



Universität Potsdam

Annegret Thieken | Julia Dierck | Lea Dunst |
Christian Göpfert | Anna Heidenreich | Karen Hetz |
Julia Kern | Kristine Kern | Torsten Lipp |
Cordine Lippert | Monika Meves |
Stefan Niederhafner | Antje Otto |
Christian Rohrbacher | Katja Schmidt |
Leander Strate | Inga Stumpp | Ariane Walz

Verbundvorhaben „Zukunftsstadt“
(Definitionsprojekt)

Urbane Resilienz gegenüber extremen
Wetterereignissen –
Typologien und Transfer von
Anpassungsstrategien in kleinen
Großstädten und Mittelstädten (ExTrass)

Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen –Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten (ExTrass)

Annegret Thieken | Julia Dierck | Lea Dunst | Christian Göpfert |
Anna Heidenreich | Karen Hetz | Julia Kern | Kristine Kern |
Torsten Lipp | Cordine Lippert | Monika Meves | Stefan Niederhafner |
Antje Otto | Christian Rohrbacher | Katja Schmidt | Leander Strate |
Inga Stumpp | Ariane Walz

Verbundvorhaben „Zukunftsstadt“ (Definitionsprojekt)

**Urbane Resilienz gegenüber extremen
Wetterereignissen – Typologien und
Transfer von Anpassungsstrategien in
kleinen Großstädten und Mittelstädten
(ExTrass)**

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Universität Potsdam 2018

Online veröffentlicht auf dem
Publikationsserver der Universität Potsdam:
URN urn:nbn:de:kobv:517-opus4-416068
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-416068>

Ergebnisse des Verbundvorhabens „Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten“ (ExTrass; Definitionsprojekt), gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) vom 1. April 2017 bis zum 31. Mai bzw. 30. Juni 2018 (Förderkennzeichen: 01LR1709A, 01LR1709B und 01LR1709C) im Rahmen des Forschungsprogramms „Leitinitiative Zukunftsstadt“. Verbundleitung und Koordination oblagen dem Institut für Erd- und Umweltwissenschaften der Universität Potsdam, Professur für Geographie und Naturrisikoforschung.

Potsdam, September 2018

Projekt- und Kooperationspartner:

Universität Potsdam, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Potsdam (Teilprojekt A)

- Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikoforschung (Prof. Dr. Annegret Thieken)
- Arbeitsgruppe Landschaftsmanagement (Prof. Dr. Ariane Walz)

Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung (IRS), Erkner (Teilprojekt B)

adelphi research gGmbH, Berlin (Teilprojekt C)

Johanniter-Unfall-Hilfe, Bundesgeschäftsstelle, Fachbereich Bevölkerungsschutz, Berlin

Landeshauptstadt Potsdam, Koordinierungsstelle Klimaschutz, Potsdam

Stadt Würzburg, Klimaschutzbeauftragter der Stadt Würzburg, Würzburg

Stadt Remscheid, Fachdienst Umwelt, Remscheid

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	9
1 Einführung.....	11
2 Deutschlandweiter Überblick zu städtischen Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten.....	15
2.1 Einleitung	15
2.2 Daten und Methoden.....	18
2.3 Ergebnisse und Diskussion	22
2.4 Fazit.....	31
3 Fallstudienanalyse: Entwicklungspfade von Potsdam und Würzburg.....	33
3.1 Einführung	33
3.2 Klimaschutz und Klimaanpassung in Potsdam.....	36
3.3 Klimaschutz und Klimaanpassung in Würzburg	46
3.4 Schlussfolgerungen und Ausblick.....	56
4 Extreme Wetterereignisse in Städten – eine Konsequenz des Klimawandels und baulicher Vorprägung der Städte?	61
4.1 Starkregengefahren	61
4.2 Hitzestress	65
5 Risikokommunikation in Deutschland.....	69
5.1 Begriffsklärung	69
5.2 Risikokommunikation	71
5.3 Risikokommunikationsmaterialien	71
5.4 Beispiel aus der Praxis: Evaluation eines digitalen Lernspiels.....	73
5.5 Fazit.....	77

6	Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in Groß- und Mittelstädten: Arbeitsprogramm 2018-2021	79
	Literaturverzeichnis	87
	Verzeichnis der Interviews.....	97
	Interviews Würzburg (anonymisiert).....	97
	Interviews Potsdam (anonymisiert)	97
	Abkürzungsverzeichnis	99
	Verzeichnis der Autorinnen und Autoren.....	101

1 Einführung

Annegret Thielen

Weltweit verursachen Städte etwa 70 % der Treibhausgasemissionen (Seto et al., 2014) und sind daher wichtige Akteure im Klimaschutz sowie eine wichtige Zielgruppe von Klimapolitiken (Kern et al., 2005). Klimaschutz umfasst dabei alle Maßnahmen zur Minderung einer durch den Menschen verursachten globalen Erwärmung, insbesondere die Reduktion von Treibhausgasemissionen, z. B. durch Energieeinsparung oder Stärkung erneuerbarer Energien. Gleichzeitig sind Städte besonders stark von Auswirkungen des Klimawandels betroffen (vgl. Rosenzweig et al., 2010): So verursachen Hitzewellen und Überflutungen durch Starkregen oder Flusshochwasser in Städten aufgrund der hohen Konzentration von Menschen und ökonomischen Werten immense Schäden. Einige aktuelle Beispiele aus Deutschland sind:

- Hochwasserschäden an Wohngebäuden von 190 Millionen Euro in Passau im Juni 2013 (Stadt Passau, 2014),
- Hagelschäden von insgesamt 1,9 Milliarden Euro mit Schwerpunkten in Hannover, Reutlingen und Villingen-Schwenningen am 27./28. Juli 2013 (GDV, 2014),
- Sachschäden von 140 Millionen Euro durch Starkniederschlag (292 mm in sieben Stunden) in Münster am 28. Juli 2014 (GDV, 2015),
- Sachschäden von insgesamt 2,6 Milliarden Euro durch Hagel, Starkniederschläge und Schlammlawinen u. a. in Baden-Württemberg (z. B. Braunschweig), Bayern (z. B. Simbach) und Nordrhein-Westfalen im Juni 2016 (Munich Re, 2017) und
- Schäden von etwa 600 Millionen Euro durch Starkregen und Überschwemmungen in Berlin, Potsdam und mehreren Städten in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen im Juni/Juli 2017 (GDV, 2017).

Insbesondere Starkniederschläge, die durch die Kanalisation nicht mehr schadlos abgeführt werden können, haben in den letzten Jahren viele Städte und ihre Bewohner unvorbereitet getroffen und zu Sachschäden und Verkehrsunterbrechungen geführt. Vor allem durch die Sturzfluten und Starkniederschläge im Mai und Juni 2016 wurde die Notwendigkeit, das Risikobewusstsein und die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung zu stärken, erneut unterstrichen: Die elf Todesfälle und zahlreichen Verletzten sind leider zum Teil auf inadäquates Verhalten der Bevölkerung in Gefahrenlagen (Aufsuchen von Tunneln, Unterführungen oder Kellern trotz massiver Regenfälle; Verhalten bei Gewitter auf Open-Air-Veranstaltungen) zurückzuführen.

Generell haben die Nachverdichtung in den Innenstädten und das anhaltende Flächenwachstum vieler Städte eine zunehmende Versiegelung der Böden und einen Rückgang natürlicher Retentions- und Infiltrationsflächen für Niederschlagswasser zur Folge und tragen neben den Effekten des Klimawandels zusätzlich zur Erhöhung von Überflutungsrisiken durch Starkniederschläge bei. Die Art, wie Städte wachsen und geplant werden, beeinflusst folglich ihre Resilienz gegenüber Starkniederschlägen (vgl. Hetz, 2016).

Gleiches gilt für das Ausmaß der Risiken, die mit Hitzewellen verbunden sind. Vor allem in den Sommern 2003, 2006, 2010 und 2015 (sowie vermutlich auch 2018) wirkten sich Hitzewellen negativ auf die Gesundheit der städtischen Bevölkerung in Deutschland und Europa aus. Durch die Hitzewelle im Sommer 2003 starben in ganz Europa ca. 70.000 vorwiegend ältere Menschen (Robine et al., 2007). Analysen des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg haben für den Sommer 2003 2700 hitzebedingte Sterbefälle in Baden-Württemberg ergeben. Aber auch in den Sommern von 2006 und 2015 waren mit jeweils etwa 2000 hitzebedingte Sterbefällen überdurchschnittliche Werte zu verzeichnen (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2017). Karlsson & Ziebarth (2018) schätzten auf Basis von Krankenhausdaten und Todesfällen zwischen 1999 und 2008 aus ganz Deutschland, dass Gesundheitskosten an heißen Tagen, d. h. an Tagen mit Maximaltemperaturen von mehr als 30 °C, pro 10 Millionen Einwohner bis zu 5 Millionen Euro betragen.

Insbesondere die nächtliche Abkühlung ist in (Groß-)Städten geringer als im Umland. Somit ist die städtische Bevölkerung stärker von gesundheitlichen Auswirkungen durch Hitze betroffen, wie Gabriel & Endlicher (2011) auch für Berlin und Brandenburg zeigen konnten. Allerdings können die Art der Bebauung, hohe Grünflächen- und Gewässeranteile oder Böden mit hoher nutzbarer Feldkapazität und Bodenfeuchte die Überwärmung in Städten durch Reflexion der Einstrahlung oder Verdunstungskälte deutlich reduzieren (vgl. Abbildung 1.1). Flächen mit diesen Eigenschaften sind daher bei Anpassungsplanungen besonders zu berücksichtigen.

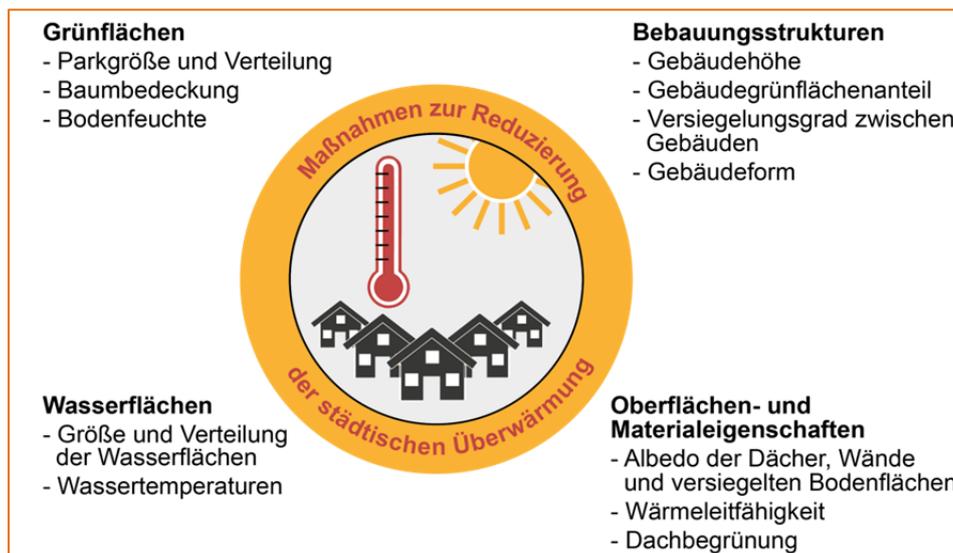


Abbildung 1.1: Maßnahmen zur Reduzierung der städtischen Überwärmung.

Um die Auswirkungen von extremen Wetterereignissen in Zukunft zu verringern oder gar zu vermeiden, bedarf es der Implementierung entsprechender Klimaanpassungsmaßnahmen. Im Hinblick auf extreme Wetterereignisse sind solche Maßnahmen weitestgehend mit Maßnahmen des Katastrophenrisikomanagements oder Vorsorgemaßnahmen gleichzusetzen und umfassen viele Handlungsfelder und Akteure, die von der Stadtplanung bis zur Aufklärung und Gesundheitsvorsorge der Bevölkerung reichen.

Auf politischer Ebene öffnen Schadensereignisse häufig ein „window of opportunity“, in dem gesetzliche, administrative, ökonomische und informatorische Instrumente zur Verbesserung der Vorsorge gegenüber Naturgefahren gestärkt werden können. Auch

unter geschädigten Privathaushalten und Unternehmen steigt nach einer Schadenserfahrung vorsorgendes Verhalten deutlich an (Kreibich et al., 2005; Bubeck et al., 2012; Kienzler et al., 2015). Allerdings können Schadensereignisse das Bewusstsein für, die Wahrnehmung von und das Wissen über Klimafolgen erhöhen, ohne zu einer erhöhten Resilienz, d. h. zur Durchführung von Anpassungsmaßnahmen, zu führen (Bubeck et al., 2012).

Zudem stellt sich die Frage, ob und wie Städte ohne aktuelle Schadenserfahrungen von den Schadensereignissen und Erkenntnissen anderer Städte lernen können und ob und wie ein Transfer von Anpassungsstrategien und -maßnahmen zwischen Städten gelingen kann. Anpassungserfordernisse ergeben sich schließlich nicht nur aufgrund vergangener Schäden, sondern können auch aus regionalen Klimasimulationen abgeleitet werden. Bis 2030 sind dabei unterschiedliche Herausforderungen in verschiedenen Regionen Deutschlands zu bewältigen (vgl. Die Bundesregierung, 2015): Während im Nordwesten sommerliche Starkniederschläge an Bedeutung gewinnen, sollen sich im Nordosten Dürren und Hitzewellen verstärken. Auch in der Mitte und im Süden Deutschlands ist vermehrt mit Hitzewellen zu rechnen. Hier impliziert Klimaresilienz, dass eine Stadt auf solche antizipierbaren Gefahren mit der Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen reagiert.

Extreme Wetterereignisse sind somit ein wichtiger, wenn auch nicht alleiniger Treiber für Klimaanpassung in Städten. Aufgrund ihrer hohen Relevanz für urbane Räume und aufgrund der oft schnellen (politischen) Reaktionen nach Schadensereignissen lassen sich Sensibilisierungen und Lernprozesse besonders gut an extremen Wetterereignissen untersuchen. Daher hat ExTrass zum Ziel, die Resilienz von deutschen Groß- und Mittelstädten gegenüber extremen Wetterereignissen in enger Zusammenarbeit mit Stadtverwaltungen und zivilgesellschaftlichen Akteuren des Katastrophenschutzes messbar zu stärken und Transferpotenziale zwischen Städten besser nutzbar zu machen. Als Fallstudien konnten die (kleineren) Großstädte Potsdam, Remscheid und Würzburg für das Vorhaben gewonnen werden, die mit unterschiedlichen naturräumlichen und städtebaulichen Gegebenheiten konfrontiert sind. Die Auswahl von Städten aus unterschiedlichen Bundesländern, geographischen Lagen sowie genereller haushälterischer Lage ermöglicht es, unterschiedliche urbane Expositionen gegenüber Naturgefahren und verschiedene institutionelle Rahmenbedingungen in Deutschland abzubilden. Sicherlich ist diese Auswahl von Fallstudien nicht repräsentativ. Wie jedoch z. B. das Planspiel zur Städtebaurechtsnovelle 2016/17 (Deutsches Institut für Urbanistik, 2017) zeigt, ist die exemplarische Erprobung von Maßnahmen an wenigen Fallstudien geeignet, um übertragbare Ergebnisse sowie wichtige Erkenntnisse und Empfehlungen für andere politische Ebenen (z. B. Städtenetzwerke, Bundes- und Landesebene) zu erzielen.

Generell umfasst gesellschaftliche Resilienz (1) die Widerstandsfähigkeit eines Systems (z. B. einer Stadt oder einer Person) gegenüber extremen Ereignissen, (2) eine schnelle Wiederherstellung nach einem Schadensfall sowie (3) die Fähigkeit, aus Ereignissen, Erfahrungen und Erkenntnissen zu lernen und sich durch Vorsorge an sich verändernde Randbedingungen anzupassen (vgl. Thieken et al., 2014). Im Projekt ExTrass wird die adaptive Komponente von Resilienz betont: Eine Stärkung der Klimaresilienz beinhaltet somit die Verbesserung von Fähigkeiten einer städtischen Gesellschaft, aus vergangenen Ereignissen sowie antizipierten Situationen zu lernen und sich daran anzupassen, d. h. proaktiv und mit Blick auf aktuelle und zukünftige Risiken des Klimawandels Vorsorgeziele zu definieren sowie adaptive Optionen und Maßnahmen aufzugreifen und zu etablieren. Dies kann transformative Veränderungen von bestehenden Praktiken und Zielsetzungen beinhalten, die als inkrementelle Veränderungen lange Zeiträume in Anspruch nehmen

oder sich als radikale Veränderungen sehr schnell vollziehen können. Das Aufgreifen so abgeleiteter und umgesetzter Anpassungsmaßnahmen erhöht die Widerstands- und Regenerationsfähigkeit von Städten gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels und trägt somit gleichzeitig zu den beiden erstgenannten Aspekten von Resilienz bei. In ExTrass wird Klimaanpassung demnach als ein Prozess verstanden, der zur Erhöhung der Resilienz der Städte beiträgt. Er ist beschreib- und operationalisierbar durch das Aufgreifen von Maßnahmen, von denen ein adaptiver Effekt erwartet wird. Messbare Größen sind u. a. die Verringerung von Personenschäden bei extremen Wetterereignissen und gute Vorsorge der betroffenen Bevölkerung, die Reduzierung von Einweisungen in Kliniken bei Hitze aufgrund wirksamer Eigenmaßnahmen, die Reduzierung von Rettungseinsätzen (Bergung/Sicherung) von Menschen in Krisensituationen infolge Vermeidung risikoträchtiger Handlungen sowie die Minderung der Auswirkungen von Extremwetterlagen durch gute Stadtplanung. Indikatoren dafür könnten z. B. der Anteil von Grünflächen, die Anzahl und Vitalität von Stadtbäumen, das Ausmaß von Fassadenbegrünungen, aber auch das Ausmaß von Überhitzung und nächtlicher Abkühlung im Stadtgebiet sein.

Im Fokus des Projektes stehen kleine Großstädte (100.000 bis 500.000 Einwohner) sowie kreisfreie Mittelstädte mit mehr als 50.000 Einwohnern, da hier die Anpassungsplanungen im Vergleich zu großen Großstädten häufig fehlen (vgl. Dierck, 2016 und Kapitel 2). ExTrass zielt daher darauf, zielführende Ansätze und gelungene Beispiele zur Schaffung klimaresilienter Städte zu identifizieren und diese insbesondere in Städten mit weniger als 500.000 Einwohnern zu verbreiten und weiter zu forcieren. Ausgehend von der aktuellen Klimavulnerabilitätsstudie für Deutschland (Die Bundesregierung, 2015) bilden Hitzewellen und Starkregen die Schwerpunkte von ExTrass.

Das Projekt gliedert sich in zwei Phasen: In der Definitionsphase von ExTrass (April 2017 bis Juni 2018) stand vor allem die Abstimmung der Forschung im Mittelpunkt, die in einem nachfolgenden dreijährigen Forschungsprojekt (F+E-Phase) gemeinsam von Wissenschaft und Praxispartnern umgesetzt werden soll. Flankierend wurden vorbereitende Untersuchungen durchgeführt, die in diesem Bericht zusammengefasst sind: Zunächst sollte eine Bestandsaufnahme von Klimaanpassungs- und Klimaschutzstrategien/-plänen in etwa 100 deutschen Groß- und Mittelstädten vorgenommen werden (vgl. Kapitel 2). Zudem sollten in Potsdam und Würzburg vertiefende Interviews für eine Pfadanalyse im Bereich der Klimapolitik durchgeführt werden (vgl. Kapitel 3 und Verzeichnis der Interviews). Darüber hinaus sollten in allen drei Fallstudienstädten Workshops durchgeführt werden, um Anforderungen für Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen zu definieren, erste Anpassungsherausforderungen und Handlungsbedarfe zu identifizieren sowie innovative Lösungsansätze zu diskutieren, die in der F+E-Phase des Projektes entwickelt und getestet werden sollen (vgl. Kapitel 4). Neben Maßnahmen auf gesamtstädtischer Ebene und auf Stadtteilebene wurden Maßnahmen angestrebt, die die Risikowahrnehmung, Vorsorge und Selbsthilfefähigkeit von Unternehmen und Bevölkerung stärken können. Als Grundlage wurde daher ein Überblick über existierende Strategien zur Risikokommunikation und ihre Wirksamkeit erstellt (vgl. Kapitel 5).

Die Arbeiten der Definitionsphase mündeten in ein Forschungsprogramm, das im September 2017 als Verbundvorhaben eingereicht und im November 2017 einem Gutachtergremium präsentiert wurde. Das Forschungsprogramm (vgl. Kapitel 6) knüpft an vorliegende Pläne, Strategien und Projektaktivitäten in allen drei Fallstudienstädten an und wird am 1. Oktober 2018 starten.

2 Deutschlandweiter Überblick zu städtischen Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten

Annegret Thieken, Julia Dierck, Antje Otto

2.1 Einleitung

Das dynamische Klimasystem der Erde unterliegt schon immer großen Schwankungen; die Besonderheit der momentanen Situation ist jedoch, dass der Mensch aktiv an klimatischen Veränderungen beteiligt ist. Eisbohrkerne offenbaren, dass seit Ende des 18. Jahrhunderts die Kohlenstoffdioxid-(CO₂) und Methan-Konzentrationen (CH₄) in der Atmosphäre signifikant ansteigen, was vor allem auf die Industrialisierung, den Verbrauch fossiler Brennstoffe sowie eine veränderte Landnutzung zurückgeführt werden kann. Die sogenannten Treibhausgase (THG, vor allem CO₂, CH₄, N₂O) führen zu einer überdurchschnittlichen Erwärmung der Erdatmosphäre (Dow & Downing, 2007; Latif, 2009). Dies zieht Veränderungen von Wetterabläufen nach sich, die weltweit schon spürbar, aber in ihrer Gänze nur erahnbar sind (DMG, 2007), jedoch die Lebensgrundlage der heutigen Menschheit und nachfolgender Generationen gefährden können.

Dem anthropogenen Treibhauseffekt wurde bereits 1987 im Brundtland-Bericht „Our Common Future“ ein globales Bedrohungspotenzial zugesprochen. Aufgrund vieler Ungewissheiten über die Ursachen, Prozesse und mögliche Auswirkungen wurde 1988 zunächst der Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC – oder kurz Weltklimarat) gegründet. Dieser hatte folgende Aufgabe: „das Liefern international koordinierter wissenschaftlicher Bewertungen zu Ausmaß, zeitlicher Dimension und möglichen ökologischen und sozio-ökonomischen Auswirkungen des Klimawandels sowie zu realistischen Reaktionsstrategien“ (zitiert nach Reimer & Kern, o. J.). Seither erscheinen in mehrjährigen Abständen umfangreiche Sachstandsberichte. Bereits der erste Bericht (IPCC, 1990) verdeutlicht, dass neben dem natürlichen Treibhauseffekt anthropogene Emissionen von THG zu einer Veränderung des Weltklimas beitragen. Die Vereinten Nationen haben daraufhin 1992 eine Klimakonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) verabschiedet, in der die Mitgliedsstaaten den anthropogen verursachten Klimawandel anerkennen und sich dem Klimaschutz verpflichten (United Nations, 1992). Dabei sind mit Klimaschutz prinzipiell alle Handlungen gemeint, die THG-Emissionen reduzieren und die Senkung der THG-Konzentration in der Atmosphäre fördern. Klimaschutz wird auch häufig als Climate Mitigation, d. h. Minderung, bezeichnet.

Auf jährlichen Klimakonferenzen (COP – Conference of the Parties) wird seither die globale Klimapolitik ausgehandelt. Verhandlungsergebnisse sind z. B. das Kyoto-Protokoll von 1997 mit länderspezifischen Reduktionszielen für THG-Emissionen (United Nations, 1998) und das Pariser-Klimaabkommen von 2015, dessen Ziel es ist, die globale

Erwärmung auf (maximal) 2 °C zu begrenzen. Deutschland unterstützt dieses Ziel als einer der ersten Unterzeichnerstaaten und verpflichtet sich zudem zu einer Treibhausgasneutralität in der zweiten Jahrhunderthälfte und zur Unterstützung von Entwicklungsländern bei Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen (BMUB, o. J.). In Deutschland entstand allerdings bereits 2008 die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI), die zum Ziel hat, Klimaschutzaktivitäten zu fördern, um bis 2020 die CO₂-Emissionen Deutschlands um 40 % gegenüber 1990 zu senken. Auch auf europäischer Ebene ist Klimaschutz ein Politikfeld: Bereits 2007 erstellte der Europäische Rat die ersten Klimaschutz- und Energieziele, die bis zum Jahr 2020 erreicht werden sollen. 2014 wurden diese Ziele konkretisiert und auf das Jahr 2030 verlängert. Hauptbestandteil bildet eine Triade aus Emissionsenkung, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und die Steigerung von Energieeffizienz (Europäische Kommission, 2014).

Bei den COP-Verhandlungen stehen Nationalstaaten bzw. das supranationale Konstrukt der EU als Akteure im Fokus. Allerdings ist nicht zu verleugnen, dass sie bis jetzt wenig erfolgreich im Klimaschutz waren, was sich beispielsweise an der Nichteinhaltung der Kyoto-Protokoll-Ziele zeigt (Cooper, 2001). Daher wird vermehrt gefordert, die Handlungsebene zu verändern und insbesondere Städte als neue Akteure in den Fokus zu nehmen, da hier – global gesehen – ein Großteil der Bevölkerung lebt. Da für diese Handlungsebene die Wissensgrundlagen noch nicht in gleichem Umfang vorliegen, wie der IPCC sie für Nationalstaaten bereitstellt, geraten Städte auch in den Blick der Forschung (Rosenzweig et al., 2010).

Untersuchungen zeigen, dass bereits viele Städte CO₂-Reduktionsziele verfolgen und die lokale Dimension von Klimaschutz erkannt wurde (Pitt & Randolph, 2009). Der Ursprung von lokalen Klimaschutzaktivitäten liegt im Energiesektor, da die Bereitstellung von Energie und das Betreiben von Kraftwerken, an das viele Arbeitsplätze gebunden sind, eine große regionale Komponente und Relevanz besitzen. Zur Regelung sowie Sicherstellung der Versorgung wurden lokale Energiepläne entwickelt (Monstadt, 2007). Diese Pläne werden im Zuge der Klimaschutzdebatte weiterentwickelt und umgeformt. Eine weitere Motivation für den Klimaschutz ergibt sich durch finanzielle Einsparungen aufgrund einer optimierten Energieplanung (Kind et al., 2013). Hinzu kommen Transportwesen, Abfallentsorgung und Landnutzungspläne, die ebenfalls in den Kompetenzbereich von Städten fallen und aus deren optimierter Bewirtschaftung sich positive Nebeneffekte für den Klimaschutz ergeben (Collier, 1997; Holt, 2012). Auch der Gesundheitsbereich erweist sich als wichtige Stellschraube, da hier schon früh Luftreinhaltepläne entwickelt wurden, die eng mit den Bereichen Energie, Verkehr und letztlich mit der Emissionsreduktion verknüpft sind und nun mit dem Klimaschutz Hand in Hand gehen können (Betsill & Bulkeley, 2007; Rosenzweig et al., 2010). Aus dieser Entwicklung ergeben sich die Haupthandlungsfelder für eine Reduzierung von CO₂-Emissionen in den Bereichen Verkehr und Energie, wobei der zweitgenannte sehr weit gefasst wird und neben genereller Energieeffizienz auch Vorgaben und Richtlinien von Seiten der Stadt im Bereich Gebäudesanierung und Neubau einschließt (Pitt & Randolph, 2009).

Demgegenüber stehen Hindernisse, wobei in den meisten Fällen die finanzielle Lage einer Gemeinde ihre Klimaschutzaktivität einschränkt (Collier, 1997; Betsill & Bulkeley, 2007; Pitt & Randolph, 2009; Sharp et al., 2011). Hinzu kommen personelle Unterbesetzung und damit organisatorische Hemmnisse (Collier, 1997; Betsill & Bulkeley, 2007). In Deutschland wurden diese Hindernisse erkannt, sodass im Rahmen einer Kommunalrichtlinie seit 2008 die Erstellung lokaler Klimaschutzstrategien gefördert und zusätzlich

gezielt in einzelne Projekte investiert wird. Thematische Schwerpunkte scheinen in den Bereichen Energie (hier vor allem Energieeffizienzsteigerung und der Ausbau erneuerbarer Energien) und Mobilität zu liegen (BMUB, 2015b).

Im Mehrebenensystem der Bundesrepublik Deutschland spielen weiterhin die Bundesländer eine Rolle. Zwar hat nahezu jedes Bundesland eigene Klimaschutzziele formuliert, aber die Gesamtheit der Länderziele scheint hinter den Bundeszielen zurückzubleiben. Zudem gibt es kein einheitliches Vorgehen, und zwar weder bei der Bilanzierung von THG-Emissionen noch bei der Formulierung der Reduktionsziele (Biedermann, 2011). Es stellt sich daher die Frage, wie die Städte in Deutschland Klimaschutz definieren und welche Maßnahmen sie planen. Hinzu kommt, dass selbst bei einer Begrenzung der globalen Erwärmung um maximal 2 °C Klimafolgen auftreten können, an die sich die menschliche Gesellschaft anpassen muss. Anpassung wird dabei als Umstellung in natürlichen oder anthropogenen Systemen als Reaktion auf momentane oder erwartete klimatische Reize und ihre Effekte definiert (vgl. IPCC, 2007: 6).

Anpassung an den Klimawandel wird zunehmend auf allen Ebenen thematisiert, z. B. als Teil der Sachstandsberichte des IPCC, im Weißbuch der Klimaanpassung (Europäische Kommission, 2009) oder in der Deutschen Klimaanpassungsstrategie (DAS; Die Bundesregierung, 2008). Die DAS soll den Ländern und Kommunen als Orientierung dienen und wurde 2011 durch den Aktionsplan Anpassung (APA) ergänzt, welcher die bisherige Strategie konkretisiert und weiterentwickelt (Die Bundesregierung, 2011). Zudem gibt es regelmäßige Monitoring- und Fortschrittsberichte (z. B. Die Bundesregierung, 2015; UBA, 2015).

Auch in der Klimaanpassung sind Städte im Fokus, da sie durch eine hohe Konzentration an Sachwerten und durch ihre oft exponierte Lage beispielsweise an der Küste sehr vulnerabel sind (Hunt & Watkiss, 2011). Doch auch bei Anpassungen an den Klimawandel bestehen ähnliche Hindernisse wie im Klimaschutz (Betsill & Bulkeley, 2007; Kind et al., 2015). Ebenso wird die bestehende Datengrundlage kritisiert, welche sich vorrangig auf Orte mit direkter Bedrohung und somit auf einzelne Klimawandelfolgen beschränkt. Somit mangelt es an Konsistenz und Vergleichbarkeit (Hunt & Watkiss, 2011). Um hier zu unterstützen, wurden in Deutschland verschiedene Informationssysteme geschaffen: Seit 2010 können Klimaszenarien für die Bundesländer u. a. im Regionalen Klimaatlas (Helmholtz Gemeinschaft, 2010) eingesehen werden, und das Umweltbundesamt (UBA) stellt eine Datenbank zur Verfügung, in der die kommunale Strategien und Ansätze überblicksartig abgerufen werden können (siehe UBA, 2016). In Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern werden Strategien und Maßnahmen auf lokaler Ebene unterstützt und durch konkrete Programme wie beispielsweise „Urbane Strategien zum Klimawandel: Kommunale Strategien und Potenziale“ (StadtKlimaExWoSt) gefördert. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) fördert ebenfalls seit August 2015 Anpassungsinitiativen und insbesondere die Erstellung von Konzepten mit lokaler Wirkung (BMUB, 2015a). Weitere Orientierungsmöglichkeit bietet ein Positionspapier mit Handlungsempfehlungen des Deutschen Städtetags (2012). An erster Stelle ist dort, ebenso wie im europäischen Aktionsrahmen und in der DAS, der Gesundheitsbereich genannt. Es folgen Anpassungen im Katastrophenschutz und bei städtebaulichen Maßnahmen (vgl. Deutscher Städtetag, 2012), welche auf Bundesebene ebenfalls priorisiert werden (vgl. Die Bundesregierung, 2008).

Es stellt sich die Frage, ob, wie und welche Städte die diversen Empfehlungen und Prioritäten aufnehmen. Kommunale Strategien, Pläne und Maßnahmen zum Klimaschutz

und zur Klimaanpassung können sehr unterschiedlich ausgeprägt sein (vgl. Reckien et al. 2014, 2015, 2018). Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, ein bisher fehlendes, flächendeckendes Bild von städtischen Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten für Deutschland zu erstellen. Die recherchierten Aktivitäten der einzelnen Städte können dann mit der zuvor beschriebenen Prioritätensetzung auf anderen Ebenen verglichen werden. Zudem soll der Einfluss der Stadtgröße untersucht werden. In einer Untersuchung von 200 städtischen Gebieten in Europa (Reckien et al., 2014) wurden 40 Städte aus Deutschland berücksichtigt, die 22 % der deutschen Bevölkerung repräsentierten. Zwölf deutsche Städte (30 %) wurden als Vorreiter identifiziert.¹ Auffällig ist, dass darunter zwar sieben der insgesamt 14 untersuchten größeren Großstädten vertreten sind, jedoch von den übrigen 26 untersuchten kleineren Städten nur fünf als Vorreiter bezeichnet wurden; eine Mittelstadt fehlte gänzlich.^{2,3}

Kreisfreie Mittelstädte haben denselben rechtlichen Handlungsrahmen wie Großstädte, aber in der Regel weniger Ressourcen (Bubeck & Albrecht, 2015). Sie sind zwar ebenso von klimabedingten Veränderungsprozessen betroffen wie Großstädte, werden von der Forschung aber oft vernachlässigt (Adam, 2005). Das Projekt ExTrass konzentriert sich daher auf Städte mit weniger als 500.000 Einwohnern.

2.2 Daten und Methoden

Um die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Klimaanpassung zu verfolgen, hat sich in den letzten Jahren das Feld „adaptation tracking“ etabliert, für das Ford & Berrang-Ford (2016) die „4 Cs of adaptation tracking“ als Gütekriterien definiert haben, die sich mit Konsistenz, Vergleichbarkeit, Verständlichkeit und Kohärenz übersetzen lassen. In dieser Studie wird dieses Vorgehen ebenso auf den Bereich des Klimaschutzes angewendet. Den vier Gütekriterien folgend ist es zunächst wichtig, die zentralen Begriffe zu definieren und zu erläutern, was der Konsistenz dient. Auf Vergleichbarkeit wurde bei der Wahl der Untersuchungsgegenstände, d. h. bei der Auswahl der einzelnen Stadttypen und zu untersuchenden Dokumente, geachtet. Verständlichkeit wurde mit dem breiten Spektrum an recherchierten Konzepten und mit der Beschränkung auf Veröffentlichungen durch die Stadtverwaltungen (und nicht aus dem privaten Sektor) Rechnung getragen. Auf Kohärenz musste im Arbeitsverlauf geachtet werden, indem die Indikatoren für Klimaanpassung und Klimaschutz sorgfältig ausgewählt wurden (Ford & Berrang-Ford, 2016). Daher wurden die identifizierten Dokumente zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung mithilfe eines Kategorienschemas und der Software MAXQDA inhaltsanalytisch ausgewertet, um eine systematische, nachvollziehbare und ggf. reproduzierbare Auswertung der Textdokumente zu gewährleisten.

¹ Berlin, Hamburg, Stuttgart, Düsseldorf, Essen, Dresden, Nürnberg, Bielefeld, Karlsruhe, Mülheim an der Ruhr, Potsdam und Moers hatten zum Zeitpunkt der Untersuchung ein Klimaschutzkonzept mit einem quantitativen Emissionsminderungsziel sowie einen Klimaanpassungsplan (vgl. Reckien et al., 2014).

² Die Einteilung der Städte wurde von BBSR (2015) übernommen. Demnach haben große Großstädte mindestens 500.000 Einwohner, kleine Großstädte mind. 100.000 bis max. 500.000 Einwohner und große Mittelstädte mind. 50.000 bis max. 100.000 Einwohner.

³ Allerdings wurden von Reckien et al. (2014) in Deutschland nur drei Mittelstädte untersucht.

Auswahl der zu untersuchenden Städte

Laut Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) gibt es in Deutschland 4500 Gemeinden mit 2800 Städten und 1700 Landgemeinden, wobei eine Gemeinde als Stadt bezeichnet wird, wenn sie (auch innerhalb eines Gemeindeverbandes) mindestens 5.000 Einwohner oder eine grundzentrale Funktion hat (BBSR, 2015). Städte werden weiterhin nach Einwohnerzahl und Funktion der Stadt in Klein-, Mittel- und Großstädte unterschieden. Für die vorliegende Untersuchung wurden die Stadttypen „große Großstadt“, „kleine Großstadt“ und „große kreisfreie Mittelstadt“ gewählt. (vgl. Tabelle 2.1). Für die Identifizierung aller großen Mittelstädte, die kreisfrei sind, wurde zudem das Gemeindeverzeichnis des Statistischen Bundesamtes verwendet, wobei Daten mit Stand 2013 genutzt wurden, um die Kompatibilität zu BBSR (2015) zu gewährleisten. Diese drei Stadttypen wurden gewählt, da allen derselbe Handlungsrahmen eingeräumt wird und demnach eine gute Vergleichbarkeit gegeben ist. Gleichzeitig kann der Einfluss der Stadtgröße auf die kommunale Klimapolitik untersucht werden. Es sei darauf hingewiesen, dass im Bundesland Baden-Württemberg kreisfreie Städte als Stadtkreise bezeichnet werden und dass es unter den Großstädten Sonderregelungen gibt, bei denen einige Städte nicht kreisfrei sind, jedoch ähnliche Rechte in Bezug auf die kommunale Selbstverwaltung besitzen (Bogumil & Holtkamp, 2013). Die Anzahl der ausgewählten Städte – insgesamt 99 – ist der Tabelle 2.1 zu entnehmen. Diese beherbergen zusammen ca. 26,74 Millionen Einwohner; dies entspricht etwa einem Drittel der Bevölkerung Deutschlands (Stand: 31.12.2013).

Recherche und Auswahl von Dokumenten zu Klimaschutz und Klimaanpassung

Für alle ausgewählten Städte wurden Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte recherchiert – vorrangig mittels Internetrecherche, bei der eine gängige Suchmaschine genutzt wurde. Dabei musste festgelegt werden, welche Dokumente als Untersuchungsmaterial der Inhaltsanalyse unterzogen werden sollten. Dazu wurden die stadt eigenen Definitionen von Klimaschutz und Klimaanpassung genutzt. Dies bedeutet, dass allen Veröffentlichungen der Städte zu beiden Themen Potenzial beigemessen wurde, die einen der beiden Begriffe im Titel der Publikation enthielten und die mit Bezeichnungen wie Konzept, Strategie oder anderen Synonymen (wie Plan, Fahrplan, Masterplan, Aktionsplan, Programm, Bericht, Gutachten) gepaart waren.

Beim Klimaschutz existiert häufig eine Konvergenz mit dem Begriff Energie – gemeint sind Titel wie „Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Bochum bis 2020“ – woraufhin für die Erfassung insbesondere älterer Veröffentlichung auch Energieberichte bzw. -konzepte sowie Bezeichnungen wie CO₂-Minderungskonzept berücksichtigt wurden, da dies mit der eingangs genannten Definition von Klimaschutz vereinbar ist.

Bei der Erfassung von Klimaanpassungsstrategien wurde ähnlich verfahren: Häufig ist der Begriff Anpassung zusammen mit Programm, Strategie, Aktionsplan oder Ähnlichem im Titel enthalten. Allerdings wurde hier der Rahmen für die Dokumentrecherche deutlich erweitert, indem bewusst Veröffentlichungen zum Thema Stadtklima berücksichtigt wurden. Dies lässt sich damit begründen, dass ein Hauptaugenmerk städtischer Anpassungskonzepte auf die Verbesserung des Stadtklimas, vor allem die Reduzierung sommerlicher Hitzebelastung als Klimawandelfolge, abzielt und zumindest der Begriff Klima im Titel enthalten ist.

Anders wurde mit Veröffentlichungen im Bereich Katastrophenschutz verfahren. Anstrengungen in diesem Handlungsfeld (beispielsweise Hochwasserschutz) könnten laut IPCC-Definition als Anpassungsmaßnahme gewertet werden, fließen in die vorliegende Untersuchung jedoch nicht ein, wenn sie von Seiten der Stadt nicht explizit als Anpassung an den Klimawandel, sondern als separate Konzepte veröffentlicht wurden.

Bei der Recherche wurde zunächst mit der Schlagwortkombination „Gemeinde-name + Stadt + Klimaschutz (bzw. Klimaanpassung)“ begonnen und aus allen Vorschlägen die offizielle Internetpräsenz der Kommune aufgerufen. Im Idealfall führte dies direkt zur passenden Seite, auf der die Kommune ihre Aktivitäten im Bereich Klimaschutz bzw. -anpassung kurz beschreibt und ein Konzept als Download zur Verfügung stellt. Im Falle einer ergebnislosen Suche wurden lediglich die ersten beiden Schlagworte genutzt, um auf die Startseite einer städtischen Internetseite zu gelangen. Hier wurde im Anschluss die Suchfunktion innerhalb der kommunalen Seiten genutzt, um Informationen zur kommunalen Klimapolitik zu finden. Führte dies zu keinem Ergebnis bzw. bot die Seite keine Suchfunktion an, wurde die Internetpräsenz semantisch grob durchsucht. Hier dienten übergeordnete Themen wie Energie, Umwelt(-schutz), Verkehr und Stadtplanung/-entwicklung als Orientierung (s.o.). Erst wenn auch diese Art der Suche zu keinem Ergebnis führte, wurde ein Konzept als nicht vorhanden vermerkt.

Zum Teil erwähnten Städte in ihrer Internetpräsenz zwar ein Konzept, stellten es aber nicht als Datei zur Verfügung. Diese Städte wurden per Telefon oder E-Mail kontaktiert, um weitere Informationen zu erhalten. Dies führte dazu, dass in manchen Fällen Zugang zum gesuchten Dokument ermöglicht oder aber der Bearbeitungsstatus eines Konzeptes übermittelt wurde. Falls eine die Stadt ein Konzept im Internet bereits ankündigte, es aber entweder noch nicht fertiggestellt, noch in der Abstimmungsphase oder aus anderen Gründen noch nicht veröffentlicht wurde, wurde der Status bei der Datenerhebung vermerkt. Eine inhaltliche Analyse des Konzeptes fand jedoch nicht statt. In einer ersten Recherche (Dierck, 2016) wurden verabschiedete Konzepte bis 31.03.2016 berücksichtigt⁴. Eine Nachrecherche erfolgte etwa ein Jahr später und berücksichtigte Dokumente bis zum 05.07.2017. Bei beiden Recherchen wurde dasselbe methodische Vorgehen umgesetzt.

Kategorienschema/Kodierleitfaden

Für die Untersuchung der Inhalte der recherchierten Konzepte wurde ein induktives zusammenfassendes Vorgehen gewählt, bei dem die Kategorien aus dem vorliegenden Material abgeleitet und nicht vorher durch ein Theoriekonzept festgelegt wurden (Mayring, 2010). Das Grundgerüst des Kategoriensystems wurde mittels einer Pilotstudie entwickelt. Dafür wurden aus der Grundgesamtheit der untersuchten Städte die 15 großen Großstädte als Stichprobe ausgewählt. Unter der Annahme, dass die dort vorliegenden Konzepte einen besonders großen Umfang aufweisen, konnten diese gut für einen zusammenfassenden Verallgemeinerungsprozess genutzt werden. Bei einer ersten Materialsichtung wurden erwähnte Handlungsfelder und die darin aufgezählten Maßnahmen zusammengetragen. In einem Zusammenfassungsverfahren wurden ähnlich klingende und thematisch zusammenpassende Maßnahmen gebündelt und den ebenfalls zum Teil zusammengefassten Handlungsfeldern zugeordnet.

⁴ Das vorliegende Kapitel ist in weiten Teilen eine gekürzte und aktualisierte Fassung von Dierck (2016).

Da die Begriffe Handlungsfeld und Maßnahme im Folgenden wichtige und oft genutzte Bezeichnungen sind, werden sie zur Einhaltung von Konsistenz und für ein besseres Verständnis kurz umschrieben: Unter Maßnahmen werden in der vorliegenden Untersuchung konkret formulierte Handlungen verstanden. Meist umfassen sie die Benennung eines Zielobjektes und eine Verbkonstruktion, die die geplante Tätigkeit am Zielobjekt beschreibt. Maßnahmen können je nach Art des Zielobjektes übergeordneten Handlungsfeldern zugeordnet werden. Handlungsfelder sind voneinander abgrenzbare Themenbereiche, die so gewählt sind, dass sie sich im Idealfall nicht überschneiden und alle Maßnahmen eindeutig jeweils einem Handlungsfeld zugeordnet werden können.

Für das Kodiersystem wurden die Unterkategorien (Maßnahmen) zunächst definiert, um die Trennschärfe zwischen ihnen als Gütekriterium einzuhalten bzw. um die Zuordnung einer Maßnahme zu einem übergeordneten Handlungsfeld zu erläutern. Um eine weitere Präzisierung vorzunehmen, wurden Kodierregeln aufgestellt, die als Entscheidungshilfen im Zweifelsfall dienen und für eine Folgeuntersuchung den Entscheidungspfad offenlegen.

Für die vorliegende Studie wurden jeweils alle auftretenden Formulierungen (zumindest sinngemäß), die in eine Unterkategorie fallen, gesammelt und eine extensionale Liste zusammengestellt (vgl. Diekmann, 2011: 591f). Weiterhin wurden Ankerbeispiele pro Unterkategorie zusammengestellt. Diese bezeichnen typische Textabschnitte und wurden als direkte Zitate gesammelt, um die Zuordnung zu einer Kategorie am Beispiel zu verdeutlichen.

Prinzipiell wurde das Material kapitel- bzw. absatzweise durchgearbeitet. Sofern Indikatoren für eine Unterkategorie identifiziert wurden, wurde, je nach Formulierung, die entsprechende Kodierung in einer Ergebnistabelle festgehalten. Dabei wurden pro Unterkategorie die Ausprägungen „vorhanden“ (Kodierung mit „x“), „vorhanden unter Vorbehalt“ (Kodierung mit „(x)“) und „nicht vorhanden“ (Kodierung mit „0“) unterschieden. Die Unterscheidung der Merkmalsausprägungen „vorhanden“ und „vorhanden unter Vorbehalt“ entspricht einer „harten“ und „weichen“ Einteilung. Unter die erste Wertung fallen eindeutige Formulierungen, die keinen Zweifel zulassen. Hingegen ermöglicht die zweite Merkmalsabstufung den Ausdruck von Unsicherheit, der bei Textstellen zur Anwendung kam, „[...] in denen der Sachverhalt zwar ganz offensichtlich gemeint ist, aber keine eindeutigen Indikatoren vorliegen“ (Früh, 1991: 104). Dieses Vorgehen eröffnet einerseits einen Interpretationsspielraum für den Kodierer und stellt andererseits eine möglichst hohe Validität sicher, da „weiche“ Aussagen nicht gänzlich ignoriert, ihre Interpretation durch die Codesammlung aber eingeschränkt werden.

Nach der Erzeugung des Kodiersystems anhand der vorliegenden Dokumente der 15 großen Großstädte in einem Vortest mit parallel ablaufender Kategorienrevision konnte eine Anwendung auf die restlichen Dokumente erfolgen. Da das Vorgehen induktiv war, mussten nachträglich auftauchende und bis dahin nicht berücksichtigte Aspekte in das bestehende Gerüst eingearbeitet werden. Im Falle einer bis dahin nicht erfassten Formulierung wurden lautgetreue Wortgruppen als Codes oder aber der Abschnitt als Paraphrase in die Codesammlung aufgenommen. Man könnte daher die Kategorien- und Kodiersysteme der vorliegenden Untersuchung als „dynamische“ Dokumente bezeichnen, die sich je nach Arbeitsfortschritt veränderten, weiterentwickelten und an die aktuelle Sachlage anpassten. Für die 15 großen Großstädte erfolgte daher am Ende eine Überprüfung der Kodierung mit dem angepassten Kodiersystem. Aus diesen Ergebnissen sollte der Stand der Städte in den Politikfeldern Klimaschutz und Klimaanpassung sichtbar werden.

Um die Häufigkeiten der (Unter-)Kategorien in Zahlen zu übersetzen, wurde zusätzlich ein Punktesystem verwendet. Dieses gibt für die Kodierungen folgende Punktvergabe vor: „x“ = 2, „(x)“ = 1 und „0“ = 0 Punkte. So konnte neben einer reinen Quantifizierung auch eine Gewichtung zwischen den Merkmalsausprägungen vorgenommen werden, da sich die Explizitheit von Formulierungen in der Punkteverteilung niederschlägt. Die Auswertung erfolgte zum einen auf Stadtebene, zum anderen auf Maßnahmenebene. Dafür wurde jeweils überprüft, wie viele Punkte eine Stadt bzw. Maßnahme im Vergleich zur jeweils möglichen Gesamtpunktzahl erhalten hatte. Bei der Ermittlung der jeweils möglichen Gesamtpunktzahl bedeutet dies auf Stadtebene, dass 100 % der Punkte erreicht sind, wenn alle Maßnahmen bzw. gebildeten Unterkategorien aus dem Kodierleitfaden im städtischen Konzept erwähnt werden. Beim Klimaschutz waren dies 23 Maßnahmen (d. h. maximal 46 Punkte), bei der Klimaanpassung 40 (bzw. maximal 80 Punkte). Auf Maßnahmenebene sagt die Maximalpunktzahl aus, dass die betrachtete Unterkategorie in allen untersuchten Konzepten vorhanden ist, wobei nur Städte, die überhaupt ein Konzept haben, bei dieser Auswertung berücksichtigt wurden. Dies waren beim Klimaschutz 98 Städte (d. h. maximal 196 Punkte), bei der Klimaanpassung 44 Städte (bzw. maximal 88 Punkte; vgl. Abschnitt 2.3.1). Mit diesem Vorgehen war das Aufstellen von Rangfolgen sowohl für die einzelnen Städte als auch für die Maßnahmen möglich.

2.3 Ergebnisse und Diskussion

2.3.1 Überblick: Wie verbreitet sind Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte in Deutschland?

Zuerst sollte untersucht werden, wie verbreitet Klimakonzepte oder -strategien in den ausgewählten Städten sind. Die Hauptergebnisse sind in Tabelle 2.1 zusammengefasst. Dabei wird nach Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten unterschieden sowie nach den drei Stadtgrößen. Die Zahlen belegen, dass Klimaschutzkonzepte (KSK) stärker verbreitet sind als Klimaanpassungskonzepte (KAK): 99 % aller untersuchten Städte haben ein KSK, aber nur 44 % ein KAK. Nur eine von 99 Städten hatte also bis Juli 2017 noch kein KSK vorzuweisen. Auf dem Internetportal dieser Stadtverwaltung finden sich jedoch einige Informationen zur Energieeinsparung und zur Förderung erneuerbarer Energie; ein Gesamtkonzept fehlt jedoch.

Somit spielt die Stadtgröße zum zweiten Erhebungszeitpunkt nur noch bei der Klimaanpassung eine Rolle. Hier heben sich die großen Großstädte deutlich ab: 80 % haben ein KAK veröffentlicht, während dies nur auf 49 % der kleinen Großstädte und auf 9 % der großen kreisfreien Mittelstädte zutrifft. Insgesamt können 44 Städte ein KAK vorweisen, wobei zu beachten ist, dass weitere Städte Klimaanpassungsaspekte in ihren KSK berücksichtigen (vgl. Tabelle 2.1). Wenn sich Klimaanpassung in diesen Dokumenten nicht deutlich im Titel des Konzeptes niederschlug, wurden diese jedoch nicht inhaltlich ausgewertet, da sie als Konzept oder Strategie nicht erkennbar waren.

Die hohe Dynamik im Bereich der kommunalen Klimapolitik zeigt sich bereits an den Veränderungen zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten: Zwischen April 2016, dem ersten Erhebungszeitpunkt, und Juli 2017, dem zweiten Erhebungszeitpunkt, haben drei kleinere Großstädte und vier größere Mittelstädte ein KSK verabschiedet, sodass in-

Städtische Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte

nerhalb dieses kurzen Zeitraums keine Tendenzen zwischen dem Vorhandensein eines KSK und der Stadtgröße mehr erkennbar sind. Im Bereich der Klimaanpassung haben eine große Großstadt, drei kleinere Großstädte und zwei größere Mittelstädte zwischen April 2016 und Juli 2017 ein KAK verabschiedet; mindestens sechs weitere Konzepte sind in Vorbereitung (vgl. Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1: Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte in den untersuchten Groß- und Mittelstädten (Stand der Datenerhebung: 05.07.2017).

Stadttyp/-größe	Gesamt	Städte mit Klimaschutzkonzept/-plan/-strategie (KSK)		Städte mit Klimaanpassungskonzept/-plan/-strategie (KAK)	
		bis 2008	nach 2008	bis 2015	nach 2015
Große Großstädte (mind. 500.000 Einwohner)	15	100 % 93 %, d. h. 14 KSK, erwähnen explizit Anpassungsaspekte	80 % (12 Städte) ein weiteres KAK in Vorbereitung		
Kleine Großstädte (mind. 100.000 bis <500.000 Einwohner)	61	98 % (60 Städte) 33 %, d. h. 20 KSK, erwähnen explizit Anpassungsaspekte	49 % (30 Städte) 5 weitere KAK in Vorbereitung		
Große und kreisfreie Mittelstädte (mind. 50.000 bis <100.000 Einwohner)	23	100 % 35 %, d. h. 8 KSK, erwähnen explizit Anpassungsaspekte	9 % (2 Städte)		
Summe	99	99 % (98 Städte)	44 % (44 Städte)		

Tabelle 2.2: Vorhandensein von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten in den untersuchten Groß- und Mittelstädten vor und nach der Verfügbarkeit von bundesweiten Förderprogrammen (Stand der Datenerhebung: 05.07.2017).

Stadttyp/-größe	Gesamt	Städte mit Klimaschutzkonzept/-plan/-strategie (KSK)		Städte mit Klimaanpassungskonzept/-plan/-strategie (KAK)	
		bis 2008	nach 2008	bis 2015	nach 2015
Große Großstädte (mind. 500.000 Einwohner)	15	7 (47 %)	8 (53 %)	11 (73 %)	1 (7 %)
Kleine Großstädte (mind. 100.000 bis <500.000 Einwohner)	61	27 (44 %)	33 (54 %)	25 (41 %)	5 (8 %)
Große und kreisfreie Mittelstädte (mind. 50.000 bis <100.000 Einwohner)	23	3 (13 %)	20 (87 %)	0 (0 %)	2 (9 %)
Summe	99	37 (37 %)	61 (62 %)	36 (36 %)	8 (8 %)

Um zu sondieren, welche Rolle bundesweite Förderprogramme möglicherweise für die Erstellung und damit für die Verbreitung solcher Konzepte spielen, wurde betrachtet, wie viele KSK vor 2008 und wie viele Anpassungsstrategien vor 2015 vorhanden waren. Die Jahreszahlen markieren den Beginn der entsprechenden Förderprogramme durch das Bundesumweltministerium. Eine Auswertung der Veröffentlichungsjahre der (Erst-) Konzepte zeigt, dass lediglich 37 % aller untersuchten Städte vor 2008 ein KSK und 36 % vor 2015 ein KAK besaßen (vgl. Tabelle 2.2). Das bedeutet, dass etwas mehr als ein Drittel der Städte ohne systematische Bundesförderung sowohl im Klimaschutz als auch in der

Klimaanpassung aktiv wurde, wobei die Aktivität mit steigender Stadtgröße zunimmt (vgl. Tabelle 2.2). Im Bereich des Klimaschutzes haben mittlerweile, d. h. ca. zehn Jahre nach Beginn der bundesweiten Förderung, fast alle untersuchten Städte ein KSK (vgl. Tabelle 2.1). Da das Bundesförderprogramm im Bereich der Klimaanpassung deutlich später startete, kann hier der Erfolg noch nicht abschließend bewertet werden. Bis Juli 2017 ist jedoch ein guter Zuwachs an Städten mit KAK zu verzeichnen (vgl. Tabelle 2.2). Zu beachten ist, dass die Rolle der Bundesförderung für beide Bereiche noch näher durch Interviews und Pfadanalysen (vgl. Kapitel 3) erforscht werden muss, um zu einer umfassenderen Bewertung zu kommen.

Dierck (2016) weist außerdem darauf hin, dass viele Städte bis zum ersten Erhebungszeitpunkt nur über ein KSK verfügten und keine Städte gefunden wurden, die nur ein KAK besitzen, d. h. jede Stadt, die eine Anpassungsstrategie veröffentlicht hat, besitzt auch ein KSK. Allerdings lässt sich nicht wie bei Reckien et al. (2014) verallgemeinert sagen, dass KSK stets früher als KAK veröffentlicht wurden. Die detaillierte Auswertung von Dierck (2016) zeigt, dass es in Deutschland durchaus Städte gibt (z. B. Karlsruhe), die sich dem Thema der Klimaanpassung früher gewidmet haben und erst in darauffolgenden Jahren ein KSK entwickelten.

2.3.2 Inhalte städtischer Konzepte und Strategien zum Klimaschutz

In einem nächsten Schritt wurden die Inhalte der Klimaschutzkonzepte (KSK) ausgewertet, die, wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, kodiert wurden. Innerhalb der Klimaschutzkonzepte wurden fünf Handlungsfelder identifiziert, denen insgesamt 23 verschiedene Maßnahmen (Unterkategorien) zugeordnet werden konnten. Die Handlungsfelder sind Energie, Stadtentwicklung, Wirtschaft, Verkehr und private Haushalte. Diese entsprechen allgemeinen kommunalen Handlungsbereichen und Aufgaben.

Insgesamt wurden die meisten Einzelmaßnahmen, d. h. sieben, im Bereich Verkehr identifiziert. Dies sind die Förderung der Elektromobilität im motorisierten Individualverkehr (MIV), der Ausbau oder die Optimierung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV), Radfahrkonzepte, Verkehrssteuerung, das Vorhandensein einer Umweltzone, die Ausweitung von Carsharing-Angeboten und die Umstrukturierung des Güterverkehrs. In den Bereichen Stadtentwicklung und Wirtschaft wurden jeweils fünf Maßnahmen unterschieden. Im Handlungsfeld Stadtentwicklung sind dies:

- Monitoringprogramme zur Maßnahmenüberwachung/ Zielerreichung (unabhängig vom European Energy Award (EEA; s. u.),
- die Nachverdichtung der Siedlungsstruktur,
- die energetische Optimierung durch Gebäudesanierung,
- höhere Standards beim Gebäudeneubau sowie
- Grünflächenschaffung/-aufwertung.

Zum Handlungsfeld Wirtschaft gehören folgende Maßnahmen:

- Klimaneutralität von Beschaffungen (verwaltungsintern),
- Projekte für Schlüsseltechnologien initiieren (auch: Wissenschaftsförderung),
- Beratung und Anreize für Unternehmen,
- neue Konzepte für Tourismus und Naherholung sowie
- neue Finanzierungsstrukturen.

Im Handlungsfeld Energie wurden vier Maßnahmen identifiziert, wobei die Teilnahme am European Energy Award (EEA) als eigenständige Maßnahme im Handlungsfeld

Energie gewertet wurde. Da an die Teilnahme ein kontinuierlicher Optimierungsprozess kommunaler Strukturen sowie eine Berichterstattung gebunden sind, wurde dies als zusätzlicher Aufwand einer Stadt im Bereich des Klimaschutzes (Energie) bewertet. Weitere Maßnahmen sind die Optimierung der Wärmeversorgung, vor allem der Ausbau und die Modernisierung der (Fernwärme-)Netze, der Ausbau von erneuerbaren Energien sowie Effizienzsteigerung und Energieeinsparung.

Schließlich wurden im Bereich privater Haushalte zwei Maßnahmen unterschieden: zum einen Aktionen und Anreize im Konsumbereich, zum anderen Angebote zur Bildung, Informationsbereitstellung oder Beratung (vgl. Dierck, 2016).

Alle Einzelmaßnahmen und ihre Häufigkeiten in den KSK sind der Abbildung 2.1 zu entnehmen. Für die dargestellte Rangfolge der einzelnen Maßnahmen ist die Maximalpunktzahl $P_{\max} = 196$ entscheidend, die sich ergibt, wenn eine Maßnahme in allen 98 KSK explizit erwähnt und mit zwei Punkten bewertet wurde (vgl. Abschnitt 2.2). Summiert man alle vergebenen Punkte und berechnet man den Anteil der Punkte pro Handlungsfeld, dann entfällt der höchste Anteil auf das Handlungsfeld Verkehr (25,6 %), gefolgt von den Bereichen Stadtentwicklung (23,1 %), Energie (19,8 %), Wirtschaft (19,3 %) und private Haushalte (12,2 %). Unter den Einzelmaßnahmen stechen in Abbildung 2.1 jedoch vor allem die Gebäudesanierung (aus dem Handlungsfeld Stadtentwicklung) sowie die Information, Beratung und Bildung der Bevölkerung aus dem Handlungsfeld „private Haushalte“ hervor. Diese beiden Maßnahmen waren mit jeweils einer Ausnahme in allen KSK zu finden. Es folgen zehn Maßnahmen, die jeweils mehr als 80 % der möglichen Punkte erreicht haben (vgl. Abbildung 2.1). Auffällig ist, dass sowohl die zweite Maßnahme im Bereich „private Haushalte“ (d. h. Anreize im Konsumbereich), als auch drei von vier Energiemaßnahmen in diesem oberen Bereich angesiedelt sind.

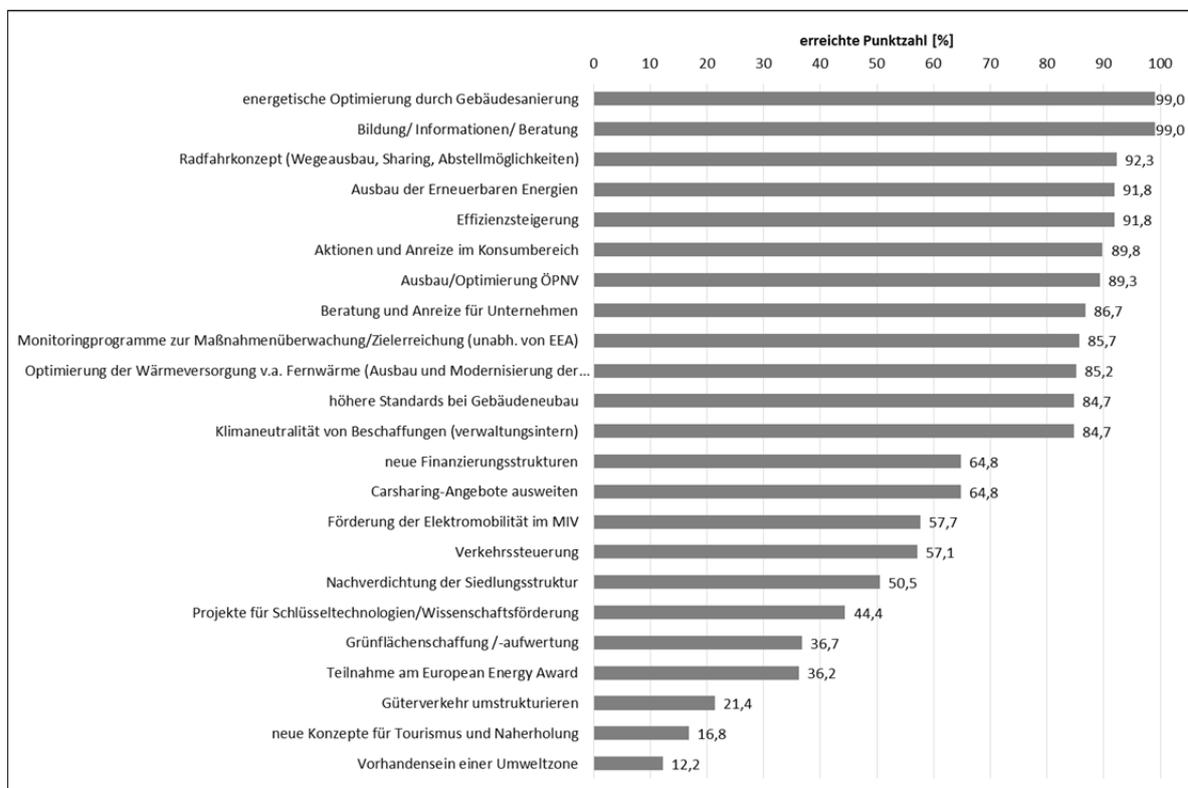


Abbildung 2.1: Geplante Maßnahmen in Klimaschutzkonzepten, -plänen oder -strategien von 98 Groß- und Mittelstädten in Deutschland (Stand der Datenerhebung: 05.07.2017).

Als häufigste Maßnahme aus dem Verkehrssektor sticht die Erstellung von Radfahrkonzepten hervor. Dies kann die Verbesserung und den Ausbau von Radwegen beinhalten, aber auch die Schaffung von Abstellmöglichkeiten für Fahrräder oder von Rad-Sharing-Angeboten. Ähnlich wichtig sind im Handlungsfeld Verkehr Verbesserungen im ÖPNV (mit 89,3 %, vgl. Abbildung 2.1). Auf die anderen Verkehrsmaßnahmen entfallen deutlich weniger Punkte, und das Vorhandensein einer Umweltzone ist insgesamt am seltensten in den Konzepten genannt, da diese Maßnahme vermutlich eher dem Bereich Luftqualität/Luftreinhaltung zugeordnet wird. Die Beratung von Unternehmen und das Setzen von Anreizen ist die am häufigsten geplante Maßnahme im Bereich Wirtschaft (vgl. Abbildung 2.1).

Insgesamt scheinen folgende Aspekte für die Popularität von Maßnahmen in den kommunalen KSK eine Rolle zu spielen (Dierck, 2016):

- Das Handlungsfeld liegt im kommunalen Kompetenzbereich.
- Die Maßnahmenumsetzung besitzt großes Potenzial für sichtbare, positive Veränderungen im Klimaschutz. Dier erklärt z. B. die hohe Priorität in den Bereichen Verkehr und Energie, die für die Reduktion von Treibhausgasemissionen besonders wichtig sind.
- Die Investition ist (im Vergleich zu anderen möglichen Maßnahmen) kostengünstig, z. B. die Entwicklung eines Radwegkonzeptes.
- Durch die Umsetzung entstehen Einsparungen, die den kommunalen Haushalt entlasten, d. h. die Maßnahme amortisiert sich. Dies ist beispielsweise bei vielen Energieeffizienzmaßnahmen der Fall.
- Es gibt Gesetze, Initiativen oder Förderprogramme durch den Bund, wie z. B. die Förderung der Gebäudedämmung durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).
- Es gibt positive Nebeneffekte für andere Bereiche und/oder die Bevölkerung, z. B. stärkt Radfahren im Allgemeinen die körperliche Aktivität und die Gesundheit.
- Schließlich ist die Akzeptanz einer Maßnahme durch die Bevölkerung eine wichtige Größe, die die Umsetzung begünstigt.

Betrachtet man, wie viele der insgesamt 23 unterschiedenen Maßnahmen in einem städtischen Konzept vorhanden sind, kann man eine Rangfolge der untersuchten Städte erstellen. Von den großen Großstädten weisen die KSK von Berlin, Köln und Essen mindestens 20 (von 23) Maßnahmen auf und erhielten mehr als 85 % aller möglichen Punkte. Bei den kleinen Großstädten trifft dies auf Darmstadt, Bottrop und Erfurt zu, bei den großen und kreisfreien Mittelstädten nur auf Kempten. Der Median der erreichten Punktzahl beträgt bei den großen Großstädten 74 % (Mittelwert 73 %), bei den kleinen Großstädten 64 % (Mittelwert 66 %) sowie bei den großen und kreisfreien Mittelstädten 65 % (Mittelwert 67 %).

Damit deutet sich an, dass trotz der weiten Verbreitung von KSK die Stadtgröße in Bezug auf den Umfang der geplanten Klimaschutzmaßnahmen weiterhin eine Rolle spielt. Dies bedarf jedoch detaillierter Untersuchungen, wie sie in Kapitel 3 für Potsdam und Würzburg durchgeführt wurden. Für die Klassifizierung der Städte als Vorreiter (Nachahmer und Nachzügler) müssen noch weitere Kriterien betrachtet werden, z. B. der Zeitpunkt der Veröffentlichung des ersten Konzeptes, die Ambitionen bei den CO₂-Minderungszielen, die Aktualisierung und Umsetzung der Konzepte sowie die Vorbildfunktion des KSK für andere Städte. Diese Vorbildfunktion wird oft über die Aktivität in nationalen und internationalen (kommunalen) Netzwerken sichtbar, in denen Städte ihre

Konzepte und Erfahrungen austauschen und somit auch voneinander lernen können. Daher wurde bei der Auswertung auch festgehalten, ob die untersuchten Städte Mitglied im Klimabündnis und wann sie diesem größten europäischen Städte-Netzwerk beigetreten sind. Insgesamt waren im April 2016 80 der 99 untersuchten Städte Mitglied im Klimabündnis, wobei mit 93 % der höchste Anteil in der Gruppe der großen Großstädte zu finden ist. Kleine Großstädte weisen zu 87 % und große kreisfreie Mittelstädte zu 52 % eine Mitgliedschaft auf (vgl. Dierck, 2016). Lediglich die Städte Berlin, Frankfurt am Main und Freiburg sind bereits seit dem Gründungsjahr des Bündnisses (1990) Mitglieder. Die meisten anderen Städte traten im Verlauf der 1990er Jahre bei und acht Städte erst ab 2004, wobei Braunschweig mit dem Beitrittsjahr 2013 das jüngste Mitglied unter den untersuchten Städten ist (vgl. Dierck, 2016).

Das Klimabündnis ist als Verein organisiert und wirbt damit, dass er seine Mitglieder berät, Bilanzierungs-Tools und Publikationen zur Verfügung stellt, (inter-)nationale Projekte initiiert (und damit Fördermittel zugänglich macht) und ein Forum zum Austausch bietet, bei dem insbesondere best-practice-Beispiele präsentiert werden. Die Finanzierung erfolgt über einen jährlichen Mitgliederbeitrag, der mit 0,0073 Euro pro Einwohner von der Größe einer Kommune abhängt (Klimabündnis, o. J.). Möglicherweise sind es diese Kosten, die vor allem viele Mittelstädte daran hindern, dem Klimabündnis beizutreten. Vielleicht ist den Städten der Nutzen einer Mitgliedschaft nicht klar, obwohl eine Optimierung der kommunalen Klimaschutzaktivitäten, die durch das Klimabündnis erleichtert wird, zu einer Entlastung des Haushaltes beitragen kann (Kind et al., 2013). Dieses Beispiel zeigt bereits, dass die Typisierung der Klimaschutzpolitiken von Städten und die Identifikation von Vorreiterstädten komplexer sind und über die vorliegende Analyse hinausgehen. Sie sind daher Bestandteile des Arbeitsprogramms 2018-2021 (vgl. Kapitel 6).

2.3.3 Inhalte städtischer Konzepte und Strategien zur Klimaanpassung

Bis Juli 2017 hatten 44 von 99 Städten, d. h. 44 %, einen Klimaanpassungsplan oder eine Anpassungsstrategie entwickelt; in sechs weiteren Städten ist ein Plan in Entwicklung (vgl. Tabelle 2.1). Damit standen 44 Dokumente zur inhaltlichen Auswertung zur Verfügung. Neben eigenständigen Klimaanpassungskonzepten wurden auch KSK ausgewertet, die eine eindeutige Zweiteilung aufweisen und den Bereich Klimaanpassung abdecken. Dies muss aus dem Titel oder dem Inhaltsverzeichnis des Konzeptes hervorgehen und ist für Bonn, Chemnitz, Duisburg, Mülheim a. d. Ruhr, Nürnberg und Würzburg der Fall.

Wie im Bereich Klimaschutz sollen zunächst die identifizierten Handlungsfelder mit den zugehörigen Maßnahmen aus Dierck (2016) vorgestellt werden. Insgesamt wurden neun Handlungsfelder mit insgesamt 40 Einzelmaßnahmen identifiziert und damit weitaus mehr als im Bereich Klimaschutz (vgl. Abbildung 2.1 und Abbildung 2.2).

Die meisten Einzelmaßnahmen ergeben sich für den Bereich Katastrophenschutz, der neun Unterkategorien aufweist: das Monitoring von Risikogebieten, die Verstärkung von technischen/strukturellen Hochwasserschutzanlagen, der Ausbau von Frühwarnsystemen, die Erarbeitung von Notfallplänen, die Verstärkung von Einsatzkräften durch Ehrenamt- und Nachwuchsförderung, die Gefahrenabwehr bei Bodenerosion, die Verbesserung der Risikokommunikation, die Förderung und Erhöhung der Eigenvorsorge sowie die Umsetzung der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL; EU, 2007). Da letztere mit einem kontinuierlichen Prozess mit zyklischen Aktualisierungen

und Berichterstattungen verbunden ist, wurde dies – analog zum EEA – als eigenständige Maßnahme bewertet.

Im Handlungsfeld Gesundheit wurde sechs Einzelmaßnahmen unterschieden: Anpassungsmaßnahmen in Pflegeeinrichtungen, die Überwachung von (Infektions-) Krankheiten, das Monitoring neuer Allergene und Neobiota/Neophyta, die Erhöhung des Arbeitsschutzes, die Ausweitung der Trinkwasserversorgung sowie die Erstellung und Verbreitung von Informationsmaterial für die Bevölkerung.

Die Handlungsfelder Bauwesen sowie Verkehr und Infrastruktur wurden in jeweils fünf Maßnahmen gegliedert. Diese sind im Bauwesen:

- Integration von Klimaaspekten in Bebauungspläne und Wettbewerbsverfahren,
- Sicherung von Kaltluftentstehungsflächen/-schneisen,
- Dächer- und Fassadenbegrünung,
- Gebäudeschutz vor weiteren extremen Wetterereignissen (alles außer Hitze) und
- Wärmeschutz an Gebäuden.

Zum Feld Verkehr und Infrastrukturen gehören folgende Maßnahmen:

- Ausbau der technischen Straßen-/Anlagenentwässerung,
- Optimierung der Kanalisation,
- Hitzeanpassung von Straßenbelägen,
- Anpassungen im ÖPNV sowie
- Ausweitung des Winterdienstes.

Im Bereich der Wasserwirtschaft wurden vier Maßnahmen identifiziert: die Erstellung eines Regenwasserkonzepts, der Schutz und die Renaturierung von Oberflächengewässern, ein Grundwassermanagement sowie die Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; EU, 2000), für die dasselbe gilt wie für die Teilnahme am EEA und die Umsetzung der HWRM-RL.

Auch im Handlungsfeld Wirtschaft wurden vier Maßnahmen unterschieden, und zwar Anpassungen für Industrieanlagen, Anpassungen im Tourismus, in der Forstwirtschaft und in der Landwirtschaft.

Den Feldern „Grün- und Freiflächen“ sowie „Biodiversität und Naturschutz“ konnten jeweils nur noch drei Maßnahmen zugeordnet werden: die Pflege und Erweiterung der Stadtbegrünung inkl. Anpassung durch (geänderte) Auswahl von Arten, die Neuschaffung von Grün- und Freiflächen und die Freiraumvernetzung bzw. das Wasser-/ Schutzmanagement für Moore und Feuchtgebiete, die Schaffung von Biotopverbundsystem und das Monitoring von Neobiota.

Das Handlungsfeld Öffentlichkeitsarbeit wurde schließlich als Einzelmaßnahme bewertet, da eine weitere Unterteilung nicht sinnvoll möglich erschien, zumal bestimmte Bereiche wie Risikokommunikation oder Informationsmaterial im Bereich Gesundheit schon in anderen Handlungsfeldern berücksichtigt wurden (s. o.).

Alle Einzelmaßnahmen und ihre Häufigkeiten in den KAK sind der Abbildung 2.2 zu entnehmen. Für die dargestellte Rangfolge der Einzelmaßnahmen ist – analog zu den KSK – die Maximalpunktzahl $P_{\max} = 88$ entscheidend, die erreicht wird, wenn eine Maßnahme in allen 44 KAK explizit erwähnt und mit zwei Punkten bewertet wurde (vgl. Abschnitt 2.2). Summiert man alle vergebenen Punkte und berechnet den Anteil der Punkte pro Handlungsfeld, dann entfällt der höchste Anteil auf das Handlungsfeld Bauwesen (21,4 %), gefolgt vom Katastrophenschutz (18,8 %), Grün- und Freiflächen (13,3 %), Wasserwirtschaft (10,6 %), Gesundheit (9,7 %), Infrastruktur und Verkehr (9,2 %), Wirtschaft (8,1 %), Biodiversität und Naturschutz (5,3 %) sowie Öffentlichkeitsarbeit (3,6 %). Unter

den Einzelmaßnahmen stechen in Abbildung 2.2 vor allem die Maßnahmen im Bauwesen und im Bereich der Grün- und Freiflächen hervor: Vier (von fünf) Maßnahmen im Bereich Bauwesen erreichen mehr als 80 % der Punkte; gleiches gilt für zwei (von drei) Maßnahmen zu Grün- und Freiflächen. Diese Aktivitäten wirken insbesondere der städtischen Überwärmung entgegen (vgl. Abbildung 1.1) und ihre Umsetzung liegt klar in kommunaler Hand.

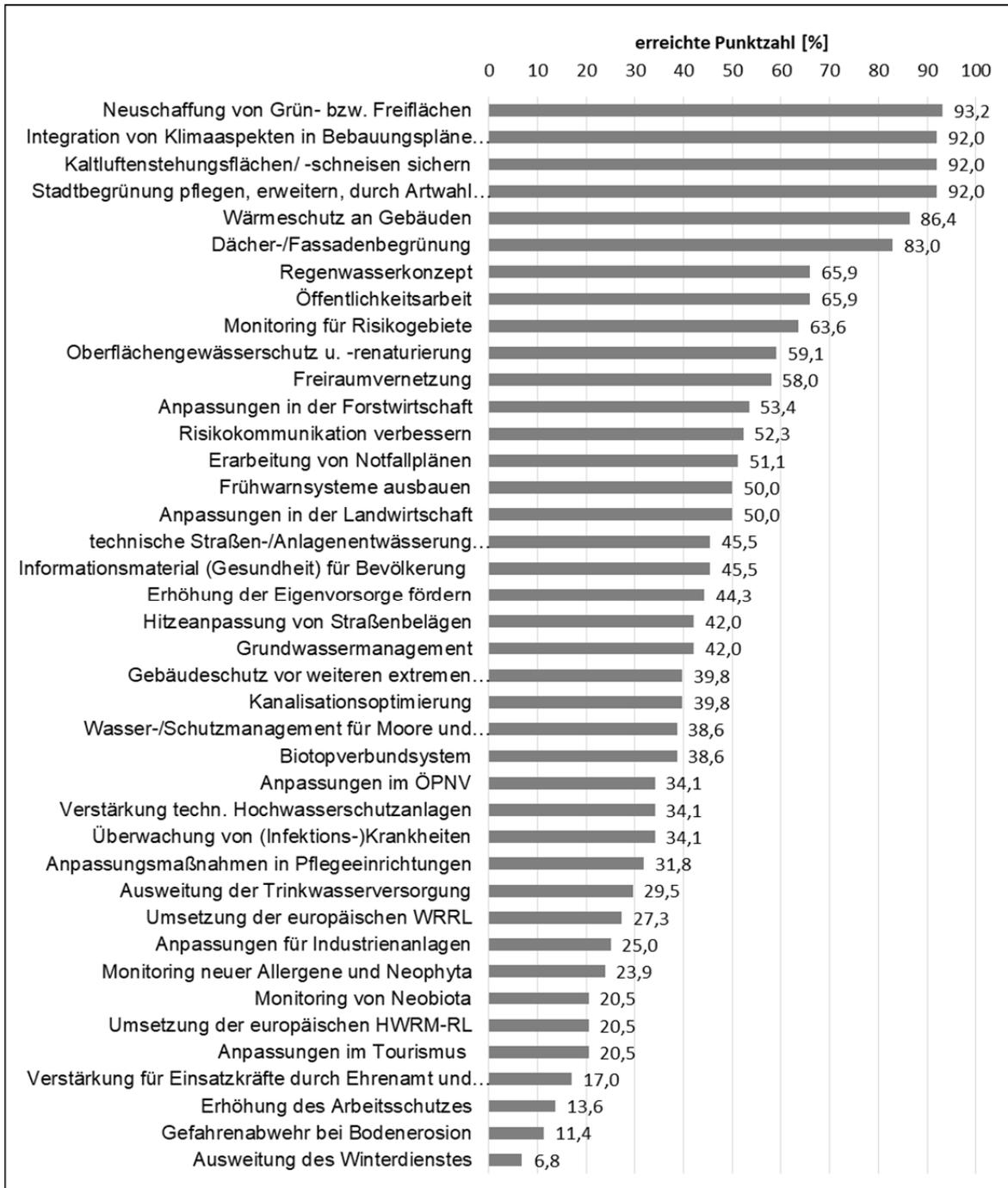


Abbildung 2.2: Geplante Maßnahmen in Klimaanpassungskonzepten, -plänen oder -strategien von 44 Groß- und Mittelstädten in Deutschland (Stand der Datenerhebung: 05.07.2017).

Aus dem Handlungsfeld Wasserwirtschaft ist die Optimierung der Regenwasserbewirtschaftung mit ca. 66 % die häufigste Maßnahme. Gleichauf liegen die Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit sowie das Monitoring für Risikogebiete aus dem Feld des Katastrophenschutzes. Weitere Maßnahmen aus dem Katastrophenschutz, wie die Verbesserung der Risikokommunikation, die Erarbeitung von Notfallplänen oder der Ausbau von Frühwarnsystemen werden hingegen in nur ca. 50 % der Pläne erwähnt (vgl. Abbildung 2.2). In etwa 45 % der Pläne soll im Bereich Gesundheit Informationsmaterial für die Bevölkerung erstellt und die Eigenvorsorge gestärkt werden. Dies steht im Gegensatz zum Bereich „Klimaschutz“, in dem Bildung, Information und Beratung der Bevölkerung eine dominierende Rolle spielen (vgl. Abbildung 2.1).

Insgesamt scheint der Gesundheitssektor in der Klimaanpassung bislang eher vernachlässigt zu werden. Nur ca. ein Drittel der Pläne sieht Anpassungsmaßnahmen in Pflegeeinrichtungen vor oder plant eine Überwachung von (Infektions-)Krankheiten (vgl. Abbildung 2.2). Dies steht im Gegensatz zu der hohen Priorität, die der Schutz der menschlichen Gesundheit in Dokumenten der EU, des Bundes und vom Deutschen Städtetag erhält (vgl. Abschnitt 2.1). Allerdings sind bisweilen Zusammenhänge zwischen Klimawandelfolgen und tatsächlichen Auswirkungen auf die Gesundheit nur schwer nachweisbar (vgl. UBA, 2015). Zu viele Faktoren wie beispielsweise ein gesellschaftlicher Wandel beeinflussen Gesundheitsstatistiken, sodass beispielsweise die mit Hitzeperioden einhergehende Übersterblichkeit, d. h. eine überdurchschnittlich hohe Sterberate, nur schwer zu erfassen ist. Gleiches gilt für die Zunahme von Allergien durch die Ausbreitung von Ambrosia oder ähnlichen möglichen Veränderungen durch den Klimawandel.

Im Vergleich zum Klimaschutz liegen also in der Klimaanpassung nicht nur mehr Handlungsfelder und Einzelmaßnahmen vor, auch die Planung ist heterogener und unsicherer. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Konzepte zur Anpassung an den Klimawandel die lokalen Gegebenheiten, mikroklimatische Bedingungen und spezielle Gefährdungslagen (z. B. die Lage an einem Fluss oder an der Küste) berücksichtigen müssen und allgemein sinnvolle Maßnahmen schwerer zu identifizieren sind als im Klimaschutz. Dies schränkt die Übertragbarkeit von Konzepten deutlich ein und stellt die Verbreitung von KAK vor eine besondere Herausforderung. Der Gesundheitsbereich zeigt, dass fehlende Planungen (und Ressourcen) in den Kommunen zu mangelnder Vorsorge führen könnten, da die tatsächlichen Entwicklungen nicht abschätzbar und Investitionen zu unsicher sind. Dies stützt die These, dass Klimaanpassung vor allem ein reaktiver Prozess ist (Reckien et al., 2015). Um das Gesundheitswesen adäquat an zukünftige Entwicklungen anzupassen, müssten Vulnerabilitätsstudien einbezogen und ein gewisses Maß an Ungewissheit akzeptiert werden (Füssel & Klein, 2004).

Um (hohe) Fehlinvestitionen zu vermeiden, finden sich in den KAK daher viele Maßnahmen, die wenig kosten und auch ohne gravierende Klimafolgen einen positiven Effekt haben. Beispielsweise führt eine verbesserte Risikokommunikation zu einer besseren Risikowahrnehmung in der Bevölkerung, welche unabhängig von Klimawandelfolgen sinnvoll ist (Bittner et al., 2009). Insbesondere in den Bereichen Katastrophenschutz und Grün-/Freiflächen scheint dort Vorsorge stattzufinden, wo die Gefahr einer Fehlinvestition aufgrund unsicherer Projektionen sehr gering ist. Diese Verfahren werden häufig als no-regret-Maßnahmen bezeichnet, da ihre Umsetzung unabhängig von Unsicherheiten bei Klimaänderungen empfehlenswert ist (de Bruin et al., 2009: 28). Dies trifft sicherlich auf Maßnahmen zum verbesserten Umgang mit extremen Wetterereignissen sowie auf die Reduzierung der städtischen Überwärmung zu. Zudem lassen sich z. B. bei der Stadtbegrü-

nung Synergieeffekte mit anderen Bereichen wie dem Klimaschutz, der Luftqualität und Lärmbelastung erzielen.

Wie in Abschnitt 2.3.2 kann auch im Bereich Klimaanpassung eine Reihung der Städte vorgenommen werden. Hierzu werden pro Konzept alle Punkte aufsummiert und in Bezug zur Maximalpunktzahl $P_{\max} = 80$ gesetzt, die erreicht wird, wenn in einem KAK alle 40 aufgestellten Einzelmaßnahmen (vgl. Abbildung 2.2) explizit erwähnt sind. Aufgrund der gerade genannten Heterogenität und Regionalität der KAK erreichen deutlich weniger Städte mehr als 85 % aller möglichen Punkte, nämlich nur die kleinen Großstädte Karlsruhe und Jena. Der Median der erreichten Punktzahl beträgt bei den 12 großen Großstädten mit einem KAK 59 % (Mittelwert 59 %), bei den 30 kleinen Großstädten 31 % (Mittelwert 39 %) sowie bei den beiden großen und kreisfreien Mittelstädten mit einem KAK 53 %. Damit deutet sich an, dass die Stadtgröße auch in Bezug auf den Umfang der geplanten Klimaanpassungsmaßnahmen eine Rolle spielt. Dies bedarf jedoch weiterer Untersuchungen. Dies gilt ebenso für die Identifizierung von Vorreitern, Nachahmern und Nachzügler, da insbesondere bei der Klimaanpassung berücksichtigt werden muss, wie sehr eine Stadt möglichen Klimafolgen ausgesetzt ist. Daher sollen die bisherigen Auswertungen u. a. um Angaben zur Exposition und zu Schadenserfahrungen erweitert werden (vgl. Kapitel 6).

Trotz der starken regionalen Besonderheiten von Klimaanpassungskonzepten fördern vermutlich städtische Netzwerke und Erfahrungsaustausch auch die Erstellung (und Umsetzung) von KAK. Als Äquivalent zum Klimabündnis (vgl. Abschnitt 2.3.2) wurde im Bereich Klimaanpassung die Mitgliedschaft von Städten im Netzwerk „Mayors Adapt“ von Dierck (2016) untersucht. Insgesamt waren im April 2016 zehn der 99 untersuchten Städte Mitglied in diesem Netzwerk, davon fünf große Großstädte (33 %), vier kleine Großstädte (7 %) und Worms als einzige große und kreisfreie Mittelstadt (4 %). Acht der zehn Städte sind seit Beginn der Initiative 2014 Teil des Netzwerks (vgl. Dierck, 2016). Auch dies belegt, dass der Politikbereich Klimaanpassung in der Beachtung und Bedeutung in den Städten zurückliegt.

2.4 Fazit

Die Auswertung von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten (KSK bzw. KAK) von 99 Groß- und Mittelstädten in Deutschland zeigt, dass KSK mittlerweile nahezu in allen Städten vorhanden sind, während KAK nicht einmal in der Hälfte der untersuchten Städte zu finden sind. Die geplanten KSK-Maßnahmen betreffen vor allem die Handlungsfelder Energie, Verkehr und Öffentlichkeitsarbeit (d. h. Bildung, Information und Beratung der Bevölkerung). Im Vergleich zum Bereich der Klimaanpassung sind die KSK-Maßnahmen auf weniger Handlungsfelder und Einzelmaßnahmen beschränkt. Die Klimaanpassung berührt hingegen deutlich mehr Handlungsfelder und die in den KAK identifizierten Einzelmaßnahmen sind vielfältiger, kontextabhängiger und durchweg weniger verbreitet. Auffällig ist zudem eine Abhängigkeit der KAK von der Stadtgröße: Während 80 % der großen Großstädte bereits über eine Klimaanpassungsstrategie verfügt, trifft dies zum Erhebungszeitpunkt nur auf 49 % der kleinen Großstädte und auf 9 % der größeren (kreisfreien) Mittelstädte zu. Beim Klimaschutz ist diese Abhängigkeit nicht mehr stark sichtbar.

Klimaanpassung ist nicht nur ein jüngeres Politikfeld, sondern steht auch vor der Herausforderung, dass die Maßnahmen zu den naturräumlichen Gegebenheiten und Gefährdungen der Stadt passen müssen, um Fehlanpassungen und Fehlinvestitionen zu vermeiden. Städtische Ressourcen, Zugang zu wissenschaftlichen Partnern und Städtenetzwerken und die Teilnahme an Pilotprojekten sind vermutlich wichtige Faktoren, die helfen, eine gute Klimaanpassung für eine Stadt zu entwickeln und mit unsicheren Klimaprojektionen umzugehen. Diese Herausforderungen erschweren – im Vergleich zum Bereich Klimaschutz, in dem es mehr universelle Maßnahmen gibt (Gebäudedämmung, Förderung erneuerbarer Energien, Energieeinsparkonzepte etc.) – sicherlich die Übertragbarkeit von Konzepten zwischen verschiedenen Städten. Inwieweit dies dennoch gelingen kann, ist Gegenstand der Forschungsphase des Projektes ExTrass (vgl. Kapitel 6).

3 Fallstudienanalyse: Entwicklungspfade von Potsdam und Würzburg

Kristine Kern, Stefan Niederhafner, Inga Stumpp

3.1 Einführung

Im Zentrum des IRS-Teilprojektes stand die Untersuchung der Entwicklung in den beiden am Projekt beteiligten Fallstudienstädten Würzburg und Potsdam. Hier ging es im Rahmen des Definitionsprojektes zunächst um eine Bestandsaufnahme der Rahmenbedingungen in den beiden Städten sowie deren Strategien in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung (z. B. das Integrierte Klimaschutzkonzept der Stadt Potsdam). In einem zweiten Schritt wurde nach den begünstigenden (und hemmenden) Faktoren für diese Entwicklung gefragt. Im Mittelpunkt stand dabei die Bedeutung von Schlüsselakteuren und -ereignissen (insbesondere Extremwetterereignissen wie Starkregen und Hitzewellen) für die Anpassungs- und Transformationspfade in den beiden Fallstudienstädten. Von Interesse war in diesem Zusammenhang auch die Frage, ob und welche Unterschiede im Vergleich mit den in der Forschung (gerade bei Fallstudien) häufig im Mittelpunkt stehenden Großstädten erkennbar sind.

Im Rahmen dieser Vorstudie wurden die Vergangenheit der beiden Städte (z. B. deren historische Entwicklung), ihre materielle Gegenwart (z. B. Bevölkerungsentwicklung, finanzielle Ressourcen, Infrastruktur) und ihre Zukunftsvisionen (z. B. klimaneutrale Stadt bis 2050) betrachtet. Dabei ging es auch um die Geschwindigkeit und die Intensität von Prozessen, durch die neue Politikansätze entstehen und sich etablieren (oder auch wieder verworfen werden). Die Pfadanalysen, deren Durchführung in enger Kooperation mit den beiden Fallstudienstädten erfolgte, wurden zunächst konzeptionell vorbereitet und operationalisiert. Sie basieren vor allem auf Dokumentenanalysen und Experteninterviews.

Der globale Klimawandel ist ein vertracktes Problem (*wicked problem*) (Head & Alford, 2015), für das von der globalen bis zur lokalen Ebene adäquate Lösungen gefunden werden müssen. Dabei handelt es sich beim Klimawandel um einen schleichenden Prozess, der aber zunehmend von disruptiven Ereignissen (wie z. B. Starkregen) begleitet wird. Während Städte im Hinblick auf schleichende Prozesse vor allem in Bezug auf ihre Vulnerabilität und deren lokale Wahrnehmung voneinander abweichen, sind die Unterschiede bei disruptiven Ereignissen zwischen betroffenen und nicht betroffenen Städten erheblich größer. Darüber hinaus weisen disruptive Ereignisse nicht nur räumliche und zeitliche, sondern auch kontextspezifische Differenzen auf. Da schnelles Handeln und abrupter Wandel eher bei disruptiven Ereignissen zu erwarten ist, hat sich die Forschung bislang auf solche Konstellationen konzentriert.

Auf der konzeptionellen Ebene bieten sich mehrere Ansätze zur Analyse der städtischen Klima-Governance und zur Pfadentwicklung von Klimaschutz und -anpassung in

Städten an. Adaptive Governance berücksichtigt die Komplexitäten und Unsicherheiten sozial-ökologischer Systeme und betont die Notwendigkeit neuer Governance-Formen, die durch Flexibilität, Lernen, Ko-Management und polyzentrische Netzwerke gekennzeichnet sind (Olsson et al., 2004; Boyd & Juhola, 2015). Da es nie vollkommene Informationen zu allen Variablen, die komplexe Ökosysteme beeinflussen, geben kann, ist proaktives Handeln und das Vorsorgeprinzip ein essenzieller Bestandteil adaptiver Governance.

Dies schließt auch die Bestimmung von kritischen Wendepunkten (*tipping points*) und Transitionen ein (Scheffer, 2009). In der Transitions- und Transformationsforschung wurden vielfältige Forschungsansätze entwickelt, durch die diese Prozesse, die sich auf verschiedenen Ebenen abspielen und miteinander interagieren, analysiert werden können. Dabei steht die Frage im Mittelpunkt, wie sich Innovationen, die sich in Nischen entwickelt haben, auf das Handlungsregime auswirken und zu umfassenden Systemtransformationen führen (Geels, 2011).

In der Diskussion zu Risiko-Governance wird die Frage thematisiert, wie Governance in Situationen möglich ist, die durch komplexe Probleme, Unsicherheiten und Ambiguitäten bei der Entscheidung gekennzeichnet sind. Der Ansatz der Risiko-Governance weist gewisse Parallelen zu neueren Managementkonzepten auf, die unter dem Stichwort VUCA (*Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity*) diskutiert werden. Hier geht es vor allem um die organisationale Perspektive und die Frage, wie in einer „VUCA-Welt“ die Performanz von Organisationen erhalten und verbessert werden kann und wie sich Führung vor diesem Hintergrund verändern muss. Dies erfordert die Restrukturierung von Organisationen, die in der Lage sein müssen, völlig unbekannte Situationen selbst dann zu meistern, wenn Kausalbeziehungen unklar sind und entscheidungsrelevante Informationen fehlen (Bennet & Lemoine, 2014).

Die Katastrophenforschung konzentriert sich auf disruptive Ereignisse, die (wie z. B. Erdbeben, Hochwasser oder Öltanker-Unfälle) Todesopfer fordern, Eigentum zerstören und Umweltschäden hervorrufen können (Tierney, 2007; Allemanno, 2011). Katastrophen-Governance ist ein neuerer Ansatz, der sich auf aktuelle Diskussionen zur polyzentrischen Mehrebenen-Governance stützt. Untersucht werden z. B. die Unterschiede zwischen den einzelnen Phasen eines Gefährdungszyklus oder die Defizite fehlender Integrationsmechanismen in einer Katastrophensituation. Entscheidend für den Erfolg von Katastrophen-Governance gelten soziale und ökonomische Strukturen sowie das Verhältnis zwischen Staat und Zivilgesellschaft (vgl. Tierney, 2012).

Für Pfadanalysen ist zunächst das aus der Ökonomie stammende Konzept der Pfadabhängigkeit relevant, welches Pierson (2004) für die Politikwissenschaft fruchtbar gemacht hat. Ausgangspunkt bei diesem Ansatz ist das Wechselverhältnis zwischen wichtigen Ereignissen (*crucial events*) und den daraus resultierenden Folgen für den weiteren Verlauf (*sequences*) in einem bestimmten Politikbereich. Relevant sind zudem die Ansätze zum Agenda-Setting und zur Bedeutung von Schlüsselereignissen und Schlüsselakteuren (*policy entrepreneurs*) für die Entstehung von Politikfenstern (*policy windows*) (Kingdon, 1984) und den daraus resultierenden Politikwandel. Dabei wird angenommen, dass sich durch den Eintritt einer Katastrophe, die Auswirkungen auf die politische Agenda hat, ein Politikfenster öffnet, was politische und soziale Veränderungen zur Folge haben kann (z. B. die Verschärfung von technischen Standards oder den Aufbau einer neuen Organisation), insbesondere wenn das Thema von den Medien aufgegriffen wird (Birkland & Warnement, 2014; Spohr, 2016). Während in der Soziologie die Untersuchung des Sozialverhaltens nach disruptiven Ereignissen im Mittelpunkt steht (von spontaner Solidarität bis

hin zu Plünderungen), konzentriert sich die Diskussion in der Politik- und Verwaltungswissenschaft vor allem auf die Analyse von sogenannten fokussierenden Ereignissen (*focusing events*) wie z. B. Erdbeben oder Tankerunfällen (Birkland, 1997, 2007).

Im Projekt wurde daher zunächst davon ausgegangen, dass Extremwetterereignisse (insbesondere Starkregen und Hitzewellen) fokussierende Ereignisse darstellen und dass sich dadurch ein Politikfenster öffnet, das schnelle Anpassungsmaßnahmen ermöglicht, da solche Ereignisse hohe Schäden verursachen können. Zudem spielen Schlüsselakteure aus Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft bei diesen Prozessen eine ganz entscheidende Rolle. Schlüsselakteure vermitteln nicht nur Informationen (z. B. Wissenschaftler), sondern initiieren, beschleunigen und unterstützen auch Wandlungsprozesse (z. B. Oberbürgermeister, Geschäftsführer der kommunalen Stadtwerke und kommunale Klimaschutzmanager) (Europa-Universität Flensburg et al., 2018).

Zwar dominiert in der Literatur die Beschreibung disruptiver Ereignisse und des daraus resultierenden abrupten Politikwandels, es kann jedoch auch ohne Schlüsselereignisse zu Veränderungsprozessen kommen. Dies zeigen gerade die Vorreiterstädte im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung. Vorreiterstädte, die integrierte Klimaschutzstrategien entwickelt haben, zeichnen sich in der Regel durch hohe Handlungskapazitäten aus. Genannt werden hier in der Literatur vor allem steigende Bevölkerungszahlen, eine gute ökonomische Situation, der politische Einfluss von grünen und alternativen Parteien sowie eine starke Zivilgesellschaft. Gesteigert werden können die Handlungskapazitäten zudem durch die Einbindung in nationale und internationale Netzwerke (Kern & Bulkeley, 2009; den Exter et al., 2015; Reckien et al., 2015, 2018) sowie die Existenz nationaler und regionaler Förderprogramme (siehe Stecker et al., 2012; Graf et al., 2018). Umgekehrt können unsichere Aussagen über Klimafolgen die Klimapolitik, unzureichende Ressourcen (z. B. Finanzmittel, Personal), mangelnde Unterstützung durch Politik und Verwaltung und gesetzliche Vorgaben die städtische Klimapolitik hemmen (Biesbroek et al., 2013; Kind et al., 2015).

Die Handlungskapazitäten sind auch bei disruptiven Ereignissen von Bedeutung, weil ein umfassender (institutioneller) Wandel eher in Vorreiterstädten mit hohen Handlungskapazitäten und einer hohen Problemlösungsfähigkeit zu erwarten ist, während in Nachzüglerstädten mit niedrigen Handlungskapazitäten zwar versucht wird, die Situation kurzfristig zu lösen, das Ereignis aber nicht zu nachhaltigen Verbesserungen der Situation führt, sondern nur zu einer zeitlich begrenzten Abweichung vom inkrementellen Pfad. Bei der Analyse einzelner Städte unterscheiden wir daher zwischen inkrementellen, radikalen/abrupten und strategischen Entwicklungspfaden (vgl. Tabelle 3.1). Diese drei Pfade unterscheiden sich im Hinblick auf die Geschwindigkeit des Wandels, Handlungsformen und institutionellen Veränderungen und lassen sich durch die spezifische Kombination der allgemeinen Handlungskapazitäten der Städte, der Schlüsselereignisse und der Schlüsselakteure erklären. Dabei ist zu erwarten, dass strategischer Wandel eher in Vorreiterstädten vorzufinden ist, während in Nachzüglerstädten der inkrementelle Wandel dominiert.

Tabelle 3.1: Charakteristika des inkrementellen, radikalen/abrupten und strategischen Entwicklungspfad.

Form des Wandels	Inkrementell	Radikal/abrupt	Strategisch
Charakteristika des Wandels	langsamer Wandel, reaktives Handeln, institutionelle Stabilität	schneller Wandel, (institutioneller) Wandel von den Handlungskapazitäten abhängig	umfassender Wandel, aktives Handeln, institutioneller Wandel
Handlungskapazitäten	niedrige Handlungskapazitäten	Handlungskapazitäten können variieren	hohe Handlungskapazitäten
Schlüsselereignisse	Fehlen von Schlüsselereignissen	Schlüsselereignisse führen zu radikalem/abruptem Wandel	Schlüsselereignisse für Wandel nicht zwingend erforderlich
Schlüsselakteure	Schlüsselakteure fehlen oder sind relativ schwach	Stärke der Schlüsselakteure von den Handlungskapazitäten abhängig	Schlüsselakteure sind relativ stark

3.2 Klimaschutz und Klimaanpassung in Potsdam

3.2.1 Die Landeshauptstadt Potsdam

Potsdam ist mit ca. 175.000 Einwohnern Brandenburgs bevölkerungsreichste Stadt und zugleich dessen Landeshauptstadt. Als ehemalige preußische Residenzstadt verfügt Potsdam über mehrere weitläufige Schloss- und Parkanlagen, die seit 1990 zum UNESCO-Weltkulturerbe zählen. Darunter befinden sich zum Beispiel das von Friedrich II. erbaute Schloss Sanssouci sowie das Neue Palais, die ein beliebtes Ausflugsziel für Touristen sind. Mit jährlich etwa 500.000 Besuchern, davon ca. 90 % aus Deutschland, stellt der Tourismus einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor für die Stadt dar.⁵ Auch deshalb hat der Erhalt der historischen Gebäude und Parkanlagen einen hohen Stellenwert in der Stadtentwicklung. In diesem Sinne wurden auch im Zuge der BUGA, die von April bis Oktober 2001 in Potsdam stattfand, Plätze, Straßen und Gartenanlagen in der historischen Innenstadt wiederhergestellt bzw. neu gestaltet und das Bornstedter Feld nördlich von Schloss Sanssouci in einen Volkspark umgewandelt. Im Rahmen einer internationalen Fachtagung zum Thema „Historische Gärten im Klimawandel“ hat die Stiftung „Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg“ (SPSG) 2014 zudem die „Erklärung von Sanssouci zum Erhalt von historischen Gärten und Kulturlandschaften“ verabschiedet, die der Gefährdung des UNESCO-Weltkulturerbes durch den Klimawandel entgegenwirken will.⁶

Potsdam bezeichnet sich selbst als „grüne Stadt am Wasser“ (LHP, 2016: 13). Bei einer Bevölkerungsdichte von 937 Einwohnern pro km² nehmen Siedlungs- und Verkehrsflächen etwa 30 % der Bodenfläche in Potsdam ein. Gleichfalls 30 % der Fläche entfällt auf die Landwirtschaft, dicht gefolgt von den städtischen Waldflächen mit 25 %. Rund 11 % des Stadtgebiets sind zusätzlich von Wasserflächen bedeckt (LHP, 2017a: 127). Dar-

⁵ https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/fl-statistik-2016-www_0.pdf, 02.08.2018;
<https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/pms/2018/18-03-01.pdf>, 02.08.2018.

⁶ <https://www.spsg.de/index.php?id=10752>, 02.08.2018.

über hinaus befinden sich vier Natura 2000-Flächen im Stadtgebiet: Mittlere Havel Ergänzung, Obere Wublitz, Sacrower See und Königswald sowie Wolfsbruch. Vorteilhaft für den Klimaschutz in Potsdam ist, dass die Industrie eine eher geringe Bedeutung für die Stadt hat. Stattdessen liegt der Fokus auf Dienstleistungen durch kleine oder mittlere Unternehmen (vgl. LHP, 2010: 8). Eine große Bedeutung kommt in dieser Hinsicht auch der Medienstadt Babelsberg zu. Rund 1750 Menschen sind dort in Film, Rundfunk und Fernsehen beschäftigt.⁷ Mit drei öffentlichen Hochschulen sowie mehr als 30 Forschungsinstituten, darunter das international bekannte Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung (PIK), ist Potsdam außerdem ein bedeutender Wissenschaftsstandort.

Eine der größten Herausforderungen für die Stadtentwicklung und den Klimaschutz bzw. die Klimaanpassung im Speziellen ist die zunehmende Bevölkerungszahl. Während die Stadt in den 1990er Jahren nur etwa 140.000 Einwohner zählte, waren es 2017 schon 175.000. Auf Grundlage dieser Entwicklung erwartet die Stadt eine Zunahme auf 216.000 Einwohner bis 2050 (LHP, 2017a: 28). Die wachsende Stadt wird zukünftig auch mehr Wohnungen, mehr Schulen, mehr Krankenhäuser und andere soziale Einrichtungen benötigen, so dass Klimaschutz und -anpassung durch Neubaumaßnahmen und Nachverdichtungen zusätzlich erschwert werden. Darüber hinaus stehen die Natura 2000-Flächen sowie das UNESCO-Weltkulturerbe unter besonderem Schutz und stellen zusätzliche Anforderungen an die Stadtverwaltung z. B. hinsichtlich der Einhaltung von Denkmalschutzvorgaben bei der Gebäudesanierung.

3.2.2 Ausgangslage in der Potsdamer Klimapolitik

Akteure und Institutionen

Die Entscheidungskompetenzen innerhalb der Klimapolitik liegen auf politischer Ebene bei der Stadtverordnetenversammlung (SVV) sowie beim Oberbürgermeister (OB). Seit 2002 hat diese Rolle Jann Jakobs von der SPD inne, er wird aber nach eigener Aussage nicht zur Wiederwahl im Herbst 2018 antreten.⁸ Der Potsdamer OB ist außerdem Mitglied im Klimarat. Bestehend aus 45 Vertretern der Wirtschaft, Wissenschaft, Bürgerschaft und Politik fungiert der Klimarat als Steuerungsgruppe und begleitet die Umsetzung von klimapolitischen Maßnahmen in der Landeshauptstadt (LHP). Erstmals trat der Klimarat im Juni 2008 mit damals noch nur 17 Mitgliedern zusammen (LHP, 2010: 23).⁹

Innerhalb der Potsdamer Verwaltung ist die ebenfalls 2008 gegründete Koordinierungsstelle Klimaschutz verantwortlich für alle Planungen und Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung. Zunächst im Geschäftsbereich Soziales, Jugend, Gesundheit, Ordnung und Umweltschutz angesiedelt, ist die Koordinierungsstelle inzwischen direkt dem Geschäftsbereich des OB unterstellt.¹⁰ Zu den Aufgaben der Koordinierungsstelle gehört es, u. a. die Klimaschutzziele der LHP zu präzisieren, die Fachebenen in Fragen der Klimapolitik zu beraten und zu unterstützen sowie die Öffentlichkeitsarbeit und die Teilnahme an Wettbewerben und Kampagnen im Handlungsfeld Klimaschutz zu koordinieren.

⁷ <https://www.potsdam.de/content/medienstadt-babelsberg>, 02.08.2018.

⁸ <http://www.maz-online.de/Lokales/Potsdam/Jann-Jakobs-tritt-2018-nicht-nochmal-an>, 02.08.2018.

⁹ <https://www.potsdam.de/content/259-oberbuergemeister-verabschiedet-mitglieder-des-klimarats>, 08.08.2018; <https://www.potsdam.de/147-oberbuergemeister-startet-mit-pik-chef-schellnhuber-den-klimarat-neuer-struktur>, 08.08.2018.

¹⁰ <http://vv.potsdam.de/vv/oe/17301010000008316.php>, 02.08.2018.

Durch die Bundesförderung als Masterplan-Kommune wird der Koordinierungsstelle zusätzlich ein Klimaschutzmanager bzw. Masterplanmanager zur Verfügung gestellt, der den gesamten Masterplan-Prozess begleitet.¹¹

Fachebenen, die aufgrund ihrer zugeordneten Handlungsfelder Entscheidungen im klimapolitischen Bereich treffen müssen, sind insbesondere im Geschäftsbereich 4 „Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt“ der LHP zu finden.¹² Zusätzlich nehmen auch die Stadtwerke Funktionen wahr, die den Klimaschutz betreffen und/oder vom Klimawandel betroffen sind. Dazu zählen vor allem die Energie- und Wasserversorgung in Potsdam, die Stadtentsorgung, die Verkehrsbetriebe und die Pro Potsdam GmbH¹³. Aufgrund der herausragenden Rolle, die das UNESCO-Kulturerbe in der Potsdamer Stadtentwicklung innehat, und dessen Bedrohung durch den Klimawandel ist auch die SPSG ein wichtiger Akteur, insbesondere bei der Klimaanpassung.

Zielsetzungen der Klimapolitik

Der erste wichtige Schritt in Richtung Klimaschutz war der Beitritt zum Klimabündnis im Jahr 1995. Damit verpflichtete sich die Stadt schon früher als andere Kommunen, die städtischen Treibhausgas-(THG)-Emissionen kontinuierlich zu reduzieren. Das ursprüngliche Ziel, die CO₂-Emissionen der Mitgliedsstädte bis 2010 gegenüber dem Basisjahr 1990 zu halbieren, wurde von der LHP bereits 2003 erreicht (LHP, 2003). Langfristig sollen die Emissionen nun auf 2,5 Tonnen CO_{2e} pro Jahr und Kopf verringert werden (LHP, 2010: 1). 2007 beschloss die SVV zusätzlich, die städtischen CO₂-Emissionen bis 2020 um 20 % gegenüber 2005 zu reduzieren und beauftragte den OB damit, in diesem Sinne ein Integriertes Klimaschutzkonzept für die Landeshauptstadt zu erstellen (ebd.). Außerdem hat sich die Landeshauptstadt auf das Bundesförderprogramm „Masterplan 100 % Klimaschutz“ beworben und ist seit 2016 eine der 22 Masterplan-Kommunen der zweiten Förderperiode (2016-2020). Mit dem Erhalt der Förderung verpflichtet sich Potsdam, bis 2050 die THG-Emissionen gegenüber 1990 um 95 % zu verringern und den Endenergieverbrauch zu halbieren (LHP, 2017a: 25). Die Fortschritte des Potsdamer Klimaschutzes werden seit 2000 in öffentlich zugänglichen Klimaschutzberichten evaluiert. Während die meisten Zielsetzungen der Potsdamer Klimapolitik sich auf die Reduktion von CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch beziehen, gab es gerade auch in den letzten Jahren Bemühungen, sich dem fortschreitenden Klimawandel anzupassen, insbesondere hinsichtlich des Erhalts der innerstädtischen Grünflächen und des UNESCO-Weltkulturerbes.

CO₂- und Energie-Bilanz

Der Klimaschutzbericht der LHP von 2017 gibt ein städtisches CO_{2e}-Volumen von fast 820.000 Tonnen für das Jahr 2014 an (LHP, 2017b: 14)¹⁴. Etwa 40 % wurden durch

¹¹ <https://www.potsdam.de/masterplan-100-klimaschutz-bis-2050-der-landeshauptstadt-potsdam>, 02.08.2018.

¹² u. a. 401 Geschäftsstelle Stadtentwicklung und Bauen; 44 Fachbereich Bauaufsicht, Denkmalpflege, Umwelt und Natur; 46 Fachbereich Stadtplanung und Stadterneuerung und 47 Fachbereich Grün- und Verkehrsflächen; <http://vv.potsdam.de/vv/oe/17301010000008094.php>, 02.08.2018.

¹³ u. a. verantwortlich für Wohnungsverwaltung, die Entwicklung des Bornstedter Felds und die Biosphäre Potsdam (LHP, 2010: 33).

¹⁴ Als Masterplan-Kommune berechnet die LHP ihre CO₂-Bilanz nach der vom BMUB empfohlenen BSKO (Bilanzierungsstandard für Kommunen)-Methode (Endenergiebasierte Territorialbilanz).

private Haushalte verursacht, 32 % von der Wirtschaft, 27 % durch den Verkehr und nur etwa 1 % von der Kommune selbst (LHP, 2017a: 29). Je nach Berechnungsart ergibt das einen CO_{2e}-Ausstoß von 4,67 (Lokalbilanz) oder 4,98 (Basisbilanz) Tonnen pro Kopf und Jahr (LHP, 2017b: 14). Verglichen mit dem gesamtdeutschen Durchschnitt von etwa 9 Tonnen jährlich ist Potsdam damit unter den Vorreiterstädten. Dafür sind nicht zuletzt der Umbau des städtischen Kraftwerks von Braunkohle zu Erdgas in den 1990er Jahren sowie die energetische Gebäudesanierung nach der Wende verantwortlich (vgl. LHP 2009, 11). Infolgedessen hat sich der Pro-Kopf-Ausstoß in Potsdam seit 1995 von 9 auf knapp 5 Tonnen fast halbiert. Dennoch ist die LHP noch relativ weit entfernt von ihrem Ziel, im Jahr 2050 nur noch 0,45 Tonnen CO₂ pro Kopf zu emittieren (LHP, 2017b: 2-3).

Auch der Endenergieverbrauch in Potsdam nimmt ab, wenn auch langsam. Während er 2003 noch bei etwa 2,6 Mio. MWh lag, waren es 2014 trotz steigender Bevölkerungszahlen nur noch 2,4 Mio. MWh (LHP, 2017b: 8). Pro Kopf ergibt das einen Endenergieverbrauch von etwa 14.700 MWh jährlich (LHP, 2017b: 9). Die Hauptverbraucher sind mit 46 % wieder die privaten Haushalte, gefolgt vom Verkehr mit 28 %, der Wirtschaft mit 24 % und der Kommune mit nur 2 % (LHP, 2017a: 29).

Betroffenheit durch den Klimawandel

Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Potsdam bisher nur bedingt spürbar (vgl. LHP, 2015). Allerdings werden stärkere Klimaveränderungen bis zum Ende des Jahrhunderts erwartet.

Starkregenereignisse traten in Potsdam zwischen 1971 und 2000 etwa viermal pro Jahr auf. Eine Veränderung in der Häufigkeit konnte für diesen Zeitraum nicht festgestellt werden. Für die nahe Zukunft (2031-2060) wird jedoch eine Zunahme zwischen 6 und 47 % und für die ferne Zukunft (2071-2100) eine Zunahme zwischen 14 und 65 % erwartet (LHP, 2015: 19-20). Insbesondere für Frühling und Winter wird ein hoher Anstieg an Starkregentagen erwartet (23 bis 107 % bzw. 81 bis 159 % bis 2100). Ein Ausnahmefall für Potsdam war ein Starkregen im Sommer 2017, bei dem 112,5 Liter pro Quadratmeter vom Himmel fielen – mehr als jemals zuvor seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.¹⁵ Verkehrschaos, teilweiser Ausfall des öffentlichen Nahverkehrs, überflutete Keller und Wohnungen sowie massive Erosionen in den Potsdamer Parkanlagen waren die Folge.¹⁶

In Hinblick auf Hitzeereignisse prognostiziert das PIK sowohl eine Erhöhung der Tageshöchsttemperatur als auch einen Anstieg der Trockenphasentage in Potsdam. Die Klimamodelle zeigen bereits jetzt eine Zunahme von 0,43 Trockenphasentagen pro Jahr und sagen eine Steigerung um 81 bis 141 % bis 2100 voraus (LHP, 2015: 20). Nach Berechnungen des PIK werden sich sowohl die Tageshöchsttemperatur in Potsdam als auch die Jahresmitteltemperatur weiterhin und mit zunehmender Geschwindigkeit erhöhen. Obschon die Tageshöchsttemperatur sich im Jahresmittel in den letzten 70 Jahren nur um etwa 0,02 °C jährlich erhöht hat, wird eine Erwärmung zwischen 1,3 und 1,8 °C für die nahe Zukunft (2031-2060) und zwischen 3,1 und 3,4 °C für die ferne Zukunft (2071-2100) erwartet (LHP, 2015: 9-10). Die Jahresmitteltemperatur ist seit Beginn der Wetteraufzeichnungen von um die 8 °C auf etwa 10 °C gestiegen.¹⁷ Zum ersten Mal ist diese starke

¹⁵ <http://www.pnn.de/potsdam/1196001/>, 02.08.2018.

¹⁶ https://www.spsg.de/fileadmin/user_upload/SPSG_sans-souci_2018_01_download.pdf, 02.08.2018.

¹⁷ <https://www.pik-potsdam.de/services/klima-wetter-potsdam/klimazeitreihen/lufttemperatur-mittel>, 02.08.2018.

Erwärmung in den 12 Monaten zwischen Juni 2006 und Mai 2007 aufgefallen. Damals lag die Jahresmitteltemperatur um 3 °C höher als üblich und war die bis dahin wärmste Periode seit Beginn der Aufzeichnungen.¹⁸ Auch die Anzahl der heißen Tage (Tagesmaximaltemperatur >30 °C) und tropischen Nächte (Tagesminimaltemperatur >20 °C) wird aller Voraussicht nach bis Ende des Jahrhunderts um 164 bis 274 % bzw. 569 bis 796 % zunehmen. Zwischen 1952 und 2013 lag der Zuwachs allerdings nur bei 0,1 Tag bzw. 0,01 Tag (LHP, 2015: 15-16). Sowohl die Erhöhung der Tageshöchst- und Jahresmitteltemperatur als auch der Anstieg der Trockenphasentagen, heißen Tagen und Tropennächten verläuft also noch langsam, aber mit zunehmender Geschwindigkeit.

3.2.3 Klimaschutz und Klimaanpassung in Potsdam

Zentrale Dokumente für die Potsdamer Klimapolitik sind das Integrierte Klimaschutzkonzept Potsdam (IKKP) von 2010, das Klimaschutzteilkonzept (KSTK) „Anpassung an den Klimawandel in der Landeshauptstadt Potsdam“ von 2015 sowie der Masterplan „100 % Klimaschutz Potsdam“ von 2017. Obwohl es noch zahlreiche weitere Strategiepapiere und Berichte zum Thema Klimaschutz und -anpassung in Potsdam gibt, legen insbesondere diese drei Gutachten die Ziele und den übergeordneten Handlungsrahmen der Potsdamer Klimapolitik fest.¹⁹

Integriertes Klimaschutzkonzept Potsdam

Das Gutachten zum Integrierten Klimaschutzkonzept 2010 wurde unter der Leitung des PIK von zehn Forschungsinstituten und Beratungsbüros²⁰ und mit Förderung des BMUNR für die Stadtverwaltung Potsdam erstellt. Das im Ergebnis knapp 500 Seiten starke Dokument analysiert die Auswirkungen des Klimawandels, den Anpassungsbedarf und mögliche Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen²¹ für die Landeshauptstadt bis 2020 bzw. 2050. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Gebäudesanierung, der Verdichtung und Erweiterung des Fernwärmenetzes²² sowie der Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien, z. B. durch Solardächer oder durch die Verbrennung von bisher ungenutzter Biomasse. Zudem sollen Klimaschutzüberlegungen stärker in SVV-Beschlüsse, Ausschreibungen, FNP und B-Pläne und allgemein in die Stadtplanung und die Potsdamer Verwaltung integriert werden. Auch der Verkehr soll durch mehr Parkraumbewirtschaftung und ein verbessertes ÖPNV- und Radverkehrsnetz klimafreundlicher werden. Um dem Klimawandel

¹⁸ <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/archiv/2007/warmerekord-in-deutschland>, 02.08.2018.

¹⁹ Es sollte allerdings beachtet werden, dass die drei genannten Strategien formal lediglich Gutachten sind.

²⁰ BLS Energieplan GmbH, IVU Traffic Technologies AG, Arbeitsgemeinschaft Umbau Stadt GbR, LUP – Luftbild Umwelt Planung GmbH, BSF Swissphoto GmbH, FH-Osnabrück – Science to Business GmbH, GEOkomm-networks e. V. Kompetenznetzwerk Geoinformationswirtschaft, Leifeld Unternehmensberatung GmbH, VMZ Betreibergesellschaft mbH, PIK – Potsdam Institut für Klimafolgenforschung.

²¹ Handlungsfelder: Energie und Gebäude, Solardächer, Verkehr, Landschafts- und Umweltplanung, Stadtplanung und Stadtentwicklung sowie Öffentlichkeitsarbeit.

²² Vgl. auch das Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung in Schwerpunktgebieten der Landeshauptstadt Potsdam“ von 2016 unter https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/a-0_endbericht_kstk_waerme_lhp_rev-e1_14-10-2016.pdf.

entgegenzuwirken, legt die LHP außerdem Wert darauf, die städtischen Waldflächen und Niedermoore²³ als CO₂-Speicher zu erhalten bzw. auszubauen.

Diese Maßnahmen werden durch eine umfassende Öffentlichkeitsarbeit erweitert: Um Klimaschutz und -anpassung im Bewusstsein der Bürgerinnen und Bürger der LHP zu verankern, wurde im Rahmen des IKKP eine Klimaagentur²⁴ geschaffen, die Informations- und Beratungsleistungen bereitstellt und Anreizprogramme für klimafreundliches Verhalten konzipiert und umsetzt. Zusätzlich wurde ein öffentliches Forum eingerichtet, der Potsdamer Klimadialog, das Akteure aus Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft mit Potsdamer Bürgerinnen und Bürgern zusammenbringt, um zu Klimaschutzthemen und zur geplanten Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes zu diskutieren. Um den Klimaschutz im städtischen Bewusstsein zu halten und die Bürgerinnen und Bürger zu motivieren, sich klimafreundlicher zu verhalten, sieht das IKKP außerdem mehrere Veranstaltungen, Wettbewerbe und Preisverleihungen vor, wie z. B. den Potsdamer Klimapreis oder die Aktion „Baumpflanzen“.

Der Fokus des IKKP liegt damit im Großen und Ganzen auf der Reduktion der städtischen THG-Emissionen. Anpassungsmaßnahmen sind Teil des Konzepts, werden aber nur in drei von sechs Handlungsfeldern (Landschafts- und Umweltplanung, Stadtplanung und Stadtentwicklung, Öffentlichkeitsarbeit) vorgeschlagen. Dazu zählen der Aufbau eines integrierten Klimamonitorings und Frühwarnsystems, die Sicherung der Trinkwasserversorgung und die Erstellung eines Stadtbrunnenkonzeptes sowie die Sicherung und Steigerung des innerstädtischen Grünvolumens. Öffentliche Freiflächen, Alleen und Straßenbaumpflanzungen sollen gesichert und aufgewertet und private sowie öffentliche Flächen, wenn möglich, entsiegelt und begrünt werden. Die Straßenbaumarten sollen entsprechend der turnusmäßigen Anpflanzung an die veränderten Klimabedingungen angepasst werden. Außerdem sollen Verdichtungsmaßnahmen in hitzegefährdeten Stadtgebieten ausgesetzt und der Neubau auf hochwassergefährdeten Gebieten untersagt werden.

Klimaschutzteilkonzept „Anpassung an den Klimawandel“

Das KSTK Anpassung erweitert die Maßnahmen des IKKP und rückt die Klimaanpassung stärker in den Fokus der Potsdamer Klimapolitik. Gefördert vom BMUNR und durch die Nationale Klimaschutzinitiative wurde es 2015 von der LUP – Luftbild Umwelt Planung GmbH, dem PIK, RegioFutur Consult und der Projektkommunikation Hagenau GmbH erstellt. Auf 280 Seiten werden die Auswirkungen des Klimawandels in naher und ferner Zukunft sowie sektorale Sensibilitäten und Vulnerabilitäten untersucht. Mithilfe von historischen Wetterdaten, Literaturlauswertungen, Stakeholder-Befragungen und -Workshops sowie Klimamodellen werden in Potsdam aufgetretene Wetterphänomene, daraus entstandene Schäden und mögliche Gegenmaßnahmen anhand von zehn Sektoren²⁵ erläutert und analysiert. Der Fokus des KSTK liegt dabei vor allem auf den Auswirkungen von Hitze und Trockenheit auf die Stadt und ihre Bewohner.

²³ Vgl. die Potsdamer Konzepte zur Aktivierung der Klimafunktion von Niedermoorstandorten in der Landeshauptstadt Potsdam unter <https://www.potsdam.de/content/aktivierung-der-klimafunktion-von-niedermoorstandorten-der-landeshauptstadt-potsdam>.

²⁴ <http://klimaagentur-potsdam.de/klimaagentur-potsdam/>, 10.08.2018.

²⁵ Energie, Entsorgung, Gebäude/Stadtgrün/Parkanlagen, Kultur/Sport/Bildung, Land- und Forstwirtschaft/Gärten/Naturschutz, Mensch/Gesundheit, Tourismus, Verkehr, Wasserver- und -entsorgung, Wirtschaft.

Ähnlich wie das IKKP schlägt auch das Anpassungskonzept Maßnahmen zur Sicherung und Steigerung des innerstädtischen Grünvolumens, zur Entsiegelung von Flächen sowie zum Erhalt und zur Optimierung von Frischluftschneisen und Kaltluftentstehungsgebieten in der Stadt vor. Weitere Überschneidungen gibt es im Hinblick auf Maßnahmen zur Verwendung von klimaresistenten Arten für Straßenbäume und städtische Grün- und Parkanlagen, beim Neubauverbot auf hochwassergefährdeten Gebieten sowie beim Stadtbrunnenkonzept. Das Anpassungskonzept geht jedoch mehr ins Detail und rät z. B. auch zu verstärkten Pflegemaßnahmen für Grünanlagen nach Extremereignissen und bei Trockenheit. Des Weiteren nimmt das Anpassungskonzept auch Maßnahmen innerhalb der Landwirtschaft mit auf, u. a. rät es zum Anbau klimaangepasster Feldfrüchte, zur Vorverlegung der Aussaattermine sowie zur Überwachung neuer Schädlinge und gebietsfremder Arten. Weiterhin werden die Renaturierung und Sicherung von Niedermoorflächen sowie die Weiterführung und der Ausbau des Waldbrandüberwachungssystems als Maßnahmen vorgeschlagen.

Um dem möglichen Wassermangel zu begegnen, sind neben größeren Pufferkapazitäten auch Regulierungen zum Verbrauch und die dezentrale Vorhaltung von Wasser, bspw. in Regenwasserspeichern, vorgesehen. Um die erwartete verstärkte Geruchsbelastung in der Kanalisation zu verringern, werden Kanalspülungen und der Einsatz von geruchsneutralisierenden Chemikalien vorgeschlagen. Auch für die Abfallversorgung ist die Verringerung der Geruchs- und Keimentwicklung, z. B. durch spezielle Biotonnen, eine wichtige Maßnahme. Das Anpassungskonzept unterstreicht außerdem, wie wichtig es ist, die Hitzebelastung von Beschäftigten so gering wie möglich zu halten, insbesondere hinsichtlich der Abfall- und Bauwirtschaft, aber auch im Gartenbau und in der Gastronomie. Es wird angeraten, Öffnungszeiten und Fahrten in die Tagesrandzeiten zu verlegen, Arbeitskleidung zu optimieren sowie Fahrzeuge, Büros und Geschäfte mit Klimaanlage auszustatten. Das Anpassungskonzept empfiehlt außerdem, den Bevölkerungsschutz und die Katastrophenhilfe zu optimieren. Wichtige städtische Funktionen und Infrastrukturen, wie z. B. die Abfallversorgung, sollen auch bei Wetterextremen wie starkem Schneefall und Eis gesichert sein und die Auswirkungen von Überschwemmungen bei Starkregen durch die Vergrößerung bzw. Verbesserung von Retentionsflächen abgemildert werden.

Zusätzlich sollen die Potsdamer besser über die Risiken des Klimawandels und mögliche Gegenmaßnahmen informiert werden, u. a. über schulische Einrichtungen und die Klimaagentur. Themenübergreifende Maßnahmen des IKKP, wie z. B. die Integration von Klimaschutz als Bewertungskriterium für Ausschreibungen, und SVV-Beschlüsse sollen um das Thema Klimaanpassung erweitert werden. Darüber hinaus ist ein Marketingkonzept zu klimaangepassten Städtetourismus vorgesehen, das die Chancen und Risiken für den Tourismus analysieren soll.

Masterplan „100 % Klimaschutz“

Mit dem Masterplan knüpft die Stadt sowohl an das IKKP als auch an das KSTK Anpassung an. Erarbeitet wurde es im Auftrag der Potsdamer Koordinierungsstelle Klimaschutz von mehreren Forschungs- und Beratungseinrichtungen²⁶ unter der Leitung der BLS Energieplan GmbH zwischen Juli 2016 und August 2017. Bisherige Entwicklungen, Her-

²⁶ Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), die Luftbild Umwelt Planung (LUP) GmbH, das Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) sowie das Gestaltungsbüro ad modum.

ausforderungen und Potenziale der Potsdamer Klimapolitik werden in dem 380 Seiten umfassenden Plan ausführlich analysiert und die zukünftige Ausrichtung derselben bis 2050 festgeschrieben. Die vorrangige Zielsetzung der Masterplan-Kommunen ist die Reduktion von THG-Emissionen und dem städtischen Endenergieverbrauch; Überlegungen zur Klimaanpassung werden daher kaum behandelt. Von den acht Handlungsfeldern²⁷ geht lediglich das achte und letzte Handlungsfeld „CO₂-Senken und Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ näher auf die Problematik ein.

Hauptsächlich werden im Masterplan Maßnahmen zur Gebäudesanierung, zur Einführung von Energiestandards für Neubauten, zur Verdichtung und Erweiterung des Fernwärmenetzes sowie zum Ausbau der Erneuerbaren Energien vorgeschlagen. Außerdem soll der Verkehr in Potsdam u. a. durch kürzere Wege und den Ausbau des ÖPNV- und Fahrradnetzes umweltfreundlicher werden. Wie auch im IKKP und im Anpassungskonzept spielen zudem die Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation von Plänen und Maßnahmen eine große Rolle. Beratungsangebote, Events und Wettbewerbe wie z. B. der Potsdamer Klimapreis sollen zukünftig weitergeführt bzw. erweitert werden.

In Bezug auf Klimaanpassungsmaßnahmen betont der Masterplan vor allem die Bedeutung von Grünanlagen für das Stadtklima. Städtische Grünflächen, Wälder und Niedermoore sollen weiterhin gesichert und ausgedehnt werden, um zum einen CO₂ zu binden und zum anderen die Folgen des Klimawandels abzumildern, indem sie als Kaltluftentstehungsgebiete fungieren, den Wasserrückhalt im Boden erhöhen und durch Verdunstungskälte innerstädtische Kühlräume erschaffen.

Zusätzlich integriert der Masterplan noch den Themenschwerpunkt „Gender Plus“, der Benachteiligungen aufgrund von Geschlecht, Alter, o. ä. innerhalb der Klimapolitik aufgreift und verhindern soll.

Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

Die Interviews mit der Stadtverwaltung (vgl. Verzeichnis der Interviews) bestätigen die Ergebnisse des PIK, dass in Potsdam bisher nur sehr geringe Veränderungen in der Anzahl und Intensität von Starkregenereignissen zu spüren sind und dass es bis auf wenige Ausnahmen auch kaum Probleme mit Hochwasser oder Überschwemmungen gibt (LHP B, Mai 2018; LHP C, Mai 2018). Infolgedessen werden diesbezüglich auch eher wenige Anpassungsmaßnahmen geplant und durchgeführt. Dennoch wird darauf geachtet, dass keine Neubauvorhaben auf hochwassergefährdeten Flächen durchgeführt werden und dass Retentionsflächen beibehalten und vergrößert werden. Überlegungen zum Hochwasserschutz sollen auch zukünftig stärker in die Bauleitplanung, d. h. FNP und B-Pläne, integriert werden (LHP B, Mai 2018). Seit dem Starkregenereignis von 2017 setzt die SPSPG außerdem Entwässerungstechniken innerhalb der Parkanlagen ein, um der Erosion von Wegen durch Starkregen vorzubeugen und das Wasser von Starkregen in die Grünflächen zu leiten.²⁸

Trotz oder gerade wegen der Lage am Wasser und relativ vieler Grünflächen führen die Erwärmung und zunehmende Trockenheit in Potsdam bereits zu Beeinträchtigungen, wenn auch in eher geringem Ausmaß. Dementsprechend finden sich umfassende Anpassungspläne im KSTK sowie auch einige Anpassungsmaßnahmen im IKKP und im Mas-

²⁷ Nachhaltige Planung, Energieversorgung und Infrastruktur, Gebäude, Wirtschaft, private Haushalte und Konsum, Verkehr, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, CO₂-Senken und Anpassung an die Folgen des Klimawandels.

²⁸ https://www.spsg.de/fileadmin/user_upload/SPSPG_sans-souci_2018_01_download.pdf, 02.08.2018.

terplan. Dabei lassen sich vorrangig vier große Themenfelder identifizieren: die Sicherung der Trinkwasserversorgung, der Schutz der Bevölkerung vor erhöhter Hitze- und u. a. dadurch erhöhter Keimbelastung, die Sicherung und Ausweitung von Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen sowie der Erhalt der Naturflächen durch klimaresistente Pflanzenarten und besondere Pflegemaßnahmen. Aufgrund der Bedrohung der Welterbegärten durch Hitze, Trockenheit und neue Schädlingsarten untersucht die SPSG außerdem u. a. mit der TU Berlin und der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, wie der Gehölzbestand besser an das neue Klima angepasst werden kann. Da die eigene Aussaat im Allgemeinen widerstandsfähiger ist als Zukäufe, sollen als Maßnahme einheimische Parkgehölze zukünftig z. B. wieder auf eigenen Flächen aufgezogen werden.²⁹

Allgemein sieht die Stadt Potsdam allerdings bisher kaum große Probleme durch Hitze und attestiert der Stadt gute Voraussetzungen, sich an den Klimawandel anzupassen, ist sich aber durchaus der Veränderungen und des steigenden Problemdrucks bewusst (LHP A, Juli 2017). Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen entstehen vor allem durch Abwägungsfragen, z. B. im Zusammenhang mit geforderten Nachverdichtungen aufgrund der wachsenden Stadt und dem Erhalt von Freiräumen als Kaltluftentstehungsgebiete oder dem Gegensatz zwischen der Verwendung neuer klimangepasster Pflanzenarten und der Verwendung historischer Gewächsorten, insbesondere in den Welterbegärten und der historischen Innenstadt (LHP B, Mai 2018; LHP D, Oktober 2017; LHP E, Juni 2018).

Insgesamt fallen die Klimaauswirkungen bezogen auf Hitze und Starkregen in Potsdam bisher eher gering aus, so dass auch keine Katastrophen oder folgenschwere Naturereignisse in diesem Zusammenhang festgestellt werden konnten. Dementsprechend hat bisher auch kein radikaler Politikwandel in Klimaschutz oder -anpassung stattgefunden.

3.2.4 Die Bedeutung von Schlüsselakteuren und -ereignissen

Durch die Analyse der Policy-Dokumente und Interviews konnten einige Rahmenbedingungen für die Stadt Potsdam festgestellt werden, die Einfluss auf die Entwicklung der Klimapolitik hatten. Zum einen wird die Stadtentwicklung durch die historische Altstadt und das UNESCO-Welterbe mitbestimmt, zum anderen durch das enorme Bevölkerungswachstum seit 2000/2001, das den Druck auf die Stadtflächen fortlaufend erhöht (LHP B, Mai 2018). Weiterhin spielt auch die Nähe zu Wissenschaftseinrichtungen und die daraus resultierenden Veröffentlichungen und Veranstaltungen, z. B. die Potsdamer Klimaschutz-Konferenz 2006³⁰ oder der IPCC-Bericht vom Februar 2007³¹, eine Rolle. Das PIK hat in jedem Fall eine Schlüsselposition in der Potsdamer Klimapolitik inne: Zum einen sorgt es für eine gute Datengrundlage für den Raum Potsdam, zum anderen waren Wissenschaftler des PIK direkt an allen drei Klimastrategien beteiligt. In Bezug auf den Klimawandel ist außerdem der relativ geringe Problemdruck zu bemerken, insbesondere im Hinblick auf Starkregenereignisse. Klimapolitische Maßnahmen können hier nicht durch eine hohe Vulnerabilität und einen daraus resultierenden Handlungsdruck erklärt werden.

²⁹ https://www.spsg.de/fileadmin/user_upload/SPSG_sans-souci_2018_01_download.pdf, 08.08.2018.

³⁰ <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/archiv/2006/potsdamer-konferenz-zu-kosten-und-strategien-des-globalen-klimaschutzes>, 10.08.2018.

³¹ <https://www.pik-potsdam.de/aktuelles/pressemitteilungen/archiv/2007/beweisaufnahme-abgeschlossen-menschgemachter-klimawandel-in-vollem-gange>, 10.08.2018.

Das erste Potsdamer Strategiepapier zum Klimaschutz war das IKKP von 2010, beschlossen wurde es von der SVV allerdings schon im April 2007. Später wurde es durch das Anpassungskonzept von 2015 und den Masterplan von 2017 erweitert bzw. abgelöst. Angestoßen wurde das IKKP von der Fraktion „Die Andere“³² mit folgender Begründung: „Derzeit wird ausführlich über den Klimawandel diskutiert. Die Stadt Potsdam ist Mitglied im Klimabündnis und sollte bei der Umsetzung der Ziele des Bündnisses eine Vorreiterrolle einnehmen“ (SVV-Beschluss 07/SVV/0221). Auch in den Interviews mit der Stadt Potsdam wurde mehrfach die damalige Diskussion zum Klimawandel und der „politische Mainstream“ (LHP D, Oktober 2017) als Grund für die Potsdamer Klimapolitik erwähnt. Klimaschutzthemen und -maßnahmen seien von Politik und Öffentlichkeit eingefordert worden (LHP B, Mai 2018). Die Potsdamer Klimastrategien legen zudem großen Wert auf Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit. Auch wurde in den Gesprächen mit der Stadtverwaltung deutlich, dass die Bürgerschaft in Potsdam gerade auch im Vergleich mit anderen ostdeutschen Städten sehr aktiv ist (LHP D, Oktober 2017).

Weitere Schlüsselakteure auf der politischen bzw. administrativen Ebene sind der OB und die Koordinierungsstelle Klimaschutz. Obwohl die bisherigen OB selbst keine klimapolitischen Entwicklungen angestoßen haben, so ist doch deren Unterstützung notwendig und auch ein wichtiges Zeichen nach außen (LHP A, Juli 2017). Die Ansiedlung der Klimaschutzstelle unter dem Geschäftsbereich des OB kann als solches Signal gezählt werden. Während aus dem Land Brandenburg eher wenige klimapolitische Vorstöße zu verzeichnen sind (LHP A, Juli 2017), stellen Bundesprogramme insbesondere für die Finanzierung eine wichtige Stütze für den Potsdamer Klimaschutz dar. Vor allem die Nationale Klimaschutzinitiative von 2008 und die Masterplan-Kommunen 2012 und 2016 haben die Potsdamer Klimapolitik unterstützt.

Weiterhin konnten einige Ereignisse identifiziert werden, die Einfluss auf die Entwicklung der Potsdamer Klimapolitik genommen haben: Im Zuge der Wiedervereinigung der Bundesrepublik Deutschland wurde Potsdam zur Landeshauptstadt Brandenburgs und weite Teile der Potsdamer Kulturlandschaft erhielten den Weltkulturerbe-Status der UNESCO. Der Erhalt des UNESCO-Erbes spielt seitdem eine entscheidende Rolle in der Stadtentwicklung und ist zum „Superthema“ avanciert (LHP B, Mai 2018). Weitere Schlüsselereignisse für den Potsdamer Klimaschutz waren der Beitritt zum Klima-Bündnis 1995 sowie die Umstellung des Kraftwerks von Kohle auf Gas in den 1990er Jahren. Wodurch diese beiden Ereignisse angestoßen wurden, konnte bisher jedoch nicht abschließend geklärt werden. Die frühe Verpflichtung zur Begrenzung der CO₂-Emissionen durch das Klima-Bündnis und die Fortschreibung der Klimaschutzberichte hatten allerdings einen positiven Einfluss auf die spätere Entwicklung der Klimapolitik (vgl. SVV-Beschluss 07/SVV/0221).

Alles in allem scheint die strategische Klimapolitik in Potsdam 2006 durch die Potsdamer Bürger_innen und die Fraktion „die Andere“, die Nähe zur Wissenschaft und die damalige öffentliche Diskussion zum Klimawandel angestoßen worden zu sein. Durch das IKKP und die Institutionalisierung von Klimapolitik in der Stadtentwicklung, z. B. durch die Gründung der Klimaschutzstelle, wurden Klimaschutz und Klimaanpassung für die Zukunft festgeschrieben, auch wenn sie in den letzten Jahren kein spezifischer Handlungs- oder Themenschwerpunkt der Potsdamer Stadtentwicklung waren (LHP B, Mai 2018).

³² <http://die-andere.org/>, 09.08.2018.

Inkrementelle Maßnahmen zur Klimaanpassung trifft vor allem die SPSG. Diese beteiligt sich auch an eher strategisch ausgerichteten wissenschaftlichen Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Potsdamer Pflanzenwelt, aber verfolgt auch kurzfristige Maßnahmen nach Starkregen- oder Hitzeereignissen, z. B. Entwässerungsmaßnahmen nach dem Starkregenereignis im Sommer 2017. Diese sind weniger strategisch geplant als z. B. das IKKP und dienen nicht zwangsläufig der langfristigen Anpassung der LHP an das veränderte Klima, sondern sind Reaktionen auf bestimmte Vorkommnisse und haben als vorrangiges Ziel, das UNESCO-Weltkulturerbe zu erhalten.

3.3 Klimaschutz und Klimaanpassung in Würzburg

3.3.1 Die Stadt Würzburg

Würzburgs Einwohnerschaft zählte in den vergangenen Jahren vergleichsweise stabil um die 125.000 Einwohner, Ende 2016 waren es 126.000, was rund 1440 Einwohner je km² entspricht. Aufgrund des hohen Alters der Siedlung und der Einengung durch das Maintal ist die Innen- bzw. Altstadt sehr dicht bebaut. Weite Teile der Innenstadt sind denkmalgeschützt, viele Gebäude befinden sich im Besitz kirchlicher Organisationen, vor allem des katholischen Bistums Würzburg.

Die Stadt ist in 13 Stadtbezirke mit 25 Stadtteilen aufgeteilt und hat insgesamt eine Fläche von 8,76 km². Beinahe die Hälfte der Fläche ist versiegelt. Siedlungs- und Verkehrsflächen nahmen im Jahr 2010 zusammen rund 48 % der gesamten Bodenfläche ein, mit steigender Tendenz. Im Zeitraum von 1992 bis 2010 wuchs die Siedlungs- und Verkehrsfläche um 8,2 %. Demgegenüber sind noch rund 51 % des Stadtgebiets Kultur- oder Landschaftsflächen (3.032 ha Landwirtschaftsfläche, 1.253 ha Wald und 174 ha Wasserflächen). Der Irtenberger und der Guttenberger Wald, im Südwesten des Stadtgebiets gelegen, sind als Flora-Fauna-Habitat nach Natura 2000-Richtlinie ausgewiesen und die nächstgelegenen Naturschutzgebiete (IKKW 2012, 11).

3.3.2 Ausgangslage in der Würzburger Klimapolitik

Akteure und Institutionen

Die politische Führung Würzburgs liegt beim Stadtrat, der 51 Personen umfasst. Die stärksten Fraktionen seit der Wahl 2014 sind CSU, SPD und Grüne. OB ist seit 2014 Christian Schuchardt, der damit erster CDU-Bürgermeister einer bayerischen Großstadt wurde.

Der OB führt auch den Vorsitz im Klimabeirat, dessen Grundlage ein Beschluss des Stadtrats von 2015 ist und welcher am 18.04.2016 ins Leben gerufen wurde. Der Klimabeirat berät den Stadtrat, seine Ausschüsse und die Stadtverwaltung in Fragen des kommunalen Klimaschutzes und der Anpassung an die Folgen des fortschreitenden Klimawandels. Der OB führt den Vorsitz der zweimal im Jahr stattfindenden Sitzungen. Neben Vertretern des Stadtrats und der Verwaltung gehören Vertreter der Stadtwerke, örtlicher Wohnungsbauunternehmen, der Industrie, des Gewerbes, verschiedener Hochschuleinrichtungen, von Umweltschutzgruppen und anderen Stakeholdern dem Beirat an. Der

Klimabeirat ist sowohl für die Themen Klimaschutz als auch Klimaanpassung zuständig, wobei in den Sitzungen bis dato vor allem Klimaanpassungsfragen dominierten (SW B, 48-50).

Innerhalb der Würzburger Verwaltung war der Klimaschutz und damit auch die Klimaanpassung lange Jahre fachlich dem Umweltamt zugeordnet. Während der Amtszeit von OB Georg Rosenthal, SPD, von 2008 bis 2013 wurden zahlreiche Veränderungen in der Zuordnung des Bereichs Klimaschutz- und Klimaanpassung vorgenommen. Der Themenbereich erfuhr eine deutliche strategische (siehe unten) und institutionelle Aufwertung. So wurde in Folge eines Stadtratsbeschlusses von 2009 das Umweltamt in den Fachbereich „Umwelt und Klimaschutz“ umgewandelt und mit dem Haushalt 2010 die Stelle des Würzburger Klimabeauftragten geschaffen. Der Klimabeauftragte bündelt strategische und konzeptionelle Planungen aus den verschiedenen an Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen beteiligten Verwaltungsbereichen und koordiniert die Akteure aus Verwaltung, der öffentlichen Daseinsfürsorge, Wissenschaft, Privatwirtschaft und Bürgerschaft.

Zusätzlich wurde 2015 das Würzburger Energie- und Klimazentrum geschaffen, das vor allem auf die Einbindung der Bürger und der Privatwirtschaft abzielt. Das Zentrum ist mit einem Klimaschutzmanager besetzt, der sich um den Verkehrsbereich, vor allem um Elektromobilität und moderne Verkehrskonzepte, kümmert. Des Weiteren arbeitet hier ein Sanierungsmanager, der die Einbindung privater Bauherren in klassische Klimaschutzmaßnahmen, wie die Erhöhung der Energieeffizienz des Gebäudebestandes und die energetische Quartiers- und Gebäudesanierung, fördert (SW B 66, März 2018).

Darüber hinaus gibt es noch den Arbeitskreis Stadtklima. Dieses Gremium beschäftigt sich vor allem mit Klimaanpassungsmaßnahmen im Stadtgebiet und dies vor allem im Zusammenhang mit der Erarbeitung und Weiterentwicklung des „Integrierten Klimaschutzkonzeptes“ Würzburgs (IKKW). Der Arbeitskreis Stadtklima setzt sich aus Experten und Wissenschaftlern aus Stadtverwaltung, Universitäten und anderen Organisationen zusammen und bündelt Expertise aus den Bereichen Verwaltung, Meteorologie, Geographie und Architektur (IKKW, 2012: 115).

Zielsetzungen der Klimapolitik

Klimaschutzpolitik wird in Würzburg vor allem seit der Jahrtausendwende engagiert vorangetrieben. Zentrales Element in diesen Jahren war die Modernisierung des stadteigenen, kohlebetriebenen Heizkraftwerks, erbaut 1954, welches ab 2003 von Kohle auf Gasverbrennung umgerüstet wurde. Das Kraftwerk musste aus Altersgründen saniert werden, allerdings ging es neben Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen, die durch die Sanierung angestrebt wurden, explizit auch um Verbesserungen im Ressourcenverbrauch sowie um Umwelt- und Klimaschutz.

2008 trat die Stadt dem transnationalen Städtenetzwerk Klima-Bündnis bei, dessen Mitglieder sich unter anderem verpflichten, ihre THG-Emissionen bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 50 % zu verringern und damit weit über die Forderungen des Kyoto-Protokolls, der EU oder der deutschen Klimaschutzpolitik hinausgehen. Mit diesem Eintrittsdatum ist Würzburg zwar kein Vorreiter unter den europäischen Städten (Kern et al. 2005), dafür wurde die lokale Umsetzung dieses Ziels aber umso ambitionierter gestaltet: Die Stadt Würzburg traf 2009 per Stadtratsbeschluss auf interfraktionellen Antrag hin die Entscheidung (SW B 16, März 2018), die 50 %-Reduktion der THG-Emissionen gegen-

über 1990 bereits bis 2020 zu erreichen.³³ 33 % waren bereits durch die Umrüstung des Heizkraftwerks erreicht, wie im nächsten Abschnitt genauer erläutert wird. Um die fehlenden 17 % zu schaffen und den städtischen Maßnahmen zur Senkung der THG-Emissionen eine langfristige strategische Grundlage zu geben, gab man die Entwicklung eines „Integrierten Klimaschutzkonzepts für die Stadt Würzburg“ (IKKW) in Auftrag, welches 2012 vom Stadtrat beschlossen wurde.

CO₂- und Energie-Bilanz

Der absolute Endenergieverbrauch Würzburgs fiel von 4.193 GWh/a im Jahr 1990 auf 3.711 GWh/a im Jahr 2010. 2010 entfielen 42 % auf den Bereich Wirtschaft sowie jeweils 28 % auf die Bereiche Verkehr und Haushalte. Die öffentliche Hand hat einen Anteil von 2 % (siehe IKKW 2012, 26, Abbildung 19). 53 % und damit mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs wird in Würzburg für die Bereitstellung von Wärme verwendet – was dem deutschen Durchschnitt entspricht. Strom hat einen Anteil von 19 %, Treibstoffe sind mit 28 % am Gesamtverbrauch beteiligt.

Der Rückgang des Energieverbrauchs von 1990 bis 2010 ist vor allem Effizienzsteigerungen in der Wirtschaft zu verdanken. Allerdings stehen den Verbrauchsminderungen in der Wirtschaft um ca. 32,5 % Steigerungen im Verkehr von 7,6 % und im Bereich Haushalte von 14 % gegenüber. Pro Einwohner_in betrug der Endenergieverbrauch 32,8 MWh/a im Jahr 1990 und 28 MWh/a im Jahr 2010, ging also nur leicht zurück (IKKW 2012, 28). Zudem verzeichnete Würzburg in dieser Dekade einen Bevölkerungszuwachs von rund 4,7 %.

Mit Blick auf die CO₂-Emissionen zeitigte vor allem die oben erwähnte Sanierung des stadt eigenen Heizkraftwerks große Minderungen. Durch die Umrüstung von Kohle auf Gas sanken die Würzburger CO₂-Emissionen von 1990 bis 2006 von etwa 1,41 Mio. Tonnen auf etwa 0,96 Mio. Tonnen³⁴. 2009 wurde das Heizkraftwerk um eine Gas- und Dampfturbinen-Anlage erweitert. Insgesamt konnten die Würzburger THG-Emissionen bis 2010 um rund 33 % gegenüber 1990 gesenkt werden (IKKW, 2012: 6). 2017 lieferte das Werk, betrieben von der stadt eigenen Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH, rund 85 % des in der Region Würzburg abgesetzten Stroms und 90 % der Fernwärme.³⁵

Im Jahr 2010 betragen die Würzburger Gesamtemissionen bei wachsender Bevölkerung 1.043.000 Tonnen CO₂ (SW, 2013). Auf den Bereich Wirtschaft entfielen 43 %, auf den Verkehr 30 % und auf die Haushalte 25 % der CO₂-Emissionen. Die öffentliche Verwaltung ist bei den CO₂-Emissionen, ähnlich wie beim Endenergieverbrauch, für ca. 2 % verantwortlich (IKKW, 2012: 31). Nach Nutzungsarten entfallen 44 % der Würzburger CO₂-Emissionen auf die Produktion von Wärme, 30 % werden durch Treibstoffe – also Verkehr – verursacht, und 26 % resultieren aus dem Stromverbrauch (IKKW, 2012: 36).

³³ <https://www.wuerzburg.de/de/themen/umwelt-verkehr/klimaundenergie/klimaschutz-in-wuerzburg/200138.1.-Meilenstein-zum-integrierten-kommunalen-Klimaschutzkonzept---Dezember-2009-Stadtratsbeschluss-CO2-Emissionen-halbieren-Klimaschutzkonzept-erstellen.html>, 05.02.2018.

³⁴ <https://www.wvv.de/de/privatkunden/unternehmen/gesellschaften/heizkraftwerk-wuerzburg/>, 02.07.2018.

³⁵ <https://www.wvv.de/de/privatkunden/unternehmen/gesellschaften/heizkraftwerk-wuerzburg/>, 02.07.2018.

Betroffenheit durch den Klimawandel

Die Stadt Würzburg ist 2018 bereits deutlicher als andere Städte Deutschlands gezwungen, sich an den Klimawandel anzupassen. Das betrifft nicht nur die Weinwirtschaft in und um Würzburg, die für die lokale Wirtschaft und die lokalen Traditionen eine große Bedeutung hat. Mit Blick auf die beiden Phänomene, die in diesem Projekt im Vordergrund stehen, Starkregen- sowie Hitzeereignisse, lassen sich in Würzburg allerdings unterschiedliche Betroffenheit feststellen.

Würzburg, am Main liegend, hat eine jahrhundertelange Erfahrung im Umgang mit Hochständen des Mains. Das gegenwärtige Hochwasserschutzkonzept wurde nach den schweren Überschwemmungen von 1970 entwickelt und bis 2009 umgesetzt. Es setzt aufgrund nicht vorhandener Überflutungsflächen auf die Abschottung von gefährdeten Gebieten. Die Mittel kamen hauptsächlich von der Stadt und vom Bundesland Bayern. „Normale“ Hochwasserstände³⁶ des Mains sind durch dieses Konzept bislang unter guter Kontrolle. Allerdings rücken durch die Zunahme von lokal relativ begrenzten Starkregenereignissen auch die kleineren Flüsse oder Bäche im Stadtgebiet in den Fokus (SW F, April 2018). Die zuständigen Stellen in der öffentlichen Verwaltung und im Katastrophenschutz nehmen hier ihre Aufgaben von Amts wegen wahr, ohne dass es eine umfassende Strategie in diesem Bereich benötigte (SW D, März 2018; SW F, April 2018). Die Beobachtung, dass in den letzten Jahren ein höheres Risiko für Starkregenereignisse besteht, verändert insofern nicht grundlegend die Arbeit der zuständigen Stellen, z. B. in der Stadtplanung, im Baureferat oder im Entwässerungsbetrieb der Stadt.

Würzburg war von massiven Starkregen, wie sie in den letzten Jahren immer wieder lokal zu beobachten waren, glücklicherweise noch nicht schwer betroffen. Allerdings gab es bereits mehrere kleinere Starkregenereignisse in unmittelbarer Umgebung, z. B. kam es im Nachbarort Hettstadt 2017 durch hohe Niederschlagsmengen zu Straßenschäden und vollgelaufenen Kellern, mit entsprechenden Reaktionen der betroffenen Bevölkerung.³⁷ Diese Ereignisse werden auch in Würzburg von den zuständigen Stellen registriert und führen zunehmend dazu, entsprechende Maßnahmen in Bauleitpläne und Landschaftsnutzungspläne zu integrieren, um vorbeugend den Eintritt von schweren Schadensereignissen zu minimieren (SW F, April 2018).

Wesentlich stärker als durch Starkregenereignisse ist die Stadt Würzburg bislang durch die Erwärmung der Durchschnittstemperaturen und durch Hitzeereignisse betroffen. Im Maintal in einer der wärmsten und sonnenreichsten Regionen Deutschlands gelegen, belegen die Beobachtungszeitreihen bereits für den Zeitraum 1947 bis 2006 eine deutliche Erwärmung um bis zu 1,4 °C im Winter und 1,1 °C im Sommer.³⁸ Dass Würzburg auch in Zukunft zu den „Vorreitern“ in Sachen Klimaerwärmung gehören und mit höheren Temperaturen als deutsche Städte im Durchschnitt konfrontiert sein wird, bestätigen einschlägige Prognosen. Zum Beispiel wurde mit regional angelegten Klimamodellen nach IPCC-

³⁶ Hochwasser werden planerisch anhand der statistischen Wahrscheinlichkeit, mit der sie sich im langjährigen Mittel wiederholen, eingeteilt, also in Ereignisse mit z. B. 20-, 50- oder 100-jährlicher Wiederkehrintervallen. Würzburgs Hochwasserschutzmaßnahmen sind auf Wasserstände entsprechend Ereignissen mit einer 50-jährlichen Wiederkehrperiode ausgerichtet.

³⁷ <https://m.mainpost.de/regional/wuerzburg/Hagel-Hochwasser-und-UEberschwemmung;art736,9697686>, 14.05.2018.

³⁸ <https://www.wuerzburg.de/themen/umwelt-verkehr/klimaundenergie/klimaanpassung-der-klimawandel-fordert-uns-heraus/405572.Auswirkungen-des-Klimawandels-auf-Wuerzburg-und-die-Region.html>, 04.06.2018.

Szenario A1B errechnet, dass in der Region Würzburg bis zum Jahr 2100 eine weitere Erwärmung um ca. 5 °C in den meisten Jahreszeiten zu bewältigen sein wird³⁹ – mit entsprechend höherer Anzahl an Hitze- und Trockenperioden inklusive Tropennächten (Temperatur sinkt nicht unter 20 °C).

Dass die Erwärmung auch „gefühl“ bereits stattfindet, wird von Mitarbeitern der Stadt bestätigt, die vor allem in besonders sonnenexponierten Gebäuden in Innenstadtlage über extreme Hitze in den Arbeitsräumen berichten (SW B, März 2018).

Die Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen im Bereich Hitzeereignisse hat in Würzburg eine dementsprechende Priorität und Prominenz. Trotzdem ist die Entwicklung entsprechender Klimaanpassungsstrategien und -maßnahmen, wie in den meisten anderen deutschen Städten, eng mit der Entwicklung der Klimaschutzkonzepte verbunden, wobei die Anpassung dem Schutz folgte. Allerdings wurden aufgrund der Lage vor Ort Klimaanpassungsmaßnahmen bereits vergleichsweise früh berücksichtigt, z. B. im IKKW von 2012, welches das zentrale strategische Klimaschutz-Instrument Würzburgs ist.

3.3.3 Klimaschutz und Klimaanpassung in Würzburg

Integriertes Klimaschutzkonzept Würzburg

Zentrales Dokument der Klimaschutz- und Klimaanpassungspolitik in Würzburg ist das IKKW. Das 219-Seiten starke Konzept⁴⁰, dessen Erarbeitung vom BMUNR unterstützt wurde, analysierte den Ist-Zustand möglicher TGH-Quellen im Stadtgebiet und stellte Szenarien vor, mit welchen Maßnahmen in welchen Sektoren das Würzburger 50 %-Minderungsziel bis 2020 erreicht werden kann (IKKW, 2012: 6). Erstellt wurde es in einem zweistufigen Verfahren. Zuerst erfolgte die Bestandsaufnahme durch die Untersuchung klimarelevanter Daten auf Basis einer fortschreibbaren Energie- und CO₂-Bilanz für die Sektoren Haushalte, Wirtschaft, Verkehr sowie kommunale Liegenschaften. Zudem wurden in diesem Schritt Sondierungsgespräche mit lokalen und regionalen Stakeholdern wie den Stadtwerken oder Bauträgern durchgeführt. Darauf folgte im zweiten Schritt ein öffentlicher Beteiligungsprozess, währenddessen zahlreiche Veranstaltungen und Gesprächsformate, u. a. mehrere lokale Bürger- und Expertenworkshops, zu Themen wie „erneuerbare Energien“, „Unternehmen“, „Mobilität“ und „Haus“ sowie zur Entwicklung und Bewertung konkreter Maßnahmen und Projekte durchgeführt wurden (IKKW, 2012: 73).

Die größten Potenziale zur THG-Minderung wurden im Bereich Effizienzsteigerung bzw. Senkung des Energieverbrauchs (-10 %), dem Ausbau erneuerbarer Energien (-5 %) sowie dem Ausbau von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (-2 %) gesehen. Dem Ziel entsprechend, konkrete Handlungsoptionen aufzuzeigen, enthält das IKKW eine Vielzahl konkreter Maßnahmen zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes im Stadtgebiet. Zum Beispiel beschreibt es Maßnahmen für Bereiche wie Energieverbrauch und -produktion, energeti-

³⁹ <https://www.wuerzburg.de/themen/umwelt-verkehr/klimaundenergie/klimaanpassung-der-klimawandel-fordert-uns-heraus/405572.Auswirkungen-des-Klimawandels-auf-Wuerzburg-und-die-Region.html>, 04.06.2018.

⁴⁰ Das IKKW wurde von der Firma B.A.U.M Consult GmbH in München, dem Institut für Energietechnik IfE GmbH an der Hochschule Amberg-Weiden und der Technischen Universität München, Fachgebiet für Siedlungsstruktur und Verkehrsplanung in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Würzburg und finanzieller Unterstützung des BMUNR erstellt.
https://www.wuerzburg.de/media/www.wuerzburg.de/org/med_19983/415559_bericht_ikk_wuerzburg_130318.pdf, 05.02.2018.

sche Sanierung von Gebäuden oder für eine klimafreundliche Siedlungsstruktur- und Verkehrsplanung. Es adressiert private wie auch kommunale Akteure. Obwohl insgesamt nur für 2 % des Würzburger Gesamtenergieverbrauchs verantwortlich, wird die Vorbildfunktion der Stadtverwaltung betont. Die Stadt kann in ihrem direkten Wirkungsbereich wie z. B. den kommunalen Liegenschaften relativ einfach vorbildliche und öffentlichkeitswirksame Beispiele geben, so die Einschätzung im Konzept (IKKW, 2012: 41 und 197).

Das IKKW fokussiert in weit überwiegendem Maße auf den Klimaschutz. Allerdings werden auch Möglichkeiten stadtklimatischer Anpassungsmaßnahmen untersucht. Der vergleichsweise frühe Zeitpunkt für die Planung von Klimaanpassungsmaßnahmen liegt wie erwähnt vor allem an der Lage Würzburgs in einer der wärmsten Gegenden Deutschlands. In Abschnitt 7.6, die „Strategie im Handlungsfeld ‚Klimaanpassung‘“ (IKKW, 2012: 98), wird ein Ausblick auf die wahrscheinlichen Auswirkungen des Klimawandels im Stadtgebiet Würzburgs gegeben sowie auf Starkregen und vor allem Hitzeereignisse (IKKW, 2012: 115) hingewiesen. Auch hier werden konkrete Maßnahmen formuliert. Unter der Überschrift „Rund ums Stadtklima“ enthält der Katalog des IKKW drei Vorschläge (IKKW, 2012: 169):

1. Den Aufbau eines Klimaanpassungs-Netzwerks, „das in regelmäßigen bzw. bedarfsgerechten Treffen einer interdisziplinären Expertengruppe strategische Handlungsempfehlungen erarbeitet“, und welches als strategisches Planungszentrum unter anderem die Weiterentwicklung der Klimafunktionskarte (siehe unten) vorantreiben soll.
2. Kommunikationsmaßnahmen, um „über kurz-, mittel- und langfristige Auswirkungen des Klimawandels im Stadtgebiet Würzburg zu informieren und eine Sensibilisierung zu generieren“, die zu „eigenverantwortliche(n) Vorsorgemaßnahmen“ aller Akteure in der Stadt führt.
3. Es sollen Pilotprojekte, „kreative, öffentlichkeitswirksame und kurzfristig umsetzbare Maßnahmen entwickelt werden“, „die punktuell zur Entschärfung der Hitzeproblematik in der Stadt beitragen“ (IKKW, 2012: 173).

Des Weiteren enthält das IKKW die erste Version der Klimafunktionskarte, welche sich in den letzten Jahren zu einem zentralen Instrument der Klimaanpassungspolitik Würzburgs entwickelt hat.

Die Würzburger Klimafunktionskarte

Die Klimafunktionskarte ist ein Planungsinstrument zur Steuerung der zukünftigen Stadtentwicklung Würzburgs und spielt für die Klimaanpassung eine zunehmend wichtige Rolle. Eine erste Version der Klimafunktionskarte entstand noch vor der Erstellung des IKKW in Kooperation mit Prof. Katzschner von der Universität Kassel (SW B, März 2018, 22). Prof. Katzschner vom Fachbereich Umweltmeteorologie führte mit einem siebenköpfigen Team umfangreiche Flächen- und Luftbewegungsanalysen in Würzburg durch. Die Integration dieser Klimafunktionskarte in das IKKW beruhte nicht explizit auf einem Stadtratsbeschluss. Vielmehr entschied sich das Planungsbüro Baum, welches das IKKW im Auftrag erstellte, dieses Instrument aufzunehmen und weiter zu entwickeln (SW B, März 2018, 23-34).

Die Klimafunktionskarte besteht aus einer geographische Darstellung der Temperaturverteilung im Würzburger Stadtgebiet sowie im direkten Umland. Sie enthält Daten über die Art der städtischen Bebauung und der Gebäudevolumen, kombiniert mit einer

Entwicklungspfade von Potsdam und Würzburg

satellitengestützten Analyse des Versiegelungsgrades sowie Daten zu Windrichtungen und -geschwindigkeiten (IKKW, 2012: 111). Die Klimafunktionskarte zeigt auf, wo sich Kaltluftentstehungsgebiete, Luftkorridore oder Überwärmungsbereiche befinden (siehe Abbildung 3.1). Auf dieser Datenbasis können durch ein mikroskaliges numerisches Modell straßenzuggenaue lokalklimatische Analysen, sogenannte „Klimatope“, erstellt werden, die die Auswirkungen von Oberflächenveränderungen oder Baumaßnahmen auf die lokale Klimasituation und deren Rückwirkung auf den Menschen simulieren können.

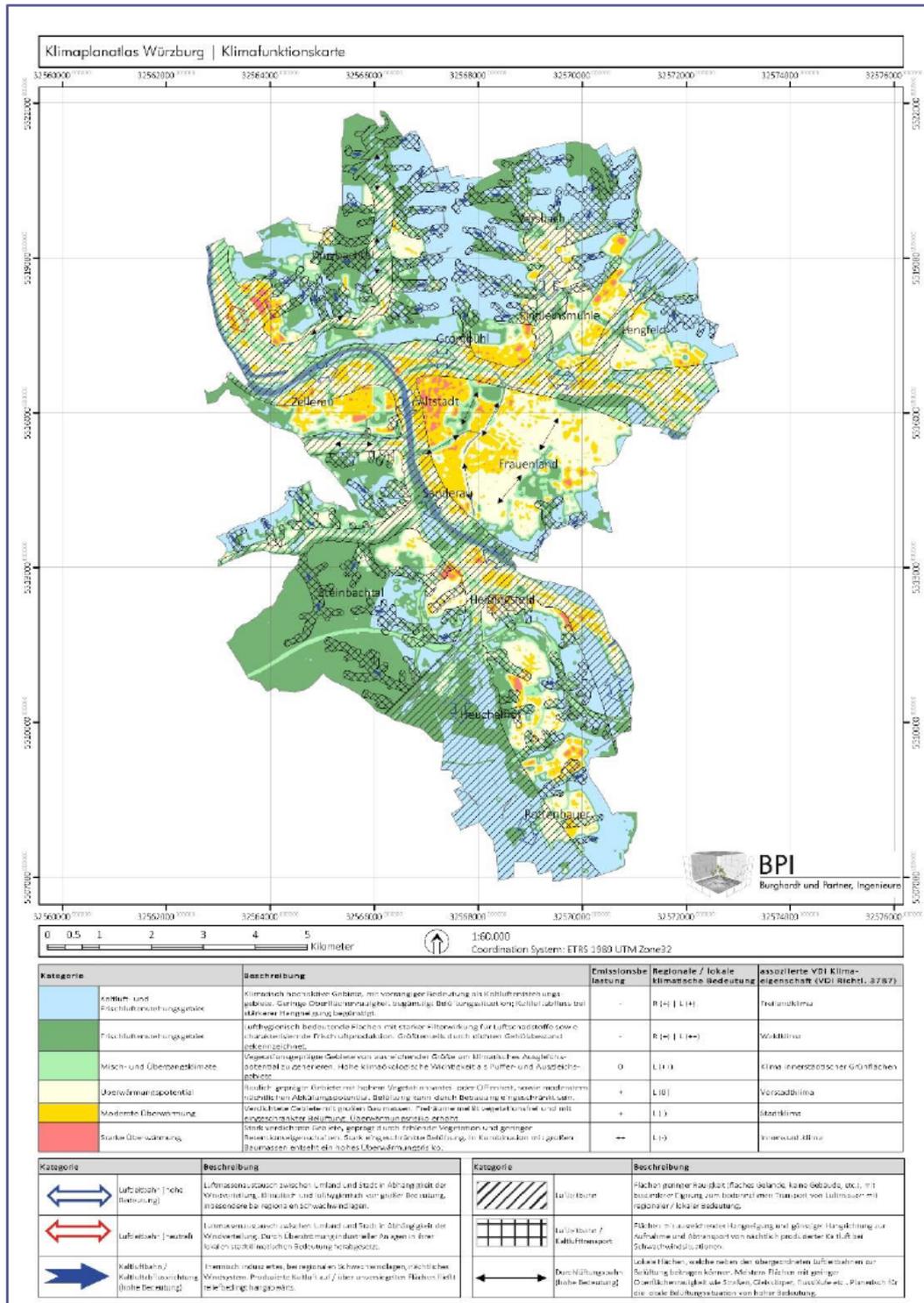


Abbildung 3.1: Klimafunktionskarte Würzburgs (2015/2016; Quelle: Burghardt und Partner, 2016: 24).

Die Klimafunktionskarte erwies sich als sehr nützliches Instrument, um die Auswirkungen von lokalen Bau- und Oberflächenveränderungen einzuschätzen und zu planen. Ziel ist es, die Klimafunktionskarte zu einem standardmäßigen Planungsinstrument bei stadtplanerischen Vorgängen, Flächenmanagement und in der Bauplanung zu machen (SW B, März 2018, 142-148). Sie wurde 2016 überarbeitet und durch Hinzufügen weiterer Datenkategorien weiterentwickelt (siehe Burghart und Partner, 2016).

Die Klimafunktionskarte wird in Würzburg in Verbindung mit einer Checkliste verwendet, die sich an die einzelnen Fachverwaltungen sowie Bauantragssteller richtet und helfen soll, Auswirkungen von Baumaßnahmen auf das Stadtklima in die alltäglichen Planungsprozesse zu integrieren – ähnlich, wie Umweltverträglichkeitsprüfungen gegenwärtig häufig standardisierte Schritte von Planungsprozessen sind. Die Kommunikation zwischen dem Amt für Bauleitplanung und dem Fachbereich Umwelt und Klimaschutz über die Anwendungsreife und die Weiterentwicklung der Checkliste läuft zum gegenwärtigen Zeitpunkt – das Stadtklima wird aber bereits in vielen Planungsprozessen automatisch mitgedacht (SW B, März 2018, 142-148).

Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

Starkregen genießt, wie oben bereits erwähnt, in Würzburg über die normale Pflicht der kommunalen Daseinsfürsorge für die Bürger hinaus bislang keine besondere Priorität, vielmehr werden Niederschlagsmengenveränderungen im Rahmen des „normalen“ Arbeitsablaufes berücksichtigt. Vor dem Hintergrund zunehmender Schäden, die durch Starkregen in anderen Kommunen verursacht wurden, schiebt sich aber auch dieses Phänomen langsam als planungsrelevanter Aspekt in den Vordergrund. So beschloss der Würzburger Stadtrat 2015 die Überarbeitung des städtischen Gewässerentwicklungskonzepts (GEK) mit einem Fokus auf die Gewässer GEW III⁴¹ (SW F, April 2018). Der Fokus lag und liegt hier vor allem im Bereich Wiederherstellung eines ökologisch „guten Zustandes“ der Gewässer inklusive der nachhaltigen und umweltverträglichen Wassernutzung zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie von 2000. Dementsprechend spielen in den damit zusammenhängenden Vorgängen vor allem gewässerbiologische und landschaftsökologische Zielsetzungen eine große Rolle.⁴² Allerdings werden in den einschlägigen Diskussionen und Prozessen auch Starkregenereignisse impliziert, da es sich bei Bächen und Zuflüssen der Kategorie GEW III um Zubringer zu größeren Gewässern handelt, die sich gerade bei lokal begrenzten, plötzlichen Starkregenereignissen zu massiven Schadensquellen entwickeln können (SW D, März 2018).

Eine deutlich höhere Priorität genießen Anpassungsmaßnahmen an Erwärmung und Hitzeereignisse. Wie oben erwähnt, finden in Würzburg in Reaktion auf Hitzeereignisse verschiedene Maßnahmen statt. Zum einen wurden bereits im IKKW 2012 Maßnahmen zur Klimaanpassung vorgesehen. Diese waren jedoch eher von konzeptionellem Gehalt

⁴¹ Im deutschen Wasserrecht werden Gewässer in Ordnungen eingeteilt. Als Teil der konkurrierenden Gesetzgebung existieren jeweils landesrechtliche Regelungen, die Gewässer, die nicht als Bundeswasserstraßen klassifiziert sind, kategorisieren und landesrechtlicher oder kommunaler Zuständigkeit zuweisen. In Bayern werden nach Gewässern erster (Gewässer von höchster wasserwirtschaftlicher Bedeutung, also große Flüsse und Seen) und zweiter Ordnung (mittelgroße Gewässer mit größerer wirtschaftlicher Bedeutung), für deren Erhalt das Land zuständig ist, noch die Gewässer dritter Ordnung ausgewiesen („zumeist kleine Gewässer und Bäche“), deren Erhalt in der Regel bei den Kommunen liegt (<https://www.lfu.bayern.de/wasser/gewaesserverzeichnisse/kartendienste/index.htm>, 29.08.2018).

⁴² Vgl. <https://spd-fraktion-wuerzburg.de/news/stadtrats-blog-von-udo-feldinger-gewaesserschutzmanagement/>, 18.06.2018.

(siehe oben: Aufbau eines Expertennetzwerks, Entwicklung von geeigneten konkreten Pilotvorhaben und Kommunikationsmaßnahmen), die zur Zeit der Erarbeitung dieser Analyse ihre konkrete Umsetzung erfahren. So wird zum Beispiel in die 2018 stattfindende Landesgartenschau in Würzburg ein Klimapfad integriert, der über die Klimaerwärmung, Hitzeereignisse und Gegenmaßnahmen, die jeder Bürger ergreifen kann, aufklärt. Zum anderen werden verschiedene konkrete Maßnahmen, wie etwa der Einsatz von Wasserverdampfern erprobt, die die Besucher direkt vor Ort vor heißen Temperaturen schützen sollen (SW B, März 2018).

Darüber hinaus werden in Würzburg Stadtklimabelange bei Stadterneuerungsmaßnahmen sowie in Bauvorhaben berücksichtigt, vor allem durch Anwendung der Klimafunktionskarte. Die Folgen von Baumaßnahmen auf das Stadtklima sollen vorab berechnet und eingeschätzt werden, um negativen Wirkungen bereits in frühen Planungsstadien durch Gegenmaßnahmen oder Auflagen entgegenzuwirken (SW B, März 2018). Das Ziel, eine derartige Prüfung im standardisierten Sinne etwa einer Umweltverträglichkeitsprüfung anzuwenden, ist in Würzburg noch nicht erreicht, jedoch sind die verschiedenen Verwaltungsbereiche bereits so gut sensibilisiert, dass bei großen Projekten Klimabelange berücksichtigt werden.

Darüber hinaus spielen der Ausbau und die Erweiterung von Stadtgrünflächen eine große Rolle. Über das Baumkataster werden die vorhandenen Bäume erfasst und gepflegt, darüber hinaus sind alle Verwaltungsteile bemüht, neue Standorte für Bäume, soweit mit anderen Interessen vereinbar, zu identifizieren und zu nutzen (SW F, April 2018; SW G, März 2018). Würzburg war darüber hinaus erfolgreich bei der Einwerbung von 300.000 Euro aus Bundesmitteln des Programmes „Zukunft Stadtgrün“ des BMUB, welche ab 2018 für Begrünungsprojekte in Würzburg bereitgestellt werden.

Für die städtischen Grünflächen und den Baumbestand ist in Würzburg das Grünamt zuständig. Aufgrund der, verglichen mit dem deutschen Durchschnitt, höheren Temperaturen in Würzburg unterliegen die traditionell als Stadtbäume verwendeten Sorten teilweise enormem Stress. Höhere Temperaturen, veränderte Niederschlagsmuster, neue Schädlingsarten, z. B. Insekten wie der asiatische Laubholzbockkäfer oder andere Pilzsorten, treten auf. Über die Zeit wurde z. B. ein massiver Anstieg des Grünbruchs sowie der Anzahl der Fällung bei Ahorn, Linde oder Esche festgestellt (SW C, März 2018). Hierdurch wird eine größere Gefährdung der Bürger und des öffentlichen Verkehrs verursacht, die letztlich auch zu einem drastischen Anstieg der Kosten führt. Um die Jahrtausendwende lag die Zahl der Stadtbaumfällungen (inkl. Parkanlagen) in Würzburg bei ca. 30 im Jahr, um 2018 herum liegen die jährlichen Fällungen bei ca. 160 (SW C, März 2018). Neben den Fällungen, die sich mehr als verfünffacht haben, schlagen auch die Neupflanzungen erheblich zu Buche.

Eine Lösung zum Erhalt von innerstädtischem Baumbestand ist der Wechsel zu Sorten, die mit den veränderten Umweltbedingungen besser fertig werden. Hier kooperiert die Stadt Würzburg seit 2009 mit der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (BLGW) im Programm „Stadtgrün 21“⁴³. Dieses Projekt im Auftrag der Bayerischen Landesregierung untersucht, welche Baumarten sich in Zukunft als Stadtbäume eignen. Würzburg ist eine der Städte, in denen empirische Studien durchgeführt werden. Darüber hinaus verfügen die Mitarbeiter über Praxiserfahrungen, welche Sorten an welchen Stand-

⁴³ <https://www.lwg.bayern.de/landespflge/169757/index.php>, 14.05.2018.

orten am besten gedeihen, und setzen die verschiedenen Bäume entsprechend ein (SW C, März 2018).

3.3.4 Die Bedeutung von Schlüsselakteuren und -ereignissen

Die Entwicklung der Klimaanpassungspolitik in Würzburg wird vor allem durch die Lage der Stadt in einer der wärmsten Regionen Deutschlands bestimmt. Die Klimaerwärmung ist in Würzburg kein theoretisches Konstrukt, sondern konkret erfahrbar. Verstärkt werden klimatische Effekte durch den hohen Versiegelungsgrad und die dichte Bebauung insbesondere der Altstadtgebiete, wo es vergleichsweise wenig Stadtgrün, geschweige denn Parkanlagen gibt. Insofern gibt es einen breiten Konsens in der Bürgerschaft und unter den Parteien, dass Klimaanpassungsmaßnahmen zur Erhalt der Lebensqualität und Zukunftsfähigkeit Würzburgs notwendig sind. Besonders extreme Ereignisse, die einen radikalen Wandel erzwungen oder ermöglicht hätten, lassen sich jedoch nicht feststellen – nicht im Bereich Starkregen, hier ist die Stadt bis heute glücklicherweise nicht betroffen, doch auch nicht im Bereich Hitze. Der Sommer 2003 war auch in Würzburg ein Jahrhundertsommer, aber als Signal für kommende Hitzeperioden vielleicht sogar weniger bedeutend als in anderen europäischen Städten, da, wie oben ausgeführt, Würzburg überdurchschnittlich oft mit Hitzeereignissen konfrontiert ist. Insofern wird der Hitze-Sommer 2003 in Interviews in der Regel eher als ein besonders extremes Ereignis in einer längeren Reihe von extremen Ereignissen eingeschätzt denn als ein singuläres Vorkommnis mit radikal pfadverändernder Wirkung. Nichtsdestotrotz wurden in jenem Sommer auch in Würzburg bestehende Systeme, Infrastrukturen, Regelungen und Baumbestände auf ihre Zukunftsfähigkeit getestet und den Mitarbeitern und Vorgesetzten die Dringlichkeit von Veränderungen in vielen Bereichen vor Augen geführt.

Trotz der starken Betroffenheit durch Hitze spielte Klimaschutzpolitik jedoch vergleichsweise lange eine untergeordnete Rolle. Viele Kommunen und Städte Deutschlands fassten bereits während der 1990er Jahre ehrgeizige Klimaschutzziele, aber in Würzburg hielt man sich in diesem Bereich noch lange Jahre zurück. Zwar wurde 2003 die Sanierung und Umrüstung der Stadtwerke durchgeführt, die großen Einfluss auf die CO₂-Bilanz der Stadt hatte. Allerdings fand diese primär aus Altersgründen des Werkes statt und war nicht in erster Linie Klimaschutz- oder Klimaanpassungsgründen geschuldet. In Würzburg wurden klimapolitische Beschlüsse und Zielsetzungen erst unter OB Rosenthal, SPD, ab 2008 gefasst, dann aber umso ambitionierter. In seine Amtszeit fällt auch der Beschluss zur Erarbeitung des integrierten Klimaschutzkonzeptes und dessen Verabschiedung 2012, welches Klimaschutz als eine langfristige strategische Leitlinie für die Stadtpolitik etablierte. Des Weiteren wurden mit Umstrukturierungen in der Verwaltung und insbesondere mit der Schaffung der Stelle des Klimaschutzbeauftragten auch die institutionellen Rahmenbedingungen geschaffen, um die beschlossenen Klimaschutzziele auch tatsächlich in die Stadtpolitik und das Verwaltungshandeln zu integrieren. Dass im IKKW bereits mit der Klimafunktionskarte und bestimmten Maßnahmen Klimaanpassungsziele verfolgt wurden und diese im Laufe der vergangenen Jahre immer größere Priorität erlangten, ist vor dem Hintergrund des Problemdrucks nicht überraschend.

Im Bereich Starkregen fehlt dieser Problemdruck, die Umweltbedingungen verändern sich vergleichsweise langsam und betreffen die Bürger Würzburgs weniger. Konsequenterweise steht eine übergeordnete Strategie hier bislang aus. Das Risiko wird vor allem auf der Arbeitsebene mitberücksichtigt. Diese reagiert aus der allgemeinen Fürsorge-

pflicht heraus, die sie ihren Bürgern gegenüber hat, und reagiert damit qua Aufgabenzuschreibung auf die Probleme, die der Klimawandel mit sich bringt. Diese inkrementelle Form der Anpassung erfolgt quasi automatisch, schrittweise, wird auf der operationellen Ebene konzipiert und umgesetzt und kommt ohne stadtweite Strategiekonzeptionen aus.

Eine wichtige Rolle spielt die Bürgerschaft, die Klimaanpassungsmaßnahmen fordert und in der Mehrheit unterstützt. 2017 unterlag ein Vorschlag der Stadt, den Kardinal-Faulhaber-Platz zu sanieren und dabei zu begrünen, einem Alternativvorschlag, der eine wesentlich weitgehendere Begrünung vorsah, deutlich mit 58,44 zu 41,56 %⁴⁴. Auch wenn der Alternativvorschlag vielleicht nicht wissenschaftlich eindeutig besser für das Stadtklima im betroffenen Quartier ist, zeigt das Ergebnis doch, dass Klimaschutz- und Klimaanpassungsbelange in Würzburg und seiner Bürgerschaft fest verankert sind.

3.4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Zusammenfassend kann zunächst festgehalten werden, dass es sich bei unseren beiden Fallstudienstädten um Vorreiterstädte mit relativ hohen Handlungskapazitäten handelt. Die Landeshauptstadt Potsdam ist eine „grüne Stadt am Wasser“, deren Bevölkerungszahl seit 2000/2001 zunimmt und deren ökonomische Situation sich gerade in den letzten Jahren zusehends verbessert hat. Stadtpolitik und Stadtentwicklung sind sehr stark von der historischen Entwicklung Potsdams als Garnisonsstadt, das überall präesente und immer wieder betonte UNESCO-Welterbe sowie durch die Funktion der Stadt als Film- und Wissenschaftsstandort geprägt, wobei dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) besondere Bedeutung zukommt. Würzburg ist durch eine gleichbleibende Bevölkerungszahl bei guter ökonomischer Lage gekennzeichnet. Die Identität der Stadt wird vor allem durch die dicht bebaute historische Altstadt mit ihren vielen denkmalgeschützten Gebäuden und den zahlreichen im Besitz der Kirchen befindlichen Liegenschaften (süddeutsches Barock) sowie ihre Lage in einer bekannten Weinregion bestimmt. Bei der 2018 veröffentlichten ZDF-Deutschlandstudie zur Lebensqualität in allen 401 Landkreisen und kreisfreien Städten in Deutschland belegte die Landeshauptstadt Potsdam Platz 4 als beste Stadt in Ostdeutschland und die Stadt Würzburg Platz 35.⁴⁵

Beide Städte sind in der Klimapolitik aktiv geworden, obwohl die Auswirkungen des Klimawandels zumindest in der Vergangenheit nur bedingt spürbar waren. Dies gilt vor allem für Starkregenereignisse, die zwar in Zukunft zunehmen werden, wie der Starkregen im Juni 2017 in Potsdam eindrücklich gezeigt hat, in der Vergangenheit aber in beiden Städten (noch) nicht zu gravierenden Problemen geführt haben. Beide Städte sind stärker von Hitzeereignissen betroffen, und dies nicht erst seit der Hitzewelle im Sommer 2018. Sowohl in Potsdam als auch in Würzburg sind bereits heute die besonders vulnerablen Bevölkerungsgruppen gefährdet (insbesondere die Bewohner von Alten- und Pflegeheimen). Während in Potsdam das starke Bevölkerungswachstum zu Konflikten zwischen Klimapolitik und Stadtentwicklung führt (z. B. bei der Freihaltung von Frischluftschnei-

⁴⁴ https://wuerzburgwiki.de/wiki/B%C3%BCrgerentscheid_Kardinal-Faulhaber-Platz, 29.8.2018

⁴⁵ Die Studie wurde von Prognos durchgeführt und basiert auf 53 Indikatoren für die Bereiche Arbeit & Wohnen, Gesundheit & Sicherheit sowie Freizeit & Natur; siehe <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/umfangreiche-zdf-studie-im-sueden-lebt-es-sich-besser-100.html>, 03.09.2018.

sen), stellt in Würzburg die enge historische Bebauung und das Fehlen von Grünflächen in der Innenstadt die größte Herausforderung dar.

Beide Städte haben aber nicht auf disruptive Schlüsselereignisse reagiert, die vom Klimawandel hervorgerufen wurden, sondern sind bereits vor dem Eintreffen solcher Ereignisse antizipatorisch tätig geworden. Erstens haben beide Städte integrative Klimaschutzstrategien entwickelt, die in Potsdam 2010 und in Würzburg 2012 beschlossen wurden. Zweitens wurde die Klimapolitik innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung institutionalisiert. Zu nennen sind hier z. B. die Einrichtung der Koordinierungsstelle Klimaschutz in Potsdam 2008 und die Einstellung eines Klimaschutzbeauftragten in Würzburg 2010, die Einrichtung von Energie- und Klimabeiräten in beiden Städten, die Gründung des Würzburger Energie- und Klimazentrums 2015 sowie die klimapolitischen Veränderungen bei den kommunalen Stadtwerken und Wohnungsbaugesellschaften. Drittens sind beide Städte in (inter)nationalen Netzwerken aktiv und beteiligen sich an (inter)nationalen Initiativen und Projekten. Beide Städte sind Mitglied im Klimabündnis, wobei Potsdam bereits 1995, d. h. nur drei Jahre nach Gründung dieses transnationalen Städtenetzwerkes, dieser Organisation beigetreten ist, während sich Würzburg dazu erst 2008 entschlossen hat. Zudem haben sich beide Städte im Rahmen des vom Bund geförderten Programms „50 Klimapartnerschaften“ engagiert und kooperieren mit Städten in Tansania (Würzburg mit Mwanza und Potsdam mit Sansibar). Schließlich wird Potsdam seit 2016 im Rahmen der Nationalen Klimainitiative als Masterplan-Kommune vom Bund gefördert und hat 2017 ein entsprechendes Konzept vorgelegt.

Zwar wurde die Klimapolitik in beiden Städten nicht maßgeblich von Ereignissen beeinflusst, die durch den Klimawandel bedingt sind, aber dennoch lassen sich einige Ereignisse identifizieren, die für die Klimapolitik in beiden Städten von herausragender Bedeutung waren. Dies gilt insbesondere für die städtische Energiepolitik, d. h. die Umstellung der Kraftwerke in beiden Städten von Kohle auf Gas, was in Potsdam in den Jahren 1993 bis 1995 und in Würzburg 2003 geschah und entscheidend zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beigetragen hat. Für Potsdam sind zudem die deutsche Wiedervereinigung 1990 und die beinahe gleichzeitig erfolgte Aufnahme der Stadt in die Liste des UNESCO-Welterbes zu erwähnen, da durch diesen fundamentalen Umbruch viele institutionelle Innovationen ermöglicht wurden. Zwar spielte die Klimapolitik in dieser Umbruchphase noch keine zentrale Rolle, aber die Weichen wurden, etwa durch den frühen Beitritt zum Klimabündnis 1995, in die richtige Richtung gestellt und durch die Veränderung der Rahmenbedingungen unterstützt, z. B. durch die Ansiedlung vieler Wissenschaftseinrichtungen in Potsdam, wobei dem 1992 gegründeten PIK besondere Bedeutung zukommt, da an diesem Institut nicht nur Forschung zu relevanten Themen stattfindet, sondern auch weil das PIK an der Erarbeitung der Klimastrategien der Stadt direkt beteiligt war.

In beiden Städten können Schlüsselakteure aus Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Zivilgesellschaft identifiziert werden. Zwar sind die vor Ort ansässigen Wissenschaftseinrichtungen in Potsdam wesentlich prominenter, aber auch Würzburg arbeitet im Rahmen von Projekten direkt mit wissenschaftlichen Einrichtungen (z. B. der Universität Kassel) zusammen. Bei den Initiatoren, Beschleunigern und Unterstützern der Klimapolitik (Europa-Universität Flensburg, 2018) sind vor allem die Oberbürgermeister beider Städte, die Grüne Fraktion im Würzburger Stadtrat bzw. die Fraktion „die Andere“ in der Stadtverordnetenversammlung der Stadt Potsdam, die Koordinierungsstelle Klimaschutz in Potsdam bzw. der Klimaschutzbeauftragte der Stadt Würzburg sowie eine aktive Zivilgesellschaft in beiden Städten zu benennen.

Insgesamt kann daher festgehalten werden, dass es sich in beiden Städten um Vorreiterstädte handelt, welche die Forschungsergebnisse zu anderen Vorreiterstädten im In- und Ausland weitgehend bestätigen, z. B. im Hinblick auf die Bevölkerung, die ökonomische Situation, die Unterstützung durch Politik und Verwaltung, die Kooperation mit der Wissenschaft und die Mitgliedschaft in transnationalen Städtenetzwerken. Daher ist es nicht weiter überraschend, dass Extremwetterereignisse für die Entwicklung der Klimapolitik in den beiden Städten nur eine untergeordnete Rolle spielten. Wichtiger für diese Entwicklung waren andere Ereignisse, insbesondere die Umstellung der Kraftwerke von Kohle auf Gas, sowie die schrittweise Institutionalisierung der Klimapolitik innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung. In beiden Fallstudienstädten dominiert der strategische Entwicklungspfad, der hohe Handlungskapazitäten erfordert und sich durch aktives Handeln, einen umfassenden (institutionellen) Wandel und ein Netzwerk relativ starker Schlüsselakteure auszeichnet.

Im Hauptprojekt (vgl. Kapitel 6) sollen die beiden vorliegenden Fallstudien erweitert werden. Hier sind weitere empirische Untersuchungen in Potsdam und Würzburg sowie die Durchführung einer weiteren intensiven Pfadanalyse für die Stadt Remscheid geplant. Auf dieser Basis sollen dann (neben den drei Fallstudienstädten) weitere neun bis zwölf Vorreiter-, Nachahmer- und Nachzüglerstädte ausgewählt und untersucht werden (siehe Abbildung 6.3). Es wird sich dabei um jeweils drei bis vier Städte in Bayern, Brandenburg und NRW handeln, da vorausgesetzt werden kann, dass der Erfolg von Klimaanpassung und Klimaschutz auf der lokalen Ebene von der Dynamik des deutschen Mehrebenensystems abhängt (Graf et al., 2018). Aufgrund der ersten Ergebnisse des Projekts kann zudem angenommen werden, dass sich die Vorreiterstädte in der Gruppe der kleinen Großstädte und Mittelstädte von größeren Städten unterscheiden. Dies gilt etwa für die große Bedeutung der historischen Entwicklung für die Identität von kleineren Städten wie Potsdam, die auch in anderen Städten vergleichbarer Größe feststellbar ist, z. B. in anderen Welterbe-Städten wie Wismar, Regensburg, Salzburg und Bern.

In den noch auszuwählenden Städten wird es ebenfalls um die jeweiligen Rahmenbedingungen, die Institutionalisierung der Klimapolitik, insbesondere die Entwicklung integrierter Strategien bzw. sektoraler Maßnahmenpläne, die Bedeutung von Extremwetterereignissen für die Entwicklung der Klimapolitik und die Identifikation von Schlüsselakteuren gehen. Im Rahmen der Hauptstudie soll auch die Pfadentwicklung in Nachahmer- und Nachzüglerstädte analysiert werden. Solche Städte können häufig noch keine integrierten Klimaschutzkonzepte vorweisen, weil es in der Klimapolitik keine oder nur sehr schwache Schlüsselakteure gibt. Daher sollen nicht nur erfolgreiche Lösungen, sondern auch Sackgassen der Klimaanpassung untersucht werden, d. h. begünstigende und hemmende Faktoren in der Klimaanpassung sollen auf einer breiteren empirischen Basis identifiziert werden, als dies bei der Untersuchung der beiden Vorreiterstädte Potsdam und Würzburg möglich war.

Die zusätzlichen Pfadanalysen sollen eine Bewertung ermöglichen, welche Ereignisse und Initiativen von Schlüsselakteuren für die Entwicklung klimaresilienter Städte und Regionen förderlich sind. Dabei soll auch gefragt werden, wie experimentelle Verfahren (Reallabore, Urban Living Labs) die Stärkung von Anpassungskapazitäten und der Klimaresilienz von Städten unterstützen können und wie Transformationsprozesse im Sinne einer Pfadkreation aussehen könnten. Dabei wird sich die Untersuchung im Unterschied zu anderen Studien weder auf Vorreiterstädte noch auf größere Städte beschränken. Zwar wurden in der Vergangenheit Typologien von Vorreitern entwickelt, über Nachahmer- und

Nachzüglerstädte ist aber nur wenig bekannt, obgleich die weit überwiegende Anzahl der mittelgroßen Städte in Deutschland dieser Kategorie zuzuordnen ist.

Ferner soll gefragt werden, ob und wie Beispiele guter Praxis auf andere Städte übertragen, adaptiert und weiterentwickelt werden können und welche Transfermechanismen dafür erforderlich sind. Die erfolgreiche Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzpolitiken setzt voraus, dass nicht nur einige Vorreiterstädte aktiv werden. Da die Bedingungen von Nachahmer- und Nachzüglerstädte in Forschung und Praxis bislang häufig vernachlässigt wurden, zielen viele Programme und Projekte auf erfolgreiche Initiativen von Vorreiterstädten und den Transfer zwischen den Vorreitern ab, während die Dynamik zwischen Vorreiter-, Nachahmer- und Nachzüglerstädten bislang weitgehend vernachlässigt wurde. Zu diesem Zweck wird zunächst ein konzeptioneller Ansatz zum Upscaling lokaler Experimente entwickelt (Fuhr et al., 2018; Kern, 2018), der dazu dienen soll, das Transferpotenzial zwischen Städten zu identifizieren und besser nutzbar zu machen, damit die Wirkung von Pilotvorhaben nicht auf die direkt involvierten Städte beschränkt bleibt.

4 Extreme Wetterereignisse in Städten – eine Konsequenz des Klimawandels und baulicher Vorprägung der Städte?

Karen Hetz, Lea Dunst, Ariane Walz

Im Laufe des Definitionsprojekts wurden in allen drei Fallstudienstädten Stakeholder-Workshops durchgeführt, um die Bedeutung von extremen Wetterereignissen, vorhandene Vulnerabilitäten und Handlungsbedarfe zu identifizieren. Die Ergebnisse wurden im Rahmen des Definitionsprojekts in Form von kurzen Impulspapieren aufbereitet und somit einem breiteren Publikum zugänglich gemacht. Diese Dokumente werden im nachfolgenden Kapitel zusammenfassend dargestellt.

4.1 Starkregengefahren

Todesfälle und hohe Sachschäden haben in den vergangenen Jahren auf dramatische Weise die Aufmerksamkeit auf Starkregengefahren in Deutschland gelenkt. So sind beispielsweise in Münster im Juli 2014 Schäden durch Starkregen in Höhe von 140 Mio. Euro (Höller, 2015) entstanden. Im Mai/Juni in 2016 wurden weitere Schäden, die deutschlandweit ebenfalls durch Starkregen verursacht wurden, auf 2,6 Mrd. Euro (Berger, 2017) geschätzt und im Juni/Juli 2017 wurden allein in Berlin, Brandenburg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen Schäden in dreistelliger Millionenhöhe (GDV, 2017) festgestellt. Die Ursache sind kurze, aber heftige Regenfälle mit hohen Niederschlagsmengen, die durch die Entwässerungsinfrastruktur nicht mehr aufgenommen werden konnten. Sie finden meist nur kleinräumig statt, sind schwer vorhersagbar und führen in steilen Lagen zu Sturzfluten, die Sediment, Geröll und Gegenstände wie Autos mit sich reißen. In flachen Bereichen und Senken werden Überflutungen verursacht (DWD, 2016, Webseite der Stadt Remscheid). Insbesondere in den Sommermonaten ist deutschlandweit mit Starkregenereignissen, wie sie in Abbildung 4.1 illustriert sind, zu rechnen.

Städte sind Gefahren durch Starkniederschläge in besonderer Weise ausgesetzt. Hier leben besonders viele Menschen auf engem Raum, und hier konzentrieren sich die sogenannten kritischen Infrastrukturen, also jene, die für die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft notwendig sind. Gleichzeitig ist die Infiltration des Niederschlags in die Böden durch Flächenversiegelung reduziert. Daher sind Starkregenereignisse in Städten oft mit hohen Sachschäden und Risiken für viele Bürger verbunden (C40, 2018). Neben dem meteorologischen Bezugsrahmen, also der Niederschlagsmenge und -dauer, bestimmen auch die baulichen Rahmenbedingungen der Städte Ausmaß und Art der Schäden. So führt zum Beispiel eine starke Versiegelung zu einem hohen Oberflächenabfluss und damit zu

großen und schnellen Wassermassen. Dennoch ist klar: Selbst ein funktionierendes Kanalsystem und großzügige Retentionsflächen für Niederschlagswasser können die Risiken durch Starkregen in Städten lediglich reduzieren, nicht aber gänzlich vermeiden. Das liegt daran, dass die Kanalisation auch in Hinblick auf Kosten-Nutzen Abwägungen auf ein sogenanntes Bemessungsereignis ausgelegt ist, d. h., dass ihre Kapazität in Hinblick auf Wahrscheinlichkeiten des Auftretens von gewissen Wassermengen und des entsprechenden Überschreitens des Aufnahmevolument berechnet ist. Retentionsflächen, die Wasser aufnehmen und (temporär) speichern können, können zusätzlich helfen, die Menge des Oberflächenabflusses und die Fließgeschwindigkeit zu reduzieren.



Abbildung 4.1: Starkregen und nachfolgende Überflutungen in Remscheid (Quelle: Stadt Remscheid, Fachdienst Umwelt, 2008).

Trotz der hohen Schäden und der von den Starkniederschlägen ausgehenden Lebensgefahr findet das Thema noch nicht ausreichende Beachtung, auch wenn eine Reihe von vielversprechenden Anpassungsmaßnahmen in einigen Städten bereits initiiert wurden (z. B. Informationsbroschüren, Leitfäden, Konzepte auf der Bundes- und Landesebene). Dies liegt vor allem auch daran, dass Starkregenereignisse räumlich schwer vorhersehbar sind, d. h., es gibt keine klassischen Risikogebiete, wie beispielsweise bei Flusshochwasser, wo Risiken entlang von Gewässern mit baulichen oder raumplanerischen Maßnahmen gezielt vermindert werden können.

Zudem sind die Wiederkehrintervalle, also die statistische Häufigkeit von Starkregenereignissen und nachfolgendem Oberflächenabfluss, und der Ort des Auftretens schwer vorhersehbar. Die Umsetzung von Maßnahmen zum Schutz vor Starkregen ist zum Teil kostspielig und mag daher nicht ausreichend politische Priorität erfahren. In vielen Fällen ist zudem der Kosten-Nutzen-Effekt einzelner Maßnahmen noch nicht ausreichend bezifferbar. Dass gehandelt werden muss, ist nicht mehr von der Hand zu weisen. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird der Klimawandel langfristig zu einer Zunahme von Niederschlagsmengen und von extremen Wetterereignissen führen. Dies hängt mit einer prognostizierten Zunahme der Lufttemperatur zusammen. Das Ausmaß dieses Zusammenhangs wird derzeit noch erforscht, doch in den letzten Jahren wurde bereits ein Anstieg der Häufigkeit von Starkregenereignissen beobachtet (DWD, 2016).

Langfristig müssen Städte also Wege finden, sich an Starkregenereignisse anzupassen, um die damit verbundenen Risiken für die Bevölkerung zu reduzieren. Konzepte der klimaresilienten Stadtentwicklung tragen dazu bei, städtische Lösungsansätze zu entwickeln. Infrastrukturelle Maßnahmen und eine angepasste Landnutzungsplanung sind eben-

so wie die Sensibilisierungsarbeit (Risikokommunikation) geeignete Einstiegspunkte. Es handelt sich dabei um Schritte, die Kommunen aktiv und antizipierend umsetzen und von denen langfristig schadensreduzierende Effekte bei Wetterextremen erwartet werden. Genau hier setzt das Vorhaben „Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten“ (ExTrass) an.

4.1.1 Gemeinsam und voneinander lernen

Die drei beteiligten Städte haben bereits eine Reihe von Klimaanpassungsmaßnahmen zur Reduktion von Risiken durch extreme Wetterereignisse initiiert. Die Erfahrungen und Lerneffekte, die bisher in den drei Projektstädten gemacht wurden, werden ausgewertet und sollen auch für andere Städte nutzbar gemacht werden. Trotz zahlreicher erfolgreicher Klimaanpassungsinitiativen besteht weiterhin in allen drei Städten weiterer Handlungsbedarf.



Abbildung 4.2: Überschwemmungshotspots: Muldensimulation in Remscheid (Quelle: Stadt Remscheid, Geodatenportal, 2015; http://geoportal.remscheid.de/mapbender3/application/vorsorgekarte_starkregen).

In Remscheid in Nordrhein-Westfalen ist das Thema Starkregen besonders präsent. Das Forschungsvorhaben „Entwicklung, Test und Evaluation eines Managementsystems, zur Umsetzung und Qualitätssicherung von Teilkonzepten Anpassung – am Beispiel der Regionalen Klimaanpassungsstrategie im Bergischen Städtedreieck“ (kurz: „Bestklima“, 2014 bis 2017), ein regionales Vorhaben zur Umsetzung und Qualitätssicherung des Klimaanpassungskonzeptes im Bergischen Städtedreieck, hat zum Beispiel mit einem neu entwickelten Qualitäts- und Managementsystem wichtige Weichen für den besseren Umgang mit Klimarisiken gestellt. Darüber hinaus hat die Stadt eine Karte der Fließwege von Wasser bei Starkniederschlägen (siehe Abbildung 4.2) erstellt, die als Planungsgrundlage für Wohnungsbauvorhaben herangezogen werden kann.

Die beiden weiteren Projektstädte Potsdam und Würzburg sind ebenso durch Starkregen betroffen – hier gibt es bis dato vielversprechende konzeptionelle Überlegun-

gen, die Thematik anzugehen, und erste Maßnahmen wurden bereits initiiert, wie der Bau eines Retentionsbeckens unter einer häufig nach Starkregen überschwemmten Kreuzung in Potsdam. Die Starkregenereignisse im Juni/Juli 2017 haben dabei jedoch gezeigt, dass diese Maßnahme nicht ausreichend war.

4.1.2 Identifizierte Handlungsbedarfe in deutschen Groß- und Mittelstädten

Die Analyse der Stärken und Ansätze von Vorreiterstädten ermöglicht auch eine Auswertung ihrer Defizite der Klimaanpassung und der Umsetzungsschwierigkeiten, denen die Städte bisher begegnet sind. Diese Lerneffekte können maßgeblich zur Weiterentwicklung von Anpassungsstrategien beitragen.

Deutlich wurde, dass an vielen Stellen finanzielle und personelle Ressourcen zur Realisierung von Klimaanpassungsmaßnahmen fehlen, beispielsweise im Bereich der Infrastruktur und Raumplanung. Dies hat gleich mehrere Gründe. Zum einen ist Klimaanpassung keine Pflichtaufgabe der Kommune, d. h., anders als für die Energie- und Wasserversorgung oder die Schulentwicklungsplanung sind die Städte nicht verpflichtet, sich explizit um die langfristige Anpassung an Wetterextreme zu kümmern. Allerdings gibt es mehrere enge Bezüge zwischen kommunalen Pflichtaufgaben, wie zum Beispiel der Bauleitplanung, und einer solchen Anpassung.

Eine ausgeprägte Sensibilisierung der politischen Entscheidungsträger und eine verbesserte Datengrundlage sind daher unabdingbar, nicht zuletzt weil Klimaanpassungsmaßnahmen oftmals in Konflikt mit anderen kommunalen Belangen stehen. So konkurrieren bauliche Maßnahmen zur Neugestaltung von Grünflächen und Rückhaltebecken in den Städten mit anderen großflächigen Aufgaben, wie etwa der Schaffung von Wohnraum. Nur eine verbesserte Faktenlage zur Wirksamkeit einzelner Maßnahmen liefert die Voraussetzung, die risikomindernde Wirkung von Maßnahmen abzuschätzen und ihre Bedeutsamkeit mit konkurrierenden Flächennutzungen und Gestaltungsalternativen zu vergleichen.

Auch wenn die Notwendigkeit der Klimaanpassung im Fall von Potsdam, Remscheid und Würzburg bereits in den Kommunen weitgehend verankert ist, soll ein Mainstreaming der Thematik in verschiedene administrative Prozesse, wie z. B. städtebaulicher Planung, weiter vorangetrieben werden. In Würzburg wurde zum Beispiel dazu eine Klimaanpassungs-Checkliste für Bauvorhaben geschaffen (vgl. Abschnitt 3.3.3), doch gibt es noch Probleme bei der effektiven Umsetzung. Mithilfe der Klimacheckliste kann z.B. im Zuge von Planverfahren geprüft werden, inwiefern Klimaanpassungsbelange berücksichtigt werden müssen.

Die Sensibilisierung und Information der Bevölkerung stellt ein weiteres, umfangreiches Handlungsfeld dar. Es gilt, Bürgerinnen und Bürger über die Gefahren von Starkregenereignissen und möglichen Präventionsmaßnahmen aufzuklären und sie hierdurch vor riskantem Verhalten zu schützen. Neben allgemeiner Vorabinformation zur Stärkung von Selbsthilfefähigkeit und Eigenvorsorge müssen im Falle eines Starkregenereignisses besonders gefährdete Menschen gezielt gewarnt werden.

4.2 Hitzestress

Die sengende Hitze des Sommers 2003 bleibt mit ihren Durchschnittstemperaturen von 3,5 °C über den durchschnittlichen Sommertemperaturen wohl noch vielen in Erinnerung. Im Jahr 2018 hat sich dies nun wiederholt und nicht nur die lange Hitzeperiode des zweitsonnenreichsten Juli seit Aufzeichnungsbeginn, sondern auch die starke Dürre und hierauf folgenden Ernteausfälle und Waldbrände machen der Bevölkerung zu schaffen (DWD, 2018). Für das Jahr 2003 steht im Rückblick fest: Dieses war wohl der heißeste Sommer in Mitteleuropa in 500 Jahren. Die Hitzewellen wirken sich negativ auf die menschliche Gesundheit aus und führen bereits unter heutigen klimatischen Bedingungen zu erschreckenden Todeszahlen: Durch die Hitzewelle im Sommer 2003 starben beispielsweise in ganz Europa Schätzungsweise 70.000 Menschen, von diesen etwa 7.000 in Deutschland (Robine et al., 2007; WHO, 2015; o. A., 2018). Regionale Klimasimulationen für Deutschland deuten darauf hin, dass der Klimawandel insbesondere das Auftreten von Hitzewellen verstärken wird. Insbesondere im Nordosten werden sich Dürren und Hitzewellen verstärken. Auch in der Mitte und im Süden Deutschlands ist vermehrt mit Hitzewellen zu rechnen (Die Bundesregierung, 2015: 202-204).

Die Risiken, die Hitzewellen mit sich bringen, sind enorm. Insbesondere Kinder, aber auch ältere Menschen und Personen mit Vorerkrankungen sind besonders gefährdet. Denn extreme Lufttemperaturen sind direkt für gesundheitliche Probleme, Herz-Kreislauf- oder Atemwegserkrankungen verantwortlich bzw. verstärken diese. Zugleich werden Hitzeerscheinungen seitens der Bevölkerung und Entscheidungsträger bisher nicht hinreichend als gesundheitsgefährdendes Problem wahrgenommen. Daher werden Vorsorgemaßnahmen oft unterlassen. Unachtsames, oft riskantes Verhalten, wie die direkte lange Exposition gegenüber der Sonne und zu wenig Flüssigkeitszufuhr kann die Gefährdungssituation bei hohen Temperaturen verschärfen. Die WHO geht daher davon aus, dass aufgrund des Zusammenkommens dieser Faktoren bis 2050 voraussichtlich mit ca. 38.000 zusätzlichen Todesfällen jährlich weltweit zu rechnen sein wird (WHO, 2018).

Die Informationslage zu Hitzewellen in Deutschland ist vergleichsweise gut. Eine Übersicht über die Betroffenheit von Klimarisiken, wie Hitzewellen, liefern die aktuelle deutschlandweite Vulnerabilitätsstudie (Die Bundesregierung, 2015) sowie der aktuelle Fortschrittsbericht der Bundesregierung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS; Die Bundesregierung, 2008). Solche Daten sind wichtig, denn Gefahren- und Risikoanalysen können das Bewusstsein und die Wahrnehmung von sowie das Wissen über Klimafolgen erhöhen. Bubeck et al. (2012) betonen allerdings zugleich, dass solche Informationen nicht unbedingt zu einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegenüber von Klimarisiken, etwa mithilfe der Durchführung von Vorsorge- oder Anpassungsmaßnahmen führen. Betroffene Personen müssen sich auch in der Lage fühlen, etwas gegen Auswirkungen tun zu können.

Städte sind besonders von Hitzewellen betroffen. So ist beispielsweise die nächtliche Abkühlung in (Groß-)Städten geringer als im Umland, und es werden höhere Tageswerte der Temperaturen in Städten erreicht. Wie Städte wachsen und entsprechend geplant werden, hat Einfluss auf die Hitzeentwicklung. So können die Art der Bebauung, hohe Grünflächenanteile und Böden mit hoher nutzbarer Feldkapazität die Hitzebelastung in Städten auch bei hohen Temperaturen deutlich reduzieren. Fehlen solche Gegebenheiten, wird der sogenannte Hitzeinseleffekt (urban heat island UHI) befördert. Dieser Effekt besagt, dass Städte sich stärker aufheizen und weniger gut abkühlen als ihr Umland. Ursa-

chen hierfür sind die höhere Speicherfähigkeit der Wärme durch die städtischen, versiegelten Oberflächen (z. B. Asphalt). Dieser Effekt verstärkt sich insbesondere also dort, wo Grünflächen und Frischluftschneisen fehlen; die Hitze staut sich im Ergebnis. Mittlerweile sind die meisten Städte vom UHI-Effekt betroffen (Patz et al., 2005). Zhou et al. (2013) zeigen dabei auf, dass der urbane UHI-Effekt, zumindest bis zu einem gewissen Grad, mit der Stadtgröße zunimmt und dass Großstädte im Mittel um etwa zwei bis drei Grad heißer werden als ihr Umland.

Um die Auswirkungen dieser extremen Wetterereignisse in Zukunft zu verringern oder gar zu vermeiden, bedarf es der Implementierung entsprechender Klimaanpassungsmaßnahmen. Konzepte der klimaresilienten Stadtentwicklung tragen dazu bei, stadtinterne Lösungsansätze zu entwickeln. Es handelt sich dabei um Schritte, die Kommunen aktiv und antizipierend aufgreifen und umsetzen und von denen langfristig schadensreduzierende Effekte bei Wetterextremen erwartet werden können. Im Hinblick auf extreme Wetterereignisse sind solche Maßnahmen weitestgehend mit Maßnahmen des Katastrophenrisikomanagements oder Vorsorgemaßnahmen auf der Ebene der Stadtplanung gleichzusetzen. Aufklärungsarbeit gegenüber der Bevölkerung sowie städtebauliche und bauliche Maßnahmen sind hierbei geeignete Ansätze. Genau hier setzt das Vorhaben „Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten“ (ExTrass) an.

4.2.1 Gemeinsam und voneinander lernen

Mit Potsdam, Remscheid und Würzburg sind drei Städte im Projekt vertreten, die bereits in der Vergangenheit sehr aktiv in der Klimaanpassung waren oder etwa strategische Konzepte erarbeitet haben, auf Basis derer Klimaanpassung nun erfolgen kann (vgl. Kapitel 3). Zahlreiche Klimaanpassungsmaßnahmen wurden initiiert und vielversprechende Ansätze und Projekte werden durchgeführt. Die Städte sind damit sogenannte „Vorreiterstädte“, deren Erfahrungen und Lerneffekte innerhalb des Projekts weiterentwickelt, ausgewertet und für andere Städte nutzbar gemacht werden können. Trotz zahlreicher erfolgreicher Klimaanpassungsinitiativen besteht weiterhin hoher Handlungsbedarf in allen drei Städten, denn die Betroffenheit und damit die Verwundbarkeit durch Hitzeereignisse sind aufgrund des sich wandelnden Klimas heute und in Zukunft weiterhin hoch.

Würzburg ist ein Beispiel einer Stadt mit einer stark versiegelten Innenstadt, die sich aufgrund des Hitzeinseleffekts bei hohen Temperaturen besonders stark aufheizt und über Nacht nur sehr langsam abkühlt. Eine Reihe von Begrünungsmaßnahmen seitens der Stadtverwaltung wurden z. T. unter reger Beteiligung der Bevölkerung durchgeführt, darunter zum Beispiel die Fördermaßnahme „Urbanes Grün“ zur Begrünung von Dächern und Flächen auf Privatgrundstücken oder Gemeinschaftsgärten. Auch wurden Forschungs- und Demonstrationsprojekte wie „Klimaerlebnis Würzburg“ durch die Universitäten München und Würzburg mit Unterstützung der Stadt initiiert. Auch in den Vorreiterstädten Potsdam und Remscheid ist das Thema „Hitzewellen“ bereits auf der Planungsebene angekommen. So ist in Potsdam die Klimaanpassung im städtischen Landschaftsplan berücksichtigt worden und mit dem Projekt der Gartenstadt Drewitz ein wichtiger Meilenstein der Klimaanpassung auf den Weg gebracht worden. Die Stadt Remscheid hat gezielt Fördermöglichkeiten zur Stadtbegrünung genutzt, wie z. B. im Rahmen der Programme „Masterplan Grünes Städtedreieck“ und „Bestklima“. In den beiden Städten Würzburg und Rem-

scheid wurden zudem Sensibilisierungsmaßnahmen der Bevölkerung im Umgang mit Hitzeeffekten durchgeführt.

4.2.2 Zentrale Handlungsbedarfe in deutschen Groß- und Mittelstädten

Wie schon zum Thema Starkregen angemerkt, fehlen auch beim Thema Hitze finanzielle und personelle Ressourcen zur Realisierung entsprechender Anpassungsmaßnahmen. Dies hat ebenfalls mehrere Gründe. Zum einen sind die Prozesse der Klimaanpassung vergleichsweise langwierig, d. h., sie erfordern langfristiges Planen und Denken. Diese Tatsache trifft häufig auf ein unzureichend ausgeprägtes Problembewusstsein, dieses proaktiv, also bevor Schäden eintreten, zu verfolgen. Oftmals wird sowohl von der Bevölkerung als auch von politischen Entscheidungsträgern „wärmeres Wetter“, z. B. in Remscheid, derzeit noch als durchweg positiv bewertet. Im Gegensatz hierzu ist der Leidensdruck in Würzburg, wo extrem hohe Temperaturen in der Innenstadt erreicht werden können, bereits wesentlich stärker. Dies hat entsprechende Auswirkungen auf die Planungsebene, in die z. B. eine Klimakarte (vgl. Abbildung 3.1) als Hilfsmittel integriert wurde.

Wie bereits obenstehend erläutert, stellt die Sensibilisierung politischer Entscheidungsträger, mithilfe der hierfür erforderlichen verbesserten Datengrundlage, eine notwendige Bedingung für die Verbesserung dieser Situation dar. Ebenso wird die Unterstützung für Klimaanpassungsmaßnahmen zusätzlich erschwert, wenn beispielweise wichtige bauliche Maßnahmen zur Bewahrung oder Neugestaltung von Grünflächen oder Kaltluftschneisen mit Baumaßnahmen, z. B. dem ebenso dringenden Wohnungsbau, der innerstädtischen Nachverdichtung oder die Ansiedlung von Gewerbe, in Konflikt stehen. Um die Dringlichkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen, aber auch ihren Nutzen für die Politikgestaltung nachvollziehbar attraktiv und umsetzbar zu machen, müssen „harte Fakten“ geschaffen werden, d. h., es wird lokalspezifisches Wissen gebraucht, wo konkret in der Stadt Hitzestauungen zu erwarten sind und welche Abkühlungseffekte einzelne Maßnahmen der Klimaanpassung konkret erzielen können, etwa im Sinne einer Temperaturreduzierung oder Frischluftzufuhr. Zudem muss das Thema Klimaanpassung noch stärker in die verschiedenen administrativen Prozesse eingebunden werden.

Neben der Politiksensibilisierung stellt auch die Sensibilisierung der Bevölkerung eine wichtige Weiche dar. Da sich Bürgerinnen und Bürger durch riskantes und unangemessenes Verhalten bei Hitzeereignissen oftmals selber in gesundheitsgefährdende Situationen bringen, muss die Hitzekommunikation verbessert werden. Zudem wird die Unterstützung der Bevölkerung bei der Umsetzung von städtebaulichen Klimaanpassungsmaßnahmen benötigt, um diese realisierbar zu machen. Gegen den Widerstand der Bevölkerung Klimaanpassung umzusetzen ist politisch kaum attraktiv. Auch hierfür ist die Schaffung einer gesicherten Faktenlage, wie oben geschildert, maßgeblich für den Erfolg der Erhöhung städtischer Resilienz.

Die Definitionsphase des Projekts konnte somit drei konstante Handlungserfordernisse identifizieren, die für den weiteren Verlauf des Vorhabens eine wichtige Rolle spielen werden und ferner zur Definition von städtischen Anpassungsmaßnahmen allgemein beitragen. So sind zunächst Maßnahmen zur Stadtbegrünung innerhalb der einzelnen Quartiere und bauliche Maßnahmen von Bedeutung. Städte brauchen Beispiele, wie die Integration von Stadtgrün in stark versiegelten Innenstädten gelingen und wie zwischen dem Schutz bestehender Grünflächen und wachsenden Flächenbedarfen für Wohnungsbau vermittelt werden kann. Eine belastbare Datengrundlage zur Entwicklung von innerstädti-

schen Hitzebelastungen einerseits und den positiven Effekten von Anpassungsmaßnahmen, wie die Beschattung von Straßen, Verbesserung des Mikroklimas oder die Begrünung von ehemals versiegelten Plätzen auf das Stadtklima, andererseits ist dabei wichtig, um sowohl relevante Entscheidungsträger als auch die Bevölkerung von Maßnahmen des Hitzeschutzes weiter zu überzeugen und auf Basis belastbarer Daten konkrete Entscheidungen zur Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen treffen zu können. Dies ist nicht zuletzt auch deshalb dringend erforderlich, um die Risikokommunikation in Bezug auf die vulnerablen Personengruppen zu verbessern und Personen vor gesundheitsgefährdendem Verhalten zu schützen und Handlungsalternativen aufzuzeigen.

5 Risikokommunikation in Deutschland

Anna Heidenreich

Zum Schutz vor unterschiedlichen in deutschen Städten präsenten Naturrisiken, wie insbesondere Hochwasser, Starkregen und Hitze, sind neben strukturellen Vorkehrungen auch private Vorsorgemaßnahmen vonnöten. Die Gründe hierfür sind vielseitig: Oft ist beispielsweise ein kompletter Schutz ökonomisch und technisch nicht möglich. Bei den genannten Naturrisiken haben Privatpersonen durch eigene Vorbereitungen die Möglichkeit, einen Großteil des potenziellen Schadens bei sich und auch bei anderen zu verhindern.

Wie Untersuchungen im Elbegebiet zeigen (Kreibich et al., 2005), waren sich viele Personen vor dem schweren Hochwasser 2002 ihrer persönlichen Gefährdung nicht bewusst. Auch die Thematik Hitzebelastung ist von hoher Relevanz, wie die gesteigerte Mortalität im Hitzesommer 2003 zeigt (z. B. Heudorf et al., 2005). Inwieweit der Allgemeinbevölkerung die Bedeutung von privaten Schutzmaßnahmen vor Hitzebelastungen präsent ist, ist in Deutschland bisher kaum erforscht – eine Lücke, die das Projekt ExTrass schließen möchte. Die Aufklärung über die relevanten Naturrisiken und die Vermittlung von Handlungswissen ist eine zentrale Aufgabe im Risikomanagement. Zusammengefasst wird dieser Aufgabenbereich unter dem Begriff Risikokommunikation.

In diesem Kapitel sollen zunächst die grundlegenden Begriffe geklärt werden. Anschließend wird ein knapper Überblick über die aktuelle Literatur zur Thematik gegeben; einzelne Beispiele aus Deutschland werden aufgeführt. Es zeigt sich, dass ein Großteil der vorhandenen Risikokommunikationsmaterialien nicht evaluiert wurde. Hierfür gibt es unterschiedliche zugrundeliegende Schwierigkeiten, welche zum Teil auch bei einer im Rahmen einer Vorstudie durchgeführten Evaluation eines konkreten Risikokommunikationsinstruments auftraten und in Abschnitt 5.4 diskutiert werden. Abschließend wird ein Fazit zum Stand der Risikokommunikation im Bereich der Naturrisiken in Deutschland gefasst.

5.1 Begriffsklärung

5.1.1 Was ist Risiko?

Zahlreiche wissenschaftliche Disziplinen befassen sich mit der breiten Thematik „Risiko“. Je nach Fachrichtung werden hierfür unterschiedliche Methoden und Herangehensweisen bevorzugt. Zudem werden oft eigene Definitionen genutzt. An dieser Stelle soll bewusst nicht auf alle vorhandenen Blickwinkel eingegangen werden, da für das Projekt ExTrass die geographischen und psychologischen Methoden im Mittelpunkt stehen.

Eine zentrale Gemeinsamkeit aller Definitionen ist der Faktor Unsicherheit über das Eintreten eines negativen Ereignisses. „Risiko“ hat demnach zumeist eine negative Konnotation. In der Soziologie wird Risiko jedoch auch als Chance betrachtet.

In den Geo- und Ingenieurwissenschaften wird oft auf die grundlegenden Definitionen von Kaplan & Garrick (1981) zurückgegriffen. Die Autoren beschreiben Risiko als ein Zusammenspiel von Auftretenswahrscheinlichkeit, Exposition und Anfälligkeit. In technischen Risikoanalyse kann Risiko außerdem als der erwartete Schaden, der mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintritt (oder überschritten wird), quantifiziert werden. In der sozialwissenschaftlichen Forschung wird zudem auf die begriffliche Unterscheidung von Risiko und Gefahr hingewiesen, daher soll in dieser Untersuchung auch an der Begrifflichkeit „Naturrisiko“ festgehalten werden, wohingegen die Formulierungen „Gefahr“ und „Katastrophe“ vermieden werden.

Einige Teilgebiete der Psychologie, insbesondere die Sozial- und Gesundheitspsychologie, befassen sich mit der Risikowahrnehmung und dem Verhalten bei Risiken. Die prominenteste Verhaltenstheorie in diesem Bereich ist die Schutzmotivationstheorie (Protection Motivation Theory, Rogers, 1975, 1983), welche zur Erklärung von privatem Vorsorgeverhalten eingesetzt werden kann. Im Kontext Naturrisiken wird so anhand unterschiedlicher Faktoren die konkrete Schutzmotivation erklärt. Gemeint ist z. B. die Absicht, sich und seinen Besitz vor einem Hochwasser zu schützen oder aber Hitzebelastungen vorzubeugen.

5.1.2 Was ist Kommunikation?

Eine eigene Unterdisziplin der Psychologie befasst sich mit dem breiten Feld der Kommunikation: die Kommunikationspsychologie. Da es auch hier unterschiedliche Definitionen von Kommunikation gibt, wird (erst mal) die Herangehensweise von Six et al. (2007) genutzt, die zunächst als Kernbestandteile von Kommunikation eine sendende Person, eine Nachricht und eine empfangende Person nennen. Darüber hinaus halten die Autoren weitere Merkmale fest: So braucht es Mittel und Modalitäten zum Zweck der Kommunikation, die Kommunikation ist kontextgebunden, die Teilnehmer_innen üben verschiedene Aktivitäten aus, und Kommunikation ist interaktiv sowie nicht zwangsläufig intentional.

Es gibt zahlreiche Modelle, die Kommunikation erklären und beschreiben sowie zeitgleich Fallstricke und mögliche Probleme aufzeigen. Im deutschsprachigen Raum sind insbesondere Watzlawick und Schulz von Thun die präsentesten Vertreter in der grundlegenden Literatur. Watzlawick nennt beispielsweise fünf Axiome der Kommunikation (siehe Watzlawick et al., 2000). Diese besagen, dass es 1) unmöglich sei, nicht zu kommunizieren, 2) Kommunikation einen Inhalts- und Beziehungsaspekt habe, 3) Kommunikationsabläufe unterschiedlich strukturiert werden, 4) menschliche Kommunikation sich sowohl digitaler als auch analoger Modalitäten bediene und 5) zwischenmenschliche Kommunikation entweder symmetrisch (gleichwertig) oder komplementär (ergänzend) ablaufe.

Besonders auch bei Praktikern sehr beliebt ist das Kommunikationsmodell nach Schulz von Thun (2006), welches sich auch auf das Watzlawick'sche Modell bezieht. Schulz von Thun spricht von den vier Seiten einer Aussage und fordert so auf, Kommunikation aus folgenden vier Perspektiven zu betrachten: Sachinhaltsebene, Beziehungsebene, Appellebene und Selbstoffenbarung. Eine jede gesendete Nachricht enthält in diesem Modell zeitgleich immer diese vier Aspekte.

Grice (z. B. 1975) beschreibt, wie Kommunikation gelingen kann. Der Sender möchte dem Empfänger eine bestimmte Botschaft vermitteln, verfolgt somit ein Kommunikationsziel. Damit ebendieses effektiv gelingen kann, muss eine kooperative Basis zwischen Sender und Empfänger der Nachricht vorhanden sein. Grice beschreibt vier Konversationsmaximen: 1. Quantität, 2. Qualität, 3. Relevanz und 4. Klarheit.

Die Maximen nach Grice lassen sich einfach auf den Kontext Risikokommunikation bei Naturrisiken anwenden. Um möglichst erfolgreich die gewünschten Inhalte zu transportieren, sei es demnach geboten, 1. die Botschaft möglichst informativ zu halten und Unnötiges zu vermeiden, 2. korrekte Inhalte zu vermitteln, 3. für das Thema relevante Punkte einzuschließen und Nebensächliches zu meiden sowie 4. klar und eindeutig zu kommunizieren.

5.2 Risikokommunikation

Sogar einer breiteren Allgemeinheit sind heute Risiko und Risikokommunikation ein Begriff. Populärwissenschaftliche Werke, die sich mit der Thematik befassen, finden sich in den Sachbuchbestsellerlisten. So beschreibt beispielsweise der Psychologe Gerd Gigerenzer in mehreren Büchern (z. B. 2013) die Wahrnehmung von und den Umgang mit Risiken. Zeitgleich betont er die Bedeutung von verständlicher Risikokommunikation in unterschiedlichsten Bereichen von Medizin bis zum Finanzwesen.

Risikokommunikation will Bürger_innen über das Vorhandensein bestimmter Risiken und mögliche Konsequenzen bei deren Eintreten aufklären sowie Möglichkeiten zur Prävention aufzeigen. Ziel ist es demnach, den Einzelnen „risikomündig“ zu machen (siehe Renn et al., 2007). Der Sender (siehe 5.1.2) ist hier bspw. die Regierung oder Umweltbehörde, der Empfänger ist jeder, für den das jeweilige Risiko potenziell relevant ist. Je nach Naturrisiko unterscheidet sich die Empfängergruppe also: So ist Hitzebelastung für jeden ein Thema, Hochwasser im Vergleich dazu aber nur für den Teil der Bevölkerung, der in potenziellen Überflutungsgebieten wohnt.

Kahlenborn et al. (2016) befassten sich mit der Kommunikation von Naturrisiken weltweit. Die Autoren berichten den aktuellen Stand der Forschung von Kommunikation zu unterschiedlichen Naturrisiken und Klimawandelfolgen. Sie untersuchten Erfolgsbedingungen für Risikokommunikation bei Extremereignissen und trugen die zahlreichen resultierenden Empfehlungen zusammen, betonen aber auch, dass sich oft keine verallgemeinerbaren Schlüsse ableiten lassen. Die Autoren bieten einen Überblick zu Untersuchungen der Wirksamkeit von wasser-, wind- und temperaturbezogenen Extremereignissen und Klimawandelkommunikation.

5.3 Risikokommunikationsmaterialien

In Deutschland wurden unterschiedlichste Formen der Risikokommunikation zu Hochwasser, Hitze, Starkregen und anderen Naturrisiken entwickelt und sind mehr oder weniger präsent im Einsatz. Die verwendeten Instrumente wurden bisher allerdings nur zum Teil mithilfe von sozialwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden auf ihre Nutzbarkeit, Effektivität und Verständlichkeit evaluiert. Auf eine Evaluation der inhaltlichen Kor-

rektheit der jeweiligen Materialien wird an dieser Stelle nicht eingegangen, da bei dieser Untersuchung die Nutzbarkeit (*Usability*) im Fokus steht. Unterteilt nach unterschiedlichen Naturrisiken seien im Folgenden exemplarisch einige Beispiele für Risikokommunikationsmaterialien vorgestellt.

5.3.1 Hochwasser

Zur Information über Möglichkeiten der privaten Verhaltensvorsorge bieten die Behörden auf Bundes-, Landes- und lokaler Ebene in hochwassergefährdeten Landkreisen schon seit Längerem informatives Material online und in Printform an. So präsentiert beispielsweise das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2018) in seiner Broschüre „Hochwasser geht alle an!“ das Hochwasserrisikomanagement des Freistaates und stellt Möglichkeiten zur Eigenvorsorge vor. Hier werden die Punkte Verhaltens- und Bauvorsorge adressiert. Ähnliche Materialien bieten auch die meisten anderen Bundesländer an, eine Evaluation in diesem Feld ist bisher nicht berichtet.

Weitere Möglichkeiten zur Hochwasservorsorge, die eine Einzelperson selbstständig und zu Hause nutzen können, bietet das Internet. Im Falle eines Hochwassers können Bürger_innen sich auf Internetseiten ihrer jeweiligen Bundesländer über die aktuelle Gefährdungslage informieren und sich Wasserstände und Durchflussmengen der unterschiedlichen Gewässer anzeigen lassen. Ein anderes, ebenfalls kostenfreies Angebot stellen die Hochwassergefahren- und -risikokarten der Länder dar. Die Bundesländer sind aufgrund der europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (2007/60/EC) verpflichtet, Interessierten im Internet kostenfrei Karten anzubieten, auf denen das Hochwasserrisiko des eigenen Wohnortes eingesehen werden kann. Die dargestellten Informationen basieren auf sogenannten hydraulischen Modellen, die für verschiedene Durchflussmengen berechnen, welche Flächen wie tief überflutet werden. Risikokarten zeigen darüber hinaus die betroffenen Flächennutzungen. Meyer et al. (2012) führten Untersuchungen zur Usability von solchen Risikokarten durch und geben allgemeine Empfehlungen für Entwickler und Herausgeber.

Während die Hochwassergefahrenkarten einen Eindruck über die Gefährdung eines Wohnortes oder einer Region geben, ermöglicht der Hochwasserpass Gebäudeeigentümern, konkrete Risiken durch Hochwasser und Starkregen für ihr Gebäude einzuschätzen und mithilfe von Experten die Vulnerabilität zu reduzieren (siehe: www.hochwasserpass.com).

5.3.2 Hitze

Zur Kommunikation der Hitzethematik existieren regional zahlreiche unterschiedliche Materialien. In Stuttgart, einer Stadt mit hoher Wärmebelastung (Reuter, 2013), wurden viele zielgruppenspezifische Materialien entwickelt (ebd.). So kommen beispielsweise Broschüren und Flyer zum Einsatz, eine eigene Webseite und App werden betrieben und an heißen Tagen wird über große Außenwerbeflächen zum Trinken aufgefordert. Es werden unterschiedliche Zielgruppen angesprochen, wie Mütter und Familien mit Kindern, ältere Menschen und Angehörige sowie Sportler_innen. Eine eingesetzte Broschüre wurde evaluiert, indem sie gemeinsam mit einem Evaluationsbogen über den Essensdienst an Ältere ausgegeben und wieder eingesammelt wurde. Die Ergebnisse sind jedoch nicht veröffentlicht worden.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes des Umweltbundesamtes (Kahlenborn et al., 2016) wurde der sogenannte „Hitzeknigge“ (Grothmann & Becker, 2016) entwickelt. In der handlichen Broschüre werden unterschiedliche Zielgruppen adressiert und in knapper Form über zentrale Anpassungsmaßnahmen informiert. Eine Evaluation des Hitzeknigges erfolgte bisher nicht.

5.3.3 Weitere Materialien

Zum Teil werden mehrere Naturrisiken zusammengefasst adressiert. Im Rahmen des Projektes BeStKLIMA wurde ein Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwettern gestaltet (Benden et al., 2018). Die Broschüre befasst sich konkret mit Gewerbeflächen und Möglichkeiten, diese dem Klimawandel anzupassen.

Einige Materialien befassen sich mit einem einzelnen Aspekt der privaten Vorsorge. Als Beispiel sei das Themenblatt „Anpassung an den Klimawandel: Versicherungen“ des Umweltbundesamtes (Welp et al., 2011) genannt. Des Weiteren organisiert der GDV Informationskampagnen gemeinsam mit der Wasserwirtschaft zu Versicherungen gegen Elementarschäden.

Darüber hinaus gibt es in Deutschland zahlreiche weitere Risikokommunikationsmaterialien. Zum bisherigen Stand der Recherche lassen sich jedoch keine weiteren sozialwissenschaftlichen Evaluationen in diesem Bereich finden, sodass hierauf im Forschungsvorhaben ExTrass besonderer Wert gelegt wird (vgl. Kapitel 6). In der Definitionsphase wurde eine Vorstudie durchgeführt, die im Folgenden skizziert wird.

5.4 Beispiel aus der Praxis: Evaluation eines digitalen Lernspiels

Eine besondere Form der Risikokommunikation stellen sogenannte Serious Games dar. Das praktische Wissen – in dem von uns untersuchten Lernspiel handelt es sich konkret um private Hochwasservorsorge – soll spielerisch vermittelt werden. Bevor die ersten Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung vorgestellt werden, wird die Bedeutung digitaler Lernspiele erläutert.

5.4.1 Serious Games

Die Nutzung moderner Medien ist aus dem Alltag heute nicht mehr wegzudenken. Computer, Smartphones und Tablet-PCs sind nicht nur im Privatleben der meisten Menschen unverzichtbar, auch die schulische, universitäre und berufliche Bildung macht sich die verfügbaren Möglichkeiten zunutze. Das E-Learning hat schon seit Längerem einen festen Platz im Bildungssystem.

Eine Möglichkeit, Lerninhalte spielerisch zu vermitteln, bieten digitale Lernspiele. In der Literatur wird auch von (Digital) Game-Based Learning, Serious Games oder Educational Games gesprochen. Le et al. (2011) beschreiben (Digital) Game-Based Learning als „den Einsatz digitaler Spiele im (Fort-)Bildungskontext zur Förderung und Unterstützung von Lernprozessen“ (S. 5). Ähnlich wie in einem Unterhaltungsspiel wird der bzw. die Lernende im Laufe des Spiels fortwährend motiviert weiterzuspielen, um möglichst in

einen Flow⁴⁶ zu geraten. Das ermöglicht es, sich die Lerninhalte anzueignen, ohne es bewusst zu merken – im wahrsten Sinne des Wortes „spielendes Lernen“.

Ein wichtiger Bestandteil des Spielablaufes ist Feedback: Die spielende und dabei lernende Person bekommt das Gefühl, einen Einfluss auf das Handlungsgeschehen im Spiel zu haben, wenn sie positive Reaktionen auf ihre ausgeführten Aktionen wahrnimmt. So entsteht eine Selbstwirksamkeitserfahrung – ein nach Klimmt & Hartmann (2006) zentrales Element für den Lernerfolg beim Game-Based Learning. Die Autoren unterstreichen weiter, dass das Erleben von Selbstwirksamkeit⁴⁷ in Bezug auf das konkrete Spiel essenziell für die allgemeine Spielmotivation ist: Wird das Spiel bspw. als unlösbar empfunden, so wird die spielende Person abgeneigt sein weiterzuspielen. Demgegenüber werden die meisten Spieler_innen auch keinen Gefallen an einem Spiel finden, dessen Lösung zu einfach und trivial erscheint.

Ein weiterer motivationsfördernder Faktor ist die Möglichkeit, das Lernen als selbstgesteuerten Prozess durchführen zu können (siehe Meier & Seufert, 2003). Die Spieler_innen haben selbst die Kontrolle über den Lernprozess und somit die Freiheit, den Ablauf selbst zu bestimmen. Hilfreich ist es demnach, wenn Lernspiele so gestaltet sind, dass sich ausreichend Wahlmöglichkeiten für die Nutzer_innen bieten.

Bandura (1977) nennt verschiedene Möglichkeiten, Selbstwirksamkeit zu entwickeln, wie z. B. positives Feedback, das Erfahren von Erfolgserlebnissen, Modell- oder Beobachtungslernen, verbale Ermutigung und emotionale Erregung. Digitale Lernspiele halten, wenn sie gut gestaltet sind, viele dieser Möglichkeiten bereit; insbesondere die drei erstgenannten Formen.

Ein Beispiel für Möglichkeiten zur Verhaltensveränderung mithilfe eines unterhaltsamen Lernspiels beschreibt eine Untersuchung von Reeves et al. (2013). Die Autoren untersuchten ein Computerspiel zum Thema Energiesparen im Haushalt in Hinblick auf tatsächliches Energiesparverhalten. Für ihre erste Studie ließen sie 40 Versuchspersonen für 30 Minuten das Energiesparspiel oder ein themenfremdes Unterhaltungsspiel spielen. Unter einem Vorwand verließ der Versuchsleiter vorzeitig das Labor und bat die Versuchspersonen nach Ende des Spielens und Ausfüllens eines Fragebogens, das Labor selbstständig zu verlassen und hinter sich die Tür zu schließen. Im Raum waren drei Lampen, ein PC und ein Monitor angeschaltet. Es zeigte sich, dass die Versuchspersonen der Interventionsgruppe (Energiesparspiel) im Mittel 2,55 Gerätschaften abschalteten – eine signifikant höhere Quote als in der Kontrollgruppe mit durchschnittlich 0,55 abgeschalteten Gerätschaften.

In einer zweiten Studie überprüften Reeves et al. (2013) die Anwendung des im Spiel gelernten Energiesparwissens im Feld. Es wurden 51 Personen gebeten, an unterschiedlichen Tagen insgesamt zehn Spieleinheiten durchzuführen. Alle Versuchspersonen hatten in ihrem Haus Stromzähler mit Smartmeter-Funktion installiert, was ein Ablesen des jeweiligen Stromverbrauchs vor, während und nach der Interventionsphase ermöglichte.

⁴⁶ Mit Flow ist die wahrgenommene Passung von persönlicher Fähigkeit und Handlungsanforderungen gemeint. Csikszentmihalyi (2014) beschreibt das Flow-Erleben als völliges Aufgehen in der Tätigkeit. Die Theorie hat seinen festen Platz in der Erforschung intrinsisch motivierter Handlungen, insbesondere im Feld der Lernpsychologie.

⁴⁷ Bandura (1977) beschreibt Selbstwirksamkeit als die Überzeugung, eine Anforderungssituation mithilfe der eigenen Fähigkeiten lösen zu können. Mit anderen Worten beschreibt Selbstwirksamkeitserwartung das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten bzgl. des Erreichens eines gewünschten Ergebnisses. Die tatsächlichen Kompetenzen sind hier nicht gemeint, es geht vielmehr um die subjektive Erwartung an die eigenen Fähigkeiten.

Während der mehrtägigen Interventionsphase war eine kleine, jedoch signifikante Abnahme im Energieverbrauch zu beobachten. Es ist zu bedenken, dass es sich meist um Mehrpersonenhaushalte handelte, in denen jeweils nur eine Person das Energiesparspiel spielte. Die Untersuchung von Reeves et al. (2013) macht deutlich, dass Lernspiele nicht nur einen Effekt auf den Wissenserwerb, sondern auch auf konkretes Handeln haben können.

5.4.2 Das digitale Lernspiel SchaVIS

Im Rahmen dieser Untersuchung soll ein Lernspiel zur Förderung privater Hochwasservorsorge mithilfe eines Experimentes genauer betrachtet werden. Das Spiel SchaVIS (kurz für Schadensvisualisierung) wurde von der Hochschule RheinMain in Wiesbaden entwickelt und will potenziell von Hochwasser Betroffene an das Thema Hochwasservorsorge heranführen (Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, 2017). In vier verschiedenen Szenarien lernt der Spieler Möglichkeiten zum Hochwasserschutz im Privathaushalt kennen und wendet diese an. Er nimmt die Rolle eines Helfers ein, der von einem befreundeten Hausbesitzer gebeten wird, sein vom Hochwasser bedrohtes Haus in dessen Abwesenheit zu untersuchen (siehe Abbildung 5.1) und vor der nahenden Flut zu sichern. Mithilfe dieses Simulationsspiels können Nutzer_innen ihren Wissensstand zum Thema Hochwasservorsorge erweitern und konkrete Maßnahmen im virtuellen Rahmen erproben. SchaVIS kann auf der Internetseite des Anbieters (ebd.) kostenfrei heruntergeladen und frei genutzt werden.



Abbildung 5.1: Szene aus dem Flutspiel SchaVIS.

5.4.3 Untersuchungsmethode

Durchgeführt wurde das Experiment im Zeitraum 14.04.2018 bis 16.08.2018 in Regensburg (n=35), Lüneburg (n=21) und Potsdam (n=4). Angeworben wurden konkret Personen, die einen persönlichen oder beruflichen Bezug zur Thematik Hochwasser besitzen. Von den insgesamt 60 Versuchspersonen waren 17 weiblich. Das Durchschnittsalter

betrug 36,4 Jahre. Zwei Personen gaben an, einen Volks- oder Hauptschulabschluss zu haben, elf die Mittlere Reife oder einen Realschulabschluss, 18 hatten Abitur bzw. Fachabitur, 14 eine abgeschlossene Ausbildung, und 14 Personen hatten ein abgeschlossenes Hochschulstudium. 44 Versuchspersonen berichteten, schon einmal ein Hochwasser erlebt zu haben und 36 Personen gaben an, schon einmal im Hochwasserschutz tätig gewesen zu sein.

Das Experiment war in drei Phasen gegliedert. Der Fragebogen, welcher in der ersten und dritten Experimentalphase zum Einsatz kam, wurde mittels SoSci Survey programmiert. Das Programm wies den Versuchspersonen randomisiert eine Gruppe zu: Sie kamen zufällig entweder in die Versuchsgruppe (VG, $n = 29$) oder Kontrollgruppe (KG; $n = 31$). Da die Zuordnung randomisiert erfolgte, waren nicht exakt gleich viele Personen in beiden Gruppen. Die Versuchspersonen beantworteten in der ersten Phase des Experimentes zunächst einige Fragen. Die Skalen der einzelnen Items bildeten z. B. Selbstwirksamkeit, Furcht und Schutzmotivation ab.

In der zweiten Experimentalphase wurden die Versuchspersonen gebeten, über 20 bis 30 Minuten ein Computerspiel auszuprobieren. Die Versuchsgruppe testete mithilfe einer Kurzanleitung und – wenn nötig – unterstützt durch die Versuchsleiterin das Flutspiel SchaVIS (siehe Abschnitt 5.4.2). Die Kontrollgruppe spielte ein Unterhaltungsspiel ohne Bezug zu Hochwasser, in dem Suchbilder gelöst und ein Garten gepflegt werden sollten. Im Anschluss an das Spielen bewerteten die Versuchspersonen das jeweils gespielte Spiel und beantworteten zur Kontrolle von möglichen affektiven Beeinflussungen durch die Spiele vier Items der Positive and Negative Affect Schedule (kurz: PANAS). Die PANAS wird eingesetzt zur Erfassung positiver oder negativer Zustände oder Traits. Dafür werden die Personen gebeten, die Intensität konkreter Gefühle oder Empfindungen (in unserer Befragung „fröhlich“, „erfreut“, „selbstsicher“ und „stolz“) auf einer fünfstufigen Skala zwischen den Polen „gar nicht“ und „äußerst“ einzuschätzen.

In der dritten Phase des Experimentes wurden den Versuchspersonen erneut Fragen präsentiert. Es handelt sich hierbei um die in Phase 1 bereits genutzten Skalen und abschließend einige Kontrollfragen zum persönlichen Hochwasserbezug und dem soziodemographischen Hintergrund.

5.4.4 Ergebnisse und Diskussion

Die Teilnehmer_innen der Versuchsgruppe bewerteten das Spiel SchaVIS als durchschnittlich eher lehrreich und eher hilfreich. Sie stimmten der Aussage „Die Informationen aus dem Flutspiel helfen Menschen wie mir, sich über Maßnahmen zum persönlichen Hochwasserschutz zu informieren“ im Mittel eher zu ($M = 4,5$; $SD = 1,6$; bei 1 = „trifft gar nicht zu“ bis 7 = „trifft vollkommen zu“).

Die Teilnehmer_innen beider Gruppen wurden gebeten, auf einem semantischen Differenzial anzugeben, wie einfach/ schwierig, unterhaltsam/ nicht unterhaltsam, interessant/ uninteressant bzw. spannend/ langweilig sie die jeweiligen getesteten Spiele fanden. Hier fanden sich zwei signifikante Unterschiede: Die Personen der Kontrollgruppe bewerteten das Gartenspiel als durchschnittlich leichter ($M_{KG} = 2,1$; $SD_{KG} = 1,7$) als jene der Versuchsgruppe ($M_{VG} = 3,7$; $SD_{VG} = 1,7$). SchaVIS wurde zudem eher spannend ($M_{VG} = 2,5$; $SD_{VG} = 0,9$) und das Spiel der Kontrollgruppe als eher langweilig ($M_{KG} = 3,3$; $SD_{KG} = 1,0$) eingeschätzt. Beide Spiele wurden als ähnlich unterhaltsam und interessant bewertet, es gab hier keine signifikanten Mittelwertsunterschiede. Die Versuchspersonen

hatten die Möglichkeit, ihre Meinung und Anmerkungen zum jeweiligen Spiel zu hinterlassen. Kritisiert wurde bei beiden Gruppen teilweise die Handhabbarkeit, die Navigation und Steuerungsmöglichkeiten, aber auch die Hardware des genutzten PCs.

Bei drei der vier Items zur Erfassung des positiven Affekts zeigten sich keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen: Die Teilnehmer_innen fühlten sich also ähnlich „fröhlich“, „erfreut“ und „stolz“. Einzig bei dem Item „selbstsicher“ gab es einen signifikanten Mittelwertsunterschied. Die Teilnehmer_innen der Kontrollgruppe lagen hier höher ($M_{KG} = 5,41$; $SD_{KG} = 1,2$) als jene der Versuchsgruppe ($M_{VG} = 4,7$; $SD_{VG} = 1,4$). Da die Versuchsgruppe mehr Unterstützung durch die Versuchsleiterin angeboten bekam, ist es möglich, dass sich die Teilnehmer_innen als weniger selbstständig und auch selbstsicher empfanden, insbesondere da oft Teilnehmer_innen der Kontrollgruppe im selben Raum waren.

Bei der Skala Selbstwirksamkeit fand sich vor der Intervention kein Unterschied zwischen beiden Gruppen, was auf eine Gleichverteilung durch gelungene Randomisierung hinweist. Nach der Intervention jedoch lag der Mittelwert der Versuchsgruppe mit $M = 5,5$ ($SD = 1,1$) über jenem der Kontrollgruppe ($M = 4,8$; $SD = 1,5$). Dieser Unterschied ist signifikant, wie eine Varianzanalyse belegt: $F(1, 57) = 4,45$, $p = 0,039$.

Im Hinblick auf die Schutzmotivation ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen finden. Bezüglich der Furcht vor einem möglichen Hochwasser unterschieden sich die Teilnehmer_innen der Versuchsgruppe nicht von jenen der Kontrollgruppe.

Bei Betrachtung der Ergebnisse dieser Untersuchung ist zu beachten, dass es sich um kleine Gruppengrößen von jeweils 29 bzw. 31 Teilnehmer_innen handelt. Es lassen sich also noch keine verlässlichen Schlüsse aus den Berechnungen ziehen. Eine Vergrößerung des Versuchspersonenpools wird daher angestrebt.

Das gemischte Urteil zum Lernspiel SchaVIS lädt zu Überarbeitungen ein, welche bei dem Entwickler angeregt werden können und auch für die Konzipierung anderer Serious Games mit dem Thema privater Hochwasservorsorge genutzt werden können. Ratsam wäre so z. B. eine Vereinfachung der Navigation, eine Verschlinkung der Textbeiträge und eine stärkere Integration der Spielregeln direkt in den Spielablauf, sodass vorab keine Anleitung studiert oder andere Person hierzu befragt werden muss. Die Steigerung der Selbstwirksamkeit durch das Spielen des Flutspiels stimmt allerdings optimistisch und gibt erste Hinweise für den Nutzen von betont unterhaltsamen Risikokommunikationsmaterialien.

5.5 Fazit

Aktuell werden viele verschiedene Arten von Risikokommunikation in Deutschland eingesetzt. Der Großteil davon ist bisher aber nicht evaluiert worden. Oft ist zudem nicht ersichtlich, ob die Entwickler_innen von Risikokommunikationsmaterialien sich bei der Erstellung an Empfehlungen oder Richtlinien (wie z. B. Meyer et al., 2012 für Hochwasserkarten) orientiert haben. Bei beiden Punkten besteht noch Nachholbedarf.

Die vorliegende Untersuchung hatte das Ziel, die grundlegenden Begrifflichkeiten zu klären und an die Thematik Risikokommunikation heranzuführen. Schon der blitzlichthafte Überblick macht die Relevanz und Komplexität Risikokommunikation(en) im Feld

der Naturrisiken deutlich. Die Evaluation eines Serious Games zur privaten Hochwasservorsorge stimmt optimistisch für den Einsatz weiterer spielerischer Kommunikationsmaterialien z. B. im Kontext Hitze. Eine Erweiterung der Untersuchung ist geplant.

Unsere Untersuchung hat jedoch auch einige Schwierigkeiten, die bei einer korrekten Evaluation auftreten können, aufgezeigt. Die Rekrutierung von Versuchspersonen, für die die konkrete Thematik privater Hochwasservorsorge von persönlicher Relevanz ist, gestaltete sich sehr schwierig. Trotz einer breit angelegten Bewerbung der Studie über verschiedene Kanäle und in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Akteuren konnten im Raum Regensburg nur 35 Personen angesprochen werden. Es ist also auch geboten, neue Wege der Untersuchung von Risikokommunikationsmaterialien zu diskutieren, neue Möglichkeiten der Verbreitung von solchen Untersuchungen zu testen und Modelle zur Förderung von Evaluationsstudien voranzubringen.

6 Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in Groß- und Mittelstädten: Arbeitsprogramm 2018-2021

Annegret Thieken, Christian Göpfert, Karen Hetz, Julia Kern, Kristine Kern, Torsten Lipp, Cordine Lippert, Monika Meves, Stefan Niederhafner, Antje Otto, Christian Rohrbacher, Katja Schmidt, Leander Strate, Ariane Walz

Ein wesentliches Ziel des Definitionsprojektes ExTrass war es, ein nachfolgendes dreijähriges Forschungs- und Arbeitsprogramm zu entwickeln. Dafür wurde in jeder der drei Fallstudienstädte, d. h. in Potsdam, Remscheid und Würzburg, ein Workshop mit Mitgliedern der Stadtverwaltungen und anderen kommunalen Akteuren veranstaltet. Auf weiteren Projekttreffen wurden die Ergebnisse ausgewertet, mit wissenschaftlichen Fragestellungen verknüpft und systematisiert.

Die Stakeholder-Workshops ergaben folgendes Bild (vgl. Kapitel 3 und 4): Die Stadt Remscheid, die im Laufe der Definitionsphase für den ExTrass-Projektverbund gewonnen werden konnte, und vor allem die Stadt Würzburg sind sehr stark von Hitzeereignissen betroffen. In der Nähe von Würzburg liegt der Ort Kitzing, wo am 05.07.2015 sowie am 07.08.2015 der aktuelle deutsche Temperaturrekord von 40,3 °C gemessen wurde. In Würzburg heizt sich die Innenstadt so stark auf, dass der private wie öffentliche Geschäftsbetrieb an Hitzetagen stark beeinträchtigt wird. Darüber hinaus sind innerstädtische Alten- und Pflegeheime extrem belastet. Rettungsdienste wie Feuerwehr und JUH, aber auch die Versorger wie Krankenhäuser, Ärzte, Wasser- und Energieunternehmen werden in Hitzephasen stark beansprucht. Die enge Bebauung und wenige innerstädtische Grünflächen stellen Würzburg vor große Herausforderungen, denen die Stadt mit der Erstellung neuer Planungsinstrumente, wie z. B. Klimafunktionskarten (Abbildung 3.1), zu begegnen versucht. Darüber hinaus wird über Instrumente der direkten Ansprache von Bürger_innen oder Hausbesitzer_innen nachgedacht, um Verhaltensveränderungen zu erreichen oder private bauliche Maßnahmen, z. B. Fassaden- oder Dachbegrünungen, anzuregen.

In Potsdam ist Hitze dank vieler Wasser- und Grünflächen zurzeit ein untergeordnetes Problem. Jedoch führt das starke Bevölkerungswachstum – zwischen 2011 und 2016 ist die Stadt Potsdam um mehr als 14.000 Einwohner gewachsen (LHP, 2017c) – zu hoher Nachverdichtung und damit zu Konflikten zwischen Klimaschutz, Klimaanpassung und Stadtausbau, z. B. bei der Freihaltung von Frischluftschneisen, Nutzung der Dächer für Solarstrom oder Dachbegrünung. Darüber hinaus sind auch in Potsdam in Hitzeperioden bereits jetzt besonders vulnerable Bevölkerungsteile (z. B. in Pflegeheimen) gefährdet.

Hinzu kommt, dass städtische Verkehrsmaßnahmen Krankentransportwege behindern. Im Juni 2017 haben Starkniederschläge bestehende Risiken deutlich vor Augen geführt: In Potsdam wurden einige Stadtteile trotz eines guten Wassermanagements mit unterirdischen Rückhaltebecken und multifunktionalen Flächen überflutet.

Starkregenrisiken sind generell auch für Remscheid und Würzburg relevant. Remscheid erarbeitete bereits eine Starkregengefahrenkarte (Abbildung 4.2) und geht nun in die Maßnahmenplanung. Alle drei Städte bestätigten den Bedarf an intelligenten Kommunikationsinstrumenten, um die Selbsthilfefähigkeit und Eigenvorsorge der Bewohner_innen und besonderer Risikogruppen (Kinder, ältere Menschen, weibliche Migrantinnen u. a.) zu verbessern (vgl. Kapitel 4).

In der Definitionsphase kristallisierte sich als inhaltlicher Schwerpunkt der Umgang mit Hitzewellen und die Minderung der damit verbundenen (gesundheitlichen) Auswirkungen als vorrangig heraus, wobei vor allem aufgrund der Schadenserfahrung durch Starkregen in Potsdam im Juli 2017 auch diese Wettergefahr Berücksichtigung im Forschungsvorhaben findet. Außerdem wurden von den Workshopeteilnehmer_innen wiederholt bessere Entscheidungs- und Planungsgrundlagen („harte Fakten“) eingefordert, die mit dem ExTrass-Arbeitsprogramm (2018-2021) erstellt werden sollen. Zusammen mit den wissenschaftlichen Fragestellungen zur Verbesserung der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen in Städten und dem Transfer von Erfahrungen zwischen Städten ergaben sich folgende Leitfragen für die der Definitionsphase nachfolgende Forschung:

1. Wie verbreitet und detailliert sind Klimaanpassungsstrategien und -pläne in Großstädten und größeren kreisfreien Mittelstädten in Deutschland?
2. Welche hemmenden und begünstigenden Faktoren beeinflussen die Klimaanpassung und auf welche Art und Weise tun sie dies?
3. Welche Maßnahmen der Klimaanpassung werden tatsächlich umgesetzt? Wie kann die Umsetzung verbessert werden? Was behindert?
4. Inwiefern lassen sich Beispiele guter Praxis auf andere Städte übertragen, adaptieren oder weiterentwickeln?

Diese Fragen sollen in ExTrass in einem vierstufigen Forschungsprozess untersucht und beantwortet werden (vgl. Abbildung 6.1).

Im ersten Schritt (AP A) wird der bundesweite Stand der Anpassung an den Klimawandel in Groß- und Mittelstädten, der in der Definitionsphase ermittelt wurde (vgl. Kapitel 2), durch Aspekte der tatsächlichen Exposition der Städte gegenüber Wetterextremen, der Schadenserfahrung sowie durch die Dimensionen der Adaptation Readiness – dies sind z. B. finanzielle und personelle Ressourcen, institutionelle Verankerung der Klimaanpassung, Führungsrolle in Politik und Verwaltung sowie Unterstützung der Klimaanpassung durch weitere städtische Akteure und die Bevölkerung (siehe Ford & King, 2015; Ford & Berrang-Ford, 2016) – systematisch erweitert, um verschiedene Stadttypen – vor allem Vorreiterstädte, Nachahmer und Nachzügler – zu identifizieren und zu charakterisieren.

Vorreiterstädte, d. h. Städte, die früher als andere Anpassungsplanungen betreiben und (innovative) Maßnahmen testen und umsetzen, sind in der Regel durch hohe Handlungskapazitäten, z. B. finanzielle Ressourcen, und eine starke politische Führung gekennzeichnet. Sie nehmen oft an Pilotprojekten teil und sind Mitglied in (internationalen) Städtenetzwerken (vgl. Kapitel 3). Nachahmer haben eine Bereitschaft, aktiv zu werden, ein Mangel an Ressourcen hindert sie jedoch daran, frühzeitig tätig zu werden. Solche Städte profitieren in der Regel in besonderem Maße von Förderprogrammen (des Bundes). In

Nachzüglerstädten kommen Anpassungsbarrieren besonders zum Tragen. Oftmals ist hier eine mangelnde Unterstützung für Klimaanpassung durch Politik und Verwaltung vorzufinden. Länderspezifische gesetzliche Vorgaben und unzureichende Ressourcen können weitere Hemmnisse darstellen, sind aber noch weiter zu untersuchen.

In ExTrass sollen die deutschen Groß- und Mittelstädte typisiert werden. In einem zweiten Schritt (AP B) wird für 12 bis 15 Städte, die als Vorreiter, Nachahmer oder Nachzügler identifiziert wurden, die Pfadentwicklung aufgearbeitet, um typische Anpassungspfade (Kontextbedingungen, Synergien zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung, integrierte Strategien versus sektorale Maßnahmenpläne etc.), begünstigende und hemmende Faktoren sowie besonders erfolgreiche Lösungen (innovative technischen Lösungen, erfolgreiche partizipative Verfahren, wirksame Instrumente der Risikokommunikation etc.), aber auch Sackgassen und Barrieren in diesem Politikfeld zu erfassen. Die Ergebnisse dieser übergreifenden Untersuchungen sollen immer wieder Impulse für die Untersuchungen in den Fallstudienstädten, die den dritten Projektbaustein (AP C) bilden, sowie für die Bewertung des Transferpotenzials (AP T) geben.

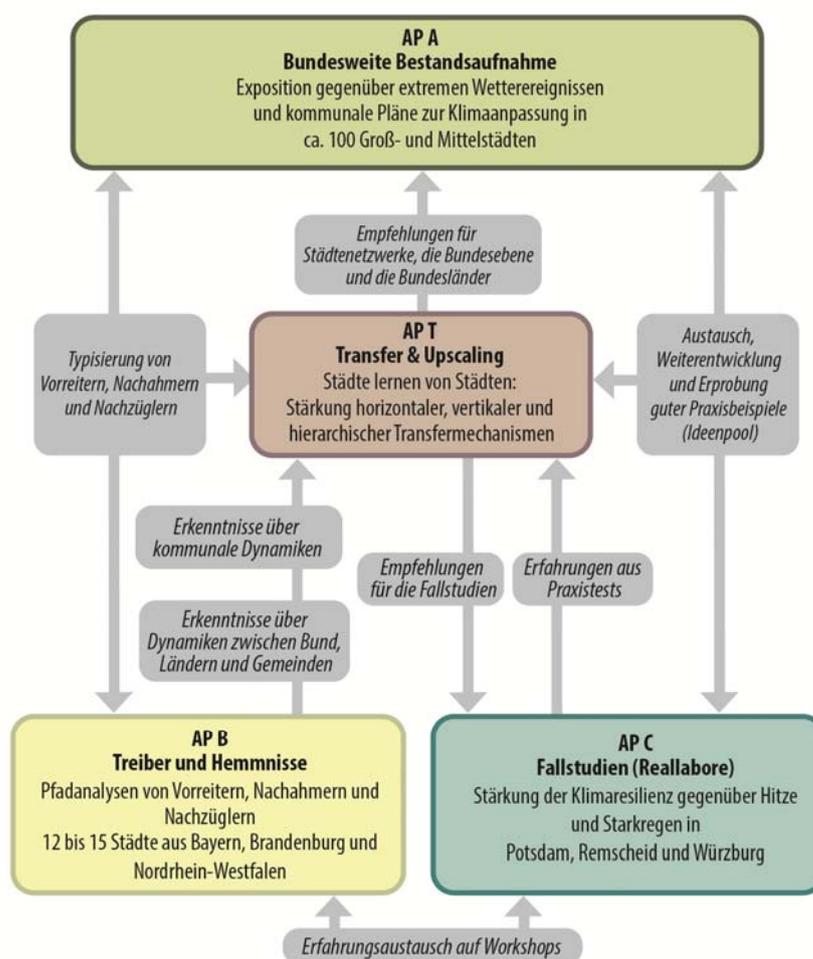


Abbildung 6.1: Arbeitspakete (AP) im Verbundvorhaben ExTrass (F+E-Phase); Schnittstellen zwischen den Arbeitspaketen sind in kursiver Schrift dargestellt.

Im dritten Schritt (AP C) werden innovative Lösungsansätze zur Verbesserung der urbanen Klimaresilienz in den Fallstudienstädten Potsdam, Remscheid und Würzburg gegenüber extremen Wetterereignissen getestet und untersucht. Die geplanten Maßnahmen wurden in der Definitionsphase des Projektes in einem transdisziplinären Prozess erarbei-

tet. So fanden Projektworkshops in Würzburg am 14. Juni 2017, in Potsdam am 21. Juni 2017 und in Remscheid am 28. Juni 2017 statt (s.o.). Die Ergebnisse wurden in Protokollen festgehalten. Im Nachgang der Workshops hatten die Teilnehmer_innen zudem die Möglichkeit, weitere Projektideen einzubringen. Alle Vorschläge wurden gemeinsam im Konsortium ausgewertet, um ein Arbeitsprogramm zu erstellen, in dem sowohl die Bedarfe und speziellen Gegebenheiten der drei Fallstudienstädte berücksichtigt werden, als auch ein einheitliches Vorgehen in allen drei Städten sichtbar wird (vgl. Abbildung 6.2): Neben Maßnahmen, die die Risikowahrnehmung, Vorsorge und Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung stärken, streben die beteiligten Städte eine verbesserte Integration der Klimaanpassung in die Stadtplanung auf gesamtstädtischer Ebene sowie bauliche Maßnahmen auf Stadtteilebene an. Ergänzungen und Synergien des geplanten Projektes zu bestehenden Aktivitäten in den Fallstudienstädten zu suchen ist dabei eine besondere Rahmenbedingung von ExTrass, die den Bedingungen eines Reallabors ähneln, d. h. das Projekt wird gemeinsam von Wissenschaft, kommunaler Verwaltung und Zivilgesellschaft durchgeführt und ist von gegenseitigem Lernen geprägt.

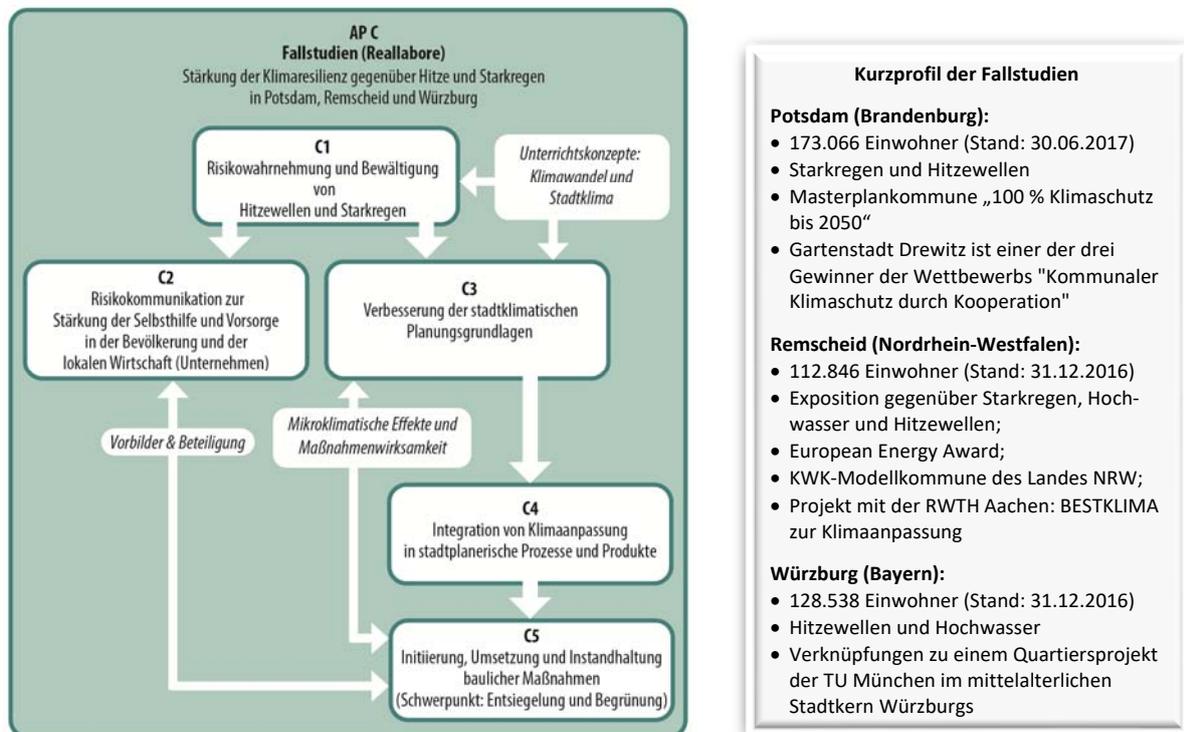


Abbildung 6.2: Arbeitspaket C und Kurzprofile der Fallstudienstädte.

Im Einzelnen soll die Stärkung der Resilienz in den Fallstudienstädten in mehreren Schritten und auf verschiedenen Ebenen erfolgen (vgl. Abbildung 6.2): Auf Basis vergangener Ereignisse sollen zunächst (im AP C1) die Auswirkungen von Hitze und Starkregen, aber auch die Bewältigungskapazitäten der Fallstudienstädte untersucht werden. Dabei sollen die Risikowahrnehmung und das (adaptive) Verhalten der Bevölkerung sowie von medizinischem Personal (d. h. von Ärzt_innen, Apotheker_innen und Pflegepersonal) betrachtet werden, um vor allem für Hitze den Bedarf an zusätzlicher Information und Betreuung, aber auch an zusätzlichen Grünflächen und Abkühlungsmöglichkeiten in den Innenstädten zu ermitteln. Eine Analyse der Warnungen und Notfallpläne soll eine erste

Verbesserung der Bewältigung im Ereignisfall bewirken, die durch ein Planspiel sowie eine Fortbildung für Pflegepersonal getestet werden.

Die Stärkung der Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung und der privaten Vorsorge gegenüber Starkregen und Hitze ist Ziel eines zweiten Arbeitsschrittes (AP C2), in dem Materialien zur zielgruppenspezifischen Risikokommunikation unter Nutzung moderner Medien erstellt, auf ihre Wirksamkeit getestet (wie in Kapitel 5.4 exemplarisch gezeigt) und entsprechend adaptiert werden, bevor sie weiter verbreitet werden.

Die Berücksichtigung der Klimaanpassung in kommunalen Planungen steht in den Schritten C3 und C4 im Fokus, um eine belastbare Entscheidungsgrundlage für stadtplanerische Anpassungsmaßnahmen zu schaffen. Dazu ist zunächst die Wissensbasis über die mikroklimatischen Verhältnisse in der Stadt zu verbessern (AP C3), d. h. es werden stadt-klimatologische und bodenkundliche Messungen durchgeführt. Darüber hinaus sollen Möglichkeiten der Integration der Anpassung an den Klimawandel in die Stadtplanung beleuchtet werden (AP C4). Dabei wird auch untersucht werden, inwiefern Klimaanpassung in städtischen Planungsprozessen aufgegriffen werden kann, wo also Einstiegspunkte für Klimaanpassung bestehen und welche Hindernisse oder Treiber die Klimaanpassung in Städten beeinflussen. Die Erfahrungen in den drei Fallstudienstädten sollen zudem auf einem größeren Workshop mit anderen Städten (aus AP A und B) geteilt und bereichert werden. Abbildung 6.3 zeigt die geplante Vernetzung zwischen allen untersuchten Städten.

Schließlich soll die Resilienz in den Fallstudien auf Gebäude- bis Quartiersebene ganz konkret durch einzelne bauliche Maßnahmen vor allem durch gemeinsame Planung, Umsetzung und Bewirtschaftung von Begrünungen gestärkt werden (AP C5). Dabei stellt das Monitoring der Wirksamkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen, wie etwa der Begrünung von Plätzen oder die Stadt- und Dachbegrünung, eine besondere Herausforderung dar.

Durch die Verknüpfung und parallele Betrachtung von Vorsorgemaßnahmen der öffentlichen Hand mit privater Vorsorge wird in mehrfacher Hinsicht ein Mehrwert erzielt: Zum einen kann die Vulnerabilität der städtischen Bevölkerung durch die Verbesserung der Vorsorge auf mehreren Ebenen (Prävention der Stadt, Bewältigung und Notfallmanagement, private Vorsorge und Verhalten) verringert werden. Zum anderen werden Maßnahmen betrachtet, die bei beiden Naturgefahren, d. h. sowohl bei Starkregen als auch bei Hitze schadensmindernd wirken können: Grünflächen in der Stadt mindern die Überwärmung und verbessern die Infiltrationsleistung der Stadtböden. Durch die zwei Fokusse des Projektes, d. h. Risikokommunikation und private Vorsorge einerseits sowie Stadtplanung und Begrünung andererseits werden auch andere Nachhaltigkeitsziele, z. B. Bildung und Biodiversität adressiert.

Das Arbeitsprogramm soll durch Kooperation zwischen Wissenschaft, kommunaler Administration und Zivilgesellschaft gemeinsam umgesetzt werden. Obwohl – wo möglich – Kontrollversuche geplant sind, ist eine Verifikation und Verallgemeinerung der Ergebnisse bei diesem Forschungsansatz beschränkt. Die Untersuchungen haben daher exemplarischen Charakter, können aber dennoch Impulse für andere Akteure (auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene) geben. Daher sollen die Arbeiten in den Fallstudien vor dem Hintergrund theoretischer Überlegungen und dem breiteren Bild aus den Arbeitspaketen A und B systematisch hinsichtlich ihres Transferpotenzials betrachtet werden (Zuarbeit zu AP T).

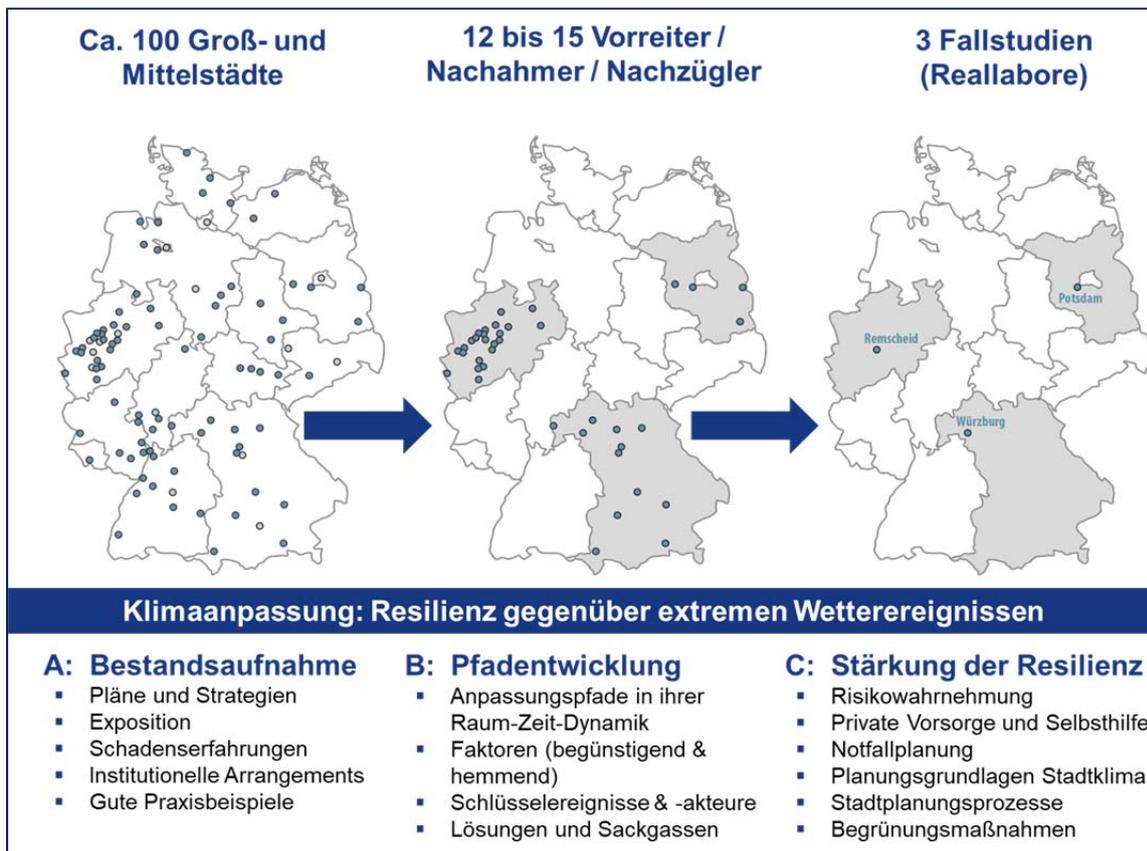


Abbildung 6.3: Zusammenfassung der Arbeitsschritte zur Verbesserung der Resilienz von Städten gegenüber extremen Wetterereignissen.

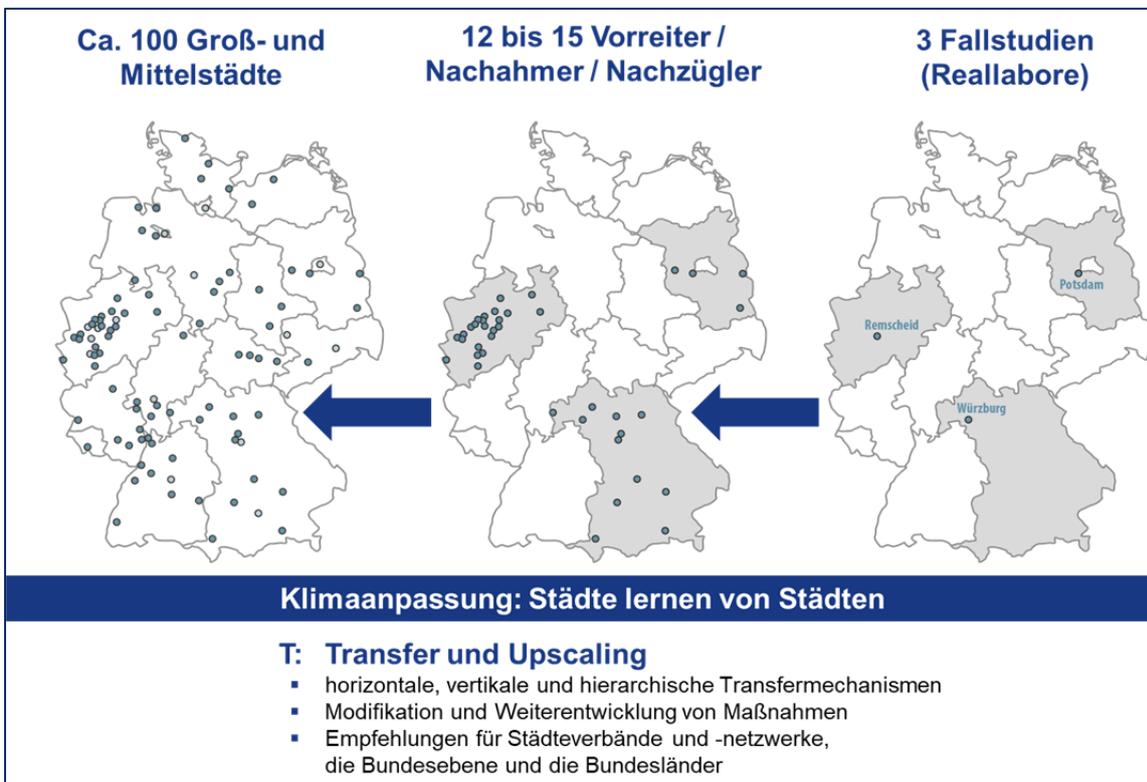


Abbildung 6.4: Angestrebter Transfer im F+E-Projekt ExTrass.

Aus den Ergebnissen der drei ersten Arbeitspakete soll fortlaufend und systematisch das Transferpotenzial (AP T) ermittelt werden (vgl. Abbildung 6.4), um Bedingungen für einen guten Transfer zwischen Groß- und Mittelstädten zu identifizieren und Politikempfehlungen für die Verbesserung eines solchen Transfers abzuleiten. Dafür dienen Analysen von Klimaanpassungsplänen sowie Steckbriefe und Typisierungen guter Praxisbeispiele (aus AP A), Erkenntnisse über kommunale Dynamiken auch im Zusammenspiel mit der Bundes- und Landesebene (aus AP B) sowie die Planung und Umsetzung konkreter Maßnahmen (in AP C) als Basis, die mit konzeptuellen Ansätzen des Transfers verknüpft werden sollen. Während sich das Arbeitspaket B auf das Lernen auf Basis eigener Erfahrungen, d. h. in der Zeit, konzentriert, wird in Arbeitspaket T das Lernen im Raum, d. h. von den Erfahrungen anderer Städte, untersucht.

Mit dem transdisziplinär entwickelten Programm erarbeitet das Projekt ExTrass wichtige Erkenntnisse zum Stand der Klimaanpassung in deutschen Mittel- und Großstädten und erhöht das Verständnis über Prozesse der Klimaanpassung durch eine Analyse und Typisierung von Anpassungspfaden und Lernprozessen in Zeit und Raum. Darüber hinaus werden konkrete Anpassungsmaßnahmen in den Fallstudien verbessert, eingeleitet oder umgesetzt.

Indikatoren, die die angestrebte Wirkung von ExTrass, d. h. die Stärkung der Klimaresilienz von Städten, erfassen können, sind in den Fallstudienstädten zunächst die nachhaltige Etablierung von Prozessen sowie die Weiternutzung von Daten und Produkten (z. B. Karten, Checklisten), die in der Projektlaufzeit erarbeitet werden. Auf der Ebene aller Groß- und Mittelstädte sind die Resonanz auf die stadtübergreifenden Veranstaltungen im Projekt, konkrete Anfragen an das Projektkonsortium sowie die Nutzung der Projektwebsite Größen, die den Erfolg des Projektes widerspiegeln. Weiterer Projekterfolg wird sichtbar, wenn Projektergebnisse und Empfehlungen auf verschiedenen politischen und administrativen Ebenen aufgegriffen werden. Beispielsweise könnten die Fallstudien interessante Erkenntnisse für das DAS-Förderprogramm im Hinblick auf Klimaanpassung und Stadtplanung liefern, die letztlich sogar in gesetzliche Rahmenvorgaben münden könnten. Damit könnte die konkrete Stärkung der Klimaresilienz, die in den drei Fallstudienstädten erreicht wird, nicht auf diese beschränkt bleiben: Einblicke in die Lernprozesse in Städten und die Transfermechanismen zwischen Städten erleichtern die Umsetzung von Klimaanpassung deutschlandweit.

Literaturverzeichnis

- Adam, B. (2005): Mittelstädte – eine stadregionale Positionsbestimmung. – Informationen zur Raumentwicklung, Heft 8: 495-523.
- Allemanno, A. (ed.) (2011): Governing disasters. The challenges of emergency risk regulation, Cheltenham (UK) and Northampton MA (USA): Edward Elgar.
- BBSR (2015): Stadt- und Gemeindetypen in Deutschland.
https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raubeobachtung/Raumabgrenzungen/StadtGemeindetyp/StadtGemeindetyp_node.html (letzter Zugriff: 03.09.2018).
- Becker, P., Imbery, F., Friedrich, K., Rauthe, M., Matzarakis, A., Grätz, A., & W. Janssen, (2015): Klimatologische Einschätzung des Sommer 2015. Deutscher Wetterdienst (DWD). 1-11.
- Benden, J., Riegel, C., Trum, A. & A. Theißen (2017): Gewerbeflächen im Klimawandel. Leitfaden zum Umgang mit Klimatrends und Extremwettern (Institut für Städtebauwesen und Stadtverkehr der RWTH Aachen, Hrsg.). Aachen. Verfügbar unter http://www1.isb.rwth-aachen.de/BESTKLIMA/presentations/20170920_KlimaixLeitfaden_internet.pdf (letzter Zugriff: 23.08.2018).
- Bennet, N. & J. Lemoine (2014): What a difference a world makes: understanding threats to performance in a VUCA world. – Business Horizons 57(3): 311-317.
- Berger, P. (2017): Zurich-Studie. Unwetter verursachen Milliarden Schäden – Rheinland 2016 schwer getroffen, 13. Juni 2017.
- Betsill, M. & Bulkeley, H. (2007): Looking Back and Thinking Ahead: A Decade of Cities and Climate Change Research. *Local Environment*, 12(5), 447–456.
- Biedermann, A. (2011): Klimaschutzziele in den deutschen Bundesländern. In *Climate Change 15/2011*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Biesbroek, G.R., J.E.M. Klostermann, C.J.A.M. Termeer & P. Kabat (2013): On the nature of barriers to climate change adaptation. – *Reg. Environ Change* 13: 1119-1129.
- Birkland, T. & M.K. Warnement (2014): Focusing events in disasters and development. In: Kapucu N., Liou K. (eds.), *Disaster and development*. Environmental hazards, Springer: Cham.
- Birkland, T. (1997): *After disaster*. Agenda setting, public policy, and focusing events, Washington D.C.: Georgetown University Press.
- Birkland, T. (2007): *Lessons of disaster*. Policy change after catastrophic events, Washington D.C.: Georgetown University Press.
- Bittner, R., Günther, K. & Merz, B. (2009): Naturkatastrophen in Deutschland. In: *Hochwasserschutz und Katastrophenmanagement* (Bd. 6, S. 7–10). Ernst & Sohn
- BMUB (o. J.): Auf dem Weg zu einem neuen Klimaabkommen, Meldung: Bundesumweltministerin Barbara Hendricks unterzeichnet das Pariser Klimaabkommen In: Internet-Auftritt des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; Rubrik: Presse URL: <http://www.bmub.bund.de/cop21/> und <http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/bundesumweltmini>

- sterin-barbara-hendricks-unterzeichnetdas-pariser-klimaabkommen/ (letzter Zugriff: 12.10.2016).
- BMUB (2015a): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) über die Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- BMUB (2015b): Die Nationale Klimaschutzinitiative: Daten, Fakten, Erfolge. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- Bogumil, J., & Holtkamp, L. (2013): Kommunalpolitik und Kommunalverwaltung. Eine praxisorientierte Einführung (Schriftenreihe Band 1329). Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung.
- Boyd, E. & S. Juhola (2015): Adaptive climate change governance for urban resilience, *Urban Studies* 52 (7): 1234-1264.
- Bubeck, P. & Albrecht, J. (2015): Klimaanpassung in der rechtlichen Rahmensetzung des Bundes und Auswirkungen auf die Praxis. Projektbericht des UFOPLAN-Vorhabens „Politikinstrumente der Klimaanpassung in Deutschland“ (FKZ 371348105). adelphi, Berlin.
- Bubeck, P., Botzen, W. & J.C.J.H. Aerts (2012): A review of risk perceptions and other factors that influence flood mitigation behavior. – *Risk Analysis* 32(9): 1481-1495.
- Burghart und Partner (2016): Klimaplanatlas der Stadt Würzburg: https://www.wuerzburg.de/themen/umwelt-verkehr/klimaundenergie/klimaanpassung-der-klimawandel-fordert-unseraus/m_438279 (letzter Zugriff: 10.07.2018).
- C40 (2018): Introductory page of the C40-Website. Online verfügbar unter <http://www.c40.org/ending-climate-change-begins-in-the-city> (letzter Zugriff: 09.05.2018).
- Collier, U. (1997): Local authorities and climate protection in the European union: Putting subsidiarity into practice? *Local Environment*, 2(1), 39–57.
- Cooper, R.N. (2001): *The Kyoto Protocol: A Flawed Concept*. Cambridge, MA: Sustainability Indicators and Environmental Evaluation.
- de Bruin, K., Dellink, R. B., Ruijs, A., Bolwidt, L., van Buuren, A., Graveland, J. et al. (2009): Adapting to climate change in The Netherlands: an inventory of climate adaptation options and ranking of alternatives. – *Climatic Change*, 95(1–2), 23–45.
- Den Exter, R., Lenhart, J. & K. Kern (2015): Governing climate change in Dutch cities: anchoring local climate governance in organization, policy and practical implementation. – *Local Environment* 20 (9): 1062-1080.
- Deutscher Städtetag (2012): Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Köln.
- Deutsches Institut für Urbanistik (2017): Planspiel zur Städtebaurechtsnovelle 2016/2017. Endbericht im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Berlin, 117 S.
- Die Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel; verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (letzter Zugriff: 03.09.2018)
- Die Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

- Die Bundesregierung (2015): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Anhang 1 des Fortschrittsberichts: Vulnerabilitätsanalyse; verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/656/dokumente/3_entwurf-fortschrittsbericht-das_anhang1_vulnerabilitaetsanalyse_26-05-2015.pdf (letzter Zugriff: 03.09.2018)
- Diekmann, A. (2011): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Dierck, J. (2016): Wie reagieren Städte auf den Klimawandel? Eine Analyse von Klimaschutz- und Klimaanpassungsstrategien deutscher Mittel- und Großstädte. Unveröffentlichte Masterarbeit, Universität Potsdam.
- DMG (2007): Stellungnahme der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft zur Klimaproblematik, 09.10.2007.
- Dow, K. & Downing, T. E. (2007): Weltatlas des Klimawandels. Karten und Fakten zur Globalen Erwärmung. Hamburg: Dr. Götze Land & Karte und Europäische Verlagsanstalt (EVA).
- DWD (2016): Starkniederschläge in Deutschland. Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Deutschland, 4.
- DWD (2018): Deutschlandwetter im Juli 2018. Online verfügbar unter https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20180730_deutschlandwetter_juli_news.html.
- Einfeldt, C., Gierten, D., Hellriegel, M., Höpfl, T., Krings, S., Pferinger, A., Püschner, M., Richter, I., Riegel, C. & S.B. Schulz (2013): Policy Brief. Resilienz als Paradigma der Stadtentwicklung – Nutzen und Chancen für Städte in Deutschland und der Welt. In: Stiftung Neue Verantwortung, 08/13, 1-20.
- EU (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften: L327.
- EU (2007): Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. Amtsblatt der Europäischen Union: L 288.
- Europäische Kommission (2009): Weissbuch. Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften.
- Europäische Kommission (2014): Die Europäische Union erklärt: Klimaschutz. Luxemburg: Europäische Union.
- Europa-Universität Flensburg, Zentrum für Nachhaltige Energiesysteme (Hrsg.) (2018): Schlüsselakteure bewegen kommunalen Klimaschutz. Erfolgreicher Klimaschutz dank Schlüsselakteuren. Projektergebnisse und Handlungsempfehlungen für lokale Klimaschutzakteure, Flensburg.
- Ford, J.D. & D. King (2015): A framework for examining adaptation readiness. – Miti. Adapt. Strateg. Glob. Change 20: 505-526
- Ford, J.D. & L. Berrang-Ford (2016): The 4 Cs of adaptation tracking: consistency, comparability, comprehensiveness, coherency. – Miti. Adapt. Strat. Glob. Change 21(6): 839-859, DOI: 10.1007/s11027-014-9627-7.
- Früh, W. (1991): Inhaltsanalyse. Theorie und Praxis. München: Ölschläger.

- Fuhr, H., Hickmann, T. & K. Kern (2018): The role of cities in multi-level climate governance: local climate policies and the 1.5 °C target. – *Current Opinion in Environmental Sustainability* 30: 35-41.
- Füssel, H.-M. & Klein, R. (2004): Conceptual Frameworks of Adaptation to Climate Change and their Applicability to Human Health. In F.-W. Gerstengarbe (Hrsg.), PIK Report (Bd. 91). Potsdam: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung.
- Gabriel, K.M.A. & W.R. Endlicher (2011): Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. – *Environmental Pollution* 159: 2044-2050.
- GDV (2014): Naturgefahrenreport 2013. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, Berlin (inkl. Serviceteil)
- GDV (2015): Naturgefahrenreport 2014. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft, Berlin (inkl. Serviceteil).
- GDV (2017): Die Starkregen-Bilanz eines Sommers. Mitteilung vom 22.09.2017, <https://www.gdv.de/de/themen/news/die-starkregen-bilanz-eines-sommers-11640> (letzter Zugriff: 16.08.2018)
- Geels, F. (2011): The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to seven criticisms. – *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1 (1): 24-40.
- Gigerenzer, G. (2013): Risiko. Wie man die richtigen Entscheidungen trifft. 6. Aufl. München: Bertelsmann.
- Graf, P., K. Kern & S. Scheiner (2018): Mehrebenen-Dynamiken in der deutschen Energiewendepolitik. Die Rolle von Städten und Regionen am Beispiel Baden-Württemberg. In: Radke, K. & N. Kersting (Hrsg.), *Energiewende. Politikwissenschaftliche Perspektiven*, Wiesbaden: Springer, S. 211-247.
- Grothmann, T. & R. Becker (2016): Der Hitzeknigge (Umweltbundesamt & adelphi, Hrsg.). Dessau-Rosslau. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/dokumente/schatten spender_hitzeknigge.pdf (Zugriff am 23.08.2018).
- Head, B. & J. Alford (2015): Wicked problems: implications for public policy and management. – *Administration & Society* 47 (6): 711-739.
- Helmholtz Gemeinschaft (2010): Regionaler Klimaatlas Deutschland URL: <http://www.regionaler-klimaatlas.de> [Stand: 12.10.16]
- Hetz, K. (2016): Contesting adaptation synergies: political realities in reconciling climate change adaptation and urban development issues in Johannesburg, South Africa. – *Reg. Environ. Change* 16(4):1171-1182.
- Heudorf, U. & C. Meyer (2005): Gesundheitliche Auswirkungen extremer Hitze - am Beispiel der Hitzewelle und der Mortalität in Frankfurt am Main im August 2003. – *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))* 67 (5): 369–374. DOI: 10.1055/s-2004-813924.
- Höller, K. (2015): Nach Jahrhundertregen in Münster. Schäden erstaunen selbst Versicherer. In: *Westfälische Nachrichten*, 29. Juli 2015.
- Holt, W.G. (Hrsg., 2012): *Research in Urban Sociology: Urban Areas and Global Climate Change*. Bradford, GB: Emerald Group Publishing Limited.
- Hunt, A. & Watkiss, P. (2011): Climate change impacts and adaptation in cities: a review of the literature. – *Climatic Change*, 104(1), 13–49.
- IPCC (1990): *Climate Change. The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press.

- IPCC (2007): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Fourth Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change. (M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, & C. E. Hanson, Hrsg.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahlenborn, W., Kind, C., Becker, R. & T. Grothmann (2016): Ansätze und Erfolgsbedingungen in der Kommunikation zum Umgang mit Extremereignissen. Anpassung an den Klimawandel alltagstauglich machen und Eigenvorsorge stärken (Umweltbundesamt, Hrsg.). Dessau-Rosslau. Verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ansaetze-erfolgsbedingungen-in-der-kommunikation> (Zugriff am 23.08.2018).
- Karlsson, M. & N.R. Ziebarth (2018): Population health effects and health-related costs of extreme temperatures: Comprehensive evidence from Germany. – *Journal of Environmental Economics and Management* 91: 93-117.
- Kern, K. & H. Bulkeley (2009): Cities, Europeanization and multi-level governance: governing climate change through transnational municipal networks. – *JCMS-Journal of Common Market Studies* 47 (1): 309-332.
- Kern, K. (2018): Cities as leaders in EU multilevel climate governance: embedded upscaling of local experiments in Europe. – *Environmental Politics* (in print).
- Kern, K., S. Niederhafner, S. Rechlin & J. Wagner (2005): Kommunaler Klimaschutz in Deutschland. Handlungsmöglichkeiten, Entwicklung und Perspektiven – Discussion Paper Nr. SP IV 2005-101, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung: <https://bibliothek.wzb.eu/pdf/2005/iv05-101.pdf> (Zugriff am 29.08.2018).
- Kienzler, S., I. Pech, H. Kreibich, M. Müller & A.H. Thielen (2015): After the extreme flood in 2002: changes in preparedness, response and recovery of flood-affected residents in Germany between 2005 and 2011. – *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 15: 505-526.
- Kim, H.H. (2007): Urban heat island. – *International Journal of Remote Sensing* 13(12): 2319-2336.
- Kind, C., N. Protze, J. Savelsberg, O. Lühr, S. Ley & J. Lambert (2015): Analyse von Entscheidungsprozessen zur Anpassung an den Klimawandel in Kommunen. UBA-Bericht Climate Change 04/2015.
- Kind, C., Protze, N., & Rothballer, C. (2013): Klimaschutz trotz knapper Kassen. Ein Handbuch für die Kommunalverwaltung. (Umweltbundesamt, Hrsg.). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- Kingdon, J. (1984): *Agendas, Alternatives and Public Policies*, Boston: Little, Brown.
- Klimabündnis (o. J.): Mitglied werden (Informationen) In: Website vom Klimabündnis der europäischen Städte mit indigenen Völkern der Regenwälder / Alianza del Clima e.V.; Rubrik: Kommunen URL: <http://www.klimabuendnis.org/kommunen/mitglied-werden.html> [Stand: 25.05.16]
- Koppe, Ch., Jendritzky, G. & G. Pfaff (2003): Die Auswirkungen der Hitzewelle 2003 auf die Gesundheit. In: *Klimastatusbericht 2003*. Deutscher Wetterdienst (DWD). 152-162.
- Kreibich, H., Thielen, A., Petrow, T., Müller, M. & B. Merz (2005): Flood loss reduction of private households due to building precautionary measures – lessons learned from the Elbe flood in August 2002. – *Natural Hazards and Earth System Sciences* 5(1): 117-126.

- Krohne, H. W., Egloff, B., Kohlmann, C.-W. & A. Tausch (1996): Untersuchungen mit einer deutschen Version der «Positive and Negative Affect Schedule» (PANAS). – *Diagnostica* 42 (2): 139-156.
- Latif, M. (2009): *Klimawandel und Klimadynamik*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Le, S., Weber, P. & Ebner, M. (2011): *Game-Based Learning. Spielend Lernen?* In M. Ebner & S. Schön (Hrsg.), *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. [L3T]. Berlin: Epubli. Verfügbar unter <http://13t.tugraz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/viewFile/120/102> (Zugriff am 02.08.2017).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2009): *Klimaschutzbericht Potsdam 2008*: http://www.energie-forum-potsdam.de/wp-content/uploads/2009/12/klimaschutzbericht_2008_lh_potsdam.pdf (Zugriff am 08.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2003): *Klimaschutzbericht Potsdam 2003*: <https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/Klimaschutzbericht2003.pdf> (Zugriff am 08.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2010): *Klimaschutzbericht Potsdam 2010*: <https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/IntegriertesKlimaschutzkonzept2010.pdf> (Zugriff am 01.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2015): *Klimaschutzteilkonzept Anpassung an den Klimawandel in der Landeshauptstadt Potsdam*: https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/klimaanpassung_lhp_160615.pdf (Zugriff am 01.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2016): *Leitbild für die Landeshauptstadt Potsdam*: https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/161018_www_leitbildpotsdam_1.pdf (Zugriff am 08.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2017a): *Gutachten zum Masterplan 100 % Klimaschutz Potsdam 2050*: https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/170904_masterplan.pdf (Zugriff am 01.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2017b): *Klimaschutzbericht Potsdam 2014*: <https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/klimabericht2014.pdf> (Zugriff am 08.08.2018).
- LHP – Landeshauptstadt Potsdam (2017c): *Potsdam in Zahlen 2016 – Ein statistisches Stadtporträt*. https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/fl-statistik-2016-www_0.pdf (Zugriff am 03.09.2018)
- Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz Verlag.
- Meyer, V., Kuhlicke, C., Luther, J., Fuchs, S., Priest, S., Dorner, W. et al. (2012): *Recommendations for the user-specific enhancement of flood maps*. – *Natural Hazards and Earth System Science* 12(5): 1701-1716. DOI: 10.5194/nhess-12-1701-2012.
- Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (2017): *SchaVIS*. Verfügbar unter <http://www.hochwassermanagement.rlp.de/servlet/is/174900/> (letzter Zugriff: 24.06.2017).
- Monstadt, J. (2007): *Urban Governance and the Transition of Energy Systems: Institutional Change and Shifting Energy and Climate Policies in Berlin*. – *International Journal of Urban and Regional Research* 31(2): 326–343.
- Munich Re (2017): *Topics 2016*. München.

- o. A. (2018): Vermeidung von hitzebedingter Übersterblichkeit. In: *Ärzteblatt Baden-Württemberg* 7/2018: 362-3.
- Olsson, P., C. Folke & F. Berkes (2004): Adaptive co-management for building resilience in social–ecological systems. – *Environmental Management* 34(1): 75–90.
- Patz, J.A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T. & J.A. Foley (2005): Impact of regional climate change on human health. – *Nature* 438(11): 310-317.
- Pierson, P. (2004): Increasing returns, path dependence, and the study of politics. – *American Political Science Review* 94(2): 251-267.
- Pitt, D. & Randolph, J. (2009): Identifying Obstacles to Community Climate Protection Planning. – *Environment and Planning C: Government and Policy* 27(5): 841–857.
- Reckien D., J. Flacke, M. Olazabal & O. Heidrich (2015): The Influence of Drivers and Barriers on Urban Adaptation and Mitigation Plans-An Empirical Analysis of European Cities. – *PLOS ONE* 10(8): e0135597. doi:10.1371/journal.pone.0135597.
- Reckien D., M. Salvia, O. Heidrich, J.M. Church, F. Pietrapertosa, S. de Gregorio-Hurtado, V. D'Alonzo, A. Foley, S.G. Simoes, E.K. Lorencová, H. Orru, K. Orru, A. Wejs, J. Flacke, M. Olazabal, D. Geneletti, E. Feliu, S. Vasilie, C. Nador, A. Krook-Riekkola, M. Matosović, P.A. Fokaides, B.I. Ioannou, A. Flamos, N.-A. Spyridaki, M.V. Balzan, O. Fülöp, I. Paspaldzhiev, S. Grafakos & R. Dawson (2018): How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28. – *Journal of Cleaner Production*, DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.220.
- Reckien, D., J. Flacke, R.J. Dawson, O. Heidrich, M. Olazabal, A. Foley, J.J.-P. Hamann, H. Orru, M. Salvia, S. de Gregorio Hurtado, D. Geneletti & E. Pietrapertosa (2014): Climate change response in Europe: what's the reality? Analysis of adaptation and mitigation plans from 200 urban areas in 11 countries. – *Climatic Change* 122: 331-340.
- Reeves, B., Cummings, J. J., Scarborough, J. K. & L. Yeykelis (2013): Increasing Energy Efficiency With Entertainment Media. – *Environment and Behavior* 47(1):102-115.
- Reimer, N. & V. Kern (o. J.): Zur Geschichte des IPCC. Verfügbar unter <http://www.ipcc14.de/ipcc/198-geschichte> (letzter Zugriff: 03.09.2018).
- Renn, O. (2008): Risk governance. Coping with uncertainty in a complex world, London and Sterling VA: Earthscan.
- Renn, O., Schweizer, P.-J., Dreyer, M. & Klinke, A. (2007): Risiko. Über den gesellschaftlichen Umgang mit Unsicherheit. München: oekom verlag Gesellschaft für ökologische Kommunikation mbH.
- Reuter, U. (2013): Optimierung der Hitzewarnung in Stuttgart (HITWIS). Stuttgart: Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM). Verfügbar unter <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/109730/U50-W03-N11.pdf?command=downloadContent&filename=U50-W03-N11.pdf> (letzter Zugriff: 18.07.2018).
- Robine, J.M., S.L. Cheung, S. Le Roy, H. van Oyen & F.R. Herrmann (2007): Report on excess mortality in Europe during summer 2003. verfügbar unter: http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2005/action1/docs/action1_2005_a2_15_en.pdf (letzter Zugriff: 03.09.2018).
- Rogers, R. (1975): A Protection Motivation Theory of Fear Appeals and Attitude Change. – *The Journal of Psychology* 91(1): 93-114. DOI:10.1080/00223980.1975.9915803.

- Rogers, R. (1983): Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude Change. A revised theory of protection motivation. In: B. L. Cacioppo und L. L. Petty (Hg.), *Social psychophysiology. A sourcebook*. London: Guilford, S. 153-176.
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Hammer, S. A., & S. Mehrotra (2010): Cities lead the way in climate-change action. – *Nature* 467(7318): 909-911.
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.) (2018): *Hochwasser geht alle an! Hochwasserrisikomanagement im Freistaat Sachsen*. Dresden. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15391/documents/46524> (letzter Zugriff: 23.08.2018).
- Scheffer, M. (2009): *Critical transitions in nature and society*, Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Schulz von Thun, F. (2006): *Miteinander reden 1: Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der zwischenmenschlichen Kommunikation*. Reinbek: Rowohlt-TB.
- Seto K.C., S. Dhakal, A. Bigio, H. Blanco, G.C. Delgado, D. Dewar, L. Huang, A. Inaba, A. Kansal, S. Lwasa, J.E. McMahon, D.B. Müller, J. Murakami, H. Nagendra & A. Ramaswami (2014): *Human Settlements, Infrastructure and Spatial Planning*. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change* (Edenhofer, O. et al., eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Chapter 12, p. 923-1000.
- Sharp, E. B., Daley, D. M., & Lynch, M. S. (2011): *Understanding Local Adoption and Implementation of Climate Change Mitigation Policy*. – *Urban Affairs Review* 47(3): 433-457.
- Six, U., Gleich, U., & Gimmler, R. (2007): *Kommunikationspsychologie und Medienpsychologie*. Weinheim: Beltz
- Spohr, F. (2016): Explaining path dependency and deviation by combining multiple streams framework and historical institutionalism: a comparative analysis of German and Swedish Labor Market Policies. – *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice* 18 (3): 257-272.
- Stadt Passau (2014): *Hochwasserkatastrophe 2013 - 1 Jahr danach*. Pressemitteilung vom 03.06.2014. Büro des Oberbürgermeisters. <https://www.passau.de/Aktuelles/Pressearchiv.aspx?rssid=1e57368c-f55e-4dc2-b19c-c825eaadd3c7> (letzter Zugriff: 03.09.2018).
- Stadt Remscheid (2018): *Starkregenereignisse*. Online verfügbar unter <http://www.remscheid.de/leben/umwelt-und-natur/umweltschutz/Starkregen.php>, (letzter Zugriff: 06.05.2018).
- Stadt Remscheid: *Gesundheit und Hitze*. Online verfügbar unter <http://www.remscheid.de/leben/umwelt-und-natur/umweltschutz/146380100000131665.php> (letzter Zugriff: 06.05.2018).
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2017): *Baden-Württemberg: Knapp 2 000 »Hitzetote« im Sommer 2015*. Pressemitteilung 197/2017 mit Datentabelle, <http://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2017197> (letzter Zugriff: 16.08.2018).
- Stecker R., T. Mohns & K. Eisenack (2012): *Anpassung an den Klimawandel - Agenda Setting und Politikintegration in Deutschland*. – *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 2012 (2):179-208.

- SW – Stadt Würzburg (2012): Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Würzburg: https://www.wuerzburg.de/media/www.wuerzburg.de/org/med_19983/415559_bericht_ikk_wuerzburg_130318.pdf (letzter Zugriff: 14.05.2018).
- SW – Stadt Würzburg (2013): Stadt Würzburg: CO₂-Bilanz der Würzburgerinnen und Würzburger, IKK-Kurzfassung: https://www.wuerzburg.de/media/www.wuerzburg.de/org/med_19983/416511_co2_und_wuerzburg_-_ikk_kurzfassung_-_17.09.2013-.pdf (letzter Zugriff: 29.08.2018).
- Thieken, A.H., S. Mariani, S. Longfield & W. Vanneuville (2014): Preface: Flood resilient communities – Managing the consequences of flooding. – *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 14: 33-39.
- Thieken, A.H.; Kreibich, H.; Müller, M. & Merz, B. (2007): Coping with floods. Preparedness, response and recovery of flood-affected residents in Germany in 2002. – *Hydrological Sciences Journal* 52 (5): 1016-1037. DOI: 10.1623/hysj.52.5.1016.
- Tierney, K. (2007): From the margins to the mainstream? Disaster research at the crossroads. – *Annual Review of Sociology* 33: 503-525.
- Tierney, K. (2012): Disaster governance: social, political, and economic dimensions. – *Annual Review of Environment and Resources* 37: 341-363.
- UBA (2016): Klimafolgen und Anpassung. In: Internett-Auftritt des Umweltbundesamtes URL: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung> [Stand: 12.10.16]
- UBA (2015): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. (K. Schönthaler, S. Andrian-Werburg, P. van Rùth, & S. Hempfen, Hrsg.). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- United Nations (1992): United Nations Framework Convention on Climate Change.
- United Nations (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate change.
- Watzlawick, P., Beavin, J. H., & D.D. Jackson (2000): *Menschliche Kommunikation: Formen, Störungen, Paradoxien* (10. Aufl.). Bern: Hans Huber.
- Welp, M., Gebauer, J., Wurbs, S., Lotz, W. & K. Partzsch (2011): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Versicherungen (Umweltbundesamt, Hrsg.). Dessau-Rosslau. Verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/kompas_themenblatt_versicherung_2015_net.pdf (letzter Zugriff: 23.08.2018).
- WHO (2018): Climate change and health. World Health Organization. Online verfügbar unter <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health> (letzter Zugriff: 14.05.2018).
- Zhou, B., Rybski, D. & J. Kropp (2013): On the statistics of urban heat island intensity. - *Geophysical Research Letters*. DOI: 10.1002/2013GL057320.

Verzeichnis der Interviews

Interviews Würzburg (anonymisiert)

- SW A (Stadt Würzburg): Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz, 27.03.2018
- SW B (Stadt Würzburg): Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz, 27.03.2018
- SW C (Stadt Würzburg): Verwaltung, 28.03.2018
- SW D (Stadt Würzburg): Fachbereich Stadtplanung, 28.03.2018
- SW E (Stadt Würzburg): Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz, 28.03.2018
- SW F (Stadt Würzburg): Fachbereich Stadtplanung, 06.04.2018
- SW G (Stadt Würzburg): Stadtplanung, 27.03.2018

Interviews Potsdam (anonymisiert)

- LHP A: Koordinationsstelle Klimaschutz, 25.07.2017
- LHP B: Stadtentwicklung, 28.05.2018
- LHP C: Verkehrsentwicklung, 28.05.2018
- LHP D: Klimarat, 10.10.2017
- LHP E: Grünflächenamt, 12.06.2018

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
APA	Aktionsplan Anpassung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BISKO	Bilanzierungs-Standard Kommunal
BLGW	Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMUNR	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
B-Plan	Bebauungsplan
BUGA	Bundesgartenschau
CDU	Christlich Demokratische Union Deutschlands
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
COP	Conference of the Parties
CSU	Christlich-Soziale Union in Bayern
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
EEA	European Energy Award
EU	Europäische Union
ExTrass	Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten
F+E	Forschung und Entwicklung
FNP	Flächennutzungsplan
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
GEK	Gewässerentwicklungskonzept
GEW III	Gewässer 3. Ordnung
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
ha	Hektar
HWRM-RL	(europäische) Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (2007/60/EC)
IKKP	Integriertes Klimaschutzkonzept Potsdam
IKKW	Integriertes Klimaschutzkonzept Würzburg
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

IRS	Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung
KAK	Klimaanpassungskonzept
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KG	Kontrollgruppe
km ²	Quadratkilometer
KSK	Klimaschutzkonzept
KSTK	Klimaschutzteilkonzept
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LHP	Landeshauptstadt Potsdam
M	Mittelwert
MAXQDA	Software für die qualitative Analyse von Daten
Mio.	Million
MIV	motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
NKI	Nationale Klimaschutzinitiative
OB	Oberbürgermeister
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PANAS	Positive and Negative Affect Schedule
PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
SchaVIS	Schadensvisualisierung (digitales Lernspiel zur Verbesserung der Hochwasservorsorge)
SD	Standardabweichung (standard deviation)
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands
SPSG	Stiftung Preußische Schlösser und Gärten Berlin-Brandenburg
SVV	Stadtverordnetenversammlung
THG	Treibhausgas
TU Berlin	Technische Universität Berlin
UBA	Umweltbundesamt
UHI	Urban Heat Island (städtische Wärmeinsel)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UP	Universität Potsdam
VG	Versuchsgruppe
VUCA	Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WRRL	(europäische) Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC)
ZDF	Zweites Deutsches Fernsehen

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Julia Dierck, Geographie und Naturrisikenforschung, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

Lea Dunst, adelphi research gGmbH, Berlin

Christian Göpfert, Klimaschutzbeauftragter der Stadt Würzburg

Anna Heidenreich, Geographie und Naturrisikenforschung, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

Dr. Karen Hetz (Teilprojektleitung adelphi), adelphi research gGmbH, Berlin

Julia Kern, Fachbereich Bevölkerungsschutz, Bundesgeschäftsstelle, Johanniter-Unfall-Hilfe, Berlin

Prof. Dr. Kristine Kern (Teilprojektleitung IRS), Abteilung Institutionenwandel und regionale Gemeinschaftsgüter, Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner

Dr. Torsten Lipp, Landschaftsmanagement, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

Cordine Lippert, Koordinierungsstelle Klimaschutz, Landeshauptstadt Potsdam

Monika Meves, Fachdienst Umwelt, Stadt Remscheid

Dr. Stefan Niederhafner, Abteilung Institutionenwandel und regionale Gemeinschaftsgüter, Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner

Dr. Antje Otto, Geographie und Naturrisikenforschung, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

Christian Rohrbacher, Koordinierungsstelle Klimaschutz, Landeshauptstadt Potsdam

Dr. Katja Schmidt, Landschaftsmanagement, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

Leander Strate, Fachbereich Bevölkerungsschutz, Bundesgeschäftsstelle, Johanniter-Unfall-Hilfe, Berlin

Inga Stumpp, Abteilung Institutionenwandel und regionale Gemeinschaftsgüter, Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner

Prof. Dr. Annegret H. Thieken (Teilprojektleitung UP), Geographie und Naturrisikenforschung, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam

Prof. Dr. Ariane Walz, Landschaftsmanagement, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam