



Mathematisch-Naturwissenschaftliche
Fakultät

Antje Otto | Annegret Thieken (Hrsg.)

Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen

Gemeinsamer Verbundabschlussbericht
des Forschungsprojektes ExTrass

Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen –
Gemeinsamer Verbundabschlussbericht des Forschungsprojektes ExTrass

Antje Otto | Annegret Thieken (Hrsg.)

**Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen –
Gemeinsamer Verbundabschlussbericht des Forschungsprojektes ExTrass**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Entstanden im Rahmen von



ExTrass

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

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Universität Potsdam 2022

Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert. Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden. Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Online veröffentlicht auf dem Publikationsserver der Universität Potsdam
<https://doi.org/10.25932/publishup-55542>

Der vorliegende Bericht beinhaltet Ergebnisse des Verbundvorhabens „Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten“ (ExTrass), gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Laufzeit: 1. Oktober 2018 – 31. Dezember 2021
Förderkennzeichen: 01LR1709A1/B1/C1/D/F
Forschungsprogramm „Leitinitiative Zukunftsstadt“

Verbundleitung und Koordination oblagen dem Institut für Umweltwissenschaften und Geographie der Universität Potsdam, Professur für Geographie und Naturrisikoforschung (Prof. Dr. Annegret Thieken).

Projekt- und Kooperationspartner:

- Universität Potsdam, Institut für Umweltwissenschaften und Geographie, Potsdam
 - Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikoforschung
 - Arbeitsgruppe Landschaftsmanagement
- Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung (IRS), Erkner
- adelphi research GmbH, Berlin
- Johanniter-Unfall-Hilfe, e.V., Kompetenzzentrum EU-Katastrophenschutz, Bonn und Johanniter-Akademie NRW, Münster
- Landeshauptstadt Potsdam, Koordinierungsstelle Klimaschutz, Potsdam
- Stadt Würzburg, Stabsstelle Klima und Nachhaltigkeit, Würzburg
- Stadt Remscheid, Fachdienst Umwelt, Remscheid

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
Annegret Thieken, Antje Otto	
2. Bundesweite Bestandsaufnahme der kommunalen Klimaanpassung	5
Antje Otto	
3. Klimapolitische Entwicklungspfade deutscher Groß- und Mittelstädte.....	18
Wolfgang Haupt, Peter Eckersley, Kristine Kern	
4. Risikowahrnehmung und Risikokommunikation	31
Susann Ullrich, Antje Otto, Timo Hautz, Philipp Rocker, Rabea Schulz, Hannah Sausen	
5. Verbesserungen der stadtklimatischen Planungs- und Entscheidungsgrundlagen	45
Lisa Dillenardt, Claudia Rose, Katja Schmidt	
6. Integration von Klimaanpassung in die Stadtplanung.....	59
Bettina Huber, Till Sterzel, Marieke Marken, Milena Miechielsen	
7. Begrünungsmaßnahmen in den Fallstudienstädten	66
Katja Schmidt, Milena Miechielsen	
8. Transfer und Skalierung von lokalen Lösungsansätzen.....	82
Wolfgang Haupt, Peter Eckersley, Kristine Kern	
9. Resilienzbewertung und Ausblick	91
Annegret Thieken, Antje Otto	

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

Dillenardt, Lisa; Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikenforschung, dillenardt@uni-potsdam.de

Eckersley, Peter; Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung und Nottingham Trent University, Peter.Eckersley@leibniz-irs.de

Haupt, Wolfgang; Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Wolfgang.Haupt@leibniz-irs.de

Hautz, Timo; Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., Kompetenzzentrum EU-Katastrophenschutz, timo.hautz@johanniter.de

Huber, Bettina; adelphi research gemeinnützige GmbH, b.huber@adelphi.de

Kern, Kristine; Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Kristine.Kern@leibniz-irs.de

Marieke Marken; adelphi research gemeinnützige GmbH, marken@adelphi.de

Milena Miechielsen; Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Landschaftsmanagement, miechielsen@uni-potsdam.de

Otto, Antje; Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikenforschung, antje.otto@uni-potsdam.de

Rocker, Philipp; Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., Johanniter-Akademie NRW, Philipp.Rocker@johanniter.de

Rose, Claudia; Landeshauptstadt Potsdam, Koordinierungsstelle Klimaschutz, claudia.rose@rathaus.potsdam.de

Sausen, Hannah; Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., Kompetenzzentrum EU-Katastrophenschutz, hannah.sausen@johanniter.de

Schiermeyer, Leonie; adelphi research gemeinnützige GmbH, schiermeyer@adelphi.de

Schmidt, Katja; Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Landschaftsmanagement, schmikat@uni-potsdam.de

Schulz, Rabea; Johanniter-Unfall-Hilfe e.V., Kompetenzzentrum EU-Katastrophenschutz, rabea.schulz@johanniter.de

Sterzel, Till; adelphi research gemeinnützige GmbH, sterzel@adelphi.de

Thieken, Annegret; Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikenforschung; annegret.thieken@uni-potsdam.de

Ullrich, Susann; Universität Potsdam, Arbeitsgruppe Geographie und Naturrisikenforschung; ullrich@uni-potsdam.de

1. Einführung

Annegret Thieken, Antje Otto

Aufgrund der hohen Konzentration von Bevölkerung, ökonomischen Werten und Infrastrukturen sind Städte wichtige Verursacher von Treibhausgasemissionen und gleichzeitig stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Insbesondere Hitzewellen und Überflutungen in Folge von Starkregen verursachen in Städten immense gesundheitliche und finanzielle Schäden. Beispielsweise verursachten Hitzesommer in den Jahren 1994, 2003, 2006, 2010 und 2015 eine Übersterblichkeit von jeweils mehreren Tausend Todesfällen in Deutschland (an der Heiden et al. 2020). Für den Hitzesommer 2018 wurden für Berlin 480 und für das Bundesland Hessen 740 hitzebedingte Todesfälle ermittelt (an der Heiden et al. 2019). Ursächlich dafür ist unter anderem die Ausbildung städtischer Wärmeinseln durch die Bebauung und Versiegelung mit einer geringeren nächtlichen Abkühlung im Vergleich zum Umland.

Die Nachverdichtung und Ausbreitung von Siedlungsgebieten gehen zudem mit einem Rückgang der natürlichen Infiltration und Retention von Wasser einher. Dadurch können auf Starkniederschläge, die durch die Kanalisation nicht mehr abgeführt werden können, Überflutungen folgen. In den letzten Jahren verursachten Überflutungen nach Starkniederschlägen in Städten Sachschäden in dreistelliger Millionenhöhe, Verkehrsunterbrechungen, aber stellenweise auch Verletzte und sogar Todesopfer (z. B. in Münster im Juli 2014 oder u. a. in Düsseldorf, Köln und Solingen im Juli 2021). Im Vergleich zu Flusshochwassern sind von Starkregen Betroffene schlechter über mögliche Gefahren informiert und betreiben weniger Eigenvorsorge (Thieken et al. 2022). Ausgehend von diesen Schadenserfahrungen sowie den Klimavulnerabilitätsstudien für Deutschland (Die Bundesregierung 2015) bilden Hitzewellen und Starkregen die Schwerpunkte des Projektes „Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten“ (ExTrass).

Um die Auswirkungen solcher extremen Wetterereignisse zu verringern oder gar zu vermeiden, sind entsprechende Vorsorge- und Klimaanpassungsmaßnahmen zu implementieren. Beispielsweise können hohe Grünflächenanteile sowie Böden mit hoher nutzbarer Feldkapazität die Hitzebelastung in Städten reduzieren und die Wasserretention verbessern. Daher wird der Ausbau blaugrüner Infrastruktur in vielen Städten forciert. Um Eigenvorsorge gegenüber extremen Wetterereignissen zu stärken und die Vorbereitung auf eventuelle Starkregenereignisse und Hitzewellen zu verbessern, spielt Risikokommunikation eine wichtige Rolle.

Generell umfassen Katastrophenvorsorge und Klimaanpassung viele Handlungsfelder und Akteur:innen, die von der Stadtplanung und Architektur bis zur Aufklärung und Gesundheitsvorsorge der Bevölkerung reichen. Auf politischer Ebene öffnen Schadensereignisse häufig ein Handlungsfenster (window of opportunity), in dem gesetzliche, administrative, ökonomische und informatorische Instrumente zur Verbesserung der Vorsorge gegenüber Naturgefahren effektiv umgesetzt werden können. Auch unter geschädigten Privathaushalten und Unternehmen steigt nach einer Schadenserfahrung vorsorgendes Verhalten (z. B. Thieken et al. 2016;

2022), da Schadensereignisse das Bewusstsein für Gefahren und Risiken erhöhen. Zudem ergeben sich Anpassungserfordernisse ebenfalls aus (regionalen) Klimaprojektionen. In einer vorausschauenden Planung stellt sich daher die Frage, ob und wie Städte ohne aktuelle Schadensereignisse sich anpassen und von anderen Städten lernen können, d. h. ob und wie ein Transfer von Anpassungsstrategien und -maßnahmen zwischen Städten gelingen kann. Im Fokus des Projektes ExTrass standen kleinere Großstädte (100.000 bis 500.000 Einwohner:innen – EW) sowie kreisfreie Mittelstädte mit mehr als 50.000 EW, da hier die Anpassungsplanungen im Vergleich zu großen Großstädten mit mehr als 500.000 EW häufig fehlen, der Verwaltungsspielraum aber vergleichbar ist (vgl. Dierck 2016). Ein weiteres Ziel des Projektes ExTrass war es daher, gute Ansätze und gelungene Beispiele zur Schaffung klimaresilienter Städte zu identifizieren und diese insbesondere in Städten mit weniger als 500.000 EW zu verbreiten und weiter zu forcieren.

Die Verbesserung der Fähigkeiten von Städten, aus vergangenen Ereignissen zu lernen sowie sich an antizipierte Gefahren anzupassen, wird in ExTrass als Stärkung der Klimaresilienz verstanden. In einem solchen Prozess definieren Stadtverwaltungen pro-aktiv mit Bezug auf aktuelle und zukünftige Risiken Vorsorgeziele und greifen adaptive Optionen und Maßnahmen auf. 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, die weitere Aspekte von Resilienz beschreiben (vgl. Thielen et al. 2014). In diesem Vorhaben 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 schadensreduzierender Effekt erwartet wird.

Das Projekt ExTrass hatte zwei Ziele: Das erste Ziel war es, die oben definierte Klimaresilienz in den drei Fallstudienstädten Potsdam, Remscheid und Würzburg messbar zu stärken. Das zweite Ziel war es, Transferpotenziale zwischen Groß- und Mittelstädten in Deutschland zu identifizieren und besser nutzbar zu machen, sodass die Wirkung von Pilotvorhaben über die direkt involvierten Städte hinausgehen kann. Dies sollte in enger Zusammenarbeit mit den Stadtverwaltungen sowie zivilgesellschaftlichen Akteur:innen des Katastrophenschutzes erfolgen. Dabei standen folgende Leitfragen im Fokus:

- Wie verbreitet sind Klimaanpassungsaktivitäten in Großstädten und größeren kreisfreien Mittelstädten in Deutschland?
- Welche hemmenden und begünstigenden Faktoren beeinflussen die Klimaanpassung?
- Welche Maßnahmen der Klimaanpassung werden tatsächlich umgesetzt, und wie kann die Umsetzung verbessert werden? Was behindert?
- Inwiefern lassen sich Beispiele guter Praxis auf andere Städte übertragen, adaptieren oder weiterentwickeln?

Diese Fragen sollten in ExTrass in einem Forschungsprogramm mit vier Arbeitspaketen (AP) im Verlauf von drei Jahren untersucht werden (Abb. 1.1); die Hauptergebnisse sind im vorliegenden Bericht zusammengefasst.

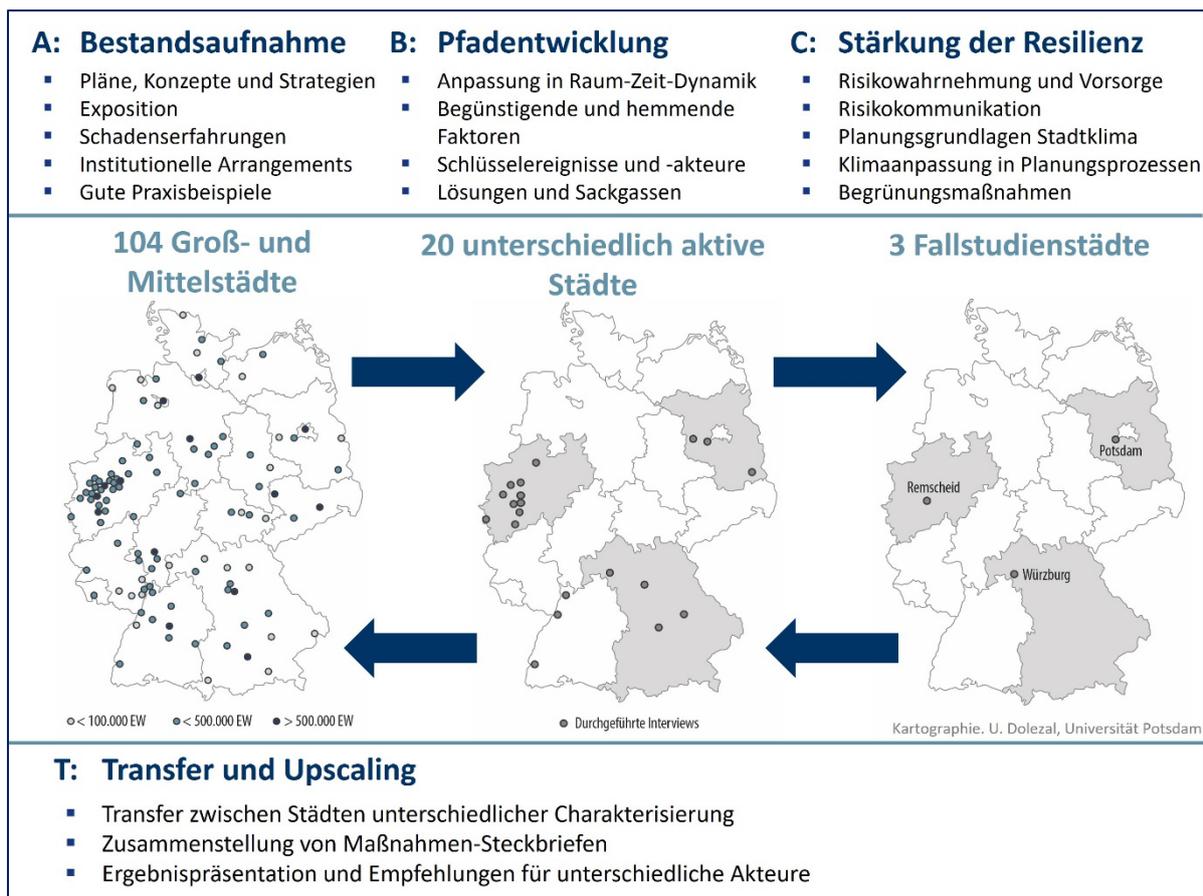


Abb. 1.1: Die vier Arbeitspakete im Forschungsvorhaben ExTrass.

Im ersten Schritt (AP A) wurde der bundesweite Stand zur Anpassung an den Klimawandel in 104 Groß- und Mittelstädten mit mehreren Ansätzen systematisch untersucht, um unterschiedlich aktive Stadttypen zu identifizieren und grob zu charakterisieren (vgl. Kapitel 2). Darauf aufbauend wurde in 17 unterschiedlich aktiven Städten sowie in den drei Fallstudienstädten (s. u.) die Pfadentwicklung in der kommunalen Klimapolitik aufgearbeitet, um typische Anpassungspfade (Kontextbedingungen, Synergien zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung, integrierte Strategien versus sektorale Maßnahmenpläne etc.), begünstigende und hemmende Faktoren sowie besonders erfolgreiche Lösungen in diesem Politikfeld zu erfassen (AP B; Kapitel 3).

Im dritten Schritt (AP C) wurden in den drei Fallstudienstädten Remscheid, Potsdam und Würzburg nach einer Zustandsanalyse innovative Lösungsansätze zur Verbesserung der urbanen Klimaresilienz entwickelt und testweise umgesetzt. Neben Maßnahmen, die die Risikowahrnehmung, Vorsorge und Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung stärken sollen (vgl. Kapitel 4), wurden konkrete stadtklimatische Planungsgrundlagen verbessert (vgl. Kapitel 5). Darüber hinaus wurden Potenziale für eine verbesserte Integration der Klimaanpassung in die Stadtplanung auf gesamtstädtischer Ebene untersucht (vgl. Kapitel 6). Konkrete bauliche Maßnahmen wurden am Beispiel von zwei Fassadenbegrünungen durchgeführt. Die Erfahrungen mit der Umsetzung sind in Kapitel 7 zusammengefasst.

Für diese Bereiche wurde auch auf Erfahrungen und Ansätze aus anderen Städten zurückgegriffen, die in den Fallstudienstädten kombiniert, modifiziert und weiterentwickelt wurden.

Im Gegenzug wurden im Projektverlauf die Erfahrungen aus den Fallstudien mit anderen Städten im Rahmen von Workshops geteilt und diskutiert. Auf Basis einer Literaturlauswertung sowie aus den Projekterfahrungen und -ergebnissen wurde das Transferpotenzial (AP T) ausgelotet, um Bedingungen für einen guten Transfer zwischen Groß- und Mittelstädten zu identifizieren und Politikempfehlungen für die Verbesserung eines solchen Transfers abzuleiten. Die Hauptkenntnisse sind in Kapitel 8 dargestellt. Während sich die Pfadanalysen auf das Lernen auf Basis eigener Erfahrungen im zeitlichen Verlauf konzentrieren, wird beim Transfer das Lernen im Raum, d. h. von den Erfahrungen anderer Städte, in den Blick genommen.

Um die angestrebte Wirkung von ExTrass, die Stärkung der Klimaresilienz, zu erfassen, wurden im Projektverlauf verschiedene Ansätze zur Quantifizierung von Resilienz erprobt (vgl. Kapitel 9). Dies mündete u. a. in die Vorbereitung einer dritten Projektphase, die in Kapitel 9 abschließend als Ausblick skizziert wird.

Literatur

an der Heiden, M.; Buchholz, U.; Uphoff, H. (2019): Schätzung der Zahl hitzebedingter Sterbefälle und Betrachtung der Exzess-Mortalität; Berlin und Hessen, Sommer 2018. *Epidemiologisches Bulletin* 23:193 – 197. DOI: <http://dx.doi.org/10.25646/6178>.

an der Heiden, M.; Muthers, S.; Niemann, H.; Buchholz, U.; Grabenhenrich, L.; Matzarakis, A. (2020): Heat-related mortality—an analysis of the impact of heatwaves in Germany between 1992 and 2017. *Deutsches Ärzteblatt International* 117: 603–9. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0603.

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.

Dierck, J. (2016): Wie reagieren Städte auf den Klimawandel? Eine Analyse von Klimaschutz- und Klimaanpassungsstrategien deutscher Mittel- und Großstädte. Unveröffentlichte Masterarbeit, Universität Potsdam.

Thielen, A.H.; Mariani, S.; Longfield, S.; Vanneuville, W. (2014): Preface: Flood resilient communities – Managing the consequences of flooding. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 14: 33-39. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-14-33-2014>.

Thielen, A.H.; Kienzler, S.; Kreibich, H.; Kuhlicke, C.; Kunz, M.; Mühr, B.; Müller, M.; Otto, A.; Petrow, T.; Pisi, S.; Schröter, K. (2016): Review of the flood risk management system in Germany after the major flood in 2013. – *Ecology & Society* 21(2): 51, DOI: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08547-210251>.

Thielen, A.H.; Samprogna Mohor, G.; Kreibich, H.; Müller, M. (2022): Compound inland flood events: different pathways, different impacts and different coping options. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 22: 165–185, DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-22-165-2022>.

2. Bundesweite Bestandsaufnahme der kommunalen Klimaanpassung

Antje Otto

2.1 Einleitung: Forschungsfragen und generelles Vorgehen

Städte sind häufig besonders von extremen Wetterereignissen betroffen. Gleichzeitig sind sie die zuständige Ebene für viele Themenbereiche, in denen Klimaanpassung konkret umgesetzt werden kann (z.B. Stadtplanung). Bislang haben Aspekte der Klimaanpassung zwar in einige Vorschriften Eingang gefunden, aber gesamtheitlich zählt Klimaanpassung in Deutschland (immer noch) nicht zu den städtischen Pflichtaufgaben. Daher liegt es bislang in kommunaler Hand, ob überhaupt und wie ausgeprägt sich damit beschäftigt wird. Vor diesem Hintergrund wurde in ExTrass den folgenden Forschungsfragen nachgegangen:

1. Wie verbreitet sind Klimaanpassungsaktivitäten in Großstädten und größeren kreisfreien Mittelstädten in Deutschland? Wie gut ist Klimaanpassung in Groß- und Mittelstädten angekommen?
2. Wie kann man Klimaanpassung im Sinne der Aufnahme und Umsetzung adaptiver Optionen messen? Welche Indikatoren eignen sich auf kommunaler Ebene?
3. Welche Rolle spielen die Größe der Stadt sowie die geographischen, regionalen und sozio-ökonomischen Gegebenheiten?

Die Messung des Stands der Klimaanpassung einer Stadt ist aufgrund der Auswahl möglicher Indikatoren und Verfügbarkeit robuster Daten methodisch herausfordernd (Ford & Berrang-Ford 2016). Daher wurden unterschiedliche recherchebasierte und befragungsbasierte Ansätze angewendet, um die Großstädte und kreisfreien Mittelstädte hinsichtlich ihrer Aktivitäten in der Klimaanpassung zu kategorisieren (Kap. 2.2 und 2.3). Die Ergebnisse der unterschiedlichen Ansätze wurden miteinander verglichen (Kap. 2.4.1) und Erklärungsversuche für unterschiedliche Aktivitätsniveaus diskutiert (Kap. 2.4.2). Im Untersuchungsfokus stehen alle deutschen Großstädte und kreisfreien Mittelstädte mit mehr als 50.000 Einwohner:innen (zum Zeitpunkt der Fallauswahl 104 Städte: 14 große Großstädte, 66 kleine Großstädte, 24 mittel-große kreisfreie Städte). Der Untersuchungszeitraum endete am 31.12.2018, so dass später erarbeitete Strategien und Entwicklungen nicht mehr berücksichtigt wurden.

2.2 Recherchebasierte Ansätze

2.2.1 Verbreitung von Klimaanpassungskonzepten

In der Literatur wird die Vorreiterrolle von Städten in der Klimaanpassung mitunter daran festgemacht, ob diese Städte ein Anpassungskonzept erarbeitet haben (Reckien et al. 2014; 2018; Heidrich et al. 2013; Olazabal et al. 2014). Daran anknüpfend haben wir vorwiegend mittels einer Internetrecherche analysiert, welche Städte wann Anpassungskonzepte veröffentlichten. Insgesamt wiesen bis Ende 2018 61 der 104 Städte ein Anpassungskonzept auf und in 14 weiteren Städten waren Konzepte in Arbeit oder Planung (s. Abb. 2.1).¹ Dabei sind es insbesondere die größeren Städte, die bereits Klimaanpassungskonzepte erarbeitet haben: 100 Prozent der großen Großstädte (über 500.000 EW (Einwohner:innen)), 64 Prozent der kleinen

¹ Im Vergleich dazu haben alle 104 Städte bereits ein Klimaschutzkonzept erstellt (Otto et al. 2021a).

Großstädte (100.000 - 500.000 EW) und nur 21 Prozent der kreisfreien, mittelgroßen Städte (50.000 - 100.000 EW) hatten bis Ende 2018 ein Anpassungskonzept (Otto & Thieken 2019).

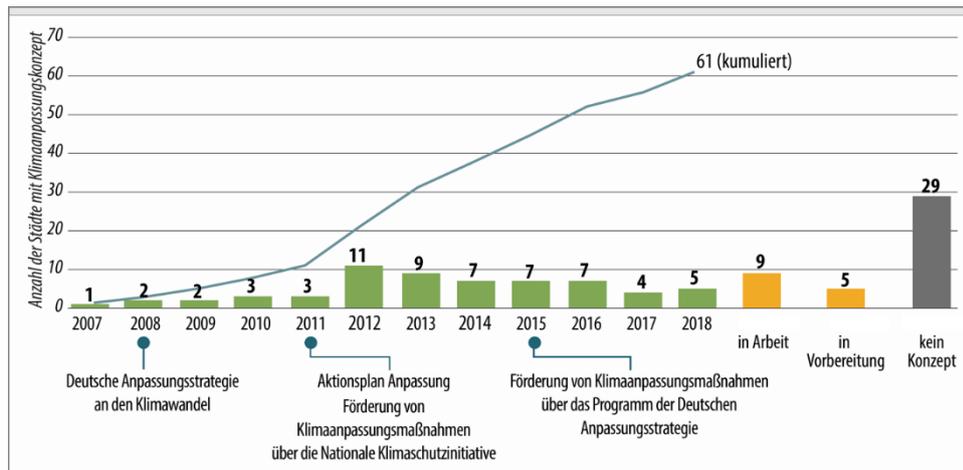


Abb. 2.1: Häufigkeit der ersten Veröffentlichung von Klimaanpassungskonzepten in Großstädten und in kreisfreien Mittelstädten.

Von den insgesamt 75 Anpassungskonzepten, die Ende 2018 bereits veröffentlicht waren sowie erarbeitet oder geplant wurden, war etwa ein Drittel mit Mitteln der Nationalen Klimaschutzinitiative finanziert. Diese Ergebnisse geben einen ersten Überblick zum Stand der Klimaanpassung und verdeutlichen, wie wichtig eine Förderung für die Erstellung von Klimaanpassungskonzepten ist. Allerdings setzen Städte Klimaanpassungsmaßnahmen mitunter auch ohne klar ausformulierte Strategie um. Gleichzeitig stellt ein Anpassungskonzept kein Garant für dessen Umsetzung dar. Daher wurden weitere Indikatoren in zwei rechnerbasierten Ansätzen hinzugefügt.

2.2.2 Ansatz zum Vergleich mit Klimaschutz

Der erste rechnerbasierte Ansatz vergleicht lokale Klimaanpassung und Klimaschutz in den 104 Städten (Otto 2021a)². Dies machte es notwendig, sich auf einige verfügbare und vergleichbare Indikatoren zu beschränken. Indikatoren, welche die Umsetzung von Klimaanpassung behandeln, konnten dabei (außer beim Gewinn von Wettbewerben) nicht berücksichtigt werden. Betrachtet wurden verschiedene Indikatoren, die drei Dimensionen zugeteilt sind:

1. Engagement (Mitgliedschaften in Klimanetzwerken, Teilnahme an Wettbewerben und Zertifizierungsprogrammen)
2. Konzepte (veröffentlichte Strategiedokumente mit Jahr und Aktualisierungen)
3. Ambitionen (Umfang der geplanten Aktivitäten in den Konzepten)

Die Dimensionen gehen jeweils gleichwertig zu einem Drittel in die Punktevergabe (insgesamt maximal 100 Punkte) ein. Aufbauend auf der Punkteverteilung wurde u. a. ein Ranking für den Bereich Klimaanpassung ermittelt, bei dem die Städte zwischen 0 und 80,5 Punkten mit einem durchschnittlichen Wert von 27,7 Punkten erzielten (s. Abb. 2.2). Berlin führt das Feld mit

² In dieser Untersuchung wurden mit weitestgehend ähnlichen Indikatoren die Aktivitäten der 104 Städte in den Bereichen Klimaschutz und Klimaanpassung untersucht und anschließend in Beziehung gesetzt. In diesem Abschlussbericht beschränken wir uns auf die Darstellung der Ergebnisse im Bereich Klimaanpassung.

neun Punkten Abstand zur nächstplatzierten Stadt an. Von den 20 Städten, die am besten abschneiden, sind elf große Großstädte. Des Weiteren sind acht kleine Großstädte, aber nur eine mittelgroße Stadt (Worms) unter den besten 20 vertreten. Demgegenüber erhielten 39 Städte (37,5%) weniger als zehn und ein Viertel der Städte gar keine Punkte. In der letztgenannten Gruppe finden sich 14 mittelgroße und zwölf kleine Großstädte wieder. Eine Korrelationsanalyse zwischen Zahl der Einwohner:innen und dem Abschneiden im Anpassungsranking zeigt eine mittlere signifikante Korrelation ($r = 0,5$; $p < 0,01$).

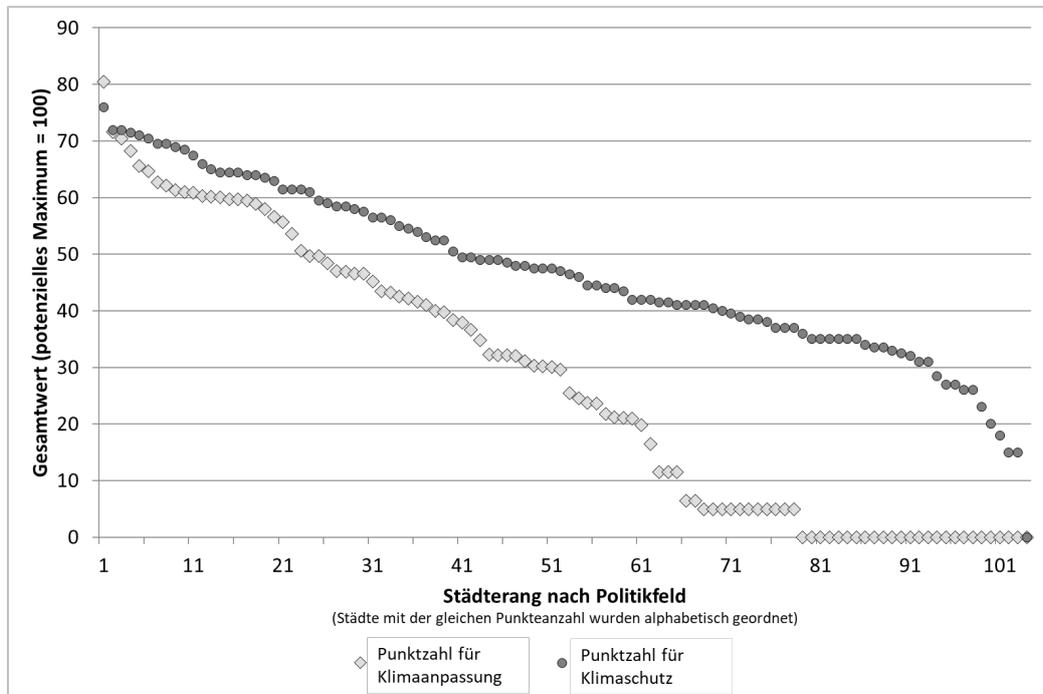


Abb. 2.2: Verteilung der 104 Städte entsprechend ihrer erreichten Punktzahl für Klimaschutz und Klimaanpassung (Quelle: leicht modifiziert auf Basis von Otto et al. 2021a).

Um ein differenzierteres Bild zu erhalten, identifizierten wir sechs Cluster von Städten, die mit ihrem Politik-Mix von Klimaschutz und Klimaanpassung jeweils ähnlich aufgestellt sind.

1. Städte, die in Klimaschutz und -anpassung sehr stark sind (z.B. Berlin, Hamburg, Bremen, München, Frankfurt am Main).
2. Städte, die in beiden Feldern stark sind, aber in der Klimaanpassung hervorstechen (z.B. Dresden, Köln und Duisburg).
3. Städte, die im Klimaschutz sehr stark, aber in der Klimaanpassung weniger aktiv sind (z.B. Emden, Kempten und Kaiserslautern).
4. Städte, die bei Klimaschutz und -anpassung aktiv sind, aber weniger stark als Gruppe 1 (z.B. Potsdam, Bochum, Moers und Osnabrück).
5. und 6) Städte, die bislang insgesamt weniger aktiv sind.

Die Ergebnisse zeichnen somit ein heterogenes Bild der städtischen Aktivitäten in der Klimapolitik.

2.2.3 Ansatz ‚adaptation readiness‘

Im Rahmen eines zweiten recherchebasierten Ansatzes, der sich ‚adaptation readiness‘ nennt (Ford & King 2015; Ford et al. 2017; Tilleard & Ford 2016), haben wir analysiert, ob Städte

darauf vorbereitet sind, Anpassung durchzuführen und bereits damit begonnen haben (Otto 2021b). Der Aspekt der Umsetzung ist in diesem umfangreicheren Ansatz stärker vertreten. Bei der Erfassung der Anpassungsbereitschaft betrachten Ford und King (2015) sechs Dimensionen: 1) Lokaler politischer Wille, 2) Institutionelle Verankerung, 3) Entscheidungsgrundlagen und Stakeholderbeteiligung, 4) Wissensgrundlagen, 5) Finanzierungsmöglichkeiten und 6) Öffentliche Unterstützung. Bislang wurde 'adaptation readiness' nicht für eine größere Anzahl an Städten angewendet. Einige Aspekte, z.B. zur Finanzierung und Förderung oder zur lokalen Akzeptanz, die wir gern berücksichtigt hätten, konnten wir nicht für alle Städte recherchieren (von ähnlichen Schwierigkeiten berichten Tilleard & Ford 2016; Ford & King 2015). Insgesamt haben wir in fünf Dimensionen zwölf Indikatoren betrachtet (s. Abb. 2.3), wobei wir den Faktor „Umgesetzte Aktivitäten“ neu hinzugefügt haben, um die tatsächliche Anpassungstätigkeiten, wie sie nach Recherchen in Ratsinformationssystemen der jeweiligen Städte sichtbar werden, zu berücksichtigen. Die fünf Dimensionen gehen alle gleichwertig mit 20 Punkten in das Ranking ein (max. 100 Punkte). Eine Gewichtung findet nur in wenigen Fällen zwischen den einzelnen Indikatoren statt. Insgesamt nutzt dieser Ansatz die Indikatoren aus dem Ansatz zum Vergleich mit Klimaschutz (Kapitel 2.2.2; in Abb. 2.3 mit grünen Stern gekennzeichnet) und ergänzt diese um zahlreiche weitere Indikatoren, welche auch die tatsächlichen Anpassungsaktivitäten versuchen zu berücksichtigen.



Abb. 2.3: Berücksichtigte Dimensionen und Indikatoren der Bewertung der Anpassungsbereitschaft (adaptation readiness). KAK: Klimaanpassungskonzept; ¹Klima-Bündnis, Covenant of Mayors, ICLEI; ²Klimaaktive Kommune und blauer Kompass; ³European Climate Award; ⁴Pilotprojekte innerhalb der Förderprogramme Klimazwei, Klimzug, MORO, ExWost (vgl. Otto et al. 2021b).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Städte sehr unterschiedlich aktiv sind mit einer Punkteverteilung zwischen 0 und 66,67 (Abb. 2.4). Die Städte wurden anhand ihres Aktivitätslevels in vier Gruppen eingeteilt: 12 Pionierstädte, 36 aktive Städte, 28 weniger aktive Städte und 28 abwartende Städte, wobei letztere – zumindest auf der Grundlage unserer Recherche – bis Ende 2018 kaum oder noch gar nicht in der Klimaanpassung aktiv waren. Drei Städte, die bislang

kein Anpassungskonzept veröffentlicht haben, werden dennoch als aktiv eingeteilt und 14 immerhin noch als weniger aktiv. Mittels einer Clusteranalyse wurde zudem nachvollzogen, wie sich die Punkteverteilung der fünf Dimensionen jeweils unterscheiden. Hierbei haben wir festgestellt, dass insbesondere die aktiven Städte verschiedene Schwerpunkte bei den fünf Dimensionen der ‚adaptation readiness‘ setzen, während die Pionierstädte in allen fünf Dimensionen stark und die abwartenden Städte in allen kaum aktiv sind. Dies spiegelt teilweise unterschiedliche Phasen im Anpassungsprozess wider.

Unter den zwölf Pionierstädten sind zehn große Großstädte und zwei kleine Großstädte. Bei den 28 Städten, die am wenigsten Punkte bekommen haben, befinden sich zwölf kleine Großstädte und 16 mittelgroße Städte. Eine Korrelationsanalyse zwischen der Zahl der Einwohner:innen und dem Abschneiden im Ranking kommt zu einem mittleren, signifikanten Ergebnis ($r = 0,463$; $p < 0,01$).

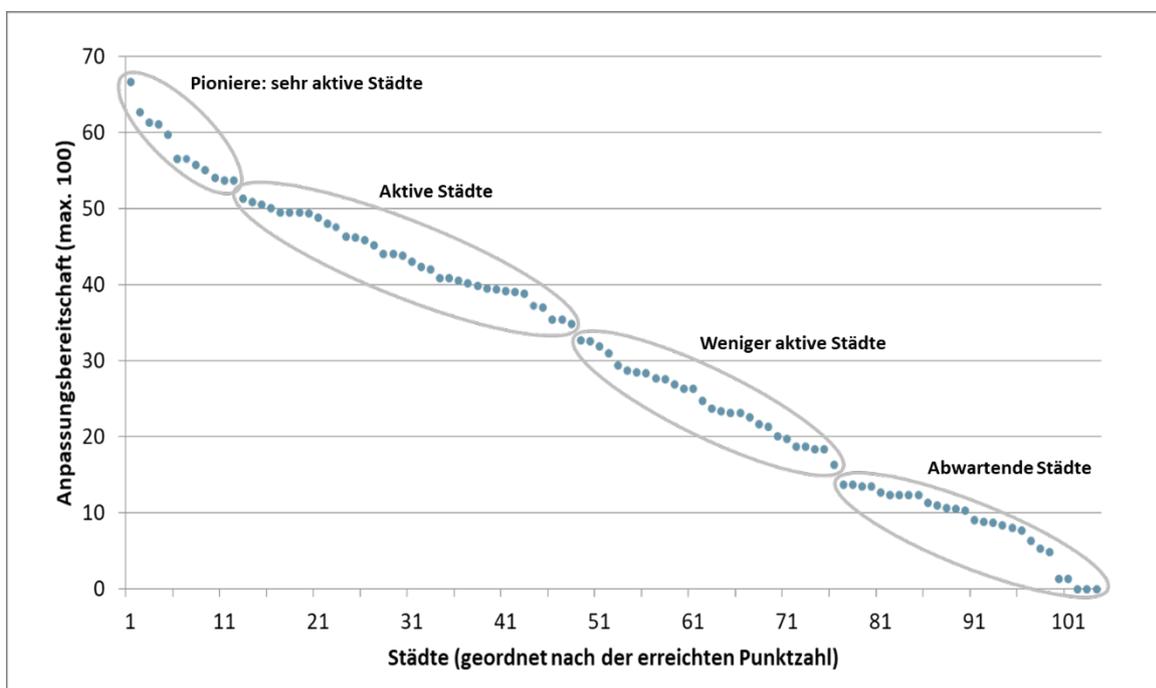


Abb. 2.4: Verteilung der 104 Städte entsprechend ihrer erreichten Punktzahl für ‚adaptation readiness‘ (vgl. Otto et al. 2021b).

Die Untersuchung zeigt, dass eine Betrachtung von zahlreichen Städten mit dem ‚adaptation readiness‘ Ansatz mittels frei verfügbarer Daten (zumindest in Deutschland) umsetzbar ist. Durch diesen Ansatz mit recht hohem Rechercheaufwand wird ein komplexes Bild der Anpassung deutlich, das Umsetzungsaktivitäten einbezieht und verschiedene Strategien abbildet. Allerdings werden die betrachteten Aktivitäten nicht danach bewertet, wie sinnvoll oder erfolgreich sie tatsächlich für die lokale Klimaanpassung sind.

2.3 Befragungsbasierte Ansätze

Während die vorangegangenen Ansätze Daten nutzen, die auf Recherchen basieren, fußt dieses Vorgehen auf Befragungsdaten. Einige Studien nutzen die Aussagen aus Kommunalbefragungen von städtischem Personal (Aylett 2015; Hackenbruch et al. 2017), um selbsteingeschätzte Anpassungsaktivitäten zu erfassen. Demgegenüber ist uns eine Reputationsanalyse bzw. Fremdrezeption der Aktivitäten anderer Städte nicht bekannt.

Im September und Oktober 2021 führten wir eine onlinegestützte Kommunalbefragung zum Thema Klimaanpassung durch. Diese richtete sich an Mitarbeitende in den Stadtverwaltungen, die sich in den 104 untersuchten Groß- und kreisfreien Mittelstädten mit Klimathemen oder mit den Themen Stadt-, Bauleit- oder Landschaftsplanung beschäftigen. Von 611 kontaktierten Personen aus 104 Städten haben 101 Personen aus 59 Städten einen Fragebogen ausgefüllt (Rücklauf: 16,5 % aller Personen und 56,7 % aller Städte; Details s. Huber et al. i.E.). Außer aus Hessen liegen aus jedem Bundesland ausgefüllte Fragebögen vor. Bei den großen Großstädten erhielten wir aus 11 von 14 Städten eine Antwort, bei den kleinen Großstädten aus 37 von 66 und bei den mittelgroßen kreisfreien Städten aus 11 von 24.

2.3.1 Selbsteinschätzung

In der Kommunalbefragung fragten wir nach der Selbsteinschätzung zum Stand der Anpassung mittels der geschlossenen Frage: „Wie schätzen Sie die eigene Stadt hinsichtlich ihrer Aktivitäten zur Klimaanpassung ein?“ (Antwortkategorien von (1) inaktiv bis (5) sehr aktiv). Von 49 der insgesamt 59 an der Befragung teilnehmenden Städte erhielten wir hierzu eine Antwort. Die meisten Städte wurden von ihren Mitarbeiter:innen als aktiv (20 der 49 Städte; Skalenwert 4) oder neutral (19 der 49 Städte; Skalenwert 3) eingeschätzt. Ein Ergebnisvergleich nach Stadttypen zeigt, dass die Selbsteinschätzung im Mittel besser ausfällt, je größer die Stadt ist (Mittelwerte: große Großstädte = 4,18, kleine Großstädte = 3,5, mittelgroße Städte = 2,6). Dies stimmt grundsätzlich mit dem Ergebnis der recherchebasierten Ansätze überein.

Zusätzlich zur konkreten Einschätzung der Anpassungsaktivitäten können weitere Ergebnisse aus der Befragung hinzugezogen werden, um den Stand der Klimaanpassung in deutschen Städten nachzuvollziehen. Aus 47 Städten liegt die Aussage vor, dass sie in einem oder mehreren Städtenetzwerken Mitglied sind (80 % der 59 Städte), wobei das Klimabündnis mit 43 Mitgliedschaften mit Abstand am häufigsten vor dem Covenant of Mayors (18) und ICLEI (12) genannt wird. Zudem existieren in den meisten Städten Personalstellen, welche koordinierende Tätigkeiten im Bereich Klimaanpassung ausüben (in 9 % der Städte keine Stellen, in 67 % der Städte 1-2 Stellen, in 17 % der Städte 3-4 Stellen, in jeweils 3,5 % der Städte 5-6 oder mehr Stellen).³ In allen Städten, die an der Befragung teilgenommen haben, werden bereits Maßnahmen zur Klimaanpassung entweder umgesetzt (80 %) oder sind derzeit geplant bzw. in Arbeit (20 %) (Details zur Art der Maßnahmen s. Huber et al. i.E.).

Die Nutzung von Befragungsdaten zur Einschätzung der Aktivitäten von Städten ist – im Gegensatz zu recherchebasierten Ansätzen – unabhängig von der Informationsbereitstellung im Internet. In der Literatur wird allerdings darauf hingewiesen, dass in Selbstdarstellungen die eigenen Aktivitäten mitunter überbetont werden (Ford et al. 2015).

³ Die Zahlen beziehen sich auf 57 Städte, da die Antworten für Berlin und Hamburg zum Teil die Bezirksebene betreffen.

2.3.2 Fremdeinschätzung

Neben der Selbsteinschätzung wurde in unserem Fragebogen in zwei Weisen nach der Fremdrezeption gefragt: einmal offen nach Vorreitern der Klimaanpassung und zum anderen geschlossen für zwölf Städte nach deren Aktivitätsniveau in der Anpassung.⁴ Bei der offenen Frage nach den Vorreitern wurden von 63 Personen in 187 Nennungen 57 unterschiedliche Städte als Vorreiter aufgezählt, wovon zehn Städte nicht in Deutschland liegen. Von den genannten deutschen Städten sind 28 % große Großstädte, 53 % kleine Großstädte, 13 % mittelgroße Städte und 6 % kleinere Städte. Die einzelnen großen Großstädte wurden vergleichsweise häufig genannt, während mittelgroße und kleinere Städte jeweils nur einmal aufgezählt wurden. Die drei Städte mit den meisten Nennungen sind Freiburg (20 Nennungen), Hamburg (19), Berlin (12).

Auch bei der geschlossenen Frage nach dem Aktivitätslevel von zwölf Städten schneidet Freiburg mit einem Mittelwert von 4,35 (Skala: 1 (inaktiv) bis 5 (sehr aktiv)) mit Abstand am besten ab (s. Abb. 2.5). Zudem sind hier die geringsten Werte bei „weiß nicht“-Antworten zu finden. Hohe Werte im Bereich „weiß nicht“ deuten darauf hin, dass viele Personen die Aktivitäten der Stadt nicht einschätzen können, was für keine verbreitete Reputation im Bereich Klimaanpassung spricht.

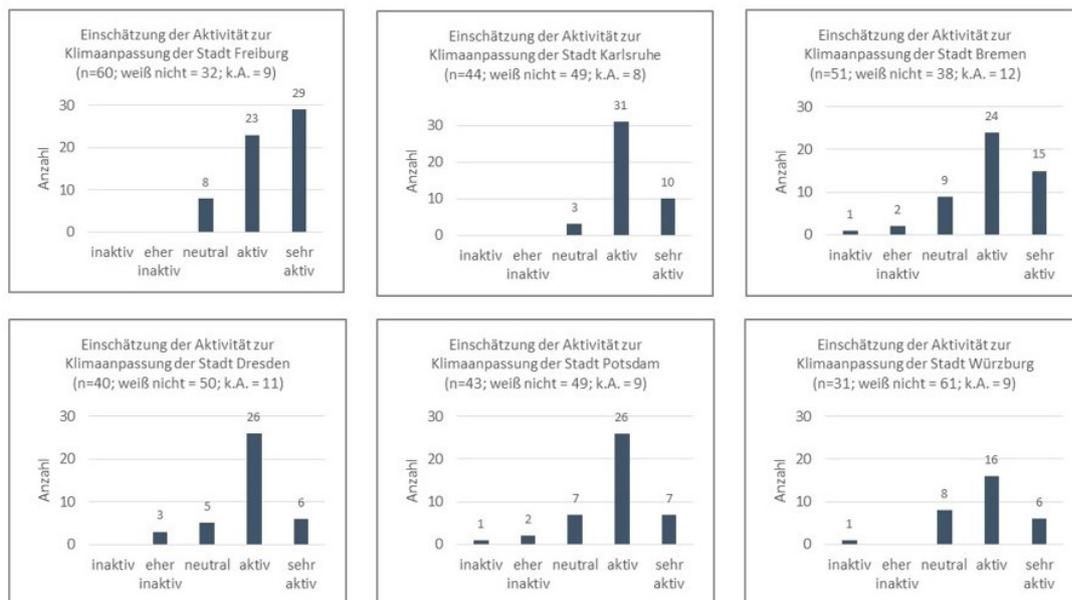


Abb. 2.5: Darstellung der sechs Städte mit der besten Fremdrezeption (von zwölf Städten).

2.4 Diskussion

2.4.1 Vergleich der Ansätze

Zur Untersuchung des Stands der Klimaanpassung haben wir verschiedene recherche- und befragungsbasierte Ansätze herangezogen, die wir entwickelt und/oder erstmalig für eine große

⁴ Offene Frage: „Welche maximal fünf Städte sehen Sie als Vorreiter, d. h. sehr aktiv, hinsichtlich ihrer Aktivitäten zur Klimaanpassung?“. Geschlossene Frage für die zwölf Städte (Bremen, Darmstadt, Dresden, Freiburg, Hannover, Karlsruhe, Lübeck, Potsdam, Worms, Würzburg): „Wie schätzen Sie die folgenden Städte hinsichtlich ihrer Aktivitäten zur Klimaanpassung ein? – Antwortkategorien: (1) inaktiv – (5) sehr aktiv“.

Zahl an Städten angewendet haben. Die recherchebasierten Ansätze sind zeitaufwendig und abhängig von der Qualität und Vollständigkeit der Daten für alle untersuchten Städte. Für diese Ansätze spricht, dass die Ergebnisse nicht vom Wissen einzelner Befragungsteilnehmenden abhängen und reproduziert sowie aktualisiert werden können. Zudem können für aktive und weniger aktive Städte Aussagen getroffen werden. Um die Ergebnisse der recherchebasierten Ansätze zu vergleichen, wurden die Rankingergebnisse jeweils auf 100 Punkte normiert. Anschließend wurden die Werte für jede Stadt miteinander verglichen und die Abweichungen kategorisiert (s. Abb. 2.6). Der Vergleich zeigt, dass bei insgesamt zwei Drittel der Städte ähnliche Ergebnisse oder kleine Abweichungen vorliegen; bei 22,2 % der Städte können große und bei 8,7 % sehr große Abweichungen festgestellt werden. Dabei erreichen die Städte im recherchebasierten Ranking mit drei Dimensionen (Kap. 2.2.2) meist weniger Punkte als mit dem Ansatz der ‚adaptation readiness‘. Diese geringere Bewertung kann bei 20 Städten mit großen oder sehr großen Abweichungen dadurch begründet werden, dass in diesen Kommunen bis Ende 2018 noch kein Anpassungskonzept vorlag. Daher können sie in dem Ansatz aus Kapitel 2.2.2 in zwei von drei Dimensionen keine Punkte erzielen.

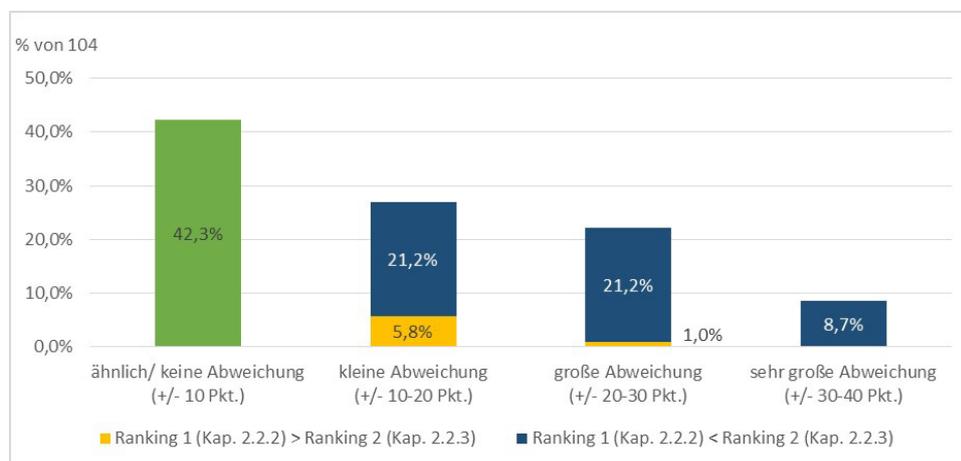


Abb. 2.6: Vergleich zwischen den beiden Rankings aus Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 (Grundlage: Kategorisierung der normierten Punkte der beiden recherchebasierten Ansätze).

Ein Vergleich der 20 am besten abschneidenden Städte in den beiden recherchebasierten Ansätzen zeigt zudem große Übereinstimmungen. Insgesamt gibt es nur wenige Ausnahmen, die nicht im jeweils anderen Ranking in den Top 20 oder zumindest bei den sehr aktiven Städten zu finden sind.

Ein Vergleich der recherchebasierten Rankings mit der Fremdeinschätzung aus der Kommunalbefragung weist ebenso einige Übereinstimmungen auf. Zwar werden auch viele kleine Großstädte und mittelgroße Städte als Vorreiter genannt, aber die am häufigsten genannten Städte sind überwiegend große Großstädte, die auch in den recherchebasierten Rankings erfolgreich abschneiden. Das sehr gute Abschneiden Freiburgs sowohl mittels der offenen als auch der geschlossenen Frage war auf Grundlage der recherchebasierten Rankings nicht zu erwarten. Ein wichtiger Grund hierfür mag das bekannte „grüne“ Image Freiburgs und seine Prominenz für Klimaschutz sein (vgl. Kronsell 2013). Diese Reputation scheint auch auf den Bereich der Klimaanpassung abzustrahlen. Ein weiterer Grund für dieses Ergebnis könnte sein, dass die Befragung 2021 stattfand und damit aktuellere Entwicklungen berücksichtigt als die

recherchebasierten Ansätze, in welche nur Aktivitäten bis Ende 2018 Eingang gefunden haben. Da Freiburg erst 2019 ein Klimaanpassungskonzept veröffentlicht hat, wird dieses in den recherchebasierten Ansätzen nicht berücksichtigt.

Insgesamt sind auf der Grundlage einer Befragung vor allem Aussagen zu Vorreitern und aktiven Städten zu erwarten, da nur diese vielen Personen bekannt sind. Die Ergebnisse in den Befragungen werden vom Rücklauf geprägt, der nur wenig beeinflussbar ist. Zudem könnten die Ergebnisse die Aktivitäten großer Städte und als „grün“ bekannte Städte überschätzen. Positiv ist, dass die Einschätzungen aus der gelebten Praxis der Klimaanpassung stammen und damit auch Zugang zu nicht veröffentlichten Informationen möglich ist.

2.4.2 Erklärungsansätze für unterschiedliche Aktivitätslevel

In der Literatur werden zahlreiche Faktoren genannt, die hemmende oder fördernde Einflüsse für ein Engagement auf dem Feld der Klimaanpassung aufweisen (z.B. Biesbroek et al. 2013; Reckien et al. 2015; 2018; Tang et al. 2013). Unsere Ergebnisse unterstützen Erkenntnisse in der Literatur (Araos et al. 2016; Haupt et al. 2020; Reckien et al. 2018; Salvia et al. 2021), dass die Größe einer Stadt einen besonderen Einfluss auf deren Aktivität in der Klimaanpassung hat. Während die großen Großstädte besonders aktiv sind, sind die mittelgroßen Städte vergleichsweise häufig bei den weniger aktiven Städten zu finden. Die Gruppe der kleinen Großstädte zeigt eine sehr diverse Verteilung. Vorhandene finanzielle und zeitliche Ressourcen sind wichtig beim Sammeln von klimarelevanten Daten, bei der Erstellung von Konzepten und bei der Umsetzung von Maßnahmen. Generell können sich große Städte mit einem höheren Budget für Klimapolitik eher Fachabteilungen und feste Stellen für Klimaanpassung leisten und weitere Förderungen beantragen. Damit wird deutlich, dass städtische Klimaanpassung eine Ressourcenfrage ist.

Die gemeinsame Untersuchung von Klimaschutz und Klimaanpassung (Otto et al. 2021a, b) unterstreicht zudem die Pfadabhängigkeiten in der Klimapolitik. Einige seit langem im Bereich Klimaschutz führende Städte besetzen mitunter auch sehr gute Plätze bei der Klimaanpassung. Andere Städte erreichen hingegen keine ausbalancierte Bearbeitung beider Themenfelder. Darüber hinaus wird die Aktivität im Bereich der Klimaanpassung in einigen Fällen durch eine hohe Betroffenheit (z.B. durch Hitze in Karlsruhe und Worms) und der Zusammenarbeit mit vor Ort ansässigen wissenschaftlichen Institutionen (z.B. das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung in Potsdam oder der Deutsche Wetterdienst in Offenbach) begünstigt.

2.5 Fazit

In unseren Untersuchungen sind wir dem Stand der Klimaanpassung in deutschen Großstädten und mittelgroßen Städten mithilfe von verschiedenen Ansätzen – sowohl auf Basis von Recherchen als auch Befragungen – nachgegangen und haben deren Vor- und Nachteile diskutiert. Die Studien gehen über die bisherige Literatur hinaus, die häufig nur das Vorhandensein von Klimaanpassungskonzepten (Reckien et al. 2014; 2018; Heidrich et al. 2013; Olazabal et al. 2014) und/oder große Städte (Olazabal & Ruiz De Gopegui 2021) untersuchen. Die Ergebnisse bieten einen detaillierten Überblick für die Aktivitäten von 104 deutschen Städten mit und ohne Anpassungskonzept.

Wir konnten feststellen, dass die Aktivitätslevel der Städte sehr divers sind. Einige Städte (insbesondere größere Großstädte) sind bereits sehr aktiv, und zahlreiche Städte haben bereits

Maßnahmen der Klimaanpassung umgesetzt. Allerdings zeigen unsere Ergebnisse auch, dass 41 % der Städte bis Ende 2018 noch kein Klimaanpassungskonzept vorweisen konnten und dass viele Städte erst erste Schritte in der Klimaanpassung unternehmen. Als wichtige Einflussfaktoren für die Aktivität in der Klimaanpassung erwiesen sich die Größe, die Geschichte und die Betroffenheit einer Stadt sowie die zur Verfügung stehenden Fördermöglichkeiten und Verbindungen mit lokalen wissenschaftlichen Institutionen. Den Einfluss zahlreicher Faktoren auf die sehr unterschiedliche Ausprägung der Klimaanpassung planen wir, mittels multivariater Regressionsanalysen tiefergehender zu untersuchen. Hierzu zählen u. a. Faktoren, welche die Städte hinsichtlich ihrer Bevölkerung, Wirtschaft, ihres Naturraums und ihrer Stadtgestaltung sowie vergangener Extremwetterereignisse charakterisieren. Eine detaillierte Datenrecherche dahingehend wurde bereits abgeschlossen.

Generell ergeben sich weiterführende Fragen, denen wir selbst in einem Nachfolgeprojekt nachgehen werden oder die in anderen Zusammenhängen zukünftig bearbeitet werden könnten.

1. Seit dem Betrachtungsende unserer recherchebasierten Untersuchungen Ende 2018 mag sich die Situation in einigen Städten bereits wesentlich geändert haben, da mit der Bewegung „Fridays for Future“ und durch verschiedene extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen und Starkregenereignisse Themen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung auf die Agenda gesetzt wurden. Zusätzlich haben sich in dem Zeitraum die Fördermöglichkeiten für Klimaanpassungskonzepte verändert. Daher werden wir die Untersuchung im Rahmen des Nachfolgeprojekts aktualisieren.
2. Bislang wissen wir wenig über mittelgroße kreisangehörige Städte (50.000 – 100.000 EW). In einer geplanten Aktualisierung der Untersuchung erweitern wir die Liste der zu betrachtenden Städte auch auf diese Gruppe.
3. Städte sind häufig abhängig von externen Förder- und Unterstützungsmöglichkeiten, um Klimaanpassung zu betreiben. Die Förderlandschaft ist komplex mit Programmen auf unterschiedlichen Ebenen (EU, Bund, Länder). Daher ist es von Interesse, die Förderlandschaft aufzuarbeiten und beispielsweise einen detaillierteren Blick auf den Einfluss der Bundesländer zu richten.
4. Eine Einschränkung unserer und vieler weiterer Arbeiten in diesem Feld (vgl. Aguiar et al. 2018; Olazabal et al. 2021) besteht darin, dass nur als Klimaanpassung betitelte Aktivitäten berücksichtigt werden. Hier sollte zukünftig nach alternativen oder ergänzenden Herangehensweisen gesucht werden.

In den kommenden Jahren werden weitere Anstrengungen notwendig sein, damit Städte besser an die Folgen des Klimawandels angepasst sind. Zudem ist Klimaanpassung nur eine von vielen Herausforderungen, vor denen Städte stehen. Nur mit einer ausgeweiteten, einfach zugänglichen und langfristig angesetzten Förderung scheint es für viele Städte möglich zu sein, in der Klimaanpassung aktiv zu werden oder zu bleiben. Hierbei scheint es insbesondere in Mittelstädten an Ressourcen für eine Beschäftigung mit dem Thema Klimaanpassung zu mangeln. Daher sollten diese Städte bei Förderprogrammen und bei der Antragserarbeitung verstärkt unterstützt werden. Darüber hinaus sollten Kooperationen zwischen Stadtverwaltun-

gen und lokalen wissenschaftlichen Institutionen gestärkt werden und kleinere kreisangehörige Städte könnten, wenn dies vor Ort sinnvoll erscheint, ein gemeinsames Anpassungskonzept erarbeiten.

Städte können zum Umgang mit Klimaauswirkungen sehr viel voneinander lernen und orientieren sich mitunter an anderen Städten und deren Vorgehen. Für kleinere und bislang eher abwartende Städte ist allerdings die Orientierung an großen Großstädten und Pionierstädten nicht immer sinnvoll, da diese in ihren Aktivitäten einen nicht erreichbaren Maßstab setzen (van der Heijden 2019). Daher ist es aus unserer Sicht empfehlenswert, wenn Städte die für ihren Stadttyp besonders gut abschneidenden Vertreter (z.B. Worms) als Vorbilder dienen und deren Vorgehen und Aktivitäten verstärkt durch Veröffentlichungen und Vorträgen auf Veranstaltungen publik gemacht werden.

Literatur

*in ExTrass entstanden

- Aguiar, F.C.; Bentz, J.; Silva, J.M.N.; Fonseca, A.N.; Swart, R.; Santos, F.D.; Penha-Lopes, G. (2018): Adaptation to Climate Change at Local Level in Europe: An Overview. *Environmental Science and Policy* 86 (April): 38–63. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.04.010>.
- Araos, M.; Berrang-Ford, L.; Ford, J.D.; Austin, S.E.; Biesbroek, R.; Lesnikowski, A. (2016): Climate Change Adaptation Planning in Large Cities: A Systematic Global Assessment. *Environmental Science and Policy* 66 (July): 375–82. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.009>.
- Aylett, A. (2015): Institutionalizing the Urban Governance of Climate Change Adaptation: Results of an International Survey. *Urban Climate* 14: 4–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.06.005>.
- Biesbroek, R.G.; Klostermann, J.E.M.; Termeer, C.J.A.M.; Kabat, P. (2013): On the Nature of Barriers to Climate Change Adaptation. *Regional Environmental Change* 13(5): 1119–29. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0421-y>.
- Ford, J.D.; Berrang-Ford, L. (2016): The 4Cs of Adaptation Tracking: Consistency, Comparability, Comprehensiveness, Coherency. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 21(6): 839–59. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-014-9627-7>.
- Ford, J.D.; Berrang-Ford, L.; Biesbroek, R.G.; Araos, M.; Austin, S.E.; Lesnikowski, A. (2015): Adaptation Tracking for a Post-2015 Climate Agreement. *Nature Climate Change* 5(11): 967–69. <https://doi.org/10.1038/nclimate2744>.
- Ford, J.D.; King, D. (2015): A Framework for Examining Adaptation Readiness. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20: 505–26. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-013-9505-8>.
- Ford, J.D.; Labbé, J.; Flynn, M.; Araos, M. (2017): Readiness for Climate Change Adaptation in the Arctic: A Case Study from Nunavut, Canada. *Climatic Change* 145(1–2): 85–100. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2071-4>.
- Hackenbruch, J.; Kunz-Plapp, T.; Müller, S.; Schipper, J.W. (2017): Tailoring Climate Parameters to Information Needs for Local Adaptation to Climate Change. *Climate* 5(2): 1–20. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli5020025>.

- Haupt, W.; Chelleri, L.; van Herk, S.; Zevenbergen, C. (2020): City-to-City Learning within Climate City Networks: Definition, Significance, and Challenges from a Global Perspective. *International Journal of Urban Sustainable Development* 12(2): 143–59. DOI: <https://doi.org/10.1080/19463138.2019.1691007>.
- Heidrich, O.; Dawson, R.J.; Reckien, D.; Walsh, C.L. (2013): Assessment of the Climate Preparedness of 30 Urban Areas in the UK. *Climatic Change* 120(4): 771–84. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0846-9>.
- *Huber, B.; Miechielsen, M.; Otto, A.; Schmidt, K.; Ullrich, S.; Deppermann, L.; Eckersley, P.; Haupt, W.; Kern, K.; Lipp, T.; Neumann, N.; Schneider, P.; Sterzel, T.; Thieken, A. (im Erscheinen): Instrumente und Maßnahmen der kommunalen Klimaanpassung: Empirische Befunde für einen erfolgreichen Transfer. Universitätsverlag Potsdam.
- Olazabal, M.; De Gregorio Hurtado, S.; Olazabal, E.; Pietrapertosa, F.; Salvia, M.; Geneletti, D.; Alonzo, D.; Feliú, E.; Di Leo, S.; Reckien, D. (2014): How Are Italian and Spanish Cities Tackling Climate Change? A Local Comparative Study. Basque Centre for Climate Change (BC3) Working Paper Series. Verfügbar unter: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14270/BC3WP201403.pdf>.
- Olazabal, M.; Ruiz De Gopegui, M. (2021): Adaptation Planning in Large Cities Is Unlikely to Be Effective. *Landscape and Urban Planning* 206 (September 2020): 103974. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103974>.
- *Otto, A.; Kern, K.; Haupt, W.; Eckersley, P.; Thieken, A.H. (2021a): Ranking Local Climate Policy: Assessing the Mitigation and Adaptation Activities of 104 German Cities. *Climatic Change* 167(1–2). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03142-9>.
- *Otto, A.; Göpfert, C.; Thieken, A.H. (2021b): Are Cities Prepared for Climate Change? An Analysis of Adaptation Readiness in 104 German Cities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26(8). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09971-4>.
- *Otto, A.; Thieken, A.H. (2019): ExTrass Auf Dem Weg Zur Klimaanpassung – Deutsche Städte Im Vergleich. Poster: Deutscher Kongress Geographie (DKG), 25.–30. September 2019. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Poster_DKG_akt..pdf.
- Reckien, D.; Flacke, J.; Dawson, R.J.; Heidrich, O.; Olazabal, M.; Foley, A.; Hamann, J. J.P.; Orru, H.; Salvia, M.; De Gregorio Hurtado, S. et al. (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(1–2): 331–40. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0989-8>.
- Reckien, D.; Flacke, J.; Olazabal, M.; Heidrich, O. (2015): The Influence of Drivers and Barriers on Urban Adaptation and Mitigation Plans — An Empirical Analysis of European Cities. *PLOS One* 10(8): 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135597>.
- Reckien, D.; Salvia, M.; Heidrich, O.; Church J.M.; Pietrapertosa, F.; De Gregorio-Hurtado, S.; D’Alonzo, V.; Foley, A.; Simoesi, S.G.; Krkoska, E. et al. (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* 191 (2018): 207–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.220>.
- Salvia, M.; Reckien, D.; Pietrapertosa, F.; Eckersley, P.; Spyridaki, N.A.; Krook-Riekkola, A.; Olazabal, M.; De Gregorio-Hurtado, S.; Simoesi, S.G.; Geneletti, D. et al. (2021): Will Climate Mitigation Ambitions Lead to Carbon Neutrality? An Analysis of the Local-Level Plans of 327 Cities in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 135: 110253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110253>.

- Tang, Z.; Dai, Z.; Fu, X.; Li, X. (2013): Content Analysis for the U.S. Coastal States' Climate Action Plans in Managing the Risks of Extreme Climate Events and Disasters. *Ocean and Coastal Management* 80: 46–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.04.004>.
- Tilleard, S.; Ford, J.D. (2016): Adaptation Readiness and Adaptive Capacity of Transboundary River Basins. *Climatic Change* 137 (3–4): 575–91. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1699-9>.
- van der Heijden, J. (2019): Studying Urban Climate Governance: Where to Begin, What to Look for, and How to Make a Meaningful Contribution to Scholarship and Practice. *Earth System Governance* 1: 100005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esg.2019.100005>.
- Zahran, S.; Brody, S.; Vedlitz, A.; Grover, H.; Miller, C. (2008): Vulnerability and Capacity: Explaining Local Commitment to Climate-Change Policy. *Environment and Planning C*. 26(3): 544-562 DOI: <https://doi.org/10.1068/c2g>.

3. Klimapolitische Entwicklungspfade deutscher Groß- und Mittelstädte⁵

Wolfgang Haupt, Peter Eckersley, Kristine Kern

3.1 Einführung

3.1.1 Vorgehen und Hintergrund

Es existieren zahlreiche Studien zur städtischen Klimapolitik bzw. zur städtischen Klima-Governance, insbesondere zu Klimaschutz (Heidrich et al. 2013; Olazabal et al. 2014; Reckien et al. 2014, 2015 und 2018; Eckersley 2018; Kern 2019; Salvia et al. 2021), aber zunehmend auch zur Klimaanpassung (Göpfert et al. 2020; Olazabal & Ruiz De Gopegui 2021; Otto et al. 2021a). Um die heutige sowie auch die zukünftige Klimapolitik in Städten zu verstehen, bedarf es einen Blick in die Vergangenheit. Eine umfassende Erforschung des klimapolitischen, aber auch des generellen Entwicklungspfades einer Stadt lässt die aktuelle Situation nachvollziehen. Die Bedeutung von Pfadabhängigkeiten und Schlüsselereignissen wurden bisher bei der Erforschung städtischer Klimapolitik jedoch weitgehend unterschätzt oder gar nicht berücksichtigt. Bei unseren Pfadanalysen in insgesamt 20 kleineren deutschen Großstädten wurde darauf geachtet, die Entwicklung der Klimapolitik möglichst lückenlos und von ihren Ursprüngen an zu erforschen.

Zwar liegt der Fokus in ExTrass auf der Klimaanpassung, für die klimapolitischen Entwicklungspfade deutscher Städte haben wir die Bereiche Klimaschutz und Klimaanpassung jedoch gleichrangig behandelt. Hintergrund ist, dass die Ursprünge der Klimaanpassung in vielen Städten eng an die Vorläuferaktivitäten aus dem Bereich Klimaschutz gekoppelt sind (vgl. Göpfert et al. 2019; Otto et al. 2021b).

Zunächst wurden die klimapolitischen Entwicklungspfade der drei ExTrass-Fallstudienstädte Potsdam, Würzburg und Remscheid detailliert untersucht (Kap. 3.2). In einem weiteren Schritt wurde die Klimapolitik von 104 deutschen Großstädten und kreisfreie Mittelstädten untersucht (vgl. Kap. 2). Davon wurden in insgesamt 17 aktiven und weniger aktiven Städten vertiefende klimapolitische Pfadanalysen durchgeführt (Kap. 3.3). Parallel dazu wurde auch die Klimapolitik der 16 deutschen Bundesländer untersucht, da die städtische Klimapolitik auch von Dynamiken innerhalb des deutschen Mehrebenensystems abhängt (Kap. 3.5).

3.1.2 Das Konzept der Pfadanalyse

Ziel unserer klimapolitischen Pfadanalysen war es, typische Entwicklungspfade städtischer Klimapolitik (Klimaschutz und Klimaanpassung) in ihrer Raum-Zeit-Dynamik zu erfassen. Im Hinblick auf die temporale Dimension geht es um die Geschwindigkeit und die Intensität von Prozessen, durch die neue Politikansätze entstehen und sich etablieren (oder auch wieder verworfen werden). Bei den durchgeführten Pfadanalysen wurde die Vergangenheit (z.B. historische Entwicklung in den relevanten Politikfeldern), die materielle Gegenwart (z.B. Stadtgröße, verfügbare Ressourcen) und die möglichen Zukunftsvisionen der drei ExTrass-Fallstudienstädte Potsdam, Würzburg und Remscheid sowie die der 17 Fallstudienstädte berücksichtigt.

⁵ Einige Textstellen wurde dem Themenheft „Sind Städte Klimapioniere?“ (IRS 2021) entnommen. Diese Ausgabe von IRS-Aktuell fokussierte stark auf das ExTrass-Projekt. Die ExTrass-Mitarbeitenden Janne Irmisch und Wolfgang Haupt hatten maßgeblich an der Erstellung der Texte mitgewirkt.

Das Konzept der Pfadanalysen entstammt ursprünglich den Wirtschaftswissenschaften und wurde von Pierson (2000) auf die Politikwissenschaften angewandt. Im Zentrum steht hierbei die Bedeutung von Schlüsselereignissen (*focusing events*) für die zukünftige Entwicklung innerhalb eines bestimmten Politikbereichs. Schlüsselereignisse können zur Öffnung von Politikfenstern (*policy windows*) führen, welche wiederum von Schlüsselakteur*innen aus Politik und Verwaltung (*policy entrepreneurs*) identifiziert und genutzt werden. Schlüsselereignisse haben Auswirkungen auf die politische Agenda und zeichnen sich in der Regel dadurch aus, dass sie einen (langfristigen) Politikwandel anstoßen (Kingdon 1984; Eckersley 2017; Mintrom 2019). Beispiele für Schlüsselereignisse in der städtischen Klimapolitik sind etwa abrupt veränderte politische Prioritätensetzungen, z.B. nach Wahlen (Haupt et al. 2020). Oft werden solche Schlüsselereignisse durch schleichende Prozesse, wie einen durch den fortschreitenden Klimawandel hervorgerufenen generellen Problemdruck, verstärkt (Clar & Steurer 2019). Schlüsselereignisse stellen die markantesten und prägendsten, jedoch nicht die einzigen Elemente von klimapolitischen Pfadanalysen dar. Nicht alle Pfadanalysen müssen zwingend durch das Eintreten von Schlüsselereignissen gekennzeichnet sein. Dies gilt insbesondere für Städte, in denen die Klimapolitik bisher eine eher untergeordnete Rolle gespielt hat oder die erst seit kurzer Zeit klimapolitisch aktiv sind.

3.2 Klimapolitische Entwicklungspfade von Potsdam, Würzburg und Remscheid

3.2.1 Vorgehen

Die Pfadanalysen in Potsdam, Würzburg und Remscheid basieren auf Interviews mit Beschäftigten der Stadtverwaltung (z.B. aus Umwelt-, Grünflächen-, Stadtentwicklungs- oder Verkehrsämtern) und kommunalen Unternehmen (z.B. Stadtwerke) sowie mit Vertreter*innen der Kommunalpolitik (meist Stadtratsabgeordnete) und der Zivilgesellschaft (Umwelt- und Klimaaktivist*innen, insbesondere von Fridays for Future). Zwischen Juli 2017 und Juni 2021 wurden insgesamt 35 Interviews in Potsdam (14), Remscheid (12) und Würzburg (9) geführt. Ergänzt wurden die Interviews durch die Analyse zahlreicher Policy-Dokumente (z. B. Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte, Klimaberichte, Mobilitätsstrategien) und weiterer relevanter Dokumente (z.B. Geschäftsberichte von Energieproduzenten, Organigramme, Protokolle von Stadtratsitzungen, Zeitungsartikel). Zudem haben wir an zahlreichen klimarelevanten Veranstaltungen in den Extrass-Fallstudienstädten teilgenommen (z.B. Starkregenworkshop in Remscheid oder Workshop zur Entwicklung der Stadtklimakarte in Potsdam).

Teilergebnisse der Studien zu den drei ExTrass-Fallstudienstädten wurden im Rahmen verschiedener Publikationen veröffentlicht (Kern et al. 2018; Haupt & Kern 2020; Haupt et al. 2022; Kern et al. 2021a; Kern et al. 2021b). Die Pfadanalysen zu Potsdam und Würzburg wurden bereits in der ExTrass-Definitionsphase durchgeführt und separat ausführlich im Abschlussbericht vorgestellt (vgl. Kern et al. 2018). Die Pfadanalysen zu Remscheid wurden zu Beginn der Forschungs- und Entwicklungsphase von ExTrass durchgeführt und ebenfalls separat in einem detaillierten Bericht (vgl. Haupt & Kern 2020) und einem referierten Zeitschriftenaufsatz (Haupt & Kern i.E.) veröffentlicht. Deshalb fokussiert dieses Unterkapitel vor allem auf einen Vergleich zwischen den drei ExTrass-Fallstudienstädten. Der Vergleich der drei Städte wurde ebenfalls in einem referierten Fachzeitschriftenaufsatz veröffentlicht (vgl. Kern et al. 2021b).

3.2.2 Zentrale Ergebnisse

Potsdam und Remscheid wurden bereits Mitte der 1990er Jahre und damit vergleichsweise früh klimapolitisch aktiv. Würzburg hingegen beschäftigte sich erst deutlich später mit dem Thema (Mitte der 2000er Jahre), konnte aber in sehr kurzer Zeit erheblich aufholen. Auffällig ist, dass alle drei Städte in der Klimapolitik aktiv geworden und geblieben sind, obwohl die Auswirkungen des Klimawandels dort in der Vergangenheit nur bedingt spürbar waren und es bisher nicht zu besonders ausgeprägten disruptiven Ereignissen gekommen ist. Wichtiger für die Entwicklung der Klimapolitik waren andere Schlüsselereignisse, die oft in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Klimawandel stehen. In Potsdam und Würzburg konnte die Klimapolitik innerhalb der Stadtverwaltung schrittweise institutionalisiert und verankert werden. Dies gelang in Remscheid nur bedingt, insbesondere weil lange Zeit Schlüsselakteur*innen fehlten, die das Thema entscheidend hätten unterstützen und anstoßen können. Die fehlende politische Unterstützung und die daraus resultierenden eingeschränkten Handlungskapazitäten konnten in Remscheid jedoch durch die kontinuierliche Arbeit einzelner Schlüsselakteur*innen aus der Stadtverwaltung zu einem beträchtlichen Teil ausgeglichen werden. So gelang es in Remscheid, durch das kontinuierlich erfolgreiche Einwerben von Drittmitteln und die projektbezogene Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen zentrale Wissens-, Planungs- und Entscheidungsgrundlagen für die städtische Klimapolitik zu schaffen.

3.2.4 Weiterer Forschungsbedarf

Der Fokus der deutschen und internationalen Forschung liegt im Bereich der städtischen Klimapolitik nach wie vor auf größeren Großstädten und internationalen Vorreitern (Kern 2019). Ebenso wie die historische Dimension (Pfadanalysen) wurde auch die Forschung zu den schon rein zahlenmäßig viel signifikanteren kleineren Städten weitgehend vernachlässigt. Mit unserer Analyse der klimapolitischen Entwicklung dreier kleinerer Großstädte haben wir einen Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücke geleistet. Dennoch braucht es weitere ausführliche Fallstudien zu Städten dieser Größenordnung. Zudem haben wir mit Potsdam, Würzburg und Remscheid Städte untersucht, die deutlich aktiver sind als die meisten anderen Städte in Deutschland. Der Fokus der Forschung sollte sich zukünftig jedoch stärker auf Städte richten, die bisher noch wenig aktiv waren. Gerade auch weil in diesen oft noch der größere Handlungsbedarf besteht und diese Städte von Erkenntnissen aus vergleichbaren anderen Städten profitieren könnten. Wie in Kap. 2 dargestellt, sind diese bisher wenig aktiven Städte nicht unter den größeren Großstädten zu finden.

Darüber hinaus stellt sich die Frage nach der Bedeutung von disruptiven Ereignissen für den institutionellen Wandel in einer Stadt. In der Katastrophenforschung konnte ein enger Zusammenhang zwischen dem Eintreten eines disruptiven Ereignisses und einem abrupten institutionellen Wandel nach einem solchen Ereignis aufgezeigt werden (Johnson et al. 2005, Birkland 2006, Yeo & Knox 2019). Der Fokus lag hier allerdings auf Erdbeben oder schweren Hochwassern und nicht auf Starkregenereignissen oder Hitzewellen. Im Rahmen unserer Pfadanalysen sind wir davon ausgegangen, dass auch durch den Klimawandel verstärkt auftretende Extremwetterereignisse, insbesondere Starkregen und Hitzewellen, ebenfalls disruptive Ereignisse sein können. Bestätigt hat sich, dass schwere Starkregenereignisse oder Hitzewellen in Städten mit höheren Handlungskapazitäten für einen Wandel nicht zwingend erforderlich sind, da dieser auch strategisch erfolgen kann. Ob Starkregenereignisse oder Hitzewellen überhaupt

in die Kategorie der disruptiven Ereignisse fallen, die einen institutionellen Wandel auslösen können oder nicht, konnten wir jedoch nicht klären. Hierzu bedarf es weiterer Forschungsarbeiten.

3.3 Klimapolitische Entwicklungspfade weiterer deutscher Städte

3.3.1 Vorgehen

Die in Kap. 3.2 und 3.3 knapp dargestellten vertiefenden Pfadanalysen aus Potsdam, Würzburg und Remscheid sowie den 17 weiteren Fallstudienstädten spiegeln bei Weitem nicht die ganze Bandbreite klimapolitischer Entwicklungspfade deutscher Städte wider. Daher wurden zusätzlich insgesamt 104 klimapolitische Städteprofile für alle Großstädte und kreisfreien Mittelstädte mit über 50.000 Einwohner:innen erstellt. Diese waren Ausgangspunkt für die Definition von fünf verschiedenen Stadttypen, welche strukturelle Merkmale und Prägungen der Städte aufgreifen – unabhängig von deren klimapolitischer Aktivität. Diese Stadttypen sind: Grüne Städte, Wissenschaftsstädte, Industriestädte im Wandel, Welterbestädte und Städtereigionen.

Daran anknüpfend haben wir klimapolitische Pfadanalysen in einer Auswahl von 17 dieser 104 Großstädte und kreisfreien Mittelstädte aus den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Die 17 Fallstudienstädte decken alle fünf Stadttypen ab (siehe Tab. 3.1). Zudem haben wir bewusst Städte aus verschiedenen Bundesländern ausgewählt, da davon ausgegangen werden kann, dass der Erfolg lokaler Klimapolitik auch von Dynamiken innerhalb des deutschen Mehrebenensystems abhängt (vgl. Kap. 3.4).

Tab. 3.1: Fallstudienstädte aus Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg und Nordrhein-Westfalen; eingeteilt in die sechs klimapolitischen Cluster nach Otto et al. 2021b (vgl. Kap. 2.2.2).

Cluster	Klimavorreiter	Vorreiter Klimaanpassung	Vorreiter Klimaschutz	Aufsteiger	Einsteiger	Nachzügler
Stadttyp						
Grüne Städte	Heidelberg Münster		Freiburg Bonn			
Wissenschaftsstädte	Heidelberg Aachen Münster	Karlsruhe Wuppertal	Freiburg Erlangen			
Industriestädte (im Wandel)		Oberhausen		Gelsenkirchen Brandenburg a.d.H.	Cottbus	Krefeld Ingolstadt
Welterbestädte				Regensburg		
Städtereigionen	Aachen	Wuppertal Solingen	Erlangen			Bergisch-Gladbach

Ebenso wie die Pfadanalysen in den ExTrass-Fallstudienstädten (vgl. Kap. 3.2.1), basieren auch die Pfadanalysen in den 17 Fallstudienstädten auf Interviews mit Vertreter:innen aus Stadtverwaltungen, Kommunalpolitik und Zivilgesellschaft. Zwischen September 2019 und September 2021 wurden insgesamt 38 Interviews durchgeführt. Die Interviews wurden durch die Analyse zahlreicher Policy-Dokumente und weiterer Quellen ergänzt. Aus den Ergebnissen dieser vertiefenden Pfadanalysen entstanden abschließend 17 Städteprofile, die auf insgesamt 134 Seiten deren klimapolitische Aktivitäten zusammenfassen (vgl. Irmisch et al. 2022).

3.3.2 Zentrale Ergebnisse

Im Zentrum unserer Studie lag die Frage, warum sich manche Städte in der Klimapolitik aktiv, andere hingegen abwartend verhalten. Unsere Annahme, dass dies auch stark von zahlreichen ökonomischen, sozio-ökonomischen und sozio-kulturellen Faktoren innerhalb einer Stadt abhängt, konnte weitgehend bestätigt werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die untersuchten fünf Stadttypen knapp dargestellt.

Grüne Städte, die ein Image als Vorreiter in den Bereichen Umweltschutz und Nachhaltigkeit pflegen und auch als solche wahrgenommen werden, nehmen auch beim Klimaschutz Spitzenplätze ein (Heidelberg, Freiburg, Münster, Bonn). Darüber hinaus gelang es einigen Grünen Städten, ihre Führungsrolle im Klimaschutz durch eine Führungsrolle in der Klimaanpassung zu ergänzen (Heidelberg, Münster). Demgegenüber ist es anderen Klimaschutzpionieren der ersten Stunde noch nicht gelungen, die Klimaanpassung voll in die existierenden institutionellen Arrangements zu integrieren (Bonn, Freiburg). Beide stehen exemplarisch für eine größere Zahl an Städten, die früh im Bereich Klimaschutz aktiv wurden, aber die später hinzugekommene Klimaanpassung (lange Zeit) vernachlässigt haben (vgl. Otto et al. 2021b).

Wissenschaftsstädten fällt es meist deutlich leichter, klimapolitische Akzente zu setzen (z.B. Heidelberg, Freiburg, Erlangen, Münster, Aachen, Karlsruhe). Dies liegt insbesondere an der sozio-demographischen Zusammensetzung vieler Wissenschaftsstädte, die sich durch eine junge und wohlhabende Bevölkerung und einen sehr hohen Anteil an Studierenden und Akademiker:innen auszeichnen. Diese Bevölkerungsgruppen sind in der Regel häufiger zivilgesellschaftlich aktiv (z.B. in Umwelt- und Klimagruppen) und tendieren eher dazu, Politiker:innen und Parteien in die Stadtparlamente zu wählen, bei denen Umwelt- und Klimathemen eine herausgehobene Bedeutung aufweisen (Zahran et al. 2008; Sharp et al. 2011; Kern et al. 2021a). Aufgrund entsprechender politischer Mehrheitsverhältnisse und eines höheren zivilgesellschaftlichen Drucks erfährt das Thema Klimawandel in Wissenschaftsstädten oft größere Aufmerksamkeit, was sich wiederum häufig in ambitionierteren Klimazielen und einer besseren Ressourcenausstattung widerspiegelt.

Industriestädten im Wandel fällt es hingegen meist schwerer, klimapolitische Erfolge zu erzielen, als etwa innovativen und wachsenden Wissenschaftsstädten. Dies betrifft sowohl strukturschwache Städte (z.B. Cottbus) als auch wohlhabende Industriestädte, in denen Großunternehmen dominieren (z.B. Ingolstadt). In vielen Fällen stellt der Mangel an personellen und finanziellen Ressourcen die größte Herausforderung dar, besonders in den Städten, die von Haushaltssicherungsmaßnahmen betroffen sind. Da meistens wenig Druck aus der Zivilgesellschaft erfolgt, stuft die kommunale Politik Klimathemen selten mit hoher Priorität ein, weshalb sie eine untergeordnete Rolle spielen (z.B. Brandenburg a.d.H. und Cottbus). Den-

noch ist es einigen dieser (ehemaligen) Industriestädte gelungen, Drittmittel über Förderprogramme des Bundes oder der EU einzuwerben, um ambitionierte Klimamaßnahmen zu entwickeln und umzusetzen (z.B. Gelsenkirchen und Oberhausen).

Einen besonderen Typus stellen **Welterbestädte** dar, die sich etwa durch bedeutsame historische Innenstädte auszeichnen und in denen der Tourismus zentral ist. Eine besondere Rolle nehmen hierbei Städte ein, denen ein UNESCO-Welterbestatus verliehen wurde. Während bisherige Studien (Irmisch 2020; Kern et al. 2021a) nahelegen, dass es im Hinblick auf Aspekte der Nachhaltigkeit Synergien zwischen Klimaschutz bzw. Klimaanpassung und Denkmalschutz geben kann, dominieren in der Fallstadt Regensburg eindeutig die Hindernisse und Konflikte zwischen den Bereichen. Wir vermuten, dass dies durch die Art des Welterbes oder der historischen Altstadt bedingt ist („steinerne Stadt“), welche schwer mit Maßnahmen zur Klimaanpassung in Einklang zu bringen ist (z.B. Verschattungen und Begrünungen).

Bei Städten, die im Rahmen einer **Städteregion** eng miteinander kooperieren, konnten wir in einigen Fällen positive Effekte dieser institutionalisierten Formen der Kooperation und Koordination auf die Klimapolitik beobachten. Dies betrifft sowohl das Bergische Städtedreieck mit Solingen, Wuppertal und Remscheid (z.B. gemeinsame Forschungsprojekte) als auch Erlangen, Fürth und Nürnberg innerhalb der Metropolregion Nürnberg (z.B. gemeinsamer Klimaschutzbericht der Städteachse Nürnberg – Fürth – Erlangen – Schwabach). Für Aachen innerhalb der Städteregion Aachen konnte dies jedoch nicht bestätigt werden. Grund hierfür ist, dass es anders als im Bergischen Städtedreieck oder der Metropolregion Nürnberg in der Städteregion Aachen nur eine Großstadt gibt, der dann wiederum Kooperationspartner fehlen. Dies ist weitgehend der Tatsache geschuldet, dass kleinere Kommunen meist nicht über die Kapazitäten verfügen, um Klimapolitik in einem ähnlichen Umfang zu gestalten wie Großstädte.

3.3.3 Weiterer Forschungsbedarf

Die Pfadanalysen in den 17 Fallstudienstädten und die Städteprofile der insgesamt 104 Großstädte und kreisfreien Mittelstädte ermöglichen eine detaillierte Einordnung und einen Vergleich der Aktivitäten der größeren Städte in Deutschland. Dennoch bilden die 104 betrachteten Städte trotz ihrer rund 28 Millionen Einwohner:innen nur einen Bruchteil der Realität in den über 11.000 Kommunen in Deutschland ab. Zukünftige Forschungsarbeiten sollten die Möglichkeiten der Klimapolitik in kleineren Kommunen in den Blick nehmen, die über viel geringere Ressourcen und Handlungskapazitäten verfügen als die im Rahmen von ExTrass untersuchten Städte. In diesem Zusammenhang bietet sich auch ein Blick auf die Landkreisebene an: Kleinere Kommunen schließen sich zunehmend innerhalb ihrer Landkreise zusammen und entwickeln gemeinsame regionale Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte. Deren Ausgestaltung und Bedeutung ist bisher jedoch noch nicht erforscht worden.

Außerdem hat sich die Situation bereits während und nach dem Abschluss des ExTrass-Projekts in einigen deutschen Städten gewandelt, was die derzeit große Dynamik im Forschungsfeld der kommunalen Klimapolitik untermauert. In der Zwischenzeit wurden zum Beispiel neue Klimaschutzziele beschlossen, Konzepte fortgeschrieben, weitere Wissensgrundlagen erstellt oder zahlreiche neue Stellen in der Stadtverwaltung eingerichtet. Zudem hat die Hochwasserkatastrophe in West- und Mitteleuropa im Juli 2021 in einigen Fallstudienstädten, insbesondere in Aachen, Solingen, Wuppertal und Oberhausen, zu erheblicher Zerstörung und

auch Todesopfern geführt. Inwiefern diese Ereignisse Auswirkungen auf die zukünftige Klimaanpassungspolitik der direkt betroffenen oder vielleicht auch der nicht betroffenen Städte haben werden, lässt sich noch nicht abschätzen und weist auf einen Bedarf an weiterer Forschung.

3.4 Rolle und Bedeutung der Bundesländer

3.4.1 Vorgehen

Die in Kap. 3.2 und 3.3 vorgestellten Pfadanalysen in insgesamt 20 deutschen Städten (3 in den Fallstudienstädten und 17 weitere in ausgewählten deutschen Städten) ermöglichen eine Bewertung, welche Ereignisse und Initiativen von Schlüsselakteur*innen und welche strukturellen Merkmale und Prägungen die Entwicklung klimaresilienter Städte begünstigen. Wir haben gezeigt, dass viele Städte Treiber der Klimapolitik sein können, die weit mehr machen, als nur Vorgaben umzusetzen, die auf höherer Ebene beschlossen werden. Dennoch kann der Erfolg in der lokalen Klimapolitik auch entscheidend von der Dynamik im deutschen und europäischen Mehrebenensystem abhängen. Neben der EU- und der Bundesebene sind in Deutschland besonders die Bundesländer einflussreiche Akteure, die vielfältige – und unterschiedlich ambitionierte – Antworten auf den Klimawandel finden. Städte stehen klimapolitisch wiederum mit allen Ebenen, von regional bis europäisch, in Kontakt.

Basierend auf einer umfassenden Dokumentanalyse (z.B. Klima- und Energiegesetze, Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte) haben wir die Klima- und Energiepolitik aller 16 deutschen Bundesländer analysiert (vgl. Eckersley et al. 2021 und 2023). Ein besonderer Fokus lag bei unserer Untersuchung auf der Institutionalisierung von Klimapolitik auf Länderebene (z.B. durch Schaffung von Institutionen und Verabschiedung von Gesetzen) sowie auf der Förderung kommunaler Aktivitäten im Klima- und Energiebereich. Da viele Bundesländer im Bereich der Klimaanpassung noch wenig aktiv sind, lag der Fokus unserer Studie stärker auf der Energie- und Klimaschutzpolitik der Länder, einem Bereich, in dem die meisten Bundesländer bisher deutlich mehr unternommen haben als in der Klimaanpassung. Im Rahmen der Studie entstanden umfangreiche Profile aller 16 Bundesländer, deren klima- und energiepolitische Aktivitäten auf insgesamt 183 Seiten zusammenfasst wurden (vgl. Eckersley et al. 2021).

3.4.2 Zentrale Ergebnisse

Die klimapolitischen Ansätze der Bundesländer unterscheiden sich deutlich, aus mehreren Gründen. Durch die Hinwendung zu regenerativen Energien wie Wind und Sonne gewinnen naturräumliche Besonderheiten, Siedlungsstruktur und Flächenverfügbarkeit an Bedeutung. Auch die Wirtschaftsstruktur in Verbindung mit dem traditionellen Energiemix wirken sich aus. Zugleich haben die Bundesländer eine besondere Verbindung zu Städten und Kommunen: Zwar garantieren Grundgesetz und Landesverfassungen die kommunale Selbstverwaltung, die Länder haben jedoch die Aufsicht über die Kommunen und können ihnen neue Pflichtaufgaben zuweisen, wobei sie nach dem Konnexitätsprinzip verpflichtet sind, ihnen in diesem Fall auch entsprechende Finanzmittel zuzuweisen. Zugleich haben alle 16 Bundesländer Energieagenturen eingerichtet, um das Lernen und die Vernetzung der Kommunen bei energiepolitischen Fragen zu unterstützen. So beeinflussen die Länder lokale Klimastrategien. Aus unserer Analyse leiten wir fünf klimapolitische Grundtypen ab, in die sich die 16 Bundesländer einteilen lassen:

Zu den **Kohleländern** gehören Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, das Saarland, Sachsen-Anhalt und Sachsen, deren Wirtschaftsstruktur und Energieproduktion deutlich von Abbau und Nutzung von Stein- und Braunkohle geprägt sind bzw. waren. Sie haben tendenziell höhere Treibhausgasemissionen pro Kopf als andere Länder, wozu jedoch auch der Umstand beiträgt, dass Emissionen dort gezählt werden, wo sie anfallen, und nicht dort, wo etwa Energie konsumiert wird. Die fünf Länder waren und sind Netto-Energieexporteure. Obwohl alle Kohleländer Klimaschutzinitiativen vorantreiben, bleibt ihr Ambitionsniveau insgesamt hinter dem anderer Länder wie auch der Bundesebene zurück. Zwar verabschiedete NRW als erstes Bundesland überhaupt (und als einziges Kohleland) ein Klimaschutzgesetz mit verbindlichen Reduktionszielen für Treibhausgasemissionen und gründete als erstes Land in den 1990er Jahren eine Energieagentur. Auch beteiligt es sich als einziges Kohleland an der Under2 Coalition, einem globalen Netzwerk von Regionen, die sich für den Klimaschutz einsetzen. Jedoch war mit dem Wechsel von einer rot-grünen zu einer schwarz-gelben Regierungskoalition im Jahr 2017 ein partieller Rückbau klimapolitischer Strukturen und ein Fokuswechsel von Klimaschutz zu Klimaanpassung zu beobachten, etwa bei der Förderung kommunaler Aktivitäten wie Zertifizierungen (z.B. European Energy Award). Brandenburg und Sachsen-Anhalt stellen den Ausbau erneuerbarer Energieerzeugung sowie Initiativen zum Ausbau klimafreundlicher Industriezweige in den Mittelpunkt ihrer Klimapolitik. In seiner Energiestrategie aus dem Jahr 2012 formulierte Brandenburg beispielsweise das Ziel, den regenerativen Anteil der Energieerzeugung bis 2030 auf 32 % anzuheben, insbesondere durch die Ausweisung von 2 % der Landesfläche für die Windenergieerzeugung.

Als **Atom- und Solarenergieländer** deckten Baden-Württemberg und Bayern traditionell einen großen Teil ihres Energiebedarfs aus Kernenergie und waren in Folge des Beschlusses zum Atomausstieg 2011 gezwungen, sich umzuorientieren. Dies geschah in erster Linie durch einen massiven Ausbau der Solarenergie, der allerdings zu einem Großteil privat bzw. durch die EEG-Umlage finanziert wurde. Beide Länder haben früh Umweltpolitik (1970er-Jahre) und Klimapolitik (1990er-Jahre) institutionell verankert. Baden-Württemberg verabschiedete 2013 nach NRW das zweite Landes-Klimagesetz mit verbindlichen Reduktionszielen, Bayern verabschiedete ein entsprechendes Gesetz 2020. Beide Länder gehören der Under2 Coalition an, in der Baden-Württemberg eine Führungsrolle einnimmt. Besonders ausgeprägt ist in Baden-Württemberg die Unterstützung (etwa durch regionale Energieagenturen), finanzielle Förderung und Verpflichtung der Kommunen (über ein verbindliches Abkommen mit Kommunalverbänden) im Sinne eines verstärkten lokalen Klimaschutzes. Beim Ausbau der Windenergie verhalten beide Länder sich dagegen zurückhaltender als andere Flächenländer.

Die **Windenergieländer** Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein verfügen über günstige naturräumliche Gegebenheiten für Windkraftanlagen und haben sich im Zuge der Energiewende von Energie importierenden Ländern mit einem hohen Anteil von Nuklearenergie am Energiemix zu den führenden Produzenten von Windenergie, sowohl an Land als auch Offshore, entwickelt. Regenerative Energien wurden zu wichtigen Wirtschaftsfaktoren. Die Länder Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern sind heute Netto-Energieexporteure. Alle drei Länder haben sich zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen verpflichtet, wobei die Vorgaben in den beiden westlichen Bundesländern ehrgeiziger und

verbindlicher (durch Klimaschutzgesetze) ausfallen als in Mecklenburg-Vorpommern. Schleswig-Holstein verpflichtet seine Kommunen zu Klimaschutz. Niedersachsen verfügt zwar bundesweit über die größte regenerative Energieindustrie, subventioniert aber auch weiterhin in großem Umfang fossile Energieträger.

Die **Energieimportländer** Hessen, Rheinland-Pfalz und Thüringen verfügten in der Vergangenheit nicht über große fossile oder Kernenergiesektoren und werden auf absehbare Zeit von Energieimporten abhängig bleiben, da ihnen die räumlichen Voraussetzungen für bedarfsdeckende regenerative Energieerzeugung fehlen. Dennoch sind die Länder klimapolitisch aktiv und gehören der Under2 Coalition an. Hessen verfügt seit 2008 über eine integrierte Nachhaltigkeitsstrategie und Reduktionsziele für Treibhausgasemissionen, jedoch nicht über ein Klimaschutzgesetz. Das Land fördert intensiv kommunale Aktivitäten im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative („Kommunalrichtlinie“). Rheinland-Pfalz hat sich gesetzlich auf Reduktionsziele verpflichtet. Bei der Umsetzung der Ziele liegt der Fokus darauf, die vergleichsweise vielen sehr kleinen Kommunen des Landes bei klimapolitischer Kooperation zu unterstützen. Thüringen reduzierte seine Treibhausgasemissionen von 1990 bis 2020 um 61 % (der größte Rückgang aller Bundesländer) und deckt heute einen großen Teil seines Energiebedarfs aus regenerativen Quellen. Als einziges ostdeutsches Bundesland außerhalb Berlins verabschiedete es 2018 ein Klimaschutzgesetz mit verbindlichen Reduktionszielen.

Die **Stadtstaaten** Berlin, Bremen und Hamburg verfügen nicht über die Voraussetzungen für großflächige regenerative Energieerzeugung. Sie sind von Energieimporten sowie fossiler Energieerzeugung im eigenen Territorium abhängig und decken nach wie vor den Großteil ihres Energiebedarfs aus fossilen Quellen. Zwar haben sich alle drei Länder gesetzlich auf anspruchsvolle Ziele zur Reduktion von Treibhausgasemissionen verpflichtet, jedoch verfügen sie nur auf der Nachfrageseite (etwa im Verkehr sowie bei Bau und Gebäudesanierung) über günstige Voraussetzungen, diese Ziele einzuhalten. Klimaschutzmaßnahmen treiben sie entsprechend überwiegend im Rahmen ihrer jeweiligen Stadtentwicklungs- und Planungspolitiken voran. In größerem Umfang als die meisten Flächenländer betreiben die Stadtstaaten außerdem eine ausgeprägte Klimaanpassungspolitik, welche die hohe Gefährdung der großstädtischen Bevölkerung durch Hitzewellen und Starkregenereignisse reflektiert und sich auch in den Rankings (vgl. Kap. 2) niederschlägt.

3.5 Fazit

Die Ergebnisse der Pfadanalysen, bei denen sowohl Klimaschutz als auch Klimaanpassung im Mittelpunkt standen, decken sich in vielen Punkten mit denen der bundesweiten Bestandsaufnahme der kommunalen Klimaanpassung (vgl. Kap. 2). In allen untersuchten Fallstudienstädten begannen die Klimaschutzaktivitäten (zum Teil deutlich) früher als die Klimaanpassungsaktivitäten. Seit knapp 30 Jahren engagieren sich einige Städte für den Klimaschutz. Sie verringern Treibhausgasemissionen, indem sie etwa Elektromobilität, Radwege und den öffentlichen Verkehr ausweiten oder Gebäudemodernisierungen fördern. Angesichts extremer Wetterereignisse kamen in jüngerer Zeit weitere Maßnahmen für die Anpassung an den Klimawandel hinzu, wie z.B. die Flächenentsiegelung oder Stadt- und Gebäudebegrünung, um eine natürliche Kühlung und Versickerung zu fördern.

Städtische Klimapolitik ist zunächst ganz klar eine Ressourcenfrage. Große Städte mit einem größeren Budget für Klimapolitik können sich Fachabteilungen und feste Stellen für Klimaschutz und/oder Klimaanpassung eher leisten, während kleinere Kommunen oft bestenfalls auf Fördermittelbasis tätig sind und Klimamanager:innen nur befristet beschäftigen können. Dennoch haben auch einige kleinere Großstädte und auch Mittelstädte Erfolge erzielen können. Manche Städte sind überaus aktiv in internationalen Netzwerken, erhalten Preise für ihre Klima- und Nachhaltigkeitspolitik oder präsentieren sich als Vorbilder. Andere verfügen über sehr fortschrittliche Konzepte und Maßnahmen, kommunizieren dies aber weniger nach außen, denn sie haben weniger Interesse oder schlicht keine Kapazitäten, ein internationales Profil zu bilden.

Einige Städte sind weiterhin stark auf Klimaschutz fokussiert und haben erst spät begonnen, Klimaanpassungskonzepte zu entwickeln. Andere stellen die Klimaanpassung von Anfang an in den Vordergrund. Wieder andere, wie etwa das bayerische Würzburg, starteten insgesamt spät in eine eigene Klimapolitik, adressieren nun aber beide Handlungsfelder gemeinsam.

Zwar haben einige Städte wie beschrieben proaktiv gehandelt und nicht auf Vorgaben oder Empfehlung höherer politischer Ebenen gewartet. Dennoch sollten Kommunen stets im Zusammenspiel mit diesen politischen Ebenen betrachtet werden. Der Erfolg kommunaler Klimapolitik hängt nämlich oft auch entscheidend von den Aktivitäten und Angeboten der EU, des Bundes und der Bundesländer ab. Für viele deutsche Städte waren etwa die Förderungen von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten (über die Kommunalrichtlinie des Bundes) oder die Teilnahme an Zertifizierungsprogrammen wie dem European Energy Award (gefördert von einigen Bundesländern) von großer Bedeutung.

Literatur

*in ExTrass entstanden

Birkland, T.A. (2006): *Lessons of disaster. Policy change after catastrophic events* (American governance and public policy series). Washington, D.C: Georgetown University Press.

Clar, C.; Steurer; R. (2019). Climate change adaptation at different levels of government: Characteristics and conditions of policy change. *Natural Resources Forum* 43 (2): 121–131. DOI: <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12168>.

Eckersley, P. (2017): Cities and climate change: How historical legacies shape policy-making in English and German municipalities. *Politics* 37(2): 151–166. DOI: <https://doi.org/10.1177/0263395716670412>.

Eckersley, P. (2018): *Power and Capacity in Urban Climate Governance: Germany and England Compared*. Oxford: Peter Lang. DOI: <https://doi.org/10.3726/b11754>.

*Eckersley, P.; Kern, K.; Haupt, W.; Müller, H. (2021): *The Multi-level Context for Local Climate Governance in Germany: The Role of the Federal States*. (IRS Dialog; Band 2021, Nr. 3). Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner. Verfügbar unter: https://leibniz-irs.de/fileadmin/user_upload/Transferpublikationen/2021/IRS_Dialog_multi-level_governance.pdf.

*Eckersley, P.; Kern, K.; Haupt, W.; Müller, H. (2023): *Climate Governance and Federalism. The case of Germany*. In: Jodoin, S.; Setzer, J. (Hg.): *Climate Governance and the Practice of Federalism*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Göpfert, C.; Wamsler, C.; Lang, W. (2019): A framework for the joint institutionalization of climate change mitigation and adaptation in city administrations. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 24(1): 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-018-9789-9>.
- Göpfert, C.; Wamsler, C.; Lang, W. (2020): Enhancing structures for joint climate change mitigation and adaptation action in city administrations – empirical insights and practical implications. *City and Environment Interactions* 8: 100052. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100052>.
- *Haupt, W.; Kern, K. (2020): Entwicklungspfade von Klimaschutz und Klimaanpassung in Remscheid. Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung (IRS), Erkner. Verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/handle/10419/214661>.
- Haupt, W.; Chelleri, L.; van Herk, S.; Zevenbergen, C. (2020): City-to-City Learning within Climate City Networks: Definition, Significance, and Challenges from a Global Perspective. *International Journal of Urban Sustainable Development* 12 (2): 143–59. DOI: <https://doi.org/10.1080/19463138.2019.1691007>.
- *Haupt, W.; Eckersley, P.; Kern, K. (2022). How can ‘ordinary’ cities become climate pioneers? In: Howarth, C.; Lane, M.; Slevin, A. (Hg.): *Addressing the Climate Crisis: Local Action in Theory and Practice*. London: Palgrave. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-79739-3_8.
- *Haupt, W.; Kern, K. (im Erscheinen): Explaining climate policy pathways of unlikely city pioneers: the case of the German city of Remscheid. *Urban Climate*.
- Heidrich, O.; Dawson, R.J.; Reckien, D.; Walsh, C.L. (2013): Assessment of the Climate Preparedness of 30 Urban Areas in the UK. *Climatic Change* 120 (4): 771–84. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0846-9>.
- Irmisch, J.L. (2020). *Kulturerbe Autofrei. Alternative Mobilitätskonzepte als Strategien für Zukunftsfähige Weltkulturerbe-Städte: Eine Fallstudie am Beispiel Eines Autofreien Welterbes in Bamberg*. Masterthesis, Universität Greifswald.
- *Irmisch, J.L.; Haupt, W.; Eckersley, P.; Kern, K.; Müller, H. (2022): Klimapolitische Entwicklungspfade deutscher Groß- und Mittelstädte. *IRS-Dialog; Band 2022, Nr. 2*. Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner. Verfügbar unter: <https://leibniz-irs.de/medien/irs-dialog/klimapolitische-entwicklungspfade-deutscher-gross-und-mittelstaedte>.
- Johnson, C.L.; Tunstall, S.M.; Penning-Rowsell, E.C. (2005): Floods as Catalysts for Policy Change: Historical Lessons from England and Wales. In *International Journal of Water Resources Development*, 21 (4): 561–575. DOI: <https://doi.org/10.1080/07900620500258133>.
- *Kern, K.; Niederhafner, S.; Stumpp, I. (2018): Fallstudienanalyse: Entwicklungspfade von Potsdam und Würzburg. In: Thieken, A.H. et al.: *Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen - Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten*. Universität Potsdam. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-416068>.
- Kern, K. (2019): Cities as Leaders in EU Multilevel Climate Governance: Embedded Upscaling of Local Experiments in Europe. *Environmental Politics*, 28(1), 125-145. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1521979>.
- *Kern, K.; Irmisch, J.; Odermatt, C.; Haupt, W.; Kissling-Näf, I. (2021a): Cultural Heritage, Sustainable Development, and Climate Policy: Comparing the UNESCO World Heritage Cities of Potsdam and Bern. *Sustainability*, 13(16): 9131. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13169131>.

- *Kern, K.; Haupt, W.; Niederhafner, S. (2021b): Entwicklungspfade städtischer Klimapolitik: Bedeutung von Schlüsselereignissen und Schlüsselfiguren für die Klimapolitik in Potsdam, Remscheid und Würzburg. *disP: The Planning Review*, 57(4): 32-49. DOI: <https://doi.org/10.1080/02513625.2021.2060576>.
- Kingdon, J.W. (1984): *Agendas, alternatives, and public policies*. Boston: Little, Brown.
- Mintrom, M. (2019): *Policy Entrepreneurs and Dynamic Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Olazabal, M.; De Gregorio Hurtado, S.; Olazabal, E.; Pietrapertosa, F.; Salvia, M.; Geneletti, D.; Alonzo, D.; Feliú, E.; Di Leo, S.; Reckien, D. (2014): How Are Italian and Spanish Cities Tackling Climate Change? A Local Comparative Study. Basque Centre for Climate Change (BC3) Working Paper Series. Verfügbar unter: <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/14270/BC3WP201403.pdf>.
- Olazabal, M.; Ruiz De Gopegui, M. (2021): Adaptation Planning in Large Cities Is Unlikely to Be Effective. *Landscape and Urban Planning* 206 (September 2020): 103974. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103974>.
- *Otto, A.; Göpfert, C.; Thieken, A.H. (2021a.): Are Cities Prepared for Climate Change? An Analysis of Adaptation Readiness in 104 German Cities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26 (8): 35. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09971-4>.
- *Otto, A.; Kern, K.; Haupt, W.; Eckersley, P.; Thieken, A.H. (2021b): Ranking Local Climate Policy: Assessing the Mitigation and Adaptation Activities of 104 German Cities. *Climatic Change* 167 (1–2): 5. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03142-9>.
- Pierson, P. (2000): Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics. *American Political Science Review* 94(2): 251–267. DOI: <https://doi.org/10.2307/2586011>.
- Reckien, D.; Flacke, J.; Dawson, R.J.; Heidrich, O.; Olazabal, M.; Foley, A.; Hamann, J. J.P.; Orru, H.; Salvia, M.; De Gregorio Hurtado, S. et al. (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 (1–2): 331–40. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0989-8>.
- Reckien, D.; Flacke, J.; Olazabal, M.; Heidrich, O. (2015): The Influence of Drivers and Barriers on Urban Adaptation and Mitigation Plans — An Empirical Analysis of European Cities. *PLOS One* 10 (8): 1–21. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135597>.
- Reckien, D.; Salvia, M.; Heidrich, O.; Church J.M.; Pietrapertosa, F.; De Gregorio-Hurtado, S.; D'Alonzo, V.; Foley, A.; Simoesi, S.G.; Krkoska, E. et al. (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* 191 (2018): 207–19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.220>.
- Salvia, M.; Reckien, D.; Pietrapertosa, F.; Eckersley, P.; Spyridaki, N.A.; Krook-Riekkola, A.; Olazabal, M.; De Gregorio-Hurtado, S.; Simoesi, S.G.; Geneletti, D. et al. (2021): Will Climate Mitigation Ambitions Lead to Carbon Neutrality? An Analysis of the Local-Level Plans of 327 Cities in the EU. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135: 110253. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110253>.
- Sharp, E.; Daley, D.; Lynch, M. (2011): Understanding Local Adoption and Implementation of Climate Change Mitigation Policy. *Urban Affairs Review* 47(3): 433–457. DOI: <https://doi.org/10.1177/1078087410392348>.
- Yeo, J.; Knox, C. (2019): Public Attention to a Local Disaster Versus Competing Focusing Events: Google Trends Analysis Following the 2016 Louisiana Flood. *Social Science Quarterly*, 100 (7): 2542–2554. DOI: <https://doi.org/10.1111/ssqu.12666>.

Zahran, S.; Brody, S.; Vedlitz, A.; Grover, H.; Miller, C. (2008): Vulnerability and Capacity: Explaining Local Commitment to Climate-Change Policy. *Environment and Planning C. Government and Policy*, Volume: 26 issue: 3: 544-562. DOI: <https://doi.org/10.1068/c2g>.

4. Risikowahrnehmung und Risikokommunikation⁶

Susann Ullrich, Antje Otto, Timo Hautz, Philipp Rocker, Rabea Schulz, Hannah Sausen

4.1 Einführung: Forschungsfragen und Zielgruppen

Seit Jahren beobachten Organisationen des Katastrophenschutzes, dass die Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung bei Schadensereignissen, wie z. B. Starkregenereignissen, sinkt. Zudem gehen die zunehmenden Hitzewellen der letzten Jahre mit erschreckend hohen Mortalitätsraten einher (an der Heiden 2019; 2020). Deshalb sollte in ExTrass untersucht werden, wie stark das Risikobewusstsein in Bezug auf Hitze und Starkregen in der Bevölkerung ausgeprägt ist bzw. ob und wie sich die Menschen darauf vorbereiten oder Kommunen vulnerable Bevölkerungsgruppen dabei unterstützen können. Hierzu wurden die Wahrnehmung und der Umgang mit den Risiken, die sich durch Hitze und Starkregen ergeben, in der Bevölkerung mittels Befragungen und Beobachtungen erfasst.

Potenzielle Lücken in der Sensibilisierung und Anpassung sollten durch geeignete Risikokommunikationsmaterialien geschlossen werden. Um jedoch Dopplungen mit bereits existierenden Informationsmaterialien zu vermeiden, wurde zunächst eine Recherche bereits verfügbarer Risikokommunikationsmaterialien zu Hitze und Starkregen durchgeführt. Bei der Entwicklung neuer Kommunikationsmaterialien haben wir besonders darauf geachtet, dass diese ganz spezifisch gefährdete Zielgruppen in der Bevölkerung für die Risiken durch Starkregen und Hitze sensibilisieren und ihnen konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzeigen. Nach einer Evaluation der Wirksamkeit dieser Materialien flossen sie in eine effektive Risikokommunikationsstrategie für Kommunen ein.

Nicht alle Bevölkerungsgruppen sind von den potenziellen Auswirkungen von Hitze und Starkregen gleichermaßen betroffen, es lassen sich für beide Gefährdungen potenziell besonders vulnerable Risikogruppen ausmachen. Eine stark durch Hitze gefährdete Gruppe sind Senior:innen und Menschen mit chronischen Vorerkrankungen, insbesondere des Herz-Kreislauf-Systems, weil sich dieses im Alter oder bei bestimmten Erkrankungen weniger flexibel an die Umgebungsbedingungen anpassen kann. Aber auch Kleinkinder stellen eine vulnerable Gruppe dar, weil ihre Wärmeregulation noch nicht voll ausgeprägt ist und sie sich noch nicht selbst schützen und für eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr sorgen können. Deshalb standen neben der Allgemeinbevölkerung, welche auch weitere vulnerable Zielgruppen wie Schwangere, psychisch Erkrankte, Obdachlose oder im Freien arbeitende Menschen einschließt, insbesondere Betreuungseinrichtungen für Senior:innen und Kleinkinder (Kindertagesstätten) im Fokus bei der Entwicklung von Risikokommunikationsmaterialien zu Hitze.

Mit Blick auf Starkregen und eine angepasste Bauvorsorge ist die vordergründig betroffene und somit zu sensibilisierende Zielgruppe die der Hauseigentümer:innen und derjenigen, die einen Hausbau planen. Nur diese Personen können bauliche Vorsorgemaßnahmen an ihren Gebäuden vornehmen oder einplanen. Doch während eines Starkregenereignisses sind je

⁶ Die in ExTrass erstellten Materialien für die Risikokommunikation stehen unter <https://www.uni-potsdam.de/de/extrass/projektthemen/risikowahrnehmung-und-kommunikation> zum Herunterladen bereit. Weitere Beiträge für die Praxis sind unter folgendem Link zu finden: <https://www.uni-potsdam.de/de/extrass/beitraege-fuer-die-praxis>.

nach topografischen und baulichen Gegebenheiten alle Einwohner:innen einer Stadt gefährdet und sollten wissen, wie sie sich in solch einem Fall am besten verhalten.

Da die Kommunikation von Risiken am wirkungsvollsten ist, wenn sie direkt auf eine Zielgruppe zugeschnitten ist, haben wir die aufgeführten vulnerablen Zielgruppen separat untersucht bzw. spezifische Kommunikationsmaterialien für sie entwickelt. Im Folgenden werden die Maßnahmen und Ergebnisse separat für die Allgemeinbevölkerung, für Betreuungseinrichtungen und für Kommunen dargestellt.

4.2 Die Allgemeinbevölkerung als Zielgruppe

4.2.1 Risikowahrnehmung (Erfassung des Ist-Zustands)

4.2.1.1 Haushaltsbefragung zu Hitze

Zwischen August und Oktober 2019 wurde eine Haushaltsbefragung zum Thema Hitze in den Fallstudienstädten Potsdam, Remscheid und Würzburg durchgeführt. Zum Teil wurde die Befragung telefonisch durchgeführt (900 Personen), es konnte aber auch über einen Online-Fragebogen daran teilgenommen werden (517 Personen), der in den drei Städten über Flyer und Poster beworben wurde. Zudem wurde eine Anzeige auf Facebook geschaltet und eine Pressemitteilung herausgegeben, die große Medienaufmerksamkeit auf sich zog. Die Befragungsdaten wurden umfassend ausgewertet und die wichtigsten Ergebnisse in Form von stadtspezifischen Flyern zusammengefasst (Universität Potsdam 2020a; 2020b; 2020c). Wissenschaftlich wurden Ergebnisse bislang auf mehreren Konferenzen präsentiert (Heidenreich et al. 2021; Heidenreich & Thieken 2021; Holzen et al. 2021; Otto et al. 2020a) und werden in zwei wissenschaftlichen Artikeln präsentiert (Heidenreich & Thieken im Review; Holzen et al. eingereicht).

Die Befragungsdaten zeigen, dass sich die allgemeine Bevölkerung an Hitze anpasst, also z. B. mehr Flüssigkeit zu sich nimmt, vor allem nachts lüftet und sich möglichst im Schatten aufhält, und von Hitzewarnungen größtenteils über klassische Medien wie dem Fernsehen oder Radio erfährt. Ein in die Befragung integriertes Experiment zeigt, dass eine Kombination der Warnung mit Verhaltenshinweisen das potenzielle Wissen darüber, welche Maßnahmen zur Minderung der Hitze ergriffen werden können, verbessert und die Intention zum Ausführen bestimmter Anpassungsmaßnahmen vergrößert. Die Befragung offenbart auch, dass während einer Hitzewelle die Innenstädte und der öffentliche Nahverkehr am heißesten wahrgenommen werden, wohingegen Grünflächen im Stadtgebiet (Parks, Gärten, Wälder) bei Hitze als kühle Rückzugsorte wertgeschätzt werden. Aber auch Defizite, z. B. beim Angebot und Zustand von Trinkwasserbrunnen, wurden festgestellt.

4.2.1.2 Beobachtungen und Befragung in Potsdamer Parks

In Anlehnung an die Beobachtungen und Befragungen von Besucher:innen bei Hitze während der Würzburger Landesgartenschau 2018 (Heidenreich et al. 2019a; 2019b; 2021) wurden vom 15. Juli bis zum 22. August 2020 Beobachtungen von über 4.400 Nutzer:innen von Potsdamer Parks an Hitze- und Sommertagen durchgeführt. Dabei wurden Verhaltensanpassungen bei Hitze erfasst, z. B. in Form von verminderter körperlicher Aktivität, verstärktem Trinkverhalten oder angepasster Kleidungswahl (Publikation in Vorbereitung). Da diese Beobachtungen aufgrund der Reisebeschränkungen wegen der Corona-Pandemie nicht in allen drei Fall-

studienstädten durchgeführt werden konnten, wurden sie in Potsdam in drei Parks mit unterschiedlichen Nutzergruppen durchgeführt: Im Schlosspark Sanssouci gibt es einen hohen Anteil an Tourist:innen (auch wenn diese sich aufgrund der Corona-Pandemie im Jahr 2020 vor allem auf Besucher:innen aus dem Umland beschränkten); im Volkspark halten sich vorwiegend Potsdamer:innen und darunter viele Familien auf, da es mehrere (Wasser-)Spielflächen für Kinder gibt; und im Neuen Garten verbringen neben Besucher:innen der historischen Schlösser auch viele junge Anwohner:innen ihre Freizeit, weil der Park an den Heiligen See grenzt, in dem auch gebadet werden kann. Die Beobachtungen wurden durch eine Befragung von 280 Parkbesucher:innen zu ihrer Parknutzung und der empfundenen Belastung durch die Umgebungstemperatur begleitet (Holzen 2021; Holzen et al. eingereicht).

Insgesamt ließ sich feststellen, dass an sehr heißen Tagen weniger ältere Menschen (> 60 Jahre) die Parks besuchten. Über alle Altersgruppen hinweg sank mit steigender Temperatur das Aktivitätslevel, am ausgeprägtestens war dies bei Kindern und älteren Menschen zu beobachten. Die Besucher:innen hielten sich zudem an heißen Tagen vermehrt im Schatten auf, nutzten Kopfbedeckungen und tranken mehr Wasser. Die Anzahl Badender im Heiligen See war an heißen Tagen wesentlich höher als an normalen Sommertagen, während die Anzahl aktiv Sport Treibender auf den Sportflächen im Volkspark bei Hitze abnahm. Die Befragungen zeigten, dass mit steigender Temperatur auch die generelle Risikowahrnehmung in Bezug auf Hitze und der Glaube an den Klimawandel leicht anstiegen.

4.2.1.3 Analyse von Rettungseinsatzzahlen bei Hitze

Da zunehmend heiße und langanhaltende Sommerperioden für viele vulnerable Personengruppen ein gesundheitliches Risiko darstellen, sind sie auch für das Gesundheitswesen und die Rettungsdienste relevant. Am Beispiel der ExTrass-Fallstudienstadt Würzburg haben wir daher den Effekt von Hitze auf die Alarmierungen im Rettungsdienst untersucht. Im Rahmen einer Masterarbeit wurden bereits 2018 von der Rettungsleitstelle Würzburg zur Verfügung gestellte, straßengenaue Einsatzdaten zu Notrufen aus den Jahren 2011 bis 2016 mit Blick auf Hitzetage analysiert (Schneider 2018). Da es 2018 und 2019 sehr heiße Sommer gab, wurde diese Analyse zum Einfluss der Temperatur auf die täglichen Alarmierungszahlen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen und deren räumliche Verteilung in Würzburg mit Daten bis einschließlich 2019 ergänzt (Schneider et al., eingereicht; Universität Potsdam 2021). Aufgrund der Covid-19-Pandemie wurde auf weitere Datenanfragen bei den hoch belasteten Rettungsdiensten, Feuerwehren und Krankenhäusern der anderen Fallstudienstädte verzichtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass bereits ab der Überschreitung einer Tagesmaximaltemperatur von 25 °C die Notrufe zu Herz-Kreislauf-Problemen stark zunehmen. An einem Hitzetag mit einer Höchsttemperatur von mindestens 33 °C gehen bis zu einem Drittel mehr kreislaufbedingte Notrufe ein als an einem Tag mit 20 °C Höchsttemperatur. Insbesondere in den Stadtteilen, die in der ausgeprägten Kessellage Würzburgs liegen, u. a. die Altstadt, und sich somit im Sommer stark überwärmen, häufen sich an Hitzetagen die Alarmierungen für Herz-Kreislauf-Erkrankungen.

4.2.1.4 Haushaltsbefragungen zu Starkregen

Zwischen Juli und November 2019 wurden im Rahmen einer Online-Befragung von Starkregen betroffene Haushalte in den Gemeinden Potsdam, Remscheid und Leegebruch zu ihren Erfahrungen mit Starkregen befragt. 279 Haushalte nahmen an dieser Befragung teil. Von April bis

Juni 2020 wurden weitere Haushalte in Berlin befragt, so dass insgesamt ausgefüllte Fragebögen von 394 Haushalten vorlagen. In der Befragung ging es um den Erhalt von Warnungen vor dem Starkregenereignis, um getroffene Vorsorgemaßnahmen sowie durch den Starkregen entstandene Schäden und Schadenskompensationen. Die Ergebnisse wurden in einem Flyer über die ExTrass-Webseite der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt (Universität Potsdam 2020d), auf einer Konferenz vorgestellt (Dillenardt et al. 2021a) und in einer wissenschaftlichen Publikation und einem Bericht veröffentlicht (Berghäuser et al. 2021; Dillenardt et al. 2021b).

37 % der Befragten gaben an, dass sie keine Warnung vor dem Starkregenereignis erhalten haben. Befragte, die gewarnt wurden, erhielten die Warnung meist via Wetter-App oder Radio. Im Mittel wurden Betroffene ca. Acht Stunden vor dem Eintreten des Ereignisses gewarnt. Gut drei Viertel der Befragten hatten sich vor dem Ereignis bereits über Vorsorgemaßnahmen informiert, z. B. über Internetrecherchen, Gespräche mit Freund:innen und Bekannten sowie durch Informationssendungen im Fernsehen oder Radio. Während 69 % der Befragten vor dem Ereignis mindestens eine Vorsorgemaßnahme umgesetzt hatten, waren es nach dem Ereignis 78 %. Die häufigste Maßnahme vor dem Ereignis war die Errichtung einer in Richtung Straße abfallenden Einfahrt sowie der Abschluss einer Elementarschadenversicherung. Nach dem Ereignis wurden meistens Pumpen nachgerüstet. Bei 39 % der Befragten entstand durch das Starkregenereignis ein finanzieller Schaden. Knapp die Hälfte von ihnen hatte zum Zeitpunkt der Befragung keine Schadenskompensationen erhalten. Wenn eine Kompensation der Schäden erfolgte, dann am häufigsten über eine Versicherung.

Zudem wurde im Rahmen von ExTrass im August 2021, veranlasst durch die verheerenden Überflutungen in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen im Juli 2021, eine Online-Befragung zur Warnsituation in den betroffenen Gebieten durchgeführt (Thieken et al. 2022). Insgesamt nahmen 1.348 Personen daran teil. Die Auswertungen legen dar, dass ca. ein Drittel der Befragten nicht gewarnt wurde und von den Gewarnten knapp die Hälfte nicht wusste, wie sie sich und ihren Haushalt vor dem Hochwasser schützen hätte können. Zudem wurde die Schwere des bevorstehenden Ereignisses deutlich unterschätzt. Die Ergebnisse wurden auf verschiedenen Konferenzen vorgestellt und im Parlamentarischen Untersuchungsausschuss V (Hochwasserkatastrophe) des Landtags von Nordrhein-Westfalen zu den Überflutungen aufgegriffen.

4.2.2 Erstellung von Materialien für die Risikokommunikation

Im Bereich der Hitzevorsorge wurden in den letzten Jahren bereits von anderen Institutionen zahlreiche, teils umfassende Risikokommunikationsmaterialien erstellt, mit denen sich Kommunen an ihre Bevölkerung richten können. Unter den vielen Materialien sei hier explizit auf den Hitzeknigge (UBA 2021a) als eine Broschüre, die von den Städten um eigene Informationen angereichert werden kann, hingewiesen. Darüber hinaus bietet die Schattenspende-Kampagne (UBA 2021b) eine Vielzahl konkreter Ideen und Vorschlägen für die kommunale Risikokommunikation zu Hitze an. Anstatt weitere Materialien für die Kommunikation zum Thema Hitze mit der Allgemeinbevölkerung als Zielgruppe zu entwickeln, war es unser Bestreben, die vorhandenen Materialien besser bekannt zu machen und Städten eine strategische und zielgruppenspezifische Risikokommunikation nahezu legen. Hierfür wurde in ExTrass ein

„Wegweiser für eine wirksame Kommunikation mit der Allgemeinbevölkerung zu Hitze und Starkregen“ entwickelt (siehe Abschnitt 4.4.2.2).

Für das Themenfeld Starkregen existieren nach unserem Stand des Wissens keine aktuellen Informationsmaterialien, welche von Städten kostenfrei genutzt und mit ihren ortsspezifischen Informationen ergänzt werden können. Daher wurden im Projekt ExTrass zwei individualisierbare Flyer erstellt: ein Flyer zur Starkregenvorsorge, der sich in erster Linie an Hauseigentümer:innen richtet (Universität Potsdam 2022a), und ein zweiter zum richtigen Verhalten im Falle eines Starkregens, der sich an die breite Bevölkerung richtet (Universität Potsdam 2022b). Die Inhalte beider Flyer wurden sowohl mit Vertreter:innen von Städten als auch vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) diskutiert und anschließend überarbeitet. Kommunen können diese Flyer entweder direkt nutzen oder – für eine noch zielgerichtetere und effektivere Information ihrer Bevölkerung – verschiedene Inhalte wie das Logo der Stadt, Kontaktdetails, Links zu weiterführenden Informationen, Fotos eines lokalen Starkregenereignisses und ggf. einen Ausschnitt aus einer vorhandenen Starkregengefahrenkarte webbasiert ergänzen bzw. austauschen. Die Flyer sind unter www.starkregenvorsorge-flyer.de zu finden.

4.3 Betreuungseinrichtungen als Zielgruppe

4.3.1 Risikowahrnehmung (Erfassung des Ist-Zustands)

4.3.1.1 Fachpersonalbefragung zu Hitze

Medizinisches Personal sowie Betreuungspersonal in Senioreneinrichtungen und Kindertagesstätten tragen bei Hitzewellen eine besondere Verantwortung gegenüber vulnerablen Gruppen wie älteren Menschen oder Kindern. Um ihre Sensibilisierung für die gesundheitlichen Risiken durch Hitze sowie ihr Repertoire an Anpassungsmaßnahmen zu erfassen, wurde im Zeitraum von September bis November 2019 eine Befragung in Arztpraxen, Apotheken, Kindertagesstätten und Senioreneinrichtungen zum Thema Hitze durchgeführt. Die Mitarbeiter:innen konnten postalisch, online oder telefonisch an der Befragung teilnehmen. Insgesamt nahmen Personen – meist in leitender Funktion – aus 105 Einrichtungen in Potsdam, Remscheid und Würzburg teil, was einer Rücklaufquote von knapp 13 % entspricht.

Die Auswertung der Befragung zeigt, dass bereits in vielen Einrichtungen Belastungen durch Hitze auftreten. So wird der Arbeitsplatz an Hitzetagen insbesondere in Kindertagesstätten und teilweise auch in Pflegeeinrichtungen und Arztpraxen als (sehr) belastend heiß wahrgenommen, während Apotheker:innen aufgrund der Nutzung von Klimaanlage ihren Arbeitsplatz als angenehm kühl bewerteten. Die Hitzebelastung führt zu erhöhtem Stress bei den Mitarbeitenden und zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der betreuten Personen. Insbesondere in Kindertagesstätten scheinen Warnungen und Informationen zum Thema Hitze seltener anzukommen. Eine strukturierte Vorbereitung auf Hitzetage in Form eines Hitzeaktionsplans gibt es bislang in den wenigsten Einrichtungen. Etwa 80 % der Betreuungseinrichtungen wünschen sich eine direkte Warnung bei bevorstehender Hitze, z. B. per E-Mail. Eine wesentliche Erkenntnis der Befragung ist, dass sich insbesondere Kindertagesstätten eher schlecht für den Umgang mit Hitzewellen vorbereitet fühlen und demzufolge die Risikokommunikation hier verbessert werden sollte.

Die Kerneergebnisse dieser Fachpersonalbefragung wurden in Form eines Flyers (Universität Potsdam 2020e) als Informationsmaterial an alle sozialen Betreuungseinrichtungen in Potsdam, Remscheid und Würzburg verschickt (zusammen mit den Handlungsempfehlungen, siehe Abschnitt 4.3.2.1). Zudem wurden die Ergebnisse auf einer Konferenz präsentiert (Ullrich et al. 2021) und flossen in den Workshop zur Hitzevorsorge ein (siehe Abschnitt 4.4.3.2 und Otto et al. 2021a). Darüber hinaus sind zwei wissenschaftliche Publikationen dazu in Vorbereitung.

4.3.1.2 Interviews in Betreuungseinrichtungen

Soziale Einrichtungen wie Kindergärten, Senioreneinrichtungen oder Krankenhäuser verfügen über Notfallpläne, die u. a. Brandfälle oder personelle Engpässe abdecken. In ExTrass sollte überprüft werden, ob solche Notfallpläne auch bereits die Auswirkungen von Hitze und Starkregen berücksichtigen bzw. sollten sie dementsprechend angepasst werden. Da Anfragen bei Einrichtungen in den ExTrass-Fallstudienstädten ergaben, dass für die meisten Betreuungseinrichtungen keine Notfallpläne für Extremwetterereignisse vorlagen, wurden Interviews durchgeführt, um Informationen über die Betroffenheit und den Umgang der Einrichtungen mit solchen Ereignissen zu erhalten. Dazu wurden in den drei Fallstudienstädten Interviews mit insgesamt vier Senioreneinrichtungen, fünf Kindertagesstätten, je einem Träger einer Senioreneinrichtung und einer Kindertagesstätte sowie drei Krankenhäusern auf Basis eines Interviewleitfadens geführt. Hierbei wurden folgende Themen angesprochen:

- Vorhandensein und Anwendung von Notfallplänen
- Hitze:
 - o Erfahrungen mit Hitzewellen
 - o Bauliche Voraussetzungen und mögliche Maßnahmen
 - o Umgang: Handlungsanweisungen, Schwellenwerte, vorhandene Verhaltensmaßnahmen, Verbesserungspotenzial
- Starkregen:
 - o Erfahrungen mit Starkregen
 - o Bauliche Voraussetzungen und mögliche Maßnahmen
 - o Umgang: Verhaltensmaßnahmen, Verbesserungspotenzial
- Bewusstsein bezüglich behördlicher Unterstützungsangebote
- Allgemeine Informationen zur Einrichtung

Außer einer Senioreneinrichtung verfügte keine der interviewten Einrichtungen über niedergeschriebene Pläne zum Umgang mit Hitze oder Starkregen. Hitze besitzt für die Einrichtungen eine deutlich größere Relevanz als Starkregen, da nur wenige Einrichtungen bisher von Starkregenereignissen betroffen waren. Trotz der Erkenntnis, dass Hitze immer wieder auf die Einrichtungen einwirken wird, folgen entsprechende Schlussfolgerungen und Handlungen bisher nur verzögert. Bei Kindertagesstätten stellt besonders das plötzliche Auftreten von Hitze ein Problem dar, während bei Senioreneinrichtungen vor allem die Länge der Hitzebelastung problematisch ist. Bislang getroffene Maßnahmen beruhten vor allem auf Erfahrungswerten oder dem „gesunden Menschenverstand“ der Mitarbeiter:innen und weniger auf wissenschaftlichen oder behördlichen Empfehlungen. Keine Einrichtung gab explizit an, behördliche Beratungsangebote genutzt zu haben. Basierend auf den in den Einrichtungen umgesetzten

Maßnahmen und den genannten Verbesserungsmöglichkeiten wurden im Anschluss die unter 4.3.2.1 aufgeführten Handlungsempfehlungen entwickelt.

4.3.2 Erstellte Materialien der Risikokommunikation

4.3.2.1 Handlungsempfehlungen für Kindertagesstätten und Pflegeeinrichtungen

Die unter 4.3.1.2 erläuterten Interviews dienen zusammen mit einer Literaturrecherche als Basis zur Erstellung eines umfassenden Maßnahmenkataloges für soziale Betreuungseinrichtungen zum Umgang mit Hitze und Starkregen. Dieser ist als möglichst vollständige Auflistung von Maßnahmen zu betrachten, die Kindertagesstätten und Pflegeeinrichtungen vor und während Extremwetterereignissen ergreifen können. Hierzu zählen bauliche Maßnahmen im Innenraum bzw. am Gebäude und im Freien, schadensmindernde Verhaltensmaßnahmen für den Ereignisfall sowie Tipps bezüglich einer temperaturangepassten Ernährung von Kindern bzw. Senior:innen.

Nach einer erklärenden Einleitung werden die Maßnahmen übersichtlich und nach folgenden drei Themenbereichen unterteilt aufgelistet (JUH & Universität Potsdam 2020a; 2020b; 2020c; 2020d):

1. Präventive und vorbereitende Maßnahmen
2. Maßnahmen im Eintrittsfall
3. Leitfaden zur Erstellung einrichtungsbezogener Notfallpläne

Die Handlungsempfehlungen wurden Mitte 2020 postalisch an sämtliche Kindertagesstätten und Pflegeeinrichtungen in Remscheid, Potsdam und Würzburg verteilt und nach ihrer Evaluation durch Fragebögen (siehe 4.3.3.2) und Workshops mit den Einrichtungen (4.3.3.1) an Träger und Kommunen deutschlandweit per E-Mail verschickt (siehe 4.3.3.3). Zudem stehen sie auf der ExTrass-Webseite zum freien Download zur Verfügung.

4.3.2.2 Online-Hitze-Fortbildung für Pflegeeinrichtungen

Nachdem eine Hitzefortbildung für Mitarbeiter:innen von Betreuungseinrichtungen in Präsenz aufgrund der COVID-19-Pandemie nicht möglich war, wurde eine Online-Schulung entwickelt. Um eine höhere Nachhaltigkeit zu gewährleisten, wurde eine eLearning-Einheit entwickelt. Diese Fortbildung richtet sich an das Pflegefachpersonal in Pflege- bzw. Senioreneinrichtungen, da diese eine besonders vulnerable Bevölkerungsgruppe (im Folgenden: Risikogruppe) betreuen sowie gleichzeitig auch selbst durch Hitze in ihrer Arbeit erheblich beeinflusst werden können.

In der Online-Fortbildung wird zunächst die Relevanz der Thematik im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der einhergehenden steigenden Häufigkeit von Extremwetterereignissen verdeutlicht. Um die verschiedenen Risikogruppen kennenzulernen, können die Nutzer:innen ihr vorhandenes Wissen zunächst in einem Quiz testen. Im Anschluss werden die relevanten Informationen über besonders vulnerable Gruppen zusammengefasst dargestellt und auch gesondert auf das Betreuungspersonal selbst als Risikogruppe eingegangen. Hiernach wird der medizinische Hintergrund mit entsprechenden Notfallbildern sowie Erste-Hilfe-Maßnahmen erläutert. Zur Selbstüberprüfung erfolgt anschließend jeweils ein Quiz. Präventionsmaßnahmen und Maßnahmen für den Eintrittsfall sind aus den entwickelten Handlungsempfehlungen (siehe 4.3.2.1) eingeflossen und können in interaktiven Szenarien erkundet werden.

Zur Verbesserung der Didaktik wurden 33 Illustrationen professionell erstellt, die Krankheitsbilder und Maßnahmen veranschaulichen.

4.3.3 Evaluation der Materialien

4.3.3.1 Evaluation der Handlungsempfehlungen durch Workshops

Zur Evaluation und Überarbeitung der Handlungsempfehlungen wurden drei Workshops mit Vertreter:innen von Betreuungseinrichtungen und deren Trägern in den drei Fallstudienstädten teils in Präsenz und teils online durchgeführt. Insgesamt nahmen 32 Vertreter:innen teil, wobei Kindertagesstätten deutlich stärker vertreten waren als Senioreneinrichtungen.

Die Diskussionen der Vertreter:innen aus den Einrichtungen untereinander dienten zunächst dem Austausch über Erfahrungen mit Hitze und Starkregen. Des Weiteren wurden die bestehenden Lösungsansätze aus den Handlungsempfehlungen in Hinblick auf ihre Umsetzbarkeit, Praxistauglichkeit und Relevanz diskutiert und bewertet sowie fehlende Aspekte durch die Vertreter:innen ergänzt. Das Feedback aus den Workshops sowie aus den unter 4.3.3.2 und 4.3.3.3 erläuterten Befragungen diente als Basis für formale und inhaltliche Anpassungen der Handlungsempfehlungen.

4.3.3.2 Evaluation der Handlungsempfehlungen durch Einrichtungen

Beim postalischen Versand der Handlungsempfehlungen an sämtliche Kindertagesstätten und Pflegeeinrichtungen in Remscheid, Potsdam und Würzburg wurden Feedbackbögen und Antwort-Rückumschläge beigelegt, um die Wertschätzung und den Nutzen der Empfehlungen auch quantitativ abschätzen zu können. Im Fragebogen ging es vor allem darum, wie neu, interessant, hilfreich und anwendbar die Einrichtungen die Handlungsempfehlungen empfinden und welche Maßnahmen sie sich vorstellen können umzusetzen. Von insgesamt 350 angeschriebenen Einrichtungen haben 37 ausgefüllte Feedbackbögen zurückgeschickt, was einer Rücklaufquote von etwa 12 % entspricht.

Insgesamt wurden die Handlungsempfehlungen von den Einrichtungen als sehr interessant und hilfreich bewertet, auch wenn die meisten Inhalte bekannt waren. Sie wurden z. B. als gut geeignet empfunden, um auch neue Mitarbeiter:innen für solche Thematiken zu sensibilisieren und vorzubereiten. Insgesamt wird die Gefährdung einer Einrichtung bzw. der betreuten Personen durch Hitze als deutlich höher angesehen als durch Starkregen. Aber auch das Wissen um mögliche Schutz- und Vorsorgemaßnahmen ist in Bezug auf Hitze größer als für Starkregen. Von den in den Handlungsempfehlungen aufgeführten Maßnahmen werden einige bereits in den Einrichtungen angewendet. Umfangreichere bauliche Vorsorgemaßnahmen können viele Einrichtungen nicht ergreifen, weil ihnen die dafür benötigten Gelder fehlen oder Zuständigkeiten in den Händen anderer liegen, z. B. weil die Räumlichkeiten nur gemietet sind. Wegen geringer personeller Kapazitäten sehen es die meisten Einrichtungen als unwahrscheinlich an, dass sie einen Notfallplan spezifisch für Hitze oder Starkregen erstellen werden. Dies würde erst an Priorität gewinnen, wenn solche Notfallpläne gesetzlich vorgeschrieben wären, wie z. B. der Notfallplan für den Brandfall. Insgesamt möchten viele Einrichtungen weitere Maßnahmen umsetzen und wünschen sich dafür die Unterstützung der Träger oder Kommunen, meist in Form von finanziellen Fördermitteln.

4.3.3.3 Evaluation der Handlungsempfehlungen durch Träger und Kommunen

Im Juni und Juli 2021 wurden die Handlungsempfehlungen deutschlandweit an diverse Träger sozialer Einrichtungen sowie an kommunale Ämter für Gesundheit und Soziales sowie Klima und Umwelt verschickt, damit diese die Empfehlungen als Multiplikatoren in den Einrichtungen ihrer Städte weiterverteilen können. Zusätzlich wurden die Träger und kommunalen Ämter gebeten, die Handlungsempfehlungen in einer Online-Umfrage zu bewerten. Insgesamt wurden hierbei ca. 1.500 Mitarbeitende von Stadtverwaltungen und Trägereinrichtungen aus 104 Städten (dieselben Städte wie bei der Befragung in Kapitel 2, aber andere Empfänger) per E-Mail angeschrieben. Wir erhielten 333 ausgefüllte Fragebögen zurück, was einer Rücklaufquote von etwa 22,2 % entspricht.

Allgemein wurden die Handlungsempfehlungen sehr positiv bewertet. Für Hitze wurde vieles als grundsätzlich bekannt eingeschätzt, beim Thema Starkregen vieles als eher neu. Die meisten Befragten der Städte und Träger (fast 90 %) würden die Handlungsempfehlungen an ihre Einrichtungen weiterleiten, ein Großteil davon auch regelmäßig, z. B. jährlich vor der Hitzeperiode. Von den etwa 10 % der Befragten, die eine Weiterleitung der Handlungsempfehlungen nicht in Erwägung ziehen, begründet dies knapp die Hälfte damit, dass sie bereits andere oder eigene Risikokommunikationsmaterialien für Hitze oder Starkregen verwenden. Nur vereinzelt wurde die Sorge angegeben, dass vor allem die aufgeführten baulichen Maßnahmen bei den Einrichtungen Erwartungen wecken könnten, die von den Trägern oder Städten nicht finanziert werden könnten. Die allgemeinen Einschätzungen und die zahlreichen konkreten Ergänzungs- und Überarbeitungswünsche flossen in die Überarbeitung der Handlungsempfehlungen ein. Eine wissenschaftliche Publikation zur Evaluierung der Empfehlungen wird derzeit erarbeitet.

4.4 Kommunen als Zielgruppe

4.4.1 Erfassung des Ist-Zustands kommunaler Notfallpläne

Bestehende Notfallpläne der drei Fallstudienstädte wurden im Rahmen von ExTrass daraufhin überprüft, ob und in welchem Umfang sie bereits auf die Auswirkungen des Klimawandels und damit einhergehende neue Bedrohungslagen durch langanhaltende Hitze oder Starkregen reagieren. Zunächst wurden die Rahmenbedingungen in den Städten untersucht, also gesetzliche Grundlagen, Verantwortlichkeiten und vorherrschende Risiken. Neben allgemeinen Gefahrenabwehrplänen wurden, sofern vorhanden, auch Einsatzpläne für Hochwasser und Gewässerschutz sowie Brandschutzbedarfspläne untersucht. Zusätzlich wurden Expertengespräche mit den Verantwortlichen der Leitstellen in zwei der Fallstudienstädte geführt.

Insgesamt zeigte sich, dass die Extremereignisse Starkregen und Hitze in Bedarfs- und Einsatzplänen allenfalls ansatzweise vorhanden waren. In den meisten betrachteten Dokumenten wurden sie nur kurz erwähnt oder waren gar nicht vorhanden. Eine Risikoanalyse oder spezifisch auf solche Ereignisse bezogene Gefahrensimulationen konnte nur eine der drei Städte vorweisen. Ebenso wurde festgestellt, dass die eigene Betroffenheit von Einsatzkräften sowie mögliche Betroffenheiten von Kritischen Infrastrukturen in den Plänen kaum berücksichtigt wurden. Insgesamt zeigte die Recherche verschiedene Mängel in den Notfallplänen auf, die eine Ergänzung und Überarbeitung notwendig machen, um die Resilienz der Städte, vor allem gegen Extremwetterereignisse, zu stärken.

4.4.2 Risikokommunikation (erstellte Materialien)

4.4.2.1 Checklisten für die kommunale Notfallplanung samt Evaluation

Die Ergebnisse der in 4.4.1 erläuterten Analyse der kommunalen Notfallpläne dienten als Grundlage zur Erstellung von umfangreichen Checklisten für kommunale Verwaltungen bzw. verantwortliche Ordnungsbehörden. Die Checklisten wurden mithilfe einer umfassenden Literaturrecherche um Aspekte der Anpassung an die klimatische Erwärmung erweitert.

Eine erste Version der Checkliste wurde von Vertretern der Johanniter Unfall-Hilfe e. V. mit langjähriger Erfahrung in der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr verfasst und nachfolgend einem zweistufigen Begutachtungsprozess unterzogen. Im ersten Prozessschritt wurde das Dokument innerhalb des ExTrass-Projektkonsortiums von akademischer Seite überprüft. Im zweiten Schritt haben Expert:innen mit Kenntnissen in den Bereichen Kritische Infrastruktur, Katastrophenvorsorge, kommunale Verwaltung, polizeiliche Gefahrenabwehr, nicht-polizeiliche Gefahrenabwehr und Bevölkerungsschutz das Dokument evaluiert.

Die Checklisten (Hautz et al. 2021) stehen auf der ExTrass-Webseite zum freien Download zur Verfügung und sollen Kommunen dabei helfen, bereits bestehende Notfallpläne auf Vollständigkeit zu prüfen und die Gefahrenabwehrplanung in Hinblick auf Extremwetterereignisse zu verbessern. Sie sind modular aufgebaut, so dass Passagen an die jeweiligen Verantwortlichen weitergereicht werden können.

4.4.2.2 Kommunale Wegweiser für eine wirksame Risikokommunikation zu Hitze und Starkregen

Um die Ergebnisse aus den in ExTrass erfolgten Befragungen und Analysen sowie die erstellten Risikokommunikationsmaterialien für die kommunale Arbeit nutzbar zu machen, wurden sie in zwei sogenannte „Wegweiser für eine wirksame Kommunikation zu Hitze und Starkregen“ eingebunden. Im Sinne einer zielgruppenspezifischen Risikokommunikation geht es in einem der Wegweiser um die Kommunikation mit sozialen Einrichtungen wie Kindertagesstätten und Pflegeeinrichtungen (Otto et al. 2021b) und in dem anderen mit einem etwas breiteren Fokus um die Kommunikation mit verschiedenen Zielgruppen in der Allgemeinbevölkerung (Ullrich et al. i.E.). Die beiden Wegweiser richten sich an Vertreter:innen von Stadtverwaltungen, die ihre Bevölkerung und Betreuungseinrichtungen für Hitze und Starkregen sensibilisieren möchten, damit sich diese besser auf extreme Wetterereignisse vorbereiten und im Ereignisfall adäquat verhalten. Da in kommunalen Verwaltungen meist nur begrenzte Kapazitäten und Ressourcen zur Verfügung stehen, aber dennoch möglichst viele Personen nachhaltig erreicht werden sollen, ist ein strategisches Vorgehen bei der Risikokommunikation notwendig. In diesem Sinne geben die Wegweiser zunächst Informationen zu den vulnerablen Zielgruppen, führen die Erkenntnisse aus den ExTrass-Erhebungen und Veranstaltungen an und listen dann eine Auswahl gut geeigneter externer Risikokommunikationsmaterialien zu Hitze und Starkregen als auch die im Rahmen von ExTrass erstellten Materialien auf. Anschließend geben die Wegweiser konkrete Anreize für eine effektive Verbreitung der Materialien über verschiedene Wege und zielgruppenspezifische Multiplikatoren. Zudem unterstützen sie die kommunalen Mitarbeiter:innen bei der Umsetzung, z. B. durch vorformulierte Musteranschreiben, Workshopanleitungen oder Evaluationsfragebögen. Die Wegweiser stehen auf der Internetseite von ExTrass zum Herunterladen zur Verfügung.

4.4.3 Kommunalen Austausch und Transfer

4.4.3.1 Kommunalworkshop zu Starkregen

Starkregenereignisse stellen Kommunalverwaltungen und Entwässerungsbetriebe vor neue Handlungsanforderungen. Dazu gehören u. a. die Erstellung und Anwendung von Starkregenkonzzepten und -gefahrenkarten, die Motivierung der Bevölkerung für eine stärkere Eigenvorsorge sowie die Verbesserung von Warnungen als auch die Schaffung von Entwässerungsinfrastrukturen und Grünflächen zum Zurückhalten und Versickern von Niederschlägen. Auf diese Themen fokussierte der Kommunalworkshop zur Starkregenvorsorge, der in Zusammenarbeit zwischen ExTrass und dem Synthese- und Vernetzungsprojekt Zukunftsstadt (SynVer*Z) im Oktober 2019 in Remscheid ausgerichtet wurde. Vertreter:innen von Umwelt- und Stadtplanungämtern, Klimaschutzleitstellen und städtischen Entwässerungsbetrieben aus knapp 20 Kommunen tauschten sich zu ihren Erfahrungen aus. Im Nachgang des Workshops wurde eine detaillierte Workshop-Dokumentation erstellt (Otto et al. 2020b) und eine FONANachricht (Universität Potsdam et al. 2019) herausgegeben.

4.4.3.2 Kommunalworkshop zu Hitze

In den letzten Jahren traten Hitzewellen in Deutschland gehäuft und intensiver als im Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 auf (DWD o.J.) und auch zukünftig werden Häufigkeit und Intensität von Hitzewellen weiter zunehmen (DWD 2022). Insbesondere eng bebaute und versiegelte Orte ohne Begrünung heizen sich während einer Hitzewelle verstärkt auf und weisen eine geringe nächtliche Abkühlung auf, was insbesondere für ältere Menschen, Schwangere, Kinder und für Personen mit Vorerkrankungen eine ernst zu nehmende gesundheitliche Gefahr bedeutet. Die Herausforderung für Kommunalverwaltungen besteht nun darin, die Bevölkerung, insbesondere die vulnerablen Gruppen, gut auf Hitzewellen vorzubereiten und effektive Anpassungsmaßnahmen umzusetzen, um dadurch die gesundheitlichen Auswirkungen von Hitze zu verringern. Hitzeaktionspläne bieten einen ganzheitlichen Ansatz, um diese Herausforderung anzugehen. Um deutschen Städten den Austausch zu diesen Themen, mit dem Fokus auf neue und erprobte Ansätze zur Hitzekommunikation und dabei potenziell auftretenden Hürden, zu ermöglichen, hat ExTrass im Juni 2021 einen zweitägigen Kommunalworkshop online zum Thema „Hitze- und Gesundheitsschutz“ durchgeführt. Dieser Workshop stieß mit etwa 150 Teilnehmenden aus unterschiedlichen Städten und Bereichen der Stadtverwaltungen auf eine große Resonanz und wurde in einer anschließenden Online-Befragung sehr positiv evaluiert. In einer im Anschluss verfassten Workshop-Dokumentation wurden die Vorträge und die sich anschließenden Fragen und Diskussionen zusammengefasst, die Erkenntnisse aus den Gruppendiskussionen gebündelt dargestellt sowie eine Vielzahl an weiterführenden Informationen, die während des Workshops von den Teilnehmenden angemerkt wurden, für einen größeren Kreis Interessierter zugänglich gemacht (Otto et al. 2021a).

Literatur

*in ExTrass entstanden

an der Heiden, M.; Buchholz, U.; Uphoff, H. (2019): Schätzung der Zahl hitzebedingter Sterbefälle und Betrachtung der Exzess-Mortalität; Berlin und Hessen, Sommer 2018. Epidemiologisches Bulletin 23:193 – 197. DOI: <http://dx.doi.org/10.25646/6178>.

- an der Heiden, M.; Muthers, S.; Niemann, H.; Buchholz, U.; Grabenhenrich, L.; Matzarakis, A. (2020): Heat-related mortality—an analysis of the impact of heatwaves in Germany between 1992 and 2017. *Deutsches Ärzteblatt International* 117: 603–9. DOI: 10.3238/arztebl.2020.0603.
- *Berghäuser, L.; Schoppa, L.; Ulrich, J.; Dillenardt, L.; Jurado, O. E.; Passow, C.; Mohor, G.; Seleem, O.; Petrow, T.; Thieken, A.H. (2021): Starkregen in Berlin. Meteorologische Ereignisrekonstruktion und Betroffenenbefragung. Ein Bericht der „NatRiskChange“ Taskforce 2020. Graduiertenkolleg NatRiskChange Universität Potsdam und Freie Universität Berlin. Verfügbar unter: doi.org/10.25932/publishup-50056.
- *Dillenardt, L.; Otto, A.; Heidenreich, A.; Hudson, P.; Thieken, A.H. (2021a): How to reduce the impacts of pluvial flooding: Results of a household survey in three German municipalities. Vortrag: 4th European Conference on Flood Risk Management. Science and practice for an uncertain future, 21.-25.6.2021, online. Abstract verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Abstract_Floodrisk2020.pdf.
- *Dillenardt, L.; Hudson, P.; Thieken, A.H. (2021b): Urban pluvial flood adaptation: Results of a household survey across four German municipalities. *Journal of Flood Risk Management*. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12748>.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (o.J.): Wetter- und Klimalexikon. Hitzewelle. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101094&lv3=624852>.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2022): Nationaler Klimareport, 5. überarbeitete Auflage, Deutscher Wetterdienst, Deutschland. Verfügbar unter: www.dwd.de/nationalerklimateport.
- Hautz, T.; Rocker, P.; Ruck, L.; Schmidt, S. (2021): Checklisten für Kommunen: Hitze und Starkregen. Ansätze zur Verbesserung der Bewältigung von Extremwetterereignissen und Überarbeitung eigener Notfallpläne. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Checklisten_fuer_Kommunen.pdf.
- *Heidenreich, A.; Buchner, M.; Walz, A.; Thieken, A.H. (2021): How to deal with heat stress at an open-air event? Exploring visitors’ vulnerability, risk perception, and adaptive behavior with a multi-method approach. *Weather, Climate, and Society*, 13(4): 989–1002. DOI: doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0027.1.
- *Heidenreich, A.; Thieken, A.H. (im Review): From risk communication and heat warnings to individual adaptation and coping: insights from a household survey in three German cities. *Risk Analysis*.
- *Heidenreich, A.; Thieken, A.H. (2021): Is heat a hot topic? – Exploring risk perception, risk communication, and adaptation to heat stress with a household survey. Vortrag: EGU General Assembly, 19.-30.4.2021, online. Abstract verfügbar unter: <https://meetingorganizer.copernicus.org/EGU21/EGU21-15315.html>.
- *Heidenreich, A.; Buchner, M.; Walz, A.; Thieken, A.H. (2019a): (How) Do visitors of open air events adapt to heat stress? Exploring vulnerability, risk awareness and adaptive behaviour via interviews and behavioural observations. Vortrag: International Conference on Environmental Psychology (ICEP), 4.-6.9.2019, University of Plymouth. Abstract verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Abstracts_ICEP.pdf.
- *Heidenreich, A.; Buchner, M.; Walz, A.; Thieken, A.H. (2019b): Dealing with heat stress at open air events: A multi-method approach on visitors’ vulnerability, risk awareness and adaptive behaviour. Vortrag: European Climate Change Adaptation conference (ECCA), 28.-31.5.2019, Lissabon. Abstract verfügbar unter: <https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Konferenzbeitr%C3%A4ge-ECCA-2019.2.pdf>.

- *Holzen, V. (2021): 36 Grad und es wird noch heißer – Psychologische Betrachtung des Hitzeerlebens und -verhaltens in Abhängigkeit vom Wetter. Unveröffentlichte Masterarbeit an der Universität Kassel.
- *Holzen, V.; Heidenreich, A.; Thielen, A.H. (2021): The impact of current temperature and survey method on heat risk perception and climate change belief. Poster: International Conference on Environmental Psychology (ICEP), 5.-8.10.2021, Syrakus, Italien. Poster verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Holzen_The_impact_of_current_temperature_and_survey_method_on_heat_risk_perception_and_climate_change.pdf.
- *Holzen, V.; Heidenreich, A.; Thielen, A.H. (eingereicht): The impact of temperature, survey mode, and setting on risk perception concerning climate change and heat stress.
- *JUH – Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.; Universität Potsdam (Hg.) (2020a): Handlungsempfehlungen für KITAs zum Umgang mit Hitzewellen. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Kita_Hitze.pdf.
- *JUH – Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.; Universität Potsdam (Hg.) (2020b): Handlungsempfehlungen für Pflegeeinrichtungen zum Umgang mit Hitzewellen. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Pflege_Hitze.pdf.
- *JUH – Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.; Universität Potsdam (Hg.) (2020c): Handlungsempfehlungen für KITAs zum Umgang mit Starkregenereignissen. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Kita_Regen.pdf.
- *JUH – Johanniter-Unfall-Hilfe e.V.; Universität Potsdam (Hg.) (2020d): Handlungsempfehlungen für Pflegeeinrichtungen zum Umgang mit Starkregenereignissen. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Pflege_Regen.pdf.
- *Otto, A.; Heidenreich, A.; Thielen, A.H. (2020a): Hitze in der Stadt: Was wir aus Befragungen lernen können. Vortrag: Dortmunder Konferenz Raum- und Planungsforschung, 17.-18.2.2020, Dortmund. Abstract verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Abstracts_Dortmund2020.pdf.
- *Otto, A.; Thielen, A.H.; Riechel, R.; Meves, M. (2020b): Dokumentation des Workshops „Kommunale Starkregenvorsorge: Gute Ideen austauschen und weitertragen“. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/workshop_Starkregen_19_3_online.pdf.
- *Otto, A.; Ullrich, S.; Thielen, A.H. (2021a): Dokumentation des Workshops „Kommunaler Hitze- und Gesundheitsschutz: Austausch zu Risikokommunikation und Umgang mit Hitze“. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/20220112_Hitzeworkshop_Dokumentation_mit_Evaluation_final.pdf.
- *Otto, A.; Dillenardt, L.; Heidenreich, A.; Ullrich, S.; Thielen, A.H. (2021b): Wegweiser für eine wirksame Kommunikation mit Betreuungseinrichtungen zu Hitze und Starkregen. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Wegweiser_Einrichtungen.pdf sowie https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Praxisteil_Wegweiser.doc.
- *Schneider, P. (2018): Auswirkung von städtischer Erwärmung auf Alarmierungen im Rettungsdienst. Unveröffentlichte Masterarbeit an der Universität Potsdam.
- *Schneider, P.; Thielen, A.H.; Walz, A. (eingereicht): Effects of temperature and air pollution on emergency ambulance dispatches: a time series analysis in a medium-sized city in Germany.
- *Thielen, A.H.; Bubeck, P.; Heidenreich, A.; von Keyserlingk, J.; Dillenardt, L.; Otto, A. (2022): Performance of the flood warning system in Germany in July 2021 – insights from affected residents. EGUsphere [preprint], DOI: <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-244>.

- *Ullrich, S.; Otto, A.; Heidenreich, A.; Thieken, A.H. (2021): Caring for coping? How can medical and care facilities be supported in coping with extreme heat? Poster: International Conference on Environmental Psychology (ICEP), 5.-8.10.2021, Syrakus, Italien. Poster verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/ICEP2021_Poster.pdf.
- *Ullrich, S.; Heidenreich, A.; Otto, A.; Dillenardt, L.; Thieken, A.H. (im Erscheinen): Wegweiser für eine wirksame Kommunikation mit der Allgemeinbevölkerung zu Hitze und Starkregen.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2022a): Was tun bei Starkregen? [Risikoinformation-Flyer]. Verfügbar unter: www.starkregenvorsorge-flyer.de.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2022b): Wie schütze ich mein Haus vor Starkregen? [Risikoinformation-Flyer]. Verfügbar unter: www.starkregenvorsorge-flyer.de.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2021): Welche Auswirkungen hat Hitze auf Einsätze des Rettungsdienstes in Würzburg. Auswertung von Alarmierungen im Zeitraum von 2011 bis 2019 [Ergebnis-Flyer]. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Rettungsdienste_Wuerzburg_endg..pdf.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2020a): Welche Auswirkungen hat extreme Hitze auf den Alltag in Potsdam? Ergebnisse einer Befragung von über 450 Haushalten [Ergebnis-Flyer]. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Hitzebefragung_Potsdam_online_final.pdf.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2020b): Welche Auswirkungen hat extreme Hitze auf den Alltag in Würzburg? Ergebnisse einer Befragung von über 580 Haushalten [Ergebnis-Flyer]. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Hitzebefragung_Wuerzburg_online_final.pdf.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2020c): Welche Auswirkung hat extreme Hitze auf den Alltag in Remscheid? Ergebnisse einer Befragung von über 350 Haushalten [Ergebnis-Flyer]. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Hitzebefragung_Remscheid_online_final.pdf.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2020d): Betroffenenbefragung „Starkregen im Fokus“. Insgesamt knapp 300 Haushalte in Potsdam, Remscheid und Leegebruch befragt! [Ergebnis-Flyer]. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Starkregenbefragung_online_final.pdf.
- *Universität Potsdam (Hg.) (2020e): Umgang mit Hitze in Gesundheits- und Betreuungseinrichtungen. Befragung von Fachpersonal – ausgewählte Ergebnisse [Ergebnis-Flyer]. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Hitzebefragung_Fachpersonal_online_final.pdf.
- *Universität Potsdam; Deutsches Institut für Urbanistik; DLR-PT (Hg.) (2019): FONA-Nachricht: Kommunalworkshop: Austausch und Diskussion von Strategien zur Starkregenvorsorge. Aufrufbar unter: <https://www.fona.de/de/aktuelles/nachrichten/2019/workshop-starkregen.php>.
- UBA – Umweltbundesamt (2021a): Der Hitzeknigge. Für Mensch und Umwelt. Tipps für das richtige Verhalten bei Hitze: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/210215-hitzeknigge-allgemein-web.pdf>.
- UBA – Umweltbundesamt (2021b): Schattenspender. Die Mitmach-Kampagne des UBA: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-an-den-klimawandel/anpassung-auf-kommunaler-ebene/schattenspender-die-mitmach-kampagne-des-uba>.

5. Verbesserungen der stadtklimatischen Planungs- und Entscheidungsgrundlagen

Lisa Dillenardt, Claudia Rose, Katja Schmidt

Durch die verstärkte Aufheizung von bebauten Gebieten aufgrund von Versiegelung und somit fehlenden Kühleffekten durch Verdunstung aus Boden und Vegetation sowie wärmespeichernden und reflektierenden Eigenschaften von Baustoffen sind Städte von Hitze in der Regel stärker belastet als das Umland. Dieser Effekt ist als Wärmeinsel oder auch Urban Heat Island (UHI) bekannt. Doch auch innerhalb eines Stadtgebietes können die Temperaturen erheblich variieren. Die Modellierung dieser Variabilität von Hitzebelastung und Abkühlung dient als Basis für die Erstellung stadtklimatischer Karten, welche als Planungs- und Entscheidungsgrundlagen dienen, um zukünftige Klimaveränderungen in der Stadtplanung zu berücksichtigen. Im Rahmen der Flächennutzungsplanung können damit beispielsweise strukturell Frischluftschneisen freigehalten und Kaltluftentstehungsgebiete berücksichtigt werden. Zudem geben Stadtklimakarten Aufschluss über aktuelle und potenzielle Bedarfe an Maßnahmen der Klimaanpassung, die im Rahmen der Bebauungsplanung umgesetzt werden können, wie z.B. Entsiegelungsmaßnahmen, Steigerung des Grünvolumens und weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Verdunstung.

Ziel des Arbeitspakets war es, vorhandene stadtklimatische Planungsgrundlagen der Fallstudienstädte gezielt zu verbessern. Für die Stadt Potsdam wurde die vorliegende Stadtklimakarte im Rahmen eines Unterauftrags aktualisiert (Kap. 5.1). In Remscheid wurde die Stadtklimakarte durch eine Abschätzung der Bodenkühlfunktion ergänzt (Kap. 5.2).

5.1 Stadtklimakarte Potsdam

Das Projekt zur Aktualisierung der Potsdamer Stadtklimakarte startete im September 2019 mit einer Laufzeit von zwei Jahren und zeigt die gelungene Kooperation zwischen Kommune, Universität, Landesamt für Umwelt und Deutschem Wetterdienst auf (siehe Box 1). Das Ergebnis ist ein Endbericht und Kartenmaterial zur Stadtklimakarte (IP SYSCON GmbH et al. 2022). Das Vorgehen der Erstellung und die Kernaussagen werden im Folgenden zusammengefasst, in Teilen wird er hier ausschnittsweise zitiert.

Zunächst wurde in zwei Schritten eine Klimaanalyse durchgeführt: für einen ersten Überblick in einer mesoskaligen Auflösung von 50 m, in einer weiteren Überarbeitung mit einer mikroskaligen Auflösung von 10 m für hochaufgelöste Ergebnisse. Zudem wurde für das Extremwetterereignis Starkregen eine Fließwegeanalyse vorgenommen. Eine höher Aussagefähigkeit in Bezug auf die Wasserstände im Falle eines Starkregenereignisses konnte durch die im Herbst 2020 zusätzlich durchgeführte 2D-Starkregenanalyse erreicht werden (vgl. Kapitel 5.2).

Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit anderen Städten oder für die spätere Analysen konnte dadurch gesichert werden, dass die Analysen zur Bewertung der potenziellen Hitze- und Starkregenereignisse in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3787 durchgeführt und somit ein validiertes, rechtssicheres Ergebnis erstellt wurde.

Box 1: Messkampagne in Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD)

Die Erstellung der Potsdamer Stadtklimakarte wurde von einer umfassenden Messkampagne begleitet, deren Ergebnisse das Landesamt für Umwelt (LfU) Brandenburg aufbereitet und für die Modellierung zur Verfügung gestellt hat. Hierbei wurden Klimadaten von fünf fest installierten und drei temporären Messstationen gesammelt. Die temporären Stationen wurden für die Projektlaufzeit in Absprache mit dem LfU durch den DWD aufgestellt. Die erhobenen Daten stehen für Forschungszwecke zur Verfügung. Ergänzend zu den Messstationen fanden wäh-

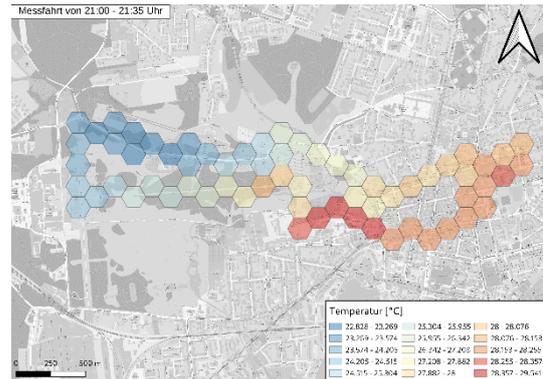


Abb. B1.2: Darstellung der Lufttemperatur mit Meteo-Bikemessungen am 09.08.20, 21:00 Uhr.

rend einer autochthonen, d. h. windschwachen, austausch- und störungsarmen, sommerlichen Wetterlage vom 8. bis zum 13.08.2020 pro Tag jeweils drei Messfahrten der mobilen Messeinheit des DWD statt (morgens: 3:00 Uhr, mittags: 13:00 Uhr, abends: 21:00 Uhr). Diese Messfahrten haben die hohe Wärmebelastung in der dicht bebauten Innenstadt und das Kühlungspotential des locker bebauten, z. T. landwirtschaftlich genutzten Stadtrands aufgezeigt (siehe Abb. B1.1). Ergänzt wurden die DWD-Messfahrten mit Meteo-Bike-Messfahrten durch Mitarbeiter:innen der Universität Potsdam (Abb. B1.2) sowie durch drohnenbasierte Vertikalsondierungen an zwei Standorten (Innenstadt und Außenbereich) durch das Büro GEO-Net.

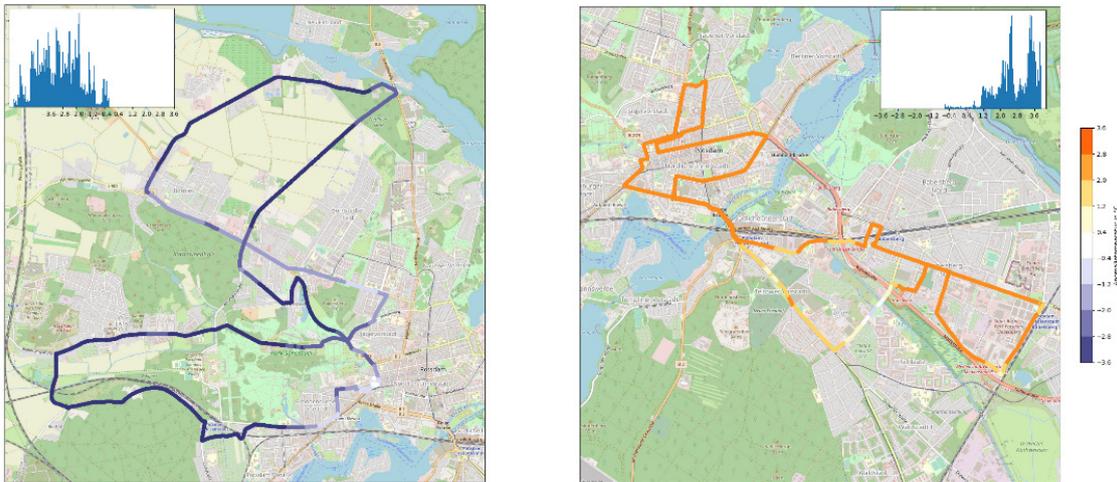


Abb. B1.1: Darstellung der Messdifferenz zwischen DWD-Messfahrt und Referenzstation Potsdam-Telegrafenberg am 09.08.20, 1:00 Uhr, Nordroute (links) und 11.08.20, 21:00 Uhr, Südroute (rechts). Die ca. 40 km lange Strecke wurde in zwei Routen geteilt zur Erfassung der offenen Stadtrandbereiche (Nord) und der Innenstadt und verdichteter Gegenden (Süd).

Aufbauend auf die durchgeführten Analysen wurden Planungshinweiskarten abgeleitet und ein konkreter Maßnahmenkatalog erstellt. Diese Ergebnisse können nun in der Flächennutzungsplanung und verbindlichen Bauleitplanung berücksichtigt werden sowie die Stadtentwicklung unterstützen. Begleitend fanden mehrere Workshops statt, in denen die Karten vorgestellt und diskutiert wurden und ihre Anwendung an konkreten Beispielen erprobt wurde.

5.1.1 Ergebnisse der Klimamodellierung

Als meteorologische Rahmenbedingung wurde eine autochthone Wetterlage (siehe Box 1) zugrunde gelegt, da sich die hitzerelevanten stadtklimatischen Effekte vor allem während wind-schwacher Strahlungswetterlagen im Sommer entwickeln. Auslöser dieser Prozesse sind die Temperaturunterschiede zwischen vergleichsweise warmen Siedlungsräumen und kühleren vegetationsgeprägten (grünen) Freiflächen, Wald und Gewässern.

Mittels der Untersuchung des bodennahen Temperaturfeldes (siehe Box 1) können Bereiche mit potenziellen bioklimatischen Belastungen abgegrenzt, Aussagen zum Auftreten von Ausgleichsströmungen getroffen und die räumliche Ausprägung sowie Wirksamkeit von Kalt- bzw. Frischluftströmungen abgeschätzt werden. Das sich um 4 Uhr in der Nacht einstellende Temperaturfeld im Untersuchungsraum umfasst Minimalwerte von 12,9 °C und Maximalwerten von bis zu 21,0 °C. „Die mittlere Temperatur innerhalb des Stadtgebietes liegt dabei bei 15,9 °C. Innerhalb der bebauten Gebiete ist die Temperaturverteilung räumlich differenziert. Im Rahmen der durchgeführten Klimamodellierung weisen die Potsdamer Innenstadt sowie größere Gewerbeflächen die höchsten Temperaturen von mehr als 20,0 °C auf, was mit dem hohen Bauvolumen und einer hohen Oberflächenversiegelung einhergeht“ (aus IP SYSCON GmbH et al. (2022), Kap. 2.4.1 Nächtliches Temperaturfeld), (siehe Abb. 5.1).

Der hohe Flächenanteil von Gewässern im Potsdamer Stadtgebiet hat einen wichtigen Einfluss auf die Temperaturverläufe: Da hier die Lufttemperaturen im Sommer tagsüber niedriger und nachts höher als in der Umgebung sind, wirken sie auf bebaute Flächen am Tage klimatisch kühlend, während sie in der Nacht deren Abkühlung verringern.

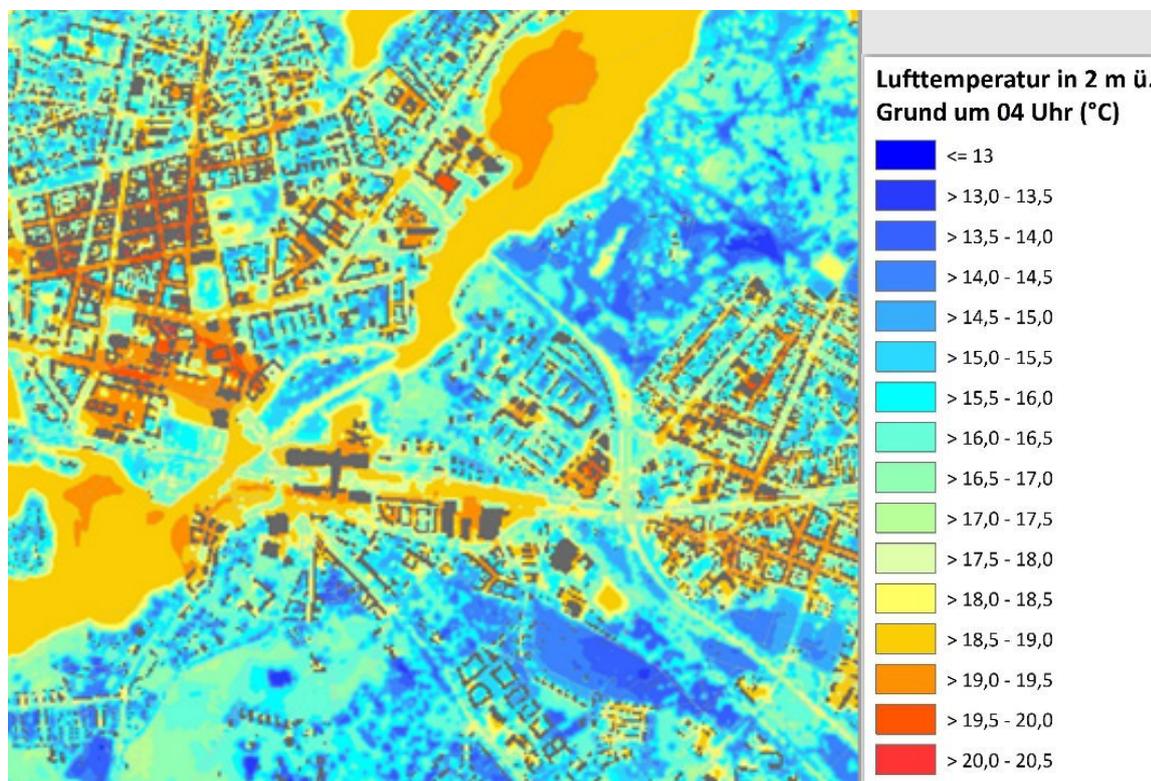


Abb. 5.1: Temperaturfeld im Bereich der Potsdamer Innenstadt zum Zeitpunkt 4 Uhr morgens (2m über Grund).

5.1.2 Bewertungskarte Stadtklima

Eine wesentliche Wirkung auf das Stadtklima haben die innerstädtischen und siedlungsnahen Grünflächen, da sie die direkte Umgebung aus mikroklimatischer Sicht positiv beeinflussen. Aus den Bewertungskarten Stadtklima lassen sich Schutz- und Entwicklungsmaßnahmen zur Verbesserung des Klimas und auch der Luft (über die Effekte der Verdünnung und des Abtransportes von Schadstoffen) ableiten. Im Fokus stehen dabei die Ziele zur Sicherung, Entwicklung oder Wiederherstellung klimaökologisch wichtiger Oberflächenstrukturen. Die zugeordneten Hinweise geben Auskunft über die Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen, aus denen sich klimatisch begründete Anforderungen und Maßnahmen im Rahmen der räumlichen Planung ableiten lassen.

Es wurde jeweils eine separate Bewertungskarte für die Nacht- und die Tagsituation erstellt. Es erfolgte eine Bewertung der bioklimatischen Belastung in Siedlungsflächen als Wirkungsraum unter Berücksichtigung der Bedeutung von Grünflächen als Ausgleichsraum. Mit der Betrachtung der Überwärmung um 04 Uhr morgens und des damit einhergehenden möglichen Wärmeinseleffekts kann die nächtliche bioklimatische Situation bewertet werden (siehe Abb. 5.2). Bewertungsgegenstand hierbei ist weniger der Aufenthalt im Freien, sondern vielmehr die Möglichkeit eines erholsamen Schlafes im Innenraum.

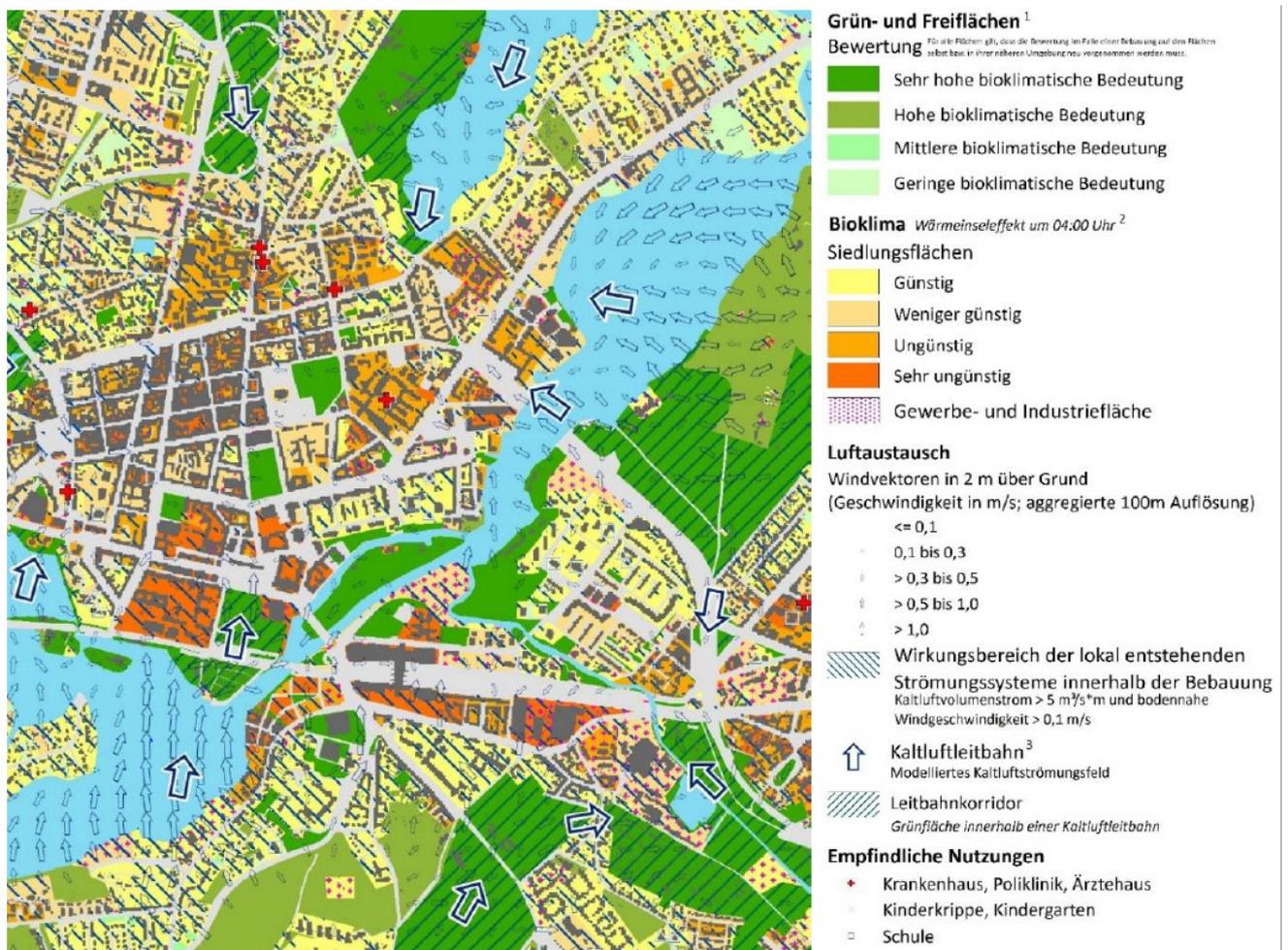


Abb. 5.2: Bewertungskarte Nachtsituation für den Bereich der Potsdamer Innenstadt.

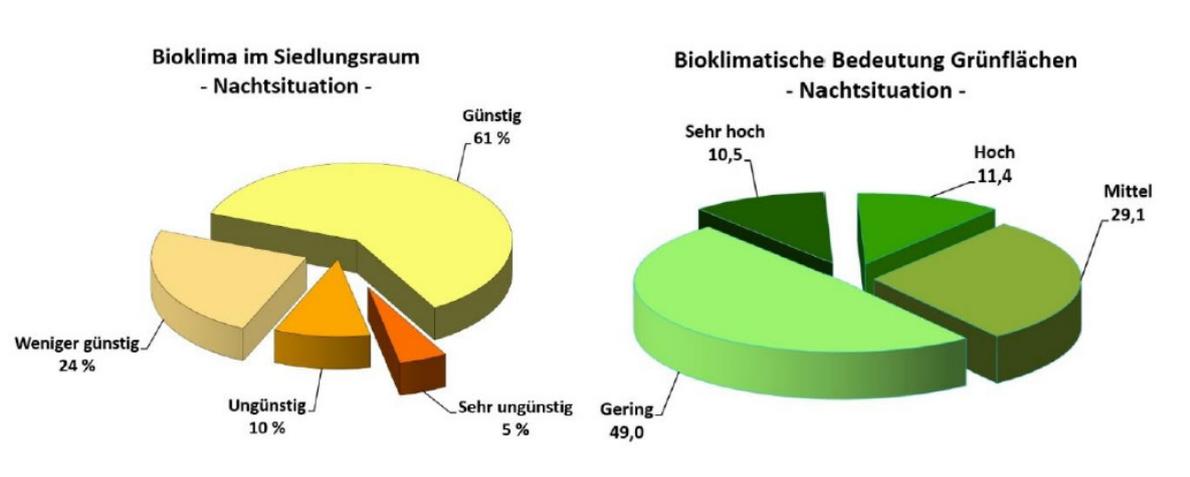


Abb. 5.3: Flächenanteile der bewerteten Nutzungsstrukturen im Stadtgebiet Potsdam (Nachtsituation).

Die Abbildung 5.3 zeigt, dass die Flächen mit einer (sehr) hohen nächtlichen Überwärmung bzw. (sehr) ungünstigen bioklimatischen Situation unter den Siedlungsflächen einen Anteil von 15 % ausmachen (Innenstadt, Gewerbeflächen, Industriegelände). Es dominieren günstige Bedingungen, welche in 61 % der Bebauung anzutreffen sind.

49 % der Grünflächen weisen eine geringe Bedeutung für das nächtliche Mikroklima in den Siedlungsflächen auf, d.h. sie erfüllen für den derzeitigen Siedlungsraum keine Funktion bzw. stellen für diesen keinen Ausgleichsraum dar. Mehrheitlich handelt es sich dabei um siedlungsferne landwirtschaftlich genutzte Flächen. Dagegen weisen immerhin 22 % der Grünflächen eine hohe bis sehr hohe bioklimatische Bedeutung auf.

Für die Tagsituation wird in erster Linie die bioklimatische Belastung von Siedlungs- und Straßenräumen durch Hitze betrachtet. Am Tage sind deutliche Unterschiede in der Aufenthaltsqualität sowohl in den bebauten bzw. versiegelten Bereichen als auch den Grünflächen zu erkennen, wie in Abbildung 5.4 dargestellt.

Für die Tagsituation wird in erster Linie die bioklimatische Belastung von Siedlungs- und Straßenräumen durch Hitze betrachtet. Am Tage sind deutliche Unterschiede in der Aufenthaltsqualität sowohl in den bebauten bzw. versiegelten Bereichen als auch den Grünflächen zu erkennen, wie in Abbildung 5.4 dargestellt.

In zahlreichen Grünflächen können Bäume durch ihren Schattenwurf und die – bei gesunden Bäumen - entstehende Verdunstungskühle für ein angenehmeres Aufenthaltsklima sorgen, da dieser den Strahlungseinfluss deutlich vermindert. Anschaulich wird das anhand der zahlreichen Parkareale im Stadtgebiet Potsdam, die oft eine moderate Wärmebelastung und zumindest mäßige Aufenthaltsqualität aufweisen (siehe Abb. 5.5).

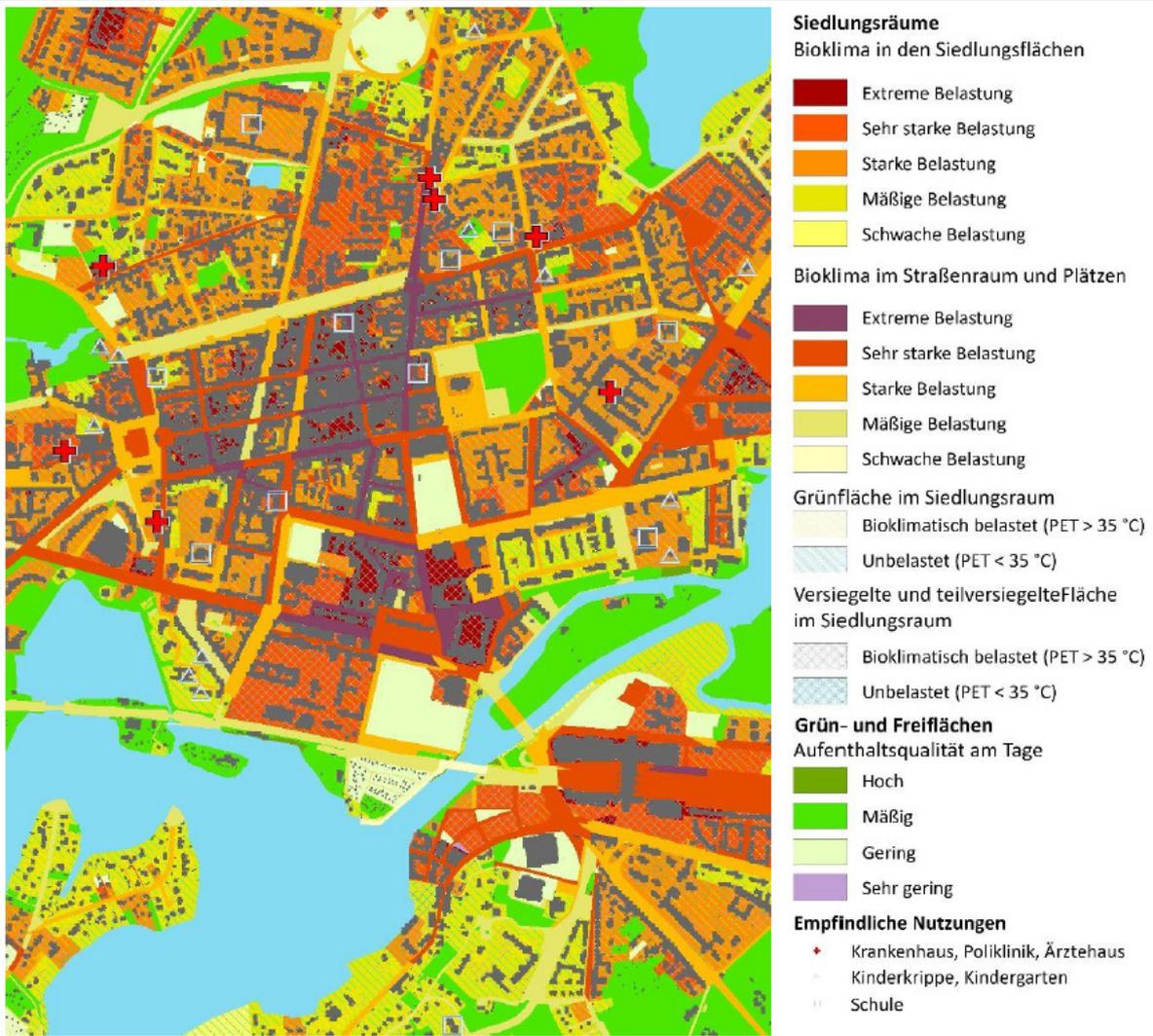


Abb. 5.4: Bewertungskarte Tagsituation für den Bereich der Potsdamer Innenstadt.

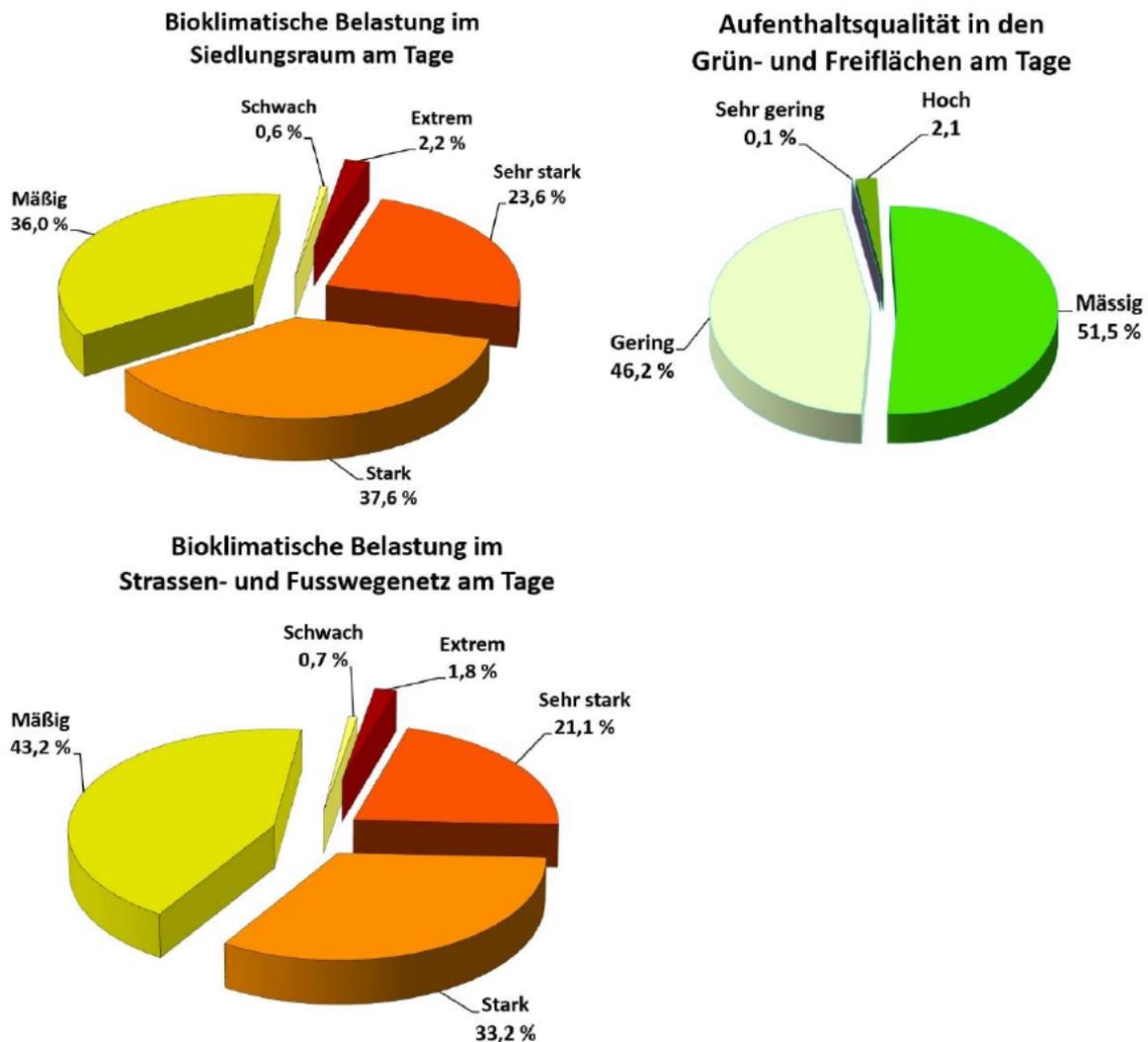


Abb. 5.5: Flächenanteile der bewerteten Nutzungsstrukturen im Stadtgebiet Potsdam (Tagsituation).

5.1.3 Planungsempfehlungen

Für Potsdam wurde ein Katalog aus 19 klimaökologisch wirksamen Einzelmaßnahmen erstellt, die in Abhängigkeit von Flächentyp und Bewertung in den Bewertungskarten zugeordnet wurden. Diese Planungsempfehlungen beschreiben Maßnahmen in den übergeordneten Kategorien „Thermisches Wohlbefinden im Außenraum“, „Verbesserung der Durchlüftung“ sowie „Reduktion der Wärmebelastung im Innenraum“.

Insbesondere in thermisch belasteten Bereichen sollte der Grünanteil im Stadtgebiet soweit möglich erhöht werden. Positive Effekte auf das Umgebungsklima weisen durch ihre Verdunstung insbesondere wasserversorgte, strukturreiche Grünflächen mit Bäumen und Sträuchern auf, die zudem durch ihren Schattenwurf die Aufenthaltsqualität erhöhen.

Darüber hinaus übernehmen Bäume (und Sträucher) im Straßenraum die Funktion der Deposition und Filterung von Luftschadstoffen und verbessern dadurch die Luftqualität. Mit Blick auf den Klimawandel sollte bei der Artenauswahl von Neu- oder Ersatzpflanzungen auf deren Hitze- und Trockenheitstoleranz geachtet werden.

Auf Grün- und Freiflächen in Innenstädten sollten möglichst vielfältige Mikroklimata anzutreffen sein, z.B. Rasenflächen, Baumgruppen. Dadurch kann ein abwechslungsreiches Angebot für die unterschiedlichen Nutzungsansprüche der Menschen (z. B. windoffene und windgeschützte Bereiche, offene „Sonnenwiesen“ als auch beschattete Bereiche) geschaffen werden. Im Idealfall entstehen vielgestaltige „Klimaoasen“. Die Abkühlung der Luft in der Nacht sowie der Aufenthalt am Tag kann durch eine optimierte, vielfältige Anordnung solcher Räume verbessert werden.

Auch bauliche Maßnahmen zur Verschattung verringern die durch direkte Sonneneinstrahlung bedingte thermische Belastung am Tage. Die Aufenthaltsqualität kann auf Straßen, Fuß- und Radwege oder Parkplätze durch Beschattung deutlich gesteigert werden, da sie weniger Wärme als die der Sonnenstrahlung ausgesetzten versiegelten Freiflächen speichern. So können auch positive Effekte hinsichtlich nächtlicher Wärmeinseln erzielt werden.

Im Maßnahmenkatalog zur Stadtklimakarte (IP Syscon et al. 2022, Kap. 5.1) wird ausgeführt: „Klimaangepasstes Bauen enthält viele der bisher genannten Maßnahmen und ist am einfachsten bei Neubauten umzusetzen. Hier bietet sich die Chance, die Gebäudeausrichtung zu optimieren und damit den direkten Hitzeeintrag zu reduzieren. Unter Berücksichtigung der Sonnen- und Windexposition sollten Gebäude so ausgerichtet werden, dass in sensiblen Räumen wie z. B. Schlafzimmern (oder auch Arbeitszimmern/Büroräumen) der sommerliche Hitzeeintrag minimiert wird. Zudem können Dach- und Fassadenbegrünungen von vornherein eingeplant werden.

Doch auch im Bestand und bei Nachverdichtungen sind Maßnahmen zur Verbesserung bzw. Berücksichtigung stadtklimatischer Belange möglich. Bei Nachverdichtung sollte insbesondere darauf geachtet werden, dass eine gute Durchlüftung gewährleistet ist. In der Regel stellt die vertikale Nachverdichtung dabei die aus stadtklimatischer Sicht weniger belastende Lösung dar, wobei die genaue Ausgestaltung im Einzelfall geprüft werden muss. Um Nachverdichtung möglichst klimaverträglich zu gestalten, gewinnt die sogenannte doppelte Innenentwicklung an Bedeutung. Ihr Ziel ist es, die Flächenreserven im Siedlungsraum nicht nur baulich, sondern auch mit Blick auf das urbane Grün zu entwickeln. Damit ergeben sich auch Schnittstellen zum Städtebau, der Freiraumplanung und dem Naturschutz. Dahingehend weisen vor allem die Siedlungsflächen mit geringer bis mäßiger nächtlicher Überwärmung ein Entwicklungspotenzial auf. Dabei handelt es sich vor allem um Bebauungstypologien mit Reihenhaus- und Zeilenbebauung.“ Beispielhaft zeigt Abbildung 5.6 den Ausschnitt einer Maßnahmenkarte.



Keine Belastung

Keine unmittelbare Notwendigkeit von Maßnahmen gegeben.



Thermische Belastung in der Nacht

Die Siedlungsflächen befinden sich im Nachbereich von Gewässern (< 50 m). Dies führt in den Nachtstunden zu einer verringerten Abkühlung. Keine Notwendigkeit von Maßnahmen.

Thermische Belastung am Tage



Gebäudenähe Verschattung durch Bäume o. Pergola; Je nach baulichen Voraussetzungen Dach- u. Fassadenbegrünung; Erhöhung der Oberflächenalbedo durch helle Farbe.



Darüber hinaus überdurchschnittlich hohe Oberflächenversiegelung. Maßnahmen zur Entsigelung empfohlen.



Neben der Wärmebelastung liegt ein überdurchschnittlich hoher Überbauungsgrad vor. Rückbau bzw. Entdichtung werden empfohlen.



Siedlungsfläche mit Wärmebelastung am Tage sowie überdurchschnittlich hohe flächenhafte und hochbauliche Versiegelung. Maßnahmen zur Entsigelung sowie Rückbau und Entdichtung empfohlen.

Thermische Belastung am Tage und in der Nacht



Hohes Belastungsniveau, daher sind Maßnahmen in diesen Siedlungsflächen prioritär. Gebäudenähe Verschattung durch Bäume o. Pergola; Je nach baulichen Voraussetzungen Dach- u. Fassadenbegrünung; Erhöhung der Oberflächenalbedo durch helle Farbe.



Darüber hinaus überdurchschnittlich hohe Oberflächenversiegelung. Maßnahmen zur Entsigelung empfohlen.



Neben der Wärmebelastung liegt ein überdurchschnittlich hoher Überbauungsgrad vor. Rückbau bzw. Entdichtung werden empfohlen.



Siedlungsfläche mit Wärmebelastung am Tage sowie überdurchschnittlich hohe flächenhafte und hochbauliche Versiegelung. Maßnahmen zur Entsigelung sowie Rückbau und Entdichtung empfohlen.



An Kaltluftleitbahn angrenzende Siedlungsfläche.

Geschlossene Randbebauung vermeiden. Bei Neubebauung Baukörperstellung beachten und Bauhöhen im Kontaktbereich niedrig halten



Keine Bewertung



Leitbahnkorridor in Grünflächen



Übrige Grünflächen im Stadtgebiet Potsdam

Abb. 5.6: Maßnahmenkarte Stadtklima für den Bereich der Potsdamer Innenstadt.

5.2 Starkregengefahrenkarte Potsdam

Starkregenereignisse nehmen an Häufigkeit zu und führen insbesondere in Städten zu Schäden an Gebäuden und Infrastruktur. Auch wenn die Landeshauptstadt Potsdam eine relativ flache Topographie aufweist, ist es auch im Hinblick auf die Auswirkungen zurückliegender Starkregenereignisse sinnvoll, eine strukturierte Analyse des gesamten Stadtgebiets vorzunehmen.

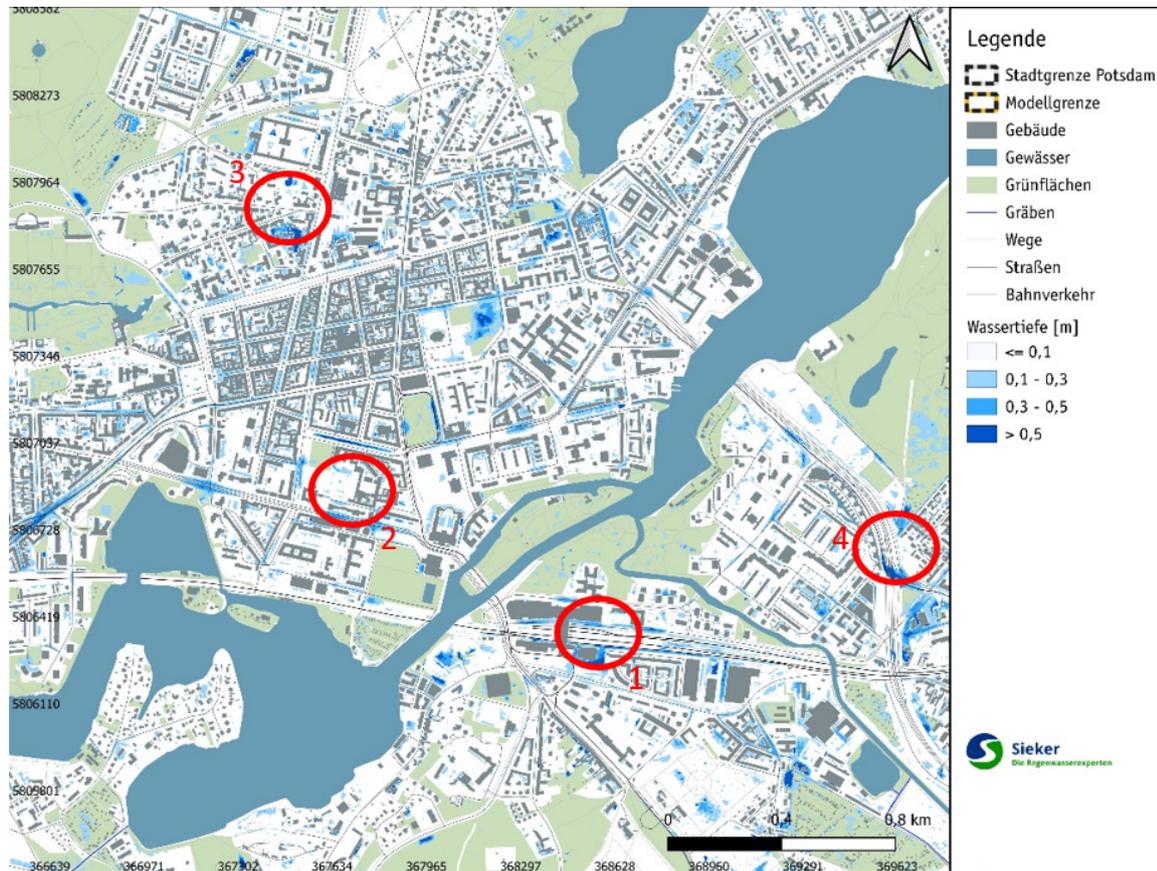


Abb. 5.7: Ergebnisse der 2D-Oberflächenmodellierung für den Bereich der Potsdamer Innenstadt.

Eine Starkregengefährdung tritt in Potsdam stark verteilt in den Siedlungsräumen auf (siehe Abbildung 5.7). Die Starkregenvorsorge muss somit neben dem gezielten Objektschutz flächendeckend angegangen werden. Potenzielle Gefahren und die daraus resultierenden zu treffenden Vorsorgemaßnahmen sind dabei sehr ortsspezifisch. Die vorhandene Stadtstrukturen, Versiegelungsgrad, Topografie, Bodenverhältnissen und ggf. vorhandene Entwässerungssysteme haben einen wichtigen Einfluss auf ein mögliches Starkregenrisiko. Bei Neubauten sollte die Starkregenvorsorge generell von Anfang an mitgedacht werden. Eine sinnvolle Synergie zwischen Starkregenvorsorge und Hitzereduktion kann Begrünung darstellen, die sowohl zur Regenretention als auch zu einer erhöhten Verdunstungsleistung beitragen kann. Insbesondere in den durch die Modellierung ermittelten überflutungsgefährdeten Gebieten sollten Retentionsräume geschaffen werden, so z.B. Retentionsdächer oder Retentionsmulden auf Grünflächen. Besonders attraktiv erscheint in Städten dabei die Multicodierung vorhandener Flächen, also deren multifunktionale Nutzung, z.B. ein temporäres Einstauen von Straßen, Stellplatzanlagen oder Sportflächen.

Grundstücksübergreifende Notwasserwege, wie Straßen, Wege, Grünflächen oder Geländemulden mit Gefälle dienen in diesen potenziellen Überflutungsgebieten dazu, die Starkregenabflüsse schadlos abzuleiten. Senken und topografisch bedingte Fließwege sollten hierbei berücksichtigt werden. Eine weitere Maßnahme zur Minimierung von Starkregenauswirkungen kann die Abkopplung von Flächen von der Kanalisation sein. Dafür muss jedoch die Rückhaltekapazität auf den Grundstücken und im Straßenraum erhöht werden. Diese kann durch vieler kleinerer Maßnahmen oder deren Kombination erreicht werden. So z.B. über Dachbegrünung, eine dezentrale Verdunstung und Versickerung in Mulden bis hin zur Entsiegelung.

Die vorliegende Starkregengefahrenkarte weist bestehende und potenzielle Überflutungsflächen und überschwemmungsgefährdete Flächen aus. Entsprechend sollten diese zum Schutz der baulichen Infrastruktur von Bebauung freigehalten werden. Ist dies nicht möglich bzw. im Bestand bieten sich zum Schutz folgende Maßnahmen an: Erhöhung von Kellerschächten und Schwellen, Einbau von Rückstauklappen, Anpassung des Gefälles oder auch die Bereitstellung mobiler Überflutungsschutzelemente. Hier ist insbesondere auch die Initiative von Privatpersonen im Rahmen der Eigenvorsorge notwendig.

5.3 Karte des Bodenkühlpotenzials Remscheid

Die Kühlfunktion urbaner Böden ist eine bedeutende Ökosystemleistung. In Anbetracht des globalen Klimawandels und zunehmender Urbanisierung gewinnt deren Schutz weiter an Bedeutung, denn anhaltende Hitzeperioden mit Tropennächten über mehrere Tage sind belastend für das Herz-Kreislaufsystem – besonders für Ältere oder Menschen mit Vorerkrankungen (UBA, 2020). Dem Schutz urbaner Bodenflächen sollte eine Bestandsaufnahme vorausgehen. Eine flächendeckende Quantifizierung der Kühlleistung von Böden ist jedoch aufwendig. Um zumindest eine Abschätzung der potenziellen Kühlfunktion flächendeckend auf Basis von frei zugänglichen Daten für Gemeinden in Deutschland mit geringem Aufwand zu ermöglichen, wurde ein GIS-basierter Workflow entwickelt und beispielhaft auf die Stadt Remscheid angewendet.

Durch die Aufnahme und Speicherung von Wasser stellen Böden ein Reservoir dar, aus dem über die Oberfläche des Bodens (Evaporation) und über den Bewuchs (Transpiration) Wasser verdunstet. Beide Prozesse werden zur Evapotranspiration (ET) zusammengefasst. Durch den Phasenübergang des Wassers während der ET wird der Umgebung Wärmeenergie entzogen, was zu einer Abnahme der Lufttemperatur führt. Wie hoch die ET und damit die Kühlleistung ist, hängt von der Menge an verfügbarem Wasser ab. Das Wasservolumen, das durch Adsorption und kapillare Kräfte in der Bodenmatrix gegenüber der Schwerkraft zurückgehalten werden kann, wird als Feldkapazität (FK) bezeichnet. Jedoch kann nur ein Teil dieses Volumens durch die Saugspannung von Wurzeln aufgenommen werden. Dieser Anteil wird als nutzbare Feldkapazität (nFK) bezeichnet und repräsentiert die potenzielle Menge an Wasser, die der ET und damit der Kühlung zur Verfügung steht.

Die räumliche Verteilung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) informiert über das potenzielle Kühlpotenzial der Böden und kann aus frei zugänglichen Geodaten flächendeckend abgeleitet

werden. Die nFK ist ein Wert der Bodenkarte (BK50) (Schrey, 2014). Für das Untersuchungsgebiet Remscheid kann dieser Datensatz als Vektordatensatz frei über das GEOportal.NRW⁷ bezogen werden. Darin sind jedoch mittlere nFK-Werte pro Bodentyp dargestellt; der Einfluss der Landnutzung auf die nFK wird nicht berücksichtigt. Jedoch wird die nFK durch Versiegelung und Verdichtung maßgeblich beeinflusst.

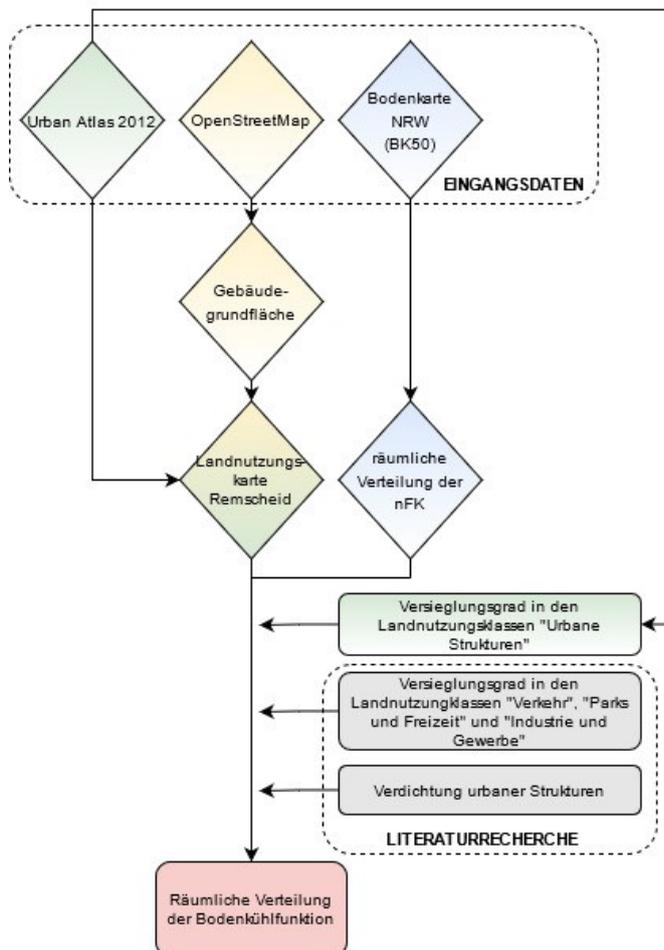


Abb. 5.8: Schematische Darstellung des Workflows zur Untersuchung der potenziellen Bodenkühlfunktion.

Abbildung 5.8 zeigt den Workflow, mit welchem die Informationen der Bodenkarte durch Informationen über die Landnutzung verschnitten wurden. In einem ersten Schritt wurde einem Landnutzungsdatensatz (UrbanAtlas, 2012⁸) die zusätzliche Klasse „Gebäudegrundfläche“, abgeleitet von OpenStreetMap⁹, hinzugefügt. In der Ergebniskarte ist die Gesamtfläche Remscheids in Landnutzungs-patches¹⁰ aufgeteilt. Diese wurde mit der Bodenkarte verschnitten, sodass jedes Patch eindeutig einer Landnutzungs-klasse und einem nFK-Wert zuzuordnen ist.

⁷ www.geoportal.nrw/

⁸ Urban Atlas — Copernicus Land Monitoring Service

⁹ www.openstreetmap.org

¹⁰ Patches sind thematisch einheitliche Flächen, welche sich aufgrund ihrer Eigenschaften klar von der Umgebung abgrenzen lassen.

Die Versiegelung und Verdichtung von Böden ist eine Folge der Bewirtschaftung. Daher kann von der Landnutzung auf den Versiegelungsgrad und die Verdichtung geschlossen werden. Der prozentuale Anteil versiegelter Flächen je Landnutzungspatch (fS) wurde auf Basis der Art der Landnutzung, der Sichtung von Orthofotos und einer Literaturrecherche bestimmt. Zur Abschätzung des Verdichtungsfaktors (fD) wurden Daten aus der Literatur verwendet (Marcotullio et al., 2008). Das Bodenkühlpotenzial wird für jedes Landnutzungspatch nach Formel [1] berechnet.

$$BP = nFK * fS * fD \quad [1]$$

mit BP [l/m² * 60cm] = Bodenkühlpotenzial, nFK [l/m² * 60cm] = nutzbare Feldkapazität (laut bodenkundlicher Kartieranleitung), fS = Versiegelungsgrad und fD = Verdichtungsfaktor.

Die Ergebniskarte zeigt die Verteilung von Kühlpotenzialen auf und kann somit als Grundlage für Diskussionen, Stadtplanungsprozesse und weiterführende Messungen dienen.

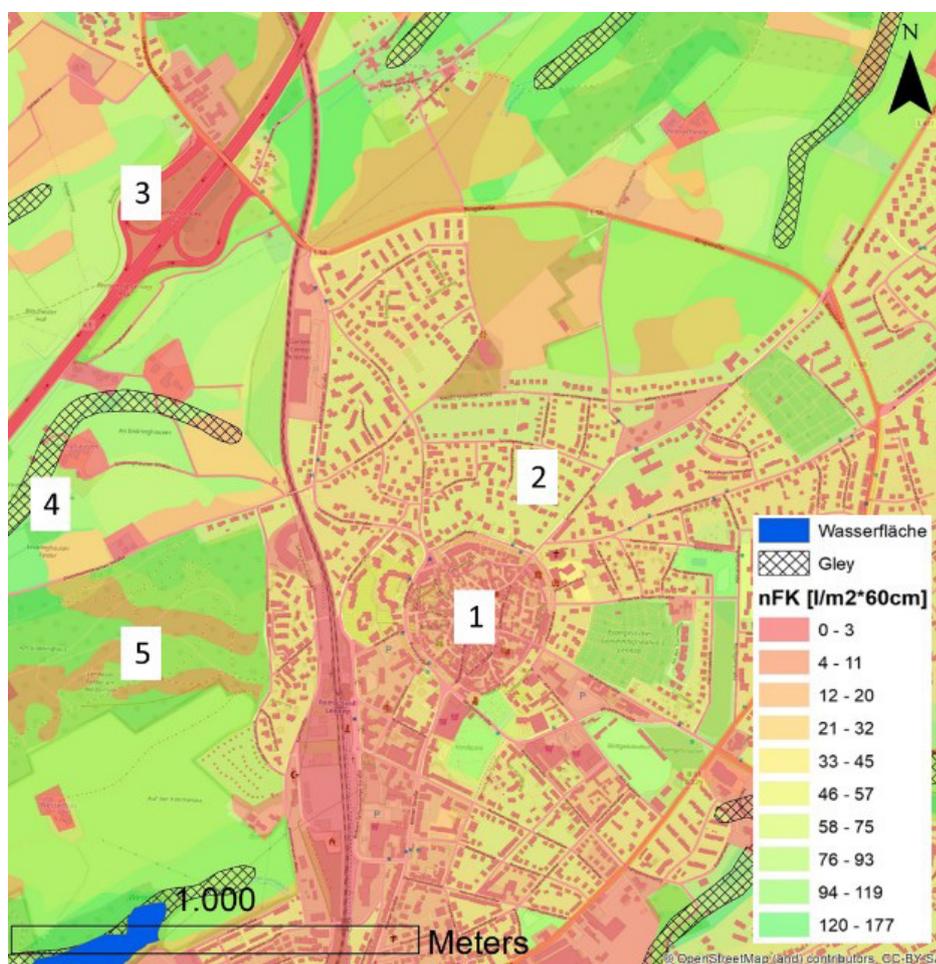


Abb. 5.9: Ausschnitt aus der erstellten Karte der potenziellen Bodenkühlfunktion¹¹; abgebildet ist Lennep, ein Ortsteil von Remscheid.

Abbildung 5.9 zeigt einen Auszug aus der Karte der potenziellen Bodenkühlfunktion für Remscheid. Zu sehen ist Lennep, ein Ortsteil Remscheids. Grüne Bereiche haben eine hohe nFK

¹¹ Da im UrbanAtlas Flächen < 2,5 ha nicht ausgewiesen werden, werden Flächen unterhalb dieser Größe in der Karte nicht dargestellt.

und damit eine hohe potenzielle Bodenkühlfunktion. Rote Bereiche hingegen weisen eine niedrige potenzielle Bodenkühlfunktion auf. Bebaute Flächen können in stärker urbanisierte Bereiche (Nummer 1 auf der Karte) und weniger stark urbanisierte Bereiche (Nummer 2 auf der Karte) unterteilt werden. Den größten Einfluss auf die Bodenkühlfunktion hat hier der Versiegelungsgrad, geprägt durch z. B. Straßen, Wege, Plätze, Parkplätze etc. Häusergrundflächen erscheinen in rot, weil von den darunter liegenden Böden keine signifikante Kühlfunktion ausgehen kann. Durch Infrastruktur stark versiegelte und verdichtete Bereiche (Nummer 3 auf der Karte) weisen ebenfalls ein sehr geringes Bodenkühlpotenzial auf, da hier zu der Versiegelung ein hohes Maß an Bodenverdichtung kommt. In urbanen Bereichen weisen die nFK-Werte darauf hin, wo eventuell bestehende kleine Grünflächen, wie z. B. verkehrsbegleitende Grünflächen oder kleine Parks geschützt werden sollten und/oder neue Grünflächen geschaffen werden müssen. Auf nicht urbanen Flächen (Nummer 5 auf der Karte) wird die Kühlfunktion vorrangig durch den Bodentyp bestimmt, wodurch besonders schützenswerte Freiflächen identifiziert werden können. Eine ausführliche Diskussion der Bodenkühlfunktionen der fünf nummerierten Bereiche auf der Karte der potenziellen Bodenkühlfunktion (Abb. 5.9) findet sich in Dillenardt & Thieken (2021a) und Dillenardt & Thieken (2021b).

Die hier vorgestellte Analyse zeigt einen einfachen und kostengünstigen Weg auf, um eine erste Einschätzung von Bodenkühlpotenzialen in deutschen Gemeinden vorzunehmen. Die räumliche Auflösung der Karte sowie die Validität der ihr zu entnehmenden Werte hängen jedoch von den Eingangsdaten ab. Die potenzielle Kühlfunktion urbaner Böden sollte in eine klimaangepasste Stadtplanung einbezogen werden, sodass besonders schützenswerte Böden von Bebauung und Versiegelung freigehalten werden.

Literatur

*in ExTrass entstanden

*Dillenardt, L.; Thieken, A. (2021a): Untersuchung der räumlichen Verteilung von Bodenkühlpotenzialen in Remscheid. Universitätsverlag Potsdam. DOI: <https://doi.org/10.25932/publishup-52667>.

*Dillenardt, L.; Thieken, A. (2021b): Untersuchung der Kühlfunktion urbaner Böden auf Basis von frei zugänglichen Daten und einem GIS. *gis.Business* 5/2021: 32–34.

*IP SYSCON GmbH, GEO-NET, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, (2022): Endbericht und Kartenmaterial zur Stadtklimakarte der Landeshauptstadt Potsdam (Juni 2022: zur internen Nutzung, noch nicht veröffentlicht).

Marcotullio, P.J.; Braimoh, A.K.; Takashi Onishi, T. (2008): The Impacts of Urbanization on Soils. In: Braimoh, A.K.; Vlek, P.L.G. (Hg.): *Land Use and Soil Resources*. Springer, 201–250.

Schrey, H.P. (2014): *Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50 000 – Inhalt, Aufbau, Auswertung*. Geologischer Dienst NRW.

UBA – Umweltbundesamt (2020): Gesundheitsrisiken durch Hitze. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze>.

6. Integration von Klimaanpassung in die Stadtplanung

Bettina Huber, Till Sterzel, Marieke Marken, Milena Miechielsen

6.1 Forschungsfragen und generelles Vorgehen

Um eine umfassende und strategische Berücksichtigung von Klimaanpassungsbelangen im kommunalen Kontext zu gewährleisten, ist eine Integration von Anpassungsmaßnahmen in das Instrumentarium der Stadtplanung unablässig, da im Rahmen dessen die städtebauliche Entwicklung und Bodennutzung im Stadtgebiet verbindlich festgesetzt werden. Das Ziel des Arbeitspaketes war es einerseits, eine systematische Auswertung des Integrationsstandes von Klimaanpassung in stadtplanerischen Instrumenten vorzunehmen und andererseits Hemmnisse, Zugänge sowie Transferpotentiale für Klimaanpassungsbelange in der Stadtplanung zu identifizieren.

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zum Integrationsstand der Klimaanpassung in stadtplanerischen Instrumenten wurden in zwei wissenschaftlichen Veröffentlichungen zusammengetragen: Während Schneider et al. (2021) informelle und formelle Planungsinstrumente mit einem Fokus auf Landschaftsplänen untersuchten (Ergebnisse siehe 6.2), befassten sich Huber & Dunst (2021) mit der Integration von Klimaanpassung in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen (Ergebnisse siehe 6.3). Erkenntnisse zu Hemmnissen, Einstiegspunkten („Entry-Points“) von Klimaanpassung und Transferpotenzialen wurden hauptsächlich im Rahmen von zwei Workshops zur kommunalen Klimaanpassung in der Landschafts- und Bauleitplanung im Februar 2021 (siehe 6.4) sowie zur Förderung der Integration von Hitze und Starkregen in die kommunale Planung im September 2021 (Ergebnisse siehe 6.5, Workshop-Dokumentation von Huber et al. (2021)) ermittelt. Diese Aktivitäten mündeten letztendlich in ein politisches Empfehlungspapier (Albrecht et al. i.E.), welches Kernaspekte der im Rahmen von Projekt-Workshops ermittelten stadtplanerischen Bedarfe zur Klimaanpassung zusammenfasst.

6.2 Zur Integration ökosystembasierter Klimaanpassung in Landschaftsplänen

In Schneider et al. (2021) werden formelle und informelle Planungsinstrumente für eine naturbasierte Anpassung in Städten untersucht. Die zugrundliegende Problemdarstellung, Vorgehensweise und die relevanten Ergebnisse werden im folgenden zusammengefasst.

Das Bewusstsein für die Bedeutung informeller Planungsinstrumente zur Anpassung an klimabedingte Extremwetter und die Integration naturbasierter Lösungen ist in der Vergangenheit angestiegen (Schneider et al. 2021). Naturbasierte Lösungen (z.B. Dach- und Fassadenbegrünung, Kaltluftentstehungsflächen und -luftleitbahnen) stellen ergänzend zu technischen Maßnahmen eine weitere Möglichkeit der Klimaanpassung dar und spielen insbesondere als No-regret-Ansätze (d.h. Ansätze, deren Umsetzung auch dann Vorteile hat, wenn das erwartete Klimarisiko doch nicht im erwarteten Ausmaß eintritt) für Städte eine wichtige Rolle. Während informelle Planungsinstrumente (z.B. Klimaanpassungskonzepte) diese Ansätze bereits vermehrt aufnehmen, finden sie sich in formellen Planungsinstrumente (z.B. Landschaftspläne, Bebauungspläne) vergleichsweise wenig wieder. Die Landschaftsplanung bietet jedoch einen

potenziellen Einstiegspunkt für die rechtsverbindliche Integration naturbasierter Klimaanpassungsmaßnahmen auf kommunaler Ebene, da sie insbesondere in Deutschland bereits als wichtiges Instrument des lokalen Natur- und Ressourcenschutzes gilt.

Schneider et al. (2021) untersucht daher die Berücksichtigung von klimabedingten Extremen im Rahmen kommunaler Planungsinstrumente sowie die potenzielle Integration naturbasierter Maßnahmen in bestehende Landschaftspläne. Dabei sind die Autor:innen in vier Schritten vorgegangen. In einem ersten Schritt wurden die Fallstudienstädte ausgewählt und klassifiziert. Die Grundlage bildete die Betrachtung informeller und formeller Planungsinstrumente in 85 deutschen kreisfreien Städten mit mehr als 50.000 Einwohner:innen. Im zweiten und dritten Schritt untersuchten Schneider et al. (2021), in welchem Ausmaß die ausgewählten Städte formelle (Landschaftspläne) und informelle (Klimaanpassungskonzepte, Stadtklimakarten und Starkregengefahrenkarten) Planungsinstrumente nutzen und inwieweit hierbei klimabedingte Extreme thematisiert werden. Mittels einer direkten Inhaltsanalyse wurde schließlich im letzten Schritt die Integration und der Ausarbeitungsgrad naturbasierter Lösungen in 61 der 85 kommunalen Landschaftspläne ermittelt. Da Landschaftspläne im Bundesland Nordrhein-Westfalen nur für den Außenbereich, d.h. außerhalb des Geltungsbereichs der Bebauungspläne und der zusammenhängend bebauten Ortsteile, aufgestellt werden müssen, wurden die Pläne der 24 nordrhein-westfälischen Städte aus Vergleichsgründen in diesem Schritt nicht berücksichtigt.

Insgesamt wurden 85 Städte hinsichtlich ihrer informellen Planungsinstrumente (Klimaanpassungskonzepte, Starkregengefahrenkarte, Stadtklimakarte) untersucht. In 61 dieser Städte wurden ebenfalls die Landschaftspläne (inkl. erläuternder Berichte) als formelle Planungsinstrumente untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anzahl informeller Planungsinstrumente je nach Größe einer Stadt variiert, was maßgeblich auf die finanziellen und personellen Ressourcen der Kommunen zurückzuführen ist. Von den 85 untersuchten Städten verfügen 54 % über ein Klimaanpassungskonzept, 25 % über eine Starkregengefahrenkarte und 82 % über eine Stadtklimakarte (welche das Thema Hitze widerspiegeln). Auch in den 61 untersuchten Landschaftsplänen tritt das Thema Hitze am häufigsten auf. Denn während 90% der Pläne die Themen Hitzestress und Wärmeinseleffekt beinhalten, befassen sich nur 36 % der Pläne mit dem Klimawandel und 48 % mit Starkregen. Insgesamt wurden 61 Landschaftspläne analysiert. Schneider et al. (2021) veranschaulichen, dass auch der Zeitpunkt der Planaufstellung eine entscheidende Rolle für die Berücksichtigung klimabedingter Extreme spielt: Während das Thema Klimawandel zwischen 1980 und 2008 nur sehr spärlich in Landschaftsplänen behandelt wurde, findet sich dieses im Jahr 2010 in nahezu allen untersuchten Plänen wieder. Und auch speziell die Anpassung an Starkregengefahren scheint seit 2008 vermehrt Eingang zu finden (z.B. in 100% aller „major cities“, also Städten mit 500.000 bis 1.000.000 Einwohner:innen, und 54% aller „large cities“, welche Städte mit 100.000 bis 500.000 Einwohner:innen darstellen). Die Analyse zeigt, dass naturbasierte Lösungen in den meisten der 61 Landschaftsplänen verankert sind. Die vorliegende Studie betrachtet dabei folgende fünf Maßnahmen: (1) Umsetzung von Dach- und Fassadenbegrünung, (2) Schaffung und Erweiterung von öffentlichen Grünflächen, (3) Schaffung und Erweiterung von Kaltluftentstehungsflächen oder –luftleitbahnen, (4) Entsiegelung und Vermeidung von undurchlässigen Flächen und (5) Vor-Ort Entwässerung und Regenwasserrückhaltung. Insbesondere die Maßnahmen mit Kaltluftzonen- und

Entsiegelungs-Bezug werden häufig angestrebt. Maßnahmen zur Dach- und Fassadenbegrünung sowie zur Vor-Ort-Entwässerung kommen deutlich seltener vor. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Landschaftspläne, die auf der Grundlage bereits bestehender Klimaanpassungskonzepte erstellt wurden, eine höhere Integration von naturnahen Lösungen aufweisen. Die flexible und problemorientierte Entwicklung von informellen Planungskonzepten begünstigt die verbindliche Verankerung von naturnahen Lösungen in der kommunalen Landschaftsplanung. Um eine naturbasierte Anpassung langfristig zu sichern und zu stärken, empfehlen Schneider et al. (2021) eine enge Verzahnung von informellen und formellen Planungsinstrumenten.

6.3 Zur Integration von Klimaanpassung in die Bauleitplanung

Die Veröffentlichung von Huber und Dunst (2021) befasst sich mit dem Integrationsstand von Klimaanpassung in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen mittelgroßer deutscher Städte. Die Problemstellung, Vorgehensweise und relevanten Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst: Städte und Gemeinden tragen eine zentrale Rolle bei der erfolgreichen Umsetzung von Klimaanpassungsbestrebungen. Die Abmilderung und Abwendung von zunehmenden Klimawandelfolgen können insbesondere durch stadtplanerische Maßnahmen und Instrumente der Bauleitplanung erreicht werden. Klimaanpassung ist seit der Klimaschutznovelle 2011 im Baugesetzbuch (BauGB) als expliziter Abwägungsbelang bei der städtebaulichen Entwicklung im Rahmen der Bauleitplanung definiert. Jedoch war zu Beginn der Projektarbeit unklar, in welchem Ausmaß deutsche Kommunen mithilfe ihrer kommunalen Planungsinstrumente die bestehenden Handlungsmöglichkeiten ausschöpfen.

Ziel der Untersuchung war es deshalb, den Stand der Integration von Anpassungsmaßnahmen in aktuellen Bauleitplänen (Flächennutzungspläne sowie Bebauungspläne) zu untersuchen. Huber und Dunst (2021) fokussierten dabei auf zwei Forschungsfragen: (1) Inwiefern werden Flächennutzungs- und Bebauungspläne als Instrumente zur Integration kommunaler Klimaanpassungsmaßnahmen tatsächlich genutzt? (2) Zeigen sich Flächennutzungs- und Bebauungspläne innerhalb der gleichen Stadt hinsichtlich ihrer Berücksichtigung von klimaanpassungsrelevanten Maßnahmen als kohärente Instrumente? Die vorliegende Untersuchung sieht ihren Beitrag in der Erweiterung des Wissensstandes auf der bisher nicht untersuchten Ebene der Flächennutzungsplanung sowie die Erweiterung der Perspektive auf mittelgroße deutsche Städte. Dazu wurden Flächennutzungspläne und Bebauungspläne von zehn mittelgroßen deutschen Städten auf 24 verschiedene Anpassungsmaßnahmen aus sechs verschiedenen Handlungsfeldern hin analysiert und auf ihre inhaltliche Kohärenz untersucht. Die Anpassungsmaßnahmen und Handlungsfelder wurden aus verschiedenen offiziellen Dokumenten zu Klimaanpassung wie unter anderem der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) abgeleitet. Die untersuchten Fallstudienstädte wurden durch folgende Kriterien ausgewählt: (1) die Stadt zählt mit 50.000 bis 500.000 Einwohner:innen zu mittelgroßen Städten und (2) Klimaanpassungsaktivitäten sind bereits grundsätzlich vorhanden, was anhand der Existenz eines öffentlichen kommunalen Klimaanpassungskonzeptes abgeleitet wurde. Darunter fielen zwei große kreisfreie Mittelstädte mit mehr als 50.000 Einwohner:innen (Kaiserlautern und Worms) und acht kleine Großstädte mit 100.000 bis 500.000 Einwohner:innen (Erfurt, Erlangen, Freiburg im Breisgau, Jena, Karlsruhe, Potsdam, Recklinghausen und Wiesbaden). Für jede Fallstudienstadt wurden sowohl die aktuell gültigen Flächennutzungspläne (zwischen 2003 und 2018) und zwei exemplarisch ausgewählte und aktuellere Bebauungspläne

(zwischen 2016 und 2019) mit Hilfe eines vorab entwickelten, kategoriengestützten Kodierleitfadens untersucht. Untersuchte Handlungsfelder für Anpassungsmaßnahmen mit Bezug zur Bauleitplanung wurden theoriegestützt identifiziert und umfassten das Bauwesen, Grün- und Freiflächen, Infrastruktur, Biodiversität und Naturschutz, Wasserwirtschaft und Risikovor-sorge bei Naturkatastrophen. Jedem Handlungsfeld sind konkrete Anpassungsmaßnahmen zu-geordnet. Um Forschungsfrage (2) zu beantworten, wurde zudem untersucht, ob die kodier-ten Klimaanpassungsmaßnahmen der Bebauungspläne mit den jeweiligen übergeordneten Flächennutzungsplänen übereinstimmen. Die Kohärenz wurde im Nachgang quantitativ aus-gewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Potenzial zur Integration von Anpassungsmaßnahmen auf bei-den Planungsebenen bisher wenig ausgeschöpft wird, und stützen damit weitere bereits be-stehende Erkenntnisse zur defizitären Integration von Klimaanpassungsbelangen in Bebau-ungsplänen ausgewählter Großstädte von Diepes und Müller (2018) sowie in übergeordneten Regionalplänen von Schmitt (2016). Die in Huber und Dunst (2021) ausgewerteten Bauleit-pläne zeigen, dass durchschnittlich nur 56 % der analysierten Anpassungsmaßnahmen in Flä-chennutzungsplänen und nur 40 % derselben in Bebauungsplänen zu finden sind. Darüber hin-aus suggerieren die Ergebnisse der Häufigkeitsverteilungen von (1) Begrifflichkeiten und (2) integrierten Maßnahmen eine untergeordnete Rolle von Klimaanpassungsmaßnahmen in Bauleitplänen. So wird (1) der Begriff ‚Hitze‘ in 70 % der Pläne erwähnt, während Begriffe wie ‚Klimawandel‘, ‚Klimaanpassung‘, und ‚Starkregen‘ nur isoliert auftreten. Dies weist darauf hin, dass Herausforderungen wie ‚Starkregen‘ und ‚Klimawandel‘ vergleichsweise neu in der Stadtplanungspraxis sind und bestehende Maßnahmen durch die Erfüllung weiterer Zwecke (Multifunktionalität), wie z.B. Naturschutz zu begründen sind. Zudem zeichnet sich die unter-geordnete Rolle von Klimaanpassungsmaßnahmen deutlich in der (2) Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Maßnahmen ab. Besonders Maßnahmen mit Bezug auf Stadtgrün in Hand-lungsfeldern wie Grün- und Freiflächen, Gebäudebegrünung oder Regenwassermanagement sind in der Bauleitplanung stark vertreten. Solche Maßnahmen werden als niedrigschwellige und berechenbare (Low-regret) Strategien bezeichnet, welche multifunktional, reversibel und unkompliziert umzusetzen sind. Dagegen ist eine große Lücke bei technischen Maßnahmen und bei Maßnahmen im Handlungsfeld Infrastruktur (z.B. die Optimierung von Kanalisations-netzen als Starkregenmanagement) zu verzeichnen. Beide Maßnahmenbereiche sind mit ei-nem hohen materiellen, technischen und finanziellen Aufwand verbunden. In Bezug auf die Forschungsfrage 2 ergab die Kohärenzanalyse als wichtigstes Ergebnis den hierarchischen Top-down-Charakter des Planungssystems, bei dem es jedoch häufig an der Übersetzung der Maßnahmen des Flächennutzungsplans in die Bebauungsplanung mangelt. Dies zeigt sich bei den inkohärenten Fällen, bei welchen sich nur ein geringer Anteil von eigenständig integrierter Klimaanpassungsmaßnahmen auf der Bebauungsplanebene erkennen lässt. Dieses Ergebnis ist besonders relevant, da eine Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen erst durch die Bebauungspläne stattfindet und die Maßnahmen im Flächennutzungsplan in so einem Fall auf der konzeptionellen Ebene verbleiben.

Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse ergeben sich zahlreiche Fragestellungen für zukünf-tige Forschung, darunter bspw. die Untersuchung von Pfadabhängigkeiten zwischen Defiziten

in Regionalplänen und dem Stellenwert von Klimaanpassungsmaßnahmen in den untergeordneten Bauleitplanungsebenen. Forschungsbedarf besteht auch hinsichtlich der Untersuchung unterschiedlicher Typen von Bebauungsplänen (nutzungs- und vorhabenbezogene B-Pläne; Pläne im Innen- und Außenbereich; Pläne mit verschiedenen Nutzungsarten wie Gewerbe oder Wohngebiet) und deren zentralen Unterschiede.

6.4 Stadtplanerische Herausforderungen und Lösungen bei Klimaanpassung im Bestand und unter Nutzungsdruck

Im Rahmen des Projekts fand im Februar 2021 ein Online-Workshop zur kommunalen Klimaanpassung in der Landschafts- und Bauleitplanung statt. Dieser bot die Gelegenheit zum interkommunalen Austausch über Herausforderungen und Lösungen der Klimaanpassung im Bestand sowie der Anpassung unter Nutzungsdruck. Insgesamt 18 Teilnehmer:innen (exklusive ExTrass-Mitarbeiter:innen), darunter überwiegend Mitarbeiter:innen der drei Fallstudienstädte Potsdam, Remscheid und Würzburg, nahmen an dem intensiven eintägigen Austausch teil. Die thematischen Schwerpunkte des Workshops wurden auf Basis von Interviews, die im Frühjahr 2020 durchgeführt wurden, eingegrenzt und im Rahmen einer Bedarfsanalyse unter den Teilnehmenden detailliert abgesteckt. Die Veranstaltung bestand sowohl aus inhaltlichen Impulsvorträgen als auch aus Gruppendiskussionen. Für eine umfassende Dokumentation der Erkenntnisse wurde die Plattform Miro genutzt.

Der Themenblock zur Klimaanpassung im Bestand konzentrierte sich auf den Austausch über formelle und informelle Planungsinstrumente und deren Potenziale. Der Workshop zeigt, dass die Städte vermehrt informelle Instrumente, wie z.B. Rahmenpläne und Klimaanpassungskonzepte, nutzen und sich der Vielzahl der vorhandenen Planungsinstrumente bewusst sind. In der Gruppendiskussion kristallisierten sich auch Freiflächengestaltungssatzungen oder Grünflächensatzungen als ein Instrument heraus, das von den Kommunen für die Anpassung im Bestand eingesetzt wird. Im Workshop wurden zudem die Potenziale der Anpassung im Bestand durch eine enge Verknüpfung mit dem Verkehrssektor diskutiert sowie die Multikodierung (Mehrfachnutzung) von Flächen und der Aufbau eines Ökokontos (ein stadtinternes System, in welchem die Eingriffe in die Natur im Rahmen von Bauvorhaben (Öko-Minus) kompensiert werden durch einen vorhandenen Bestand an aufgewerteten Flächen (Öko-Plus)). Im Austausch über kommunale Klimaanpassung unter Nutzungsdruck wurden bestehende Konfliktpotenziale in den Fallstudienstädten diskutiert. Hierbei steht die Klimaanpassung oft im Konflikt mit Belangen des Denkmalschutzes und bestehenden Verkehrsflächen, die z.B. Begrünungsmaßnahmen erschweren. Perspektivisch wurde in der Gruppendiskussion der Konflikt zwischen nachhaltiger Energieerzeugung, z.B. durch Solar- und Photovoltaik-Anlagen, und Klimaanpassungsmaßnahmen, wie Dachbegrünungen oder Bepflanzungen, deutlich. Auch der Aspekt der Wirtschaftlichkeit stellt für die Fallstudienstädte eine Herausforderung dar. Aus diesem Grund spielt die Notwendigkeit, Maßnahmen und ihre Wirkung zu bewerten, eine zunehmend wichtigere Rolle.

Der Austausch im Workshop verdeutlicht die bekannte Herausforderung einer umfassenden Begründung von Anpassungsmaßnahmen in der verbindlichen Bauleitplanung. Dabei wird der Verwendung von Projektionen und Simulationen von Wetter- oder Unwetterereignissen als Argumentationsgrundlage eine große Bedeutung beigemessen. Allerdings besteht hier gleichzeitig auch Bedarf für weiteren Input (der nicht näher spezifiziert wurde), da die bestehenden

Argumentationsgrundlagen, z.B. durch Klimaprojektionen, in der Realität nicht auszureichen scheinen, um dem Thema genügend Gewichtung zu geben. Im Rahmen einer Evaluation im Anschluss an den Workshop wurde eine durchweg positive Resonanz festgestellt. Für zukünftige Austauschworkshops besteht Verbesserungspotenzial beim Zeitmanagement.

6.5 Praxisbeispiele, rechtliche Rahmenbedingungen und Wirkungsquantifizierung von Klimaanpassung in der kommunalen Planung

Im September 2021 wurde im Rahmen des Projekts ein Online-Workshop mit dem Titel „Förderung der Integration von Hitze und Starkregen in die kommunale Planung“ veranstaltet (Huber et al. 2021). Dieser richtete sich an kommunale Klimakoordinierungsstellen bzw. Klimaanpassungsmanager:innen und Planer:innen im Bereich der Stadt- und Umweltplanung sowie weitere interessierte Personen der kommunalen Stadtverwaltung. Insgesamt nahmen 78 Personen (exklusive ExTrass-Mitarbeiter:innen und externen Referent:innen) am Workshop teil. Ziel war es, einen breiten Erfahrungsaustausch zu Herausforderungen und Lösungsansätzen bezüglich Klimaanpassungsbelangen im Planungsprozess zu ermöglichen und die Teilnehmenden durch Inputs von Expert:innen in den Themenbereichen Best-Practice (Fokus Tag 1), rechtliche Grundlagen (Fokus Tag 2) und Möglichkeiten der Wirkungsquantifizierung (Fokus Tag 3) zu informieren. Die Inhalte der Vorträge und Diskussionen wurden in einer ausführlichen Workshop-Dokumentation (Huber et al. 2021) zusammengefasst.

Im Anschluss wurde der Workshop durch eine anonyme Online-Befragung unter den Teilnehmenden evaluiert. Daran nahmen 44 Personen teil, ein Großteil von ihnen aus dem Bereich der kommunalen Stadtplanung (ca. ein Drittel, 15 Personen). Ein Viertel stammte aus dem Bereich der Klimaanpassung bzw. des Klimaschutzes (11 Personen). Weiterhin waren Vertreter:innen aus den als (sehr) informativ. 95,5 % der Befragten empfanden die Zielsetzung und Gliederung des Workshops als sehr gut bis gut. Entsprechend kann der Workshop als erfolgreicher Austausch und Wissenstransfer zwischen den teilnehmenden Akteur:innen angesehen werden. Unter anderem wurden die Erkenntnisse dieses Workshops im Rahmen eines Empfehlungspapiers (Albrecht et al. i.E.) für die Bundes-, Landes- und Kommunalpolitik weiterverarbeitet.

6.6 Formulierung politischer Empfehlungen zur Stärkung der Klimaanpassung in der kommunalen Planung

Angestoßen durch den Austausch mit Planer:innen im Rahmen von Workshops und Interviews wurde zum Abschluss des Projekts ein Empfehlungspapier mit dem Titel „Stärkung der Integration von Klimaanpassung an Hitze und Starkregen in die kommunale Planung“ (Albrecht et al. i.E.) verfasst. Das Dokument wurde von ExTrass-Forscher:innen in enger Zusammenarbeit mit Fachexpert:innen und kommunalen Vertreter:innen erarbeitet und listet insgesamt zwölf Handlungsempfehlungen auf. Die Empfehlungen richten sich an politische Entscheidungsträger:innen und Akteur:innen, die direkt oder indirekt an der Integration von Klimaanpassung in kommunale Planungsprozesse beteiligt sind. Sie verfolgen das Ziel, die kommunale Klimaresilienz zu erhöhen und so Risiken und potenzielle Schäden durch Extremwetterereignisse zu reduzieren. Das Empfehlungspapier unterscheidet zwischen übergeordneten und spezifischen Handlungsempfehlungen.

Dabei zielen die fünf übergeordneten Empfehlungen auf eine grundlegende Verbesserung der Rahmenbedingungen auf Bundes- und Landesebene ab. Hierunter fällt (1) die Erweiterung und Schärfung der rechtlichen Grundlagen für Klimaanpassung, (2) die Aufwertung der Klimaanpassung zur kommunalen Pflichtaufgabe, (3) die Optimierung der Förderlandschaft, (4) die Sicherung des Vollzugs und Monitorings von Anpassungsmaßnahmen sowie (5) die Anerkennung der gesundheitlichen Größenordnung, und Wichtigkeit, von Risiken durch Hitze sowie von Hitzevorsorgemaßnahmen.

Mit der Formulierung von weiteren sieben spezifischen Handlungsempfehlungen werden vermehrt auch Veränderungen auf kommunaler Ebene adressiert und konkrete Umsetzungsvorschläge sowie Adressat:innen benannt. Hierzu zählen : (1) die verstärkte Integration von Grün- und Retentionsdächern, (2) die Formulierung eines Entscheidungs- und Orientierungsrahmens, um dem Konflikt zwischen Klimaanpassung und Denkmalschutz zu begegnen, (3) eine Konkretisierung der Eingriffsregelung auf Landes- und kommunaler Ebene sowie deren verbindliche Einforderung auch bei Bebauungspläne der Innentwicklung, (4) die Ermöglichung und Erleichterung von Entsiegelungs- und Rückbaumaßnahmen in Straßenräumen, (5) die Lockerung oder Abschaffung von PKW-Stellplatzpflichten, (6) die Stärkung und Priorisierung von multifunktionalen Flächen in Bauleitplänen sowie (7) die Formulierung von Orientierungswerten und Regularien bezüglich Hitzebelastung.

Literatur

*in ExTrass entstanden

*Albrecht, J.; Eckersley, P.; Haupt, W.; Huber, B.; Irmisch, J.; Lipp, T.; Miechielsen, M.; Sterzel, T. (im Erscheinen): Stärkung der Integration von Klimaanpassung an Hitze und Starkregen in die kommunale Planung. adelphi research.

Diepes, C.J.; Müller, N.D. (2018): Klimarelevante Handlungsfelder in der verbindlichen Bauleitplanung – Nutzen deutsche Großstädte den ihnen zur Verfügung stehenden Handlungsspielraum für Klimaschutz und Klimaanpassung aus? Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht 31(3): 288–323.

*Huber, B.; Dunst, L. (2021): Climate Change Adaptation in Urban Land Use Planning. On the integration status of climate adaptation-relevant measures in land-use plans and local development plans of medium-sized cities in Germany. Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning, 79(5): 501-517. DOI: <https://doi.org/10.14512/rur.34>.

*Huber, B.; Irmisch, J.; Ullrich, S.; Miechielsen, M. (2021): Dokumentation des Workshops „Förderung der Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen an Hitze und Starkregen in die kommunale Planung“. Verfügbar unter: https://www.uni-potsdam.de/fileadmin/projects/extrass/Dokumentation_SP-Workshop_ExTrass_Sep2021.pdf.

Schmitt, H.C. (2016): Klimaanpassung in der Regionalplanung – Eine deutschlandweite Analyse zum Implementationsstand klimaanpassungsrelevanter Regionalplaninhalte: Raumforschung und Raumordnung 74(1): 9–21. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13147-015-0375-2>.

*Schneider, P.; Walz, A.; Albert, C.; Lipp, T. (2021): Ecosystem-based adaptation in cities: Use of formal and informal planning instruments. Land Use Policy, 109 (2021): 105722. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105722>.

7. Begrünungsmaßnahmen in den Fallstudienstädten

Katja Schmidt, Milena Miechielsen

Naturbasierten Maßnahmen wird zunehmend Bedeutung bei der Anpassung an extreme Wetterereignisse in Städten beigemessen. Begrünungsmaßnahmen, sowohl in der Fläche als auch punktuell an Dächern und Fassaden, durch Stadtbäume, Stadtwälder, Regengärten oder Regenwasserauffangteiche haben in stark verdichteten Innenstädten großes Potenzial, die Auswirkungen von Hitze- und Starkregenereignissen zu mildern (Hoag 2015, McVittie et al. 2018). Die Anwendung naturbasierter Maßnahmen wird aufgrund ihrer Flexibilität und Kombinationsmöglichkeit mit anderen Maßnahmen, ihrer Anwendbarkeit auf verschiedenen Ebenen (Stadt, Quartier, Fläche) und aufgrund von Synergieeffekten mit anderen urbanen Spannungsfeldern (z. B. Reduzierung von Heiz-/Kühlkosten, Kohlenstoffspeicherung, Förderung von Biodiversität und psychischer Gesundheit) vor allem in Städten befürwortet (McVittie et al. 2018).

In ExTrass wurden die Auswirkungen bzw. Umsetzungen verschiedener naturbasierter Maßnahmen wissenschaftlich begleitet. In Potsdam wurde eine bestehende Begrünungsmaßnahme ca. zehn Jahre nach ihrer Umsetzung auf mikroklimatische Wirksamkeit (Kap. 7.2.1) sowie Akzeptanz und Wertschätzung durch die Bevölkerung untersucht (Kap. 7.2.2). In Würzburg und Remscheid wurde exemplarisch jeweils eine Fassadenbegrünung an einem öffentlichen Gebäude als konkrete naturbasierte Maßnahme umgesetzt (Kap. 7.2.3). Zudem wurden erste grobe Abschätzungen zu Wirksamkeit (Kap. 7.2.4) sowie fördernden und hemmenden Faktoren im Umsetzungsprozesses (Kap. 7.2.5) vorgenommen.

7.1 Klimatische und gesellschaftliche Auswirkungen von Begrünungsmaßnahmen

Städtische Grün- und Freiflächen können wesentliche thermische Regulationsleistungen für das Stadtklima erbringen, welche sich positiv auf die Lebensqualität in Städten auswirken. Dies gilt insbesondere in den heißen Sommermonaten für vulnerable Bevölkerungsgruppen wie ältere oder kranke Menschen und (Klein-)Kinder. Im Folgenden wird auf die positiven Auswirkungen grüner Infrastruktur auf das Stadtklima und das thermische Wohlbefinden eingegangen.

7.1.1 Auswirkungen auf das Stadtklima

Städte heizen sich im Sommer stärker auf als das ländliche Umland (Oke 1982). Grund hierfür ist die hohe Baudichte bzw. der hohe Versiegelungsgrad mit wärmespeichernden Materialien. Ein Großteil der Sonneneinstrahlung wird so in Wärmeenergie umgewandelt, gespeichert und vor allem nachts wieder an die Umgebung abgegeben. Es entsteht ein erhöhtes Hitzeempfinden, welches durch die verringerte Luftbewegung aufgrund dichter Bebauung noch verstärkt wird. Wissenschaftliche Studien belegen, dass dieser urbane Wärmeinseleffekt durch eine Erhöhung der Evapotranspiration, also der Summe von Verdunstung an der Erdoberfläche (Evaporation) und Abgabe von Wasserdampf durch Pflanzen (Transpiration), effektiv gemindert werden kann (Li et al. 2019). Auch die Beschattung selbst, welche durch innerstädtisches Grün und vor allem Straßen- und Parkbäume entsteht, trägt zu einer Verringerung der Temperatur bei. In der Nacht produzieren insbesondere größere Grünflächen (Parks, Friedhöfe) Kaltluft, die erhebliche Abkühlungseffekte in der Umgebung bewirken können

(Aram et al. 2019). Es können nächtliche Abkühlungen um 5 bis 10 °C festgestellt werden (Kowarik et al. 2016). Urbanes Grün kann dem Wärmeinseleffekt dementsprechend entgegenwirken und so die Lebensqualität der Menschen in der Stadt steigern.

Der Kühlungseffekt ist abhängig von der Vegetationsbedeckung und von der Größe einer Grünfläche. Während flächige Begrünungsmaßnahmen die Tageshöchsttemperaturen direkt auf der Bodenfläche um 2 bis 9 °C senken können, können Gründächer und -fassaden Oberflächentemperaturen bis zu ca. 17 °C absenken (Wong et al. 2021), womit sie auch zur Dämmung des Gebäudes beitragen. Bezüglich der Lufttemperatur konnte an windstillen, heißen Tagen auf 50 bis 100 m breiten Grünflächen eine Abkühlung um 3 bis 4°C gegenüber der angrenzenden Bebauung beobachtet werden (Bruse 2003; Ermer et al. 1996).

7.1.2 Auswirkungen auf das thermische Wohlbefinden des Menschen

Die klimatischen Bedingungen urbaner Räume können durch Hitze, hohe Luftfeuchte und geringe Windgeschwindigkeiten zu Hitzestress und somit zu einer erheblichen Gesundheitsbelastung für den Menschen führen. Der Wärmehaushalt des Menschen ist auf eine gleichbleibende Temperatur von ca. 37 °C ausgerichtet. Dafür steuert das Thermoregulationssystem durch Schweißverdunstung, Atmung und Eigenstrahlung die Wärmeabgabe. Bei Hitzeereignissen kann diese Thermoregulation beeinträchtigt werden und zu einer Wärmebelastung bzw. zu Hitzestress führen. Zur Abschätzung des thermischen Wohlbefindens des Menschen wird häufig die Physiologische Äquivalenztemperatur (PET) verwendet, die die draußen erlebte Klimasituation in ein vergleichbares Klima im Innenraum übersetzt (Höppe 1999).

Bei zunehmender Wärmebelastung werden Herz-Kreislauf-System und Atmung stärker beansprucht. Insbesondere bei längeren Hitzeperioden, wenn die nächtliche Abkühlung durch den städtischen Hitzeinseleffekt erschwert wird, erholen sich Menschen schwer. Wissenschaftliche Studien belegen bei sommerlichen Hitzewellen deutlich erhöhte Erkrankungs- und Sterberaten insbesondere bei älteren Menschen (Åström et al. 2011). Im Jahr 2018 waren europaweit 104.000 hitzebedingte Todesfälle in der Altersgruppe der über 65-Jährigen zu verzeichnen, davon über 20.000 in Deutschland (Watts et al. 2020).

Durch die in Kapitel 7.1.1 beschriebene regulierende Wirkung des Grünvolumens im städtischen Bereich kann der Wärmebelastung entgegengewirkt und damit die gefühlte Temperatur gesenkt werden. Untersuchungen im Rahmen des Projekts in Potsdam-Drewitz verdeutlichen die positive Wirkung von Grünstrukturen (vgl. Kapitel 7.2.1).

7.1.3 Wertschätzung von innerstädtischen Begrünungsmaßnahmen

Es gibt im Allgemeinen bei Kommunen und in der Bevölkerung ein hohes Bewusstsein über den Beitrag innerstädtischen Grüns zur Lebensqualität in der Stadt. Studien beschäftigen sich häufig mit der Nutzung, der Wahrnehmung und Zufriedenheit bzw. den Präferenzen für Grünflächen sowie mit direkten und indirekten Gesundheitsauswirkungen von urbanem Grün, Fragen der sozialen und Umweltgerechtigkeit (Versorgung und Zugang), der Grünflächenentwicklung, deren Beitrag zum sozialen Zusammenhalt und deren ökonomischem Nutzen (vgl.

Kabisch et al. 2015). Zudem werden vielfach verschiedene urbane Ökosystemleistungen¹² untersucht, wie beispielsweise die Bedeutung von urbanen Grünflächen als städtischer Kohlenstoffspeicher (z. B. Strohbach et al. 2012), der Einfluss von Biodiversität auf das menschliche Wohlbefinden (z. B. Carrus et al. 2015), die Bedeutung von urbanen Grünflächen zur Lärmminimierung (z. B. Dzhambov & Dimitrova 2014) oder der Wert von Grünflächen für die Umweltbildung (z. B. Hutcheson et al. 2018).

Die gesellschaftliche Wertschätzung für Natur wird in der Wissenschaft mit verschiedenen Methoden erfasst. Hierbei gibt es nicht den einen Wert für Natur oder eine durch die Natur erbrachte Ökosystemleistung, sondern eine Bandbreite verschiedener Werte von Natur, die auf unterschiedlichen Wertvorstellungen beruhen (Wertepluralismus, vgl. Naturkapital Deutschland 2016). Ausgehend von einer anthropozentrischen Sichtweise können Werte der Natur individuell, präferenzbasiert auf einer Skala oder, wenn möglich, monetarisiert, d. h. in Geldeinheiten ausgedrückt werden.

7.1.4 Auswirkungen von Bauwerksbegrünungen

Eine besondere Art der Begrünungsmaßnahmen ist die Begrünung von Bauwerken. Wie andere Elemente von Stadtgrün übernehmen sie klimatische, ökologische, gestalterische, medizinische und auch wirtschaftliche Eigenschaften, jedoch ohne einen zusätzlichen Boden- bzw. Flächenverbrauch in Anspruch zu nehmen. Zu den Bauwerksbegrünungen zählen sowohl Dach- als auch Fassadenbegrünungen.

Während sich einige Begrünungsmaßnahmen wie Bäume in engen Straßenschluchten aufgrund der Verringerung der Windgeschwindigkeit und der damit einhergehenden reduzierten Durchlüftung zum Teil negativ auf die Luftqualität auswirken können (abhängig von der Emissionssituation), wirken sich Gebäudebegrünungen, und dabei vor allem Fassadenbegrünungen, stark positiv auf die Lufthygiene aus. So wurde durch eine Fassadenbegrünung eine Verringerung der Feinstaubbelastung (PM₁₀) um 60 % und der Stickstoffdioxid-Konzentration (NO₂) um 40 % festgestellt (Pfoser 2016).

Durch Starkregenereignisse entstehende Überflutungen gehen meist einher mit hohen Sachschäden und können auch für die Stadtbevölkerung eine Gefahr darstellen. Die Regenwasserrückhaltefunktion von entsprechend ausgestalteten Retentionsdächern kann Kanalüberlastungen mit Überschwemmungen in Folge von Starkregenereignissen entgegenwirken. Durch die Verdunstung vor Ort, eine anschließend dezentrale Nutzung (z. B. für Wässerung) oder die verzögerte Einleitung in die Kanalisation wird diese entlastet. Je nach Aufbau einer Dachbegrünung können 50 bis 99 % des Regenwassers zurückgehalten werden (Pfoser 2016). Des Weiteren halten vor allem hinterlüftete boden- und wandgebundene Fassadenbegrünungen einen großen Teil der Wärmestrahlung von der Gebäudewand zurück, wodurch die Wärmeabsorption und -abstrahlung der Fassade vermindert wird. Somit heizen sich die Gebäudehülle und das Gebäude selbst weniger auf und eine kostenintensive (meist mit CO₂-Emissionen ver-

¹² Ökosystemleistungen bezeichnet direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen, das heißt Leistungen und Güter, die dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen (Naturkapital Deutschland 2016).

bundene) Klimatisierung kann gesenkt oder gar vermieden werden. Gleiches gilt für die Heizenergie im Winter, welche durch den zusätzlichen Dämmeffekt einer immergrünen Fassadenbegrünung reduziert werden kann (Pfoser 2016).

Gebäudebegrünungen können sich weiterhin positiv auf den Bautenschutz auswirken: Fassaden und Dachflächen werden vor Starkregen-, Hagel- und UV-Einwirkungen geschützt, wodurch begrünte Dächer eine bis zu doppelt so hohe Lebensdauer gegenüber unbegrüntem aufweisen. Entsprechend kann davon ausgegangen werden, dass Gründächer langfristig kostengünstiger sind (Freie und Hansestadt Hamburg, 2017; SenStadtUm 2016).

7.2 Begrünungsmaßnahmen in ExTrass

7.2.1 Untersuchung strukturell unterschiedlicher Hofbegrünungen in Potsdam-Drewitz

In Potsdam-Drewitz wurden mikroklimatische, ökologische und sozio-kulturelle Auswirkungen von Hofbegrünungen in einer Großwohnsiedlung wissenschaftlich untersucht (vgl. Schmidt & Walz, 2021). In diesem südöstlichen Stadtteil Potsdams wurden seit 2011 im Zuge des „Masterplan Drewitz“ verschiedene Begrünungsmaßnahmen zur Umgestaltung des Quartiers in eine Gartenstadt durch Wohnungsbauunternehmen und die Stadt durchgeführt. Dazu gehörte z. B. der Rückbau einer überdimensionierten Straße zugunsten eines Stadtteilparks sowie die Entwicklung einzelner Wohnhöfe und eines Gemeinschaftsgartens. Angestoßen wurde die Sanierung durch eine Prämierung im Bundesbauwettbewerb im Jahr 2008. In einer weiteren Studie wurden Rahmenbedingungen für den Erfolg, die langfristige Sicherung und die Übertragbarkeit von Erkenntnissen bei der Umsetzung kommunaler Sanierungsprojekte am Beispiel von Drewitz, sowie weiteren Gewinnerquartieren in Flensburg und Magdeburg identifiziert (siehe Box 2).

Die Großwohnsiedlung wird dominiert von fünfgeschossigen Plattenbauten aus den 1980er Jahren und mehreren Einfamilienhäusern im Randbereich. Es leben dort ca. 6.900 Einwohner:innen (LHP 2018). Aufgrund der baulichen Ähnlichkeit, aber struktureller und quantitativer Unterschiede bei der Begrünung eignete sich hier eine vergleichende Untersuchung mikroklimatischer Parameter in verschiedenen Innenhöfen der Großwohnsiedlung.

Es wurden vier Höfe ähnlicher Größe (2.609 bis 3.158 m²) und Ausrichtung und mit sich leicht unterscheidenden Strukturmerkmalen untersucht (Abb. 7.1). Die Höfe beinhalten unversiegelte Flächen wie Rasen, unbefestigte (und teilweise befestigte) Wege, Sträucher, Pflanzbeete und Bäume, jedoch zu unterschiedlichen Anteilen. Aufgrund der nachweislich hohen Klimawirkung von Bäumen wurden die Innenhöfe anhand des Grünvolumens der vorhandenen Bäume unterschieden (Kronenvolumen, siehe Tab. 7.1).



Abb. 7.1: Luftansicht der untersuchten Innenhöfe in der Gartenstadt Drewitz, Datengrundlage: GeoBasis-DE/LGB.

Tab. 7.1: Kronenvolumen in den vier Innenhöfen.

Innenhöfe	1	2	3	4
Fläche (m ²)	2.609	3.158	3.114	3.141
Kronenvolumen (m ³)	4.003	7.272	1.646	1.425
Relatives Kronenvolumen (m ³ /m ²)	1,53	2,3	0,53	0,45

Für die Abschätzung des Kühlungseffekts der Hofbegrünung wurden zwischen Juni und September 2020 in den vier Innenhöfen Messstationen installiert, die kontinuierlich Lufttemperatur und -feuchte, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung (die den Boden erreichende Sonnenstrahlung) messen. Bei der Lufttemperatur und -feuchte gab es nur geringe Unterschiede zwischen den Höfen: In den grüneren Höfen war es tendenziell etwas kühler und feuchter. Große Unterschiede hingegen wurden bei der Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung festgestellt, hier wurden deutlich höhere Werte in den strukturarmen Höfen mit weniger Grünvolumen registriert (Abb. 7.2).

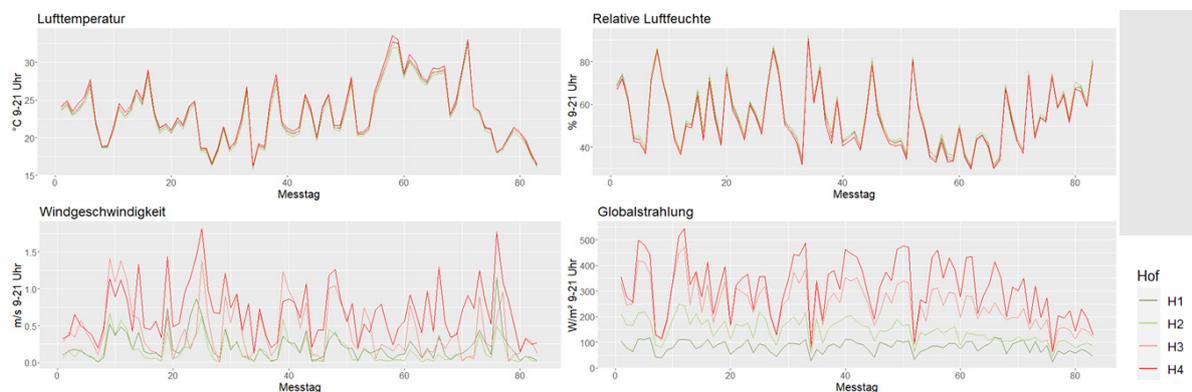


Abb. 7.2: Tagesmittelwerte mikroklimatischer Messwerte zwischen 9.00 und 21.00 Uhr basierend auf den Messwerten in den vier Innenhöfen in Potsdam-Drewitz.

Bei Übertragung der gemessenen mikroklimatischen Parameter in die Physiologische Äquivalenttemperatur (PET), also die „gefühlte Temperatur“, wurden deutliche Unterschiede zwischen den Innenhöfen (court yards) sichtbar (Abb. 7.3). So wurde am heißesten Tag eine gefühlte Temperatur von 34 °C im am stärksten begrünten Hof gemessen und von 45,5 °C im Hof mit dem geringsten Grünvolumen. Während die Anwohner:innen in einem Hof also eine moderate Hitzebelastung erfahren, sind andere zeitgleich im anderen Hof extremem Hitzestress ausgesetzt.

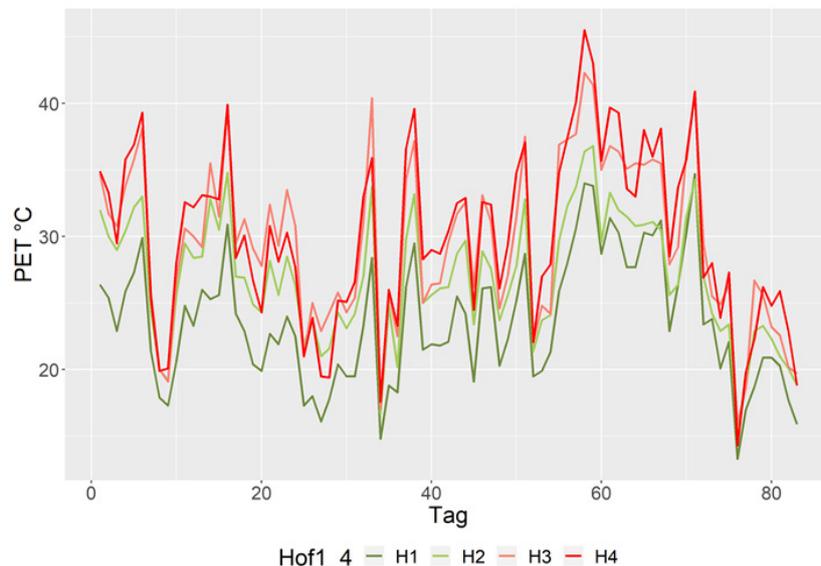


Abb. 7.3: Modellierte PET-Werte auf der Grundlage der Mittelwerte mikroklimatischer Messungen zwischen 9.00 und 21.00 Uhr in vier Drewitzer Innenhöfen.

Diese Ergebnisse verdeutlichen die positive Wirkung von Grünstrukturen auf das thermische Wohlbefinden des Menschen. Ein mehr oder weniger begrünter Innenhof kann somit darüber entscheiden, ob die Anwohner:innen tagsüber einer moderaten oder extremen Hitzebelastung ausgesetzt sind. Insbesondere bei einer alternden Gesellschaft bietet eine klimaangepasste Wohnumfeldgestaltung Möglichkeiten, das thermische Wohlbefinden der Anwohner:innen zu verbessern und eine hitzebedingte Wärmebelastung zu vermindern.

7.2.2 Wertschätzung von Stadtgrün in Potsdam-Drewitz

Um die Nutzung und Wertschätzung von urbanen Grünflächen in der Gartenstadt Drewitz zu erforschen, wurde im August 2020 eine Öffentlichkeitsbefragung im Zentrum des Stadtteils durchgeführt. Es wurden 104 Personen befragt, davon 100 durch persönliche Ansprache, während vier einen Online-Fragebogen genutzt haben. Angaben zu den befragten Personen finden sich in der nachstehenden Tabelle 7.2.

Tab. 7.2: Demografische Angaben der Teilnehmenden der Öffentlichkeitsbefragung (n = 104).

Weiblich	60 %
Männlich	40 %
Altersdurchschnitt	46 Jahre
Wohnhaft in Drewitz	78 %
Wohnhaft in anderen Teilen Potsdams	19 %
Wohnhaft außerhalb Potsdams	3 %

Neben allgemeinen Fragen über die Nutzung der Grünflächen und die Zufriedenheit mit ihrem Zustand wurden Anwohner:innen angehalten, die vom Stadtgrün erbrachten Ökosystemleistungen (Steigerung des Wohlbefindens, Raum für Naturerfahrung, Steigerung des Klimaschutzes, Steigerung der Biodiversität, Ort des sozialen Zusammenhalts) zu bewerten (anhand von Skalen) und zu gewichten (anhand der Verteilung von 100 Punkten auf die fünf Ökosystemleistungen).

Die meisten Anwohner:innen gaben an, den Stadtteilpark regelmäßig zu nutzen (80 %), während die Innenhöfe, der Gemeinschaftsgarten und die angrenzenden Waldgebiete nur von jeweils einem Drittel der Befragten regelmäßig besucht wurden. Die häufigste Aktivität, die auf den Grünflächen durchgeführt wurde, war das Spaziergehen (> 60 %) gefolgt vom Durchgehen, Spiel und Sport, Verweilen und Naturerleben (30 bis 40 %). Bei den Befragten war die Zufriedenheit über Menge und Vielseitigkeit der Grünflächen größer als über den Pflegezustand. Hier wurden häufig Vermüllung und Reparaturanfälligkeit des Stadtmobiliars (Bänke etc.) als Probleme angeführt. Dies kann sich insbesondere auf das Potenzial von Grünflächen als Ort der sozialen Interaktion auswirken, da diese durch ein ansprechendes (ggf. begrüntes) Wohnumfeld, aber auch durch vorhandene Ausstattung begünstigt wird (Rasidi et al. 2012).

Das hohe Bewusstsein für die Funktionen von öffentlichem Grün wird durch die Bewertung von Ökosystemleistungen in Drewitz verdeutlicht (Abb. 7.4 B). Es wurden Werte zwischen 1 („sehr unwichtig“) bis 5 („sehr wichtig“) vergeben. Hier sieht man, dass alle Ökosystemleistungen im Median zwischen 4 und 5 („wichtig“ – „sehr wichtig“) bewertet wurden. Urbane Grünflächen als Raum für Naturerfahrung und für den sozialen Zusammenhalt werden als etwas weniger wichtig eingeschätzt als der Beitrag, den sie zum menschlichen Wohlbefinden, zum Klimaschutz und zur Biodiversität leisten. Begründet wurde dies mit teilweise nachteiligen Effekten der sozialen Interaktion (z. B. durch Gruppenbildung oder Vermüllung).

Anhand einer Gewichtung der Ökosystemleistungen konnten drei Cluster mit unterschiedlichen Präferenzen bei den Funktionen von Stadtgrün ausgemacht werden. Das heißt, es ließen sich drei Gruppen von Personen bilden, die bei der Verteilung von insgesamt 100 Punkten über alle Ökosystemleistungen ähnliche Gewichtungen vornahmen. Abb. 7.4 A lässt erkennen, dass knapp die Hälfte der Befragten (Cluster 1, n = 48) die Ökosystemleistungen fast gleichwertig gewichtet. Gut 42 % der Befragten (Cluster 2, n = 44) gewichtet die Ökosystemleistungen differenzierter mit etwas höheren Gewichten für die Beiträge, die Grünflächen für Klimaschutz und Biodiversität leisten, und geringerem Gewicht für den Beitrag zum sozialen Zusammenhalt. Rund 11 % der Befragten (Cluster 3, n = 12) gewichtet den Beitrag von Grünflächen zum menschlichen Wohlbefinden mit 50 von 100 Punkten im Median als überdurchschnittlich hoch und die anderen Ökosystemleistungen entsprechend niedriger.

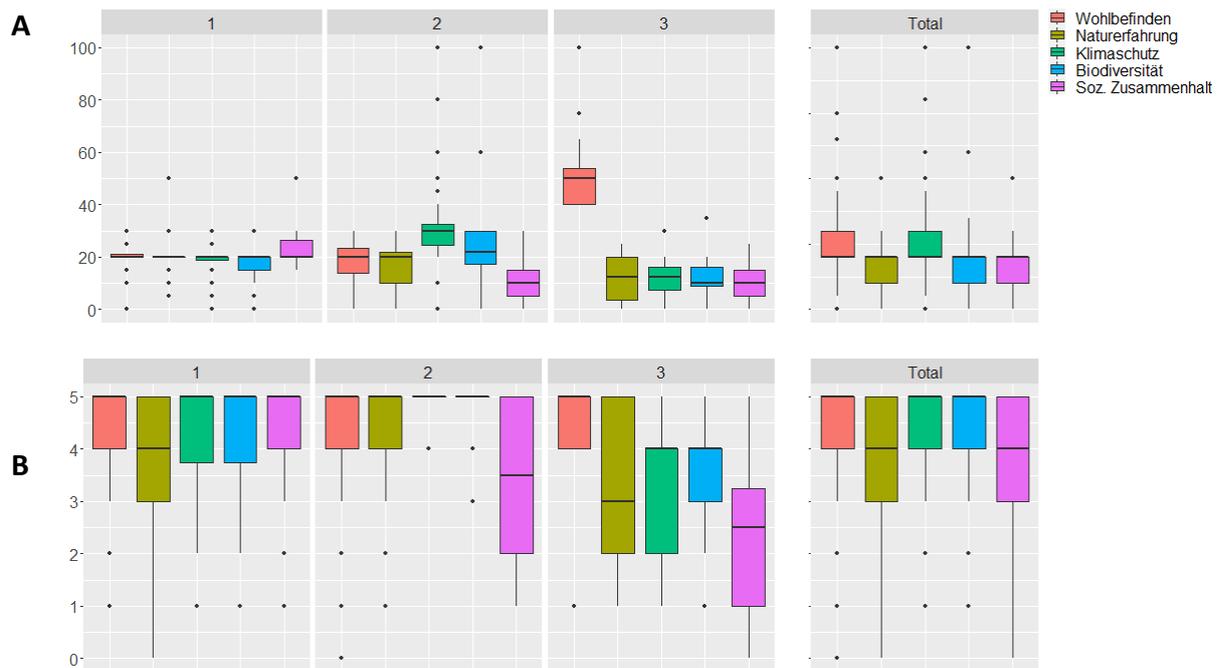


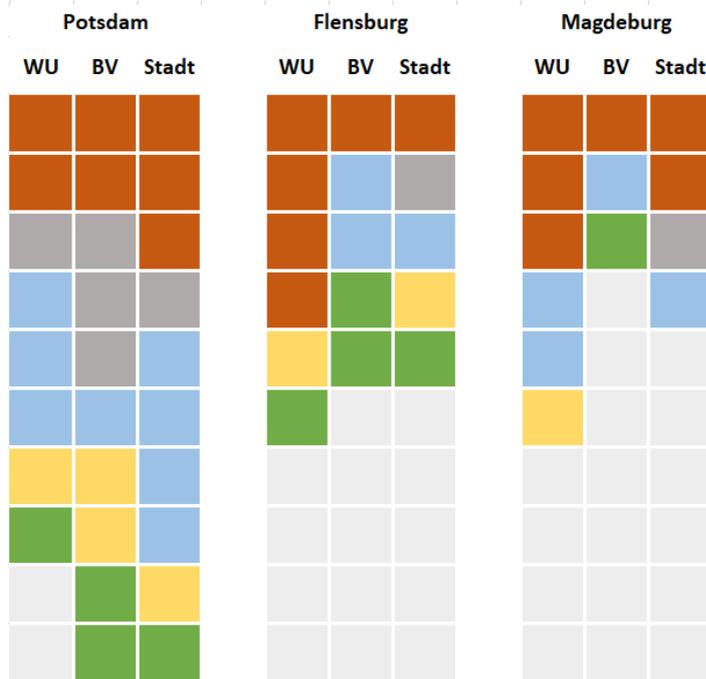
Abb. 7.4 Gewichtung der Ökosystemleistungen: A) Median, 25%- und 75%-Quantile der Gewichtung mit insgesamt 100 Punkten über alle Ökosystemleistungen für die drei Cluster und die gesamte Stichprobe („Total“); B) Median, 25%- und 75%-Quantile der Bewertung von Ökosystemleistungen von 1 („sehr unwichtig“) bis 5 („sehr wichtig“) für die drei Cluster und die gesamte Stichprobe („Total“).

Box 2: Erfolg, Kontinuität und Wissenstransfer von integrierten Quartierskonzepten: Lektionen von drei Pilotprojekten

Urbane Transformationsprozesse werden benötigt, um kommunalen Herausforderungen wie Klimaschutz und -anpassung sowie urbanem Wachstum und dem demographischen Wandel zu begegnen. Der Wohnungswirtschaft kommt dabei eine zentrale Rolle zu, da rund 35 % des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland für die Wärme in Gebäuden aufgewendet wird, 26 % durch Privathaushalte (Dena 2019). Insbesondere ältere Gebäude können durch Maßnahmen zur Wärmedämmung und den Einbau einer effizienten Heizungstechnik energetisch aufgewertet werden. Hier bieten Förderprogramme finanzielle Anreize für Investitionen, die zudem das Wohnumfeld nachhaltig aufwerten können.

Wir untersuchten drei Pilotquartiersprojekte in Potsdam, Flensburg und Magdeburg, die im Rahmen des Bundesbauwettbewerbes zur energetischen Sanierung von Großwohnsiedlungen auf der Grundlage von integrierten Stadtentwicklungskonzepten im Jahr 2008 für ihren Entwurf prämiert und anschließend umgesetzt wurden. Wir haben Experteninterviews mit Akteur:innen der Wohnungsunternehmen (WU), Stadtentwicklung (S) und der Bürgervertretung (BV) in jedem Sanierungsgebiet durchgeführt, um verschiedene Perspektiven über den Erfolg, die Kontinuität und die Übertragbarkeit von Erfahrungen zu erhalten. Um den Erfolg eines Pilotprojekts zu bewerten, wurden die individuell aufgeführten Erfolgsfaktoren nach den Unterzielen vom Ziel 11 der UN-Nachhaltigkeitsziele („Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten“) gruppiert und anhand der Expertenbewertungen für jedes Unterziel ein Mittelwert gebildet (Abb. B2).

In Experteninterviews genannte Erfolgsindikatoren



UN-Nachhaltigkeitsziel 11 (SDG 11)
Beispielindikatoren für Unterziele

Unterziel	Beispiele
11.1 Sicherer und bezahlbarer Wohnraum	Rückzugsquote, Wohnraumaufwertung, sozio-ökonomische Struktur
11.2 Sichere, bezahlbare, zugängliche und nachhaltige Verkehrssysteme	Verkehrsberuhigung, Etabl. Parkzonen, Etabl. Verkehrskonzept
11.3 Partizipatorische, integrierte und nachhaltige Siedlungsplanung	Bürgerbeteiligung, Bürgerzufriedenheit, Anmeldungen Grundschule
11.6 Die von den Städten ausgehende Umweltbelastung pro Kopf senken	CO ₂ -Fußabdruck, Reduzierung der Nebenkosten
11.7 Sichere, inklusive und zugängliche Grünflächen und öffentlichen Räume	Qualifizierung <u>wohnumfeldnaher</u> Grünflächen, Nutzung Grünflächen

Bewertung je Pilotprojekt, Skala 1 – 5:
1=nicht erfolgreich;
5= sehr erfolgreich

	P	FL	MD
	4.5	4.7	4.3
	3.4	4.0	5.0
	4.0	5.0	4.7
	3.8	4.5	4.0
	4.0	4.5	5.0

Abb. B2: Schematische Darstellung der Erfolgskriterien in Anlehnung an die Unterziele des SDG 11 und der Bewertung für jedes Pilotprojekt; P = Potsdam-Drewitz, FL = Flensburg Fruerlund-Süd und MD = Magdeburg Neu-Reform; WU = Wohnungsunternehmen, BV = Bürgervertretung.

Die Erfolgskriterien wurden von jedem Akteur individuell gewählt und im Anschluss bewertet. Während die Erfolgskriterien für Wohnraumsicherung, Partizipation und Zugang zu Stadtgrün in allen Pilotprojekten im Allgemeinen hoch bewertet wurden, wurden v. a. in Potsdam die Verkehrssituation und die Energieeffizienz im Projekt eher kritisch bewertet. Hier gab es hinsichtlich des Verkehrskonzepts und damit einhergehender Verkehrsberuhigung schlechtere Bewertungen. Auch bei den Zielen der energetischen Sanierung ist insbesondere Potsdam hinter den eigenen Erwartungen geblieben.

Es wird zudem ausgewertet, welche Rahmenbedingungen für die Weiterführung und langfristige Sicherung des Sanierungsprojekts angeführt werden und welche Erfahrungen und Erkenntnisse als übertragbar auf andere Projekte gelten.

7.2.3 Fassadenbegrünungen in Remscheid und Würzburg

In den ExTrass-Projektpartnerstädten Remscheid und Würzburg wurde jeweils eine Begrünungsmaßnahme in Form einer Fassadenbegrünung geplant, ausgeführt und evaluiert. Die Evaluation der Maßnahmen erfolgte zum einen durch Interviews, um den Erfolg der Maßnahme aus Sicht der Akteure abzubilden (vgl. Kap. 7.2.5), und zum anderen durch klimatologische Messungen, um die thermische Wirkung zu quantifizieren (vgl. Kap. 7.2.4).

7.2.3.1 Daniel-Schürmann-Schule, Remscheid

In Remscheids Innenstadt wurde an der Daniel-Schürmann-Schule im Sommer 2020 eine bodengebundene Fassadenbegrünung installiert (Abb. 7.5). Die begrünte Fassade (Wandfläche ca. 65 m²) ist eine nach Süden exponierte Giebelseite am Zugang zum Schulhof an der Stachelhauser Straße. Eine Rankkonstruktion wurde durch waagrecht in der Wand verankerte Winkelprofile und daran befestigte senkrechte Rankdrähte installiert. Die Pflanzauswahl bestand aus ungiftigen, klimaangepassten Kletterpflanzen, die ein schnelles Wachstum, große Blattflächen und eine ansprechende Blütenausbildung aufweisen (*Celastrus orbiculatus*, *Aristolochia macrophylla* und *Rosa* ‚New Dawn‘). Die Pflege und Instandhaltung der Fassadenbegrünung wurde im ersten Jahr von dem ausführenden Betrieb entsprechend der Fertigstellungspflege (DIN 18916) gewährleistet. Im Anschluss wurde die Pflege durch die Technischen Betriebe Remscheid übernommen.

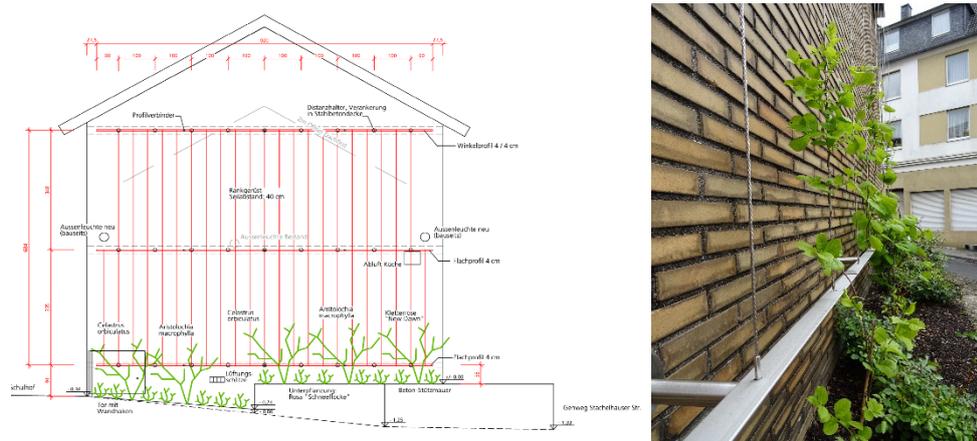


Abb. 7.5: Ausführungsplanung (© Fa. Brosk; links) und Foto der fertiggestellten Fassade (Foto: Eike Sebode; rechts).

Ziele dieser Begrünungsmaßnahme waren die in Kapitel 7.1 genannten positiven Effekte von Fassadenbegrünungen und dabei insbesondere die Verbesserung des Mikroklimas sowie eine gestalterische Aufwertung des Gebäudes und des Umfelds. Darüber hinaus wird mit der Maßnahme die Stärkung des Umweltbewusstseins der Schüler:innen und Anwohner:innen angestrebt, wodurch ein Beitrag zur Bildungsarbeit hinsichtlich Klimaanpassungsmaßnahmen geleistet werden soll. Die Fassadenbegrünung sollte außerdem ein Vorzeigeobjekt für eine klimaangepasste Bauwerksbegrünung in Remscheid schaffen, Interesse wecken und die Stadtgesellschaft für die Relevanz einer klimaangepassten Stadtentwicklung sensibilisieren.

7.2.3.2 Umweltstation, Würzburg

In Würzburg wurde die Fassade des im Jahr 2019 fertiggestellten Neubaus der Umweltstation begrünt. Sie liegt westlich der Innenstadt und ist neben ihrer Funktion als Umweltbildungseinrichtung auch Koordinationsstelle der lokalen Agenda 21 und beherbergt das Energie- und Klimazentrum.

Neben ca. 14 m² der südlichen Fassade wurden auch kleinere Bereiche auf der östlichen und nördlichen Gebäudeseite begrünt. Dabei wurde auf der Brüstung im ersten Obergeschoss ein kübelgebundenes System installiert. In insgesamt neun Pflanzkübel wurden mehrjährige Kletterpflanzen eingesetzt. Als Rankhilfe dient ein Drahtgitternetz, das zwischen die vorhandenen Lärchenstämme gespannt wurde (siehe Abb. 7.6). Unter fachlicher Beratung durch die Bayerische Landesanstalt für Wein- und Gartenbau wurden verschiedene Kletterpflanzen ausgewählt, die sowohl für wurzelraumbeschränkende Kübel als auch für z. T. sonnenexponierte Standorte geeignet sind: *Clematis tangutica*, *Clematis viticella*, *Clematis 'Romantika'*, *Clematis 'Prince Charles'*, *Clematis 'Spring Joy'*, *Clematis viticella 'Madame Julia Correvon'*, *Lonicera j. 'Hall's Prolific'*, *Lonicera heck. 'American Beauty'*, *Lonicera tellmanniana*, *Actinidia arguta 'Bayern-Kiwi'* (weiblich und männlich) und *Aristolochia macrophylla*. Die Pflege und Instandhaltung der Begrünung wird durch das städtische Gartenamt fortgeführt, nachdem der ausführende Betrieb im ersten Jahr die Fertigstellungspflege durchgeführt hat.

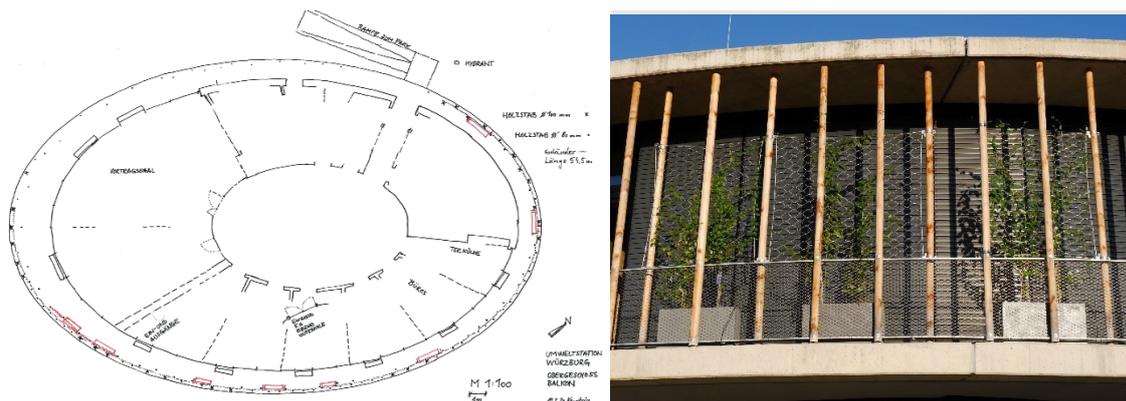


Abb. 7.6: Ausführungsplanung der Fassadenbegrünung (© Bay. Landesanstalt für Wein- und Gartenbau; links) und Ausschnitt nach Fertigstellung (Foto: J. Sängler, Umweltstation, rechts).

Wie auch in Remscheid wurden die Verbesserung des Mikroklimas und die Aufwertung des Umfeldes angestrebt. Weiterhin wurde eine Multifunktionalität der Begrünung angestrebt. So soll sie als Bildungs- und Lehrangebot zu thermischen Funktionen und multifunktionaler Nutzung urbanen Grüns (z. B. essbare Pflanzen) genutzt werden und als Beispielmaßnahme (auch möglicher Fördermaßnahmen) im Zuge von Beratungsangeboten zur Pflanzen- und Standortwahl für Interessierte fungieren.

7.2.4 Wirkungsanalysen der Fassadenbegrünungen

Um die mikroklimatischen Auswirkungen der Fassadenbegrünung zu erfassen, wurden vom 01.06. bis zum 15.09.2021, ca. 10 Monate nach Installation der Begrünungsprojekte, die Temperatur und Luftfeuchtigkeit an verschiedenen Stellen mittels Thermo-Hygro-Buttons der Firma Baacklab (vgl. Tab. 7.3) gemessen. Insgesamt wurden fünf Sensoren je Fassadenbegrünung installiert: In Würzburg wurden drei Sensoren in begrüntem Bereich und zwei Sensoren

in unbegrüntem Bereich befestigt, in Remscheid wurden zwei Sensoren in begrüntem und drei Sensoren in unbegrüntem Bereich befestigt.

Tab. 7.3. Eigenschaften der Thermo-Hygro-Buttons.

Eigenschaften	Temperatur	Luftfeuchtigkeit
Messbereich	-20 bis +85 °C	0 bis 100 %
Genauigkeit	± 0,5 °C	± 5 %
Auflösung	0,1 °C	0,1 %
Messintervall	30 min	30 min

Die Messungen zeigen an beiden Standorten statistisch signifikante Unterschiede der Lufttemperatur im Tagesmittel zwischen begrüntem und unbegrüntem Bereich auf (Wilcoxon-Tests: p-Werte $\leq 0,05$; Abb. 7.7). Da die Unterschiede jedoch z. T. geringer sind als die Spanne der technikbedingten Messunsicherheit, kann die Wirkungsanalyse nicht belastbar abgeschlossen werden. Dass der klimatische Effekt der Begrünungsmaßnahmen eher klein ausfällt, kann zum einen damit begründet werden, dass die Pflanzen vor weniger als einem Jahr gepflanzt wurden und sich ihre Kühlleistung mit steigendem Grünvolumen sehr wahrscheinlich erhöhen wird. Andererseits weisen einige Pflanzen trotz Entwicklungspflege Anzeichen von Trockenstress auf. Eine Fortführung der mikroklimatischen Messungen ist also sinnvoll, um zukünftig belastbare Aussagen zur Wirksamkeit der Maßnahme treffen zu können. In der Verfestigungsphase ist zudem die Erfassung der Pflanzenvitalität geplant, um die Interpretation der Messdaten zu ergänzen.

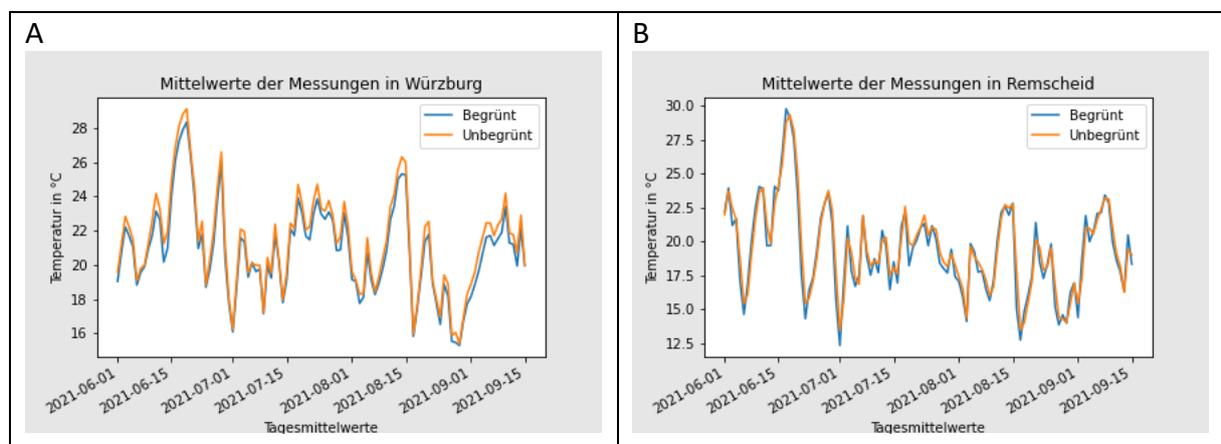


Abb. 7.7 Tagesmittelwerte der Lufttemperatur an den Fassaden: A) Würzburg; B) Remscheid.

7.2.5 Fördernde und hemmende Faktoren bei der Realisierung von Fassadenbegrünungen

Sowohl bei der im Rahmen von ExTrass durchgeführten Kommunalbefragung (vgl. Kapitel 2.3) als auch auf Grundlage von Interviews mit beteiligten Akteuren aus Würzburg und Remscheid lassen sich fördernde und hemmende Faktoren herausstellen, welche die erfolgreiche Planung und Durchführung von (Fassaden-)Begrünungsprojekten beeinflussen. Begünstigend wirkt sich maßgeblich aus, wenn die Projektidee und -umsetzung auf der einen Seite von der lokalen Verwaltung und auf der anderen Seite von der Zivilgesellschaft akzeptiert und unterstützt wird. Darüber hinaus wurden auch die finanziellen und personellen Ressourcen (für Planung, Umsetzung und Unterhaltung) als wichtig erachtet.

In der Phase der Projektplanung ist es essenziell, alle am Gesamtprojekt beteiligten Akteure und Fachgebiete frühzeitig einzubeziehen, um eine enge Zusammenarbeit und gute Kommunikation für die gesamte Projektlaufzeit zu initiieren und sicherzustellen. Im Umkehrschluss wirkt sich eine nicht hinreichende Integration der Akteure hemmend aus. Schon im Planungsprozess ist die langfristige Unterhaltung der Begrünung zu berücksichtigen, um unklare Verantwortlichkeiten, finanzielle Fehlplanungen und schlimmstenfalls den Verlust der Vegetation zu vermeiden.

Während der Projektumsetzung können sich unerwartete Problemstellungen hemmend auswirken (welche zum Teil jedoch wiederum durch eine sorgfältige Planung umgangen werden können). Dazu gehören Hürden im Bereich des Denkmalschutzes (sowohl auf Gebäude- als auch auf Ensembleebene) genauso wie baulich-planerische Herausforderungen (z. B. notwendige Genehmigungen bezüglich Statik oder Brandschutz).

Bezüglich der langfristigen Unterhaltung und Pflege der Begrünung bestanden sowohl bei einigen Akteur:innen in Würzburg und Remscheid, als auch in der Kommunalbefragung (vgl. Kap. 2) Unsicherheiten. So wurden knappe finanzielle und personelle Ressourcen für die Unterhaltung von Fassadenbegrünungen von über 50 % der Befragten in der Kommunalbefragung, welche noch keine Fassadenbegrünung realisiert hatten, als hemmend bezeichnet. Auch in Würzburg und Remscheid bestand bezüglich der Frage nach der Pflege zunächst Unklarheit bis hin zu Unzufriedenheit. Beide Standorte haben aktuell eine Lösung gefunden. Die Evaluation des mittel- bis langfristigen Anwuchserfolgs ist Bestandteil der Verstetigungsphase in ExTrass (ExTrass-V, vgl. Kap. 9). Ausführlicher werden die fördernden und hemmenden Faktoren, auch für weitere Maßnahmen innerhalb des Projekts, in Huber et al. (i.E.) dargestellt.

7.3 Fazit und Zusammenfassung

In diesem Arbeitspaket haben wir verschiedene naturbasierte Maßnahmen für die kommunale Klimaanpassung betrachtet und fördernde sowie hemmende Faktoren bei ihrer Umsetzung herausgearbeitet. Wir konnten zwei Fassadenbegrünungen in den Fallstudienstädten Würzburg und Remscheid erfolgreich umsetzen, die fortan als Best-Practice-Beispiele im öffentlichen Raum zugänglich sind und auch zukünftig Bürger:innen zur Etablierung naturbasierter Maßnahmen animieren bzw. informieren können. Die Wirkungsanalyse hat durch das bisher vergleichsweise geringe Grünvolumen und den Trockenstress im ersten Wuchsjahr noch keine belastbaren Ergebnisse für eine mikroklimatische Wirkung gezeigt, wird aber in der ExTrass-Verstetigungsphase fortgeführt.

Unser Vergleich von Innenhöfen in Potsdam-Drewitz bietet empirische Belege für die zahlreichen zusätzlichen Vorteile, die umfangreichere naturbasierte Maßnahmen neben Kühlungseffekten im Wohnumfeld mit sich bringen. Wir konnten zeigen, dass in einem Hof, der nur über ein Drittel des Kronenvolumens im Vergleich zu dem am stärksten begrünten Hof verfügt, die gefühlte Temperatur im Tagesmittel über 10 °C höher war als in dem baugleichen Vergleichshof mit entsprechend mehr Baumbestand. Zudem konnten mehr Biodiversität und Kohlenstoffspeicherpotenzial in den stärker begrünten Höfen nachgewiesen werden. Unsere Analyse hat auch gezeigt, dass die Innenhöfe durch ihre Ausstattung mit Stadtmobiliar, wie z. B. Bänken oder Spielgeräten, Potenzial zur sozialen Interaktion bergen, die wiederum den sozialen Zusammenhalt fördern kann. Allerdings hat die Wertschätzungsanalyse von urbanem Grün in

Potsdam-Drewitz gezeigt, dass die Funktion der sozialen Interaktion auf Grünflächen unterschiedlich wahrgenommen wird. Insgesamt war die Wertschätzung für Stadtgrün im Stadtteil aber hoch, wobei insbesondere der Beitrag zum menschlichen Wohlbefinden und Klimaschutz hervorgehoben wurde.

Unsere Aktivitäten haben den vielseitigen Nutzen von Begrünungsmaßnahmen aufgezeigt. In der Verstetigungsphase von ExTrass werden wir die Erfahrungen hinsichtlich der Hemmnisse und Fördernisse bei der Umsetzung weitergeben sowie die Planung und Umsetzung einer wandgebundenen Fassadenbegrünung begleiten. Zudem werden die abgeschlossenen naturbasierten Maßnahmen weiter hinsichtlich ihrer Wirkung und Pflege evaluiert. Außerdem sehen wir im Bereich der sozialen Wirkung von Begrünungsmaßnahmen weiteren Forschungsbedarf. Hier werden wir durch gezielte Beobachtungen und eine weitere Befragung in einem anderen Stadtteil Potsdams gezielt den Beitrag von Stadtgrün zur sozialen Interaktion untersuchen.

Literatur

*in ExTrass entstanden

Aram, F.; García, E.H.; Solgi, E.; Mansournia, S. (2019): Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon*, 5(4): e01339. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01339>.

Åström, D.O.; Bertil, F.; Joacim, R. (2011): Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. *Maturitas*, 69(2): 99-105. DOI: [10.1016/j.maturitas.2011.03.008](https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.03.008).

Bruse, M. (2003): Stadtgrün und Stadtklima. Wie sich Grünflächen auf das Mikroklima in Städten auswirken. *LÖBF-Mitteilungen*, 1: 66 – 70.

Carrus, G.; Scopelliti, M.; Laforteza, R.; Colangelo, G.; Ferrini, F.; Salbitano, F.; Agrimi, M; Portoghesi, L.; Semenzato, P.; Sanesi, G. (2015): Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, 13: 221-228. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.022>.

Dzhambov, A.M.; Dimitrova, D.D. (2014): Urban green spaces' effectiveness as a psychological buffer for the negative health impact of noise pollution: a systematic review. *Noise and health*, 16(70): 157-165.

Ermer, K.; Hoff, R.; Mohrmann, R. (1996): *Landschaftsplanung in der Stadt*. Ulmer, Stuttgart.

Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie (BUE). (2017): *Auf die Dächer Fertig - Grün! Hamburger Gründachförderung. Dachbegründung Leitfaden zur Planung*. Hamburg.

Hoag, H. (2015): How cities can beat the heat. *Nature News*, 524(7566): 402-404. DOI: <https://doi.org/10.1038/524402a>.

Höppe P. (1999): The physiological equivalent temperature - a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43: 71-75.

*Huber, B.; Miechielsen, M.; Otto, A.; Schmidt, K.; Ullrich, S.; Deppermann, L.; Eckersley, P.; Haupt, W.; Kern, K.; Lipp, T.; Neumann, N. Schneider, P.; Sterzel, T.; Thieken, A. (im Erscheinen): *Instrumente und Maßnahmen der kommunalen Klimaanpassung: Empirische Befunde für einen erfolgreichen Transfer*. Universitätsverlag Potsdam.

- Hutcheson, W.; Hoagland, P.; Jin, D. (2018): Valuing environmental education as a cultural ecosystem service at Hudson River Park. *Ecosystem Services*, 31: 387-394. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.005>.
- Kabisch, N.; Qureshi, S.; Haase, D. (2015): Human–environment interactions in urban green spaces — A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact Assessment Review*, 50: 25–34. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.08.007>.
- Kowarik, I.; Bartz, R.; Brenck, M. (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
- Li, D.; Liao, W.; Rigden, A.J.; Liu, X.; Wang, D.; Malyshev, S.; Shevliakova, E. (2019): Urban heat island: Aerodynamics or imperviousness?. *Science Advances*, 5(4): eaau4299. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4299>.
- McVittie, A.; Cole, L.; Wreford, A.; Sgobbi, A.; Yordi, B. (2018): Ecosystem-based solutions for disaster risk reduction: Lessons from European applications of ecosystem-based adaptation measures. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 32: 42–54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.12.014>.
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. (Hrsg. von Kowarik, I.; Bartz, R.; Brenck, M). Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
- Oke, T.R. (1982): The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108: 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>.
- Pfoser, N. (2016): Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung eine Untersuchung zu Sachstand, Motivation und Zukunftseignung der weltweit zunehmenden Fassadenbestimmung als funktionale und ästhetische Fusion von Vegetation und vertikalen Bauteilen. Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt. Verfügbar unter: <https://d-nb.info/1111904472>.
- Rasidi M.H.; Jamirsah N.; Said I. (2012): Urban Green Space Design Affects Urban Residents’ Social Interaction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68(19): 464-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.242>.
- *Schmidt, K.; Walz, A. (2021): Ecosystem-based adaptation to climate change through residential urban green structures: co-benefits to thermal comfort, biodiversity, carbon storage and social interaction. *One Ecosystem*, 6: e65706. DOI: <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e65706>.
- SenStadtUm Berlin - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hg) (2016): Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET. Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt und bgmr Landschaftsarchitekten GmbH. Berlin.
- Strohbach, M.W.; Arnold, E.; Haase, D. (2012): The carbon footprint of urban green space - A life cycle approach. *Landscape and Urban Planning*, 104(2): 220–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.013>.
- Watts, N.; Amann, M.; Arnell, N.; Ayeb-Karlsson, S.; Beagley, J.; Belesova, K.; Boykoff M.; Byass, P.; Cai, W.; Campbell-Lendrum, D. et al. (2021): The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*. 397(10269):129-170. DOI: [10.1016/S0140-6736\(20\)32290-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32290-X).

Wong, N.H.; Tan, C.L.; Kolokotsa, D.D.; Takebayashi, H. (2021): Greenery as a mitigation and adaptation strategy to urban heat. *Nature Reviews Earth & Environment* 2:166–181. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43017-020-00129-5>.

8. Transfer und Skalierung von lokalen Lösungsansätzen

Wolfgang Haupt, Peter Eckersley, Kristine Kern

8.1 Problemstellung und Übersicht

Der fortschreitende Klimawandel und die Bewältigung seiner Folgen stellen Städte zunehmend unter Handlungsdruck. Bei der Suche nach Antworten auf die bevorstehenden Herausforderungen sind Städte jedoch nicht auf sich allein gestellt, sondern können von bereits in anderen Städten erprobten Lösungsansätzen, geeigneten Strategien und erfolgreichen Maßnahmen profitieren. Für den Transfer erfolgreicher Lösungsansätze von einer Stadt in eine andere oder von einem Stadtviertel in ein anderes bestehen jedoch erhebliche Hürden. In diesem Zusammenhang stellen sich Fragen nach der Skalierung solcher Ansätze, etwa wie diese von einem spezifischen Kontext in einen anderen übersetzt werden können.

In ExTrass wurden konzeptionelle Arbeiten und Literaturübersichten zum Transfer und zur Skalierung von lokalen Lösungsansätzen im Rahmen von zwei referierten Zeitschriftenausätzen (Kern 2019; Kern & Haupt 2021) und einem umfassenden Forschungsbericht (Haupt et al. 2021) publiziert. In Kap. 8.2.1 werden einige zentrale Erkenntnisse aus diesen Arbeiten knapp zusammengefasst. Im darauffolgenden Kap. 8.2.2 wird der „Matching Cities“-Ansatz vorgestellt (Kern et al. 2021a und 2021b), der sich mit dem Vergleich von und Transfer zwischen „geeigneten“ Städten befasst. Neben diesen eher konzeptionellen Arbeiten wurden im Rahmen von ExTrass auch empirische Beispiele des Transfers untersucht. So wurden etwa Rahmenbedingungen für den Erfolg, die langfristige Sicherung und die Übertragbarkeit von Erkenntnissen bei der Umsetzung von kommunalen Sanierungsprojekten identifiziert (siehe auch Box 2). Weiterhin wurden konkrete Handlungsempfehlungen zum Transfer und zur Skalierung (Anpassung an andere Kontexte) von Lösungsansätzen (z.B. Maßnahmen und Instrumenten) entwickelt. Diese werden in Kap. 8.3 dargestellt. Die in Kap 8.3 vorgestellten Handlungsempfehlungen wurden im Rahmen eines Policy Briefs (Haupt et al. 2022) und eines umfassenden Forschungsberichts (Huber et al. i.E.) festgehalten.

8.2 Konzeptionelle Grundlagen

8.2.1 Grundlagen zum Transfer und zur Skalierung von lokalen Lösungsansätzen

Ob der Transfer und die Skalierung von Policies gelingen oder nicht, hängt sehr stark von den spezifischen Kontextbedingungen in der aufnehmenden Stadt ab. Bisherige Forschungsergebnisse legen nahe, dass der Transfer von Lösungsansätzen, der bei sich ähnelnden Städten stattfindet (z.B. ähnliche Größe und institutionelle Rahmenbedingungen), die besten Erfolgsaussichten hat (Stead & Pojani 2018; Haupt 2021). Dies gilt insbesondere für den Transfer zwischen Städten aus verschiedenen Ländern (Shefer 2019; Haupt 2021). In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu verstehen, dass ein Ansatz nur in den allerseltensten Fällen unverändert von einer Stadt übernommen wird. Tatsächlich reicht hier die Bandbreite vom reinen Kopieren bis hin zur Entwicklung völlig neuer Lösungsansätze, welche jedoch von der Idee des transferierten ursprünglichen Ansatzes inspiriert wurde.

Vermeehrt werden Lösungsansätze durch transdisziplinäre Projekte erprobt, an denen verschiedene Parter wie etwa öffentliche Stellen, Forschungseinrichtungen oder zivilgesellschaftliche Akteure beteiligt sind (vgl. Kern & Haupt 2021). Vor allem in Deutschland hat sich hierfür

der Begriff des Reallabors durchgesetzt, international gibt es jedoch sehr stark verwandte Diskurse, wobei insbesondere „Urban Living Labs“ (Evans und Karvonen 2013; von Wirth et al. 2020) und lokale Experimente (Hildén et al. 2017; Fuenfschilling et al. 2019) zu nennen sind. Damit sich Lösungsansätze, die im Rahmen solcher oder vergleichbarer Projekte entstanden sind, auch andernorts durchsetzen, muss deren Skalierung gelingen. Dies betrifft insbesondere die Übertragbarkeit eines Ansatz von einem auf einen anderen Ort (räumliche Skalierung), aber auch deren (langfristige) institutionelle Einbettung und Verstetigung (zeitliche Skalierung).

Die räumliche Begrenzung von transdisziplinären Projekten hat zur Folge, dass Ergebnisse erfolgreicher Projekte häufig nicht direkt auf andere Kontexte übertragen werden können. Viele Studien erwähnen zwar die Notwendigkeit der räumlichen Übertragbarkeit von Lösungsansätzen, eine systematische Analyse, wie der Transfer gelingen kann, liefern sie jedoch noch nicht (van Winden und van den Buuse 2017; Hildén et al. 2017; Hughes et al. 2020). Für einen erfolgreichen Transfer ist die Fähigkeit zu kontinuierlichem Handeln unter sich dynamisch verändernden Kontextbedingungen erforderlich (Hughes et al. 2020). Darüber hinaus müssen Überlegungen zur räumlichen Skalierung stärker mit institutionellen Fragen verknüpft werden, da zwischen transdisziplinären Projekten auf der einen und Institutionen (z.B. Stadtverwaltungen, Forschungsinstitute) auf der anderen Seite interdependente Beziehungen bestehen. Institutionen beeinflussen Projekte, und umgekehrt können Projekte zu institutionellem Wandel beitragen. Somit beeinflussen sie auch wiederum politische Entscheidungen (McFadgen & Huitema 2018; Fuenfschilling et al. 2019). Vor diesem Hintergrund kann es von Vorteil sein, politische Entscheidungsträger:innen von Anfang an in solche Projekte einzubeziehen (McFadgen & Huitema 2018).

In zeitlicher Hinsicht besteht die Herausforderung in der (langfristigen) institutionellen Verstetigung neuer Ansätze, die im Rahmen zeitlich befristeter Projekte entstanden sind (z.B. Pilot- und Demonstrationsprojekte). Obgleich die zeitliche Skalierung bei vielen transdisziplinären Projekten höchst relevant ist, wurde dieser zentrale Aspekt bisher wenig thematisiert (Hughes et al. 2020). Es stellt sich also die Frage, wie erfolgreiche Projekte auch mittel- und langfristig verstetigt werden können. In der Regel hängt dies sehr stark von deren Finanzierung und der dauerhaften Institutionalisierung über das Projektende hinaus ab. Ein zusätzliches Problem ist, dass die meisten Kommunen nur über beschränkte Ressourcen für solche neuartigen Formen der Wissensgenerierung und Governance verfügen. Zudem sind solche transdisziplinären Projekte oft nur schwer mit den traditionell eher hierarchischen Strukturen deutscher Stadtverwaltungen kompatibel. Nicht zuletzt deshalb warnen Forschende davor, zu hohe Erwartungen in die tatsächlichen Wirkungen der durchgeführten Projekte zu setzen (Evans & Karvonen 2013; von Wirth et al. 2020).

8.2.2 Der „Matching Cities“ Ansatz

Transfer und Lernen zwischen Städten ist im Bereich der Klimaanpassung und des Klimaschutzes immer noch recht wenig ausgeprägt. Zumindest für die Klimaanpassung sind fehlende oder unpassende Vorbilder bzw. Modelle eine mögliche Erklärung dafür. Im Bereich des Klimaschutzes existieren bereits zahlreiche Ansätze, das Problem liegt eher darin, ob diese politisch durchsetzbar sind (Marsden & Stead 2011; Mejia-Dugand et al. 2013). Vor diesem Hintergrund

haben wir im Rahmen des eng an ExTrass angelehnten international vergleichenden Forschungsprojekts „Matching Forerunner Cities: Coping with climate change in Turku, Malmö, Rostock, and Groningen (MaFoCi)“ einen Ansatz zum Vergleich von und Transfer zwischen „passenden“ Städten („Matching Cities“) entwickelt (vgl. Kern et al. 2021a und 2021b). Der Ansatz wurde auch im Rahmen von ExTrass angewandt und im Rahmen eines Vergleichs zwischen der ExTrass-Fallstudienstadt Potsdam und der schweizerischen Stadt Bern getestet (vgl. Kern et al. 2021a). Zudem wurde ein Vergleich zwischen der MaFoCi-Stadt Rostock und Potsdam durchgeführt.

Der „Matching Cities“-Ansatz zielt darauf ab, das Transferpotenzial erfolgreicher Lösungsansätze zwischen Städten zu erhöhen. Der Fokus liegt hierbei auf strukturell möglichst ähnlichen Städten, insbesondere Ähnlichkeiten in den Bereichen Demographie (z.B. Durchschnittsalter, Bildungsstand), Wirtschaft (z.B. dominierender Wirtschaftszweig und Wirtschaftskraft) oder Politik (z.B. regierende Parteien). Die zugrunde liegende Annahme ist, dass ein Transfer zwischen sich strukturell ähnelnden Städte am erfolgversprechendsten ist (vgl. auch Kap. 8.2.1). Da Städte grundsätzlich einzigartig sind und es unter ihnen niemals „eineiige Zwillinge“ geben kann, liegt die Herausforderung bei einem solchen Ansatz in der Identifikation von „Matching Cities“, welche eine Reihe von Vorarbeiten voraussetzt. So müssen zunächst Städte identifiziert werden, die ähnlich groß sind und ein möglichst hohes Maß an strukturellen Ähnlichkeiten aufweisen. Einem „Matching Cities“-Ansatz folgend sollte sich eine mittelalterlich geprägte Stadt, die in hohem Maß vom Tourismus abhängig ist, wie Speyer oder Bamberg, dementsprechend andere Vorbilder suchen bzw. sich mit anderen Städten austauschen als etwa eine altindustriell geprägte Stadt wie Cottbus oder Gelsenkirchen.

Nach der Identifikation der „Matching Cities“ werden deren jeweilige Stärken und Schwächen im Bereich der Klimapolitik z.B. durch Dokumentenanalysen und Expert:inneninterviews identifiziert. Ähnlich wie bei den strukturellen Merkmalen ist es auch im Bereich des Klimaschutzes und der Klimaanpassung von großem Vorteil, wenn die „Matching Cities“ ein möglichst hohes Maß an Ähnlichkeiten z.B. bei den zu bewältigenden Herausforderungen im Bereich der Klimaanpassung aufweisen. Zudem sollten Städte ausgewählt werden, die vergleichbare Fortschritte im Bereich der Klimapolitik erzielen konnten und beispielsweise alle Vorreiter oder alle Nachzügler sind. Dennoch kann es durchaus von Vorteil sein, wenn sich der jeweilige Fortschritt und die Erfahrungen in einem bestimmten Bereich unterscheiden. So könnte zum Beispiel eine Stadt im Bereich der Klimaanpassung und die andere im Bereich des Klimaschutzes einen Vorsprung haben oder eine Stadt sich bislang besonders auf die Hitzeprävention und die andere auf die Starkregenvorsorge konzentriert haben. Eine solche Konstellation kann das Lernergebnis und die Chance auf einen gelungenen Transfer verbessern, da die Städte sich hier im Idealfall ergänzen und es nicht zu einer einseitigen Mentor:in-Schüler:in Beziehung kommt.

8.3 Handlungsempfehlungen

8.3.1 Verbesserung der kommunalen Klimakoordination

Wie in Kap. 8.2.1 und 8.2.2 erläutert spielen beim erfolgreichen Transfer eines Lösungsansatzes (z.B. Maßnahme oder Instrument) die jeweiligen Kontextbedingungen in der Stadt, welche den Ansatz übernehmen will, eine entscheidende Rolle. Dennoch können sich Lösungsansätze im Hinblick auf ihre Übertragbarkeit erheblich unterscheiden. So gibt es durchaus Ansätze, für

deren Übertragbarkeit Kontextbedingungen in der aufnehmenden Stadt eine geringere Rolle spielen und deren Transferpotenzial folglich als höher eingeschätzt werden kann. Im Rahmen von ExTrass haben wir in den Fallstudienstädten Potsdam, Würzburg und Remscheid solche Lösungsansätze identifiziert und in einem Policy Paper aufbereitet (vgl. Haupt et al. 2022). Das Policy Paper und die darin formulierten Handlungsempfehlungen richten sich explizit an kommunale politische Entscheidungsträger:innen und an Mitarbeitende von Stadtverwaltungen, die für die Koordination der Klimapolitik (Klimaschutz und/oder Klimaanpassung) innerhalb ihrer Stadt verantwortlich sind. Folgende Maßnahmen zur Verbesserung der kommunalen Klimakoordination werden im Policy Paper vorgestellt:

- Berufung eines Klimarats (Vorbild Potsdam),
- Einführung eines Klima-Checks in der Bauleitplanung (Vorbild Remscheid),
- Einrichtung einer Klima-Stabstelle (Vorbild Würzburg).

Ein **Klimarat** ist ein ehrenamtliches Fachgremium, das fachliche Einschätzungen abgibt und ihre Stadt konstruktiv und kritisch bei der Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen begleitet. Ein Klimarat soll außerdem den dauerhaften Dialog zwischen Bevölkerung, Stadtverwaltung, kommunalen Unternehmen, Wirtschaft und Wissenschaft fördern. Bei der Einrichtung bzw. Berufung eines Klimarats empfehlen wir Kommunen – sofern vorhanden –, sich eng an vorliegenden Strategien und Konzepten zu orientieren und Vorschläge für deren konkrete Umsetzung zu erarbeiten (in Potsdam der Masterplan 100 % Klimaschutz). Ferner empfiehlt es sich, die Mitgliederzahl zu begrenzen. Mitglieder aus der Politik sind oft wenig förderlich, da dies die Gefahr birgt, dass Debatten aus den Stadtparlamenten in ein beratendes Gremium verlagert bzw. dort fortgeführt werden. Wichtig hingegen sind zivilgesellschaftliche Mitglieder wie Umwelt- und Klimagruppen. Ferner sollten klare Zuständigkeiten für inhaltliche und organisatorische Aufgaben definiert werden (z.B. Zuweisung von Handlungsfeldern der Klimastrategie an Fachleute). Außerdem ist es wichtig, dass ein Klimarat regelmäßig – z.B. einmal im Monat – tagt.

Der **Klima-Check in der Bauleitplanung** soll Bewusstsein für Klimaschutz und Klimaanpassung in den verschiedenen Abteilungen der Stadtverwaltung schaffen bzw. diese erhöhen. Sie ermöglicht eine frühzeitige Berücksichtigung von Belangen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung im Planungsprozess. Außerdem erhalten Verwaltungsmitarbeitende durch sie i) eine fachliche Grundlage für die Entscheidungsvorbereitung innerhalb der Stadtverwaltung, ii) eine Bewertungsgrundlage für gutachterliche Leistungen und iii) eine Hilfestellung zur Bearbeitung der gesetzlich vorgeschriebenen Abwägung. Die Einführung und zuverlässige Anwendung eines Klima-Checks in der Bauleitplanung kann intensive Überzeugungsarbeit innerhalb der Stadtverwaltung erfordern. Deshalb empfehlen wir, dabei die zahlreichen Vorteile des Klima-Checks für die Kommunalverwaltung hervorzuheben: Zunächst werden durch einen Klima-Check die durch das Baugesetzbuch vorgegebenen Anforderungen an die Bauleitplanung zur Integration von Klimaschutz und Klimaanpassung präzisiert. Ferner bietet der Klima-Check eine strukturierte und übersichtliche Hilfestellung und liefert einen Nachweis, dass alle entsprechenden Belange des Klimaschutzes und der Klimaanpassung berücksichtigt wurden. Außerdem kann er größere Rechtssicherheit schaffen.

In **Klima-Stabsstellen** werden übergeordnete Strategien und Konzepte erarbeitet und die Aktivitäten der an Klimaschutz- und Klimaanpassungsvorhaben beteiligten Stellen der Stadtverwaltung koordiniert. Sie fördern den aktiven (Wissens-)Austausch mit Akteur:innen aus Verwaltung, der öffentlichen Daseinsfürsorge, Wissenschaft, Privatwirtschaft und Politik. Somit erleichtern sie die ganzheitliche Bearbeitung der Querschnittsaufgabe Klimawandel innerhalb der Stadtverwaltung, etwa projektbezogene Zusammenarbeit mit anderen Stellen.

Da eine Klima-Stabsstelle, anders als etwa ein Amt der Stadtverwaltung, nicht hoheitlich tätig werden können, ist es wichtig, dass deren Mitarbeitende in aktiven und regelmäßigen Austausch mit anderen Verwaltungseinheiten treten und sehr projektbezogen arbeiten. Anspruchsvolle Querschnittsaufgaben wie die institutionelle Verankerung von Klimaschutz und Klimaanpassung in der Verwaltung sollten von durchsetzungsstarken und in der Stadt gut vernetzten Personen bearbeitet werden. Gelingen kann dies nur durch die Schaffung dauerhafter Stellen. Zur Vermeidung von Ressourcen- und Zielkonflikten zwischen Belangen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung sollten sich Mitarbeitende einer Stabsstelle mit den beiden Ansätzen zum Umgang mit dem Klimawandel beschäftigen. Dies schließt jedoch nicht aus, dass jeweils Verantwortliche für Klimaschutz und für Klimaanpassung benannt werden.

Auch für die beschriebenen Beispiele aus Potsdam, Remscheid und Würzburg, deren Übertragbarkeit auf andere Städte wir als recht hoch einschätzen, gilt, dass sie von der aufnehmenden Stadt erst in ihren eigenen Kontext übersetzt und somit gegebenenfalls angepasst und verändert werden müssen. Zudem kann eine Stadt auch hier im Zuge der Übersetzung zu der Erkenntnis gelangen, dass die Übertragung einer Maßnahme auf die eigene Stadt wenig erfolgsversprechend ist.

8.3.2 Verbesserung des Wissensaustauschs und des Maßnahmentransfers innerhalb und zwischen Städten

Im Rahmen eines zweiten ausführlichen Forschungsberichts zum Transfer und zur Skalierung von erfolgreichen Ansätzen hat das ExTrass-Team weitere Handlungsempfehlungen für die Praxis entwickelt (Huber et al. i.E.). Im Zentrum stand hierbei die Frage, wie der erfolgreiche Transfer von Strategien, Instrumenten und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels verbessert werden kann. Dazu wurden abgeleitet aus den Projekterkenntnissen identifizierte Barrieren aufgegriffen und entsprechende Empfehlungen an verschiedene Ebenen von Politik und Verwaltung ausgesprochen.

8.3.2.1 Erstellung von Leitfäden

Eine substantielle Hilfe zur Erlangung und zum Transfer von klimaanpassungsrelevanten Wissen können Leitfäden geben. Unter Planungspraktiker:innen sind sie eine weit verbreitete Orientierungshilfe, um sich Zugang zu bestehendem klimaanpassungsrelevanten Wissen zu verschaffen. Jedoch ist nicht bekannt, welche Wirksamkeit diese Dokumente in den Kommunen tatsächlich entfalten. Wie kann sichergestellt werden, dass veröffentlichte Leitfäden von Planer:innen gefunden und ihre Inhalte konkret angewendet werden können? Und wie können die in den Städten gemachten Erfahrungen in die Wissensvermittlung einfließen?

Da Leitfäden weit verbreitet genutzt werden, sollte deren Erstellung und Veröffentlichung grundsätzlich gefördert werden. Dabei sind vor allem Formate empfehlenswert, welche direkt die planerische Praxis und die konkrete Umsetzungsebene adressieren (z. B. in Form von

Checklisten oder Aktionsplänen). Darüber hinaus ist es wichtig, Leitfäden online gut sichtbar und leicht auffindbar zu platzieren, da die meisten Befragten den Zugang zu Leitfäden über Eigenrecherche erlangen. Dabei kann eine bedachte Auswahl von Schlagworten im Titel des Leitfadens ebenso entscheidend sein, wie die Verlinkung durch renommierte Institutionen. Vor dem Hintergrund eines tendenziellen (leichten) Überangebots sollten bestehende Dokumente bevorzugt aktualisiert werden und gänzlich neue Leitfäden nur dann erstellt werden, wenn sie auch bestehende Lücken füllen.

Je stärker die verschiedenen Themen der Klimaanpassung in das reguläre Tagesgeschäft in Städten integriert werden, desto wichtiger wird das schnelle Auffinden geeigneter Maßnahmen für die eigene Stadt. Zu diesem Zweck werden Online-Datenbanken mit Maßnahmen-sammlungen im Steckbriefformat an Bedeutung gewinnen. Hierbei gilt es jedoch, die bestehenden Datenbanken zu pflegen, zu große Redundanzen zu vermeiden und den Zugang zu den Maßnahmensteckbriefen einfach und intuitiv über gut funktionierende Suchmasken zu ermöglichen. Darüber hinaus sollten solche Maßnahmen-Datenbanken nicht nur ein statisches Abbild möglicher Klimaanpassungsmaßnahmen darstellen, sondern neben den Informationen zu Maßnahmen auch den Austausch darüber ermöglichen: Zum einen sollten Städte selbst die von ihnen umgesetzten Maßnahmen in Online-Datenbanken in Form von Steckbriefen eintragen können. Hierbei sollten sämtliche erlebte fördernde, aber auch hemmende Faktoren berücksichtigt werden, aus denen andere Städte beim Transfer der Maßnahme lernen können. Zum anderen sollten Städte in der Datenbank vorliegende Maßnahmen mit ihren eigenen damit gemachten Erfahrungen ergänzen können, um das Transferpotenzial zu befruchten.

8.3.2.2 Schaffung und Verbesserung von Vernetzungsstrukturen innerhalb von Städten

Ein strukturierter Transfer von Wissen und Erfahrungen innerhalb von Kommunen kann dazu beitragen, Barrieren und Hemmnisse bei der Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen der Klimaanpassung abzubauen. Für das Gelingen eines solchen innerstädtischen Transfers sind jedoch einerseits die nötigen Strukturen zu schaffen, die einen konstruktiven Austausch ermöglichen, und andererseits die relevanten Akteur:innen zu identifizieren und am Austausch zu beteiligen.

Zum einen muss die Vernetzung innerhalb der Kommunalverwaltung gefördert werden, da Themenfelder wie die Klimaanpassung komplex sind und das Mitwirken vieler Verwaltungsbereiche erfordern. Als zentrale Koordinierungsstelle der Vernetzungsaktivitäten eignen sich in erster Linie Klimaanpassungsmanger:innen (oft auch in ihrer Doppelfunktion als Klimaschutzmanager:innen). Klimaanpassungsmanager:innen informieren über Maßnahmen, beraten zu Fördermöglichkeiten und befördern die Entwicklung von klimapolitischen Zielen. Neben einem generellen und regelmäßigen Austausch über mögliche Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Klimaanpassung in den jeweiligen Fachbereichen können für größere stadtplanerische Projekte aus diesem Netzwerk heraus innerstädtische Lenkungsgruppen zusammengestellt werden. Hierbei ist es wichtig, dass bei ähnlichen Vorhaben gemachte Erfahrungen von Anfang an einfließen können. Damit kann eine Wiederholung von Fehlern vermieden werden, und während des früheren Prozesses erkannte fördernde Aspekte können so gut wie möglich bei neuen Vorhaben von vornherein nutzbar gemacht werden. Bei wechselnden Konstellatio-

nen von Akteur:innen bzw. anderem Personal ist ein einmaliger Input von den am ersten Vorhaben Beteiligten sinnvoll, z. B. durch einen Erfahrungsbericht, bei dem wesentliche Lehren aus dem durchlaufenen Prozess reflektiert und weitergegeben werden.

Zum anderen ist für den Erfolg von Klimaanpassungsmaßnahmen auch ein gelungener Transfer von Informationen, Wissen und Erfahrungen zwischen der Verwaltungsebene und der zivilgesellschaftlichen Ebene – in beide Richtungen – relevant. Möglichst alle relevanten Akteur:innen außerhalb der Kommunalverwaltung sollten bei größeren städteplanerischen Projekten von vornherein einbezogen werden (z. B. Wohnungsunternehmen, Energieversorger, Vereine etc.). Oft besitzen diese das für die Planung und Umsetzung einer Maßnahme relevante Wissen. Zudem können sie mit dem Vorhaben überlappende Zuständigkeitsbereiche abdecken und somit Probleme oder Konflikte während des Prozesses vermeiden. Dies gilt ebenso für kommunikative Projekte, z. B. zur Hitzevorsorge, bei der Arztpraxen, Apotheken, Schulen, Kindergärten, Senioreneinrichtungen und andere soziale Betreuungseinrichtungen von vornherein in die Kampagnenplanung involviert werden sollten. Und nicht zuletzt sollten auch Anwohner:innen und Nutzer:innen, die mit einer Maßnahme nach ihrer Fertigstellung konfrontiert sind, rechtzeitig involviert werden, z. B. im Rahmen von Workshops. Zunächst kann auch hier der Transfer relevanten Orts- oder Fachwissens für die Planung und Umsetzung der Maßnahme hilfreich sein. Außerdem kann eine frühzeitige Beteiligung eine höhere Akzeptanz für eine Maßnahme schaffen. In dem Sinne sollte auch Transparenz für die Planungen dadurch geschaffen werden, dass eine aktive Außendarstellung auf Webseiten oder durch Vorträge in relevanten Netzwerken erfolgt. Zur Optimierung solcher innerstädtischen Transferwege in Form von Informations- bzw. Beteiligungskampagnen sollten diese im Anschluss durch Umfragen oder Interviews evaluiert werden.

8.3.2.3 Schaffung und Verbesserung von Vernetzungsstrukturen zwischen Städten

In der Anpassung an extreme Wetterereignisse stehen die handelnden Personen vor Ort vor der Herausforderung, mit meist recht begrenzten finanziellen und personellen Mitteln passende Lösungsansätze für ihre Stadt zu entwickeln. Oft gibt es solche oder zumindest ähnliche Lösungsansätze bereits in anderen Städten, wo diese erprobt und umgesetzt wurden (vgl. Kap. 8.3.1). Bisher funktioniert der Transfer solcher Lösungsansätze von einer Stadt in die andere meist eher sporadisch und zufällig. Das Problem beginnt bereits damit, dass Städte meistens gar nicht wissen, wie und wo sie andere Städte finden können, in denen für sie passende Ansätze entwickelt wurden.

Der Transfer zwischen Städten sollte z.B. über Modellstädte oder Partnerstädte systematischer gefördert werden. Städte brauchen Vorbilder oder Modelle (für bestimmte Maßnahmen und Themen), an denen sie sich orientieren können. Die eine für alle anderen Städte passende Modellstadt existiert jedoch nicht. Vielmehr braucht es unterschiedliche Modellstädte für unterschiedliche Stadttypen und Stadtgrößen. Eine kleinere finanzschwache Kommune, der es mit begrenzten personellen und finanziellen Mitteln gelungen ist, nachahmenswerte Lösungsansätze zu entwickeln, kann viel besser als Modellstadt für eine andere kleinere und finanzschwache Kommune dienen als eine größere, international renommierte Vorreiterstadt. Dabei sollten die identifizierten Modellstädte bei der Ausübung ihrer Vorbildrolle z.B. durch eine professionelle Aufbereitung der Lösungsansätze für die Öffentlichkeit und durch honorierte Einladungen zur Präsentation der Erfahrungen unterstützt werden. Bei finanzschwächenden

oder kleinen Kommunen sollten auch die notwendigen Ressourcen und finanzielle Unterstützung zur Verfügung stehen, damit sie bei solchen Veranstaltungen und in entsprechenden Praxispublikationen überhaupt teilnehmen können.

Die Identifikation von Modellstädten sollte gerade auch solche Städte einschließen, denen gar nicht bewusst ist, dass sie (in einem bestimmten Bereich) eine Modellstadt sein sind bzw. sein könnten. Auch bereits existierende Transferorganisationen wie z. B. Städtenetzwerke oder Klima- oder Kommunalagenturen können hierbei von entscheidender Bedeutung sein. Sie haben den Vorteil, dass sie bereits über eine beträchtliche Reichweite verfügen und viele Städte diese bereits als Anlauf- und Austauschstelle kennen und nutzen. Einige Transferorganisationen haben zudem einen guten Überblick über die Stärken und Schwächen ihrer Mitgliedskommunen. Insofern sollten sie – viel stärker als bisher – aktiv auf die Vernetzung von Städten hinwirken, bei denen aufgrund ähnlicher Profile und Arbeitsschwerpunkte ein Austausch besonders gewinnbringend für beide Seiten erscheint. Daneben sollten auch innerhalb von Förderprogrammen für Maßnahmen der Klimaanpassung Modellstädte ausgewählt werden, die bereits Maßnahmen erfolgreich umsetzen konnten. Darüber hinaus sollte von der Antragsbewilligung an eine niedrigschwellige Kommunikation und Vernetzung zwischen Städten mit ähnlichen Maßnahmenplänen unterstützt werden, damit diese Städte im Arbeitsprozess voneinander lernen können.

Literatur

*in ExTrass entstanden

Evans, J.; Karvonen, A. (2013): Give Me a Laboratory and I Will Lower Your Carbon Footprint! - Urban Laboratories and the Governance of Low-Carbon Futures. *International Journal of Urban and Regional Research* 38(2): 413 - 430. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-2427.12077>.

Fuenfschilling, L.; Frantzeskaki, N.; Coenen, L. (2019): Urban experimentation & sustainability transitions. *European Planning Studies* 27(2): 219–228. DOI: <https://doi.org/10.1080/09654313.2018.1532977>.

Haupt, W. (2021): How do Local Policy Makers Learn about Climate Change Adaptation Policies? Examining Study Visits as an Instrument of Policy Learning in the European Union. *Urban Affairs Review* 57(6): 1697–1729. DOI: <https://doi.org/10.1177/1078087420938443>.

*Haupt, W.; Eckersley, P.; Kern, K. (2021): Transfer und Skalierung von lokaler Klimapolitik: Konzeptionelle Ansätze, Voraussetzungen und Potenziale. (IRS Dialog; Band 2021, Nr. 1). Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner. Verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/handle/10419/230620>.

*Haupt, W.; Irmisch, J.; Eckersley, P. (2022) Handlungsempfehlungen für eine bessere Klimakoordination in Kommunen. IRS-Dialog; Band 2022, Nr. 4. Leibniz-Institut für Raumbezogene Sozialforschung, Erkner. Verfügbar unter: <https://leibniz-irs.de/aktuelles/meldungen/04-1/neues-policy-paper-klimabelange-muessen-staerker-und-besser-in-kommunale-ablaeuft-integriert-werden>.

Hildén, M.; Jordan, A.; Huitema, D. (2017): Special issue on experimentation for climate change solutions editorial: The search for climate change and sustainability solutions - The promise and the pitfalls of experimentation. *Journal of Cleaner Production* 169: 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.019>.

- *Huber, B.; Miechielsen, M.; Otto, A.; Schmidt, K.; Ullrich, S.; Deppermann, L.; Eckersley, P.; Haupt, W.; Kern, K.; Lipp, T.; Neumann, N.; Schneider, P.; Sterzel, T.; Thieken, A. (im Erscheinen): Instrumente und Maßnahmen der kommunalen Klimaanpassung: Empirische Befunde für einen erfolgreichen Transfer. Universitätsverlag Potsdam.
- Hughes, S.; Yordi, S.; Besco, L. (2020): The Role of Pilot Projects in Urban Climate Change Policy Innovation. *Policy Studies Journal* 48(2): 271–297. DOI: <https://doi.org/10.1111/psj.12288>.
- Kern, K. (2019): Cities as Leaders in EU Multilevel Climate Governance: Embedded Upscaling of Local Experiments in Europe. *Environmental Politics*, 28(1): 125-145. DOI: <https://doi.org/10.1080/09644016.2019.1521979>.
- *Kern, K.; Haupt, W. (2021): Von Reallaboren zu urbanen Experimenten: deutsche und internationale Debatten. *Raumforschung und Raumordnung*, 79(4): 322-335. DOI: <https://doi.org/10.14512/rur.48>.
- Kern, K.; Grönholm, S.; Haupt, W.; Hopman, L.; Tynkkynen, N.; Kettunen, P. (2021a): Matching Forerunner Cities: Assessing Turku's Climate Policy in Comparison with Malmö, Groningen and Rostock. *Stadt Turku*. Verfügbar unter: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/kto-tutkimusraportteja_1-2021.pdf.
- Kern, K.; Grönholm, S.; Haupt, W.; Hopman, L.; Tynkkynen, N.; Kettunen, P. (2021b): Turku is a Forerunner in Climate Mitigation, but has Catching Up to do in Climate Adaptation. *Stadt Turku*. Verfügbar unter: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/researchbriefings_2021-1.pdf.
- Marsden, G.; Stead, D. (2011): Policy Transfer and learning in the field of transport: A review of concepts and evidence. *Transport Policy* 18(3): 492–500. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.10.007>.
- McFadgen, B.; Huitema, D. (2018): Experimentation at the interface of science and policy: a multi-case analysis of how policy experiments influence political decision-makers. *Policy sciences* 51(2): 161–187. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11077-017-9276-2>.
- Mejía-Dugand, S.; Hjelm, O.; Baas, L.; Ríos, R.A. (2013): Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America. *Journal of Cleaner Production* 50: 82–90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.028>.
- Shefer, I. (2019): Policy transfer in city-to-city cooperation: implications for urban climate governance learning. *Journal of Environmental Policy & Planning* 21(1): 61–75. DOI: <https://doi.org/10.1080/1523908X.2018.1562668>.
- Stead, D.; Pojani, D. (2018): Dutch Experiences of Policy Mobility in Urban Planning. In: Dotti, N.F. (Hg.): *Knowledge, policymaking and learning for European cities and regions. From research to practice*. Elgar, 123–134. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781786433640.00020>.
- van Winden, W.; van den Buuse, D. (2017): Smart City Pilot Projects: Exploring the Dimensions and Conditions of Scaling Up. *Journal of Urban Technology* 24(4): 51–72. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2017.1348884>.
- von Wirth, T.; Frantzeskaki, N.; Loorbach, D. (2020): Urban living labs as inter-boundary spaces for sustainability transitions? In: Roo, G. de; Yamu, C.; Zuidma, C. (Hg.): *Handbook on Planning and Complexity*: 237–257. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781786439185>.

9. Resilienzbewertung und Ausblick

Annegret Thieken, Antje Otto

Das Projekt ExTrass hatte zum Ziel, die städtische Klimaresilienz insbesondere in den drei Fallstudienstädten Potsdam, Remscheid und Würzburg messbar zu stärken. Zudem sollten Transferpotenziale zwischen Städten identifiziert und besser nutzbar gemacht werden, damit das Projekt über die Fallstudienstädte hinaus Wirkungen erzielen kann (vgl. Kapitel 1). Resilienz wurde dabei vorrangig als adaptiver (Lern-)Prozess verstanden, bei dem Stadtverwaltungen Maßnahmen planen, umsetzen und/oder fördern, von denen ein schadensreduzierender Effekt, vor allem bei den Wetterextremen Starkregen und Hitze, erwartet wird. Durch diese Definition wird der Prozess der Resilienzerhöhung operationalisierbar, d. h. potenziell mess- und quantifizierbar.

Wie in den vorangegangenen Kapiteln ausgeführt wurde, wurden folgende Instrumente und Maßnahmen zur Stärkung der Klimaresilienz gemeinsam mit den Fallstudienstädten Potsdam, Remscheid und Würzburg in der Projektlaufzeit von ExTrass entwickelt und getestet (vgl. Kapitel 4 bis 7):

- Stadtklimakarte und Starkregengefahrenkarte mit Planungshinweisen für die Stadt Potsdam;
- Karte zum Bodenkühlpotenzial für die Stadt Remscheid;
- wandgebundene Fassadenbegrünung an der Umweltstation in Würzburg;
- bodengebundene Fassadenbegrünung an einer Schule in Remscheid;
- Akzeptanz und Wirkungsabschätzungen von Begrünungen, u. a. in Potsdam-Drewitz;
- Wegweiser für eine strukturierte Risikokommunikation durch die städtische Verwaltung (inkl. Musteranschreiben);
- veränderbare Materialien für die Risikokommunikation zu Starkregen für die allgemeine Bevölkerung (zwei Flyer, in denen Bilder und Textelemente ausgetauscht werden können);
- Handlungsempfehlungen für sensible Einrichtungen wie Pflege-/Altenheime und Kindergärten zu Hitze und Starkregen;
- Online-Fortbildung zu Hitze für Pflegekräfte (Testversion);
- Checklisten für die kommunale Notfallplanung und ein entsprechendes Planspiel sowie
- zwei Actionbounds (digitale Stadtführungen) zum Thema „Hitze und Grün in der Stadt“ für die Stadt Würzburg.

Auch der Transfer zwischen Städten wurde u. a. durch drei größere Workshops zu Starkregen, Hitze bzw. Stadtplanung angestoßen. Zudem wurden einige Kommunikationsmaterialien gezielt an Vertreter:innen aus den 104 Städten, die vergleichend untersucht wurden (vgl. Kapitel 2), verschickt. Alle Materialien stehen auch auf der ExTrass-Webseite kostenfrei zum Download zur Verfügung. Maßnahmensteckbriefe sowie Beiträge in praxisorientierten Zeitschriften und Newslettern sollen die Verbreitung der Maßnahmen weiter stärken. Die Steckbriefe wurden so gestaltet, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Verbesserung des Transfers zwischen Städten (vgl. Kapitel 8) berücksichtigt wurden.

Zum Ende des Projektes stellt sich die Frage, was die durchgeführten Maßnahmen und Aktivitäten zur Resilienz der involvierten Städte beitragen. Diese Frage kann (noch) nicht abschließend beantwortet werden, da sich die Wirksamkeit der durchgeführten Arbeiten sicherlich erst in den kommenden Jahren zeigen wird. Im Projekt wurden dennoch bereits verschiedene Ansätze zur Erfassung und Quantifizierung der Resilienz erprobt: Zum einen sind hier die Untersuchungen zum Status der Klimaanpassung in Städten (vgl. Kapitel 2) und zur Pfadentwicklung (vgl. Kapitel 3) zu nennen. Aufgrund der Dynamik dieses Politikfeldes soll 2023 erneut eine Bewertung der städtischen Klimaanpassungsbemühungen, wie sie in den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.2 dargestellt wurden, unternommen werden. Dann wird sich zeigen, inwiefern diese Ansätze für das vergleichende Monitoring von Klimaanpassung und Klimaschutz geeignet sind. Zum anderen wurden im F+E-Projekt ExTrass konkrete indikatorbasierte Ansätze getestet. So wurden die Resilienzindikatoren des Zukunftsstadtprojektes MONARES (Feldmeyer et al. 2019) für mehrere Städte, u. a. Potsdam und Würzburg, ermittelt und verglichen (vgl. Abschnitt 9.1). In Remscheid wurde hingegen der Ansatz „Flood Resilience Measurement for Communities“ (vgl. Keating et al. 2017) in Zusammenarbeit mit der London School of Economics (LSE) erstmals in Deutschland angewendet und reflektiert (vgl. Abschnitt 9.2).

Ausgehend von diesen Untersuchungen und weiteren Diskussionen im Projekt wurde ein Resilienztool konzipiert, das in der anschließenden Projektphase (Transfer- und Verstetigungsphase, ExTrass-V vom 01.01.2022 bis 31.12.2023) entwickelt und getestet werden soll (vgl. Abschnitt 9.3).

9.1 Resilienzbewertung mit Hilfe der MONARES-Indikatoren

Im Förderprogramm „Leitinitiative Zukunftsstadt“ gab es neben den Forschungsverbänden wie ExTrass das Begleitprojekt MONARES (Monitoring von Anpassungsmaßnahmen und Klimaresilienz in Städten), dessen Hauptziel es war, Indikatoren für die Bewertung der städtischen Klimaresilienz zu entwickeln. Ausgehend von einer Literaturanalyse wurden fünf Dimensionen (Gesellschaft, Governance, Infrastruktur, Wirtschaft und Umwelt) mit jeweils mehreren Handlungsfeldern identifiziert (vgl. Feldmeyer et al. 2019). Für jedes Handlungsfeld wurde in Zusammenarbeit mit den Verbänden des Förderprogramms „Leitinitiative Zukunftsstadt“ jeweils ein Indikator abgeleitet, sodass schließlich 23 Indikatoren vorlagen (vgl. Feldmeyer et al. 2019 sowie Tab. 9.1).

ExTrass hat sich am Prozess zur Indikatorenentwicklung in MONARES aktiv beteiligt. Zudem wurde im Projekt die Resilienz für vier brandenburgische Städte im Rahmen einer Studienarbeit (Störmann 2020) sowie für zwölf Städte aus Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Bayern im Rahmen einer Bachelorarbeit (Brodhagen 2021) mit dem MONARES-Indikatorenset bewertet. Dabei erwies sich der Ansatz im Wesentlichen als gut umsetzbar; bei einigen Indikatoren war der Datenzugang für Personen außerhalb einer Stadtverwaltung allerdings erschwert und erforderte zusätzliche Recherchen.

Tab. 9.1: MONARES-Indikatoren (Quelle: leicht modifiziert auf Basis von Feldmeyer et al. 2019).

Dimension	Handlungsfeld	Nr.	Indikator
Gesellschaft	Forschung	G1	Anzahl der Forschungsprojekte zu Klimaanpassung
	Wissen und Risikokompetenz	G2	Erfahrung mit verschiedenen Typen von Extremereignissen in den letzten 5 Jahren
	Gesundheit und Pflege	G3	Ärztedichte
	Soziodemographische Struktur	G4	Alter der Bevölkerung
	Zivilgesellschaft	G5	Anzahl der eingetragenen Vereine je 1000 Einwohner:innen
	Bevölkerungsschutz und Katastrophenvorsorge	G6	Anzahl der ehrenamtlichen Mitglieder der Feuerwehr
Governance	Beteiligung	Go1	Anzahl durchgeführter Beteiligungsprozesse in den letzten 5 J.
	Kommunaler Haushalt	Go2	Verschuldung pro Bürger:in
	Strategien, Pläne und Rahmenbedingungen	Go3a	Klimarisiko- und Vulnerabilitätsanalyse
		Go3b	Klimathemen im Stadtentwicklungsplan
	Verwaltung	Go4	Ämterübergreifende Arbeitsgruppen zu Risiko, Klimawandel und Resilienz
Infrastruktur	Bau- und Siedlungsinfrastruktur	I1	Gebäudedichte in Gebietsfläche
	Energieversorgung	I2a	Diversität der erneuerbaren Energieträger
	Stromverbrauch	I2b	Stromverbrauch pro Kopf
	Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	I3a	Anteil des modifizierten Kanalsystems am Kanalnetz (Abwasserentsorgung)
		I3b	Anzahl der Trinkwasserquellen (Trinkwasserversorgung)
Umwelt	Boden und Grünflächen	U1	Unversiegelte Fläche
	Wasserflächen	U2	Ökologischer Zustand der Still- und Fließgewässer
	Biodiversität	U3	Anteil von Gebieten für Natur- und Artenschutz an der Gebietsfläche
	Luft	U4	Anteil der gut und sehr gut durchlüfteten Gebiete
Wirtschaft	Innovation	W1	Beschäftigte in wissensintensiven Branchen
	Unternehmen	W2	Netto-Gewerbesteuererinnahmen pro Einwohner pro Jahr
	Wirtschaftsstruktur	W3	Verteilung der angemeldeten Betriebe und Unternehmen über Wirtschaftszweige

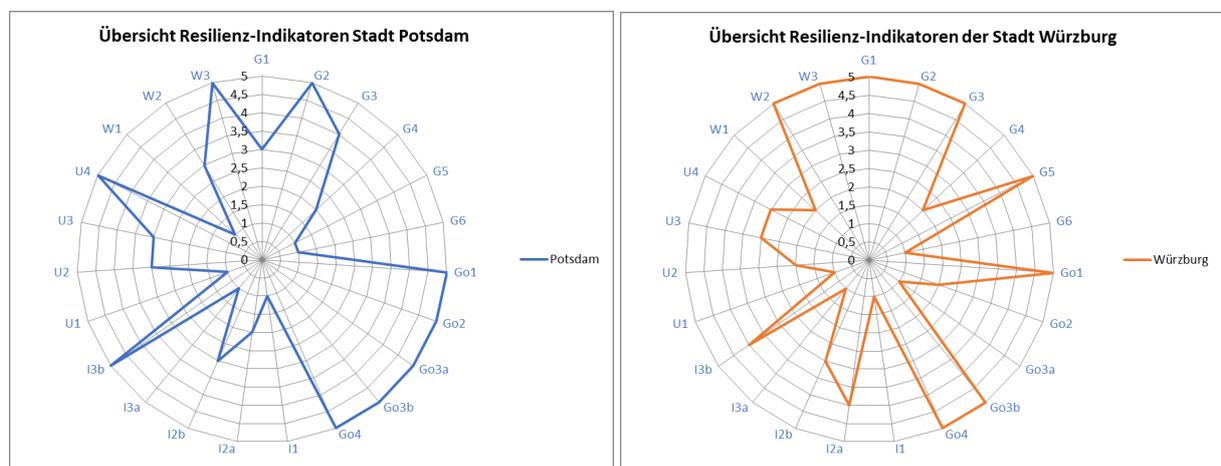


Abb. 9.1: MONARES-Resilienzindikatoren für Potsdam (links; nach Störmann 2020) und Würzburg (rechts; nach Brodhagen 2021). Die Abkürzungen der Indikatoren sind Tab. 9.1 zu entnehmen.

Im Land Brandenburg schnitt die Landeshauptstadt Potsdam im Vergleich zu den Städten Brandenburg (Havel), Cottbus und Frankfurt (Oder) deutlich besser ab und kann als Vorreiter bezeichnet werden (Störmann 2020). Insbesondere in der Dimension Governance wurden für alle Indikatoren Spitzenwerte in Potsdam erreicht (vgl. Abb. 9.1). Auch die anderen brandenburgischen Städte erzielten in der Dimension Governance hohe Werte. Weiterhin wurden in allen Städten Verbesserungspotenziale aufgezeigt.

Dieser Befund wurde von Brodhagen (2021) bestätigt: Die zwölf untersuchten Städte erreichten in der Dimension Governance die einheitlichsten Ergebnisse; alle untersuchten Städte aus Bayern und Niedersachsen schnitten zudem in der Dimension Wirtschaft einheitlich gut ab (vgl. Würzburg in Abb. 9.1). Ein klarer Vorreiter unter den Städten sowie auch unter den Bundesländern konnte jedoch nicht ermittelt werden (Brodhagen 2021).

Im Vergleich mit den Ergebnissen aus dem ExTrass-Arbeitspaket zur Bewertung der Klimaanpassung (vgl. Kapitel 2) zeigte sich, dass Klimaresilienz im MONARES-Indikatorenset deutlich breiter gefasst wird als die Bewertung der Klimaanpassung in ExTrass. Insbesondere Wirtschafts- und Gesellschaftsthemen spielen bei der Bewertung der Klimaresilienz eine größere Rolle, wobei diese Indikatoren (vgl. Tab. 9.1) durch Anpassungsmaßnahmen oftmals gar nicht oder nur wenig beeinflussbar sind. Inwieweit die Bewertungen tatsächlich die Fähigkeit zur Minderung der Auswirkungen von Wetterextremen oder zur Bewältigung von potenziellen Schadensereignissen widerspiegelt, ist jedoch noch weiter zu untersuchen.

9.2 Resilienz gegenüber Überflutungen

Die Stadt Remscheid war des Öfteren von Starkregen, z. B. im Sommer 2018, betroffen und hat bereits etliche Maßnahmen eingeleitet. Daher wurde im Rahmen von ExTrass der Bewertungsansatz „Flood Resilience Measurement for Communities“ (FRMC, vgl. Keating et al. 2017) in Zusammenarbeit mit der London School of Economics (LSE) dort angewendet und reflektiert. Der FRMC-Ansatz orientiert sich an verschiedenen Konzepten wie dem Kapitalansatz, dem Kreislauf des Desastermanagements und allgemeinen Resilienzprinzipien (Robustheit, Redundanz, Findigkeit und Schnelligkeit; vgl. Zurich Flood Resilience Alliance 2019). Der Ansatz soll sowohl für Flusshochwasser als auch für Überflutungen durch Starkregen international anwendbar sein. Insgesamt werden 44 Indikatoren bewertet (vgl. Tab. 9.2). Dabei kann auf unterschiedliche Datenquellen zurückgegriffen werden. In ExTrass wurden neben Informationen aus der städtischen Verwaltung Daten aus der Betroffenenbefragung zu Starkregen (vgl. Dillenardt et al. 2021; vgl. Kapitel 4.2.1.4) verwendet. Somit geht z. B. auch das Vorsorgeverhalten der Bevölkerung in die Bewertung ein. Alle 44 Indikatoren werden zunächst quantifiziert und danach in einem Workshop gemeinsam mit städtischen Vertreter:innen bewertet. Jeder Indikator wird in eine von vier Klassen eingestuft, wobei die Kategorie A „Best practises“ kennzeichnet, während die Kategorie D auf enorme Defizite hinweist. Indikatoren können schließlich nach den oben genannten Konzepten gemeinsam ausgewertet und dargestellt werden, um Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Insgesamt schnitt die Stadt Remscheid in Bezug auf die Starkregenresilienz gut ab. Der Ansatz wurde in einem abschließenden Evaluationsworkshop als umfangreich, aber gut anwendbar und transparent bewertet. Bei einigen Indikatoren ist allerdings die Anwendung auf Starkregen nicht immer klar. Auch die räumliche Abgrenzung der gefährdeten Gebiete ist schwieriger im Vergleich zu Flusshochwasser. Schließlich wurden einige Indikatoren dieses internationalen Ansatzes für den deutschen Kontext als eher ungeeignet empfunden. Insgesamt konnten jedoch Stärken des derzeitigen Managements sowie Ansatzpunkte für Verbesserungen in Remscheid ermittelt werden.

Tab. 9.2: Die 44 Indikatoren des FRMC-Ansatzes (Quelle: Zurich Flood Resilience Alliance 2019).

Wissen über den Schutz von Vermögenswerten	Geschäftsfortführung	Unterbrechung von Kommunikationswegen	Lokaler Katastrophenfonds
Lokaler Plan für Katastrophenmanagement	Bürgerbeteiligung an Hochwasseraktivitäten	Lokale Interessensvertretungen	Sicherheit einer Gemeinschaft
Lokale Strukturen für Amtshilfe und Informationsaustausch	Budget für Natur- und Artenschutz	Budget für Katastrophennothilfe	Frühwarnsysteme
Weiterführung von Bildungseinrichtungen bei Hochwasser	Bewusstsein für Umweltmanagement	Wissen zu Evakuierung und Sicherheit	Externe Kapazitäten für Hochwasserintervention und Wiederaufbau
Wissen um Erste Hilfe	Nahrungsmittelversorgung im Hochwasserfall	Notfallinfrastruktur im Hochwasserfall	Energieversorgung im Hochwasserfall
Bewusstsein über Hochwasserexposition	Medizinische Versorgung im Hochwasserfall	Frischwasserversorgung im Hochwasserfall	Kontaminationsrisiko im Hochwasserfall
Bewusstsein über zukünftiges Hochwasserrisiko	Bewusstsein auf Führungsebene	Wiederherstellung von Haushaltssachwerten	Hochwasserschutz auf Haushaltsebene
Strategie zur Einkommenssicherung auf Haushaltsebene	Integriertes Hochwasserrisikomanagement	Hochwasserkoordination zwischen Gemeinschaften	Großskaliger Hochwasserschutz
Lokale Führung	Nationale Regelungen zur Vorhersage	Zustand des Naturkapitals	Renaturierung
Schutz natürlicher Ressourcen	Nutzgebiete mit besonderem Vorrang	Naturgebiete mit besonderem Vorrang	Bildungsangebot
Investitionen zur Risikominderung	Soziale Inklusion	Unterbrechung von Verkehrswegen	Bewusstsein über Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

9.3 Ausblick: die Stärkung der Resilienz verstetigen

Wie die Projektaktivitäten in ExTrass sowie die oben dargestellten Beispiele zur Resilienzbeurteilung zeigen, umfassen Anpassungsmaßnahmen zur Stärkung der städtischen Resilienz gegenüber Wetterextremen viele Handlungsfelder und Akteure, die von der Stadtplanung bis zur Aufklärung und Gesundheitsvorsorge der Bevölkerung reichen. Damit Fortschritte in diesem Bereich sichtbar werden und Schwachstellen gezielt identifiziert und bearbeitet werden können, ist die Anwendung von Indikatorensets oder Zertifizierungen vorteilhaft. Allerdings zeigten beide in ExTrass erprobten Ansätze (MONARES und FRMC) Defizite. Andere Angebote für Kommunen sind auf den Bereich Klimaschutz beschränkt (z. B. der Klimaschutzplaner des Klimabündnisses) oder – wenn keine Förderung möglich ist – mit hohen Kosten verbunden (z. B. der European Climate Award ECA). Online-Leitfäden wie der Klimalotse vom Umweltbundesamt, der GERICS-Stadtbaukasten, der City Resilience Index oder das Urban Adaptation Support Tool (UAST) des Covenant of Mayors bieten eine Alternative, sind aber teilweise sehr

kleinteilig strukturiert, da sie viele Wirkungsketten und Handlungsfelder adressieren. Einige der Angebote sind zudem nur in Englisch vorhanden, was zu Schwierigkeiten in der Anwendung führen kann.

Daher sollen in einer Transfer- und Verstetigungsphase von ExTrass Instrumente und Maßnahmen aus ExTrass weiter umgesetzt, auf angrenzende Bereiche übertragen und in einen strukturierten Prozess zur Verbesserung der kommunalen Klimaresilienz gegenüber Hitze und Starkregen eingespeist werden. Übergreifendes Ziel ist es, ein webbasiertes Resilienztool zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Mit diesem können Stadtverwaltungen in eigener Regie, kostenlos und fortlaufend für ihre Stadt oder einzelne Stadtteile einen Prozess zur Stärkung der Klimaresilienz durchlaufen. Dabei sollen folgende Anforderungen erfüllt werden:

- Das Tool soll eine gefahrenabhängige Bewertung für Hitze und Starkregen (bzw. Überflutungen als Folge von Starkregen) ermöglichen.
- Neben gefahrenspezifischen Indikatoren sollen akteurspezifische Indikatoren, Empfehlungen oder Maßnahmen, z.B. für Stadtverwaltung, Infrastrukturbetreiber, Unternehmen, soziale Einrichtungen, Bevölkerung, Schulen, berücksichtigt werden.
- „Good-Practice“-Maßnahmensteckbriefe mit Informationen zum Maßnahmeneinsatzgebiet, zur Wirksamkeit, zu Kosten und Umsetzungserfahrungen (Beispiele) sowie zur Einschätzung von Hürden und Transferierbarkeit sollen in einer Toolbox recherchierbar sein.
- Bedarfe an Austauschworkshops zu speziellen Themen sollen über das Tool gesammelt werden. Bei genügend großem Bedarf sollen entsprechende Themenworkshops initiiert werden.
- Die web-basierte Implementierung soll von Schulungs- und Beratungsangeboten begleitet werden.

Abb. 9.2 zeigt die fünf Stufen/Module des geplanten Resilienztools, die sich in den Arbeitspaketen (AP) von ExTrass-V widerspiegeln. In der Ist-Zustandsanalyse (Modul 1) soll die Relevanz von und die Resilienz gegenüber Starkregen und Hitze so mit Indikatoren erfasst werden, dass Schwachstellen klar identifiziert und Maßnahmen zur Verbesserung aus Modul 2 gezielt zugeordnet werden können. Zudem soll dieses Modul so aufgebaut sein, dass es auf vorhandene Datenbanken und Statistiken der Kommunen zurückgreift.

Für jede Maßnahme werden im Modul 2 in einem Steckbrief Aspekte festgehalten, die Ziel und Inhalt der Maßnahme beschreiben, aber auch für die Umsetzung und damit den Transfer wichtig sind, z. B. Zielgruppe, Wirksamkeit, Kosten und Aufwand, notwendige Eingangsdaten oder Voraussetzungen, Einbindung in kommunale Planungen mit Handlungsschritten und beteiligten Akteuren, bekannte Konflikte und Synergien, Informationen zur Verbreitung der Maßnahme und Fördermöglichkeiten sowie Umsetzungsbeispiele und Ansprechpartner:innen für einen Erfahrungsaustausch (AP 3, vgl. auch Kap. 8). Ausgewählte Maßnahmen werden im Modul 3 priorisiert und überblicksartig geplant. Zahlreiche Maßnahmen können optional in einem strategischen Aktionsplan gebündelt und aufeinander abgestimmt werden. Dafür wird in ExTrass-V ein unterstützender Musterleitfaden entwickelt (AP 4). Auch die nachfolgende Umsetzung (Modul 4, AP 5) und eine abschließende Evaluation (Modul 5, AP 6) von Maßnahmen werden durch das Tool strukturiert und unterstützt. Insbesondere werden Fortschritte,

Erfolge, aber auch Hemmnisse dokumentiert, z. B. durch eine Gegenüberstellung von Indikatoren aus Modul 1 zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Zudem können neue Maßnahmensteckbriefe für Modul 2 generiert und vorhandene Steckbriefe ergänzt oder kommentiert werden. Dafür werden im neuen Vorhaben konkrete Maßnahmen, die an die F+E-Phase anschließen, als Pilotvorhaben umgesetzt und evaluiert, wie die Umsetzung einer klimaresilienten Quartiersentwicklung als Beispiel für einen innerstädtischen Transfer in Potsdam (von Drewitz nach Schlaatz) oder die Übertragung der Handlungsempfehlungen bei Starkregen und Hitze für Pflegeeinrichtungen auf ambulante Pflegedienste und den Hausnotruf. Die Maßnahmenumsetzung wird wissenschaftlich begleitet (AP 5); Wirksamkeiten, Konflikte und Synergien werden evaluiert (AP 6). Weiterhin werden Wege und Mechanismen des Transfers von Klimaanpassungsmaßnahmen so aufbereitet, dass die Erkenntnisse für eine verbesserte Dissemination von Innovationen (wie dem Resilienztool) genutzt werden können (AP 1). Weitere Erkenntnisse zu Treibern und Hemmnissen in der Klimaanpassung werden durch eine Analyse der Fortschritte in der Klimaanpassung seit 2018 mithilfe der Indikatoren aus Otto et al. (2021a, 2021b) in über 190 Städten mit mehr als 50.000 EW mit anschließender Typisierung generiert (AP 6.4).



Abb. 9.2: Die fünf Module des in ExTrass-V geplanten Resilienztools.

Durch den dargestellten Ansatz werden folgende übergeordnete Fragestellungen bearbeitet:

- Wie kann städtische Resilienz gegenüber Starkregen und Hitze bewertet und dargestellt werden, sodass direkte Handlungshinweise und Maßnahmen abgeleitet werden können?
- Welche Hindernisse und Konflikte treten bei der Umsetzung von Maßnahmen auf? Wie können diese vermindert und die Wirksamkeit der Maßnahmen verbessert werden?
- Wie müssen Informationen über Instrumente und Maßnahmen aufbereitet werden, damit sie zur Nachahmung anregen, d. h., wie geschieht und gelingt Transfer von Instrumenten und Maßnahmen der Klimaanpassung innerhalb von Städten und zwischen Städten?

Die Pflege des Tools nach Projektende sowie der Beratungs- und Schulungsbedarf werden im Projektverlauf abgeschätzt; Verstetigungsoptionen werden geprüft. Indikatoren für den nachhaltigen Projekterfolg leiten sich vor allen aus der Nutzung des Tools durch die Fallstudienstädte und weitere Städte ab und umfassen, z. B. Klicks auf die Tool- bzw. Projektwebseite, Downloads von Handlungsempfehlungen, Flyern, Steckbriefen etc. sowie die Anzahl der Anfragen zum Tool. Auch das Interesse an kommunalem Austausch und Schulungen, die im Projekt entwickelt und durchgeführt werden sollen, sind Indizien für den Projekterfolg. Letztlich spiegelt sich der Erfolg der Klimaanpassung in der Existenz und Verbreitung von konkreten Planungsgrundlagen für das Management von Hitze oder Starkregen (Stadtklima- und Starkregengefahrenkarten) oder bestimmten Maßnahmen (z. B. kommunale Förderprogramme für Dachbegrünungen) und davon erwarteten Effekten (z. B. Zunahme des städtischen Grünvolumens) wider. Das geplante Tool verspricht, hierzu wertvolle Einblicke zu ermöglichen.

Mit dem dargestellten Arbeitsprogramm erzeugt ExTrass-V wertvolle Ergebnisse auf der Ebene der Fallstudienstädte und Praxispartner durch die Umsetzung weiterer konkreter Maßnahmen, die die Auswirkungen von Starkregen und Hitze in urbanen Gebieten mindern. Durch die Entwicklung eines webbasierten Tools zur kontinuierlichen Verbesserung der Resilienz von Städten gegenüber Starkregen und Hitze kann ExTrass-V jedoch weit über die Fallstudienstädte hinaus wirksam sein.

Literatur

*in ExTrass entstanden

*Brodhagen, C. (2021): Vergleich der urbanen Klimaresilienz kleiner Großstädte in West- und Ostdeutschland – eine indikatorbasierte Bewertung. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität Potsdam.

*Dillenaar, L.; Hudson, P.; Thieken, A.H. (2021b): Urban pluvial flood adaptation: Results of a household survey across four German municipalities. *Journal of Flood Risk Management*. 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.12748>.

Feldmeyer, D.; Wilden, D.; Kind, C.; Kaiser, T.; Goldschmidt, R.; Diller, C.; Birkmann, J. (2019): Indicators for Monitoring Urban Climate Change Resilience and Adaptation. *Sustainability* 11: 2931. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11102931>.

Keating, A.; Campbell, K.; Szoenyi, M.; McQuistan, C.; Nash, D.; Burer, M. (2017): Development and testing of a community flood resilience measurement tool. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* 17: 77–101. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-17-77-2017>.

*Otto, A.; Göpfert, C.; Thieken, A.H. (2021a): Are Cities Prepared for Climate Change? An Analysis of Adaptation Readiness in 104 German Cities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 26(8). DOI: <https://doi.org/10.1007/s11027-021-09971-4>.

*Otto, A.; Kern, K.; Haupt, W.; Eckersley, P.; Thieken, A.H. (2021b): Ranking Local Climate Policy: Assessing the Mitigation and Adaptation Activities of 104 German Cities. *Climatic Change* 167(1–2). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03142-9>.

*Störmann, A. (2020): Klimaresilienz von Städten im Land Brandenburg. Eine Analyse auf Grundlage der Monares-Indikatoren im Rahmen des Projektseminars „Grün in der Stadt“. Unveröffentlichte Studienarbeit, Universität Potsdam.

Zurich Flood Resilience Alliance (2019): Hochwasser Resilienz Messung auf lokaler Ebene (FRMC).
Broschüre verfügbar unter <https://floodresilience.net/resources/item/hochwasser-resilienz-messung-auf-lokaler-ebene-frmc/>.