsberichte aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), IW-Analysen Nr. 83, Köln.

Rötzel S, Schaper J, Grothmann T, Anders K (2013): Aufklärung und/oder Partizipation. Diskussionspapier. In: Knierim A, Baasch S, Gottschick M (Hrsg.): Partizipation und Klimawandel. Ansprüche, Konzepte und Umsetzung. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten / Band 1. oekom verlag, München, S. 75-81.

3 Bereits eingetretener Klimawandel – Womit Kommunen umgehen müssen

Nach aktuellem Stand der Forschung findet *Klimawandel* bereits statt – auch langjährige Reihen von Wetteraufzeichnungen des *Deutschen Wetterdienstes (DWD)* belegen dies – und wird zukünftig eine wachsende Rolle spielen (Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle o.J.). Demzufolge sind bereits heute Auswirkungen des *Klimawandels* zu beobachten, die sich in den unterschiedlichen Betroffenheiten zeigen. Aufgrund der Besonderheiten des Stadt- bzw. Siedungsklimas sind urbane Gebiete und Ballungsräume zumeist in einem stärkeren Maße von diesen Entwicklungen betroffen als ländlich geprägte Regionen. Zudem sind in dicht besiedelten Räumen sowohl ökonomische Schäden – beispielsweise durch Hochwasserereignisse – als auch die Zahl der Betroffenen deutlich höher als im weniger bebauten Umland.



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. URL: www.umwelt.nrw.de/klima/klimawandel/anpassungspolitik/staedte_und_ballungsraeume/projektseite_01/index.php [letzter Zugriff: 22.5.2014].

Zu den Folgen des *Klimawandels* zählen zum einen graduelle Veränderungen: Im Zeitraum 1880 – 2012 hat die *globale Mitteltemperatur* in Bodennähe um 0,85°C zugenommen, und seit Beginn des 20. Jahrhunderts ist der Meeresspiegel um 19 cm angestiegen. Auch die jahreszeitliche Verschiebung der Niederschlagsverhältnisse – die Niederschlagsmenge hat sich nicht relevant verändert – zählt zu den graduellen Veränderungen. Hier zeigen beobachtete Niederschlagstrends des *DWD* für das vergangene Jahrhundert eine Abnahme der Niederschläge um bis zu 15 % im Sommer und für den gleichen Zeitraum eine Zunahme der Niederschläge im Winter um bis zu 25 % (Marx et al. 2011). Die graduellen Wirkfolgen des Klimawandels gehen mit direkten (z.B. Zunahme von Wärmebelastungen durch steigende Temperaturen – insbesondere für sensible Bevölkerungsgruppen) wie auch indirekten Auswirkungen (z.B. verstärkter Energiebedarf für Kühlung bei steigenden Temperaturen) einher.

Kennzeichnend für den *Klimawandel* sind jedoch nicht nur graduelle Veränderungen, sondern auch die zunehmende Häufung von *Extremwetterereignissen*. Insbesondere die Jahrhunderthochwasser 2002 an der Elbe und 2006 vor allem in Bayern und Sachsen sind nach wie vor in der Öffentlichkeit präsent. Aber auch weitere Einzelereignisse spiegeln sich nicht zuletzt in Schlagzeilen „Wärmerekorde in Deutschland – Sahara-Hitze sprengt Autobahnen“ (N24 vom 20.06.2013), „Millionenschaden nach Unwetter – Hagel beschädigt Tausende Neuwagen von VW“ (Fokus online vom 09.08.2013) oder auch „Schneelast zerstört Glasdächer in Einkaufspassage“ (WAZ vom 04.11.2011) wider und führen die bereits eingetretenen Auswirkungen des *Klimawandels* und die hohe Betroffenheit vor Augen. Dies wird auch von wissenschaftlicher Seite belegt: In den letzten einhundert, besonders aber in den letzten zwanzig Jahren haben die Hitzeextreme zugenommen. Auch Starkniederschläge – vor allem in den Wintermonaten – haben in den letzten vierzig Jahren des vergangenen Jahrhunderts sowohl an Intensität als auch an Häufigkeit gewonnen (Zebisch et al. 2005).

Viele Städte und Gemeinden sind bereits heute von den Folgen des *Klimawandels* betroffen. Die Auswirkungen der *Extremwetterereignisse* treten jedoch regional sehr differenziert auf, betreffen Kommunen in unterschiedlichem Maße und werden durch zahlreiche Rahmenbedingungen beeinflusst (vgl. dazu auch Kapitel 5).



Ein kleiner Test zum Einstieg verdeutlicht:

„Wie ist meine Kommune betroffen? Sind die spezifischen/individuellen Verwundbarkeiten meiner Kommune bekannt? Ist meine Kommune ausreichend vorbereitet?“

- ☐ *Es existieren Hitzefrühwarnsysteme, Notfalleinsatzpläne etc., und die relevanten Akteure sind entsprechend informiert.*
- ☐ *Mittels dieser Systeme kann die Öffentlichkeit schnell über Gefahren informiert werden.*
- ☐ *Wichtige Einrichtungen wie Polizei, Feuerwehr oder Krankenhäuser befinden sich nicht in gefährdeten Bereichen.*
- ☐ *Sensible Nutzungen wie Kindertagesstätten, Altenheime, Schulen o.ä. befinden sich außerhalb von durch Hitze oder Wasser gefährdeten Bereichen.*
- ☐ *Öffentliche Gebäude und andere wassersensible Einrichtungen sind auf Extremwetterereignisse wie Hagel, Sturm oder urbane Sturzfluten vorbereitet und entsprechend gesichert.*
- ☐ *Die Kanalisation verfügt über ausreichende Kapazitäten, um auch Starkregenereignisse abpuffern zu können. Notwasserwege sind vorhanden.*
- ☐ *Sommerliche Hitze und Dürre stellen keine Problemlagen dar, es gibt eine ausreichende Zahl an Freiflächen und Wasserflächen.*
- ☐ *Der Zugang zu Informationen und Daten über die spezifische Situation meiner Kommune ist bekannt, ausreichende Instrumente stehen zur Verfügung und werden genutzt. Maßgebliche Informationen wie beispielsweise Bevölkerungsentwicklung, -verteilung und Altersstruktur sind bekannt und werden bei Planungen „mitgedacht“/berücksichtigt.*

Quelle: Eigene Darstellung, weiterentwickelt aus: Kemper T, Riechel R, Schuller T (2011): Kommunen im Klimawandel – Wege zur Anpassung. Modellvorhaben der Raumordnung zur Klimaanpassung in Mittel- und Südhessen. klamis, KLIMA MORO, Darmstadt.

Die spürbaren Folgen des *Klimawandels* in vielen Kommunen zeigen sich auch in den Ergebnissen einer Umfrage des Difu (Rösler et al. 2013). An dieser Umfrage haben sich 276 Kommunen aus der gesamten Bundesrepublik beteiligt. Annähernd 66 % dieser Städte, Gemeinden und Landkreise haben angegeben, dass sie in der Vergangenheit bereits von *extremen Wetterereignissen* betroffen waren:

- Mit 137 Nennungen liegen die Starkniederschläge bei den befragten Kommunen an erster Stelle, vor allem genannt wurden hier die Jahre 2002, 2006 und 2008-2011.
- Rund ein Drittel der Kommunen (35,5 %) hatte in den letzten Jahren Hochwasserereignisse zu verzeichnen, hier waren es insbesondere die Jahre 2002, 2010 und 2011.
- 31,5 % der Kommunen – auch annähernd ein Drittel – hatte in den vergangenen Jahren mit den Folgen von Stürmen und Starkwinden zu kämpfen, besonders in den Jahren 1999 (Sturmtief Lothar), 2007 (Sturmtief Kyrill) und 2010 (Sturmtief Xynthia).

- Mit 48 Nennungen (17,4 %) zählen Hitze und Dürre zu den Wetterereignissen mit den wenigsten Nennungen, hier sind – wie zu erwarten war – vor allem die Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern betroffen. Besonders häufig wurden der „Jahrhundertsommer“ 2003 und die Dürreperiode im Frühjahr 2011 genannt.

Diese Zahlen machen den Handlungsbedarf zur kommunalen *Klimaanpassung* deutlich. Es gilt die aktuellen und zukünftigen Betroffenheiten spezifisch zu erfassen, Prioritäten auszumachen und gegebenenfalls Maßnahmen zur Anpassung an den *Klimawandel* in der eigenen Kommune zu entwickeln.

Tipps zur Aufbereitung von Klimainformationen speziell für Ihre Kommune

Um herauszufinden, ob bereits eine Betroffenheit vom *Klimawandel* in Ihrer Kommune besteht, empfiehlt es sich, eine belastbare Datengrundlage zu schaffen. Angefangen mit einfach zu findenden Standarddaten bis hin zu aufwändigeren Methoden können Ihnen folgende Tipps helfen, die Vielzahl an möglicherweise relevanten Informationen zu sammeln, auszuwerten und darzustellen:

Dokumentieren Sie die Auswirkungen von klimatischen Extremwetterereignissen!

Vielleicht hatte Ihre Stadt, Gemeinde, der Landkreis oder die Region bereits mit Hochwasser, einem Starkregenereignis oder Hitzeperioden zu kämpfen? In diesem Fall sind eine kleinräumige Analyse und Dokumentation des Ereignisses und seiner Folgen wertvoll, um Handlungsbedarfe zu identifizieren. Folgende Informationsquellen können zum Beispiel nützlich sein: eigene Ortsbegehungen und Kartierungen, Einsatzberichte von Feuerwehr, Kanalbetrieb u.a., Schadensmeldungen von Grundstückseigentümern und Versicherungen, Erhebungen zu wirtschaftlichen Schäden oder auch Presseberichte und Bildmaterial.

Tragen Sie relevante Klimadaten zusammen!

Für die regionale Ebene sind klimatisch-lufthygienische Informationen meist frei verfügbar, während Fachinformationen speziell für Städte, Gemeinden und Landkreise oftmals im Rahmen von Gutachten erstellt werden. Eine andere Möglichkeit ist die Nutzung von Messdaten. Entweder Ihre Kommune betreibt eine eigene Klimastation im Stadt- bzw. Kreis- oder Gemeindegebiet oder Sie informieren sich beim *Deutschen Wetterdienst*, der ein weitflächiges Netz von Klimastationen unterhält. Daten zu Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit bzw. Windrichtung sind dabei vor allem interessant. Um Aussagen über das Klima zu treffen, sollten Betrachtungszeiträume von mindestens 30 Jahren gewählt werden. Lassen sich Trends für Ihre Kommune erkennen?



Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (o.J.a): Daten. URL: www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_menu2_leistungen_a-z_daten&activePage=&_nfls=false [letzter Zugriff: 22.5.2014].

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.

Analysieren Sie die klimatischen Besonderheiten speziell in Ihrer Kommune!

Besonderheiten des Klimas gibt es auf verschiedenen Maßstabsebenen. Dazu zählen die Lage der Kommune in Bezug auf die umgebende Topographie, zum Beispiel die Lage in einem Becken zwischen umgebenden Höhenlagen, und die Beeinflussung des Klimas durch die Bebauung selbst. Städtebauliche Größen wie Gebäudehöhen und deren Ausrichtung, Oberflächenmaterialien, Vegetationsanteile bzw. die Versiegelungsrate, Zersiedelung oder eine hohe Bebauungsdichte haben einen deutlichen Einfluss auf das lokale Klima. Eine Folge eines hohen Versiegelungsanteils und geringer Durchgrünung kann die Bildung von *Wärmeinseln* bzw. sogenannten *Hitze-Hotspots* in der Sommerzeit sein. Lokalklimatische Analysen können durch den DWD, lokale Ingenieurbüros oder Universitäten auf der Grundlage eines Gelände- oder Landschaftsmodells und der Flächen- bzw. Landnutzung durchgeführt werden. Klimafunktionskarten stellen dabei eine geeignete Möglichkeit dar, klimatische Besonderheiten für das Stadtgebiet in einer Karte anschaulich abzubilden und für die räumliche Planung nutzbar zu machen. In ihnen werden homogene räumliche Strukturen in Klimatope zusammengefasst und damit die mikroklimatische Besonderheit der jeweiligen Oberflächennutzung dargestellt.



*In den Innenstädten und den stark verdichteten Stadtteilen der **KommAKlima-Modellkommunen Frankfurt am Main, Dortmund, Bonn, Erfurt und Heidelberg** wird sommerliche Wärmebelastung bereits heute als Problem empfunden, darin waren sich die Werkstattteilnehmer einig.⁴ Für Frankfurt am Main prognostiziert der DWD einen Anstieg der Sommertage bis 2050 um weitere fünf bis 31 Tage (Früh et al. 2011). Die hohe Bebauung im Bankenviertel kann die Wärmebelastung zwar durch ihre abschattende Wirkung zumindest tagsüber etwas mildern, allerdings verstärken die Hochhäuser die Bildung nächtlicher Wärmeinseln und verhindern eine gleichmäßige Durchlüftung bzw. verursachen Beschleunigungseffekte und eine gesteigerte Windböigkeit.*

Werten Sie die Flächennutzung und vorhandene Fachpläne für Ihre Kommune aus, um potenziell gefährdete (Natur-)Räume zu identifizieren!

Die Kartierung der Flächennutzung ist im Rahmen der Bauleitplanung eine Pflichtaufgabe der Kommunen. Diese Daten liegen in den Planungsämtern vor und können bereits erste anpassungsrelevante Informationen, zum Beispiel zum Thema Hitze, enthalten. Darüber hinaus liefern Fachpläne, wie z.B. Landschaftspläne, Themenkarten zu Natur- und Landschaftsschutzgebieten, oder Bodenkartierungen (vor allem für den Außenbereich) Hinweise auf naturräumliche Merkmale, wie die landwirtschaftliche Nutzung oder das Vorkommen von Gewässern, Schutzlandschaften und verschiedener Böden. So können beispielsweise natürliche Bodenfunktionen durch Klimaänderungen beeinträchtigt werden, und eine erhöhte *Erosions*gefährdung bestimmter Gebiete ist möglich. Standortangepasste Landnutzungsstrategien können dem entgegenwirken (Bundesregierung 2008).



*Die **KommAKlima-Modellkommune Erfurt** stellt zum Flächennutzungsplan einen Beiplan „Umwelt-Klima“ bereit. Gekennzeichnet sind u.a. Flächen mäßiger bis hoher Überwärmung mit negativer Bedeutung insbesondere für das Bioklima. Potenziell betroffen ist demnach fast die gesamte Siedlungsfläche der Stadt (Stadt Erfurt o.J.).*

Zeigen Sie die Entwicklung von Pegelaufzeichnungen für nahe liegende Gewässer auf!

Daten zur Wasserstandmessung von Gewässern sind an verschiedenen Stellen zu finden, oftmals liefern die Länder aktuelle Zahlen. Eine Analyse und Beobachtung der Pegelstände kann Ihnen erste Hinweise zur aktuellen und absehbaren Gefährdung durch Hochwasser oder potenziellen Überschwemmungen bei Starkniederschlägen geben.



Für die **KommAKlima-Modellkommune Ueckermünde** stellt das Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern Daten bereit (LUNG-MV o.J.), für den Neckar in der Modellkommune **Heidelberg** die Hochwasservorhersagezentrale der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW o.J.). Für die Stadt Köln informieren die Stadtentwässerungsbetriebe (StEB Köln o.J.) sowie das Hochwassermeldezentrum Rheinland-Pfalz (LUWG o.J.).

Analysieren Sie die Einwohnerdaten und -prognosen Ihrer Kommune!

Sofern die Datenschutzbestimmungen es zulassen, sollten Sie möglichst genaue und räumlich differenzierte Informationen zu aktuellen Einwohnerzahlen und Altersverteilungen zusammentragen, um Stadt- oder Gemeindegebiete mit besonderem Handlungsbedarf zu identifizieren. In Bereichen mit einer hohen Einwohnerdichte und/oder hohen Anteilen älterer Menschen sind Anpassungsmaßnahmen besonders wichtig. Die entsprechenden Daten können beim Einwohnermeldeamt bzw. dem Amt für Statistik der jeweiligen Kommune oder auch dem Statistischen Bundesamt (Destatis o.J.) erfragt werden. In einigen Kommunen liegen auch kleinräumigere Daten vor, welche die räumliche Verteilung von demographischen und sozialen Bevölkerungsmerkmalen genauer aufzeigen.



In der **KommAKlima-Modellkommune Bonn** wertet die Statistikstelle Einwohnerdaten u.a. differenziert nach Alter, Entwicklung im Zeitverlauf und auf kleinräumiger Ebene für die vier Stadtbezirke sowie 62 Statistikbezirke aus. In allen Bezirken sind seit 2009 kontinuierliche Bevölkerungszuwächse zu beobachten (Stadt Bonn o.J.). Laut Landesbetrieb Information und Technik NRW ist außerdem eine Einwohnerzunahme bis 2030 um ca. 11,5 % wahrscheinlich (IT.NRW o.J.), und auch der Anteil der älteren Bevölkerung steigt (Bertelsmann Stiftung 2014).

Analysieren Sie die mögliche Betroffenheit sensibler Einrichtungen!

Verschaffen Sie sich einen Überblick über die Lage von hitze- oder wassersensiblen Nutzungen in Ihrer Kommune, denn bei Senioren, Pflegebedürftigen und Kleinkindern ist mit besonderer Betroffenheit zu rechnen. Erste Hinweise finden Sie im Flächennutzungsplan, für eine detaillierte Bestandsaufnahme sind Angaben aus den zuständigen Ressorts (Gesundheitsamt, Sozialamt, Schulamt etc.) hilfreich. Die Verortung von Altenheimen, Kindergärten, Schulen und anderen Einrichtungen auf einer Karte hilft bei der Identifikation *vulnerabler* Bereiche und Standorte. Auch die Lage von ambulanten Pflege- und Mahlzeitendiensten können beim Gesundheitsamt erfragt und verortet werden.



Um die im Klimaschutzkonzept der Stadt Göttingen festgelegten Ziele umzusetzen, wird im Rahmen der Neuaufstellung des Flächennutzungsplans ein eigenständiger Baustein „KlimaPlanStadtentwicklung“ erarbeitet, in dem die Klimafolgenanpassung ein Handlungsfeld darstellt (Stadt Göttingen o.J.). In der Bestandskarte „Stadtklima und Vulnerabilität“ sind unter der Überschrift „Hitzeempfindliche Nutzungen“ Kindertagesstätten, Altenheime und Altenwohnen sowie Gebäude gesundheitlicher Zwecke verortet. Gleichzeitig sind u.a. der Grad der Versiegelung, kühlende Freiraumstrukturen und Luftbewegungen verzeichnet, so dass bereits ein Eindruck entsteht, wo im Stadtgebiet verstärkte Aufmerksamkeit aufgrund sensibler Nutzungen geboten ist (Stadt Göttingen 2012).

Weitergehende Analysen: Lassen Sie Klimatrends oder eine Vulnerabilitätsanalyse speziell für Ihre Kommune erstellen!

Mit Hilfe regionaler und lokaler Klimamodelle lassen sich auf der Grundlage von IPCC-Szenarien (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) Prognosen mit einer räumlichen Auflösung von maximal 18 km berechnen. Die Möglichkeit, eigene Klimaprojektionen zu errechnen, ist in Kommunen oftmals nicht gegeben. Neben dem DWD (DWD o.J.) bieten lokale Ingenieurbüros oder Universitäten an, Klimaanalysen über z.B. die zukünftige Veränderung von *Extremwetterereignissen* kleinräumig für das betreffende Gebiet zu erstellen.

Eine *Vulnerabilitätsanalyse* geht noch weiter: Sie dient zur Bewertung und Abschätzung der *Klimawandel*-Betroffenheit in der Region, möglich ist sowohl ein quantitativer als auch ein qualitativer Zugang. Es werden Exposition, Sensitivität und Anpassungskapazität eines Systems in die Analyse einbezogen.



Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Vulnerabilitätsanalyse in der Praxis. Inhaltliche und methodische Ansatzpunkte für die Ermittlung regionaler Betroffenheiten. BMVBS-Online-Publikation 21/2011. URL: www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Online/2011/DL_ON212011.pdf?__blob=publicationFile&v=2.

Definition, Ablauf und kommunale Beispiele für Vulnerabilitätsanalysen auf klimascout.de (URL: www.klimascout.de/kommunen/index.php?title=Vulnerabilit%C3%A4tsanalyse, [letzter Zugriff am 22.5.2014]).

Quellen und Literatur

Bertelsmann Stiftung (2014): Statistische Daten, Bonn. URL: www.wegweiser-kommune.de/statistik/bevoelkerungsprognose+bonn+entwicklung-der-altersstruktur+2009-2030+tabelle [letzter Zugriff am 13.06.2014].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle, Umweltbundesamt (UBA) (2013): Fünfter Sachstandsbericht des IPCC. Teilbericht 1 (Wissenschaftliche Grundlagen) – Zusammenfassung. URL: www.de-ipcc.de/_media/IPCC_AR5_WGI_Kernbotschaften_20131008.pdf.

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

Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle am Projektträger des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (o.J.): Der Fünfte IPCC-Sachstandsbericht. URL: www.de-ipcc.de/de/200.php.

Deutscher Wetterdienst (DWD) (o.J.): Gutachten. URL: www.dwd.de/sid_My7zTG3WL6br9YYFZyFv1JS-phmhZvbSSrBnphzTvm6SXx5Nhh2jI-83328096!48667557!1401190166595/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwww-Desktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_menu2_leistungen_a-z_dienstleister&T23600820331159248753492gsbDocumentPath=Content%2FOeffentlichkeit%2FKU%2FKUPK%2FLeistungen__A__Z%2FSpezialdienstleistungen%2FGutachten%2FGutachten__Teaser.html&_state=maximized&_windowLabel=T23600820331159248753492&lastPageLabel=_dwdwww_menu2_leistungen_a-z_dienstleister [letzter Zugriff am 22.05.2014].

Früh B, Koßmann M, Roos, M (2011): Frankfurt am Main im Klimawandel – Eine Untersuchung zur städtischen Wärmebelastung. In: Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.), Berichte des Deutschen Wetterdienstes 237. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach a.M. URL: www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/PB/PBFB/Periodika/Berichte/Inhaltsverzeichnisse/237-gesamt,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/237-gesamt.pdf.

Information und Technik NRW (IT.NRW) (o.J.): URL: www.it.nrw.de/kommunalprofil/index.html [letzter Zugriff am 13.06.2014].

Kemper T, Riechel R, Schuller T (2011): Kommunen im Klimawandel – Wege zur Anpassung. Modellvorhaben der Raumordnung zur Klimaanpassung in Mittel- und Südhessen. klamis, KLIMA MORO, Darmstadt.

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG-MV) (o.J.): URL: www.pegelportal-mv.de/pegel_mv.html [letzter Zugriff am 22.05.2014].

Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) (o.J.): URL: www.hochwasser-rlp.de [letzter Zugriff am 22.05.2014].

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (o.J.): URL: www.hvz.baden-wuerttemberg.de [letzter Zugriff am 22.05.2014].

Marx A, Meinke I, Maneke M, Kühn I, Schäfer D, Pommerencke J, Jäckel G (2011): Klimawandel in Mitteldeutschland, Vortrag auf der 2. REKLIM Jahrestagung, Leipzig, 08.09.2011. URL: www.reklim.de/fileadmin/user_upload/redakteur/home/Dienste/Downloads_und_Produkte/Produkte_2011/REKLIM_Marx_2011.pdf [letzter Zugriff: 10.07.2014].

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

Stadt Bonn (o.J.): Statistikstelle der Bundesstadt Bonn. URL: www2.bonn.de/statistik/default.asp [letzter Zugriff: 13.06.2014].

Stadt Erfurt (o.J.): Der Flächennutzungsplan der Landeshauptstadt Erfurt. URL: www.erfurt.de/ef/de/leben/planen/stadtplanung/fnp/index.html [letzter Zugriff: 22.05.2014].

Stadt Göttingen (o.J.): KlimaPlan Stadtentwicklung. URL: www.goettingen.de/staticsite/staticsite.php?menuid=1373&topmenu=356 [letzter Zugriff: 04.07.2014].

Stadt Göttingen (2012): Klimaplan Stadtentwicklung – Bestandskarte Stadtklima und Vulnerabilität. Karte Nr. 6. In: Vortrag von Ohlow H-D (11.03.2013): „Klimaplan Stadtentwicklung Göttingen – Städtebauliche Umsetzungsstrategie von Klimaschutzziele, F. 25. URL: www.kuk-nds.de/uploads/tx_seminars/Vortrag_Ohlow_Klimaplan-Goettingen.pdf [letzter Zugriff: 23.07.2014].

Stadtentwässerungsbetriebe (StEB) Köln (o.J.): URL: www.steb-koeln.de/hochwasser-und-ueberflutungsschutz/akutes-hochwasser/der-koelner-pegel/der-koelner-pegel.jsp [letzter Zugriff: 22.05.2014].

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.) (o.J.): Gemeindeverzeichnis-Informationssystem (GV-ISys). URL: www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/AdministrativeUebersicht.html [letzter Zugriff: 22.05.2014].

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

4 Zukünftiger Klimawandel – Worauf sich Kommunen einstellen sollten

Der *Klimawandel* wird sich – zu diesem Ergebnis kommt auch der Fünfte Sachstandsbericht des IPCC – auch in Zukunft weiter fortsetzen und verstärken. Ausmaß und Intensität von Wirkfolgen können jedoch nur prognostiziert werden und unterliegen damit großen Unsicherheiten, insbesondere je größer der Betrachtungszeitraum bzw. je kleiner der betrachtete Raum gewählt wird.

Für die gesamte Bundesrepublik kann belastbar bis Ende dieses Jahrhunderts davon ausgegangen werden, dass sich die mittlere Jahrestemperatur weiter erhöhen wird. Laut dem aktuellen Sachstandsbericht des IPCC wird der mittlere Temperaturanstieg in Abhängigkeit von den verwendeten Szenarien bei einer Größenordnung zwischen 0,9 bis 5,4°C liegen (Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle o.J.).

Große Unsicherheiten bestehen jedoch bei der zukünftigen Entwicklung der Niederschläge und insbesondere der Starkniederschläge. Hier kommen Prognosen zu unterschiedlichen Einschätzungen mit großer Bandbreite.

Obwohl es nicht – auch nicht für die nächsten 10-20 Jahre – möglich ist, wissenschaftlich fundiert die Entwicklung der *Extremwetterereignisse* genau vorherzusagen, so ist es jedoch weitestgehend unumstritten, dass durch die Erwärmung der Atmosphäre Energiegehalt und Luftfeuchte in der Atmosphäre steigen und sich damit auch das Potenzial für *Extremwetterereignisse* erhöht. Es gilt somit als sehr wahrscheinlich, dass sich die Trends der letzten Jahre – Anstieg der *heißen Tage*, Rückgang der *Eistage*, Zunahme von Starkniederschlägen – auch in Zukunft fortsetzen werden (Zebisch et al. 2005).

Zu einem korrespondierenden Ergebnis kommt auch die in Kapitel 2 genannte Umfrage des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln (Mahammadzadeh et al.2013), die sich explizit mit den Fragen nach der Bedeutung des *Klimawandels* für Kommunen und nach erwarteten Veränderungen beschäftigt hat. Demnach decken sich die Annahmen der Kommunen bis 2030 in vielerlei Hinsicht mit den Einschätzungen der Klimaforschung – insbesondere im Hinblick auf häufigere und intensivere *Extremwetterereignisse*. Mit 90 bzw. 80 Prozent der Kommunen geht eine deutliche Mehrheit von zahlreicheren und heftigeren Starkregenereignissen bzw. Hitzeextremen aus. Eine genauere Betrachtung zeigt, dass die Einschätzungen der Kommunen stark in Abhängigkeit von Gemeindetyp und regionaler/topographischer Lage variieren, lediglich Erwartungen über die Zunahmen der Starkregenereignisse sind weitestgehend gleich verteilt (Mahammadzadeh et al.2013):

- Hitzebelastungen werden aufgrund von dichter Bebauung und hoher Versiegelung vornehmlich von Groß- und Mittelstädten angenommen,
- von Hochwasserereignissen und Überschwemmungen sehen sich zum einen Groß- und Mittelstädte, zum anderen Kommunen in Hanglage und/oder Flussnähe bedroht,
- Kommunen in Hochlagen erwarten häufigere Hagelereignisse, und
- in den Küstenlagen stehen Starkregen, Hochwasser und Sturmfluten im Vordergrund.

Ein Großteil dieser Einschätzungen fußt auf bereits eingetretenen Betroffenheiten, wie in Kapitel 3 beschrieben. Viele Auswirkungen und hier vor allem langsame Veränderungen sind jedoch nicht allein auf Klimafolgen zurückzuführen, sondern z.B. auch auf fehlgeleitete Maßnahmen im Bereich der Stadt- und Regionalplanung, wie Flussbegradigungen oder auch Ausweisung von Baugebieten in hochwassergefährdeten Bereichen. Somit sollte sich eine Strategie zur Anpassung an den *Klimawandel* auch an anderen Entwicklungen politischer, gesellschaftlicher oder auch ökonomischer Natur orientieren und die damit verbundenen relevanten Faktoren nicht außer Acht lassen.

Modelle zur Ermittlung zukünftiger Betroffenheiten

Zur Bewertung zukünftiger klimatischer Veränderungen und zur Ermittlung daraus resultierender Betroffenheiten und Anpassungsbedarfe werden *globale* wie auch *regionale Klimamodelle* herangezogen.

Globale Klimamodelle verfügen in der Regel über eine Auflösung bis ca. 100-200 km. Damit wird allerdings auch deutlich, dass die kleinräumige/regionale Ebene nicht (ausreichend) berücksichtigt werden kann. Hier werden *regionale Klimamodelle* eingesetzt. In Deutschland werden zurzeit vier verschiedene Modelle verwendet, die alle die Simulationen des Globalmodells ECHAM5/MPI-OM regionalisieren: die beiden *dynamischen Modelle* REMO und COSMO-CLM und die beiden *statistischen Modelle* WETTREG und STAR (Climate Service Center o.J.).

- REMO
Entwickler und Betreiber ist das Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-MET), Modellgebiet ist Deutschland, räumliche Auflösung beträgt 10 km, in Bezug auf die zeitliche Auflösung sind viele Parameter stündlich abrufbar.
- COSMO-CLM
Entwickler ist das Consortium for Small-scale Modeling (COSMO), Modellgebiet ist Europa, die räumliche Auflösung beträgt jedoch nur ca. 18 km, einige Parameter stündlich verfügbar, einige jedoch nur täglich oder monatlich.
- WETTREG
Entwickler ist Climate & Environment Consulting Potsdam GmbH, Modellgebiet ist Deutschland, räumliche Auflösung: 398 Klimastationen und 3.012 Niederschlagsstationen, Zeitraum: 1951-2100, Parameter (Mittelwerte bzw. Summen) sind täglich verfügbar.
- STAR
Entwickler ist das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Modellgebiet ebenfalls Deutschland, räumliche Auflösung: 265 Klimastationen und 2.072 Niederschlagsstationen, Zeitraum: 2007-2060, Parameter (Mittelwerte bzw. Summen) sind täglich verfügbar.



Der DWD bietet auf seiner Homepage die Möglichkeit, sich die Klimaszenarien für Deutschland im Hinblick auf die Entwicklung von

- Temperatur,
- Sommertagen,
- Niederschlag und
- weiteren Elementen, wie z.B. Windgeschwindigkeiten oder Phänologie

für die Zeiträume 2021-2050 und 2071-2100 anzeigen zu lassen – differenziert nach den oben genannten Modellen. URL: www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwww_klima_umwelt&T166200241851225197772306gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FHomepage%2FKlimawandel%2FKlimawandel__neu__Klimasz__D__node.html%3F__nnn%3Dtrue [letzter Zugriff: 22.05.2014].

Modellrechnungen und Simulationen zum globalen wie auch regionalen Klima und seinen Veränderungen/Folgen unterliegen jedoch an vielen Stellen Unsicherheiten und weisen mitunter große Schwankungen auf. Aufgrund der zusätzlichen Unsicherheiten in Bezug auf die Klimawirkung der verschiedenen Treibhausgasemissionen werden die vier genannten *regionalen Klimamodelle* mit drei verschiedenen *Emissionsszenarien* verschnitten. Aus diesem Ensemble werden dann für Deutschland mögliche Klimafolgen abgeleitet (Bundesregierung 2008).

Im Hinblick auf die zu ergreifenden Anpassungsmaßnahmen gibt die Deutsche Anpassungsstrategie die Empfehlung, zwei zentrale Prinzipien für Entscheidungen unter Unsicherheiten zu berücksichtigen:

- Bevorzugung flexibler und nachsteuerbarer Maßnahmen,
- Förderung von Maßnahmen mit Synergieeffekten für verschiedene Klimafolgen.

In eine ähnliche Richtung geht die Empfehlung, bei der Anpassung an den *Klimawandel* in möglichst umfangreichem Maße auf „*No-Regret-Strategien*“, reversible Strategien und „sanfte“ Strategien zu setzen.



Ein Beispiel für eine „No-Regret-Maßnahme“ ist die Umgestaltung des größten öffentlichen Platzes im Zentrum der Stadt Jena, dem Eichplatz, zur „Klimakomfortoase“. Bei der ohnehin anstehenden Neubebauung hat die Stadt Jena im Gestaltungskonzept die Aspekte Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Klimaanpassung berücksichtigt. Vorstudie und Analyse hatten ergeben, dass vor allem eine Verschattung durch Bäume, die Bodenversiegelung mit hellen Materialien und Dachbegrünung als Maßnahmen geeignet sind, um sommerlichen Hitzestress zu senken. Bei der Bepflanzung sind außerdem Baumarten auszuwählen, die besser an die veränderten Klimabedingungen angepasst sind. Neben dem Beitrag zur Klimaanpassung trägt die Maßnahme zur Verbesserung von Aufenthalts- und Lebensqualität in der Innenstadt bei (ThINK 2012).

Quellen und Literatur

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

Climate Service Center (o.J.): Klimamodelldaten für Deutschland und Europa. Hintergrund und Anleitung für Datennutzer. URL: www.climate-service-center.de/011606/index_0011606.html. de [letzter Zugriff: 28.05.2014].

Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle am Projektträger des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (2014): Der Fünfte IPCC-Sachstandsbericht. URL: www.de-ipcc.de/de/200.php.

Mahammadzadeh M, Chrischilles E, Biebeler H (2013): Klimaanpassung in Unternehmen und Kommunen. Betroffenheiten, Verletzlichkeiten und Anpassungsbedarf. In: Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), IW-Analysen Nr. 83, Köln.

ThINK Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz GmbH (Hrsg.) (2012): Handbuch Klimawandelgerechte Stadtentwicklung für Jena. Schriften zur Stadtentwicklung No 3. URL: www.jenkas.de/images/download/JenKAS-Handbuch_einer_klimawandelgerechten_Stadtentwicklung_Web.pdf [letzter Zugriff: 22.05.2014].

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

5 Die KommAKlima-Modellkommunen – Heterogene Strukturen und unterschiedliche Betroffenheiten durch den Klimawandel

Kommunen sind in sehr unterschiedlicher Art, Intensität und Ausprägung vom Klimawandel betroffen. Dies wurde auch bei der Auswahl der **KommAKlima**-Modellkommunen berücksichtigt, um eine möglichst große Bandbreite aufzeigen zu können. So ist die Betroffenheit – ebenso wie die *Vulnerabilität* einer Kommune – in starkem Maße von ihrer geographischen Lage abhängig. Wenngleich sich deutschlandweite Klimatrends und Klimafolgen identifizieren lassen (vgl. dazu auch Kap. 3), so unterliegen die tatsächlichen Ausprägungen großen regionalen bzw. lokalen Unterschieden.

Es lassen sich folgende (sensible) Schwerpunktregionen und Betroffenheiten identifizieren (BBSR 2012):

- Rückläufiges Wasserangebot in zentralen Teilen Ostdeutschlands, im Norddeutschen Tiefland und in/auf den Südostdeutschen Becken und Hügeln;
- niederschlagsreicheres Klima in den links- und rechtsrheinischen Mittelgebirgen;
- häufigere und intensivere Hitzebelastungen und Zunahme des Hochwasserrisikos im Oberrheingraben;
- Abschmelzen von Gletschern, eine verminderte Schneesicherheit und Zunahme von Naturgefahren wie Steinschläge oder Muren in den Alpenregionen;
- wachsende Risiken durch den Anstieg des Meeresspiegels sowie steigende Sturmgefahr in den Küstenregionen.

Die unterschiedlichen kommunalen Betroffenheiten sind jedoch nicht allein auf die großräumige Lage zurückzuführen. Sie variieren auch in Bezug auf Größe, regionale Lage und lokale Besonderheiten (vgl. auch Hinweise 1, Kap. 2). Zu den maßgeblichen Rahmenbedingungen zählt vor allem die topographische Situation: Während vor allem größere Städte in Kessellagen insbesondere mit Wärmebelastungen zu kämpfen haben, sind es bei Hang- und vor allem Flusslagen eher Betroffenheiten im Zusammenhang mit Niederschlägen. Weiterhin von Bedeutung sind auch Bodeneigenschaften und Flächennutzung, da auch Wasserspeicherkapazitäten oder *Erosionsanfälligkeit* wichtige Faktoren sind. Vor allem im Hinblick auf Wärme- bzw. Hitzebelastungen spielen Bebauungsdichte und Versiegelungsgrad eine große Rolle (vgl. dazu auch Kap. 3, Datengrundlage). Ein besonderes Gewicht wird der *biologischen Vielfalt* beigemessen, da die Vernetzung und Intaktheit von Ökosystemen eine bessere Bewältigung des *Klimawandels* sicherstellen und negative Klimafolgen sogar ausgleichen bzw. abpuffern können.

Bei der Auseinandersetzung mit kommunalen Betroffenheiten sind aber noch weitere Differenzierungen möglich:

Eine Kommune kann sowohl direkt als auch indirekt von Klimafolgen betroffen sein. Unter direkter Betroffenheit lassen sich natürlich-physikalische subsumieren wie Starkregenereignisse oder auch Hochwasser. Indirekte Betroffenheiten hingegen können regulatorischer oder marktlicher Natur sein. Hierzu zählen z.B. steigende Versicherungsbeiträge aufgrund von häufigeren und intensiveren Extremwetterereignissen, aber auch die Ausweitung von Förderprogrammen als Reaktion auf die Notwendigkeit, sich dem *Klimawandel* anzupassen (Mahammadzadeh et al. 2013).

Des Weiteren kann auch nach Handlungsfeldern differenziert werden, die in den Kommunen mehr, weniger oder teilweise auch gar keine Rolle spielen. Auch dies wurde bei der Auswahl der **KommAKlima**-Modellkommunen und insbesondere bei der Ausrichtung der Werkstätten in den Kommunen berücksichtigt. So wurde für jede Modellkommune ein individuelles Konzept erstellt, um zum einen den unterschiedlichen Voraussetzungen gerecht zu werden, zum anderen zur Berücksichtigung verschiedener Handlungsfelder. In den Werkstätten wurden die Bereiche Tourismus, Natur- und Landschaftsschutz behandelt, Grünflächen und Freiräume sowie Nachverdichtung und Bebauung diskutiert oder auch Starkregen in den Fokus genommen. Außerdem wurden übergreifende Fragestellungen wie solche nach den Erfolgsfaktoren oder den Zusammenbildungsstrukturen als Diskussionsschwerpunkte formuliert.

Diese Vielzahl an Möglichkeiten zur Differenzierung von Betroffenheiten macht deutlich, wie zahlreich die Einflussfaktoren sind und wie heterogen die lokale Situation in einzelnen Kommunen ist.



Eine umfassende Übersicht über die potenziellen Handlungsfelder bietet die Deutsche Anpassungsstrategie. Sie beschäftigt sich mit folgenden Bereichen (Bundesregierung 2008):

- *Menschliche Gesundheit (u.a. Belastungen durch Hitze wie auch Kälte, das Verletzungsrisiko aufgrund von Extremwetterereignissen und das Risiko von vektorbasierten Erkrankungen);*
- *Bauwesen (u.a. Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen durch Extremwetterereignisse);*
- *Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz (u.a. veränderte Grundwasserstände oder die Veränderung der Gewässergüte);*
- *Boden (u.a. Erosionen, Veränderungen der Bodenqualität);*
- *biologische Vielfalt (u.a. Ausbreitung wie auch Verdrängung von Arten);*
- *Landwirtschaft (u.a. vor allem Ernteaufträge durch Trockenheit, aber auch durch Extremwetterereignisse);*
- *Wald- und Forstwirtschaft (u.a. Trockenperioden, Zunahme von Schädlingen);*
- *Fischerei (u.a. Änderungen bei den Fischbeständen);*
- *Energiewirtschaft – Wandel, Transport und Versorgung (u.a. steigender Bedarf für Kühlung, aber auch hier Schäden durch Extremwetterereignisse an Anlagen, Leitungen und Erträgen);*
- *Finanzwirtschaft (vor allem Versicherungsbranche);*
- *Verkehr, Verkehrsinfrastruktur (u.a. Behinderungen und Schäden durch Extremwetterereignisse);*
- *Industrie und Gewerbe (u.a. Schäden durch Extremwetterereignisse, Veränderungen der Energiebilanz, aber auch Innovationen in Umwelttechniken);*
- *Tourismuswirtschaft (u.a. Schneesicherheit beim Wintertourismus, in den Sommermonaten Hitze und Extremwetterereignisse);*
- *Raum-, Regional- und Bauleitplanung sowie Bevölkerungsschutz.*

Die Modellkommunen im KommAKlima-Projekt

Bei der Auswahl der Modellkommunen wurden neben der Bereitschaft zur Mitwirkung am Vorhaben folgende Kriterien angelegt:

- Topographische, klimatische Situation (Handlungsfelder der *Klimaanpassung*),
- Gemeindegrößenklasse,
- Gemeindestatus,
- demographische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen,
- bereits erarbeitete / umgesetzte *Klimaanpassungsstrategien/-maßnahmen*,
- Interesse an der Entwicklung/Umsetzung von Anpassungsstrategien und -maßnahmen.

Für die Mitwirkung konnten im ersten Projektjahr 2012 die neun Modellkommunen Bonn, Dortmund, Erfurt, Frankfurt a.M., Heidelberg, Landkreis Oberallgäu, Landkreis Osterholz, Rhein-Sieg-Kreis und Ueckermünde gewonnen werden.

Bei der Auswahl der Modellkommunen wurden – wie eingangs erwähnt – sowohl unterschiedliche kommunale Strukturen und Rahmenbedingungen, als auch geographische Lage und klimatische Betroffenheit berücksichtigt, um Erkenntnisse, Ergebnisse und Problemlösungen für eine möglichst große Bandbreite von Kommunen aufzeigen zu können. So konnten neben verschiedenen Gemeindegrößenklassen – von 9.320 Einwohnern in Ueckermünde bis 680.000 Einwohnern in Frankfurt a.M. – auch Kommunen mit unterschiedlichem Gemeindestatus gewonnen werden: Neben fünf kreisfreien Städten zählen auch eine kreisangehörige Stadt und drei Landkreise dazu.

Auch regionale Verteilung und geographische Lage der Modellvorhaben sind sehr heterogen. Neben Ueckermünde und dem Landkreis Osterholz, die für die Themen Küstenschutz und Hochwasserschutz im Norden Deutschlands stehen, ist mit dem Landkreis Oberallgäu auch Deutschlands südlichster und bereits in Teilen alpin geprägter Landkreis vertreten.

Des Weiteren unterscheiden sich die Modellkommunen hinsichtlich der Art und Weise und der Intensität bei der Auseinandersetzung mit Fragestellungen der *Klimaanpassung*. Einige „Starterkommunen“ verfügen bereits über großes Interesse und hohe Bereitschaft, haben aber bislang noch keine oder nur wenige Aktivitäten angestoßen. Es finden sich aber auch solche Kommunen, die bereits seit vielen Jahren im Bereich *Klimaanpassung* aktiv sind. In diesen Kommunen wurde mit der Durchführung der eintägigen Werkstätten begonnen, um die dort gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse für die Veranstaltungen in den „Starterkommunen“ nutzen zu können. Die folgende Übersicht gibt Informationen zu den Werkstätten und Schwerpunktsetzungen in den Modellkommunen.

Modell-kommune	Termin	Ort	Schwerpunkt	Teilnehmerzahl
Dortmund	15.08.2012	Dortmund, Umweltamt	Erfolgsfaktoren der <i>Klimaanpassung</i>	16
Frankfurt a.M.	20.03.2013	Frankfurt a.M., Umweltamt	Grünflächen und Freiräume	23
Bonn	17.04.2013	Bonn, Altes Rathaus	<i>Klimaangepasstes</i> Bestandsquartier	31
Heidelberg	15.05.2013	Heidelberg, Rathaus	Bestandsentwicklung	13

Modell-kommune	Termin	Ort	Schwerpunkt	Teilnehmerzahl
Erfurt	09.10.2013	Erfurt, Kulturforum Haus Dacheröden	Zukunftswerkstatt Stadtklima	20
LK Osterholz	28.10.2013	Osterholz-Scharmbeck, Kreishaus	Zusammenarbeitsstrukturen im Landkreis	22
LK Oberallgäu	08.11.2013	Sonthofen, Landratsamt	<i>Klimaschutz und Klimaanpassung</i>	31
Rhein-Sieg-Kreis	28.01.2014	Siegburg, Kreishaus	Handlungsfeld Starkregen	26
Ueckermünde	18.02.2014	Ueckermünde, Rathaus	Tourismus und Natur- und Landschaftsschutz	21

Die nachfolgenden Portraits zeigen deutlich, welche unterschiedlichen Rahmenbedingungen und dementsprechend unterschiedlichen Betroffenheiten in den Modellkommunen vorherrschen. Diese individuellen Ausgangslagen spiegeln sich auch in den durchgeführten Werkstätten wider. Die hier gewonnenen Ergebnisse werden im Rahmen weiterer Analysen eine wichtige Rolle spielen und – insbesondere im Hinblick auf Organisations- und Prozessstrukturen sowie Instrumente – Gegenstand der folgenden „Hinweise für Kommunen“ des Difu sein.

Für die Ermittlung des dargestellten Status quo und der zu erwartenden Klimafolgen und Betroffenheiten in den neun Kommunen wurde dabei mehrheitlich auf Daten des *Deutschen Wetterdienstes (DWD)* zurückgegriffen – zum einen, um für alle beteiligten Kommunen auf einheitlicher Datenbasis argumentieren zu können, zum anderen, weil der *DWD* über ein flächendeckendes Netz von Klimastationen und damit -daten verfügt.

Deutschlandweit zeichnen sich bereits heute Trends ab, die unabhängig von der geographischen Lage und den individuellen Rahmenbedingungen nahezu alle Kommunen betreffen bzw. zukünftig betreffen könnten.

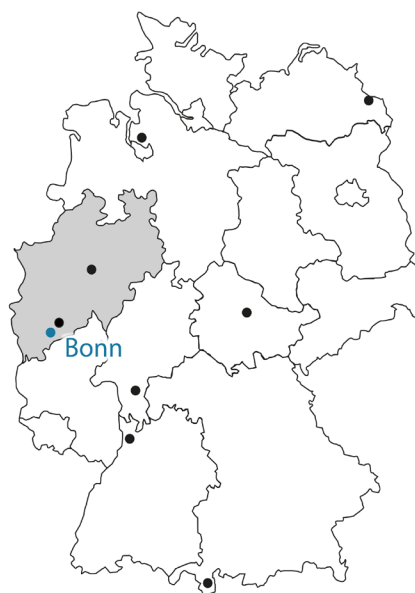
Wichtige Gemeinsamkeit, die vor allem in den verdichteten Regionen zu Problemen führen kann, sind die zunehmenden Temperaturen in den Sommermonaten. Neben häufigeren und länger anhaltenden Hitzeperioden ist auch mit einer Zunahme von *Hitzetagen*, *Sommertagen* und *Tropennächten* zu rechnen. Damit einher geht ein Anstieg *bioklimatischer* Belastungen der Bevölkerung – insbesondere in hochversiegelten Stadtteilen. Dies äußert sich in gesundheitlichen Folgen für die Bevölkerung wie eingeschränkter Leistungsfähigkeit, gemindertem Wohlbefinden, zunehmenden Herz-Kreislauf-Krankheiten und dem Anstieg hitzebedingter Morbidität und Mortalität. Auch die Zunahme des damit verbundenen Trockenstresses durch steigende Temperaturen, höhere Verdunstungsraten sowie die Verminderung von Boden- und Grundwasservorräten ist problematisch: Neben dem Anstieg der Zahl eingewandelter und angepasster Organismen kann auch eine Verschiebung des Artenspektrums begünstigt werden. Darüber hinaus ist mit einer Zunahme von Niederschlägen im Winter und damit einhergehend einem gesteigerten Risiko von *urbanen Sturzfluten* und Hochwasserereignissen zu rechnen.

5.1 Bonn

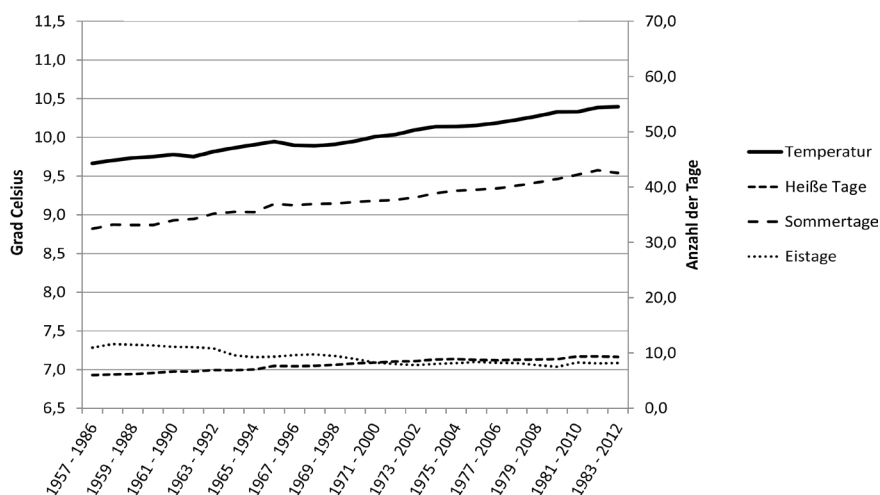
Basisdaten der Stadt Bonn

(Statistisches Bundesamt o.J.; DWD o.J.a; Bundesstadt Bonn o.J.)

Bundesland	Nordrhein-Westfalen
Gemeindestatus	kreisfreie Stadt, 9 Stadtteile
Fläche	141,0 km ²
Einwohner	307.530 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	2.181,1 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	648 mm (Bonn-Endenich, 1961-1990)
Höhe	45 m ü. NN bis 194 m ü. NN



Lage der Stadt Bonn im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1957 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Köln)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Die Stadt Bonn ist in den Sommermonaten von Überwärmung und Bildung von *Hitzeinseln* betroffen – insbesondere bei den innerstädtischen hoch versiegelten Flächen.

Die ausgeprägte Tallage führt zu einer eingeschränkten Belüftung der dicht bebauten Stadtteile. Daraus resultiert, dass dort sowohl die thermische als auch die lufthygienische Belastung sehr hoch sein kann, weil überwärmte Luft und Schadstoffe nur unzureichend abtransportiert werden.

In den Wintermonaten ist Bonn von zunehmenden Niederschlägen und Hochwasser betroffen. Die Hochwassergefahr besteht nicht allein durch vermehrte Wassermengen am Rhein durch Schneeschmelze, auch an einigen Nebenflüssen wird sie wahrscheinlich vor allem durch eine steigende Zahl von Starkniederschlägen zunehmen.

Vor diesem Hintergrund ist die Stadt Bonn seit 2010 in der *Klimaanpassung* aktiv. 2012 hat sie sich entschieden, die *Klimaanpassung* als eigenen Baustein in ihr integriertes *Klimaschutzkonzept* einfließen zu lassen.

5.2 Dortmund

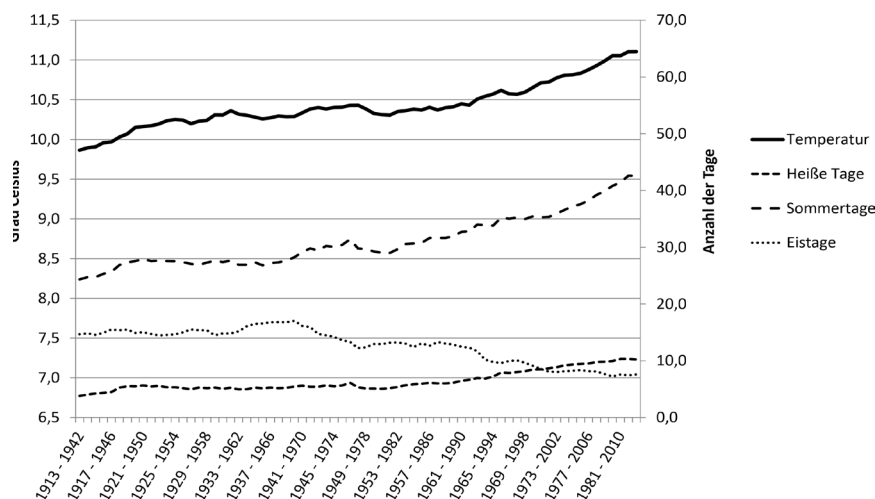
Basisdaten der Stadt Dortmund

(Statistisches Bundesamt o.J.; Stadt Dortmund o.J.a;
Stadt Dortmund o.J.b; DWD 2013b)

Bundesland	Nordrhein-Westfalen
Gemeindestatus	kreisfreie Stadt, 12 Stadtbezirke
Fläche	280,7 km ²
Einwohner	571.403 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	2.035,6 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnitts- niederschläge	810 mm (Dortmund-Brechten)
Höhe	50 m ü. NN bis 254 m ü. NN



Lage der Stadt Dortmund im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1912 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Bochum; RUB o.J.)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

In Dortmund wie auch in den anderen Großstädten des Ruhrgebiets herrscht in den Sommermonaten eine hohe Betroffenheit bezüglich Überwärmung (MUNLV 2010). Auch wenn fast die Hälfte des Dortmunder Stadtgebiets aus Parkanlagen, Feldern, Wäldern und Wiesen besteht, bilden sich in der hochverdichteten Innenstadt an heißen *Sommertagen Hitzeinseln* aus.

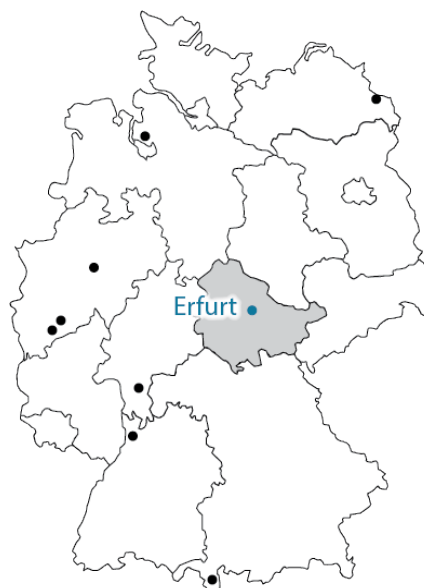
Der positive Trend in den Temperaturen wird sich auch in Zukunft fortsetzen: Bis 2050 nehmen *Sommertage*, *heiße Tage* und *Tropennächte* voraussichtlich weiter zu, und laut Prognosen werden die mittleren Temperaturen um 1°C steigen, bis 2100 sogar um etwa 3°C (FiW o.J.). Parallel dazu werden *Frost- und Eistage* wahrscheinlich deutlich weniger werden.

Darüber hinaus wird auch hier von einer Zunahme der Starkniederschlagsereignisse ausgegangen. Hier sind es vor allem kleinräumige Starkniederschlagsereignisse, die deutlich häufiger auftreten können (ebd.).

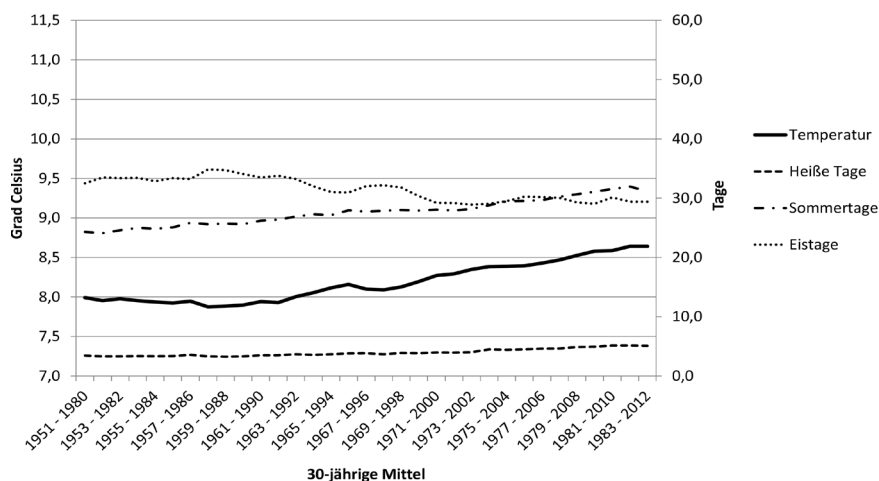
5.3 Erfurt

Basisdaten der Stadt Erfurt (Statistisches Bundesamt o.J.; Landeshauptstadt Erfurt o.J.; DWD 2013a)

Bundesland	Thüringen
Gemeindestatus	Landeshauptstadt Thüringen, 53 Stadtteile
Fläche	269,1 km ²
Einwohner	201.952 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	750,5 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	539 mm (Erfurt-Weimar)
Höhe	158 m ü. NN bis 430 m ü. NN



Lage der Stadt Erfurt im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1951 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Erfurt/Bindersleben)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Die Stadt Erfurt ist in den Sommermonaten von Wärme- und Hitzebelastungen betroffen, dies betrifft insbesondere die hoch verdichtete Innenstadt. Klimaprognosen des DWD gehen davon aus, dass bis 2050 die Zahl der *Sommertage* zukünftig um durchschnittlich 15 Tage pro Jahr zunehmen wird, die Zahl der *Hitzetage* wird um drei Tage pro Jahr ansteigen (DWD o.J.b).

Bedingt durch die Lage Erfurts im Thüringer Becken, eine der trockensten Regionen Deutschlands, haben die jährlichen Niederschläge in den letzten 60 Jahren bereits um 10% abgenommen (Bernhofer et al. 2003). Auch für die Zukunft ist von einer weiteren Abnahme auszugehen. Auf der anderen Seite lassen insbesondere winterliche Starkniederschläge heute wie auch zukünftig immer wieder eintretende Hochwasserereignisse erwarten (TLUG o.J.).

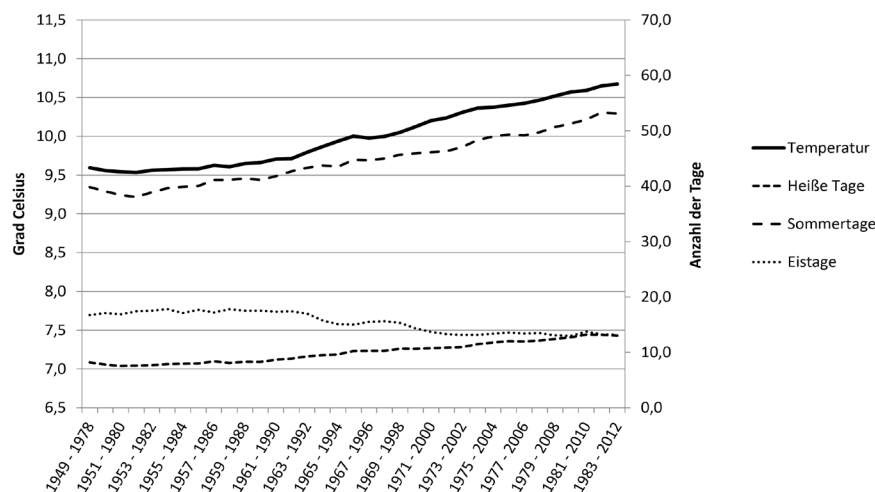
5.4 Frankfurt am Main

Basisdaten der Stadt Frankfurt am Main
(Statistisches Bundesamt o.J.; Stadt Frankfurt am Main o.J.; DWD 2013a)

Bundesland	Hessen
Gemeindestatus	kreisfreie Stadt, 46 Stadtteile
Fläche	248,3 km ²
Einwohner	676.533 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	2.724,7 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	629 mm
Höhe	88 m ü. NN bis 212 m ü. NN



Lage der Stadt Frankfurt a.M. im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1949 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Frankfurt a. M.)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Frankfurt am Main ist – wie viele weitere Großstädte – insbesondere von Überwärmung in den Sommermonaten betroffen, wobei das durch die Beckenlage bedingte geschützte milde Klima die Situation zusätzlich verschärft.

Die Wärmebelastung ist in der dicht bebauten Innenstadt bereits heute sehr stark. Prognosen des DWD gehen davon aus, dass die Zahl der *Sommertage* von heute 44 bis 2050 um weitere 5 bis 31 Tage steigen wird (Früh 2011). Die hohe Bebauung im Bankenviertel kann die Wärmebelastung zwar durch ihre abschattende Wirkung zumindest tagsüber etwas mildern, allerdings verstärken die Hochhäuser die Bildung nächtlicher *Wärmeinseln* und verhindern eine gleichmäßige Durchlüftung bzw. verursachen Beschleunigungseffekte und eine gesteigerte Windböigkeit.

Vor diesem Hintergrund ist die Stadt Frankfurt am Main bereits seit 2008 in der *Klimaanpassung* aktiv. Aktuelle Instrumente sind der Klimaplanatlas 1:10.000, die Klimaprojektionen des DWD, mikroklimatische Untersuchungen und der Speichen- und Strahlenplan. Sie geben wichtige Hinweise auf die zukünftige Ausrichtung der Planung von Freiraum, Verkehr und Bebauung.

5.5 Heidelberg

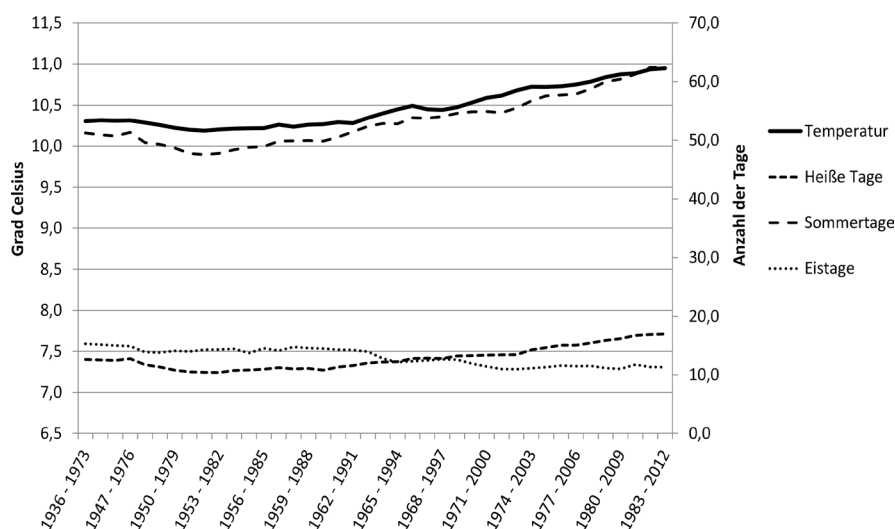
Basisdaten der Stadt Bonn

(Statistisches Bundesamt o.J.; DWD o.J.a; Bundesstadt Bonn o.J.)

Bundesland	Baden-Württemberg
Gemeindestatus	kreisfreie Stadt, 15 Stadtteile
Fläche	108,8 km ²
Einwohner	148.415 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	1.364,1 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	736 mm (am Königstuhl über 1.000 mm)
Höhe	96 m ü. NN bis 568 m ü. NN



Lage der Stadt Heidelberg im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1936 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Mannheim)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

In Heidelberg dominiert durch die Lage zwischen Pfälzerwald und Odenwald ganzjährig ein ausgesprochen mildes Klima. Die Region zählt bereits heute zu den wärmsten Regionen Deutschlands, und Klimaforscher prognostizieren für die Zukunft einen kontinuierlichen Anstieg der Anzahl der *Hitzetage* bis hin zu einer Verdoppelung (DWD o.J.b). Für die Region Heidelberg entspricht das einem Anstieg von 16 auf 32 Tage im Jahr (AK KLIWA 2005).

Neben der Wärmebelastung – insbesondere in den hoch versiegelten Innenstadtbereichen – wird Heidelberg voraussichtlich auch in Zukunft stärker von Starkniederschlägen und Hochwasser betroffen sein. So wird von einer Zunahme der Niederschläge im Winter um 20-30 Prozent ausgegangen (ebd.). Darüber hinaus könnten die Jahrhundert-Hochwasser des Neckars bis zu 15 Prozent mehr Wasser führen, parallel dazu ist durch eine Zunahme der Starkregenereignisse auch eine steigende Hochwassergefahr an den Nebenflüssen zu erwarten.

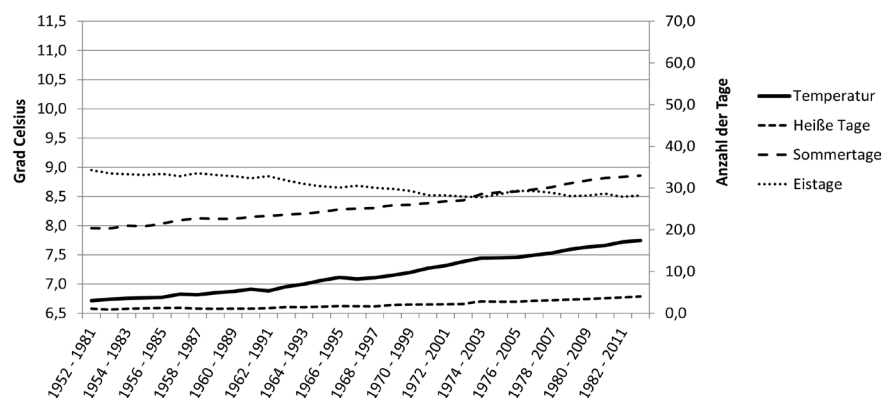
5.6 Landkreis Oberallgäu

Basisdaten des Landkreises Oberallgäu
(Statistisches Bundesamt o.J.; Landratsamt Oberallgäu o.J.; DWD 2013a)

Bundesland	Bayern
Gemeindestatus	Landkreis, Verwaltungssitz: Sonthofen, 27 weitere kreisangehörige Städte u. Gemeinden
Fläche	1.528,0 km ²
Einwohner	149.457 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	97,8 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	1.608 mm (Sonthofen)
Höhe	585 m ü. NN bis 2.649 m m ü. NN



Lage des Landkreises Oberallgäu
(Verwaltungssitz) im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1952 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Kempten)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Der Landkreis Oberallgäu ist der südlichste deutsche Landkreis und umfasst bereits alpines und voralpines Gelände. Die Alpen und damit auch das Oberallgäu sind überdurchschnittlich stark vom *Klimawandel* betroffen (Lebensministerium 2006). Dies zeigt sich vor allem in der Entwicklung der mittleren Lufttemperatur: In den letzten 30 Jahren stieg die Temperatur bereits um 1,6°C an, für die kommenden 30 Jahre gehen Prognosen sogar von einem Anstieg um weitere 2°C aus. Diese Entwicklungen haben tiefgreifende Konsequenzen, insbesondere das Abschmelzen von Gletschern und Permafrostböden und – für den Tourismus mit gravierenden Folgen – ein massiver Rückgang der Schneesicherheit (ebd.).

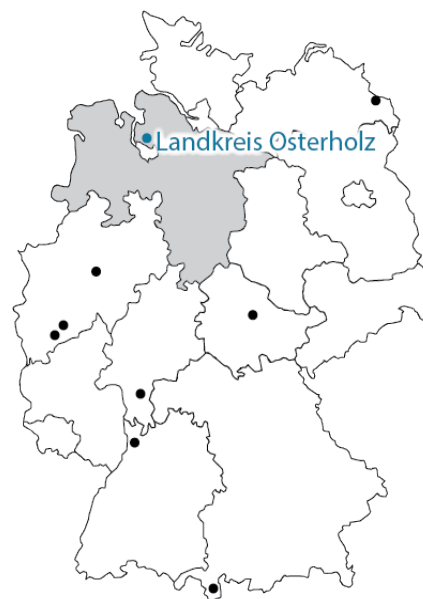
Darüber hinaus ist auch im Oberallgäu mit einer deutlich saisonalen Verschiebung der Niederschläge vom Sommer auf den Spätwinter und das Frühjahr sowie mit der Zunahme der Zahl und Intensität von *Extremwetterereignissen* zu rechnen.

Dies zeigt deutlich, dass das Thema *Klimaanpassung* im Oberallgäu von großer Bedeutung ist. Aus diesem Grund hat sich der Landkreis bei der Annäherung an diese Thematik breit aufgestellt: Neben der Verwaltung – auf Kreis- wie auf Gemeindeebene – sind auch die Politik, Verbände oder Interessensgemeinschaften interessiert bzw. bereits involviert.

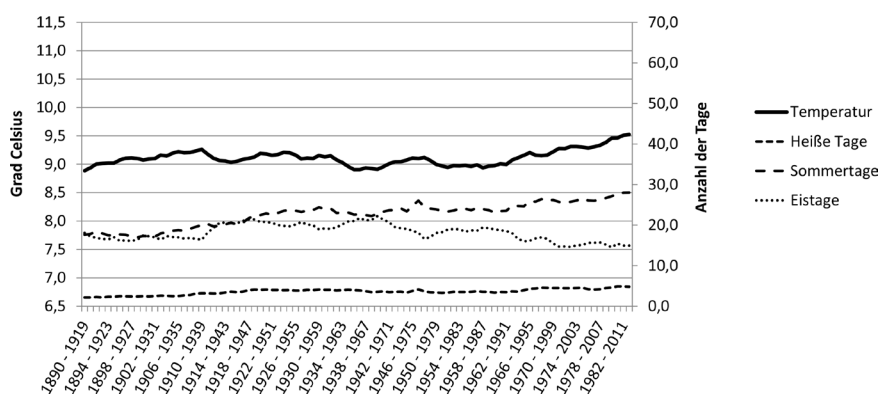
5.7 Landkreis Osterholz

Basisdaten des Landkreises Osterholz
(Statistisches Bundesamt o.J.; LSN o.J.; Landkreis Osterholz o.J.; DWD 2013a)

Bundesland	Niedersachsen
Gemeindestatus	Landkreis, Verwaltungssitz: Osterholz-Scharmbeck, 5 weitere kreisangehörige Ge- meinden u. eine Samtgemeinde
Fläche	650,8 km ²
Einwohner	111.678 Einwohner (Stand: 31.12.2012)
Bevölkerungsdichte	171,6 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2012)
Jahresdurchschnitts- niederschläge	801 mm (Osterholz-Scharm- beck)
Höhe	4 m ü. NN bis 54 m ü. NN



Lage des Landkreises Osterholz
(Verwaltungssitz) im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1890 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Bremen)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Der Landkreis Osterholz grenzt im Westen an die Weser und ist hier von Marschland geprägt. Die Mitte des Landkreises ist durch eine wellige Geestlandschaft gekennzeichnet, im Osten schließt sich das Teufelsmoor mit den Niederungen von Hamme und Wümme an. Im Landkreis Osterholz dominiert das Thema „Überschwemmungen“ die Anpassungserfordernisse. Dabei können Überschwemmungen in zweierlei Hinsicht auftreten. Neben Starkregenereignissen im Binnenbereich und zufließendem Oberwasser kann der Landkreis auch von Sturmflut- und Hochwasserereignissen betroffen sein, die trotz technischen Hochwasserschutzes über die Weser und die mit ihr verbundenen Gewässer Lesum, Wümme und Hamme bis weit in den Landkreis Osterholz hineinreichen können. Darüber hinaus würde hier ein Ausfall der Deiche zu großen Überschwemmungen führen.

Zukünftig ist mit einem deutlichen Anstieg der Hochwassergefahr zu rechnen. Durch den Anstieg des mittleren Meeresspiegels können Sturmfluten zunehmen. Die höheren Wasserstände betreffen auch große Teile des Binnenlandes und gehen darüber hinaus mit erhöhtem Salzeintrag in die Marschgewässer und das küstennahe Grundwasser einher (nordwest2050).

Diese kreisweiten Risiken werden im Landkreis – wie auch schon erfolgreich die Energie- und der Klimaschutz – interkommunal angegangen.

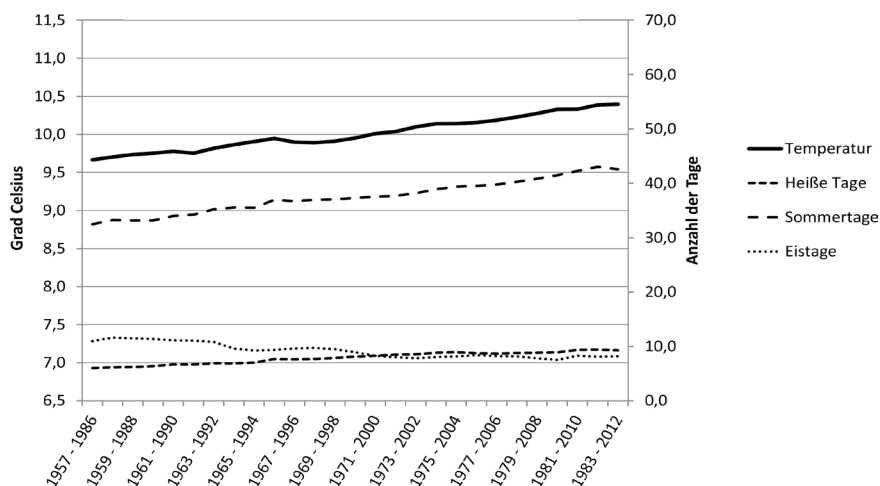
5.8 Rhein-Sieg-Kreis

Basisdaten des Rhein-Sieg-Kreises (Statistisches Bundesamt o.J.; Rhein-Sieg-Kreis o.J.; DWD 2013a)

Bundesland	Nordrhein-Westfalen
Gemeindestatus	Kreis, Verwaltungssitz: Siegburg, 18 weitere kreisangehörige Städte und Gemeinden
Fläche	1.153,2 km ²
Einwohner	580.588 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	503,5 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	825 mm (Siegburg)
Höhe	42 m ü. NN bis 461 m ü. NN



Lage des Rhein-Sieg-Kreises
(Verwaltungssitz) im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1957 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Köln)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Der Rhein-Sieg-Kreis ist mit 580.000 Einwohnern der drittgrößte Kreis Deutschlands und umschließt die Bundesstadt Bonn. Er umfasst sowohl Mittelgebirgslandschaften wie das Siebengebirge oder auch die Voreifel als auch flachere Gebiete am Rhein und an der Sieg.

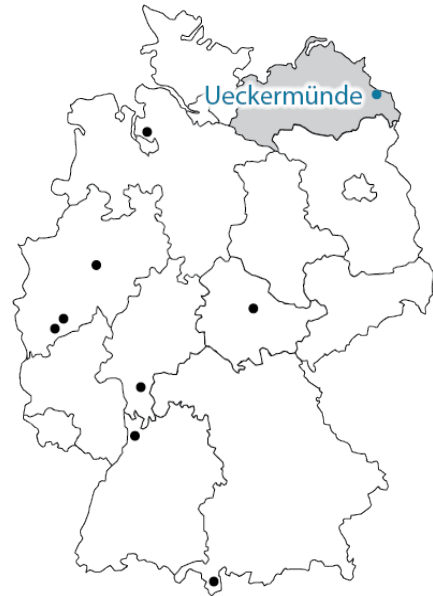
Diese Heterogenität spiegelt sich auch in den klimatischen Rahmenbedingungen wider. In den städtisch geprägten Bevölkerungsschwerpunkten wird die sommerliche Wärmebelastung zunehmen. So prognostizieren Klimaforscher beispielsweise für die Stadt Troisdorf einen Anstieg der *Sommertage* von 35 auf etwa 70 Tage im Jahr, im Siebengebirge gehen sie ebenfalls von einer Verdopplung von 25 auf 50 Tage im Jahr aus (DWD o.J.b). Darüber hinaus ist bis 2050 mit einer Verdreifung der *heißen Tage* auf der einen und einer Halbierung der *Frosttage* auf der anderen Seite zu rechnen (PIK o.J.). Weiterhin ist mit einer Zunahme der Niederschläge zu rechnen, über deren zeitliche Verteilung lassen sich allerdings derzeit noch keine belastbaren Aussagen treffen.

Vor diesem Hintergrund hat der Kreis 2011 einen politischen Beschluss zum *Klimaschutz* gefasst, in dem auch die *Klimaanpassung* eine Rolle spielt.

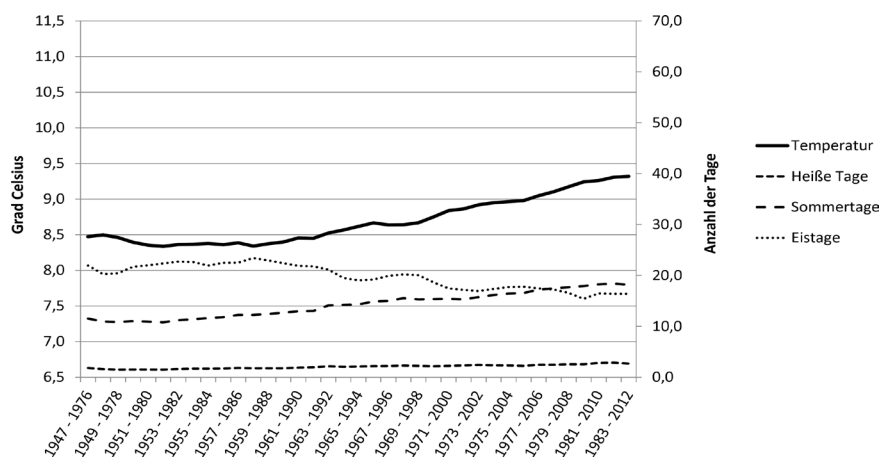
5.9 Seebad Stadt Ueckermünde

Basisdaten der Stadt Ueckermünde (Statistisches Bundesamt o.J.; Stadt Ueckermünde 2013; DWD 2013a)

Bundesland	Mecklenburg-Vorpommern
Gemeindestatus	kreisangehörige Stadt, Landkreis Vorpommern-Greifswald
Fläche	84,6 km ²
Einwohner	9.322 Einwohner (Stand: 31.12.2011)
Bevölkerungsdichte	106,7 Einwohner je km ² (Stand: 31.12.2011)
Jahresdurchschnittsniederschläge	540 mm
Höhe	3 m ü. NN



Lage der Stadt Ueckermünde im Bundesgebiet



Klimaveränderung 1947 bis 2012 (DWD o.J.c/Klimastation Rostock)

Rahmenbedingungen und Anpassungserfordernisse

Ueckermünde wird in Zukunft verstärkt von Niederschlagsereignissen betroffen sein. Prognosen des DWD gehen von einer Zunahme der winterlichen Niederschläge von 10-20 Prozent aus. Damit einher geht eine deutlich gesteigerte Hochwassergefahr, die durch den prognostizierten Anstieg des Meeresspiegels noch verstärkt wird.

Auch für Ueckermünde wird ein Anstieg von *Sommer- und Hitzetagen* von 16 bis auf 41 Tage bzw. von 2 auf bis zu 10 pro Jahr prognostiziert (DWD o.J.b). Dies bedeutet eine stärkere Wärmebelastung für die Bevölkerung. Aufgrund des temperaturstabilisierenden Einflusses der Ostsee, des küstennahen stärkeren Windes und der geringen Größe der Innenstadt besteht jedoch eine eher geringe Gefahr der Wärmeinselbildung.

Quellen und Literatur

AK KLIWA (Kooperationsvorhaben des Landes Bayern, des Landes Baden-Württemberg und des Deutschen Wetterdienstes „Klimaveränderung und Wasserwirtschaft“/KLIWA) (Hrsg.) (2005): Der Klimawandel in Baden-Württemberg. URL: www.kliwa.de/download/kliwazukunftsberbw.pdf [letzter Zugriff: 01.08.2013].

Bernhofer Ch, Goldberg V, Franke J (2003): REKLI – Aufbau einer Klimadatenbank und Regionale Klimadiagnose für Thüringen. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie. URL: www.tlug-jena.de/imperia/md/content/tlug/abt4/klima/rekli_teil1.pdf [letzter Zugriff: 01.08.2013].

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.) (2012): Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. BBSR-Analysen KOMPAKT 05/2012, Bonn.

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

Bundesstadt Bonn (Hrsg.) (o.J.): Statistikstelle der Bundesstadt Bonn. URL: www2.bonn.de/statistik/default.asp [letzter Zugriff: 03.09.2013].

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (o.J.a): Internetportal-Startseite. URL: www.dwd.de [letzter Zugriff: 28.11.2013].

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (o.J.b): Klimawandel. URL: www.dwd.de/klimawandel [letzter Zugriff: 28.11.2013].

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (o.J.c): Mittelwerte 30-jähriger Perioden. URL: www.dwd.de/mittelwerte [letzter Zugriff: 28.11.2013].

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (2013a): Niederschlag: langjährige Mittelwerte 1981 – 2010 (generiert: 11.06.2013). URL: www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU21/klimadaten/german/nieder__8110__fest__html,templateId=raw,property=publicationFile.html/nieder_8110_fest_html [letzter Zugriff: 28.11.2013].

Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.) (2013b): Niederschlag: langjährige Mittelwerte 1981 – 2010 (generiert: 19.11.2013). URL: www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU21/klimadaten/german/nieder__8110__akt__html,templateId=raw,property=publicationFile.html/nieder_8110_akt_html [letzter Zugriff: 23.12.2013].

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft (FiW) an der RWTH Aachen e.V. (Hrsg.) (o.J.): Netzwerk- und Forschungsprojekt „Dynamische Anpassung regionaler Planungs- und Entwicklungsprozesse an die Auswirkungen des Klimawandels in der Emscher-Lippe-Region (Ruhrgebiet)“ (Dynaklim) – Klimawandel in der Emscher-Lippe Region. URL: dynaklim.ahu.de/dynaklim/index/Klimawandel.html [letzter Zugriff: 13.09.2013].

Früh B, Koßmann M, Roos M (2011): Frankfurt am Main im Klimawandel – Eine Untersuchung zur städtischen Wärmebelastung. In: Deutscher Wetterdienst (DWD) (Hrsg.): Berichte des Deutschen Wetterdienstes 237. URL: www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/PB/PBFB/Periodika/Berichte/Inhaltsverzeichnisse/237-gesamt,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/237-gesamt.pdf.

Landesamt für Statistik Niedersachsen (LSN) (Hrsg.) (o.J.): LSN-Online - die kostenfreie Regionaldatenbank für Niedersachsen. URL: www1.nls.niedersachsen.de/statistik/ [letzter Zugriff: 17.01.2014].

Landeshauptstadt Erfurt (Hrsg.) (o.J.): Erfurter Statistik: Bevölkerung. URL: www.erfurt.de/ef/de/rathaus/daten/bevoelkerung/index.html [letzter Zugriff: 01.08.2013].

Landkreis Osterholz (Hrsg.) (o.J.): Einwohnerzahlen. URL: www.landkreis-osterholz.de/unser-landkreis/kreis-im-ueberblick/daten-und-fakten/einwohnerzahlen/ [letzter Zugriff: 30.07.2013].

Landratsamt Oberallgäu (Hrsg.) (o.J.): Internetportal-Startseite. URL: www.oberallgaeu.org/ [letzter Zugriff: 31.10.2013].

Lebensministerium Österreich (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich) (Hrsg.) (2006): Klimawandel im Alpenraum. Auswirkungen und Herausforderungen. URL: www.alpconv.org/en/publications/other/Documents/Klimawandel_im_Alpenraum_de.pdf [letzter Zugriff: 13.08.2013].

Mahammadzadeh M, Chrischilles E, Biebeler H (2013): Klimaanpassung in Unternehmen und Kommunen. Betroffenheiten, Verletzlichkeiten und Anpassungsbedarf. In: Institut der deutschen Wirtschaft Köln (Hrsg.), IW-Analysen Nr. 83, Köln.

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. Kurzfassung. URL des Downloads 2011: www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/handbuch_stadtklima.pdf [letzter Zugriff: 13.09.2013].

nordwest2050 (Hrsg.) (2011): Wie verwundbar ist die Region in Zeiten des Klimawandels? In: nordwest2050 (Hrsg.): kurz + bündig Nr. 4/Mai 2011. Regionale Verwundbarkeitsanalyse. URL: www.nordwest2050.de/index_nw2050.php?obj=file&aid=11&id=250&unid=7bedeea5e4efcb589eff9ab99409cd3f [letzter Zugriff: 30.07.2013].

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) (Hrsg.) (o.J.): Klimadaten und Szenarien für Schutzgebiete: Nordrhein-Westfalen – Rhein-Sieg-Kreis. URL: www.pik-potsdam.de/~wrobel/sg-klima-3/landk/Rhein-Sieg-Kreis.html [letzter Zugriff: 28.11.2013].

Rhein-Sieg-Kreis (Hrsg.) (o.J.): Internetportal-Startseite. URL: www.rhein-sieg-kreis.de/ [letzter Zugriff: 05.09.2013].

Ruhr-Universität Bochum (RUB)/Climatology/Department of Geography (Hrsg.) (o.J.): URL: www.climate.rub.de/%20 [letzter Zugriff: 28.11.2013].

Stadt Dortmund (Hrsg.) (o.J.a): Internetportal-Startseite. URL: www.dortmund.de/.

Stadt Dortmund (Hrsg.) (o.J.b): Leben in Dortmund. Statistik – Datenübersicht. URL: www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/stadtportraet/statistik/datenuebersicht/index.html [letzter Zugriff: 13.09.2013].

Stadt Frankfurt am Main (Hrsg.) (o.J.): Bürgeramt für Statistik – Zahlen Daten, Fakten. URL: www.frankfurt.de/sixcms/detail.php?id=2912 [letzter Zugriff: 30.07.2013].

Stadt Heidelberg, (Hrsg.) (2012): Der Heidelberger Datenatlas. URL: www.heidelberg.de/datenatlas/ [letzter Zugriff: 30.07.2013].

Stadt Ueckermünde (Hrsg.) (2013): Monitoring-Bericht vom 31.12.2012.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (Hrsg.) (o.J.): Gemeindeverzeichnis-Informationssystem (GV-ISys). URL: www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/LaenderRegionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/AdministrativeUebersicht.html [letzter Zugriff: 14.11.2013].

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG) (Hrsg.) (o.J.): URL: www.tlug-jena.de/de/tlug/umweltthemen/klima/klimasituation/thueringen/klimaentwicklung_thueringen/ [letzter Zugriff: 28.11.2013].

6 Ausblick

In den neun in dieser Veröffentlichung vorgestellten **KommAKlima**-Modellkommunen führte das Difu im Zeitraum August 2012 bis Februar 2014 jeweils eintägige Werkstätten mit bis zu 30 Teilnehmern durch. Die im Vorfeld geführten telefonischen Interviews mit Schlüsselakteuren für die *Klimaanpassung* in den Modellkommunen wurden unter anderem dazu genutzt, einen inhaltlichen Schwerpunkt der jeweiligen Werkstatt zu identifizieren (z.B. Zusammenarbeitsstrukturen oder Grünflächen). Die gezielte und themenspezifische Einbindung externer Fachleute aus anderen Kommunen oder Institutionen in die Werkstätten ermöglichte es, von den Erfahrungen anderer Kommunen zu profitieren oder auch spezifische Fragestellungen zu erörtern. Mit diesen Werkstätten ist es gelungen, den Informationsaustausch zwischen den Akteuren der beteiligten Städte, Gemeinden und Landkreise zu Fragen der *Klimaanpassung* anzuregen. Sie förderten außerdem eine Bewusstseinsbildung zum Thema. Es konnten zahlreiche inhaltliche Anregungen gewonnen und konkrete Ansatzpunkte für eigene *Klimaanpassungsaktivitäten* entwickelt werden. Einige Kommunen haben in diesem Zuge die Einleitung weiterer Arbeitsschritte, wie die Durchführung eines Leuchtturmprojekts Starkregenereignisse oder die Vorbereitung der Ausschreibung eines *klimaangepassten* Quartierskonzepts, beschlossen. Auch die Bildung spezifischer Arbeitsgruppen zur *Klimaanpassung* wurde in mehreren Werkstätten als ein nächster Arbeitsschritt formuliert.

Damit auch andere Kommunen von diesen praktischen Erfahrungen und Verfahrensschritten profitieren können, wird das Difu in der nächsten Ausgabe der „Hinweise für Kommunen“ die Ergebnisse der Werkstätten aufbereiten und analysieren. Die Praxisbeispiele aus den Modellkommunen werden ergänzt durch Beispiele aus anderen Städten, Gemeinden und Landkreisen. Damit sollen übertragbare Wege gefunden und in Form von Empfehlungen und Anleitungen formuliert werden. Konkret wird die Aufbereitung und Analyse der Werkstätten in den Modellkommunen anhand folgender Schwerpunkte erfolgen:

- **Verwaltungsinterne Organisationsstrukturen:**
Es werden vorhandene und bewährte Organisationsstrukturen der *Klimaanpassung* in den Modellkommunen und weiteren Städten, Gemeinden und Landkreisen vorgestellt. Dabei wird nach Gemeindegröße und -status unterschieden und ein besonderes Augenmerk auf interdisziplinäre, fachübergreifende Organisationsformen, wie Arbeitsgruppen oder Koordinierungsstellen, gelegt.
- **Handlungsfelder der Klimaanpassung:**
Anhand ausgewählter Handlungsfelder, die im Rahmen der Werkstätten in den Modellkommunen als inhaltliche Schwerpunkte (s.o.) aufgegriffen wurden, soll die Bandbreite der möglichen Ansätze und Maßnahmen der *Klimaanpassung* veranschaulicht und eine Einordnung vorgenommen werden.
- **Akteure:**
Ausgehend von den vorgefundenen diversen Kooperationsbeziehungen in den Modellkommunen sollen die unterschiedlichen Akteursgruppen, die als Unterstützer und/oder Kooperationspartner der Kommunen bei Aktivitäten zur *Klimaanpassung* herangezogen werden können, vorgestellt werden.
- **Finanzielle und personelle Unterstützungsstrukturen:**
Die Fördermöglichkeiten für die kommunale *Klimaanpassung*, einschließlich möglicher externer personeller Unterstützungsstrukturen, sollen in Form von Hinweisen und Checklisten aufgezeigt werden. Mithilfe der Darstellung bereits geförderter Projekte wird dies veranschaulicht.

- **Prozesse:**
Unterschiedliche Prozessabläufe und Möglichkeiten eines Auftakts für Aktivitäten zur *Klimaanpassung* in den Modellkommunen werden beleuchtet und analysiert.
- **Formelle und informelle Instrumente:**
Eine Auswahl in den Modellkommunen geeigneter bzw. zur Anwendung kommender Instrumente, die (auch) der *Klimaanpassung* dienen, wird erläutert.

Wir meinen, dass die in diesem und dem nächsten Heft vorgestellten Ergebnisse zu Strukturen, Prozessen und Instrumenten der *Klimaanpassung* einen Anstoß für weitere kommunale *Klimaanpassungsprojekte* und -prozesse geben und zur Nachahmung anregen können.

Rückmeldungen sind ausdrücklich willkommen: Ihre Meinung zu unseren Veröffentlichungen 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: umwelt@difu.de.

Anhang: Glossar

Adaptation (siehe Klimaanpassung)

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*.

Bioklima umfasst die gesamten wiederkehrenden kosmischen, atmosphärischen und terrestrischen Umwelteinflüsse auf den Menschen.

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“.

Deutscher Wetterdienst: Der **Deutsche Wetterdienst (DWD)** ist der nationale meteorologische Dienst der Bundesrepublik Deutschland. Die Hauptaufgabe des DWD ist es, vor wetterbedingten Gefahren zu warnen sowie das Klima in Deutschland zu überwachen, zu dokumentieren und seine Veränderungen zu bewerten.

Dynamische regionale Klimamodelle: Diese Prognosemodelle arbeiten ähnlich wie globale Modelle und simulieren die Dynamik der physikalischen und chemischen Prozesse in der Atmosphäre. Sie beziehen sich aber auf einen begrenzten Ausschnitt der Erdoberfläche und können daher bei gegenwärtigen Rechnerkapazitäten eine höhere Auflösung berechnen, die aktuell in Deutschland bei 10 bis 20 km liegt. Dabei übernehmen sie an den Rändern des Gebietes die Ergebnisse von globalen Modellen. Die zeitliche Auflösung geht bis auf Stunden zurück, sodass sich Tagesgänge, Tagesmittel und Monatsmittel berechnen lassen.

Eistage sind durch durchgehenden Frost gekennzeichnet, d.h. das Maximum der Lufttemperatur liegt unter dem Gefrierpunkt.

Emissionsszenarien: In Deutschland werden drei verschiedene Emissionsszenarien verwendet, um Klimawirkungen möglicher Treibhausgasemissionen abzuleiten. Diese sind im Einzelnen:

- **Emissionsszenario A2:** In diesem Szenario wird die Bevölkerungszahl als sehr heterogen beschrieben, die Bevölkerungszahl nimmt stetig zu, das Wirtschafts-

wachstum findet vorwiegend lokal statt, und das Pro-Kopf-Wirtschaftswachstum erfolgt langsamer als in anderen Szenarien.

- *Emissionsszenario A1B*: In diesem Szenario erfolgt wirtschaftliches Wachstum rasch, die Bevölkerungszahl nimmt bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts zu, ist danach rückläufig, neue und effizientere Technologien werden schnell eingeführt, und fossile Energieträger werden ausgeglichen genutzt.
- *Emissionsszenario B1*: In diesem Szenario entspricht die Bevölkerungsentwicklung der des Szenarios A1B, rasche Veränderungen in der Wirtschaftsstruktur zum quartären Sektor hin, saubere und ressourceneffiziente Technologien werden eingeführt, Schwerpunkte liegen auf globaler wirtschaftlicher, sozialer und umweltgerechterer Nachhaltigkeit, allerdings ohne zusätzliche Klimaschutzinitiativen.

Erosion bedeutet Abtragung von Boden durch natürliche (z.B. Wind und Wasser) oder anthropogene (z.B. Landbewirtschaftung) Prozesse.

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.

Frosttage sind Tage, an denen das Minimum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunkts liegt.

Globale Klimamodelle: *Globale Klimamodelle* haben eine sehr grobe Auflösung. Diese reicht meist nicht aus, um Klimaentwicklungen in einer Region angemessen darzustellen. Im letzten Bericht des Weltklimarates IPCC lag die Auflösung der verwendeten globalen Klimamodelle bei ca. 200 x 200 km Gitterabstand.

Globale Mitteltemperatur: Die *globale Mitteltemperatur* beruht auf Daten von mehreren Tausend Messstationen weltweit, die aber sehr ungleich verteilt sind. In Europa und Nordamerika sowie in Ost- und Südostasien gibt es ein sehr dichtes Netz, während in Afrika, Südamerika und besonders in den hohen Breiten und über den Ozeanen die Datenquellen sehr dünn gesät sind. Die Daten können daher nicht gleichmäßig gemittelt, sondern müssen je nach Reichweite zu den vorhandenen Nachbarstationen gewichtet werden. Das ist ein aufwändiges Verfahren. Weltweit gibt es vor allem drei Institute, deren globale Mittelwerte allgemein anerkannt sind und auch den Berichten des Weltklimarates IPCC zugrunde liegen.

Heiße Tage/Hitzetage bezeichnen Tage, an denen die Tageshöchsttemperatur 30°C erreicht oder übersteigt.

Hitze-Hotspots (siehe Städtische Wärmeinsel)

Hitzeinsel: (siehe Städtische Wärmeinsel)

Der **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, auch: „Weltklimarat“, 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 und 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.

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 Treibhausgassenken (z.B. Wälder, Feuchtgebiete) gefördert wird.

Klimawandel: auch Klimaänderung, Klimawechsel oder Klimaschwankung, bezeichnet die Veränderung von Klima auf der Erde, unabhängig von Ursachen, ob natürliche oder menschliche. Die gegenwärtige, vor allem durch den Menschen verursachte globale Erwärmung ist ein Beispiel für einen Klimawandel. Ein *Klimawandel* kann eine Abkühlung oder Erwärmung über unterschiedliche Zeiträume bezeichnen.

Mitigation (siehe Klimaschutz)

No-regret-Strategien: *No-regret*-Maßnahmen basieren auf solchen Strategien, die auch ohne Auswirkungen des Klimawandels ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll sind. Sie werden trotz bestehender Unsicherheiten vorsorglich ergriffen, um negative Auswirkungen zu vermeiden oder zu mindern. Ihr Nutzen für die Gesellschaft ist auch dann noch gegeben, wenn der eigentliche Grund für die ergriffene Maßnahme nicht im erwarteten Ausmaß zum Tragen kommt.

Regionale Klimamodelle: *Regionale Modelle* sind abhängig von globalen Modellen, da sie in der Regel wesentliche Ergebnisse der globalen Modelle als Eingangsgrößen verwenden. Da sie regionale Klimaparameter berechnen, sind *regionale Modelle* in Gesellschaft und Politik, besonders in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung, sehr gefragt.

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.

Sommertage sind dadurch gekennzeichnet, dass die Tageshöchsttemperatur 25°C erreicht oder übersteigt.

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

Statistische regionale Klimamodelle: Diese Prognosemodelle nutzen die statistischen Zusammenhänge zwischen den beobachteten großräumigen Zirkulationsmustern und dem lokalen und regionalen Wettergeschehen. Die gegenwärtigen Zusammenhänge werden von Messdaten übernommen. Die künftigen Änderungen der großräumigen Strukturen stammen aus globalen Klimamodellen, wobei die heutigen statistischen Beziehungen auf die künftigen Verhältnisse übertragen und daraus die regionalen Änderungen abgeleitet werden.

Tropennächte sind Nächte, in denen die Lufttemperatur nicht unter 20°C abkühlt.

Urbane Sturzfluten: Urbane Sturzfluten entstehen aus meist lokal begrenzten (sommerlichen) Starkniederschlägen, häufig einhergehend mit Gewitter, Hagel und Sturmböen.

Vektorübertragene/-basierte 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.

Wärmeinsel: (siehe Städtische Wärmeinsel)

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).