



Raummuster: Demographischer Wandel und Klimawandel in deutschen Städten

Viola Schulze Dieckhoff¹ · Dennis Becker² · Thorsten Wiechmann¹  · Stefan Greiving²

Eingegangen: 15. Mai 2017 / Angenommen: 23. März 2018 / Online publiziert: 17. April 2018
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018

Zusammenfassung

Klimawandel und demographischer Wandel hängen miteinander zusammen, denn die Auswirkungen des Klimawandels resultieren nicht allein aus den klimatischen Veränderungen, sondern auch aus gesellschaftlichen Entwicklungsprozessen und deren räumlicher Manifestation. Individuelle Dispositionen in einer ausdifferenzierten Bevölkerungsstruktur führen zu kleinräumig divergierenden Empfindlichkeiten gegenüber Klimaänderungen und klimatischen Extremereignissen. Zentral für die Stadt- und Raumentwicklung werden damit die Fragen, wer gegenüber was, zu welchem Zeitpunkt und an welchem Ort sensitiv ist. Diese Fragen haben die Verwirklichung nachhaltiger Städte und Siedlungen, ein gesundes Leben und Wohlbefinden sowie Gleichheit für alle zum Ziel. Die Demographie ist neben der Politik, der Kultur, der Wirtschaft, der Bildung und der Religion ein für diese Fragestellung zentraler, da projizierbarer Einflussfaktor auf Klimawirkungen. Ziel des Beitrags ist es, die Raummuster aus demographischem Wandel und Klimawandel für Deutschland zu analysieren. Durch die integrierte Betrachtung von Klimasignalen und demographischen Indikatoren für die Zeiträume Gegenwart und Zukunft zeigen sich für Deutschland zentrale Raummuster: Stadtwachstum in wärmeren Klimaraumtypen sowie Rückbau und Leerstand im trockeneren Klima. In beiden Fällen findet eine starke Veränderung des Bevölkerungsvolumens und/oder der Bevölkerungsstruktur statt, bei gleichzeitig zunehmenden klimatischen Belastungen. Dies erhöht das Anpassungserfordernis städtischer Strukturen. Vor diesem Hintergrund müssen die Planungswissenschaft und -praxis, so die zentrale Schlussfolgerung, ihre Tabus (Siedlungsrückzug) und Prämissen (Innen- vor Außenentwicklung) erneut diskutieren und neue Erkenntnisse (adaptive Strategien) sowie technische Neuerungen (digitale Informationsquellen) einbinden.

Schlüsselwörter Demographischer Wandel · Klimawandel · Deutschland · Raum- und Stadtplanung

Viola Schulze Dieckhoff
viola.schulzedieckhoff@tu-dortmund.de

Dennis Becker
dennis3.becker@tu-dortmund.de

✉ Prof. Dr. Thorsten Wiechmann
thorsten.wiechmann@tu-dortmund.de

Prof. Dr. Stefan Greiving
stefan.greiving@tu-dortmund.de

¹ Fachgebiet Raumordnung und Planungstheorie,
Technische Universität Dortmund,
August-Schmidt-Straße 6, 44227 Dortmund,
Deutschland

² Institut für Raumplanung, Technische Universität Dortmund,
August-Schmidt-Straße 10, 44227 Dortmund, Deutschland

Spatial Patterns: Demographic Change and Climate Change in German Cities

Abstract

Climate change and demographic change interact. Impacts in the context of climate change do not solely result from climate change and climate variability. They are a consequence of interrelations between climate and social change. Diverse settlement structures as well as a heterogeneous population lead towards small-scale sensitivities in the face of climate variability and extreme events. Who is sensitive, at what time and at what location become central questions of urban and spatial planning, aiming at sustainable cities and communities, good health and well-being as well as reduced inequalities. Demography is, next to politics, culture, economy, education or religion, the most substantial factor regarding these questions due to its profound knowledge and methodological toolbox on population dynamics. Therefore, the article aims at analysing the spatial patterns of demographic and climate change. The integrated assessment of climatic and demographic indicators reveals major spatial patterns for Germany: urban growth in warmer climate types as well as dismantling and vacancy in drier climate types. In both cases, an extreme change in population volume and/or structure takes place parallel to an increasing climatic exposure. This leads towards growing adaption needs. Planning science and practice needs to revise its taboos (manage retreat) and premises (internal before external development) as well as integrate new findings (adaptive strategies) and technical innovations (digital information sources).

Keywords Demographic change · Climate change · Urban planning · Spatial planning · Germany

1 Einleitung: Demographischer Wandel und Klimawandel

Demographischer Wandel und Klimawandel sind die zwei wesentlichen Einflussgrößen aktueller und zukünftiger Stadt- und Raumentwicklung in Deutschland (vgl. Siebel 2004; Gans/Schmitz-Veltin 2006; BBSR 2012; Birkmann/Bach/Vollmer 2012). Die wissenschaftlichen Diskurse in den Forschungsfeldern demographischer Wandel und Klimawandel haben sich dennoch weitgehend getrennt voneinander entwickelt (Gravert/Günzel/Volkmann et al. 2013). Die nationale und internationale Debatte über relevante Faktoren und Modelle in Klimafolgen-, Adaptions- und Vulnerabilitätsstudien schlägt jedoch aktuell eine Brücke zwischen den Diskursen (Adger 2006; Füßel/Klein 2006; IPCC 2007; O'Brien/Eriksen/Nygaard et al. 2007; Vollmer/Birkmann 2012; EEA 2013; Lückenköter/Lindner/Greiving 2013; BMVBS 2013a; IPCC 2014; Van Ruijven/Levy/Agrawal et al. 2014; Milan/Creutzig 2015; Muttarak/Lutz/Jiang 2015; Greiving/Arens/Snowdon-Mahnke et al. 2016; Jurgilevich/Räsänen/Grundstroem et al. 2017). Allgemein anerkannt ist dabei, dass Auswirkungen des Klimawandels nicht allein aus den klimatischen Veränderungen resultieren, sondern auch aus gesellschaftlichen Entwicklungsprozessen (IPCC 2007; Räsänen/Juhola/Nygren et al. 2016). Menschen, Städte, urbane Systeme, aber auch weitere Institutionen unterscheiden sich allerdings hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und Anpassungskapazität gegenüber Klimaänderungen und klimatischen Extremereignissen (BMVBS 2013a; IPCC 2014; Muttarak/Lutz/Jiang 2015; KC/Lutz 2017; Muttarak 2017; UBA 2017). Wer sensitiv gegenüber was, zu welchem Zeitpunkt und an welchem Ort ist, sind demnach die zentralen Fragen

einer Stadt- und Raumentwicklung, die nachhaltige Städte und Siedlungen, ein gesundes Leben, Wohlbefinden sowie Gleichheit für alle zum Ziel hat.

Die Demographie ist neben der Politik, der Kultur, der Wirtschaft, der Bildung, der Religion der für diese Fragestellung zentrale, da projizierbare Einflussfaktor (Muttarak/Lutz/Liang 2015; KC/Lutz 2017) auf Klimawirkungen, als Ergebnis aus Klimasignal und Empfindlichkeit. Als Bevölkerungswissenschaft steht der Demographie eine analytische und methodische Instrumentensammlung und ein großer Erfahrungsschatz zu Merkmalen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen, deren Lebenserwartung sowie der quantitativen Projektion und Prognose zur Verfügung (Muttarak/Lutz/Jiang 2015: 3). Durch die Berücksichtigung demographischer Entwicklungen werden damit spezifischere Klimafolgen-, Anpassungs- und Vulnerabilitätsabschätzungen möglich, die das Wohlbefinden der Menschen in das Zentrum stellen (Muttarak/Lutz/Jiang 2015: 3) und schließlich die Unsicherheiten in Planungsprozessen und bei der Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen und Anpassungsstrategien reduzieren können (Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015: 314). Aber auch für die weiteren genannten Faktoren werden zunehmend Ansätze zur dynamischen Fortschreibung und räumlichen Skalierung im Kontext der *Shared Socioeconomic Pathways* (SSPs)¹ entwickelt und angeregt, diese bei der Klimafolgen- und Vulnerabilitätsabschätzung zu berücksichtigen

¹ Die *Shared Socioeconomic Pathways* beschreiben plausible alternative Entwicklungen hinsichtlich demographischer, ökonomischer, technologischer, sozialer, *Governance*- und ökologischer Faktoren. Neben qualitativen Beschreibungen von globalen Entwicklungstrends beinhalten sie quantitative Aussagen zu Schlüsselindikatoren, die als *Input* für weitere Modellberechnungen im Rahmen von Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen dienen können (O'Neill/Kriegler/Ebi et al.

(Kriegler/O'Neill/Hallegatte et al. 2012; Van Ruijven/Levy/Agrawal et al. 2014; Jiang/O'Neill 2017; KC/Lutz 2017).

Zwar wird eine integrierte Stadtentwicklung, die Klimaschutz, Klimaanpassung und demographischen Wandel als untrennbare Elemente ansieht (Bundesregierung 2008: 22; ARGEBAU 2008; Deutscher Städtetag 2012; Bundesregierung 2017) in Deutschland bereits gefordert, faktisch bestehende Querbezüge im Raum und bei der Maßnahmen- und Strategieentwicklung im Umgang mit den Megatrends werden dennoch regelmäßig ausgeblendet (Greiving 2012; Gravert/Günzel/Volkman et al. 2013; Muttarak/Lutz/Jiang 2015: 1). Die von der Ministerkonferenz für Raumordnung verabschiedeten „Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland“ (MKRO 2016) stellen beispielsweise die vier Leitbilder „Daseinsvorsorge sichern“, „Klimawandel und Energiewende gestalten“, „Raumnutzungen steuern und nachhaltig entwickeln“ sowie „Wettbewerbsfähigkeit stärken“ nebeneinander. Obgleich Klimaanpassungsmaßnahmen über die Städtebauförderung vorangetrieben werden, unterbleibt eine Überlagerung der Bereiche „Daseinsvorsorge sichern“ und „Klimawandel“, obwohl diese bioklimatische Belastungsgebiete mit hoher Bevölkerungsdynamik (Bevölkerungsrückgang und -zunahme) aufzeigt. Die vom Netzwerk Vulnerabilität, ein Netzwerk von Bundesoberbehörden, welches im Auftrag des Umweltbundesamts die Analyse und Minimierung der Verwundbarkeit Deutschlands zum Ziel hat, durchgeführten integrierten Analysen beschränken sich auf die Verwaltungseinheit der Kreisstädte und clusteranalytisch gebildete Kreisregionstypen² in Deutschland.

Da sowohl Klimawandel als auch demographischer Wandel aber wesentliche Bestandteile kommunaler Handlungs- und Entscheidungshoheit berühren (unter anderem bodennutzungsbezogene Bauleitplanung, Daseinsvorsorge; vgl. Greiving 2012; WGBU 2016; UN 2016; Kuttler/Oßenbrügge/Halbig 2017), ist die Analyse der kommunalen Betroffenheit und der raumbezogenen Zusammenhänge der Trends eine Grundvoraussetzung für die Ableitung von Strategien und Maßnahmen zum erfolgreichen Umgang mit diesen und steht damit im Fokus des Beitrags. Auf der lokalen Ebene mangelt es insbesondere in kleineren und mittleren Städten und Gemeinden oft an sektoralen Daten sowie

finanziellen und personellen Kapazitäten für aufwendige Modellierungen, Datenerhebungen und Datenaufbereitungen (BMVBS 2013b: 22; Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015: 322), sodass demographische und klimatische Daten und Projektionen, wenn überhaupt, in stark variierender Qualität und Quantität mit unterschiedlichen Raum- und Zeitbezügen vorliegen. Problematisch ist, dass ein künftiges Klima dann – bis auf vereinzelte Ausnahmen (z. B. Klimaanpassungskonzepte von Dortmund-Hörde, Hagen, Köln) – mit der gegenwärtigen Empfindlichkeit eines nichtklimatischen Systems in Verbindung gebracht wird und Änderungen infolge von Siedlungsentwicklung, demographischem Wandel und Landnutzungswandel unberücksichtigt bleiben (Adger 2006; Füssel/Klein 2006; Black/Kniveton/Skelton et al. 2008; EEA 2012). Dies erhöht die Ungewissheiten bei der Abschätzung von Klimawirkungen zusätzlich (Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015: 314).

Zu den Raummustern von demographischem Wandel und Klimawandel in Deutschland in Gegenwart und Zukunft sowie zu den daraus resultierenden Anforderungen an die Raum- und vor allem Stadtentwicklung existieren folglich kaum fundierte Aussagen.³ Diese Lücke schließt der vorliegende Beitrag, indem er einschlägige, demographische und klimatische Typologien für Deutschland in Gegenwart und Zukunft in einer Matrix verknüpft. Das Vorgehen ermöglicht es, einen klimatischen Raumtyp unterschiedlichen demographischen Stadttypen und andersherum einen demographischen Stadttyp unterschiedlichen klimatischen Raumtypen gegenüberzustellen. Klimawirkungen können so für verschiedene Raummuster konkretisiert und Anpassungserfordernisse für die Stadt- und Raumplanung generalisiert werden. Raummuster stehen in diesem Beitrag für eine Konstellation aus demographischen und klimatischen Merkmalen, das heißt, die einzelnen Faktoren sowie deren Beziehung zueinander ergeben ein Muster. Ein Raummuster beschreibt ein Problem und dessen planerische Relevanz.

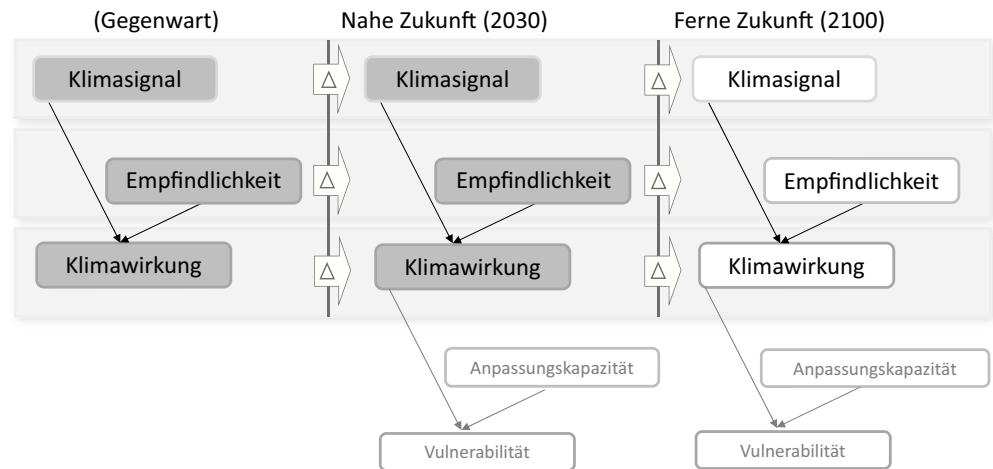
Der Beitrag umreißt eingangs das Spannungsfeld aus demographischem Wandel und Klimawandel für die Stadt- und Raumplanung in Deutschland. Das zweite Kapitel diskutiert mögliche Modellansätze und Eingangsindikatoren zur integrierten Erfassung der für Deutschland typischen Raummuster aus demographischem Wandel und Klimawandel. Das dritte Kapitel skizziert die Ergebnisse der integrierten Betrachtung der Trends und beispielhafte Raummuster.

2017: 171). Potenzielle neue Richtlinien in den Bereichen Klimaanpassung und Klimamitigation sowie klimatische Veränderungen bleiben in den *Shared Socioeconomic Pathways* unberücksichtigt (Ebi 2014: 34).

² Auf Basis sozioökonomischer und siedlungsstruktureller Merkmale wurden sechs Kreisregionstypen für die Analysen des Netzwerks Vulnerabilität gebildet: Standorte industrieller ‚Global Player‘, Strukturstarke, hoch verdichtete Dienstleistungszentren, Standorte mit bedeutsamen Produktions- und Dienstleistungspotenzialen, Hoch verdichtete Regionen mit strukturellen Schwächen, Peripher gelegene und gering verdichtete Regionen mit ausgeprägten touristischen Potenzialen, Teilweise peripher gelegene Regionen mit starken strukturellen Defiziten (adelphi/PRC/EURAC 2015: 654).

³ Der Beitrag basiert auf dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschungsprojekt „Einfluss des demographischen Wandels auf die Empfindlichkeit von Städten gegenüber dem Klimawandel“ an der Technischen Universität Dortmund (Förderkennzeichen: WI 2660/8-1), welches die Wechselwirkungen zwischen demographischem Wandel und Klimawandel auf städtischer Ebene und deren raumplanerische Relevanz untersucht.

Abbildung 1 Modell zur Bestimmung von Klimawirkungen in Anlehnung an das Netzwerk Vulnerabilität (Quelle: Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. (2015: 315))



Abschließend werden Anpassungserfordernisse für Stadt- und Raumplanung formuliert.

2 Methodik

Wie zahlreiche Veröffentlichungen zu Klimafolgen, Klimaanpassung und Vulnerabilität erkennen lassen, gibt es bislang weder ein einheitliches Konzept noch einen einheitlichen Begriffskanon zur Verwundbarkeitsanalyse in der räumlichen Planung (Hinkel 2011; Räsänen/Juhola/Nygren et al. 2016; Jurgilevich/Räsänen/Grundstroem et al. 2017). Die verwendeten Terminologien, Methoden und Konzepte sind nicht konsistent, da sie unterschiedlichen Denkschulen entstammen und unterschiedliche Ziele verfolgen (Galopin 2006; Franck/Overbeck 2012: 90; Birkmann/Fleischhauer 2013; Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015; Mutarak/Lutz/Jiang 2015: 2; UBA 2017).⁴ Allen Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen ist aber gemein, dass gesellschaftliche Machtstrukturen, die zur selektiven Auswahl individueller und kollektiver Interessen führen, in den Entstehungs-, Umsetzungs- und Bewertungsprozess dieser Studien einfließen, sodass diese notwendigerweise lückenhaft sind und blinde Flecken aufweisen (Christmann/Kilper/Ibert 2016: 18; vgl. auch O'Brien/Eriksen/Nygaard et al. 2007; Hinkel 2011). Für die Analyse von Raummustern aus demographischen und klimatischen Trends werden im Folgenden somit die gewählte Analysemethode und die verwendeten Daten begründet.

2.1 Modell zur integrierten Betrachtung der Trends

In Anlehnung an die Analysen des Netzwerk Vulnerabilität und an den neu erstellten „Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen“ des Umweltbundesamts (UBA 2017) als empfohlener Methodenstandard in Deutschland wird ein modifiziertes Vulnerabilitätskonzept für die Analyse verwendet. Das lehnt sich zwar an den Ansatz des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) von 2007 an, hat diesen aber an entscheidender Stelle weiterentwickelt. Der Ansatz erlaubt, dass mit klarem Zeitbezug Aussagen über Empfindlichkeit und Klimasignal getroffen und Projektionen für die Zukunft berücksichtigt werden (adelphi/PRC/EURAC 2015; Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015). Das IPCC-Konzept des 5. Assessment Reports (IPCC 2014) wird dagegen bewusst nicht verwendet, da der Bezug zum Risikokonzept (und damit implizit einem probabilistischen Modell) nicht geeignet erscheint, die Ungewissheiten, die mit der Projektion zukünftiger Veränderungen verbunden sind, abzubilden.

Das im Folgenden beschriebene Modell bietet eine geeignete Ausgangsbasis, die Raummuster demographischer und klimatischer Trends und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Raum- und Siedlungsentwicklung zu erfassen. Vulnerabilität wird dort beschrieben als Ergebnis aus Klimawirkung und Anpassungskapazität, wobei die Klimawirkung oder Betroffenheit als Ergebnis aus Klimasignal und Empfindlichkeit resultiert (Füssel/Klein 2006; IPCC 2007; adelphi/PRC/EURAC 2015; vgl. Abbildung 1). Indem die Strukturelemente Klimasignal, Empfindlichkeit und im Ergebnis die Klimawirkung klar abgegrenzt zur Anpassungskapazität vorliegen, kann der Fokus auf Klima- und Empfindlichkeitsentwicklungen im raumzeitlichen Zusammenhang gelegt und die Anpassungskapazität, der die Raum- und Stadtplanung zuzuordnen ist, ausgeklammert werden. Dies ist notwendig, um Anforderungen an die Raum- und Stadtentwicklung zu formulieren und

⁴ Eine generelle Diskussion der unterschiedlichen Definitionen, Methoden und Konzepte findet sich bei Adger (2006), Eakin/Luers (2006), Wolf/Hinkel/Hallier et al. (2013), Räsänen/Juhola/Nygren et al. (2016), Fleischhauer/Greiving/Lindner et al. (2017) und Jurgilevich/Räsänen/Grundstroem et al. (2017).

für die Raum- und Stadtplanung zu konkretisieren. Bereits erfolgte Anpassungsmaßnahmen sowohl an demographische bzw. klimatische Veränderungen fallen in den Bereich der Empfindlichkeit (Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015: 315). Gegenüber der Risikodefinition des IPCC (2014) wird durch die Anwendung des Vulnerabilitätsverständnisses des IPCC (2007) auch das Problem umgangen, Eintrittswahrscheinlichkeiten für klimatische und sozioökonomische Entwicklungen ermitteln zu müssen (Birkmann/Greiving/Serdeczny 2017: 271 ff.).

Die Raummuster werden im Beitrag ausschließlich über den Funktionsausschnitt aus Klimasignal, Empfindlichkeit und Klimawirkung für die Gegenwart und nahe Zukunft erfasst (vgl. Hervorhebung in Abbildung 1): Die Klimawirkung gibt die Wirkfolgen zwischen einem definierten Klimasignal und einem durch Empfindlichkeit definierten System wieder. Die Ausprägung des Klimas zu einem bestimmten Zeitpunkt und an einem bestimmten Ort wird über das Klimasignal wiedergegeben. Empfindlichkeit stellt das Maß dar, in welchem ein nichtklimatisches System auf eine definierte Klimaausprägung reagiert (Greiving/Zebisch/Schneiderbauer et al. 2015: 316).

2.2 Indikatoren und Datengrundlage

Wie eingangs gezeigt, birgt die Demographie einen notwendigen und gleichzeitig soliden Zugang zu Empfindlichkeitsdaten. Durch die Gegenüberstellung einschlägiger Typisierungen (vgl. Kapitel 2.2.2 und 2.2.3) werden Raummuster sichtbar, die Komplexität reduziert und gleichzeitig die analytische Betrachtung einer großen Zahl an Kommunen mit ähnlichen Herausforderungen möglich. Die Auswahl der Typisierungen und zugrunde liegender Beschreibungen beruht auf den jeweiligen, dort betrachteten Indikatoren und deren Relevanz für die Modellkomponenten Empfindlichkeit und Klimasignal.

2.2.1 Einfluss des demographischen Wandels auf die Empfindlichkeit der Stadt

Beim demographischen Wandel wird ein Phänomen komplexer Wirkbeziehungen mit gegenwärtig zwei wesentlichen Triebkräften angesprochen: das dauerhafte Absinken der Geburtenrate unter das gesellschaftliche Reproduktionsniveau sowie der Anstieg der Lebenserwartung (vgl. Birg 2005; Gans/Schmitz-Veltin 2006; BBSR 2012). Daraus resultierende demographische Veränderungen, wie die Gleichzeitigkeit von Bevölkerungsrückgang und Bevölkerungszunahme sowie die Alterung der Bevölkerung, werden unter dem demographischen Wandel subsumiert. Mitunter wird auch die zunehmende Heterogenität der Gesellschaft darunter gefasst. Je nach Ansatz können damit die wachsende Mannigfaltigkeit der Gesellschaft nach Lebens-

stilen (Gans/Leibert 2007; Schnur 2010), Lebensformen (BMI 2011), regional-ethnischer Herkunft oder sprachlichem bzw. kulturell-religiösem Hintergrund (Mäding 2009: 34) gemeint sein. Lutz, Mutarak und Striessnig (2014) weisen für die Bildung einen positiven Einfluss auf Katastrophenmortalität nach. Bildung gehört für sie neben biologischen, politischen, sozioökonomischen und religiösen Aspekten ebenfalls zur Demographie und ist zentral für die Vulnerabilitätsforschung. Martinez, Frick und Gee (2014) verweisen zudem darauf, dass die Übertragbarkeit erprobter städtischer Anpassungsstrategien und Anpassungsmaßnahmen insbesondere dort erfolgreich ist, wo sich die betroffenen Kommunen und Städte in Werten und Mentalitäten ähneln. Um die Übertragbarkeit der Analyseergebnisse zu gewährleisten, bietet sich folglich die Verwendung einer demographischen Stadttypologie an, die zusätzlich auch sozioökonomische Parameter berücksichtigt.

Die Empfindlichkeit der Menschen gegenüber Klimaveränderungen wird bestimmt von (a) intrinsischen, individuellen und (b) extrinsischen, sozioökonomischen Faktoren (in Anlehnung an Milan/Creutzig 2015: 223).

Zu a): Um Aussagen über die Hitzeempfindlichkeit zu generieren, werden aufgrund biologischer Unterschiede generell die über 65-Jährigen oder/und die über 80-Jährigen sowie die Kleinkinder herangezogen. Eingeschränkte Körperfunktionen, Blutzirkulation und Transpiration machen diese Alterskohorten anfälliger gegenüber Hitze (Koppe/Kovats/Jendritzky et al. 2004). Studien zum Hitzesommer 2003 weisen hingegen steigende Mortalitätsraten während Hitzeperioden bereits ab 35 Jahren nach (Fouillet/Rey/Laurent et al. 2007), eine amerikanische Untersuchung der Jahre 1999 bis 2003 bereits schon ab 15 Jahren (Luber/Sanchez/Conkin 2006). Die Mortalitätsraten für diese Kohorten sind sogar höher als die der Kleinkinder. Untersuchungen in Leipzig zum subjektiven Hitzeempfinden in Anbetracht demographischer, gesundheitlicher, aber auch sozioökonomischer Faktoren (Großmann/Franck/Krüger et al. 2012; Stadt Leipzig 2015; Kunz-Plapp/Hackenbruch/Schipper 2016) zeigen zwar keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Geschlecht und subjektivem Hitzeempfinden, Zusammenhänge bestehen jedoch zwischen den unterschiedlichen Alterskohorten und deren Hitzeempfinden (Stadt Leipzig 2015: 32 f.), insbesondere in Abhängigkeit von Alltagsverpflichtungen und Alltagsmobilität (vgl. auch Kunz-Plapp/Hackenbruch/Schipper 2016). So wurden am Arbeitsplatz und in der Innenstadt besonders hohe Belastungen von den berufstätigen und älteren Kohorten geäußert, bei der jüngeren Kohorte (18 bis 24 Jahre) dagegen in den eigenen vier Wänden. Auf dieser Basis werden derzeit Ansätze für die Klimafolgenabschätzung entwickelt, die die Hitzesensitivität der Gesamtbevölkerung innerhalb abgegrenzter geographischer Grenzen (z. B. Quartiere) betrachtet, vergleicht und raumbezogene Handlungsprioritä-

ten ableitet (Greiving/Arens/Snowdon-Mahnke et al. 2016). Vorgeschlagen wird dabei eine additive Verknüpfung unterschiedlich gewichteter Alterskohorten (der 0- bis 5-Jährigen, der 6- bis 64-Jährigen, der 65- bis 79-Jährigen sowie der über 80-Jährigen) in Gegenwart und Zukunft. Durch eine Normalisierung⁵ der Zwischenergebnisse über diese beiden Zeitebenen steht im Ergebnis jeweils ein Wert für die Hitzeempfindlichkeit der Bevölkerung in Gegenwart und Zukunft, wobei auch zwischen Tages- und Nachtbevölkerung differenziert wird. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe schlägt vor, alleinlebende Senioren und gesundheitlich vorbelastete Menschen ebenfalls gesondert bei der Bestimmung der Hitzeempfindlichkeit sowie Anfälligkeit gegenüber Starkregen zu berücksichtigen (BBK 2013: 46, 80).

Neben möglicher sozialer Isolation, z. B. alleinleben der älterer Menschen, erhöht auch die sprachliche und kulturelle Isolation die Empfindlichkeit gegenüber Hitzeperioden (Gronlund 2014: 166) und anderen Extremwetterereignissen. Sprachliche Barrieren erschweren beispielsweise die Kommunikation, Verhaltenshinweise, Extremwetterwarnungen oder Anweisungen der Einsatzkräfte in Katastrophenfällen. Bezogen auf Starkregen- und Hochwasserereignisse zeigen sich in Deutschland vordergründig Haushalte mit Kleinkindern aufgrund langer Evakuierungszeiten als besonders empfindlich (BBK 2013: 88). Auch hier erschweren sprachliche Barrieren die Kommunikation und Informationsweitergabe im Katastrophenfall (BBK 2010: 54 ff.). Hinsichtlich des Einflusses der ethnischen Zugehörigkeit und Zusammensetzung kommen Studien zu divergierenden Ergebnissen. Der Zusammenhang zwischen ethnischer Zugehörigkeit, Bildungsniveau, Einkommen, Gesundheitszustand und räumlicher Verteilung kann als ursächlich für die divergierenden Ergebnisse angesehen werden, sodass die ethnische Zugehörigkeit eher als Proxi-Indikator dienen kann (Gronlund 2014: 170).

Zu b): KC und Lutz (2017) sowie Lutz, Muttarak und Striessnig (2014) zeigen, dass ein höheres Bildungsniveau mit niedrigerer klimabedingter Sterblichkeit korreliert. Menschen mit niedrigem Bildungsniveau sind zumeist kränker und sterben früher als Menschen mit höherem Bildungsniveau (Mielck/Lüngen/Siegel et al. 2012: 18; RKI 2015: 149). Ein hohes Bildungsniveau geht darüber hinaus mit der erleichterten Möglichkeit einher, sich zu informieren, sich zu verständigen, aber auch politisch auf sich aufmerksam zu machen. Informations-, Qualifikations-, Motivations- und Organisationsdefizite sind ebenfalls Widerstände, die Veränderungen scheitern lassen (Kristof 2010: 27 f.).

⁵ Normalisierung meint hier die relationale Anordnung der Werte zwischen 0 und 1.

Finanzschwächere Haushalte verteilen sich innerhalb von Städten tendenziell auf Quartiere, die stadtklimatische Belastungen zeigen. Zudem leben sie auch eher in Wohnungen, deren energetische Standards eine höhere klimatische Belastung im Innenraum annehmen lassen. Die Lage in der Stadt und im Haus selbst sowie der Ausstattungsstandard der Wohnung nehmen damit einen wesentlichen Einfluss auf die persönlich empfundene Hitzebelastung (Gonlund 2014; Milan/Creutzig 2015; Kunz-Plapp/Hackenbruch/Schipper 2016). Die subjektive Hitzebelastung kann mit steigendem Einkommen sinken (Stadt Leipzig 2015: 33), wobei eingeschränkte Anpassungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz diesen Effekt bei den einkommensstarken Gruppen abmildern.

Empirische Untersuchungen zeigen einen engen Zusammenhang von sozialer Lage und Gesundheitszustand (Mielck/Lüngen/Siegel et al. 2012; RKI 2015: 141 f.). Menschen mit niedrigem Bildungsniveau erzielen in der Regel ein geringeres Einkommen oder sind verstärkt von Arbeitslosigkeit betroffen, was wiederum den Effekt auf die Gesundheit verstärkt: „Ihr Risiko, von klassischen Volkskrankheiten wie Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen betroffen zu sein oder unter Adipositas zu leiden, ist deutlich erhöht“ (Mielck/Lüngen/Siegel et al. 2012: 4). Bei schlechtem Gesundheitszustand, insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, treten wiederum eher gesundheitliche Beeinträchtigungen infolge klimatischer Veränderungen auf (Scherber 2014; Kunz-Plapp/Hackenbruch/Schipper 2016). Zum Zusammenhang zwischen Migrationshintergrund und Gesundheit sind die Daten hingegen lückenhaft, generell kann nicht gesagt werden, ob Menschen mit oder ohne Migrationshintergrund im Vergleich gesünder oder kränker sind (RKI 2015: 178).

Diese Aussagen zeigen, dass weitere Indikatoren neben der Bevölkerungszahl und Bevölkerungsdichte für einen vorab definierten Raum notwendig sind, um die Raummuster darstellen zu können. Die Sensitivität zeigt sich vordergründig anhand intrinsischer und extrinsischer Faktoren: der Bevölkerungsentwicklung, der Altersstruktur, dem Anteil an Einpersonenhaushalten, dem Bildungsniveau sowie der Einkommenssituation.

Zweifellos haben die verschiedenen Dimensionen des demographischen Wandels weitreichende Auswirkungen auf die Raum- und Siedlungsentwicklung, insbesondere auf die Anzahl und die Zusammensetzung der Bevölkerung in den Städten und Regionen und die daraus resultierenden Stadtstrukturen (Wiechmann 2015: 27). Weitere Zusammenhänge ergeben sich angesichts veränderter Wohn-, Infrastruktur-, Energie-, Wasser- und Mobilitätsbedarfe als Resultat demographischer⁶, aber eben auch (stadt-)klimatischer Entwicklungen und deren räumlichen Konsequenzen.

⁶ Mit steigendem Alter und der damit einhergehenden Zunahme an Einpersonenhaushalten kann der Energieverbrauch (hier Wärmeenergie)

zen. Es ist somit erforderlich, die städtischen Strukturen und deren Veränderung ebenfalls bei der Identifizierung von Raummustern einzubeziehen, da sie die Empfindlichkeit der Städte maßgeblich beeinflussen (BMVBS 2011; BMVBS 2013a).

2.2.2 Räumliche Differenzierung des demographischen Wandels

Für Deutschland hat die Bertelsmann Stiftung 2006, 2012 und 2015 (zensusbereinigt) in einer breit angelegten Untersuchung die Vielschichtigkeit der lokalen demographischen Entwicklungen abgebildet. Aufbauend auf einer Datenbasis mit 220 Indikatoren für alle 2.916 Kommunen in Deutschland mit mehr als 5.000 Einwohnern wurden mittels clusteranalytischer Verfahren neun Demographietypen (DT) identifiziert (vgl. Bertelsmann Stiftung 2013). Neun Indikatoren charakterisieren die demographische und sozioökonomische Ausgangslage sowie die Qualifikationsstruktur in den Kommunen: Bevölkerungsentwicklung 2001-2008, Einwohnerdichte, Anteil der 65- bis 79-Jährigen, Anteil der unter 18-Jährigen, SGB-II-Quote (Empfänger von Grundsicherung nach Sozialgesetzbuch II), Kaufkraft privater Haushalte, Anteil der Einpersonenhaushalte, Anteil Hochqualifizierter am Arbeitsort und Anteil Hochqualifizierter am Wohnort. Die identifizierten Typen werden anschließend anhand weiterer Indikatoren wie Bevölkerungsentwicklung, Aussagen zum kommunalen Finanzhaushalt und Kinderarmut konkretisiert und daraus werden Entwicklungstrends abgeleitet.

Damit liegt eine flächendeckende, kleinräumig differenzierte Analyse zum demographischen Wandel in deutschen Kommunen vor, in denen 2013 circa 85 % der Bevölkerung wohnte. Um die Komplexität der potenziellen Merkmalskombinationen von demographischem Wandel und Klimawandel zu reduzieren, wurde für diesen Beitrag durch Zusammenlegung ähnlicher Ballungen (*Cluster*) die Anzahl der von der Bertelsmann Stiftung entwickelten Demographietypen von neun auf sechs reduziert (vgl. Tabelle 1).⁷ Dieses Vorgehen nimmt die methodische Schwäche in

gie; vgl. Timpe 2015) steigen oder im ländlichen Raum der Wasserverbrauch sinken (Wagner/Hollbach-Grömig/Langel et al. 2013: 35). Der steigende Bedarf einer alternierenden, individualisierten Gesellschaft an barrierefreiem Wohnraum, an Pflege- und Betreuungseinrichtungen sowie einer wetterunabhängigen Mobilität und kurzen Wegen erfordert eine Anpassung städtischer Strukturen und Standards, die räumliche Veränderungen implizieren.

⁷ Drei der sechs hier verwendeten Demographietypen setzen sich aus jeweils zwei der ursprünglich von der Bertelsmann Stiftung entwickelten Demographietypen zusammen: der Demographietyp I aus den Clustern 1 und 4 der Bertelsmann Stiftung, der Demographietyp IV aus den Clustern 5 und 6 sowie der Demographietyp VI aus den Clustern 8 und 9.

Kauf, dass eine Clusterung eigentlich möglichst heterogene Typen bildet und diese nun zusammengefasst werden.

Die Bevölkerungsdaten der Bertelsmann Stiftung zeigen die kleinräumigen demographischen und sozioökonomischen Unterschiede zwischen den Kommunen und deren spezifischen Herausforderungen. Neben vielen schrumpfenden Städten existieren auch zahlreiche wachsende Städte. Allen Demographietypen gemein ist die Zunahme der älteren Bevölkerung.

2.2.3 Klimawandel in Deutschland

Das Phänomen des Klimawandels bezeichnet in Anlehnung an das Begriffsverständnis des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) den Wandel des klimatischen Zustands, welcher über die längerfristigen Änderungen des Mittelwerts und/oder der Varianz seiner Eigenschaften identifiziert werden kann, z. B. durch statistische Tests. Der Terminus Klimawandel adressiert demnach jegliche länger anhaltende Klimaveränderung, sowohl durch natürliche Variabilität als auch durch menschliche Aktivität bedingt (IPCC 2007: 30). Auch der Klimawandel wirkt sich räumlich differenziert aus.

Die vom Netzwerk Vulnerabilität (adelphi/PRC/EURAC 2015) identifizierten Klimaraumtypen zeigen räumliche Schwerpunkte gegenwärtiger und zukünftiger Klimasignale für die Zeiträume Gegenwart (1961-1990), nahe (2021-2050) und ferne Zukunft (2071-2100). Da nur für die Gegenwart und nahe Zukunft belastbare demographische Daten zur Verfügung stehen, wird die ferne Zukunft in den weiteren Analysen vernachlässigt. Die sechs Klimaraumtypen umfassen Räume in Deutschland, die sich hinsichtlich der Kombination ihrer klimatischen Merkmale – Starkwind, Starkregen, heiße Tage, Tropennächte, Frosttage, Durchschnittstemperatur, Trockentage und Niederschlag – ähneln. Dazu wurden über ein Klimaprojektionsensemble⁸ Klimadaten zu den ausgewählten Klimasignalen generiert und clusteranalytisch zu sechs Klimaraumtypen (KT) zusammengefasst (vgl. Tabelle 2).

Alle sechs Klimaraumtypen eint die Erwärmung insgesamt sowie die veränderte Verteilung der Niederschlagssumme über das Jahr, wobei grundsätzlich ein Rückgang der Sommerniederschläge und eine Zunahme der Winter-niederschläge erwartet wird.

⁸ Ensemble von Klimaprojektionen basieren auf verschiedenen Kombinationen regionaler und globaler Klimamodelle und zeigen so eine Bandbreite zu erwartender Klimaänderungen auf. Grundlage der Klimasignale sind Klimaprojektionen, welche auf dem A1B-Emissions-Szenario aus dem „Special Report on Emissions Scenarios“ des IPCC beruhen (adelphi/PRC/EURAC 2015: 42 f.).

Tabelle 1 Charakteristika und räumliche Einordnung der Demographietypen (Datenbasis: Bertelsmann Stiftung, Stand 2015)*DT I: Kleinere stabile Städte und Gemeinden im ländlichen Raum*

- 881 vorwiegend kleine Städte und Gemeinden
- leicht positive Bevölkerungsentwicklung
- geringe Einwohnerdichte
- vergleichsweise junge Bevölkerung und viele Familien
- längerfristig rückläufige Einwohnerzahlen und zunehmende Alterung
- 12 % der Bevölkerung*
- räumliche Schwerpunkte: Nordrhein-Westfalen, Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen
- Herausforderungen: Sicherung eines bedarfsgerechten Wohnungs- und Dienstleistungsangebotes, Anpassung der Infrastrukturen an sich ändernde Nutzerverhalten und Tragfähigkeitsgrenzen, insbesondere Informations- und Kommunikationstechnologien

DT II: Zentren der Wissensgesellschaft

- 51 Großstädte und Umlandgemeinden
- höchste positive Bevölkerungsentwicklung
- höchste Einwohnerdichte
- vergleichsweise junge, multikulturelle Bevölkerung
- 18 % der Bevölkerung
- räumliche Schwerpunkte: Gesamtdeutschland, insbesondere Metropolregion München und Taunus bei Frankfurt am Main
- Herausforderungen: steigende Wohnraumnachfrage bei bereits hoher Bevölkerungsdichte, sozialräumliche Polarisierung

DT III: Prosperierende Kommunen im Umfeld dynamischer Wirtschaftszentren

- 179 vorwiegend Klein- und Mittelstädte
- positive Bevölkerungsentwicklung
- vergleichsweise hohe Einwohnerdichte und suburbane Siedlungsstruktur
- vergleichsweise junge Bevölkerung, wobei längerfristig Alterung einsetzt
- 4 % der Bevölkerung
- räumliche Schwerpunkte: Umland von München, Stuttgart, Frankfurt am Main und die Rheinschiene
- Herausforderungen: Sicherung eines bedarfsgerechten Wohnungs- und Dienstleistungsangebotes, sozialräumliche Polarisierung und Integration

DT IV: Kommunen nachlassender wirtschaftlicher und sozialer Dynamik

- 1.029 vorwiegend heterogene Klein- und Mittelstädte
- moderater Anteil älterer Menschen
- zunehmende Bevölkerungsverluste
- heterogene Bevölkerungsdichte
- 21 % der Bevölkerung
- räumliche Schwerpunkte: Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Baden-Württemberg
- Herausforderungen: Sicherung der Lebens- und Arbeitsbedingungen, Anpassung der Infrastrukturen (auch durch regionale Kooperationen), Mobilisierung von bürgerschaftlichem Engagement

DT V: Urbane Zentren mit heterogener wirtschaftlicher und sozialer Dynamik

- 140 vorwiegend größere und große Städte
- urbane Zentren mit sehr hoher Einwohnerdichte
- stabile bis wachsende Einwohnerzahlen
- moderate Alterung und wenige Familien
- hohe ethnische Vielfalt
- 17 % der Bevölkerung
- räumliche Schwerpunkte: Gesamtdeutschland, insbesondere Nordrhein-Westfalen
- Herausforderungen: Sicherung eines attraktiven Wohnstandorts, zurückhaltende Siedlungsentwicklung, zunehmende sozialräumliche Polarisierung

DT VI: Schrumpfende Kommunen mit Anpassungsdruck

- 628 vorwiegend kleine Städte und Gemeinden
- sehr hoher Anteil älterer Menschen
- starker Bevölkerungsrückgang
- Abwanderung junger Menschen
- 13 % der Bevölkerung
- räumliche Schwerpunkte: Sachsen, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Saarland
- Herausforderungen: Gefährdung von Tragfähigkeit und Robustheit von Siedlungs-, Infrastrukturen (insbesondere Informations- und Kommunikationstechnologien) und Dienstleistungsangebot, Mobilisierung von bürgerschaftlichem Engagement und regionalen Partnerschaften

* „Bevölkerung“ bezieht sich hier auf jene 85 % der Menschen in Deutschland, die 2013 in 2.908 der 2.916 untersuchten Kommunen mit über 5.000 Einwohnern lebten. Nur für diese Kommunen stehen flächendeckend demographische Prognosen für das Jahr 2030 zur Verfügung.

3 Demographische und klimatische Raummuster in Deutschland

Im Fokus der Analyse stehen die Raummuster von demographischem Wandel und Klimawandel in Deutschland. Mit den vorliegenden Daten des Netzwerks Vulnerabilität zu Klimaraumtypen (adelphi/PRC/EURAC 2015) und der Bertelsmann Stiftung zu Demographietypen⁹ (Bertelsmann Stiftung 2015) steht eine umfassende Basis zur Verfügung,

die Aussagen zur demographischen und klimatischen Ausprägung unterschiedlicher Stadttypen in Deutschland für die Zeitpunkte Gegenwart (Datenstand 2013) und nahe Zukunft (2030) ermöglicht. Die Daten zu den Klimaraum- und zu den Demographietypen wurden mittels GIS-Analyse jeweils für die zwei Zeitpunkte gegenübergestellt und im Hinblick auf charakteristische Raummuster ausgewertet.

⁹ Datensatz der Bertelsmann Stiftung: www.wegweiser-kommune.de (20.12.2017).

Tabelle 2 Charakteristika und räumliche Einordnung der Klimaraumtypen (KT) (Quelle: eigene Darstellung auf der Basis von adelphi/PRC/ EURAC 2015)

KT 1: Warmes Klima	
– überdurchschnittliche Ausprägung wärmebezogener Klimaparameter wie Anzahl heißer Tage und Tropennächte	– räumliche Schwerpunkte: Umgebung von Berlin, Frankfurt am Main und Köln
– starke räumliche Ausdehnung über die Zeitschiene	
KT 2: Trockeneres Klima	
– überdurchschnittliche jahreszeitliche Schwankungen	– räumliche Schwerpunkte: Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Thüringen sowie Mittelfranken
– niedrigste Anzahl an Starkregentagen	
– geringste Winter- und Sommerniederschläge	
KT 3: Kühleres Klima	
– unterdurchschnittliche Ausprägung der Klimaparameter Anzahl an heißen Tagen, Tropennächte und Frosttage	– räumlicher Schwerpunkt: Nordwestdeutschland
– überdurchschnittliche Ausprägung beim Starkwind	
– räumlich stabil über die Zeiträume	
KT 4: Mittelgebirgsklima	
– überdurchschnittliche Anzahl an Starkregentagen	– räumlicher Schwerpunkt: Mittelgebirge Deutschlands
– überdurchschnittliche Winter- und Sommerniederschläge	
– geringere Ausprägung wärmebezogener Parameter	
– überdurchschnittliche Anzahl an Frosttagen	
KT 5: Gebirgsvorlandklima	
– überdurchschnittliche Anzahl an Starkregentagen	– räumliche Schwerpunkte: Voralpen und entlang dem nördlichen Rand von Thüringer Wald und Erzgebirge
– überdurchschnittliche Sommerniederschläge	
– überdurchschnittliche Erwärmung im Sommer	
KT 6: Gebirgsklima	
– stark überdurchschnittliche Anzahl an Starkregentagen (rund 400 % über dem deutschlandweiten Durchschnitt)	– räumliche Schwerpunkte: Alpenbereich und Schwarzwald
– überdurchschnittliche Winter- und Sommerniederschläge	
– geringere Ausprägung wärmebezogener Parameter	
– überdurchschnittliche Anzahl an Frosttagen	

3.1 Demographisch-klimatische Stadttypen in Deutschland

Durch die Verschneidung der sechs Demographietypen mit den sechs Klimaraumtypen in einer Matrix (vgl. Tabelle 3) ergeben sich Raummuster aus 36 potenziellen Kombinationen für Deutschland, die für die Gegenwart (Stand 2013) und die nahe Zukunft (2030¹⁰) demographisch und klimatisch charakterisiert werden können.

Die Entwicklung der Einwohnerzahlen in den einzelnen Klimaraumtypen variiert erheblich. Drei Gruppen können unterschieden werden: Klimaraumtypen mit wachsender, mit zurückgehender oder mit stabiler Einwohnerzahl (vgl. Tabelle 3).

Eine starke Bevölkerungszunahme um rund 49 % zwischen 2013 und 2030 ist im Klimaraumtyp „Warmes Klima“ zu erwarten. Bis zum Jahr 2030 würden damit etwa 40 % der deutschen Bevölkerung in diesem Klimaraumtyp wohnen. Durch seine räumliche Ausdehnung in der Zukunft, verdoppelt sich künftig die Anzahl der Kommunen

in diesem Klimaraumtyp. Neben dieser klimatisch bedingten, geographischen Ausdehnung des Klimaraumtyps führen aber auch demographische Prozesse in den Kommunen selbst zu dem Anstieg der Bevölkerungszahl. Die meisten Kommunen in wachsenden Demographietypen (DT II, DT III) sind im Klimaraumtyp „Warmes Klima“ zu finden. Die Kommunen, die heute und in naher Zukunft in diesem Klimaraumtyp liegen, verzeichnen im Mittel eine Bevölkerungszunahme von rund 3 % und eine Zunahme der Einwohnerdichte. Insgesamt kann es trotzdem zu einer Abnahme der Einwohnerdichte im Klimaraumtyp „Warmes Klima“ kommen, da durch die räumliche Ausdehnung des Klimaraumtyps auch über 200 Kommunen der Demographietypen IV und VI mit eher rückläufigen Einwohnerzahlen hinzukommen.

Eine starke Bevölkerungsabnahme um rund 46 % (2013 bis 2030) charakterisiert hingegen die Klimaraumtypen „Trockeneres Klima“ und „Mittelgebirgsklima“. Diese ist sowohl auf die projizierte Gebietsreduzierung der Klimaraumtypen als auch auf die stark negative Einwohnerentwicklung in den im jeweiligen Klimaraumtyp verbleibenden Kommunen zurückzuführen, die sich zwischen 7 % und 9 % bewegt. Die mittlere Einwohnerdichte geht hier am stärksten im Vergleich zu den anderen Klimaraumtypen zurück.

¹⁰ Die Demographiedaten der Bertelsmann Stiftung projizieren die Ergebnisse für das Jahr 2030, wohingegen die Klimadaten des Netzwerks Vulnerabilität für den Zeitraum der nahen Zukunft (2021-2050) vorliegen.

Tabelle 3 Matrix demographisch-klimatischer Stadttypen in Deutschland (Datenbasis: Bertelsmann Stiftung (Stand 2015); adelphi/PRC/EURAC 2015)

	KT 1		KT 2		KT 3		KT 4		KT 5		KT 6		Summe/ Mittelwert	
	Warmes Klima		Trockeneres Klima		Kühleres Klima		Mittelgebirgs- klima		Gebirgsvorland- klima		Gebirgs- klima			
	2013	2030	2013	2030	2013	2030	2013	2030	2013	2030	2013	2030	2013	2030
<i>DT I – Kleinere stabile Städte und Gemeinden im ländlichen Raum</i>														
Kommunen	75	159	135	55	282	275	107	107	236	239	46	46	881	881
Einwohner (in 1.000)	929	1.830	1.161	413	4.182	3.916	1.236	1.164	1.941	1.956	334	335	9.783	9.614
Einwohner/km ²	310	307	254	183	178	169	175	157	172	178	165	166	198	196
<i>DT II – Zentren der Wissensgesellschaft</i>														
Kommunen	18	24	10	2	5	5	0	0	18	20	0	0	51	51
Einwohner (in 1.000)	7.366	9.838	2.515	164	2.923	3.078	-	-	1.870	2.687	-	-	14.674	15.767
Einwohner/km ²	1.912	1.966	1.569	1.017	1.668	1.724	-	-	1.675	1.812	-	-	1.737	1.844
<i>DT III – Prosperierende Kommunen im Umfeld dynamischer Wirtschaftszentren</i>														
Kommunen	55	91	43	5	7	6	0	0	65	69	9	8	179	179
Einwohner (in 1.000)	988	1.980	958	78	154	107	-	-	1.161	1.285	100	95	3.361	3.545
Einwohner/km ²	949	1.074	1.043	524	1.260	1.296	-	-	660	722	515	562	857	908
<i>DT IV – Kommunen nachlassender wirtschaftlicher und sozialer Dynamik</i>														
Kommunen	153	275	233	139	247	259	153	121	186	177	57	58	1.029	1.029
Einwohner (in 1.000)	3.241	5.119	3.159	1.692	5.202	5.032	1.881	1.470	2.908	2.753	739	762	17.130	16.828
Einwohner/km ²	613	565	400	261	317	297	224	217	371	393	293	298	374	371
<i>DT V – Urbane Zentren mit heterogener wirtschaftlicher und sozialer Dynamik</i>														
Kommunen	43	59	32	19	34	36	7	5	21	18	3	3	140	140
Einwohner (in 1.000)	4.983	6.162	2.443	1.808	4.196	4.256	679	188	1.321	1.050	83	84	13.705	13.548
Einwohner/km ²	1.443	1.330	956	822	1.336	1.332	1.001	608	920	972	657	671	1.188	1.176
<i>DT VI – Schrumpfende Kommunen mit Anpassungsdruck</i>														
Kommunen	30	147	283	190	115	118	102	107	87	55	11	11	628	628
Einwohner (in 1.000)	809	2.272	4.264	2.578	2.799	2.847	1.629	1.279	1.099	580	131	133	10.731	9.689
Einwohner/km ²	422	211	214	223	446	433	270	208	290	251	214	216	286	260
Summe/Mittelwert														
Kommunen	374	755	736	410	690	699	369	340	613	578	126	126	2.908	2.908
Einwohner (in 1.000)	18.316	27.201	14.500	6.733	19.456	19.236	5.425	4.101	10.300	10.311	1.387	1.409	69.384	68.991
Einwohner/km ²	744	607	379	266	351	341	237	201	370	397	264	268	395	391

Weitestgehend stabil entwickeln sich die Klimaraumtypen „Kühleres Klima“, „Gebirgsvorlandklima“ und „Gebirgsklima“. Im „Kühleren Klima“ entwickelt sich die Einwohnerzahl trotz einer Gebietsausweitung des Klimaraumtyps leicht negativ. Die hohe Anzahl an schrumpfenden (DT IV, DT VI) und ländlichen Kommunen (DT I) ist für diese Entwicklungen verantwortlich. Im „Gebirgsvorlandklima“ bleiben die Einwohnerzahlen trotz einer leicht rückläufigen Anzahl von Kommunen stabil. Dies resultiert wiederum aus dem prognostizierten Bevölkerungswachstum von rund 3 % für die in diesem Klimaraumtyp verbleibenden Kommunen. Die mittlere Einwohnerdichte erfährt hier die stärkste Zu-

nahme. Im „Gebirgsklima“ bleiben die Einwohnerzahlen und die Einwohnerdichte nahezu unverändert.

Grundsätzlich zeigt sich, dass die Verschiebungen in den Einwohnerzahlen der Klimaraumtypen zum einen auf klimawandelbedingte Gebietsveränderungen, zum anderen auf demographische Veränderungen in den Kommunen zurückzuführen sind. Ausschlaggebend für die Stärke des jeweiligen klimatischen oder demographischen Einflusses auf die Klimawirkung sind die Ausgangslage sowie die Dynamik der betrachteten Merkmale. Für Deutschland zeigt sich, dass gerade Städte, die stark wachsen und nachverdichtet werden, in naher Zukunft mit einer besonders star-

Tabelle 4 Mittelwerte von Altenquotient und Medianalter der Klimaraumtypen (Datenbasis: Bertelsmann Stiftung (Stand 2015); adelphi/PRC/EURAC 2015)

	Altenquotient		Δ (in %)	Medianalter		Δ (in %)
	2013	2030		2013	2030	
Warmes Klima	34,4	54,8	59	46,4	50,3	9
Trockeneres Klima	36,8	61,9	68	47,6	52,2	10
Kühleres Klima	35,6	54,6	53	45,9	50,4	10
Mittelgebirgsklima	37,5	59,9	60	47,5	51,8	9
Gebirgsvorlandklima	34,8	51,8	49	45,7	49,3	8
Gebirgsklima	36,9	53,0	43	46,1	50,0	8
Mittelwert	35,9	55,7	55	46,6	50,5	9

Tabelle 5 Mittelwerte der Alterskohorten in den Klimaraumtypen (Datenbasis: Bertelsmann Stiftung (Stand 2015); adelphi/PRC/EURAC 2015)

	0 bis 5 Jahre (in 1.000)		Δ	6 bis 64 Jahre (in 1.000)		Δ	65 bis 79 Jahre (in 1.000)		Δ	80 Jahre und älter (in 1.000)		Δ
	2012	2030	(in %)	2012	2030	(in %)	2012	2030	(in %)	2012	2030	(in %)
<i>Warmes Klima</i>												
Anzahl (in 1.000)	945	1.414	50	13.607	18.845	38	2.709	4.909	81	914	2.039	123
Anteil (in %)	5,00	4,66	-7	74,46	66,14	-11	15,42	20,81	35	5,12	8,38	64
<i>Trockeneres Klima</i>												
Anzahl (in 1.000)	715	304	-57	10.592	4.383	-59	2.342	1.450	-38	811	596	-27
Anteil (in %)	4,76	4,32	-9	73,36	63,77	-13	16,27	22,89	41	5,60	9,02	61
<i>Kühleres Klima</i>												
Anzahl (in 1.000)	973	955	-2	14.480	13.122	-9	2.925	3.647	25	1.026	1.502	46
Anteil (in %)	4,92	4,75	-3	74,34	66,16	-11	15,45	20,60	33	5,30	8,49	60
<i>Mittelgebirgsklima</i>												
Anzahl (in 1.000)	255	184	-28	3.997	2.675	-33	870	880	1	322	363	13
Anteil (in %)	4,59	4,35	-5	73,38	64,45	-12	16,02	22,13	38	6,01	9,07	51
<i>Gebirgsvorlandklima</i>												
Anzahl (in 1.000)	528	527	0	7.607	7.160	-6	1.546	1.837	19	546	785	44
Anteil (in %)	5,06	4,87	-4	74,39	67,17	-10	15,14	19,75	30	5,41	8,20	52
<i>Gebirgsklima</i>												
Anzahl (in 1.000)	68	67	-1	1.010	942	-7	220	279	27	81	123	51
Anteil (in %)	4,91	4,73	-4	73,48	66,62	-9	15,86	19,96	-26	5,76	8,67	51

ken Ausprägung („Warmes Klima“) und zugleich stärksten Klimaänderung („Gebirgsvorlandklima“) wärmebezogener Parameter zu rechnen haben.

Der Trend einer deutschlandweiten Alterung ist in allen Klimaraumtypen deutlich abzulesen (vgl. Tabelle 4). Bis zum Jahr 2030 steigt das Medianalter in allen Klimaraumtypen um 8 % bis 10 %. Der Altenquotient nimmt um bis zu 68 % zu. Die stärkste Veränderung (dargestellt als Δ (Delta)) in der Altersstruktur findet sich im Klimaraumtyp „Trockeneres Klima“, gefolgt von den Klimaraumtypen „Mittelgebirgsklima“ und „Warmes Klima“. Das höchste Medianalter erreicht den Vorausberechnungen zufolge der Klimaraumtyp „Trockeneres Klima“ mit rund 52,2 Jahren, das niedrigste Medianalter von rund 49,3 Jahren der Klimaraumtyp „Gebirgsvorlandklima“. Für diese beiden Kli-

maraumtypen ist zudem künftig der höchste bzw. niedrigste Altenquotient¹¹ prognostiziert.

Im Klimaraumtyp „Gebirgsvorlandklima“ könnte damit künftig trotz Alterung weiterhin eine vergleichsweise junge Bevölkerung ansässig sein. Das zeigt auch die Entwicklung der einzelnen Alterskohorten (vgl. Tabelle 5): Die Anzahl der 0- bis 5-Jährigen ist im Gebirgsvorland stabil, ihr Anteil nimmt nur leicht ab. Anzahl und Anteil der Hochalt-rigen (ab 80 Jahren) nehmen zwar deutlich zu, der Anteil verbleibt aber der geringste im Vergleich zu den anderen Klimaraumtypen.

Neben dem Klimaraumtyp „Gebirgsvorlandklima“ ist nur noch für den Klimaraumtyp „Warmes Klima“ eine

¹¹ Altenquotient: Anzahl der Personen im Alter von 65 Jahren und älter je 100 Personen im Alter von 20 bis unter 65 Jahren.

Tabelle 6 Extrinsische Sensitivität in den Klimaraumtypen (Datenbasis: Bertelsmann Stiftung (Stand 2015); adelphi/PRC/EURAC 2015)

	Einpersonenhaushalte	Hochqualifizierte		SGB-II-Quote	Kaufkraft privater Haushalte
	(in %)	...am Wohnort	...am Arbeitsort	(in %)	(Durchschnitt, in Euro)
Warmes Klima	35	13	10	7	49.953
Trockeneres Klima	36	10	8	9	44.444
Kühleres Klima	34	8	7	8	47.092
Mittelgebirgsklima	34	8	7	7	46.021
Gebirgsvorlandklima	35	10	8	4	49.053
Gebirgsklima	37	9	7	3	49.235

Zunahme der Anzahl der 0- bis 5-Jährigen zu erwarten. Generell nimmt der Anteil dieser Kohorte, obgleich im Klimaraumtyp „Gebirgsvorlandklima“ am höchsten, in beiden Klimaraumtypen ab. Dies ist auf eine hohe Anzahl an einwohnerstarken Kommunen mit Bevölkerungszunahme zurückzuführen. Auffällig ist in beiden Klimaraumtypen die stabile bzw. positive Entwicklung der, insbesondere gegenüber den in den Klimaraumtypen projizierten Klimaveränderungen, physisch sensitivsten Alterskohorten, den Kleinkindern und den Hochaltrigen. Gerade im Gebirgsklima ist aber auch die Kohorte der 6- bis 64-Jährigen mit besonders hohem subjektivem Hitzeempfinden anteilig stark ausgeprägt.

Die intrinsische Sensitivität ist folglich insbesondere in denjenigen Klimaraumtypen besonders hoch und wird weiter zunehmen, die eine starke Ausprägung wärmebezogener Parameter erwarten lassen. In den restlichen Klimaraumtypen verläuft die Alterung parallel zur Verkleinerung der jüngeren Kohorten. Rein quantitativ könnten sich diese Effekte sogar bei Sensitivitätsberechnungen aufheben. Eine Ausnahme zeigt der Klimaraumtyp „Trockeneres Klima“, in dem die Anzahl der Menschen in den beiden Kohorten der 65-bis 79-Jährigen und der 80-Jährigen und älter grundsätzlich rückläufig ist, deren Anteil in den Kommunen aber zunimmt und der höchste unter allen Klimaraumtypen ist.

Im Klimaraumtyp „Warmes Klima“ zeigt sich ein hoher Anteil an Hochqualifizierten am Wohn-, aber auch am Arbeitsort, zudem ist die Kaufkraft im Vergleich zu den anderen Klimaraumtypen am höchsten (vgl. Tabelle 6). Dies kann sich positiv auf die Sensitivität auswirken, da ein hohes Bildungsniveau mit einer guten gesundheitlichen und finanziellen Lage korreliert. Hochqualifizierte am Arbeitsort können aber auch ein Indikator für ein hohes subjektives Hitzeempfinden sein.

Im „Gebirgsklima“ ist der größte Anteil an Einpersonenhaushalten, obgleich dieser in allen Klimaraumtypen bei über einem Drittel der Haushalte liegt. Das Thema „soziale Isolation“ als Folge des Alleinlebens dürfte folglich in allen Klimaraumtypen präsent sein. Im Klimaraumtyp „Trockeneres Klima“ treffen eine ausgeprägte intrinsische Sen-

sitivität, durch den hohen Anteil an Hochaltrigen, auf eine ausgeprägte extrinsische Sensitivität, infolge eines hohen Anteils an Einpersonenhaushalten in Kombination mit der höchsten SGB-II-Quote und der geringsten Kaufkraft. Gerade bei der Betrachtung der Indikatoren der extrinsischen Sensitivität ist eine Überschneidung mit der Anpassungskapazität hoch, diese wird aber, wie eingangs erläutert, im Beitrag nicht berücksichtigt.

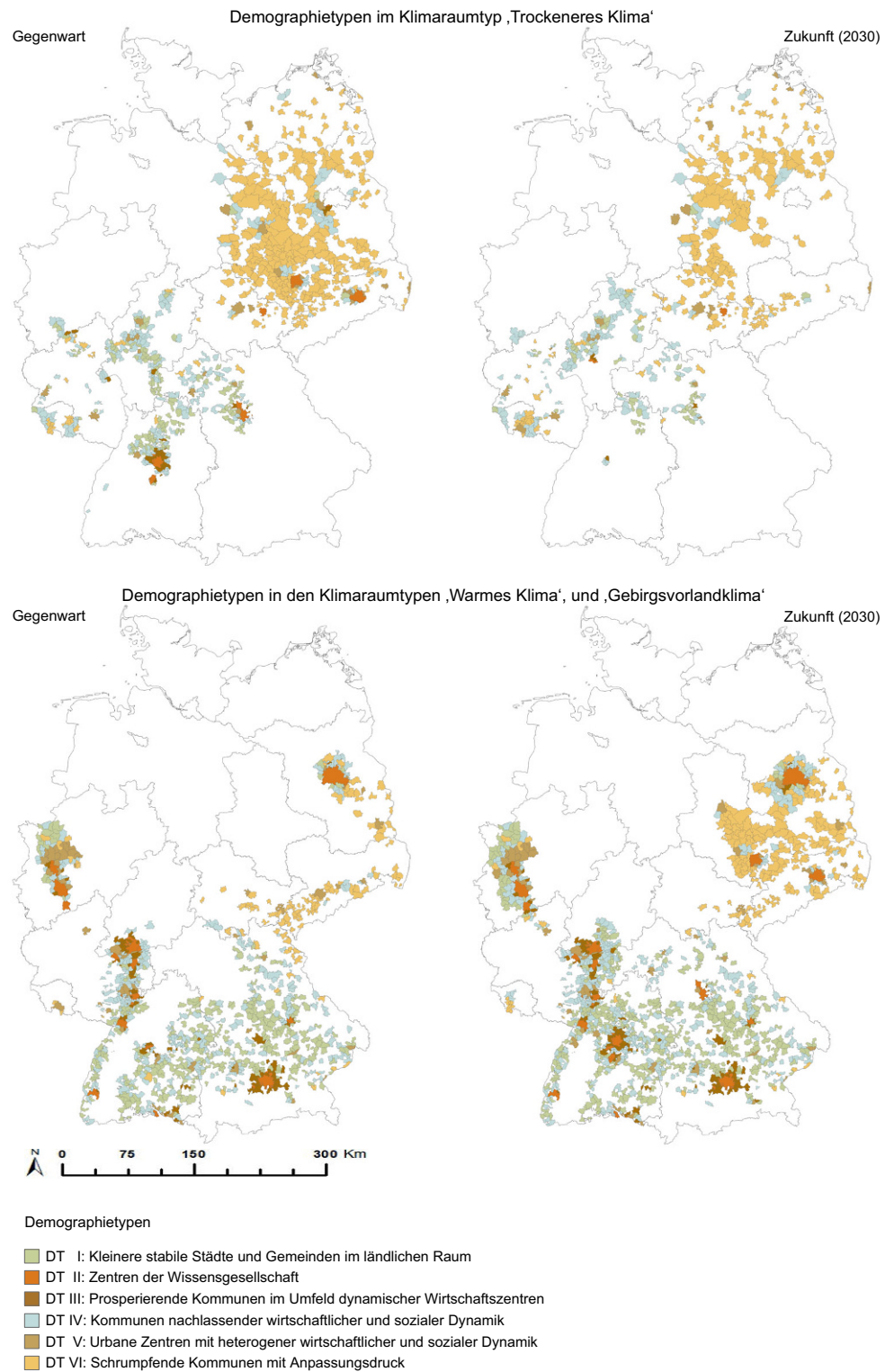
3.2 Veränderungsdynamik in deutschen Städten und Gemeinden

Im Folgenden werden zwei für Deutschland besonders charakteristische, demographisch-klimatische Raummuster und deren planerische Relevanz illustriert (vgl. Abbildung 2).

3.2.1 Raummuster: Stadtwachstum in wärmeren Klimaraumtypen

Ein Großteil von Städten und Einwohnern in Deutschland ist in naher Zukunft in Klimaraumtypen mit einer starken Ausprägung wärmebezogener Parameter (KT 1, KT 5) verortet. Hierbei handelt es sich vorrangig um Städte, deren Bevölkerung stark wächst und moderat altert. Diese Kommunen stehen angesichts wachsender Wohnraumnachfrage vor der Herausforderung, neuen Wohnraum zu schaffen. Die seit Längerem verfolgte Strategie der Innen- vor Außenentwicklung wirft bei steigenden Temperaturen und zunehmenden Hitzeperioden neue Fragen auf, so auch die der Ansiedlung hitzesensibler, dringend benötigter Pflege-, Alten- und Kindertageseinrichtungen. Werden zunehmend Grün- und Freiflächen in innerstädtischen Lagen zum Zwecke der Nachverdichtung beansprucht, so reduzieren sich hierdurch möglicherweise wichtige Kalt- und Frischluftschneisen sowie die Möglichkeiten einer wohnortnahen Erholung. Eine Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche sowie der Gewerbeflächen in den bereits hoch verdichteten Städten der sich erwärmenden Klimaraumtypen begünstigt so die Bildung von städtischen Wärmeinseln. Ins-

Abbildung 2 Charakteristische Konstellationen zwischen demographischen und klimatischen Trends



besondere für die steigende Anzahl hitzesensibler älterer Menschen resultiert daraus eine Doppelbelastung – weniger Grün, mehr Hitze. Ein steigendes Verkehrsaufkommen wachsender Städte kann zudem zu einer Verschlechterung der Luftqualität führen. In Kombination mit fehlenden Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten führt dies auch zu einer bedrohlichen Erhöhung der Schadstoffe, wie z. B. Ozon, in der Atemluft.

3.2.2 Räumuster: Rückbau und Leerstand in trockeneren Klimaraumtypen

Ein gänzlich anderes Szenario zeigt sich bei der Betrachtung trockener Klimaraumtypen (KT 1, KT 2), die künftig den größten Anteil an stark schrumpfenden Kommunen der Demographietypen IV und VI beherbergen. Hierbei handelt es sich um Städte und Gemeinden, deren Bevölkerung künftig abnimmt und überproportional älter wird. Es sind also weniger, dafür aber deutlich ältere und damit hitzeanfällige Menschen dem trockeneren Klima ausgesetzt. Dieses ist charakterisiert durch die starke Ausprägung wärmebezogener Parameter und/oder zunehmende Trockenheit vor allem im Sommer.

Viele schrumpfende Städte weisen Modernisierungsrückstände auf, weil sich Investitionen im Bestand aufgrund des schwachen Immobilienmarktes nicht rentieren. Bausubstanz verfällt, anstatt an klimatische Trends angepasst zu werden (Wagner/Hollbach-Grömig/Langel et al. 2013: 49). Angespannte Kommunalhaushalte erschweren den Erhalt und Betrieb von Einrichtungen der Daseinsvorsorge. Infolge der Bevölkerungsabwanderung erodieren zudem soziale Netzwerke. Ältere, alleinlebende Menschen sind jedoch gerade bei Extremwitterungen auf erreichbare Hilfsnetzwerke und -angebote angewiesen.

Angebotsverschlechterungen und steigende Remanzkosten in schrumpfenden Kommunen können zudem dazu führen, dass gerade hier der Klimawandel subjektiv als besonders problematisch wahrgenommen wird (Greiving 2012: 36). Gleichwohl kann ein umfassender Rückbau im Zuge des Stadtumbaus sowohl demographischen als auch klimatischen Herausforderungen begegnen, indem nicht nur Leerstände vom Markt genommen, sondern Flächen entsiegelt und Freiflächen geschaffen werden. Dies kann zu einer Entlastung der stadtklimatischen Situation beitragen sowie Chancen für einen Siedlungsrückzug aus durch Extremereignisse gefährdeten Gebieten eröffnen (Janssen/Rubel/Schulze et al. 2016). Dennoch birgt die finanzielle und personelle Lage der Kommunen in Kombination mit einem steigenden Unterhaltungsbedarf der Grünflächen aufgrund sinkender Niederschläge neue Herausforderungen. Zurückgehende Niederschlagsmengen verstärken ebenfalls die Problematik unterausgelasteter Kanalsysteme in schrump-

fenden Städten. Durch Fehlbelastungen können dauerhafte Schäden entstehen.

4 Handlungsbedarf und Ausblick

Die vertieft dargestellten Räumuster zeigen, dass insbesondere die demographische und klimatisch bedingte Ausgangslage und Veränderungsdynamik die Stadt- und Raumplanung fordern. Im Ergebnis der integrierten Betrachtung der demographischen und klimatischen Trends in Deutschland stehen folgende Anpassungserfordernisse an die Stadt- und Raumplanung:

In der Vergangenheit galten die Leitbilder der kompakten Stadt sowie der dezentralen Konzentration als weitgehend unstrittiger Orientierungsrahmen für die Raum- und Stadtplanung. Diese Leitbilder und die darin verankerten Prämissen, wie das Primat der Innen- vor der Außenentwicklung, bedürfen einer Neubewertung (z. B. „Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung“; vgl. Böhm/Böhme/Bunzel et al. 2016), auch vor dem Hintergrund der Novelle der Baunutzungsverordnung zur Einführung „urbaner Gebiete“ und des § 13b BauGB¹². Als Bewertungsmaßstab bieten sich Kriterien einer resilienten Stadtentwicklung (z. B. Redundanz, Exposition, Diversität, Flexibilität; vgl. BMVBS/BBSR 2009; Greiving 2012; Knieling/Kretschmann/Kunert et al. 2012) an.

Die Erkenntnisse sollten zudem in die gegenwärtigen Diskussionen um eine Neuinterpretation des Postulats der Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse einfließen. Bisher eindimensional diskutierte Ansätze etwa für Siedlungsrückzug (ARL 2015; Janssen/Rubel/Schulze et al. 2016), für Selbstverwaltungsräume (Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung 2009) oder das Bauen mit flexiblen Modulen könnten infolge einer integrativen Bewertungsgrundlage Synergien zwischen den Handlungserfordernissen beider Trends offenlegen. An dieser Stelle muss „zwischen den Zielen des Erhalts und der Robustheit von Raumstrukturen und -nutzungen auf der einen und der notwendigen Förderung der Wandlungsfähigkeit und Adaptivität auf der anderen Seite“ (Birkmann 2014: 12) vermittelt werden. Bei der Wohnstandortwahl könnten empfindliche Personengruppen beispielsweise auf min-

¹² Das am 13. Mai 2017 in Kraft getretene „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2014/52/EU im Städtebaurecht und zur Stärkung des neuen Zusammenlebens in der Stadt“ beinhaltet unter anderem wesentliche Neuerungen der Baunutzungsverordnung und hinsichtlich der Neuinanspruchnahme von Außenbereichsflächen: Der neue Gebietstyp „Urbanes Gebiet“ (§ 6a BauNVO) hat eine verstärkte Nachverdichtung und Nutzungsmischung von Wohnen und Gewerbe zum Zweck. § 13b BauGB ermöglicht ein beschleunigtes Bebauungsplanverfahren zur Einbeziehung von Außenbereichsflächen für den Wohnungsbau bis Ende 2019.

der belastete Stadtbereiche hingewiesen werden (Franck/Krüger/Schwarz et al. 2013: 176).

Es wird erforderlich sein, Maßnahmen und Strategien zu entwickeln und anhand von Beispielen guter Praxis Handlungsleitfäden aufzuzeigen, die eine Planung resilienter Städte in Anbetracht der mit beiden Trends verbundenen Ungewissheiten ermöglichen (vgl. BBSR 2016; BBSR 2017). In der Klimaanpassung benannte Maßnahmen und Strategien sind auf Demografiefestigkeit und umgekehrt demographische Anpassungsstrategien und -maßnahmen auf ihre klimatische Relevanz zu überprüfen. Das „Baurecht auf Zeit“ (§ 9 Abs. 2 Nr. 2 BauGB), im Sinne einer reversiblen Strategie, sowie eine sequenzielle Realisierung von Planinhalten zur Reduktion von Entscheidungshorizonten bieten hier Optionen für „No-regret-Strategien“. Grundsätzlich sollte eine integrierte Analyse der Trends stattfinden und bei der Ausarbeitung bzw. Genehmigung von Programmen, Plänen und Projekten vor dem Hintergrund der weiteren städtischen Entwicklungen bewertet und berücksichtigt werden (z. B. Beiplan 16 im Flächennutzungsplan Bremen; Senator für Umwelt, Bau und Verkehr 2014). Die Anwendung der Klimaschutznovelle 2011 für eine Klimaanpassung im Bereich der Städtebauförderung, aber auch der Umweltprüfung, muss dafür konkretisiert werden (Greiving/Arens/Snowdon-Mahnke et al. 2016; Greiving/Hartz/Hurth et al. 2016).

Anpassungsflexible Akteurnetzwerke und die strategische Einbindung der Zivilgesellschaft, z. B. über Reallabore, leisten bei der Entwicklung innovativer, klimaresilienter Maßnahmen einen wichtigen Beitrag (Fekkak/Fleischhauer/Greiving et al. 2016; Mahrenholz/Knieling/Knierim et al. 2016).

Die Forschung zu den Zusammenhängen zwischen den Megatrends steht erst am Anfang. Onlineinformationsportale (z. B. www.stadtklimalotse.de) und Online-Beteiligungstools wie Leerstandsmelder (z. B. in Dortmund) oder Klimakarten (z. B. www.klimamap.de, Recklinghausen) sowie die Auswertung von *Volunteered Geographic Information* (z.B. Twitter; vgl. Klonner/Marx/Usón et al. 2016; Resch/Summa/Zeile et al. 2016) bieten das Potenzial, endogenes Wissen bis hin zu kontextspezifischen Emotionen zu kartieren. Simulationsprogramme (Software) zum Wohlbefinden von Menschen angesichts klimatischer Extreme können diese Informationen integrieren (Robinson/Bruse 2011) und parallel sozioökonomische Veränderungen und klimatische Veränderungen modellieren (Fekkak/Fleischhauer/Greiving et al. 2016). Es wird wichtig sein, derartige sozial-räumliche Analysetools und Informationsangebote für Kommunen auszubauen und bestehende zusammenzuführen. Zusätzliche Indikatoren der innerstädtischen Raumbewertung, wie z. B. Durchgrünungsgrad, Baumasse, Siedlungsstrukturmuster, aber auch zu gesellschaftlichen Praktiken

(vgl. Großmann/Franck/Heyde et al. 2017), sind insbesondere für die kommunale Folgenabschätzung wichtig.

Klimawandel und demographischer Wandel werden in Zukunft die Rahmenbedingungen lokaler Politik und Planung in jeder Stadt, jeder Gemeinde und in jeder Nachbarschaft nachhaltig verändern. Eine adaptive Planung in Ergänzung zu bisherigen linearen Ansätzen gilt es demnach, einer genaueren Betrachtung zu unterziehen. Dies erfordert in Wissenschaft und Praxis die Bereitschaft, disziplinäre Grenzen, aber auch Ressortdenken zu überwinden und stärker als in der Vergangenheit die Potenziale heterogener Akteurgruppen sowie neuer Erkenntnisse und Technologien einzubinden.

Literatur

- adelphi/PRC/EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Dessau-Roßlau. = Climate Change 24/2015
- Adger, W. N. (2006): Vulnerability. In: Global Environmental Change 16, 3, 268-281. doi:10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006
- ARGEBAU – Bauministerkonferenz (2008): Klimaschutz in den Bereichen Bauen, Wohnen und Stadtentwicklung. Vorlage des Ausschusses für Stadtentwicklung, Bau- und Wohnungswesen der Bauministerkonferenz. Berlin.
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2015): Leitbilder und Handlungsstrategien der Raumentwicklung in Deutschland. Stellungnahme zum zweiten Entwurf der MKRO (2015). Hannover. = Positionspapier aus der ARL 103.
- BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2010): Bevölkerungsverhalten und Möglichkeiten des Krisenmanagements und Katastrophenmanagements in multikulturellen Gesellschaften. Bonn. = Forschung im Bevölkerungsschutz 11.
- BBK – Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2013): Abschätzung der Verwundbarkeit gegenüber Hitzewellen und Starkregen. Bonn. = Praxis im Bevölkerungsschutz 11.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2012): Raumordnungsbericht 2011. Bonn.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2016): Klimaschutz und Klimaanpassung im Stadtumbau Ost und West. Bonn. = BBSR-Online-Publikation 11/2016.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2017): Klimaresilienter Stadtumbau. Bilanz und Transfer von StadtKlimaExWoSt. Bonn.
- Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung (2009): Demographischer Wandel. Ein Politikvorschlag unter besonderer Berücksichtigung der Neuen Länder. Berlin.
- Bertelsmann Stiftung (Hrsg.) (2013): Stadt – Land – Umland. Handlungsansätze für Kommunen im demographischen Wandel. Gütersloh.
- Bertelsmann Stiftung (2015): Demographietypen. Abrufbar unter: <http://www.wegweiser-kommune.de/demographietypen>. Zuletzt geprüft am 10.04.2018
- Birg, H. (2005): Die demographische Zeitenwende. Der Bevölkerungsrückgang in Deutschland und Europa. München.
- Birkmann, J. (2014): Schutz, Anpassung oder Transformation? In: Nachrichten der ARL 44, 1, 10-12.
- Birkmann, J.; Bach, C.; Vollmer, M. (2012): Tools for Resilience Building and Adaptive Spatial Governance – Challenges for Spatial and Urban Planning in Dealing with Vulnerability. In: Raumforschung und Raumordnung 70, 4, 293-308. doi: 10.1007/s13147-012-0172-0
- Birkmann, J.; Fleischhauer, M. (2013): Vulnerabilität von Raumnutzungen, Raumfunktionen und Raumstrukturen. In: Birkmann, J.;

- Vollmer, M.; Schanze, J. (Hrsg.): Raumentwicklung im Klimawandel – Herausforderungen für die räumliche Planung. Hannover, 44-68. = Forschungsberichte der ARL 2.
- Birkmann, J.; Greiving, S.; Serdeczny, O. (2017): Das Assessment von Vulnerabilität, Risiken und Unsicherheiten. In: Brasseur, G. P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Heidelberg, 267-276.
- Black, R.; Kniveton, D.; Skeldon, R.; Coppard, D.; Murata, A.; Schmidt-Verkerk, K. (2008): Demographics and Climate Change: Future Trends and their Policy Implications for Migration. Brighton. = Working Paper T-27, Development Research Centre on Mitigation, Globalisation and Poverty.
- BMI – Bundesministerium des Inneren (2011): Demografiebericht. Bericht der Bundesregierung zur demografischen Lage und künftigen Entwicklung des Landes. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Klimawandelgerechte Stadtentwicklung. Ursachen und Folgen des Klimawandels durch urbane Konzepte begegnen. Berlin. = Forschungen 149.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013a): Alles im Wandel. Demografische und klimatische Veränderungen im Kontext der integrierten Stadtentwicklung. Bonn. = BMVBS-Online-Publikation 23/2013.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013b): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2009): Klimawandelgerechte Stadtentwicklung. Rolle der bestehenden städtebaulichen Leitbilder und Instrumente. Bonn. = BBSR-Online-Publikation 24/2009.
- Böhm, J.; Böhme, C.; Bunzel, A.; Kühnau, C.; Landua, D.; Reinke, M. (2016): Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben „Entwicklung von naturschutzfachlichen Zielen und Orientierungswerten für die planerische Umsetzung der doppelten Innenentwicklung sowie als Grundlage für ein entsprechendes Flächenmanagement“. Bonn. = BfN-Skripten 444.
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel – vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Berlin.
- Bundesregierung (2017): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuaufgabe 2016. Kabinettsbeschluss vom 11. Januar 2017. Berlin.
- Buth, M.; Kahlenborn, W.; Savelsberg, J.; Becker, N.; Bubeck, P.; Kabischer, S.; Kind, C.; Tempel, A.; Tucci, F.; Greiving, S.; Fleischhauer, M.; Lindner, C.; Lückenköter, M.; Schonlau, M.; Schmitt, H.; Hurth, F.; Othmer, F.; Augustin, R.; Becker, D.; Abel, M.; Bornemann, T.; Steiner, H.; Zebisch, M.; Schneiderbauer, S.; Kofler, C. (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Dessau-Roßlau. = Climate Change 24/2015.
- Christmann, G.; Kilper, H.; Ibert, O. (2016): Die resiliente Stadt in den Bereichen Infrastrukturen und Bürgergesellschaft. Berlin = Schriftenreihe Forschungsforum Öffentliche Sicherheit 19.
- Deutscher Städtetag (2012): Positionspapier Anpassung an den Klimawandel – Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Aktenzeichen 70.18.00 D. Köln.
- Eakin, H.; Luers, A. L. (2006): Assessing the vulnerability of social-environmental systems. In: Annual Review of Environment and Resources 31, 365-394. doi: 10.1146/annurev.energy.30.050504.144352
- Ebi, K. L. (2014): Health in the New Scenarios for Climate Change Research. In: International Journal of Environmental Research and Public Health 11, 1, 30-46. doi: <https://doi.org/10.3390%2Fijerph110100030>
- EEA – European Environment Agency (2012): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report. Copenhagen. = EEA Report 12/2012.
- EEA – European Environment Agency (2013): Adaptation in Europe. Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments. Copenhagen. = EEA-Report 3/2013.
- Fekkek, M.; Fleischhauer, M.; Greiving, S.; Lucas, R.; Schinkel, J.; von Winterfeld, U. (2016): Resiliente Stadt – Zukunftsstadt. Forschungsgutachten im Auftrag des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- Fleischhauer, M.; Greiving, S.; Lindner, C.; Lückenköter, J.; Schauser, I. (2017): Analyse der Literatur zu Klimawirkungen in Deutschland: ein Gesamtbild mit Lücken. In: Brasseur, G. P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Heidelberg, 225-234.
- Fouillet, A.; Rey, G.; Laurent, F.; Pavillon, G.; Bellec, S.; Guihenneuc-Jouyau, C.; Clavel, J.; Jougl, E.; Hémon, D. (2007): Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. In: International Archives of Occupational and Environmental Health 80, 1, 16-24. doi: 10.1007/s00420-006-0089-4
- Franck, E.; Overbeck, G. (2012): Raumplanerische Strategien vor dem Hintergrund des Klimawandels. In: Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung – Grundlagen, Strategien, Instrumente. Hannover, 89-105. = E-Paper der ARL 13.
- Franck, U.; Krüger, M.; Schwarz, N.; Großmann, K.; Röder, S.; Schlink, U. (2013): Heat stress in urban areas: Indoor and outdoor temperatures in different urban structure types and subjectively reported well-being during a heat wave in the city of Leipzig. In: Meteorologische Zeitschrift 22, 6, 167-177. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0384
- Füssel, H.-M.; Klein, R. J. T. (2006): Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. In: Climatic Change 75, 3, 301-329. doi: 10.1007/s10584-006-0329-3
- Gallopin, G. C. (2006): Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. In: Global Environmental Change 16, 3, 293-303. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004
- Gans, P.; Leibert, T. (2007): Grundzüge der demographischen Entwicklung in Europa. In: Horn, M.; Köppen, B. (Hrsg.): Demographischer Wandel in Deutschland. Die lokale und regionale Perspektive. Berlin, 13-26.
- Gans, P.; Schmitz-Veltin, A. (Hrsg.) (2006): Demographische Trends in Deutschland – Folgen für Städte und Regionen. Hannover. = Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 226.
- Gravert, A.; Günzel, M.; Volkmann, A.; Wiechmann, T. (2013): Agenda Setting in der Planung: zur Karriere von stadtplanerischen Modethemen. In: Raumplanung 167, 2, 27-32.
- Greiving, S. (2012): Die integrierte Betrachtung von Klimawandel und demographischem Wandel als zentrale Herausforderung für die Raumplanung. In: Hill, A.; Prosser, A. (Hrsg.): Metropolis und Region. Aktuelle Herausforderungen für Stadtforschung und Raumplanung. Detmold, 27-49. = Metropolis und Region 8.
- Greiving, S.; Arens, S.; Snowden-Mahnke, A.; Flex, F. (2016): Ein ganzheitlicher Ansatz zur Abschätzung der hitzeinduzierten Gesundheitsbelastungen durch Klimawandel und demographischen Wandel in der Umweltprüfung. In: UVP-Report 30, 4, 212-221. doi: 10.17442/uvp-report.030.32
- Greiving, S.; Hartz, A.; Hurth, F.; Saad, S. (2016): Raumordnerische Risikovorsorge am Beispiel der Planungsregion Köln. In: Raumforschung und Raumordnung 74, 2, 83-99. doi: 10.1007/s13147-016-0387-6
- Greiving, S.; Zebisch, M.; Schneiderbauer, S.; Fleischhauer, M.; Lindner, C.; Lückenköter, J.; Buth, M.; Kahlenborn, W.; Schauser, I. (2015): A consensus based vulnerability assessment to climate change in Germany. In: International Journal of Climate Change Strategies and Management 7, 3, 306-326. doi: 10.1108/IJCCSM-11-2013-0124

- Gronlund, C. J. (2014): Racial and Socioeconomic Disparities in Heat-Related Health Effects and Their Mechanisms: A Review. In: *Current Epidemiology Reports* 1, 3, 165-173. doi: 10.1007/s40471-014-0014-4
- Großmann, K.; Franck, U.; Heyde, M.; Schlink, U.; Schwarz, N.; Stark, K. (2017): Sozial-räumliche Aspekte der Anpassung an Hitze in Städten. In: Marx, A. (Hrsg.): *Klimaanpassung in Forschung und Politik*. Wiesbaden. 199-214.
- Großmann, K.; Franck, U.; Krüger, M.; Schlink, U.; Schwarz, N.; Stark, K. (2012): Soziale Dimensionen von Hitzebelastung in Grossstädten. In: *disP – The Planning Review* 48, 4, 56-68. doi: 10.1080/02513625.2012.776818
- Hinkel, J. (2011): "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. In: *Global Environmental Change* 21, 1, 198-208. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Genf.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): *Summary for policymakers. Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects*. In: Field, C. B.; Barros, V. R.; Dokken, D. J.; Mach, K. J.; Mastrandrea, M. D.; Bilir, T. E.; Chatterjee, M.; Ebi, K. L.; Estrada, Y. O.; Genova, R. C.; Girma, B.; Kissel, E. S.; Levy, A. N.; MacCracken, S.; Mastrandrea, P. R.; White, L. L. (Hrsg.): *Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, 1-32.
- Janssen, G.; Rubel, C.; Schulze, F.; Keimeyer, F. (2016): Siedlungsrückzug – Recht und Planung im Kontext von Klima- und demografischem Wandel. Dessau-Roßlau. = *Climate Change* 21/2016.
- Jiang, L.; O'Neill, B. C. (2017): Global urbanization projections for the Shared Socioeconomic Pathways. In: *Global Environmental Change* 42, 193-199. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.03.008
- Jurgilevich, A.; Räsänen, A.; Groundstroem, F.; Juhola, S. (2017): A systematic review of the dynamics in climate risk and vulnerability assessments. In: *Environmental Research Letters* 12, 1, 013002. doi: 10.1088/1748-9326/aa5508
- KC, S.; Lutz, W. (2017): The human core of the shared socioeconomic pathways: Population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100. In: *Global Environmental Change*, 42, 181-192. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.06.004
- Klonner, C.; Marx, S.; Usón, T.; Porto de Albuquerque, J.; Höfle, B. (2016): Volunteered Geographic Information in Natural Hazard Analysis: A Systematic Literature Review of Current Approaches with a focus on Preparedness and Mitigation. In: *ISPRS. International Journal of Geo-Information* 5, 7, 103. doi: <https://doi.org/10.3390/ijgi5070103>
- Knieling, J.; Kretschmann, N.; Kunert, L.; Zimmermann, T. (2012): *Klimawandel und Siedlungsstruktur: Anpassungspotenzial von Leitbildern und Konzepten*. Hamburg. = neopolis working papers: urban and regional studies 12.
- Koppe, C.; Kovats, S. R.; Jendritzky, G.; Menne, B. (2004): *Heat-waves: risks and responses*. Copenhagen. = *Health and Global Environmental Change Series* 2.
- Kriegler, E.; O'Neill, B. C.; Hallegatte, S.; Kram, T.; Lempert, R.J.; Moss, R. H.; Wilbanks, T. (2012): The need for and use of socioeconomic scenarios for climate change analysis: A new approach based on shared socio-economic pathways. In: *Global Environmental Change* 22, 4, 807-822. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2012.05.005
- Kristof, K. (2010): *Wege zum Wandel. Wie wir gesellschaftliche Veränderungen erfolgreicher gestalten können*. München.
- Kunz-Plapp, T.; Hackenbruch, J.; Schipper, J. W. (2016): Factors of subjective heat stress of urban citizens in contexts of everyday life. In: *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16, 4, 977-994. doi: 10.5194/nhess-16-977-2016
- Kuttler, W.; Oßenbrügge, J.; Halbig, G. (2017): Städte. In: Brasseur, G.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): *Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. Heidelberg, 225-234. doi: 10.1007/978-3-662-50397-3_22
- Luber, G. E.; Sanchez, C. A.; Conkin, L. M. (2006): Heat Related Death – United States, 1999-2003. In: *Morbidity and Mortality Weekly Report* 55, 29, 796-798.
- Lückenköter, J.; Lindner, C.; Greiving, S. (2013): Methodology for an integrated climate change vulnerability assessment. In: Schmidt-Thomé, P.; Greiving, S. (Hrsg.): *European Climate Vulnerabilities and Adaptation: A Spatial Planning Perspective*. London, 5-15. doi: 10.1002/9781118474822
- Lutz, W.; Mutarak, R.; Striessnig, E. (2014): Universal education is key to enhanced climate adaptation. In: *Science* 346, 6213, 1061-1062. doi: 10.1126/science.1257975
- Mäding, H. (2009): Herausforderungen und Konsequenzen des demografischen Wandels für die Kommunalpolitik und -verwaltung. In: Bauer, H.; Büchner, C.; Gründel, O. (Hrsg.): *Demografie im Wandel. Herausforderungen für die Kommunen*. Potsdam, 33-43. = KWI-Schriften 2.
- Mahrenholz, P.; Knieling, J.; Knierim, A.; Martinez, G.; Molitor, H.; Schlipf, S. (2016): Optionen zur Weiterentwicklung von Anpassungsstrategien. In: Brasseur, G.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): *Klimawandel in Deutschland*. Berlin/Heidelberg, 335-344.
- Martinez, G.; Frick, F.; Gee, K. (2014): Zwei Küstengemeinden im Klimawandel – Zum sozioökonomischen und kulturellen Hintergrund von Küstenschutz für Planung, Umsetzung und Transfer von Anpassungsmaßnahmen. In: Beese, K.; Fekkak, M.; Katz, C.; Körner, C.; Molitor, H. (Hrsg.): *Anpassung an regionale Klimafolgen kommunizieren. Konzepte, Herausforderungen und Perspektiven*. München, 293-306. = *Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten: Klimzug* 2.
- Mielck, A.; Lungen, M.; Siegel, M.; Korber, K. (2012): *Folgen unzureichender Bildung für die Gesundheit*. Gütersloh.
- Milan, B.F.; Creutzig, F. (2015): Reducing urban heat wave risk in the 21st century. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 221-231. doi: 10.1016/j.cosust.2015.08.002
- MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2016): *Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland*. Verabschiedet von der Ministerkonferenz für Raumordnung am 9. März 2016. Bonn.
- Mutarak, R. (2017): Focusing on demographic differential vulnerability. Panel contribution to the Population-Environment Research Network Cyberseminar "Culture, Beliefs and the Environment", 15.-19. Mai 2017. https://www.populationenvironmentresearch.org/pern_files/statements/PERN%20Cyberseminar2017_Mutarak.pdf (14.12.2017).
- Mutarak, R.; Lutz, W.; Jiang, L. (2015): Introduction. What can demographers contribute to the study of vulnerability? In: *Vienna Yearbook of Population Research* 13, 1-13. doi: 10.1553/populationyearbook2015s001
- O'Brien, K.; Eriksen, S.; Nygaard, L. P.; Schjolden, A. (2007): Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. In: *Climate Policy* 7, 1, 73-88. doi: 10.1080/14693062.2007.9685639
- O'Neill, B. C.; Kriegler, E.; Ebi, K. L.; Kemp-Benedict, E.; Riahi, K.; Rothman, D. S.; van Ruijven, B. J.; van Vuuren, D. P.; Birkmann, J.; Kok, K.; Levy, M.; Solecki, W. (2017): The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. In: *Global Environmental Change* 42, 169-180. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.01.004
- Räsänen, A.; Juhola, S.; Nygren, A.; Käkönen, M.; Monge Monge, A.; Kanninen, M. (2016): Climate change, multiple stressors and human vulnerability: a systematic review. In: *Regional Environmental Change*, 16, 8, 2291-2302. doi: 10.1007/s10113-016-0974-7

- Resch, B.; Summa, A.; Zeile, P.; Strube, M. (2016): Citizen-Centric Urban Planning through Extracting Emotion Information from Twitter in an Interdisciplinary Space-Time-Linguistics Algorithm. In: *Urban Planning* 1, 2, 114-127. doi: 10.17645/up.v1i2.617
- RKI – Robert-Koch-Institut (2015): *Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes gemeinsam getragen von RKI und Destatis*. Berlin.
- Robinson, D.; Bruse, M. (2011): Pedestrian Comfort. In: Robinson, D. (Hrsg.): *Computer Modelling for Sustainable Urban Design. Physical Principles, Methods and Applications*. London. 95-110.
- Scherber, K. (2014): Auswirkungen von Wärme- und Luftschadstoffbelastungen auf vollstationäre Patientenaufnahmen und Sterbefälle im Krankenhaus während Sommermonaten in Berlin und Brandenburg. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Schnur, O. (2010): Demographischer Impact in städtischen Wohnquartieren. Entwicklungsszenarien und Handlungsoptionen. Wiesbaden. doi: 10.1007/978-3-531-92464-9
- Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen (2014): *Flächennutzungsplan Bremen. Begründung. Angepasste Fassung vom 4. Dezember 2014*. Bremen.
- Siebel, W. (Hrsg.) (2004): *Die europäische Stadt*. Frankfurt am Main.
- Stadt Leipzig (2015): *Befragung zum Klimawandel in Leipzig 2015 – Ergebnisbericht 1/15*. Leipzig.
- Timpe, P. (2015): *Infrastrukturfolgekosten des demografischen Wandels bei der Fernwärmeversorgung privater Haushalte*. Dissertation, Technische Universität Dortmund.
- UBA – Umweltbundesamt (2017): *Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung*. Dessau-Roßlau.
- UN – United Nations (2016): *New Urban Agenda. Resolution adopted by the General Assembly on 23 December 2016. A/RES/71/256*.
- Van Ruijven, B. J.; Levy, M. A.; Agrawal, A.; Biermann, F.; Birkmann, J.; Carter, T. R.; Ebi, K. L.; Garschagen, M.; Jones, B.; Jones, R.; Kemp-Benedict, E.; Kok, M.; Kok, K.; Lemos, M. C.; Lucas, P. L.; Orlove, B.; Pachauri, S.; Parris, T. M.; Patwardhan, A.; Petersen, A.; Preston, B. L.; Ribot, J.; Rothman, D. S.; Schweizer, V. J. (2014): Enhancing the relevance of Shared Socioeconomic Pathways for climate change impacts, adaptation and vulnerability research. In: *Climatic Change* 122, 3, 481-494. doi: 10.1007/s10584-013-0931-0
- Vollmer, M.; Birkmann, J. (2012): Indikatoren und Monitoring zur Vulnerabilität und Anpassung an den Klimawandel. In: Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): *Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung – Grundlagen, Strategien, Instrumente*. Hannover, 66-88. = E-Paper der ARL 13.
- Wagner, A.; Hollbach-Grömig, B.; Langel, N.; Gundurat, C.; Schormöller, A.-K.; Beckmann, K.J. (2013): *Demographischer Wandel – Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für Umwelt- und Naturschutz. Teil I: Literaturstudie zur Aktualisierung und Verifizierung des vorliegenden Erkenntnisstands und Aufarbeitung für die Ressortaufgaben*. Dessau-Roßlau. <http://www.uba.de/uba-info-medien/4570.html> (20.12.2017).
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2016): *Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte*. Berlin.
- Wiechmann, T. (2015): Das Schrumpfen akzeptieren: Europas Städte im demografischen Wandel. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 65, 31-32, 27-33.
- Wolf, S.; Hinkel, J.; Hallier, M.; Bisaro, S.; Lincke, D.; Ionescu, C.; Klein, R. J. T. (2013): Clarifying vulnerability definitions and assessments using formalisation. In: *International Journal of Climate Change Strategies and Management* 5, 1, 54-70. doi: 10.1108/17568691311299363