

Jenas Cool-Down

lokale Perspektiven für eine hitze-resiliente Stadtentwicklung

Bachelorarbeit Florian Kraus

Bauhaus-Universität Weimar

Jenas Cool-Down

lokale Perspektiven für eine hitze-resiliente Stadtentwicklung

Bachelorarbeit

Bachelor Urbanistik (B.Sc.)

Florian Kraus

Bauhaus-Universität Weimar

Fakultät Architektur und Urbanistik

Professur Raumplanung und Raumforschung

Erstbetreuung: Prof. Dr. Max Welch Guerra

Zweitbetreuung: Dr. Julia Gamberini

Inhalt

1. Einleitung und Relevanz	1
1.1 Steigende Temperaturen, Vulnerabilität, Hitze-Resilienz sowie Stadtentwicklung und Klimaanpassung - Eine Einordnung	1
1.2 Temperaturanstiege und neue Hitzespitzen auch in Jena	2
1.3 Aufbau der Arbeit, Methodik und Perspektiven	3
2. Grundlagen und Forschungsstand	
2.1 Einflussgrößen und Charakteristik des Stadtklimas	7
2.2 Klimawandelfolgen steigender Hitzebelastungen	9
2.3 Klimafolgenanpassung für das Handlungsfeld Hitze	10
2.4 Politische und raumplanerische Bedeutung von Adaption	12
2.5 Umsetzung von Klimaanpassung - möglicher Umgang mit Ungewissheiten und Hemmnissen	15
3. Analyse der Klimaanpassung in Jena - Herausforderungen für die Stadtentwicklung und Maßnahmen der Adaption	18
3.1 Demographische Herausforderungen	19
3.2 Räumlich-klimatische Herausforderungen	23
3.3 Maßnahmen der Klimaanpassung in Jena	31
3.4 Synthese der Herausforderungen und Maßnahmen für Klimaanpassung in Jena	40
4. Lokale Perspektiven für mehr Hitze-Resilienz	43
4.1 Natürlicher Cool-Down	43
4.2 Klimagerechtes Flächenmanagement	50
4.3 Was passiert in der Nachbarschaft?	53

5. Fazit und Diskussion	56
6. Verzeichnisse und Anhang	60
6.1 Abkürzungsverzeichnis	60
6.2 Literaturverzeichnis	61
6.3 Abbildungsverzeichnis	70
6.4 Methodische Anmerkungen	72
6.5 Interviewprotokolle	75

1. Einleitung und Relevanz

1.1 Steigende Temperaturen, Vulnerabilität, Hitze-Resilienz sowie Stadtentwicklung und Klimaanpassung – eine Einordnung

Mit der Verfassung dieser Arbeit blicken wir in Deutschland auf die Jahre 2018 und 2019 zurück, in denen wir sehr heiße, trockene und lange Sommermonate erlebten, wie sie zuletzt im Jahr 2003 spürbar waren. Im Sommer von diesem Jahr setzt sich der Trend scheinbar fort. Beim Klima werden in der Regel Durchschnittswerte von 30 Jahren als Klimaperiode betrachtet, welche von der Weltorganisation für Meteorologie definiert wurde (UBA 2014, 99). Da es sich bei Klimaänderungen um langfristige Trends handelt, wurde der Zeitraum von 1961-1990 als Klimareferenzperiode festgelegt (ebd.).

In Europa lagen im Sommer 2019 die Durchschnittstemperaturen fast 1,1°C über dem vieljährigen Mittel von 1981-2010 (UBA 2020b). Weltweit stellten die letzten fünf Jahre die fünf wärmsten Jahre seit dem Beginn der regelmäßigen Wetteraufzeichnung im Jahr 1881 dar, im Vergleich zur Klimareferenzperiode von 1961-1990 (ebd.). Der neuste Bericht des Weltklimarates „Intergovernmental Panel on Climate Change“ [IPCC] geht mit hoher Wahrscheinlichkeit davon aus, dass die Änderung der globalen Erdoberflächentemperaturen bis Ende des 21. Jahrhunderts 1,5°C überschreiten werden (IPCC 2015, 61). Für Europa wird mit einer Häufung von Extremwetterereignissen gerechnet, besonders Hitzewellen werden zukünftig weiter zunehmen (IPCC 2008, 12; IPCC 2015, 68). Von Extremereignisse, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind, stellt Hitze eine der größten Gefahren für den Menschen dar (Sinning 2018, 10).

Unter Risikogruppen für Hitzebelastungen zählen insbesondere ältere Menschen, Kinder, Menschen mit Vorerkrankungen sowie isoliert lebende Personen (Lindner und Sinning 2018, 6; UBA 2019b, 2). Allein im Hitzerekordjahr 2003 gab es europaweit rund 55.000 zusätzliche hitzebedingte Todesfälle (Mathey et al. 2011, 13; Müller 2013, 1). In Deutschland wird die Anzahl zusätzlicher hitzebedingter Todesfälle im Jahr 2003 etwa auf 7.500 und für die Jahre 2006 und 2015 auf circa 6.000 Menschen geschätzt (UBA 2019a). Dabei ist die Mortalitätsrate hitzebedingter Sterbefälle vom Alter abhängig (RKI 2019, 199). Die absolute Anzahl von Sterbefällen ist in den Altersgruppen 75 bis 84 Jahren und über 85 Jahren am höchsten (ebd.). Die Todesfälle sind besonders auf Herz-Kreislauferkrankungen, Herzinfarkte, Nierenversagen, sowie Stoffwechselstörungen und Atemwegsprobleme zurückzuführen (UBA 2019b, 5). Weitere typische Symptome bei Hitzebelastungen sind Erschöpfung, Benommenheit und Kopfschmerzen (UBA 2019c). Außerdem werden bei extremer Hitze auch vermehrt Rettungseinsätze verzeichnet (ebd.). Vulnerabilität drückt „Verletzbarkeit“ und „Verwundbarkeit“ aus (Breuste et al. 2016, 166). Im Kontext des Klimawandels sind vulnerable Bevölkerungsgruppen besonders ökologischen Stressfaktoren wie Hitze ausgesetzt und haben Schwierigkeiten, diese zu bewältigen (ebd.).

Durch den Klimawandel – oder die Klimakrise – entstehen nicht nur zusätzliche Belastungen für den Menschen, sondern auch für Ökosysteme. Aktuelle Vorkommnisse in Deutschland bedingt durch Hitze und Trockenheit sind nur die Vorboten drastisch steigender Extremwetterereignisse der nahen Zukunft (Lindner und Sinning 2018, 6). Aktuelle Beispiele hierfür sind Baumsterben durch Waldbrände in Brandenburg, Fluss- und damit Fischsterben in Freiburg sowie ausgetrocknete Seen, wie der Edersee in Nordhessen (ebd.).

Als Reaktion auf den Klimawandel wird grundsätzlich zwischen Reduktion von Treibhausgasemissionen (Klimaschutz) und Anpassung an seine Auswirkungen (Adaption) unterschieden (IPCC 2008, 62). Um die negativen Auswirkungen der Klimaänderungen zu mindern und die Verwundbarkeit langfristig zu verringern sind zusätzliche Anpassungsmaßnahmen, ungeachtet massiver Emissionsminderungen, auf regionaler und lokaler Ebene notwendig (ebd.). Insbesondere die Einbindung von Klimaanpassung in Planungsprozesse innerhalb von Kommunen wird als besonders wirksam anerkannt (IPCC 2015, 21). Da zukünftig die Anzahl hitzebedingter Todesfälle und das Ausmaß der Hitzewellen kaum abnehmen wird, können geeigneten Präventionsmaßnahmen und deren konsequente Umsetzung, den Anstieg von Sterbefällen eventuell abschwächen (RKI 2019, 201). Nach Schätzungen wird außerdem jeder Dritte im Jahr 2060 über 65 Jahre alt sein (Baumüller 2018, 15).

Die Anpassungsstrategien an den Klimawandel der Europäischen Union (2013), des Bundes (DAS 2008) sowie des Freistaat Thüringens (IMPAKT 2013) verdeutlichen die Rolle der Kommunen bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Sie nehmen durch ihrer unmittelbare Betroffenheit und durch unterschiedliche formelle und informelle Planungsinstrumentarien eine Schlüsselfunktion ein (Baumüller 2018, 14). Die übergeordneten Anpassungsstrategien empfehlen, dass sich Kommunen frühzeitig auf die Auswirkungen des Klimawandels einstellen sollen, um weiterhin gesunde Lebensbedingungen zu sichern.

Mit den Auswirkungen des Klimawandels stellt sich somit die Frage, wie Resilienz gegen Hitzebelastungen oder Klima-Resilienz im Allgemeinen in Kommunen aussehen kann und was dies für eine zukunftsorientierte räumliche Planung bedeutet (Lindner und Sinning 2018, 6). Grundsätzlich wird mit Re-

silienz die Fähigkeit eines Systems bezeichnet, auf Störungen und Krisen reagierend, ein Gleichgewicht aus Selbsterneuerung und Gestaltungsmöglichkeiten zu erzielen (Breuste et al. 2016, 180). Diese Selbstregulation ist in einem städtischen System die Grundlage für eine nachhaltige Stadtentwicklung (ebd.). Neben Stabilität und Gleichgewicht eines Systems, beinhaltet Resilienz auch die Fähigkeiten sich an ändernde Faktoren wie etwa Hitze anzupassen, ohne dabei zentrale Funktionen zu verlieren (Weiss et al. 2017, 23).

Angesichts steigender Bevölkerungszahlen insbesondere in Groß- und Universitätsstädten sowie angespannter Wohnungsmärkte werden Städte zunehmend baulich verdichtet. Vor dem Hintergrund der kompakten Stadt mag dies zunächst den Zielen eines nachhaltigen Flächenmanagements entsprechen (Lindner und Sinning 2018, 6; Breuste et al. 2016, 185). Dennoch entstehen unmittelbar Interessenskonflikte, denn um Hitzestress zu vermeiden sind unter anderem zusätzliche Grün- und Wasserflächen nötig (Stichwort doppelte Innenentwicklung) (ebd.). Wie kann also der Spagat zwischen Maßnahmen der Adaption und Stadtwachstum aussehen (Breuste et al. 2016, 185; Lindner und Sinning 2018, 6; Lass und Reusswig 2018, 20)?

1.2 Temperaturanstiege und neue Hitzespitzen auch in Jena

Die Stadt Jena als Oberzentrum liegt im Nordosten des Bundeslandes Thüringen. Auf Grund des nord-süd-verlaufenden Saaletals, weißt in Jena das lokale Klima eine Sonderstellung auf (Kurmutz 2017, 52 f). Es herrschen signifikante Temperaturunterschiede zwischen der Tallage und dem Umland Jenas (ebd.). Durch die hohen Wärmebelastungen in den Sommermonaten zählt Jena auch zu den trockensten und wärmsten Städten in Ostdeutschland (BBSR o. J.). Abbildung eins

zeigt die Abweichungen der durchschnittlichen, jährlichen Lufttemperaturen im Jahresmittel sowie im Sommer- und Winterhalbjahr von der Referenzperiode (1961-1990). Signifikante Abweichungen sind für die Gegenwart (1990-2019) erkennbar. Gleichmaßen verdeutlicht der lineare statistische Trend die Veränderung.

Mit einer jährlichen Mitteltemperatur von 11,5°C stellt das Jahr 2018 die höchsten jährlichen Temperaturmessungen dar. Grundsätzliche sind die Temperaturen im vieljährigen Mittel zwischen 1961-1990 von 9,3°C bis zur Gegenwart (1990-2019) auf 10,3°C angestiegen, was einer Veränderung um etwa 1,0°C entspricht (ReKIS 2020a). Das Statistische Regionalisierungsmodell [STAR II] (Keup-Thiel et al. 2012, 17) geht für die nahe Zukunft (2021-2050) von einem weiteren Anstieg auf etwa 11,3°C aus (ReKIS 2020c).

Klimatische Ereignistage sind besonders geeignet zur Quantifizierung des Ausmaßes der thermischen Klimaänderungen (Kuttler 2011, 7). Die Über- oder Unterschreitung von Schwellenwerten meteorologischer Größen sind hierbei ausschlaggebend (ebd.). Wenn Lufttemperaturen größer oder gleich 25,0°C erreichen, werden diese als Sommertage und bei größer oder gleich 30,0°C als heiße Tage definiert (ebd.). Abbildung zwei zeigt die Veränderung der Klimasignale Sommer- und heiße Tage zwischen der Klimareferenzperiode und der Gegenwart in Jena. Mit 37 Tagen, das ist etwa jeder zehnte Tag im Jahr, wies das Jahr 2018 die höchste Anzahl von heißen Tagen in Jena auf, gefolgt von den Jahren 2003 und 2019 mit 32 Hitzetagen (ReKIS 2020b). Im direkten Vergleich zwischen der Referenzperiode und der Gegenwart stiegen die Sommertage von 45,8 auf 60 Tage und die heißen Tage von 10,4 auf 16,8 Tage an (ebd.). Für die nahe Zukunft (2021-2050) kann von einem weiteren Anstieg der Klimasignale ausgegangen werden (ReKIS 2020d). STAR

II prognostiziert eine weitere Steigerung der Sommertage auf 68,5 und der heißen Tage auf 19,1 (ebd.). Mit 19,1 heißen Tagen würde sich das Klimasignal unter den Bedingungen des Klimawandels im Vergleich zur Referenzperiode nahezu verdoppeln.

Laut IPCC (2008, 56) zählen insbesondere in Europa Hitzewellen zu den sich häufenden Extremereignisse im Zuge des Klimawandels. Eine Hitzewelle betrifft eine mehrtägige Periode mit sehr hohen, ungewöhnlichen thermischen Belastungen (DWD o. J.). In Jena ereignete sich beispielsweise zwischen Juli und August 2018 eine Hitzewelle über mehrere Tage. So lagen die Temperaturen vom 23. Juli 2018 bis zum 31. Juli 2018, nacheinander an neun Tagen bei über 30,0°C. Nach zwei Tagen mit weniger als 30,0°C stiegen die Temperaturen erneut für fünf Hitzetage in Folge an. An fünf Tagen während der Hitzeperiode wurden sogar Temperaturen größer als 35,0°C verzeichnet. Am 30. Juli 2019 wurden mit 38,8°C die bisher höchsten Temperaturen in Jena gemessen (ReKIS 2020b). Starke Wärmebelastungen treten bei einer gefühlten Temperatur von 32,0 bis 38,0°C auf (UBA 2019b, 6). Ab 38,0°C kann von extremen Wärmebelastungen für den menschlichen Körper gesprochen werden (ebd.).

1.3 Aufbau der Arbeit, Methodik und Perspektiven

Angesichts der drastisch steigenden Temperaturen und prognostizierten Verdoppelung der heißen Tage für die nahe Zukunft stellt sich die Frage: Wie soll die Notwendigkeit der Klimaanpassung in Jena umgesetzt werden, damit sich die Stadt auf weiter steigende Hitzebelastungen einstellen und Hitze-Resilienz fördern kann?

Die Arbeit stellt hierbei die Hypothese auf, dass das inkrementelle, strategische Vorgehen der Stadt eine besonders erfolgreiche

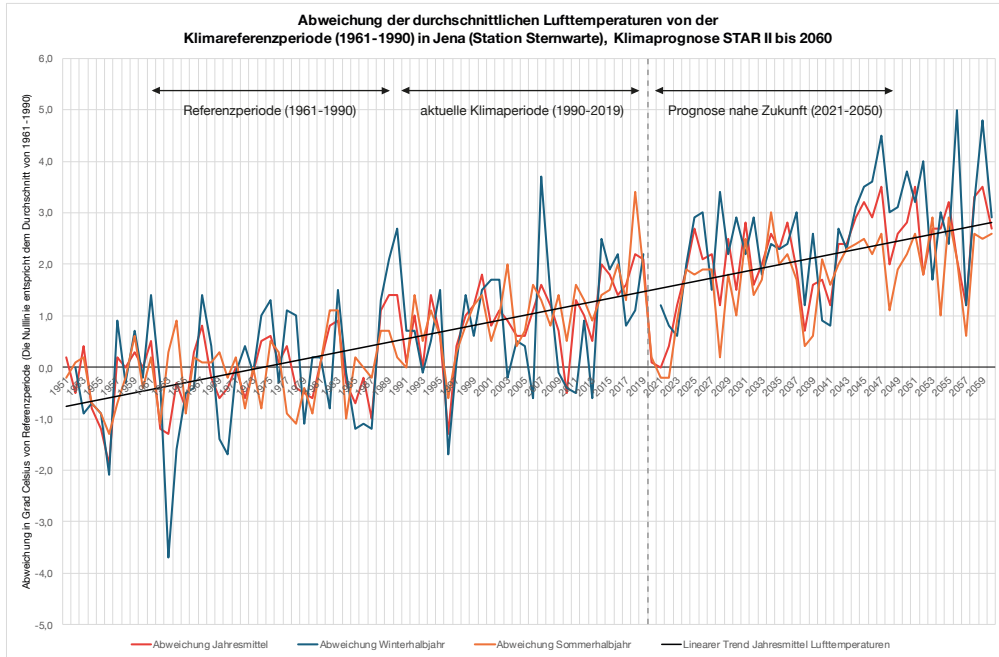


Abb. 1: Abweichung der jährlichen mittleren Lufttemperatur von der Klimareferenzperiode. Eigene Darstellung nach ReKIS 2020a und ReKIS 2020c (Daten verändert)

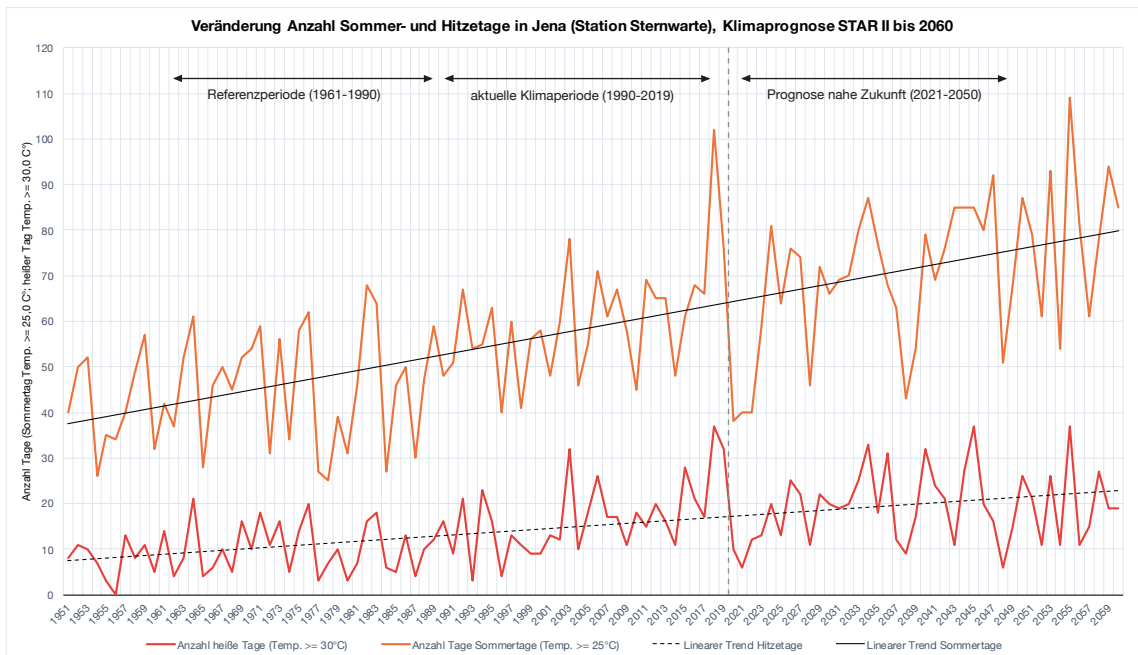


Abb. 2: Veränderung der Sommer- und heißen Tage in Jena. Eigene Darstellung nach ReKIS 2020b und ReKIS 2020d (Daten verändert)

Klimaanpassung ermöglicht. Eine zweite Hypothese betrachtet die Rolle der formellen Bauleitplanung bei der Umsetzung von Anpassung. Um zukünftig weiter Hitze-Resilienz zu fördern, müssen die Aspekte der Klimaanpassung in Jena direkter in Verbindung mit der formellen Bauleitplanung gebracht werden.

Ziel der Arbeit ist es den Prozess der Klimaanpassung für das Handlungsfeld Hitze und dessen Umsetzung in Jena einschließlich der Akteurskonstellationen, Herausforderungen und Maßnahmen besser zu verstehen. Anschließend werden Perspektiven für zukünftige Handlungsansätze für mehr Hitze-Resilienz aufgezeigt. Da es sich bei Klimaanpassung um ein relativ junges, sich stetig änderndes Forschungsfeld handelt, zielt die Arbeit auf einen qualitativen Forschungsansatz ab und „verfolgt ein kritisches und praktisches Erkenntnisziel und nicht ein rein theorieprüfendes“ (Atteslander 2010, 78). Somit orientiert sich die Arbeit an den Forschungsprinzipien Offenheit, Prozesscharakter, Reflexivität, Explikation, Kommunikation und Problemorientierung (ebd.). Die Forschung verläuft gegenstandsorientiert, offen und flexibel (ebd.). Die Hypothesen werden im Laufe der Arbeit modifiziert, verallgemeinert und rückgekoppelt (ebd.). Das praktische Ergebnis der Arbeit würde somit auch neue Beiträge für aktuelle Planungsprozesse in Jena liefern. Zur Eingrenzung der Untersuchung von Adaption beschäftigt sich die Arbeit lediglich mit dem Handlungsfeld Hitze. Andere Anpassungsfelder wie etwa Trockenheit und Hochwasserschutz werden nicht betrachtet.

Methodisch wurden neben Literatur- und Dokumentenanalysen, Leitfaden gestützte Interviews mit Akteur*innen durchgeführt, die an der Klimaanpassung in Jena beteiligt sind. Der Leitfaden wurde nach jedem geführten Interview kritisch reflektiert und für die Gesprächspartner*innen angepasst. Das erste Interview wurden mit Manuel Meyer geführt,

dem Leiter des Teams für Stadtentwicklung in der Stadtverwaltung Jenas. Weitere Interviews wurden mit Dr. Susann Schäfer, einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin der Friedrich-Schiller-Universität Jena [FSU Jena] und mit Dr. Uwe Kurmutz, einem Projektleiter des Thüringer Instituts für Nachhaltigkeit und Klimaschutz [ThiNK], geführt. Außerdem wurde in einem zusätzlichen Interview der ehemalige Stadtarchitekt Jenas Dr. Matthias Lerm befragt. Für die Gespräche wurden jeweils Protokolle angefertigt (siehe Anhang), auf welche im Text durch einen Code hingewiesen wird. Außerdem wurde für die Ermittlung von innerstädtischen Bereichen, welche besonders Anfällig für Hitzebelastungen sind, ein Ansatz mittels eines Geografischen Informationssystems [GIS] gewählt, welcher interpolierte Stationsmessungen von heißen Tagen mit Daten zu Versiegelungsgraden miteinander verschnitt (siehe Abschnitt 3.2).

Die Arbeit beginnt mit der Einordnung des Themenfeldes Hitze in den aktuellen Forschungsstand. Hierfür werden in die Besonderheiten der Charakteristiken des Stadtklimas eingeführt (siehe Abschnitt 2.1). Daraufhin erfolgt eine Skizzierung der globalen Temperaturänderungen in Folge des anthropogenen Klimawandels. Hierbei werden auch die aktuellen Szenarien der repräsentativen Konzentrationspfade für mögliche, zukünftige Klimaveränderungen betrachtet (siehe Abschnitt 2.2). Dieser Abschnitt ist wichtig, denn die Folgen des Klimawandels wirken sich wiederum auf das Stadtklima aus. Anschließend werden Maßnahmen zur Reduktion von Hitzebelastungen in Städten diskutiert (siehe Abschnitt 2.3) und die Rolle der Stadtplanung, angesichts einer signifikant zunehmenden politischer Relevanz, diskutiert (siehe Abschnitt 2.4).

Der Hauptteil der Arbeit analysiert die eigentliche Umsetzung von Klimaanpassung in Jena. Zu Beginn der Analyse werden neben einer Einführung in den Untersuchungsraum

die demographischen und räumlich-klimatischen Herausforderungen beschrieben (siehe Abschnitt 3.1 und 3.2). Bei der Auswertung der Maßnahmen wurden die Jenaer Klimaanpassungsstrategie [JenKAS] sowie die einzelnen Ansätze zur Adaption genauer untersucht (siehe Abschnitt 3.3). Gleichermaßen wurden hierfür die offiziellen Schriften zur Stadtentwicklung Jenas einbezogen.

Zielstellung des letzten Abschnittes der Arbeit ist es eine Praxishilfe für Klimaanpassung für die Jenaer Stadtplanung aufzuzeigen. Zielgruppe des konzeptionellen Ansatzes im Besonderen und der Arbeit im Allgemeinen sind somit insbesondere städtische Akteur*innen Jenas und Fachplanungen. Denn für Klimafolgenanpassung brauchen nicht nur Planer*innen zunehmend Fachwissen für die Bereiche des Stadtklimas. Umgekehrt sollten auch Akteur*innen wissenschaftlicher Einrichtungen vermehrt mit planerischen Instrumenten und Verfahren vertraut werden.

Durch eine Hot-Spot Analyse wurden die ermittelten belasteten Flächen mit Indikatoren zu Vulnerabilität synthetisiert (siehe Abschnitt 4.1). Für die ermittelten Hot-Spots wurde anschließend ein Maßnahmenkatalog erarbeitet. Aufbauend auf einer Auswertung von zwölf Bebauungsplänen [B-Plan] wurden außerdem Hinweise für ein klimagerechtes Flächenmanagement gegeben (siehe Abschnitt 4.2). Flankierend zu den Ansätzen werden ökonomische Anreize diskutiert (siehe Abschnitt 4.3). Die Besonderheit der Arbeit ist somit die Verbindung von Aspekten des Stadtklimas mit der lokalpolitischen Umsetzung von Klimaanpassung.

2. Grundlagen und Forschungsstand

2.1 Einflussgrößen und Charakteristik des Stadtklimas

Ausgehend von der Einordnung von Klimaanpassung für das Handlungsfeld Hitzebelastungen und die steigende Problematik in Jena, skizziert Kapitel zwei in den Abschnitten 2.1 und 2.2 die Grundlagen des Stadtklimas und den steigenden Herausforderungen durch den Klimawandel. Im Abschnitt 2.3 wird der Forschungsstand zu Klimaanpassung, dessen politischer Relevanz und die Rolle der Stadtplanung eingeführt. Beide Teilbereiche sind ein wichtiger Bestandteil der Arbeit, um einerseits die Notwendigkeit für Klimaanpassung auf der lokalen Ebene herauszustellen und andererseits die aktuelle lokalpolitische Umsetzung zu erläutern.

Stadtklima

Stadtklima bezeichnet ein modifiziertes städtisches Klima, das durch klimatische und lufthygienische Besonderheiten sowie Abwärme und Emissionen, der bebauten Umgebung im Vergleich zur nicht bebauten Umgebung, entsteht (Kuttler 2004a, 1). Die Ursachen des Stadtklimas sind nach Kuttler (2004a, 8) auf makroskalige sowie mikro- und mesoskalige Einflussgrößen zurückzuführen. Makroskalige Einflussgrößen bestehen aus: Breitenlänge bzw. Klimazone, Oberflächenformen und deren Beschaffenheit (Topografieverhältnisse) sowie der Entfernung zu Wasserkörpern. Unter mikro- bis mesoskalige Einflussgrößen zählen: Stadtgröße, Einwohner*innenzahl, Flächennutzung, kleinräumige topografische Verhältnisse, Versiegelungsgrad, das Ausmaß der dreidimensionalen Strukturierung der Stadt sowie die Abwärme technischer Prozesse und die Emissionsstärke (ebd.). Zentrale städtische

Steuerungsgrößen des Stadtklimas sind, neben Struktur und Größe einer Stadt, die Oberflächenenergiebilanzen, welche durch die thermischen und hydrologischen Eigenschaften der Materialien beeinflusst werden, die Verteilung unversiegelter Flächen sowie die Emissionen von Luftverunreinigungen, Wärme und Wasser (Kuttler 2004a, 8; Kurmutz 2017, 6).

Versiegelung

Als Versiegelung wird die teils vollständige Abdichtung von Oberflächen durch undurchlässige Stoffe bezeichnet, wodurch sich Wasser und Gase nicht mehr zwischen Boden und Atmosphäre austauschen können (Kuttler 2004a, 8). Unversiegelte und versiegelte Flächen unterscheiden sich stark voneinander hinsichtlich deren thermischen und hydrologischen Reaktion und beeinflussen somit signifikant die stadtklimatischen Verhältnisse (ebd.). Beispielsweise führen versiegelte Oberflächen zu einem stärkeren Oberflächenabfluss sowie verringerter Infiltration, Versickerung von Niederschlagswasser und Verdunstung (Kuttler 2004a, 10).

Thermischen Eigenschaften von Oberflächen

Die thermischen Eigenschaften städtischer Oberflächen werden beeinflusst durch Farbe, Zusammensetzung, Versiegelungsgrad, Pflanzenbedeckung, Oberflächenrauigkeit und der Ausrichtung zum solaren Strahlungseinfall (Kuttler 2004a, 9). Diese Eigenschaften bestimmen über die Aufnahme, Speicherung und Abgabe von Energie und dadurch die Strahlungsbilanz sowie das jeweilige Mikroklima (Kuttler 2004a, 9; Kurmutz 2017, 7). Albedo bezeichnet das Rückstrahlvermögen von Oberflächen: hellere Oberflächen reflektieren Strahlung besser, während dunklere Fläche mehr Strahlung absorbieren und sich somit schneller aufheizen (DWD o. J.). Künstliche Materialien wie Asphaltoberflächen ab-

sorbieren auf Grund der dunklen Farbe viel Strahlungsenergie, weisen im Vergleich zu natürlichen Böden über dreimal höhere Wärmeleitfähigkeit und eine doppelt so hohe Temperaturleitfähigkeit auf (Kuttler 2010, 9).

Anthropogene Wärmeproduktion

Eine weitere Einflussgröße des Stadtklimas ist die anthropogene Wärmeproduktion. Die Entstehung von Emissionen und Wärme in Städten wird beeinflusst durch den Betrieb von Kraftfahrzeugen, Kraftwerken, Gewerbe und Industrie sowie Gebäudeklimatisierung und den Stoffwechsel der Einwohner*innen selbst (Kuttler 2004a, 11). Die anthropogene Wärmestromdichte ist somit abhängig von der Bevölkerungsdichte und des Pro-Kopf-Energieverbrauchs (Kuttler 2004a, 11; Kurmutz 2017, 7). Sie unterscheiden sich außerdem durch Typus, der geografischen Breite und topografischen Lage eines Stadtkörpers sowie den Tages-, Wochen-, und Jahreszeiten (ebd.).

Die skizzierten Charakteristiken führen im Zusammenspiel oder eigenständig zu klimatischen Besonderheiten in Stadtlandschaften und unterscheiden sich dadurch von den klimatischen Bedingungen der unbebauten Umgebung (Kurmutz 2017, 7).

Strahlungs- und Wärmehaushalt

Kuttler (2004a, 4) beschreibt die zusätzlichen anthropogenen Emissionen in Städten als Dunstglocke, welche zu einer Abschwächung der Globalstrahlung führt. In Folge der Emissionen und Luftverschmutzungen wird die urbane Strahlungsbilanz beeinflusst, wodurch sich im Vergleich zum Umland die kurzwelligen Strahlungsflussdichten verringern und die langwelligen sich erhöhen (Kuttler 2004b, 264). Dadurch entstehen kleinere Werte für versiegelte als für unversiegelte Bereiche und die kurzwellige Albedo ist durch die mehrfachen Reflexionen der

Baumassen sowie die oftmals vorhandenen dunklen Oberflächen geringer (ebd.). Dagegen ist in Städten die langwellige atmosphärische Gegenstrahlung erhöht und die UV-Strahlung auf Grund der Luftverschmutzungen reduziert (Kurmutz 2017, 8). Außerdem sind die Wärmeströme in Stadtgebieten stark modifiziert und variieren nach der jeweiligen Flächennutzung, der bestehenden Witterung sowie von der Tages- und Jahreszeit (Kuttler 2004a, 4). Tagsüber speichern die Baumaterialien von Straßen, Gebäuden und Plätzen Wärme, die einen signifikanten Anteil der urbanen Energiebilanz darstellen (ebd.).

Städtische Temperaturen

Darüber hinaus weisen Städte im Gegensatz zum Umland höhere Oberflächen- und Lufttemperaturen auf, die durch hohe Einstrahlungen tagsüber, negative abendliche und nächtliche Strahlungsbilanzen sowie kleinere Luftbewegungen entstehen (Kuttler 2010, 334). Wärmeinseln oder Urban Heat Islands [UHI] bezeichnen überwärmte Stadtgebiete und das Auftreten von inselartigen Übertemperaturen im Vergleich zur kühleren Umgebung (ebd.). Ein typisches Phänomen in Städten sind die sogenannten Bodenwärmeinseln (UHI der Oberfläche), die insbesondere mit dem Ausmaß des Versiegelungsgrades zusammenhängen (Kuttler 2010, 334; MVI BW 2012, 26). Weitere Einflussfaktoren der UHI sind neben der Oberflächenversiegelung und der damit verbundenen Verdrängung verdunstsfähiger Flächen, die Einwohner*innendichte, Bebauungsdichte sowie eine Dunstglocke bedingt durch städtische Emissionen (Kuttler 2011, 6). Dagegen bewirken starke Winde, Wolkenbedeckung und große Grünflächenanteile in Städten eine abgeminderte Wärmeinselintensität (ebd.).

Im Jahresmittel sind Städte somit etwa 1,0 bis 2,0°C wärmer als deren unbebaute Umgebungen, bei Millionenstädte können dabei

sogar Unterschiede bis zu 10,0°C auftreten (MVI BW 2012, 26). Die Stärke der Temperaturabweichungen und Form der UHI sind auch abhängig von der Wetterlage, Tages- und Jahresgang von Sonnenständen sowie der Tageszeit im Allgemeinen (Kuttler 2010, 335). Denn Wärmeinseln bauen sich zwischen den Monaten März bis Oktober abends auf, dauern bis in die Morgenstunden an und verlieren dann an Intensität (ebd.). UHI verstärken oftmals die Auswirkungen von Hitzewellen in Städten und somit die negativen gesundheitlichen Auswirkungen für den Menschen (IPCC 2018, 13).

2.2 Klimawandelfolgen steigender Hitzebelastungen

Der Anstieg anthropogener Treibhausgasemissionen [THG-Emissionen] seit der vorindustriellen Zeit (1850-1900) führte zu atmosphärischen Konzentrationen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas, wie sie seit etwa 800.000 Jahren nicht vorgekommen sind (IPCC 2015, 4). THG-Emissionen werden verursacht durch Bevölkerungsgröße, wirtschaftliche Aktivität, Lebensstil, Energieverbrauch, Technologie und Klimapolitik sowie Flächennutzungsmustern (IPCC 2015, 8). Es ist äußerst wahrscheinlich, dass sie in Kombination mit weiterer anthropogener Treiber, die Hauptursache der festgestellten Temperaturanstiege seit Mitte des 20. Jahrhunderts sind (ebd.). Mit „äußerst Wahrscheinlich“ meint der IPCC-Bericht eine Wahrscheinlichkeit von 95 bis 100 Prozent (UBA 2020c). Der anthropogene Klimawandel wurde in Temperaturanstiegen des Ozeans und der Atmosphäre, in der Abnahme von Eis und Schnee, in Veränderungen des globalen Wasserkreislaufs sowie im Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels nachgewiesen (ebd.). Im Vergleich gegenüber des vorindustriellen Niveaus (1850-1900) haben menschliche Aktivitäten bereits zu einer globalen Erderwärmung von circa 1,0°C geführt (IPCC 2018, 8). Die Periode von 1989 bis

2018 war auf der Nordhalbkugel die wärmste seit über 100.000 Jahren (UBA 2020c).

Im fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates (IPCC 2015, 8) wurden Szenarien für repräsentative Konzentrationspfade [RCP] eingeführt, um die zukünftigen Temperaturänderungen für politische Entscheidungsträger aufzuzeigen. Die Szenarien verwenden historische Daten zu THG-Emissionen bis 2005 und für die darauffolgenden Jahre Prognosewerte (Schwalm et al. 2020, 1). Das Szenario RCP2.6 geht von einem stringenten Mindestszenario aus, also einer starken globalen Reduktion von CO₂-Emissionen, wodurch die globale Erderwärmung bis 2100 wahrscheinlich unter 2,0°C bleibt (IPCC 2015, 8). Das deutlich aggressivere Szenario RCP8.5 dagegen, welches auch als „weiter so“ Variante bezeichnet wird (Weiß 2020), geht von weiter steigenden CO₂-Emissionen und damit verbunden einem globalen Temperaturanstieg bis zu 4,8°C für das Ende des Jahrhunderts aus (IPCC 2015, 10) (siehe Abbildung 3).

Auch wenn das RCP8.5 Szenario in wissenschaftlichen Arbeiten sehr kritisch reflektiert wird, beschreiben Schalm et al. (2020, 1) in einer kürzlich erschienenen Publikation, dass RCP8.5 mit einer Abweichung von unter einem Prozent den gegenwärtigen Anstieg der CO₂-Emissionen am besten treffen. Gleichmaßen machen der weitere Ausstoß von CO₂-Emissionen, beispielsweise durch das Abtauen von Permafrostböden und einer steigenden Anzahl von Waldbränden, das Szenario realistischer (Schwalm et al. 2020, 2). Die Autor*innen argumentieren dennoch, wenn heutige Klimapolitik zukünftig weiter fortgesetzt wird, ist eine globale Erderwärmung um etwa 3,0°C bis 2100 am wahrscheinlichsten (ebd.).

Ein Anstieg um 3,0°C liegt jedoch deutlich über der Vereinbarung des Pariser Klimavertrages. Denn das deutlich ambitioniertere Ziel des Pariser Abkommens von 2015, zielt dar-

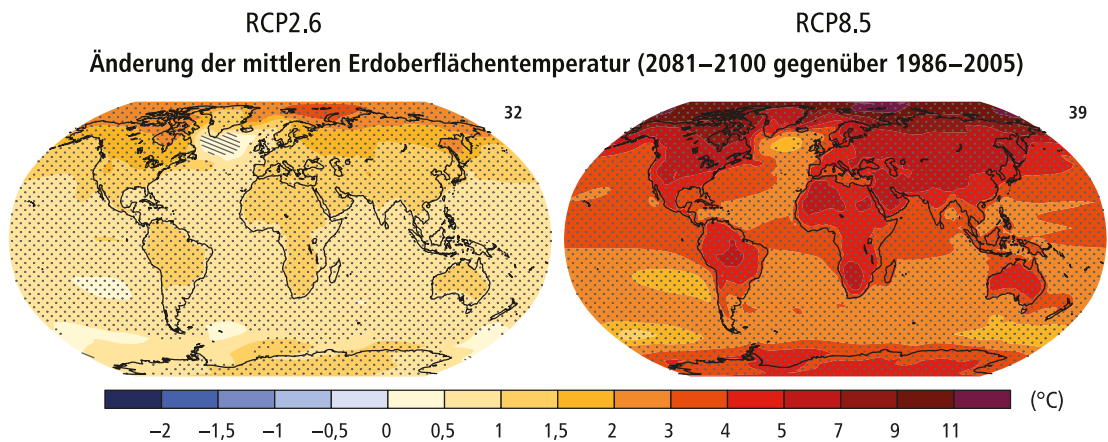


Abb. 3: RCP2.6 und 8.5 Szenarien. IPCC 2015, 12

auf ab, den Temperaturanstieg möglichst auf 1,5°C zu begrenzen, um gefährliche Störungen des Klimasystems abzubremesen (UBA 2020a; 2020c). In Folge des Pariser Übereinkommens veröffentlichte der Weltklimarat (IPCC 2018) einen Sonderbericht über die Folgen einer Erderwärmung um 1,5°C. Wenn der globale Temperaturanstieg mit dem aktuellen Tempo weiter fortschreitet, wird zwischen 2030 und 2052 ein Anstieg von 1,5°C bereits erreicht werden (IPCC 2018, 8).

Das Ziel von einem maximalen Anstieg von 1,5°C bis Ende des Jahrhunderts kann nur erreicht werden, wenn in allen Handlungsbereichen stringente und konsequente Anstrengungen unternommen werden (Lindner und Sinning 2018, 7). Dies betrifft auch die Stadt- und Regionalplanung (ebd.). Gleichmaßen wird die Notwendigkeit von Klimaanpassung verdeutlicht. Denn in Stadtquartieren, in welchen bereits heute Wärmeinseln auftreten,

werden sich die sommerlichen thermischen Belastungen durch die Intensität und Andauer von häufigeren Hitzeperioden deutlich verschärfen (Kuttler 2011, 7).

2.3 Klimafolgenanpassung für das Handlungsfeld Hitze

Die Reaktion der Gesellschaft auf den Klimawandel könnte durch Reduktion von THG-Emissionen und Anpassung an seine Auswirkungen erfolgen (IPCC 2008, 62). Minderung oder Mitigation (Klimaschutz) von THG-Emissionen können die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Klimaänderungen reduzieren (ebd.). Klimaanpassung auf der anderen Seite, übersetzt vom englischen Wort „adaptation“, beschreibt die Anpassung menschlicher und natürlicher Systeme an die bereits eingetretenen und zukünftigen Klimaänderungen (ebd.). Klimaanpassung wurde bereits in der Klima-

rahmenkonvention der Vereinten Nationen [UNFCCC] von 1992 erwähnt (Süßbauer 2016, 22). Durch konzeptionelle Unstimmigkeiten der UNFCCC wurde Anpassung in der internationalen Klimapolitik der 1990er Jahre von den beteiligten Staaten nicht weiterverfolgt (ebd.). Die politische Wahrnehmung für Klimaanpassung stieg insbesondere durch den vierten Sachstandsbericht des Weltklimarates an (IPCC 2008). Dieser betont, dass auf regionaler und lokaler Ebene, ungeachtet des Umfangs der Emissionsminderungen, zusätzliche Anpassungsmaßnahmen notwendig sind, um die negativen Folgen und Verwundbarkeit der zukünftigen Klimaänderungen zu mindern (IPCC 2008, 62). Sicher ist auch, dass sich die Nettokosten für Maßnahmen der Klimaanpassung mit steigenden globalen Temperaturen im Laufe der Zeit drastisch erhöhen werden (IPCC 2008, 26). Mit dem weltbekannten Stern-Bericht von 2006 wurden die entstehenden Kosten vom britischen Ökonom Nicholas Stern erstmals global auf 5,5 Billionen Euro beziffert (Bethge et al. 2006).

Maßnahmen Klimaanpassung für Hitzebelastungen

Das urbane Klima verändert sich in Abhängigkeit von den globalen und regionalen Klimaentwicklungen (Mathey et al. 2011, 28). Die bereits erfolgten und zukünftig weiter steigenden Hitzebelastungen wirken sich insbesondere negativ auf die Einwohner*innen von Städten aus, da hier die thermischen Eigenschaften von anthropogenen Materialien höhere Luft-, Boden- und Oberflächentemperaturen aufweisen, als das stärker begrünte und weniger bebaute Umland (Müller 2013, 1). Die negativen Auswirkungen für die menschliche Gesundheit insbesondere durch Hitzeperioden wurden bereits in Abschnitt 1.1 skizziert.

Zur Klimafolgenanpassung und zur Minderung städtischer Wärmebelastungen sind zahlreiche Handlungsansätze bekannt (Müller 2013, 12). Eine zentrale Strategie ist die Erhöhung und Erweiterung der Vegetations- und Gewässerflächen in Städten (Wong und Chen 2009, 59; Müller 2013, 12). Anteile von Vegetation erhöhen die Mengen verdunstaktiver Flächen, was durch Evapotranspiration zur Abkühlung der umgebenden Bereiche und höherer Luftfeuchtigkeit führt (Wong und Chen 2009, 59). Beschattungen von Bäumen kann die Reduktion der Temperatur, durch eine Minderung der Strahlungstemperatur, verstärken (Henninger und Weber 2019, 209). Städtischen Grünflächen kommen daher eine signifikante Bedeutung für das Stadtklima zu (MVI BW 2012, 30). Die mikroklimatische Auswirkung auf die bauliche Umgebung wird wesentlich durch die Flächengröße und Struktur der Vegetationsausstattung beeinflusst (Mathey et al. 2011, 189). Grünanlagen mit engen Baumbeständen können mit bis zu 2,0 Kelvin stark abkühlend auf die Umgebung wirken, während Stadtteilparks mit lockeren Baumbeständen und hohen Anteilen von Rasenflächen Werte von etwa 1,4 Kelvin erreichen (ebd.). Bei anderen Untersuchungen der Lufttemperaturdifferenzen zur umgebenden Bebauung wurden bei großen Parkanlagen sogar Unterschiede von bis zu 4,5 Kelvin gemessen (Henninger und Weber 2019, 209). Gleichermaßen wurden bei Straßenbäumen durch Modellierungen Reduktionen der Temperaturen von 1,0 bis 1,3 Kelvin im Gegensatz zu baumlosen Straßen festgestellt (Mathey et al. 2011, 40). Auch als „Park-Kälteinseln“ bezeichnet, können Kühlwirkungen innerstädtischer Parkanlagen sich über mehrere 100 Meter in die Umgebung ausbreiten (ebd.).

Darüber hinaus sind Kaltluftflüsse als Frischluftquelle von essentieller Bedeutung zur Abkühlung von Siedlungsbereichen (Hoffmann et al. 2014, 33). Kaltluftflüsse können zur Auflösung und Verdünnung von Luftbeimen-

gen beitragen, sofern es nicht durch Anreicherungen von Schadstoffen zu Stauwirkungen kommt (ebd.). Bodennahe Kaltluft kann sich bei windschwachen und wolkenarmen (autochthoner) Wetterlagen ausbilden, durch kurzweilige Einstrahlung tagsüber und unbeschränkter Ausstrahlung während der Nacht (ebd.). Kaltluft entsteht über Freiflächen, beispielsweise Wiesen, Wiesenhängen, Brachen und Wälder (Hoffmann et al. 2014, 35). Sie fließt je nach dem Geländeverlauf und Rauigkeit der Oberfläche in flacher gelegene Bereiche (ebd.). Die auch als Berg-, Tal-, und Hangwinde bezeichneten Kaltluftverhältnisse entstehen durch die topografische Situation (MVI BW 2012, 35). Wie viel Kaltluft entsteht ist abhängig von der Jahreszeit und somit der Dauer der Nacht sowie von den Flächennutzungen durch Maß der Bebauung oder des Bewuchses (Hoffmann et al. 2014, 35). Planerisch ist somit die Absicherung, Erweiterung und wenn möglich Neuanlegung von Frischluftentstehungsgebieten und Kaltluftbahnen ein besonders wichtiger Aufgabenbereich (Birkmann et al. 2012, 41; Baumüller 2018, 152). Der ungehinderte Abfluss von bodennahe Kaltluft ist insbesondere bei Hanglagen von hoher Bedeutung (Baumüller 2018, 152).

Des Weiteren tragen die thermischen Eigenschaften von Oberflächen, wie von Asphalt und Beton, zu Hitzebelastungen und UHI bei (Müller 2013, 12). Daher sind Maßnahmen zur Aufbringung von „kühlenden“ Materialien und Umwandlung von urbanen Materialien weitere Ansätze zur Reduktion von Hitzebelastungen (ebd.). Kühlende Materialien charakterisieren sich durch eine hohe Reflexion der Sonnenstrahlen (hohe kurzweilige Albedo), was zu einer Reduktion der Oberflächentemperaturen führt (Wong und Chen 2009, 59). Ein Beispiel für die Umsetzung von kühlenden Materialien ist die Verwendung von helleren Materialien für Straßen- und Dachbeläge (Müller 2013, 12). Darüber hinaus können Fassaden- und Dachbegrünun-

gen auf Grund von Evapotranspiration zur Verbesserungen der mikroklimatischen und lufthygischen Gegebenheiten führen sowie Extremtemperaturen mindern (Hupfert und Kuttler 2006, 426; Mathey et al. 2011, 47; Henninger und Weber 2019, 211 f). Während sich beispielsweise schwarze Bitumenpappe und Kiesdächer in Sommermonaten bis zu 80,0°C aufheizen können, zeichnen sich bei begrünten Dächern Oberflächentemperaturen ausschließlich von 20,0 bis 25,0°C aus (Henninger und Weber 2019, 211). Durch den Ausgleich der Oberflächentemperaturen kommt es zu einem geringeren Wärmeeintrag in das Gebäude und somit zu einer verringerten Abstrahlung in die Umgebung (Mathey et al. 2011, 47). Gleichermaßen kommt es in den Wintermonaten auf Grund der Vegetation zu einer Minderung des Wärmedurchganges und dadurch zu einer verbesserten Wärmedämmung (Henninger und Weber 2019, 211). Ein weiterer positiver Aspekt von Dachwerksbegrünung begründet sich in der günstigen Auswirkung der Zwischenspeicherung von Niederschlägen (Henninger und Weber 2019, 212). Abzüglich der Evapotranspiration fließt Niederschlagswasser auf Dachbegrünungen zeitverzögert ab und verbessert somit deutlich den Abflussbeiwert (ebd.).

2.4 Politische und raumplanerische Bedeutung von Adaption

In den letzten Jahren ist Klimaanpassung verstärkt global und national in den politischen Fokus gerückt (Baumüller 2018, 48). Global geschah dies insbesondere durch das Pariser Klimaabkommen von 2015, mit der Zielsetzung die weltweite Erderwärmung auf 1,5°C zu begrenzen, um die Auswirkungen und Risiken des Klimawandels zu verringern (UN 2015, 3). Auf EU-Ebene verabschiedete die Europäische Kommission im Jahr 2013 die EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, der das Weißbuch von 2009 vorgegangen war (Europäische Kommission

2013, 5). Ziel der EU-Strategie war es durch ein übergeordnetes Konzept, die Vorsorge und Koordination in Folge der Auswirkungen des Klimawandels zu verstärken (Europäische Kommission 2013, 6).

Im Jahr 2008 wurde die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel [DAS] veröffentlicht (DAS 2008, 6). Durch rechtzeitige und geeignete Anpassungsmaßnahmen können schwere ökologische, soziale und wirtschaftliche Folgen vermieden und aufgefangen werden (DAS 2008, 5). Das langfristige Ziel und die Definition von Klimaanpassung „ist die Verminderung der Verletzlichkeit bzw. der Erhalt und die Steigerung der Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme an die unvermeidbaren Auswirkungen des globalen Klimawandels“ (DAS 2008, 5).

In Folge der DAS haben die Bundesländer jeweils eigene Anpassungsstrategien entworfen, die sich mit den landesspezifischen Auswirkungen auseinandersetzen (Baumüller 2018, 48). Beispielsweise wurde in Thüringen aufbauend auf dem 2009 veröffentlichten Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm 2013 das Integrierte Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen [IMPAKT] veröffentlicht (IMPAKT 2013, 11). Ziel des landesweiten Programmes war die Entwicklung von Szenarien zu regionalen Klimaentwicklungen und der Ableitung von etwa 170 Maßnahmen zur Prävention und Anpassung (IMPAKT II 2019, 10). Zur Unterstützung des Prozesses der Adaption wurde im Jahr 2011 die Thüringer Klimaagentur, aus dem heutigen Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz [TLUBN], gegründet (ebd.). IMPAKT II folgte im Jahr 2019 als Fortschreibung des ersten landesweiten Anpassungsprogrammes (IMPAKT II 2019, 10). Zielstellung ist ein Monitoring der klimatischen Änderungen, eine Reflexion der bisherigen Maßnahmen sowie eine Aktualisierung der Projektions-

daten (ebd.).

Klimaanpassung wurde auch im 2014 veröffentlichten Thüringer Landesentwicklungsplan [LEP Thüringen] mit betrachtet (IMPAKT II 2019, 127). Als Grundsatz sollen Klimafolgenanpassungsmaßnahmen bei raumbedeutsamen Planungen berücksichtigt werden (LEP Thüringen 2014, 83). Alle Planungen sollen darüber hinaus vor dem Hintergrund der Adaption den Prinzipien Exposition, Stärke und Redundanz besonders Beachtung finden (ebd.).

Klimaanpassung führte in den letzten Jahren auch zu Änderungen im Planungs- und Baurecht. Mit der Novellierung des Raumordnungsgesetzes [ROG] von 2008 wurden Klimaschutz und Anpassung zu Grundsätzen der Raumordnung erhoben (Gravert et al. 2013, 29). Mit der Novellierung des Baugesetzbuches [BauGB] von 2011 wurde Klimaanpassung auch in das Planungsleitziel einer nachhaltigen Stadtentwicklung integriert (Baumüller 2018, 14). Dies betrifft insbesondere die stärkere Berücksichtigung von Kalt- und Frischluftzufuhr in die Innenstädte, die Absicherung von Grün- und Freiräumen, die Anordnung der Gebäude in Beziehung zu Grünflächen, Bauwerksbegrünungen, Schutz von sensiblen Bevölkerungsgruppen, Vorsorge der Auswirkungen von Starkregen sowie die Förderung von Versickerung des Regenwassers (BMUB 2017, 17). Ebenfalls wurden durch Änderungen des Besonderen Städtebaurechts Klimaanpassung mit städtebaulichen Sanierungen und dem Stadtbau verbunden (Baumüller 2018, 14).

Neben den zahlreichen Veröffentlichungen politischer Programme für die Raumplanung, wuchs auch die Bedeutung von Klimaanpassung in der Planungswissenschaft. Beispielsweise stieg seit 2005 in der Raumplanung die Anzahl der Veröffentlichungen, Programme und Veranstaltungen signifikant an und der ARL-Arbeitskreis Klimawandel und Raumpla-

nung wurde gegründet (Gravert et al. 2013, 29). Ab 2006 änderte sich darüber hinaus die Klimawandel-orientierte Förderpolitik der räumlichen Planung (ebd.). In Folge der DAS wurde der Prozess der Adaption vom Bund zwischen 2009 und 2013 durch insgesamt 25 Pilotprojekte und Modellvorhaben für drei Forschungsfelder unterstützt und gefördert (BBSR 2014, 5). Beispiele der Modell- und Forschungsprojekte waren „Klimawandel zukünftig gestalten“ [KLIMZUG] oder „Experimenteller Wohnungs- und Städtebau“ [ExWoSt] (ebd.). In den Fallkommunen spielten Hitzebelastungen ein besonders große Rolle (Baumüller 2018, 20). Beispielsweise wurden in Aachen ein Schwerpunkt auf Gewerbeflächen gelegt und in Regensburg Maßnahmen für die Altstadt sowie die Verknüpfung der Flächennutzungsplanung [F-Plan] mit Klimaanpassung diskutiert (ebd.). Saarbrücken fokussierte sich dagegen auf Freiraumplanung im Klimawandel (ebd.). Mit JenKAS war die Stadt Jena von 2009 bis 2012 auch Teil eines ExWoSt-Forschungsprojektes (Kurmütz et al. 2012). Im Gegensatz zu den anderen erwähnten Fallbeispielen wurden in Jena alle lokalen Folgen des Klimawandels untersucht (Interview A4). Mehr hierzu wird im Abschnitt 3.3 erläutert.

Parallel zu den Modell- und Forschungsprojekten fanden Dialogveranstaltungen in verschiedenen Städten statt, welche die Thematik der Anpassung an Hitzebelastungen erstmalig diskutierten (Baumüller 2018, 20). Beispiele hierfür waren eine Fachtagung 2011 in Hamburg über „Hamburgs Klima kein Problem? Die Bedeutung von Grünflächen und Grünstrukturen für das Stadtklima“ (Hansestadt Hamburg 2011) sowie Berlins Stadtbauforum „Zwei Grad plus? Wie reagiert die Stadtentwicklung auf die Klimaveränderung?“ (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2010). Fuhrich argumentierte in einem Interview hierfür (Altrock et al. 2013, 35), dass durch ExWoSt-Projekte Fördermittel in innovative Projekte auf der lokalen Ebe-

ne geflossen sind, Lernprozesse gesteuert und Projektakteur*innen zusammengebracht wurden.

Lokale Akteur*innen als Schlüsselfiguren für Anpassung

Da die Auswirkungen des Klimawandels lokal stark unterschiedlich stattfinden und die Strategien von Bund und der Länder nur einen Rahmen zur Klimaanpassung bereitstellen, spielen insbesondere kommunale Anpassungsstrategien eine bedeutsame Rolle (Süßbauer 2016, 14). Schließlich liegt es bei den lokalen Akteur*innen Maßnahmen zur Anpassung zu entwickeln und umzusetzen (ebd.). Vom Weltklimarat werden lokale Regierungen zunehmend als entscheidend für den Prozess der Anpassung anerkannt, durch deren Funktionen bei der Ausweitung von Adaption in Gemeinden, Zivilgesellschaften, Haushalten sowie beim Management von Risikoinformationen und deren Finanzierung (IPCC 2015, 21). In der DAS (2008, 42) heißt es, dass die räumliche Planung Klimafolgenanpassung durch die bestehenden rechtlichen und planerischen Instrumente unterstützen kann. Für das Handlungsfeld Hitze müssen beispielsweise, durch das voraussichtlich häufigere Auftreten von Hitzeperioden und Wärmeinseln in verdichteten Räumen, Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete sowie – abflussbahnen freigehalten werden, um die Hitzefolgen zu mildern (DAS 2008, 43). IMPAKT II (2019, 130) betont die Steuerungsfähigkeit und Planungshoheit der kommunalen Ebene bei Anpassung. Konkrete Vorgaben können außerdem durch Flächennutzungs- und Bauleitplanung getroffen werden (ebd.).

Breuste et al. (2016, 192) argumentieren, dass in Kommunen Anpassung und Klimaschutz zusammen nicht voneinander getrennt betrachtet werden sollten, um zu verhindern, dass Adaption an die Klimawandelfolgen den Ansätzen für Klimaschutz entgegelenken

und umgekehrt die Strategien zum Klimaschutz die lokale Verwundbarkeit erhöhen. Maßnahmen zur Anpassung sollten gezielt kommunale Bemühungen zur Reduktion von CO₂-Emissionen unterstützen (ebd.). Während Klimaschutz schon seit längerer Zeit ein zentraler Baustein von Kommunalpolitik ist, stehen dagegen die Anpassungen städtischer Strukturen noch in den Anfängen der Stadtplanung (Baumüller 2018, 14). Bei einer laufenden Auswertung wiesen im Jahr 2015 lediglich ein Drittel von 58 deutschen Großstädten Klimaanpassungsstrategien auf, entweder als Teil von Klimaschutzkonzepten oder eigenständigen Anpassungsstrategien (Breuste et al. 2016, 193). In Thüringen wurden beispielsweise bereits in mehreren Gemeinden gesamtstädtische Klimaschutzkonzepte herausgearbeitet, von denen sich nur wenige dem Thema Klimafolgenanpassung widmen (IMPAKT II 2019, 130). Henninger und Weber (2019, 181) argumentieren außerdem, dass es für Klimaanpassung noch vermehrt Forschung bedarf, hinsichtlich der Bewertung der Effektivität von geplanten und umgesetzten Maßnahmen.

2.5 Umsetzung von Klimaanpassung – möglicher Umgang mit Ungewissheiten und Hemmnissen

Im vierten Sachstandsbericht des IPCC (2008) wird darauf hingewiesen, dass Hemmnisse die tatsächliche Umsetzung von Anpassung begrenzen. Diese werden unterschieden in finanzielle-, informationsbezogene-, kognitive-, soziale- und kulturelle Hemmnisse (Adger et al. 2007, 734 ff). Weitere Fallstudien identifizierten ähnliche Muster von Hemmnissen, die sich beispielsweise auf fehlende finanzielle Ressourcen, einen hohen Koordinierungsbedarf oder die Langfristigkeit von Klimawandelfolgen beziehen (Süßbauer 2016, 42).

Nach Süßbauer (2016, 55) lassen sich die Handlungshemmnisse von Klimaanpassung auf fünf Merkmale zurückführen. Erstens ist Adaption auf der lokalen Ebene durch eine hohe Komplexität charakterisiert, denn Klimawandelfolgen wirken sich auf alle gesellschaftlichen und politischen Ebenen aus (Ritter et al. 2007, 1; Süßbauer 2016, 56; Henninger und Weber 2019, 186). Folglich müssen die Auffassungen und Anforderungen der Akteur*innen auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene verschiedener Themen- und Handlungsbereiche koordiniert werden (Süßbauer 2016, 56). Zweitens besteht Unsicherheit über die lokalen Klimaänderungen und entsprechenden Wirkfolgen in Bezug auf deren Geschwindigkeit und Ausmaß (ebd.). Prognosen zukünftiger Temperaturänderungen betrachten typischerweise Zeiträume bis zur nahen Zukunft (2021-2050) und der fernen Zukunft (2071-2100), die mit großen Schwankungen einhergehen (Birkmann et al. 2012, 13). Beispielsweise wird für Thüringen die mittlere Jahrestemperatur für die ferne Zukunft (2071-2100) auf einer Bandbreite von 10,9°C bis 13,1°C prognostiziert (IMPAKT II 2019, 21). Noch höher ist die Unsicherheit bei kleinräumigen Entwicklungen sowie bei den nicht-linearen Klimawandelfolgen (Ritter et al. 2007, 5).

Drittens treten die Klimawandelfolgen sowie die entsprechend anzupassenden Siedlungsstrukturen regional und lokale sehr unterschiedlich und somit dezentral auf (Süßbauer 2016, 57). Die Dezentralität von Klimaanpassung unterstreicht nochmals die Rolle und Verantwortung der lokalen Ebene. Durch die sektorenübergreifenden Wirkungen von Klimawandelfolgen müssen die Verteilung der Aufgaben zwischen staatlichen, zivilgesellschaftlichen und privatwirtschaftlichen Akteur*innen jeweils lokal behandelt werden (Ritter et al. 2007, 3; Süßbauer 2016, 58). Viertens erfolgen städtische Klimaänderung, beispielsweise die Entstehung von Hitzeinseln oder veränderte Wasserhaushal-

te langsam, allmählich und langfristig (Süßbauer 2016, 58). Hierbei unterscheidet sich die räumliche Planung deutlich im Zeithorizont zur Klimawandelforschung (Birkmann et al. 2012, 13). Während Regional- und Fachplanungen häufig Zeithorizonte von etwa 15 Jahren verwenden, erstrecken sich die Folgen des Klimawandels über das ganze 21. Jahrhundert und darüber hinaus (ebd.). Birkmann et al. (2012, 13) argumentieren hierbei, dass Planung für einen entsprechenden Umgang mit Klimawandelfolgen Zeithorizonte und somit langfristige Perspektiven bis 2050 oder sogar 2100 betrachten müssen. Als abschließenden Punkt bringt Süßbauer (2016, 59) die Dynamiken von Umweltveränderungen an, welche in Folge des Klimawandels intensiver und schlagartiger aufkommen.

Die skizzierten Charakteristiken von Komplexität, Unsicherheit, Dezentralität, Langfristigkeit und Dynamik weisen einen planungstheoretischen Bezug zum Begriff „wicked problem“ (böartiges Problem) von Rittel und Webber (1973) auf. „Wicked problems“ sind im Vergleich zu den sogenannten „tame problems“ (zahmen Probleme) der Naturwissenschaften weder abgrenzbar, noch gibt es keine Klarheit, ob das Problem gelöst worden ist: „the formulation of the wicked problem is the problem“ (Rittel und Webber 1973, 160f). Auf Grund der Dringlichkeit auf der einen Seite und Unklarheit auf der anderen Seite führte Süßbauer (2016, 64) für Klimaanpassung der Begriff der Widerspenstigkeit ein.

Im Umgang mit Unsicherheiten und Hemmnissen argumentieren Henninger und Weber (2019, 183) für eine Bevorzugung von „No-regret Strategien“ (Ansätze ohne bedauern). Im Kontext der Erhöhung von Resilienz und Anpassungsfähigkeit werden ausschließlich Maßnahmen ausgewählt, welche eindeutige Vorteile darstellen und von den Einwohner*innen als sinnvoll betrachtet werden (ebd.). Somit ist auch weniger relevant, ob die prognostizierten

Klimaänderungen tatsächlich auftreten, denn es ist sicherlich nicht von Nachteil, wenn beispielsweise urbane Räume resilienter gegen Hitze gemacht werden (Henninger und Weber 2019, 182 f). No-Regret Strategien beziehen sich insbesondere auf natürliche statt technische Lösungen, beispielsweise die Erhöhung von Grünflächenanteilen, um städtische Umweltqualitäten und das allgemeine Wohlbefinden zu erhöhen (Breuste et al. 2016, 19).

Ein weiterer Ansatz stellen die „Safety-margin Strategien“ dar (Henninger und Weber 2019, 184). Auch als Sicherheitszuschläge bezeichnet, werden zusätzliche Kosten bei den Maßnahmen der Klimaanpassung hinzugefügt (ebd.). Dies betrifft beispielsweise Kostenaufschläge bei Berechnungen von Überflutungsbereichen, um städtische Abwassersysteme flexibler bei Extremwetterereignissen zu gestalten (ebd.). Einen dritten Ansatz stellen „Sanfte Strategien“ dar, noch günstigere Ansätze mit geringem Aufwand, beispielsweise Monitoringsysteme und Förderprogramme (ebd.). Eine weitere Möglichkeit sind die „Reversiblen-Strategien“, welche versuchen die Folgekosten im Fall eines Ereignisses in den bestimmten Räumen so gering wie möglich zu gestalten (ebd.). Dies betrifft einen flexiblen Umgang mit möglichen Risiken, etwa auch betroffene Risikoflächen zukünftig nicht weiter zu bebauen (ebd.). Neben dem Vorsorgeaspekt als Umgang mit Unsicherheiten und Hemmnissen nehmen auch Lernprozesse eine wichtige Rolle für die Stadtplanung ein (ebd.). Die „Lernende Stadtregion“ bezeichnet die Einbindung von Lernprozessen durch Planer*innen, lokale Politiker*innen und Stadtbewohner*innen in die Entwicklung einer Kommune (ebd.). Durch die Betrachtung und Auswertung früherer Ereignisse und Maßnahmen strebt die Stadtplanung an besser mit zukünftigen Entwicklungen umzugehen (ebd.).

Steigender Handlungsdruck für die räumliche Planung

Steigende Extremereignisse wie Hitzewellen oder den durch anthropogene Materialien verursachten UHI stellen bereits heute große Problemlagen dar, die sich zukünftig weiter durch den Klimawandel intensivieren werden (Kuttler 2011). Somit steigt der Handlungsdruck für Kommunen. Ebenso drückt sich die politische Relevanz der Thematik äußerst vielfältig aus. Auf verschiedensten räumlichen Ebenen wurden Anpassungsstrategien veröffentlicht, Forschungs- und Modellprojekte in zahlreichen Städten umgesetzt, Institutionen gegründet und Gesetzestexte verändert. Die Umsetzung von Klimaanpassung liegt jedoch allein auf der lokalen Ebene. Doch genau dort manifestiert sich die Widerspenstigkeit von Klimaanpassung als „wicked problem“, was wiederum zu Hemmnissen bei der Umsetzung führen kann (Süßbauer 2016, 71). Es kann nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden wann, ob oder in welchem Ausmaß Klimawandelfolgen in Kommunen weiter spürbar werden. Wie sieht nun Klimaanpassung auf der lokalen Ebene in Jena aus? Welche Akteur*innen sind bei der Umsetzung beteiligt und wie werden mit Unsicherheiten umgegangen?

3. Analyse der Klimaanpassung in Jena – Herausforderungen für die Stadtentwicklung und Maßnahmen der Adaption

Die Analyse der Klimaanpassung in Jena ist in vier Unterabschnitte gegliedert. Zu Beginn werden neben einer Einführung in den Untersuchungsraum der Stadt Jena, die demografischen Herausforderung in Bezug auf Klimaanpassung vorgestellt. Zum Vergleich werden hierbei landes- und bundesweite Kennzahlen sowie Daten aus den Thüringer Städten Erfurt und Weimar verwendet. Im zweiten Teil werden die räumlich-klimatischen Herausforderungen durch GIS-Analysen für innerstädtische Verdachtsbereiche mit hohen Wärmebelastungen unterstützt. Die räumliche Beschreibung der demografischen und klimatischen Daten erfolgt durch die 41 statistischen Bezirke der Gemeinde sowie durch die Raumtypenkartierung „formatio jenensis“ (Stadt Jena 2013a), welche in Jena eine wichtige Grundlage zur Gestaltung öffentlicher Räume liefert. Im dritten Abschnitt wird die offizielle Anpassungsstrategie JenKAS sowie die ausgekoppelten Maßnahmen zur Verstärkung der Klimaanpassung vorgestellt. Hierbei wird außerdem die Wahrnehmung der Bevölkerung Jenas zu Hitzebelastungen sowie die Resonanz zu den Strategien eingeordnet. Zum Vergleich der Herausforderungen und Klimaanpassung in Jena werden auch weitere Projekte in Deutschland betrachtet. Im abschließenden Teil erfolgt eine Synthese der Herausforderungen, als Übergang der Analyse zu den Perspektiven und Handlungsempfehlungen der Arbeit.

Einführung in den Untersuchungsraum Jena

Die Stadt Jena ist neben Erfurt und Gera eins der drei Oberzentren von Thüringen. Der Landesentwicklungsplan von Thüringen ordnet Jena in der Städtekette neben Weimar, Erfurt und Gotha als demografisch und wirtschaftlich stabil ein mit zukünftig günstigen Entwicklungsvoraussetzungen (LEP Thüringen 2014, 159). Damit sind in Jena hochwertige Funktionen der Daseinsvorsorge und Dienstleistungsangebote mit landesweiter Bedeutung verbunden (LEP Thüringen 2014, 24). Jenas Stadtentwicklung als Universitäts- und Forschungsstandort ist seit vielen Jahren mit einer positiven demographischen und wirtschaftlichen Entwicklung verknüpft (ISEK Jena 2017, 14). Als Technologiestandort sind 14 Prozent der Beschäftigten (deutschlandweit etwa acht Prozent) in Forschung und Entwicklung [FuE] intensiven Unternehmen, beispielsweise in den Bereichen Optik und Photonik, durch Firmen wie ZEISS, Schott und Jenoptik, angestellt (JenaWirtschaft 2020, 4). Außerdem sind 28 Prozent aller Beschäftigten (deutschlandweit etwa 20 Prozent) in wissensintensiven Dienstleistungen tätig (ebd.). Mit den zahlreichen Anstellungen im Bereich FuE sind jährlich 250 Patente pro 100.000 Einwohner*innen (deutschlandweit 59 Patente) sowie ein Anstieg von 45 Prozent der Bruttowertschöpfung zwischen 2007 bis 2017 verbunden (JenaWirtschaft 2020, 2 f).

Trotz eines wirtschaftlichen Booms stehen wachsende Städte oftmals vor Herausforderungen in Bezug auf soziale Verwundbarkeit gegenüber den lokalen Klimawandelfolgen (Birkmann et al. 2018, 30). Diese können sich beispielsweise auf Änderungen des gesundheitlichen Zustandes, durch einen Anstiege von älteren Bevölkerungsgruppen und Tendenzen sozialer Isolation beziehen (ebd.). In den geführten Interviews wurde dies auch für Jena deutlich. Die Stadt ist nicht nur durch gegenwärtige demographische Entwicklun-

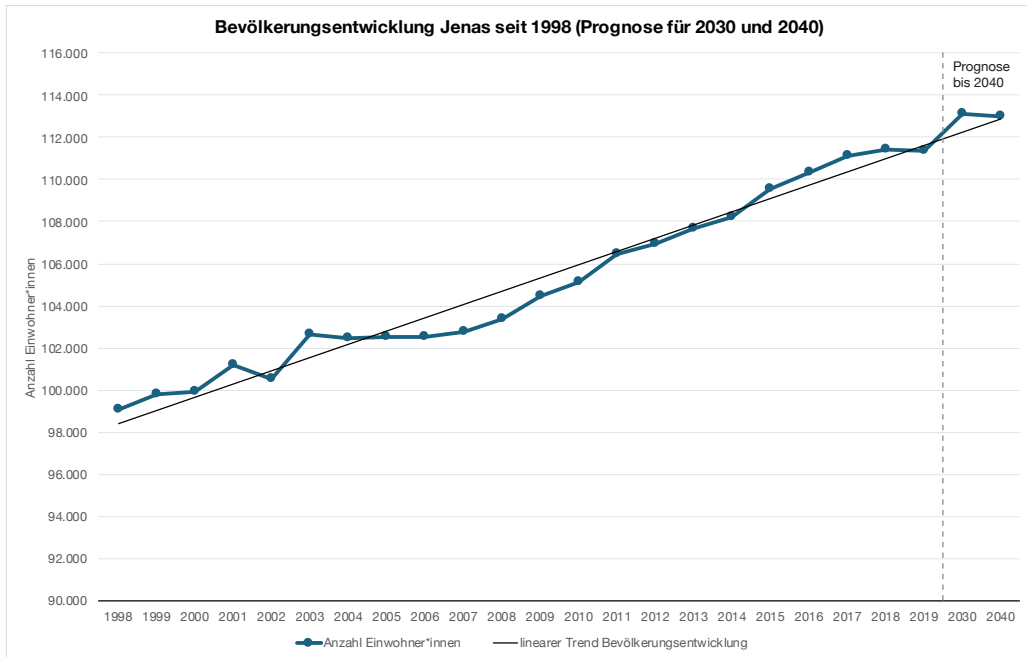


Abb. 4: Bevölkerungsentwicklung Jenas und Prognose bis 2040. Eigene Darstellung nach TLS 2018 und TLS 2019a

gen, sondern auch durch räumlich-physische Komponenten anfällig gegenüber steigenden Wärmebelastungen (Interview A1, A2 und A3). Im Folgenden werden sowohl die demographischen als auch die räumlich-klimatischen Herausforderungen für die Stadtentwicklung Jenas erläutert.

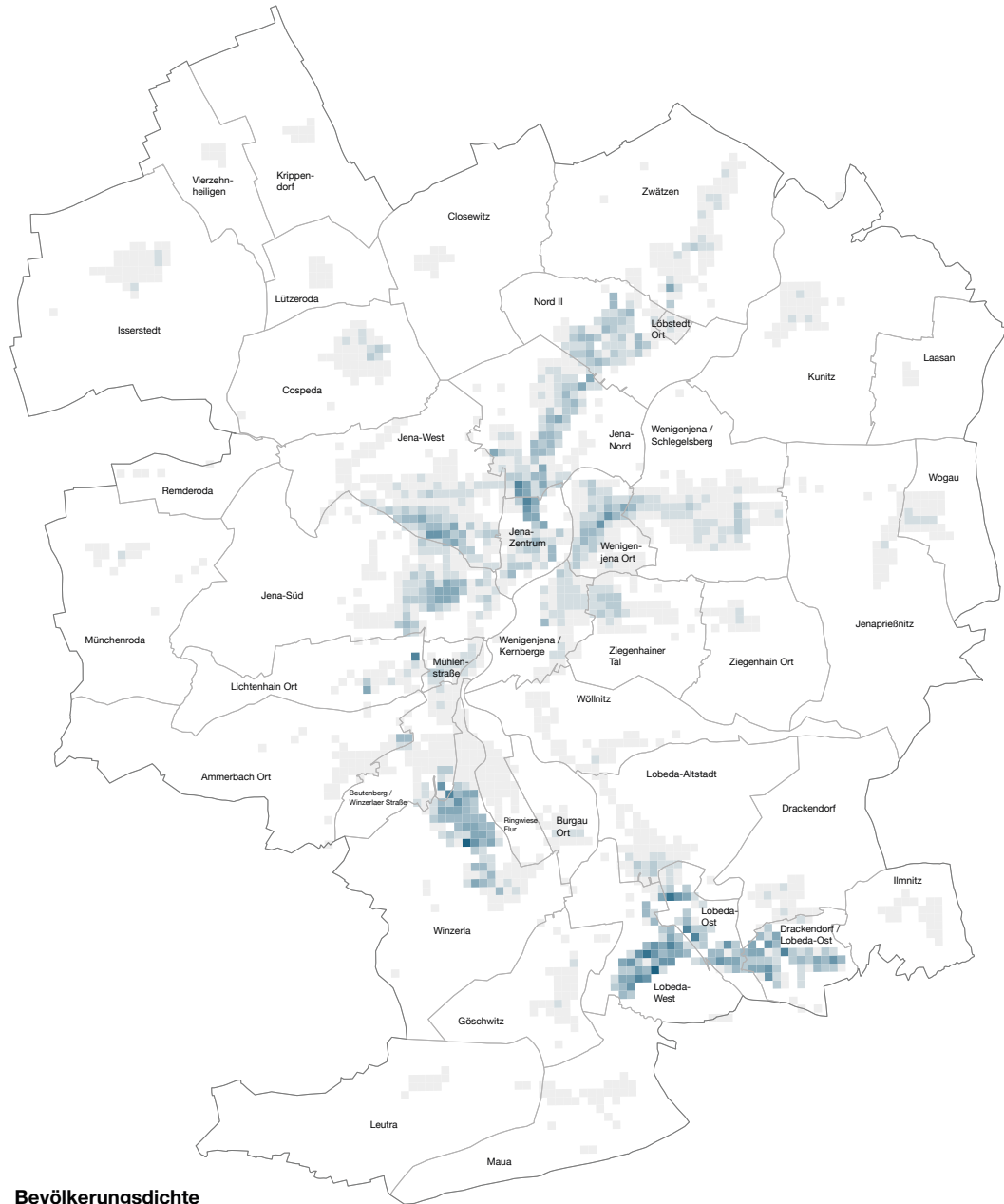
3.1 Demographische Herausforderungen

Bevölkerungsentwicklung- und Dichte

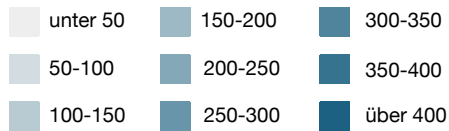
Mit 111.343 Einwohner*innen gehört Jena zu den kleineren Großstädten Deutschlands (TLS 2019a). Von 1998 bis 2019 stieg die Bevölkerungszahl um 12,36 Prozent an, was einer jährlichen Wachstumsrate von etwa 0,56 Prozent entspricht (ebd.). Die Bevölkerungsentwicklung der letzten Jahre sind mit einer hohen Anzahl an Student*innen (22.201 zum WiSe 2019/2020) sowie einem Anstieg von internationalen Migrant*innen (von 1998 bis

2019 um etwa 172 Prozent) verbunden (ISEK Jena 2017, 30 f; TLS 2019a; JenaWirtschaft 2020, 2). Die landesweite Bevölkerungsprognose geht zwischen 2019 bis 2040 von einem weiteren moderaten Anstieg der Einwohner*innen um etwa 1,7 Prozent aus (TLS 2018, TLS 2019a).

Auf einer Fläche von 114,77 km² ist die Bevölkerungsdichte von 970,14 Einwohner*innen pro km² relativ hoch im Vergleich zu anderen Thüringer Städten (TLS 2019a; TLS 2019b). Im Jahr 2019 betrug die Bevölkerungsdichte in Erfurt 792,79 und in Weimar 772,11 Einwohner*innen je km² (TLS 2019c; TLS 2019d; TLS 2019e; TLS 2019f). Die vergleichsweise hohe Bevölkerungsdichte wirkt sich somit in einigen Quartieren und Stadtbereichen Jenas auf eine kompakte Urbanität und Verdichtungsgrad aus. Gleichzeitig können sich die teils hohen Werte wiederum auf den anthropogenen Wärmestrom und auf



**Bevölkerungsdichte
(Einwohnerzahl pro Hektar)**



Zensus 2011, Einwohnerzahl je Hektar
© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015

Geodaten:
© Geodateninfrastruktur Thüringen (© GDI-Th)
© GeoBasis-DE / BKG (2020)
Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0
(dl-de/by-2-0) www.govdata.de/dl-de/by-2-0
Datenquellen: <http://www.geoportal-th.de> und
<https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/geographische-gitter-fur-deutschland-in-lambert-projektion-geogitter-inspire.html>

Abb. 5: Bevölkerungsdichte in Jena. Eigene Darstellung nach Zensus 2011. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015.

die Ausbildung von Hitzeinseln auswirken (siehe Abschnitt 2.1). Abbildung fünf zeigt die räumliche Verteilung der Bewohner*innen pro Hektar in Jena. Hierfür wurden kleinräumige Zensus Daten von 2011 der Attributabelle eines regelmäßigen 100 mal 100 Meter GeoGitter angehängt. Kleinräumige Bevölkerungsdaten werden im Abschnitt 4.1 der Arbeit benötigt.

Um die kleinräumigen Zensus Daten doppelt zu überprüfen, wurden die einzelnen Gitterwerte aufsummiert und mit den Werten aus Abbildung vier betrachtet. Im Vergleich zu den Landesdaten von 2011 ergab sich dabei lediglich eine Abweichung von 0,57 Prozent. Im Hinblick auf die deutlich erhöhte Aussagekraft kleinräumiger Daten, im Gegensatz zur Betrachtungsebene der statistischen Bezirke, ist die geringfügige Abweichung der Bevölkerungszahl als tragbar zu sehen. Extrem hohe Werte zur Bevölkerungsdichte (mehr als 400 Einwohner*innen pro Hektar) sind die Ausnahme und treten nur an zwei Gitterzellen in Winzerla und Lobeda-West auf. Diese sind damit zu erklären, dass bei der Ermittlung der Zensus Daten besonders viele Adressen in die jeweiligen Raster gefallen sind.

Die eigentliche Bevölkerungsdichte Jenas verläuft in den städtischen Bereichen des Saaletals. Statistische Bezirke mit der höchsten Dichte sind vorwiegend Lobeda-West und Lobeda-Ost. Weitere dicht bewohnte Bezirke sind Winzerla, Jena-Süd und Jena-West sowie Bereiche nördlich des Jenaer Zentrums, Wenigenjena sowie Jena-Nord und Nord II.

Anstieg hitzesensibler Bevölkerungsgruppen

Die Stadt Jena ist mit einem Durchschnittsalter von 42,7 Jahren (2018) relativ jung im landesweiten Vergleich zu Thüringen mit 47,2 Jahren (2018) (Statista 2020; StJe 2019a). Als

Universitätsstandort ist auch der Anteil der jungen Erwachsenen vergleichsweise hoch, wodurch auch das niedrige Durchschnittsalter der Kommune erklärt werden kann (ISEK Jena 2017, 28). Dennoch stiegen auch in Jena in den letzten Jahren die Anteile der besonders hitzesensibler Bevölkerungsgruppen signifikant an. Kleinkinder unter sechs Jahre und Senior*innen über 65 Jahre sind höheren Risiken ausgesetzt insbesondere für Hitzestress (siehe Abschnitt 1.1). Dies ist unter anderem durch eingeschränkte Mobilität sowie höheren Risiken für Krankheiten, etwa durch Folgen für Herz-Kreislaufsysteme, zurückzuführen (IPCC 2014). Der Anstieg der Anteile von Senior*innen hat drastische Auswirkungen auf die Anfälligkeit gegenüber Hitzebelastungen (Birkmann et al. 2018, 31). In Jena stiegen die Anteile der Kleinkinder unter sechs Jahre seit 1998 von 3.871 bis 2018 auf 6.551 um 69,2 Prozent an (StJe 2019c; StJe 2019d). Die Anzahl der Senior*innen (über 65-jährige) stiegen seit 1998 mit 13.746 bis 2018 auf 23.701 um 72,4 Prozent an (StJe 2019e). Abbildung sechs zeigt die relative Veränderungen der Altersgruppen Jenas von 1998 bis 2018.

Darüber hinaus sind in Städten oftmals Einwohner*innen mit einem niedrigen Einkommen und internationale Migrant*innen Hitzestress ausgesetzt (IPCC 2014, 50). Gründe hierfür können unter anderem auf schlechte und enge Wohnverhältnisse mit unzureichenden Infrastrukturen sowie einem limitierten Zugang zu Gesundheitsvorsorge zurückgeführt werden (ebd.). Birkmann et al. (2018, 31) argumentieren hierfür, dass sozio-ökonomische Tendenzen in Städten (etwa Zuwanderung sowie Einkommens- und Rentenentwicklung) beeinflussen, inwiefern sich Haushalte Anpassungen gegenüber Hitzebelastungen leisten können, beispielsweise durch Umzüge in durchlüftete Stadtquartiere sowie eigene bauliche Maßnahmen.

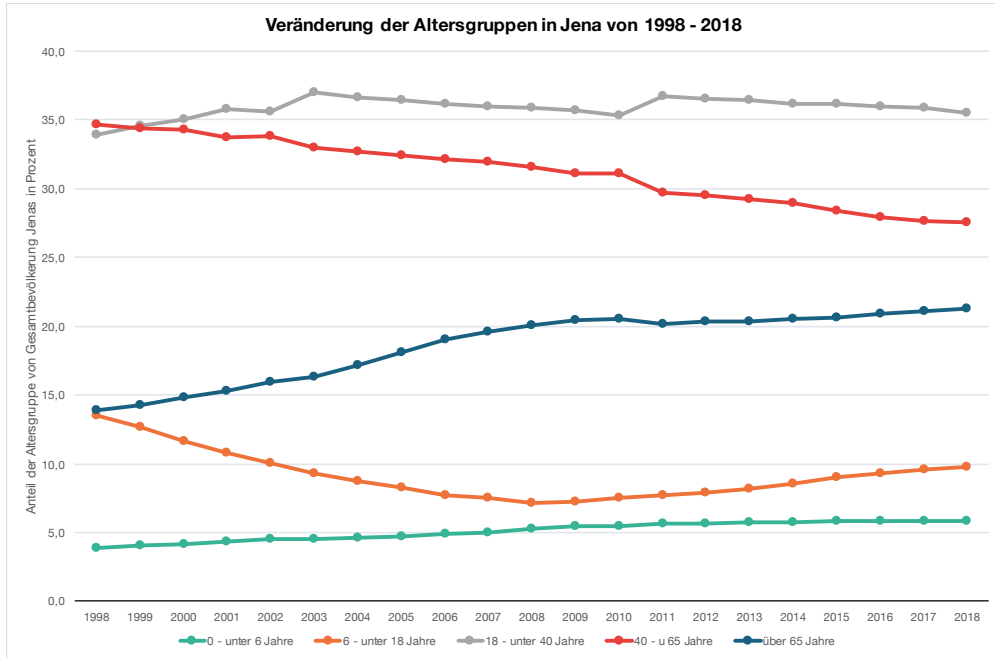


Abb. 6: Relative Veränderungen der Altersgruppen in Jena. Eigene Darstellung nach StJe 2019e; StJe 2019d; StJe 2019e

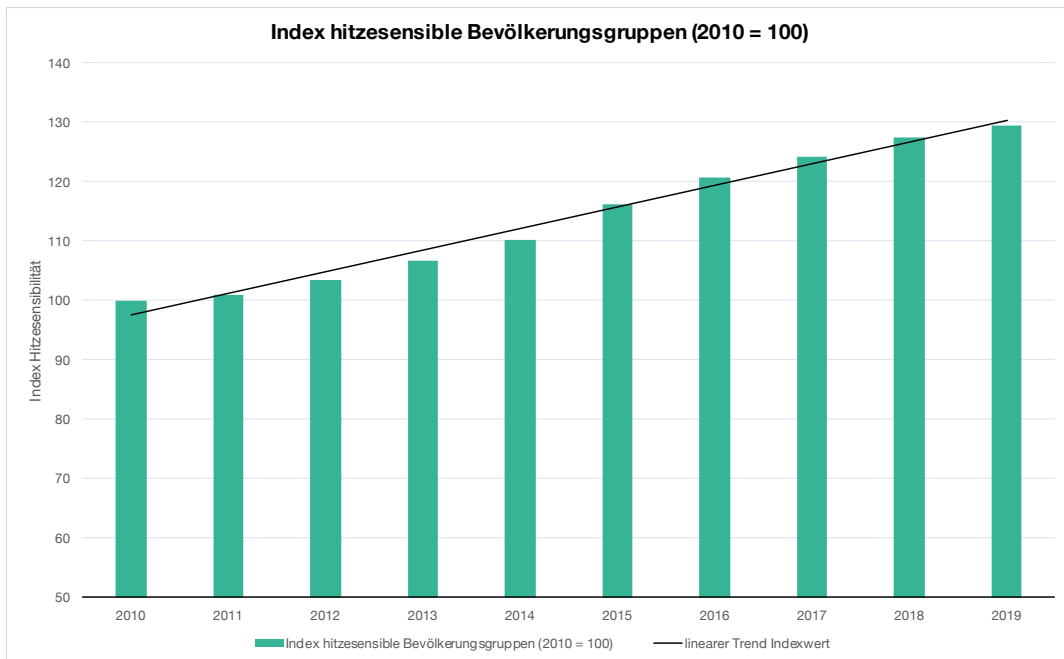


Abb. 7: Index hitzesensible Bevölkerungsgruppen. Eigene Darstellung nach StJe 2019b; StJe 2019c; StJe 2019d; StJe 2019e; StJe 2019f; BfA 2020

Zur Ermittlung der demografischen Anfälligkeit Jenas für Hitzebelastungen wurde ein Indexwert gebildet (siehe Abbildung sieben). Die einzelnen Variablen zur Charakterisierung der hitzesensiblen Bevölkerungsgruppen beziehen sich auf Kleinkinder unter sechs Jahre, Senior*innen über 65 Jahre, Einpersonenhaushalte ab 60 Jahre (jeweils mit Hauptwohnsitz), Ausländer*innen mit Hauptwohnsitz sowie Anspruchsberechtigte auf Arbeitslosengeld. Die Variablen wurden unter anderem verwendet nach Kurmutz 2017, 73. Die einzelnen Variablen für hitzesensible Bevölkerungsgruppen wurden zu Maßzahlen für 2010 bis 2019 aggregiert und gemittelt. Anschließend wurden aus den Mittelwerten der einzelnen Jahre eine Zeitreihe gebildet, mit 2010 (Index = 100) als Basisjahr. Der Indexwert für hitzesensible Bevölkerungsgruppen stieg von 2010 bis 2019 um etwa 29,3 Prozent an. Dies ist hauptsächlich bedingt durch den Anstieg einzelner vulnerabler Bevölkerungsgruppen von Senior*innen über 65 Jahre, Kleinkinder unter sechs Jahre, Einzelpersonenhaushalte über 60 Jahre und Ausländer*innen (StJe 2019b; StJe 2019c; StJe 2019d; StJe 2019e; StJe 2019f). Der Anteil der Anspruchsberechtigten auf Arbeitslosengeld sank dagegen im benannten Zeitraum (BfA 2020).

Ähnliche Beobachtungen zu Trends gegenüber einer sozioökonomischen Exposition für Klimawandelfolgen für steigende Hitzebelastungen wurden im Projekt „Zukunftsorientierte Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen als Instrumente zur Förderung der Resilienz von Städten und Urbanen Infrastrukturen“ für die Städte Ludwigsburg und Bonn festgestellt (Birkmann et al. 2018, 29).

3.2 Räumlich-klimatische Herausforderungen

Landschaftliche Besonderheiten

Die Stadt Jena befindet sich regional auf der östlichen Mittelgebirgsschwelle und naturräumlich im Thüringer Becken (Hoffmann et al. 2014, 12). Innerhalb des Thüringer Beckens befindet sich Jena auf der Ilm-Saale- und Ohrdruffer Platte, welche durch steile Hochbereiche sowie Flusstäler gekennzeichnet sind (ebd.). Die Stadt selbst dehnt sich entlang der Saale im Bereich des Mittleren Saaletals aus (ebd.). Ihr Relief ist gekennzeichnet durch mehrere Seitentäler sowie einer bis zu 250 Meter tiefen Einsenkung, in welcher die Saale bogenhaft das Stadtgebiet durchfließt (ebd.).

Die horizontal geschichtete Landschaft Jenas lässt sich in die Bereiche Hochflächen, Steilhänge, Rothänge und in den Talraum gliedern (Lerm et al. 2019, 163). Die Hochflächen sind insbesondere durch 35,4 Prozent an Waldflächen und 31,2 Prozent an landwirtschaftlicher Flächen, in Bezug auf die Gemeindefläche, gekennzeichnet (TLS 2019b). Die für das Gebiet typischen Muschelkalksteilhänge sind eine besondere Gebietscharakteristik Jenas, etwa durch Landmarken wie dem Johannisberg, dem Kernberg, dem Sonnenberg und dem Jenzig (Lerm et al. 2019, 167). Muschelkalk ist außerdem als Wärmespeicher bekannt und sorgt tagsüber für eine hohe Erwärmung (Hoffmann et al. 2014, 42). Die Rothänge prägen das besondere Landschaftsbild Jenas, beispielsweise durch zahlreiche Gärten und Obstwiesen (Lerm et al. 2019, 169). Das eigentliche Siedlungsband Jenas befindet sich im Talraum (ISEK Jena 2017, 23). Von den prozentualen Anteilen der Gemeindefläche besteht das Siedlungsband aus 8,2 Prozent Wohnbauflächen, 8,9 Prozent Erholungsflächen (mit Grünanlagen), 4,0 Prozent Industrie- und Gewerbeflächen (TLS 2019b).



Abb. 8: Impressionen des Landschaftsraum Jenas. Oberes Bild: Blick in den Talraum mit dem Naturschutzgebiet Windknollen im Vordergrund. Unteres Bild: Blick in den Stadtraum nach Süden. Eigene Darstellung

Die Saale nimmt mit 0,9 Prozent einen vergleichsweise geringen Anteil der Gesamtfläche ein (ebd.).

Auf den Hoch- und Steilbereichen sowie in den nördlichen Teilen des Saaleraums befinden sich vielzählige Offenlandbiotope (ISEK Jena 2017, 92). Die Hochbereiche, Steilhänge und Teile der flachen Flusslandschaft werden durch zahlreiche Landschafts- und Naturschutzgebiete sowie Vogelschutz- und FFH Gebiete geschützt (ISEK Jena 2017, 92). Die besondere topografische Situation sowie die hohe Anzahl an Schutzgebieten schränken eine weitere Expansion der Stadt ein (Interview A1 und A3).

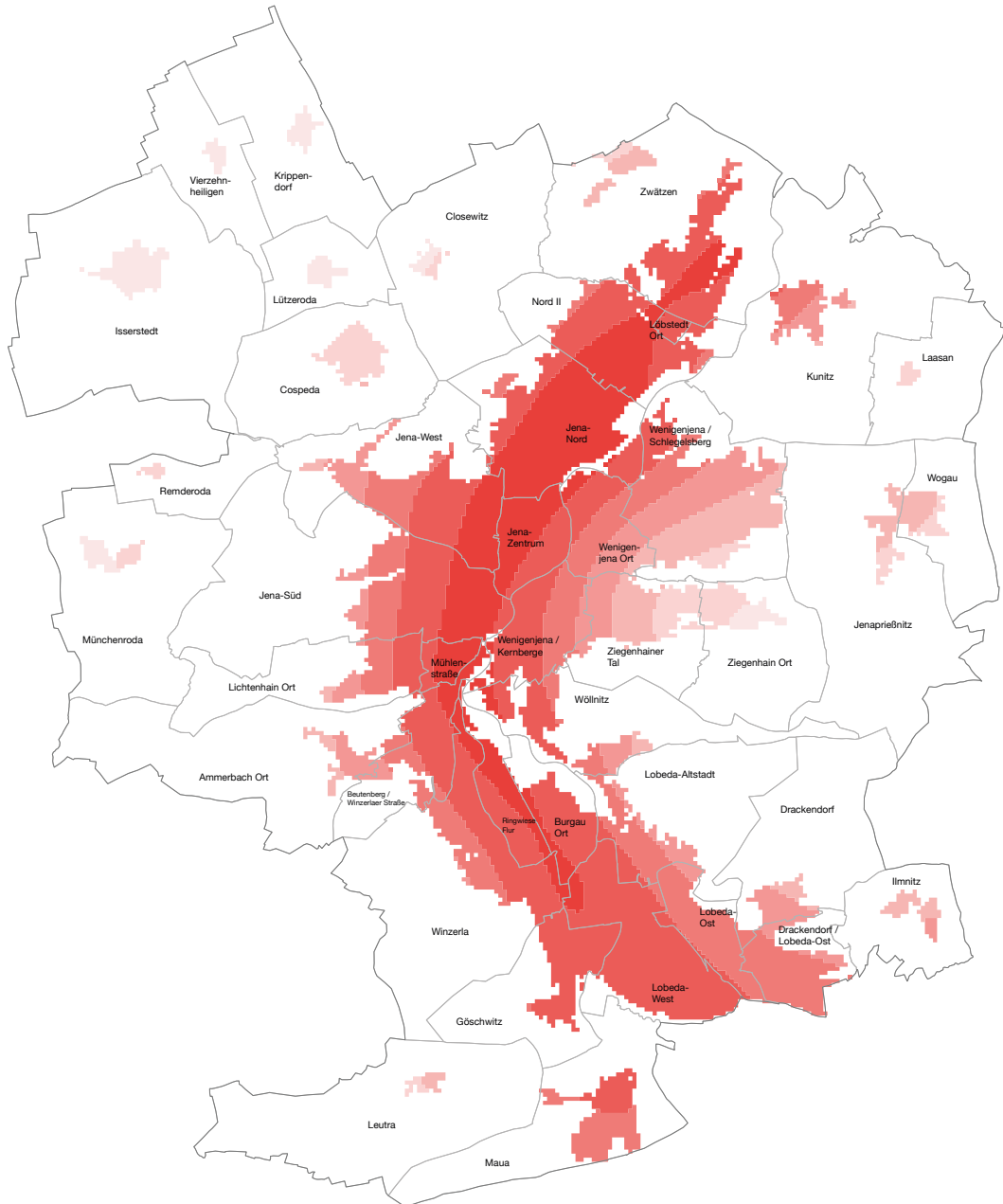
Landschaftliche Auswirkungen auf das Lokalklima

Durch Jenas Tallage kommen topografisch bedingte Kaltluftflüsse eine besonders essentielle Bedeutung für das Stadtklima zu, da diese zur innerstädtischen Frischluftzufuhr und zum Abbau von Schadstoffen beitragen (MVI BW 2012, 35). Innerhalb der JenKAS-Studie wurden die Kaltluftverhältnisse für Jena erstmals mit Unterstützung des Deutschen Wetterdienstes [DWD] modelliert (Kurmutz et al. 2012, 19). Wie bereits im Abschnitt 2.3 erläutert, entsteht bodennahe Kaltluft insbesondere bei windschwachen und wolkenarmen Wetterlagen, was auch als windschwache Strahlungsnacht bezeichnet wird (Hoffmann u. a. 2014, 33). Für Jena wurden für den Zeitraum von 2001 bis 2010 die jährliche Anzahl der Strahlungsnächten auf circa 36 bis 45 geschätzt (Hoffmann et al. 2014, 34). Während windschwacher Strahlungsnächte wird Jena durch Kaltluftzuflüsse aus den östlichen und westlichen Seitentälern und bis in die zweite Nachthälfte im Saaletal durch Talabwindströmung von Süden her, abgekühlt (Kurmutz et al. 2012, 20; Hoffmann et al. 2014, 43). Der eigentlich nächtlich dominanteren Saaletalwind erreicht jedoch nur schwerlich die verdichteten städ-

tischen Gebiete (Kurmutz 2017, 54). Höhere Geschwindigkeiten werden erst über Dachniveau erreicht (Hoffmann et al. 2014, 53). Die bedeutsamsten Kaltluftentstehungsgebiete sind dabei die nicht-bewaldeten Hangbereiche sowie die umgebenden Auenbereiche, Wiesen und Wälder (Kurmutz et al. 2012, 20; Hoffmann et al. 2014, 35). Innerstädtische Kaltluftproduktion findet lediglich in den fürs Stadtklima bedeutsamen Grünflächen, etwa Paradies, Oberaue, Botanischer Garten und Johannisfriedhof, statt (Kurmutz et al. 2012, 20).

Innerstädtische Hitzebelastungen

Die signifikanten Temperaturänderungen und zukünftigen Prognosen zu den mittleren jährlichen Lufttemperaturen sowie zu den Klimasignalen der Sommer- und Hitzetage wurde bereits in Abschnitt 1.2 für die Jenaer Innenstadt eingeführt. In der Studie von Hoffman et al. (2014, 44) wurden für 30 Prozent der Tage der Messkampagne tägliche Temperaturunterschiede von 3,0 bis 4,3 Kelvin zwischen der Innenstadt (Sternwarte) und dem Umland (Gembdental) ermittelt. Im gleichen Zeitraum konnten für die Innenstadt (Sternwarte) 15 heiße Tage und für Gembdental sechs heiße Tage gemessen werden (ebd.). Der UHI der Innenstadt Jenas ist einerseits auf die stark erhöhte Umgebungsrauigkeit zurückzuführen, wodurch Windgeschwindigkeiten und Austauschbewegungen in verdichteten Bereichen eingeschränkt werden (Hoffmann et al. 2014, 42). Darüber hinaus führen Anteile hoher Versiegelung zu einer eingeschränkten Verdunstung, was zur Erhöhung des fühlbaren Wärmestroms führt (ebd.). Außerdem werden durch die anthropogene Wärmeproduktion sensible Wärmemengen an die Umgebung abgegeben (ebd.). Dagegen sind für die ländlichen Hochbereiche Jenas, im Gegensatz zur Innenstadt, keine Wärmeinseleffekte festzustellen, da es zu höheren Windgeschwindigkeiten kommt und das Ausmaß der bebauten Bereiche zu



**Anzahl heiße Tage
(1990-2019)**



Geodaten:
 Klimadaten wurden von der Thüringer Klimaagentur
 bereitgestellt.
 © Deutscher Wetterdienst (Daten verändert)
 © Geodateninfrastruktur Thüringen (© GDI-Th)
 Datenlizenz: Deutschland – Namensnennung – Version 2.0
 (dl-de/by-2-0) www.govdata.de/dl-de/by-2-0
 Datenquelle: <http://www.geoportal-th.de>

Abb. 9: Räumliche Verteilung der heißen Tage für den Zeitraum von 1990-2019. Eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst (Daten verändert)

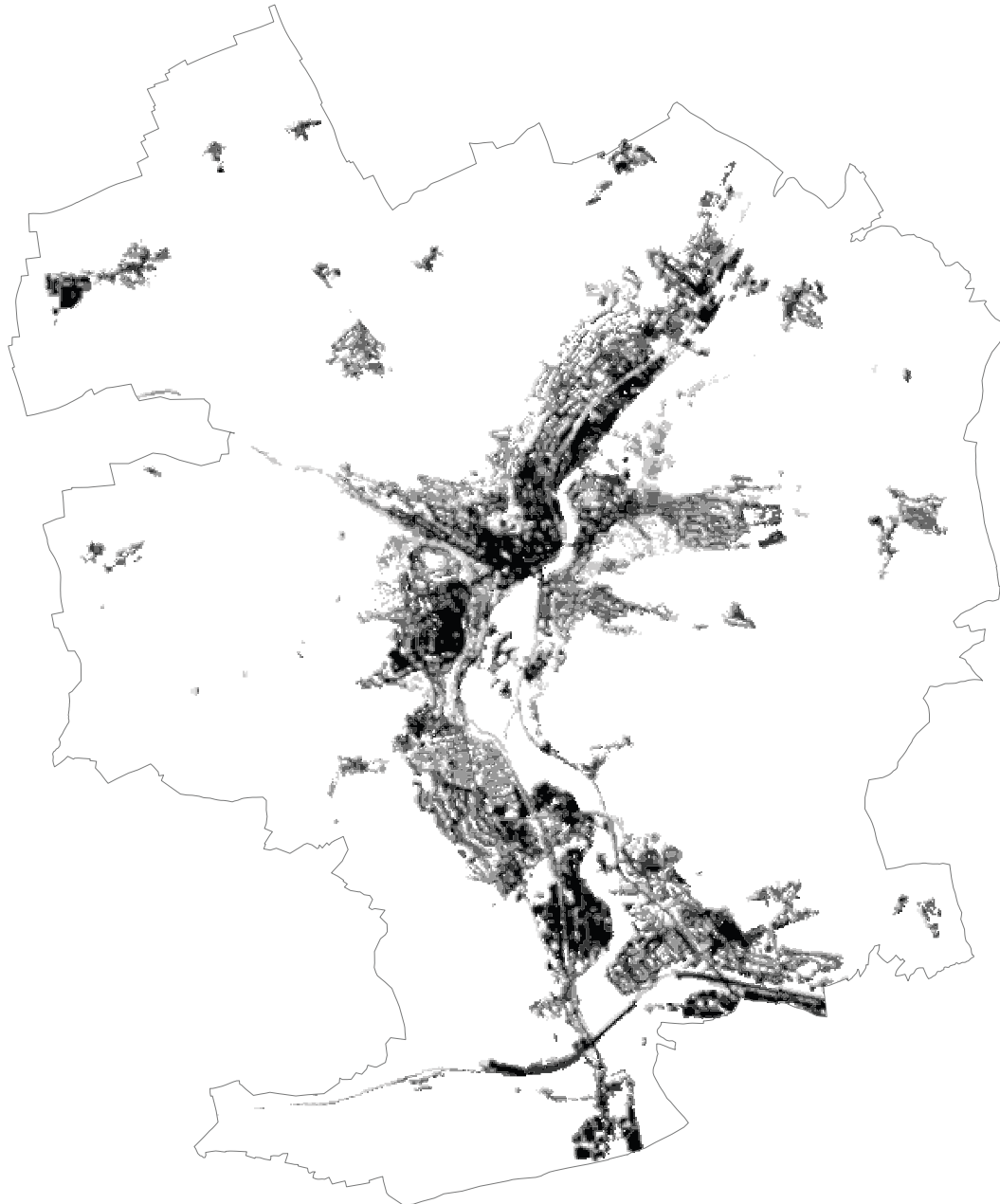
gering ist (Kurmutz et al. 2012, 19).

Abbildung neun zeigt die räumliche Verteilung der mittleren jährlichen Anzahl von heißen Tagen für die aktuelle Klimaperiode (1990-2019). Die Daten basieren ursprünglich auf interpolierten Stationsmessungen des Regionalen Klimainformationssystems [ReKIS] und wurden von der Thüringer Klimaagentur bereitgestellt. Deutliche Unterschiede bei der Anzahl von heißen Tagen sind zwischen der Tallage und den Hochbereichen ablesbar. Abbildung zehn beinhaltet abgestufte Daten zur Oberflächenversiegelung. Die originalen Rasterdaten wurden vom Copernicus Land Monitoring Service bezogen und basieren auf Kalibrierungen des Normalised Difference Vegetation Index [NDVI].

Beide Datensätze sind nötig, um Bereiche in Jena zu ermitteln, die besonders von Hitze belastet sind. Hierfür wurden nach dem Vorschlag von Kuttler (2011) Abstufungen von Versiegelungsklassen (siehe Abbildung neun) verwendet: (Stufe eins) 60 bis unter 80 Prozent, (Stufe zwei) 80 bis unter 100 Prozent und (Stufe drei) 100 Prozent. Die Klassen wurden anschließend mit Flächen verschnitten, welche besonders viele heiße Tage aufweisen (siehe Abbildung neun). Genauere methodische Hinweise zu den verwendeten Daten und der Vorgehensweise der GIS-Analyse befinden sich im Anhang.

Bereiche mit erhöhter bis zu extrem hoher Anfälligkeit betreffen mit etwa 17,3 Prozent der Siedlungsfläche ausschließlich die Talbereiche Jenas. Besonders von Wärmebelastung betroffen sind die stark versiegelten Gewerbe- und Sondergebiete inklusive den großen Einzelhandelsflächen von Jena. Dies betrifft insbesondere den Saalepark und Unteraue im Norden, die Tatzendpromenade westlich vom Paradies Park und den südlich befindlichen Forschungscampus sowie das Gebiet Göschwitz im Süden der Stadt. Hohe Wärmebelastungen finden sich dar-

über hinaus in der Altstadt wieder sowie in den nördlich, westliche und süd-westlich angrenzenden Stadterweiterungsgebieten mit geschlossenen Bauweisen (Jena-Zentrum, -Nord, -West und -Süd). Weitere Gebiete befinden sich im Stadterweiterungsgebiet von Wenigenjena-Ort, in der Altstadt-Lobeda sowie in Bereichen um das Universitätsklinikum in Lobeda-Ost. Vergleichsmäßig wenig Belastungen gibt es in städtebaulich aufgelockerten Großsiedlungen in Plattenbauweise der 1970er und 1980er Jahre, beispielsweise in Lobeda-West und Winzerla sowie in Stadterweiterungsgebieten mit offener Bauweise, etwa in Wenigenjena Kernbergen und nördlichen Bereiche von Jena-West.



Versiegelung (Daten von 2015)



Geodaten:
 © Geodateninfrastruktur Thüringen (© GDI-TH)
 Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0
 (dl-de/by-2-0) www.govdata.de/dl-de/by-2-0
 Datenquelle: <http://www.geoportal-th.de>

© European Union, Copernicus Land Monitoring Service <2020>,
 European Environment Agency (EEA), 1. ex. in 2018;
 © European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2018,
 European Environment Agency (EEA)
 Datenquelle: <https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/imperviousness>

Abb. 10: Versiegelungsgrad in Jena im Jahr 2015. Eigene Darstellung nach European Union Land Monitoring Service

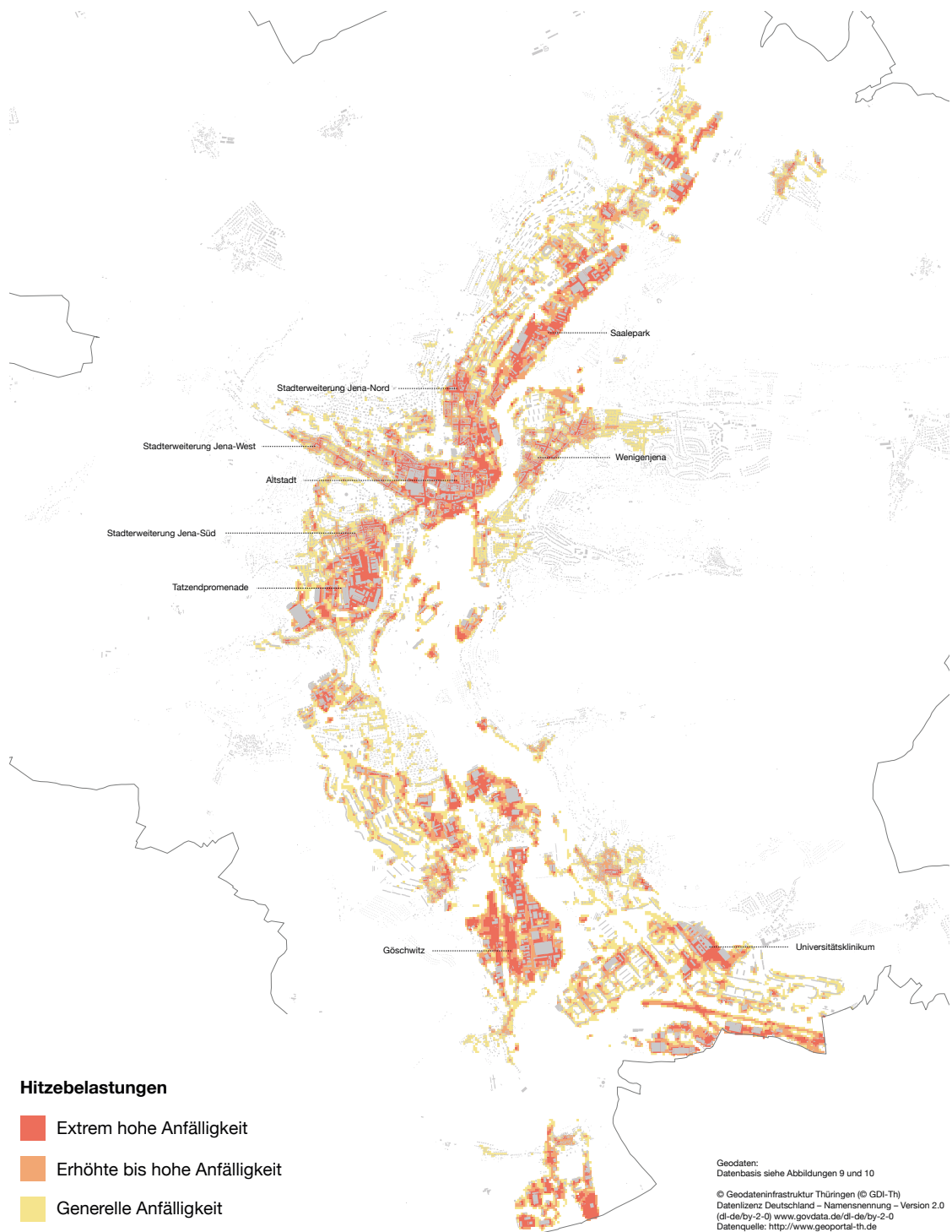


Abb. 11: Verdachtsbereichen hoher Wärmebelastungen im Stadtraum Jenas.
Eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst (Daten verändert); European Union Land Monitoring Service

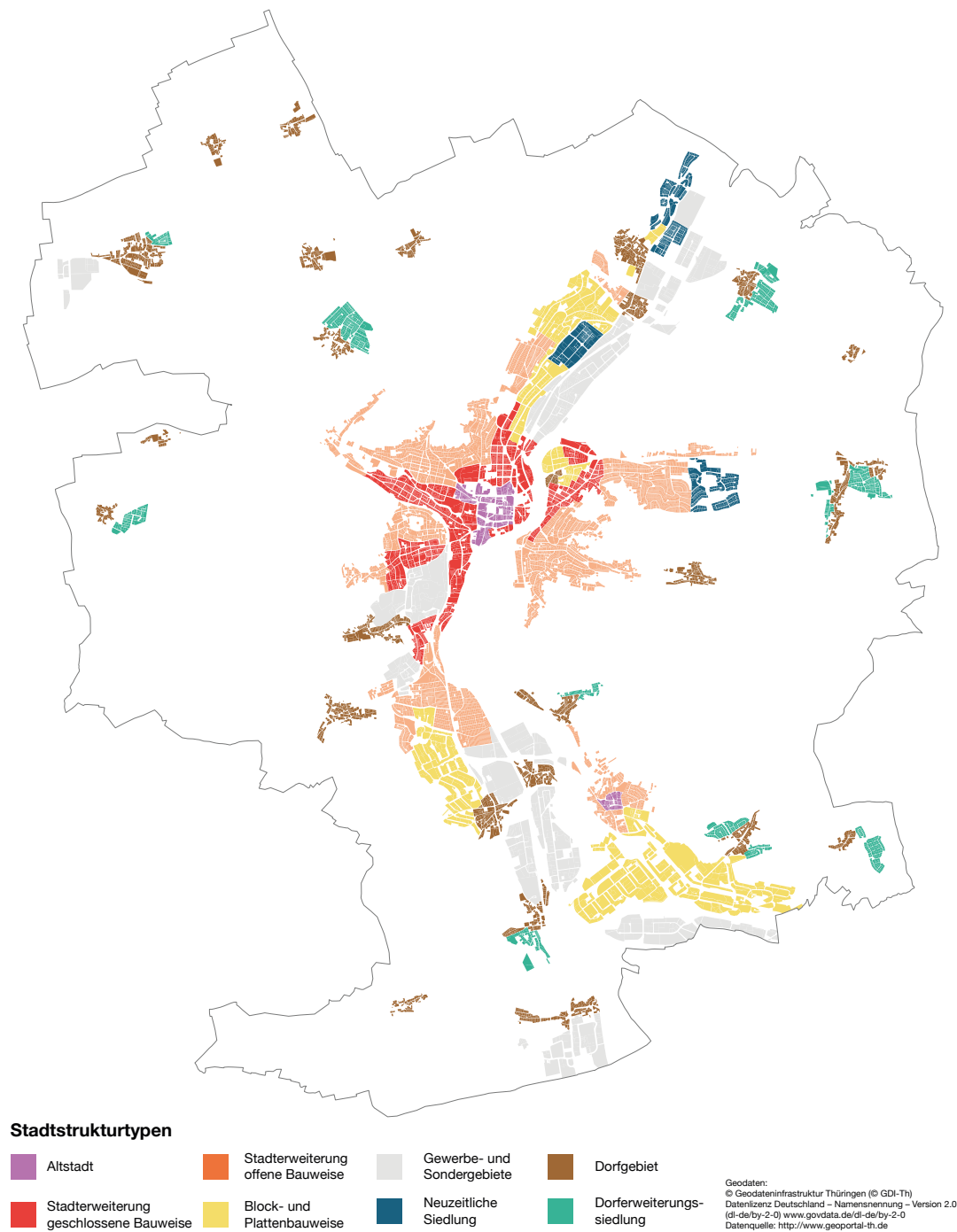


Abb. 12: Stadtstrukturtypen Jenas. Eigene Darstellung

3.3 Maßnahmen der Klimaanpassung in Jena

Klimaschutz und Klimaanpassung in Jena

In Jena gehen erste Aktivitäten im Bereich Klimaschutz bis ins Jahr 1992 zurück, als das erste städtische Energiekonzept vorgelegt wurde (ISEK Jena 2017, 99). Im Bereich Klimaschutz nimmt die Stadt außerdem seit 2005 am European Energy Award [EEA] teil, einem europäischen Zertifizierungsverfahren für Klimaschutz (Griebsch und Mann 2015, 1). EEA-Auszeichnungen für kommunalen Klimaschutz in Jena folgten im Jahr 2007 sowie für 2010 und 2014 (ebd.). In Jena besteht des Weiteren der Beirat zur Lokalen Agenda 21, welcher die Entwicklung nachhaltiger Ansätze durch verschiedene Fachgremien unterstützt (ebd.). Der Beirat regte im Jahr 2007 die Ausschreibung eines erneuten Energiekonzeptes unter dem städtischen Leitbild für Energie und Klimaschutz an, welchem ein Monitoring im Abstand von zwei Jahren folgte (Mann und Griebsch 2019, 4). Aktivitäten im Bereich Klimaschutz führten zu einer Senkung der kommunalen CO₂-Emissionen von 1990 bis 2018 um etwa 69 Prozent (Mann und Griebsch 2019, 50). Die Senkungen der CO₂-Emissionen wurden insbesondere erzielt durch Heizungsumstellungen in den 1990er Jahren sowie Einschränkungen des CO₂-Faktors der in Jena eingesetzten Elektroenergie in den 2010er Jahren (ebd.). Eine Verstärkung von kommunalem Klimaschutz in Jena erfolgte durch die Ausarbeitung eines neuen Klimaschutzkonzeptes im Jahr 2015 (Griebsch und Mann 2015, 1). Die Maßnahmen des Konzeptes beziehen sich unter anderem auf aktuelle städtische Entwicklungsflächen, auf kommunale Gebäude und Anlagen, Versorgung und Entsorgung sowie Mobilität (Griebsch und Mann 2015, 47).

Während Klimaschutz in Jena bereits in den 1990er Jahren thematisiert wurde, war An-

passung noch in der Startphase. In Jena war die Betrachtung von Klimaanpassung auch mit Zufall und bestimmten Persönlichkeiten verbunden (Interview A4). So gab es schon 2007 Überlegungen zu Klimaanpassung. In Folge dessen wurde eine Ratsvorlage unter dem Titel „Feuer, Wasser, Erde und Luft - Jena im Klimawandel“ (benannt nach den griechischen Urelementen) erarbeitet und im Jahr 2008 vom Bauausschuss bestätigt (ebd.). Dadurch konnte im Sommer 2009 eine erste Studie für Klimaanpassung „Entwicklung eines Konzeptes zu integrierten Handlungsempfehlungen für Anpassung an Klimawandel und Klimaschutz in Jena“ vom Fachbereich Stadtentwicklung und Stadtplanung in Auftrag gegeben werden (Kurmutz et al. 2012, 6). Die Vorstudie zur eigentlichen städtischen Anpassungsstrategie, wurde von der 2009 noch existierenden Arbeitsgruppe Regionalklima und Nachhaltigkeit, des Instituts für Geographie der FSU Jena, erarbeitet (ebd.). Aus der Arbeitsgruppe ist später auch das Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz hervorgegangen (Interview A3). Mit der Vorstudie zur Klimaanpassung konnte sich die Stadt Jena frühzeitig und erfolgreich Ende 2009 für das ExWoSt-Projekt „Urbane Strategien zum Klimawandel – Kommunale Strategien und Potentiale“ bewerben (Interview A4). Die ExWoSt-Modellprojekte wurden neben Jena in acht weiteren Kommunen umgesetzt, beispielsweise „Klimaanpassung Nürnberg: Sommer in der Stadt – dem Klimawandel sinnvoll begegnen“ und „Nachbarschaftsverband Karlsruhe – Innenentwicklung versus Klimakomfort“ (UBA 2016).

Entstehung und Fortführung der Jenaer Klimaanpassungsstrategie

Die JenKAS-Studie wurde von Ende 2009 bis 2012 durchgeführte und betrachtete Jena gesamtstädtisch (Kurmutz et al. 2012, 7). Mit der Durchführung eines gesamtstädtischen Konzeptes war Jena Vorreiter im Vergleich

zu anderen Städten Deutschlands (Interview A1). Jena war außerdem die einzige Stadt, die alle wesentlichen Anpassungsgebiete betrachtete, etwa Wohn- und Gewerbegebiete, Land- und Forstwirtschaft sowie die Saalebereiche (Interview A4). Andere Fallkommunen betrachteten nur einzelne Aspekte, beispielsweise untersuchte Aachen Gewerbegebiete und Regensburg die Anpassung des Weltkulturerbes der Stadt (ebd.).

Zielstellung der Studie waren die Auswirkungen des Klimawandels in die Stadtentwicklung einzubeziehen, die hierfür nötige Datengrundlagen zu verbessern, Einwohner*innen und Akteur*innen zu sensibilisieren und ein Werkzeug zur kommunalen Entscheidungsunterstützung einzuführen (Kurmutz et al. 2012, 7). Auf Grund der Komplexität von Anpassung verstand sich JenKAS vorwiegend als Konzept zur Etablierung lokalklimatischer Grundlagen sowie als Anstoß zur vermehrten Betrachtung der Thematik, um auch Anpassung in die Jenaer Stadtentwicklung einzuleiten (ebd.).

Innerhalb des Projektes waren eine Vielzahl von lokalen und externen Akteur*innen beteiligt (ebd.). Die lokalen Akteur*innen bestanden einerseits von der Stadtverwaltung Jenas aus dem Team Grundlagen der Stadtentwicklung, welches in Kooperation mit dem Fachdienst für Umweltschutz verantwortlich bei der Umsetzung des Projektes waren (ebd.). ThINK war in der Studie als lokale Forschungsassistenz tätig, übernahm Öffentlichkeitsarbeit und unterstützte die Stadt bei Entscheidungen (ebd.). Die Klimaagentur Thüringen war Projekt-Ansprechpartner auf Landesebene und stellte Klimadaten für Jena zur Verfügung (Kurmutz et al. 2012, 8). Externe Akteur*innen im Projekt bestanden zum einen aus dem DWD, durch welchen insbesondere Klimamodellierungen für Kaltluftverhältnisse und Bereiche mit Überwärmung durchgeführt wurden (ebd.). Des Weiteren war das Helmholtz-Zentrum

für Umweltforschung Ansprechpartner für Fragen zur Finanzierung von Anpassung. Die beiden Planungsbüros plan+risk consult und BPW baumgart+partner waren in organisatorischen Bereichen als Bundesforschungsassistenz tätig (ebd.).

Durch die Zusammenkunft verschiedener, interdisziplinärer Akteur*innen führte das ExWoSt-Projekt zur Verknüpfung von Akteur*innen um Klimaanpassung auf der lokalen Ebene in Jena (Interview A1). Die um JenKAS entstandene Arbeitsgruppe wurde nach Abschluss des Projektes weiter fortgeführt und erweitert, beispielsweise um die Professur Wirtschaftsgeographie der FSU Jena (ebd.). Abbildung 13 stellt schematisch die gegenwärtige Arbeitsgruppe zur Klimaanpassung in Jena sowie die Akteur*innen um JenKAS dar.

Seit JenKAS ist Klimaanpassung ein fester Bestandteil der Stadtentwicklungspolitik von Jena (Interview A1). Hierfür spricht auch die Verstetigung der Studie als informelles Planungsinstrument durch den Stadtrat (Kurmutz et al. 2012, 130). Die entstandene Arbeitsgruppe, die weiterhin aus lokalen und externen Akteur*innen besteht trifft sich mehrfach jährlich, um aktuelle Projekte zu besprechen sowie Good-Practice Ansätze anderer Städte zu diskutieren (Interview A1). Adaption selbst ist in der Stadtverwaltung Jenas direkt in Bereiche des Fachdienst Grundlagen der Stadtentwicklung integriert, da die gesamtstädtischen Auswirkungen größer sind als bei Klimaschutz (ebd.). Bei Klimaschutz dagegen ist der Fachdienst Umweltschutz federführend (ebd.). Somit ist Klimaanpassung auch ein fester Bestandteil der Stadtentwicklungspolitik Jena, welcher zukünftig weiter verstetigt werden soll (ebd.). Beide Aufgabenfelder, Klimaanpassung und Klimaschutz werden bei Planungsprozessen gegenseitig betrachtet (ebd.).



Abb. 13: Arbeitsgruppe Klimaanpassung in Jena. Eigene Darstellung

Ein zentrales Ergebnis von JenKAS war unter anderem, dass eine priorisierte Sichtweise der Stadtentwicklung Jenas in den nächsten Jahren auf den Umgang mit Wärmebelastungen gelegt werden sollte (Knopf und Maercker 2017, 23). Denn die in der Studie ermittelten Wärmebelastungen in Jena stellen die ausschlaggebendsten Effekte des Klimawandels dar (Kurmutz et al. 2012, 32). Auf der einen Seite wurde ein signifikanter Trend zu steigenden Temperaturen und Hitzespitzen festgestellt (ebd.). Andererseits sind alle Einwohner*innen Jenas von Temperaturänderungen betroffen im Vergleich zu anderen Extremereignissen (ebd.). Außerdem werden die bioklimatischen Belastungen der Bürger*innen erhöht, durch einen Anstieg von Hitzewellen, heißen Tagen und Tropennächten (ebd.). In Folge der JenKAS Studie sowie der Fortführung der Arbeitsgruppe wurden verschiedene Projekte und Studien zu Hitzebelastungen aus JenKAS ausgekoppelt. Im

folgende Textabschnitt werden die Konzepte vorgestellt, welche auch in den Interviews angesprochen wurden.

Stadtbaumkonzept

Eine zentrale Strategie zur Anpassung in Jena war die Betrachtung von Stadt- und Straßenbäumen und die durch den Klimawandel veränderten Standortbedingungen. Das Stadtbaumkonzept „Stadt- und Straßenbäume in Jena“ wurde direkt aus JenKAS ausgekoppelt (ebd.). Bäume im urbanen Raum kommen wichtige Funktionen zu, etwa durch Immissionsreduktion, Feinstaubminderung, Lärminderung, Sicht- und Windschutz, Kühlung, Klimaregulation, Schattenwurf und eine positive Wirkung auf die menschliche Gesundheit (Lerm et al. 2016, 43). Durch die Grundsätzlich anderen Standortbedingungen von Bäumen in Städten als in Wäldern, etwa durch Beschädigungen an Wurzeln, Im-



Abb. 14: Neupflanzung von trockenstressresistenter Holländischer Ulmen in Jena-West nach dem Stadtbaumkonzept. Eigene Darstellung

missionsbelastungen und Bodenstörungen, verstärken sich in Kombination mit den Auswirkungen des Klimawandels, etwa durch gesteigerte Hitzebelastungen und Trockenheit, die eigentlichen ungünstigen Lebensbedingungen von Bäumen in Städten (Lerm et al. 2016, 13).

Zielstellung des Konzeptes war es somit Empfehlungen für standortbedingte sowie teilweise neue Baumbestände in Jena zu geben, um dadurch die Stadt- und Straßenbäume schrittweise an die sich ändernden Standortbedingungen anzupassen (Lerm et al. 2016, 18). Bei der Betrachtung der zukünftigen Standortbedingungen wurden sogar Klimaperioden bis in die ferne Zukunft (2071-2100) eingeschätzt (Interview A1). Neben der Analyse zukünftiger Standortbedingungen wurde bei der Auswertung des Baumkatasters festgestellt, dass die Diversität der Jenaer Stadtbäume eher begrenzt

ist (Lerm et al. 2016, 23). Einseitige Diversität führt nicht nur zu Anfälligkeit gegenüber Schadorganismen, sondern die in Jena eher dominanteren Baumgattungen, beispielsweise Berg-Ahorn (32 Prozent des Bestandes von 2014), weisen begrenzte Klimatoleranz gegenüber Hitze und Trockenheit auf (ebd.). Dadurch war ein Vorschlag des Stadtbaumkonzeptes bei anstehenden Planungen zukunftstauglichere, klimatolerantere Bepflanzungen zu verwenden, um die Immunität des Stadtgrüns zu verbessern (ebd.). Die Baumartenempfehlungslisten des Konzeptes wurden an die Raumtypen Jenas angepasst und auf deren Klimatoleranz, beispielsweise durch Trockenstress- und Versiegelungstoleranz, überprüft (Lerm et al. 2016, 46 ff). Gleichzeitig wurden außerdem konkrete Empfehlungen für Baumpflanzung für vielfältige, planungsrelevante Modellstraßenräume gegeben (Lerm et al. 2016, 90 ff). Abbildung 14 zeigt die Pflanzungen von trockenstress-

resistenter Holländischer Ulmen in Jena-West entlang einer der Modellstraßen.

Das Konzept wurde im Anschluss vom Stadtrat als kommunale Leitlinie für Fachplanung verstetigt (Lerm et al. 2016, 162). Außerdem wurde das Stadtbaumkonzept durch den Thüringer Umweltpreis und durch den Preis „Klimaaktive Kommune“ des Deutschen Instituts für Urbanistik ausgezeichnet (Interview A1).

Untersuchungen der Wärmebelastungen an Kitas und Grundschulen

Das Projekt „Untersuchung der Wärmebelastungen an kommunalen Kindertagesstätten und Grundschulen der Stadt Jena“ wurden seit 2017 von ThINK in Zusammenarbeit mit der Stadt Jena sowie den städtischen Eigenbetrieb Kommunale Immobilien Jena durchgeführt (Knopf und Maercker 2017, 84). Da sich das Stadtbaumkonzept und das Projekt „Green Urban Labs“ vorwiegend mit städtischen Grün beschäftigen, fokussierte sich die Maßnahme direkt auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Einwohner*innen Jenas (Knopf und Maercker 2017, 4). Projekthintergrund waren neben der Hitzesensibilität von Kindern der in Jena steigende Nutzungsdruck auf bestehende Betreuungs- und Bildungseinrichtungen (Knopf und Maercker 2017, 23). Im Projekt wurden die Wärmebelastungen der Außen- und Innenanlagen sowie lufthygienische Belastungssituationen an den 19 kommunalen Einrichtungen ermittelt, um somit Vorschläge zur Minderung der Hitzebelastungen zu erarbeiten (ebd.).

Zahlreiche der untersuchten Einrichtungen wurden in der näheren Vergangenheit saniert und dadurch bereits Maßnahmen zum Wärme- und Sonnenschutz ergriffen (Knopf und Maercker 2017, 33). Dennoch konnten für viele Einrichtungen über Betroffenheitsanalysen und Gesprächen, beispielsweise mit

den Kita- und Schulleitungen, Expositionen für Hitzebelastungen ermittelt werden (ebd.). Unter anderem wurden bei einer Einrichtung mittels Thermalbefliegungen durch Drohnen deutliche Unterschiede der Oberflächentemperatur bei Flächen mit Vegetationsbestand (etwa 25,0 bis 30,0°C) und überwärmten Spielbereichen (55,0 bis 60,0°C) festgestellt (Knopf und Maercker 2017, 21 f). Durch das Projekt wurden auch im Vergleich zwischen den untersuchten Einrichtungen hohe Unterschiede bei den Ausstattungen für bestehende Schutzmaßnahmen in Bezug auf Wärmebelastungen festgestellt (Knopf und Maercker 2017, 84). Maßnahmenempfehlungen für die betroffenen Einrichtungen, die bei zukünftigen Sanierungen mit beachtet werden können, waren beispielsweise Pflanzungen von Bäumen, Anbringung von Jalousien und Sonnensegeln oder die Änderung der Anstriche zu helleren Farben (Interview A1). Somit nahm die durchgeführte Studie zu Wärmebelastungen an Jenaer Kitas und Schulen auch einen Pilotprojekt Charakter ein. Auf der einen Seite gab es bis 2017 keine vergleichbare Untersuchungen, welche sich auf Hitzebelastungen für Grundschulen und Kitas fokussierten (Knopf und Maercker 2017, 4). Auf der anderen Seite beziehen sich die Maßnahmen zur Klimaanpassung direkt auf bauliche Veränderungen an Gebäuden und nicht nur auf quartiers- oder gesamtstädtischer Ebene (ebd.).

Grüne Klimaoasen Jenas

Eine weitere Verstetigung der JenKAS Studie stellt das Modellprojekt „Grüne Klimaoasen im urbanen Stadtraum Jenas“ dar (FSU Jena 2018, 8). Hierfür bewarb sich die Stadt Jena erfolgreich zum ExWoSt-Forschungsprojekt „Green Urban Labs“, dass seit 2016 anläuft (BBSR 2020a). Im Vorhaben werden neben Jena in elf weiteren Modellkommunen, beispielsweise in Leipzig und Würzburg, neue Möglichkeiten untersucht, wie die vielfältigen Funktionen von urbanem Grün als grüne In-

frastruktur weiterentwickelt werden können (ebd.). Vor dem Hintergrund des wachsenden Nutzungsdrucks auf die innerstädtischen Grünflächen sowie steigender Hitzeinseleffekte in Jena erstrebt das Projekt an die Erreichbarkeit sowie die Vernetzungen der Erholungsflächen im Stadtraum zu verbessern (FSU Jena 2018, 8). Dies geht einher mit einer Erhöhung des Wohlfühls der Einwohner*innen und einer Verbesserung des städtischen Mikroklimas (ebd.). Die Zielstellung der Strategie soll durch ein flächendeckendes Netz aus grünen Klimaoasen oder Klimakomfortinseln erreicht werden (BBSR 2020b). Weitere Zielsetzungen des Projektes sind die Förderung von Multifunktionalität, Biotopverbunden und Regenwasserversickerung sowie der gezielten Entgegenwirkung von Hitzebelastungen (Interview A3).

Zu Klimaoasen zählen unter anderem städtische Parkanlagen, begrünte Gärten, Spiel- und Sportplätze, Gärten, Wälder, Flussläufe und Friedhöfe (FSU Jena 2018, 9). Die Flächen wurden darüber hinaus vom Projektteam charakterisiert durch Größe, Struktur und Form des Bereiches sowie teilweise dem Baumbestand, Versiegelung der Oberflächen, Aufenthaltsqualität und barrierefreier Zugang (FSU Jena 2018, 9; BBSR 2020b). Ergebnisse des Projektes sind unter anderem Kartenwerke zur Qualität von Klimaoasen in Jena sowie Empfehlungen zur Weiterentwicklung und potentieller Ausweisung neuer Grünflächen (Interview A3). Neben Workshops mit Vertreter*innen hitzesensibler Bevölkerungsgruppen wurde im Jahr 2017 eine repräsentative Befragung der Jenaer Bürger*innen zu Temperaturwahrnehmungen an Hitzetagen sowie zur Bedeutung von städtischen Grünflächen durchgeführt (FSU Jena 2018, 4). Die Ergebnisse der Befragung werden im Abschnitt zur Wahrnehmung und Resonanz zu Klimaanpassung in Jena erläutert.

Weitere Maßnahmen zur Klimaanpassung in Jena

Seit Anfang 2020 ist in Jena die Stelle des Klimaschutzprojektkoordinators (Klimamanager*in) besetzt, welche ebenfalls ein Teil der Arbeitsgruppe um Klimaanpassung ist (Interview A1). Klimamanager*innen übernehmen insbesondere Querschnittsaufgaben zur integrierten Betrachtung von Klimaschutz und Klimaanpassung (Klimaleitfaden Thüringen 2020). Für Hitzebelastungen bedeutet dies Beratung, Informationsvermittlung und Netzwerkbildung sowie die Koordination städtischer Aktivitäten zu Klimaanpassung (ebd.). Darüber hinaus arbeitet die Stadt Jena an einem kommunalen Hitzeaktionsplan als Frühwarnsystem im Fall einer Hitzeperiode (Interview A1). Dies beinhaltet Handlungsabfolgen von Akteur*innen, welche im Fall einer sich ankündigenden Hitzewelle, auf die Informationskanäle des DWD zurückgreifen (ebd.). Somit können gezielt Informationen an hitzesensiblen Einrichtungen und Zielgruppen weitergegeben werden, beispielsweise an Senior*innenheime, Schulen, Kitas sowie werktätige Arbeitnehmer*innen im Freien (ebd.).

Außerdem werden in Jena vom Bereich Umweltschutz der Stadtverwaltung jährlich Preisgelder an Einwohner*innen für Fassaden- und Dachbegrünungen auf privaten Grundstücken vergeben (Umweltschutz Jena 2020). Der städtische Wettbewerb wurde 2020 um grüne Klimaoasen erweitert, wobei Vorgärten, Balkons, Innenhöfe und Brachfläche in die Preisvergabe mit einbezogen werden (ebd.). Die Anreize zur Begrünung von Eigenheimen erstreben unter anderem eine Verbesserung des Mikroklimas zur Vorbeugung von Überhitzung und einer Bindung von Luftschadstoffen (ebd.).

Aktuell erfolgt außerdem die Ausarbeitung eines neuen Stadtklimakonzeptes, in welchem auch verstärkt Fragestellungen zur instrumentellen Umsetzung betrachtet werden

sollen (ebd.). Diese beziehen sich auch auf Zielstellungen bei der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung in Verbindung mit Klimaanpassung, beispielsweise die Sicherung von Durchlüftungen oder die Verankerung von Grünflächen in Bebauungsplänen (Interview A1 und A3). Neue städtische Entwicklungsflächen für die nächsten zehn bis 20 Jahre werden im Konzept mit betrachtet (Interview A1). Hierbei werden auch detaillierte Fragestellungen zu Kaltluftströmen sowie baulichen Dichten und Höhen in Bezug zur Adaption einbezogen (ebd.). Im Rahmen von JenKAS konnten instrumentelle Fragestellungen, etwa eine kleinteilige Betrachtung von Klimaanpassung bis zur Ebene eines B-Plans, nicht immer tiefgründig genug betrachtet werden (Interview A1 und A3).

Wahrnehmung zu Hitzebelastungen und Resonanz zu Klimaanpassung in Jena

Zur Unterstützung der Entscheidungsgrundlage im Projekt Grüne Klimaoasen wurde im Jahr 2017 eine systematische Befragung der Einwohner*innen Jenas, zur Wahrnehmung an heißen Tagen und zur Bedeutung der städtischen Grün- und Parkflächen von der FSU Jena, durchgeführt (FSU Jena 2018, 4). Zielstellung war unter anderem zu ermitteln, wie Temperaturanstiege wahrgenommen werden, welche Orte aufgesucht und gemieden werden, welche Bedeutung die städtischen Grünflächen haben und für welche Aktivitäten sie genutzt werden (FSU Jena 2018, 9). Ein zentrales Ergebnis war, dass die Mehrheit der Bevölkerung Jenas die sommerlichen Temperaturanstiege wahrnehmen (FSU Jena 2018, 13). Gleichermaßen empfanden ein großer Teil der Befragten, dass die Temperaturen einen negativen Einfluss auf das physische und psychische Wohlbefinden haben (FSU 2018, 14; 27). Mit steigendem Alter ist auch eine höhere Hitzesensibilität verbunden (FSU Jena 2018, 27).

In der Umfrage sahen die Mehrheit der Befragten die Grün- und Parkflächen Jenas als bedeutsam an (FSU Jena 2018, 15). Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Parkflächen multifunktional genutzt werden vorwiegend für die Aktivitäten Erholen, Ausruhen sowie als Treffpunkt sozialer Aktivitäten (FSU Jena 2018, 27). Bei der Betrachtung der Aufenthaltsorte an heißen Tagen viel auf, dass die Einwohner*innen Jenas naturnahe Bereiche an der Saale oder an Nebenflüssen, wie am Camsdorfer Ufer und an der Leutra, sowie innerstädtische Grünflächen, beispielsweise Paradies oder Prinzessinnen- und Botanischen Garten, bevorzugen (FSU Jena 2018, 16 ff).

Dagegen werden insbesondere Straßen, Wege und Plätze mit wenig Schatten sowie Plätze ohne Grünflächen gemieden, wie etwa der Eichplatz, der Ernst-Abbe-Campus und der Holzmarkt (FSU Jena 2018, 19 f).

Die hohe Anzahl der Teilnehmer*innen an der Befragung zu Klimaoasen in Jena verdeutlicht ein hohes Interesse seitens der Bevölkerung für die Thematik der Hitzebelastungen sowie der Entwicklung innerstädtischer Grünflächen (FSU Jena 2018, 28). In den Interviews wurde ebenfalls von einer verstärkten Wahrnehmung seitens der Stadtbewohner*innen Jenas für Adaption, durch Konzepte und Maßnahmen im Rahmen von JenKAS, ausgegangen (Interview A1, A2 und A3). Dies betrifft insbesondere Maßnahmen, welche die Aufenthaltsqualität in Jena erhöhen, beispielsweise Baumpflanzungen (Interview A3).



Abb. 15: Auswahl Städtische Bereiche, die an heißen Tagen in Jena aufgesucht werden.
Oberes Bild: Camsdorfer Ufer. Unteres Bild: Paradies, Oberaue. Eigene Darstellung



Abb. 16: Beispiele gemiedener Orte an heißen Tagen in Jena. Oberes Bild: Ernst-Abbe-Campus. Unteres Bild: Straßenraum Jenas mit Blick auf den Eichplatz. Eigene Darstellung

3.4 Synthese der Herausforderung und Maßnahmen zu Klimaanpassung in Jena

Durch die positive wirtschaftliche Entwicklung Jenas in Verbindung mit einem Anstieg der Bevölkerung wächst in Jena durch die vorrangige Innenentwicklung und Nachverdichtung der Druck auf bestehende Flächen. Somit ist in Anbetracht der prognostizierten Entwicklung eine Ausweisung neuer Gewerbe- und Wohnflächen für die nächsten zehn bis 20 Jahre notwendig. Eine konsequente doppelte Innenentwicklung entspricht im Wesentlichen den Zielen von Anpassung und Klimaschutz, da eine Begrenzung von Versiegelung im Außenbereich zur Vermeidung von Überhitzung beiträgt (UBA 2014, 136).

Außerdem stiegen in den letzten Jahren die Bevölkerungsanteile von Gruppen an, die besonders sensibel auf Hitzebelastungen reagieren, beispielsweise Senior*innen über 65 Jahre (siehe Abschnitt 3.1). Steigende Temperaturen und Hitzespitzen sowie zukünftig weiter prognostizierte Veränderungen untermauern den Handlungsdruck für die Stadt. Die topografischen Besonderheiten führen wiederum zu einem verminderten innerstädtischen Luftaustausch und einer schnelleren Ausbildung von Wärmeinseln. Die topografischen Verhältnisse schränken andererseits in Verbindung mit zahlreichen Schutzgebieten eine Ausdehnung der Stadt ein. Die Wechselwirkung beider Aspekte sowohl demografisch als auch räumlich-klimatisch bilden die größte Herausforderungen Jenas im Umgang mit Klimaanpassung für Hitzebelastungen (Interview A3). Süßbauer (2016, 201) argumentiert hierbei, dass die geophysische Empfindlichkeit von Kommunen schließlich das Fundament der Entscheidungen für Klimaanpassung bilden.

Die Stadt Jena entschied sich bei Klimaanpassung im Handlungsfeld Hitze für ein inkrementell-strategisches Vorgehen. Aus dem übergeordneten, gesamtstädtischen

Konzept JenKAS wurden schrittweise Anpassungsprojekte ausgegliedert, wie das Stadtbaumkonzept, die Untersuchungen der Wärmebelastungen an Schulen und Kitas sowie grüne Klimaoasen. Wiechmann (2008, 143) spricht sich bei einer adaptiven Strategieentwicklung bewusst für ein inkrementelles Vorgehen aus. Schrittweise und selektive Verbesserungen sind handlungsleitend, um Städte projektorientiert und inkrementell an eine dynamische Umwelt anzupassen (Wiechmann 2008, 143). Somit wird auch, im Gegensatz zum synoptischen Vorgehen, ein sozialer Lernprozess gestaltet, welcher Rahmen für neue regionale Ansätze bietet (ebd.). Süßbauer (2016, 200) unterstreicht diese Position, da Klimawandelfolgen auf der lokalen Ebene mit einer Kombination von schleichenden und extremen Folgen einhergehen, die kaum genau vorhersehbar sind. Von Wichtigkeit ist es auch, dass Klimaanpassung als widerspenstiges Problem und dessen Folgen für einzelne Branchen greifbar und in Worte gefasst werden, um die Thematik in die Handlungsabläufe der Stadtplanung zu integrieren (ebd).

Durch die zahlreichen Publikationen, auch in Kombination zu den Schriftreihen der Jenaer Stadtentwicklung, wird die Thematik Anpassung greifbar und transparent gestaltet. Besonders auffallend ist, dass ein Großteil der Handlungsempfehlungen aus JenKAS sowie die von der Arbeitsgruppe ausgewählten Projekte zur Umsetzung, etwa die Erweiterung der grünen Infrastruktur und die Verwendung klimawandelgerechter Gehölzarten, Eigenschaften von No-Regret Strategien aufweisen. Hierfür sprechen sich auch bewusst die Autor*innen der JenKAS-Studie aus: „[...] Low- oder No-Regret-Charakter haben, somit auch bei Ausbleiben der projizierten Klimawandelauswirkungen eine positive Wirkung entfalten“ (Kurmutz et al. 2012, 83). Dies verdeutlichte sich auch in den geführten Interviews. So führen No-Regret Strategien zur nachhaltigen, angepassten

und schließlich zur „guten“ Stadt (Interview A4). Anpassung wiederum führt zu Resilienz. Gleichmaßen wird dies untermauert durch die überwiegend positive Resonanz der Einwohner*innen Jenas für Maßnahmen, welche die Aufenthaltsqualität in öffentlichen Räumen erhöhen (Interview A3 und A4). Dennoch wird durch die Interviews und Befragung der FSU Jena deutlich, dass an heißen Tagen in Jena die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Bereichen, beispielsweise auf Plätzen, deutlich eingeschränkt ist und diese deshalb gemieden werden. Hierzu werden im abschließenden Teil der Arbeit die ermittelten Bereiche mit hohen Wärmebelastungen mit den Daten zu kleinräumigen Bevölkerungsdichten verbunden, um Hot-Spot Bereiche zu finden, wo insbesondere Maßnahmen zur Anpassung in Form von No-Regret Strategien umgesetzt werden sollten.

Des Weiteren wurde JenKAS als Denkanstoß und Ausgangspunkt für Klimaanpassung gesehen. Gleichzeitig konnte durch die Absicherung von JenKAS als informelles Planungsinstrument durch den Stadtrat im Jahr 2013, Adaption vermehrt als Abwägungsbelange in Planungsprozessen berücksichtigt werden. Informelle Instrumente sind für Klimaanpassung besonders bedeutsam, um Akzeptanz und Risikobewusstsein für das Thema zu erhöhen und um Belange zwischen den Akteur*innen zu vermitteln (Birkmann et al. 2012, 35). Darüber hinaus verdeutlichen unter anderem die Bewerbungen bei ExWoSt-Projekten und die Aufbringung von Ressourcen zur Umsetzung neuer Stellen für Klimaanpassung die städtische Bereitschaft der Umsetzung der Thematik. Auf der anderen Seite ist Anpassung jedoch eins von vielen Abwägungsbelangen in Planungsprozessen und genießt hierbei nicht immer hohe Priorität (Kurmutz et al. 2012, 10). Hinzu kommt, dass informelle Instrumente im Gegensatz zu formellen Instrumenten in der Stadtplanung nicht rechtsverbindlich geregelt sind (ARL o. J.). Dies wurde auch

in den geführten Interviews deutlich, denn die Ergebnisse aus JenKAS konnten nicht immer in Jena bis auf Ebene eines B-Plans interpretiert werden. Die Verknüpfung von Klimaanpassung mit formellen Instrumenten, etwa mit dem F-Plan oder städtebaulichen Sanierungsgebiete, könnte zu einer verbesserten Absicherung von Klimaanpassung führen. Gleichzeitig ist es strategisch sinnvoll Klimaanpassung mit Planungsvorhaben der Stadtplanung zu verknüpfen (Interview A4). Im abschließenden Kapitel der Arbeit werden auf mögliche formelle Aspekte von Klimaanpassung für Jena genauer eingegangen. Dies betrifft einerseits eine möglich planungsrechtliche Absicherung der Empfehlungen für die Hot-Spot Bereiche sowie formelle Regelungen zu Adaption für die Entwicklungsflächen der nächsten zehn bis 20 Jahre.

Ein weiterer Aspekt besteht darin, dass Konzeptionen wie JenKAS und Grüne Klimaoasen von ExWoSt-Fördermitteln abhängig sind. Die Anpassung der sozialen Infrastruktur in Jena erfolgte außerdem ausschließlich auf kommunalem Eigentum. Inkrementelle und projektorientierte Maßnahmen in Jena scheinen demnach auch abhängig von Fördermitteln und Eigentum zu sein. Dies unterstreicht einerseits die Rolle der verbindlichen Bauleitplanung, die unabhängig von den Eigentumsverhältnissen auf Grundstücken für alle Einwohner*innen zwingend gilt (Diepes 2018, 57). Auf der anderen Seite wird deutlich, dass ökonomische- und wettbewerbsorientierte Anreize Klimaanpassung für die Bevölkerung greifbarer machen können. Ein hohes Interesse seitens der Stadtbewohner*innen für Klimaanpassung wurde bereits durch die breite Beteiligung an den Befragungen zu den Hitzebelastungen in Jena deutlich (Interview A2). Somit könnten zusätzliche ökonomische Anreize für die Einwohner*innen Jenas wichtige endogene Potentiale für Klimaanpassung darstellen. Mögliche Anreize werden ebenfalls im ab-

schließenden Kapitel zu den Perspektiven erläutert.

4. lokale Perspektiven für mehr Hitze-Resilienz

Der abschließende Teil der Arbeit über Perspektiven für Hitze-Resilienz in Jena ist in drei Handlungsbereiche gegliedert, die aus der Analyse aggregiert wurden. Zielsetzung der konzeptionellen Ansätze ist es eine Praxis-hilfe zum Handlungsfeld Hitze zu schildern, auf die bei anstehenden Planungsvorhaben in Jena zurückgegriffen werden kann. Zielgruppe sind somit insbesondere städtische Akteur*innen. Gleichzeitig ist der Ansatz ein Leitfaden für Fachplanungen sowie interessierte Bürger*innen.

Methodisch werden die aus dem analytischen Abschnitt der Arbeit ermittelten Flächen mit Hitzebelastungen (siehe Abschnitt 3.2) mit Daten zur Bevölkerungsdichte (siehe Abschnitt 3.1) sowie zusätzlichen Aspekten synthetisiert. Dies erfolgt durch eine Hot-Spot-Analyse zur Ermittlung von besonders vulnerabler Bereichen für die Auswirkungen von Hitze. Nach einer genaueren Untersuchung der Hot-Spot-Bereiche wurde ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, der Empfehlungen in Abhängigkeit der lokalen Gegebenheiten und des Stadtstrukturtyps enthält. In das Portfolio wurden insbesondere No-Regret Ansätze zur Verbesserung der Resilienz integriert, die auch mit den interviewten Akteur*innen diskutiert wurden.

Im zweiten Abschnitt wird der mögliche Einsatz von formellen Planungsinstrumenten erläutert, die zur Absicherung der Handlungsempfehlungen vom ersten Abschnitt eingesetzt werden können. Es ist nötig die Instrumente der formellen Bauleitplanung in Verbindung mit Klimaanpassung zu diskutieren, denn Anpassung kann auf Quartiers-ebene besonderes bei Verfahren der Stadtentwicklung und somit der Stadtplanung

integriert werden. Im dritten Teil werden zusätzliche Perspektiven für ökonomische Anreize und Nachbarschaftsmodelle besprochen, welche flankierende Wirkungen zu den Empfehlungen aus den vorherigen Abschnitten erzielen sollen.

4.1 Natürlicher Cool-Down

Die Bestandsaufnahme zeigte, dass aktuelle Strategien zur Klimaanpassung in Jena, neben baulichen Maßnahmen an sensiblen Einrichtungen, sich insbesondere mit der grünen Infrastruktur und somit den öffentlichen Räumen beschäftigen. So werden beispielsweise durch das Projekt Grüne Klimaoasen besonders defizitäre Bereiche von Grünstrukturen ermittelt und durch das Stadtbaumkonzept für die Stadtstrukturtypen Jenas angepasste Baumarten empfohlen (siehe Abschnitt 3.3). Mit besonders vielseitigen Ökosystemleistungen ist die Aufwertung und Erweiterung der städtischen grünen Infrastruktur besonders gut geeignet, um urbaner Hitze entgegen zu wirken (siehe Abschnitt 2.3). Gleichmaßen sprechen sich Breuste et al. (2016, 184) für eine Förderung natürlicher Prozessabläufe, etwa durch Verdunstungskühlung und Regenwasserinfiltration, statt technischer Lösungen aus. Naturgestützte Lösungen fördern durch lokal und zielgerichtete Maßnahmen die Resilienz auf Quartiersebene (ebd.). Auf ähnliche Weise verdeutlichte die Befragung der FSU Jena, dass die Bewohner*innen Jenas an heißen Tagen insbesondere öffentliche Räume meiden, etwa Plätze und Straßen (siehe Abschnitt 3.3). Dies wurde auch durch die Interviews bestätigt (Interview A2, A3 und A4). Dagegen werden besonderes Bereiche in Wassernähe sowie innerstädtische Parkanlagen aufgesucht (siehe Abschnitt 3.3). Somit betrachtet der konzeptionelle Ansatz besonders die öffentlichen Räume innerhalb der betroffenen Gebiete, gibt aber auch konkrete Empfehlungen zu Gebäudemaßnahmen.

Hot-Spot Analyse

Zur Ermittlung von Bereichen in welchen besonders Maßnahmen zur Klimaanpassung umgesetzt werden sollten wurde eine Hot-Spot-Analyse angewandt. Methodisch orientiert sich das Verfahren an gegenwärtigen, gesamtstädtischen Klimaanpassungskonzepten für das Handlungsfeld Hitze aus Karlsruhe und Freiburg (Stadt Karlsruhe, Stadtplanungsamt 2015; Stadt Freiburg, Stadtplanungsamt 2019). Hot-Spot-Analysen eignen sich gut für eine gesamtstädtische Betrachtung von Adaption, da durch die Überlagerung einzelner Indikatoren besonders vulnerable Bereiche identifiziert werden können (Stadt Freiburg, Stadtplanungsamt 2019, 13). Gleichermäßen sprechen sich Birkmann et al. (2018) für Vulnerabilitätsanalysen aus, um die Informationsbasis einer strategischen Stadtentwicklung für mehr Hitze-Resilienz zu fördern. Der nachfolgend vorgestellte methodische Ansatz versteht sich überwiegend als Ergänzung zu aktuellen Planvorhaben in Jena insbesondere für die Maßnahmen der Klimaanpassung.

Für die Vulnerabilitätsanalyse wurden, die für Hitzebelastungen anfälligen Bereiche (siehe Abschnitt 3.2) mit Einflussfaktoren der Empfindlichkeit von Flächennutzungen zusammenbetrachtet. Nach dem Vorschlag vom UBA (2014, 70) wurden die Indikatoren Bevölkerungsdichte im Zusammenhang zu Bebauungsdichte- und Struktur sowie sensible bauliche Nutzungen verwendet, die besonders empfindlich auf Hitze reagieren. Für die Bevölkerungsdichte (siehe Abbildung fünf) wurden ausschließlich Flächen mit über 100 Einwohner*innen pro Hektar betrachtet. Mueller et al. (2018, 40) sprechen sich ebenfalls für die Verwendung kleinräumiger Daten aus, um deutlich genauere Aussagen für planungsrelevante Prozesse zu ermöglichen. Die Bereiche dienen außerdem als Indikator für besonders hohen Bedarf an Entlastung und Hitzeminderung. Zur Ermittlung der

empfindlichen baulichen Nutzungen wurden gesamtstädtisch Kitas, Schulen, Senior*innenheime und Krankenhäuser verortet. Abbildung 17 zeigt die Synthese der einzelnen Indikatoren.

In der Vulnerabilitätsanalyse wurden insgesamt die elf Hot-Spots Jena-Nord, Damenviertel, Altstadt, Saalepark, Wenigenjena, Jena-West, Jena-Süd, Tatzendpromenade, Göschwitz, Lobeda-Ost und Lobeda-West identifiziert. In Folge dessen wurden die Bereiche mittels Orthofotos und Analysen der Nutzungsstrukturen genauer betrachtet. Im folgenden Abschnitt werden die identifizierten Hot-Spots kurz skizziert.

Auswertung der vulnerablen Bereiche und Einführung des Maßnahmenkataloges

Jena-Nord weist durch die vorwiegende Zeilenbebauung vergleichsweise geringe Versiegelungswerte auf, daher ist auch die Gefahr von Wärmeinselbildungen geringer (siehe Abbildung 19).

Dennoch weißt Jena-Nord durch die überwiegenden Wohnnutzungen hohe Bevölkerungsdichten sowie vereinzelt vulnerable bauliche Nutzungen auf. Außerdem gibt es in Jena-Nord kaum Grünflächen im direkten Wohnumfeld, welche von den Bewohner*innen genutzt werden und die gleichzeitig mikroklimatisch entlastend wirken könnten (FSU Jena 2018, 26). Das südlich angrenzende Damenviertel als Stadterweiterungsgebiet ist vorwiegend durch geschlossene Blockrandbebauungen charakterisiert. Durch die kompakte Bauweise und vorrangigen Wohnnutzungen ist das Quartier auch mit einer der höchsten Dichtewerte sowie hoher Versiegelung gekennzeichnet (siehe Abbildung 20).

In Kombination mit Luftverschmutzungen und Lärmbelastungen der angrenzenden, intensiv befahrenen Bundesstraße (unter

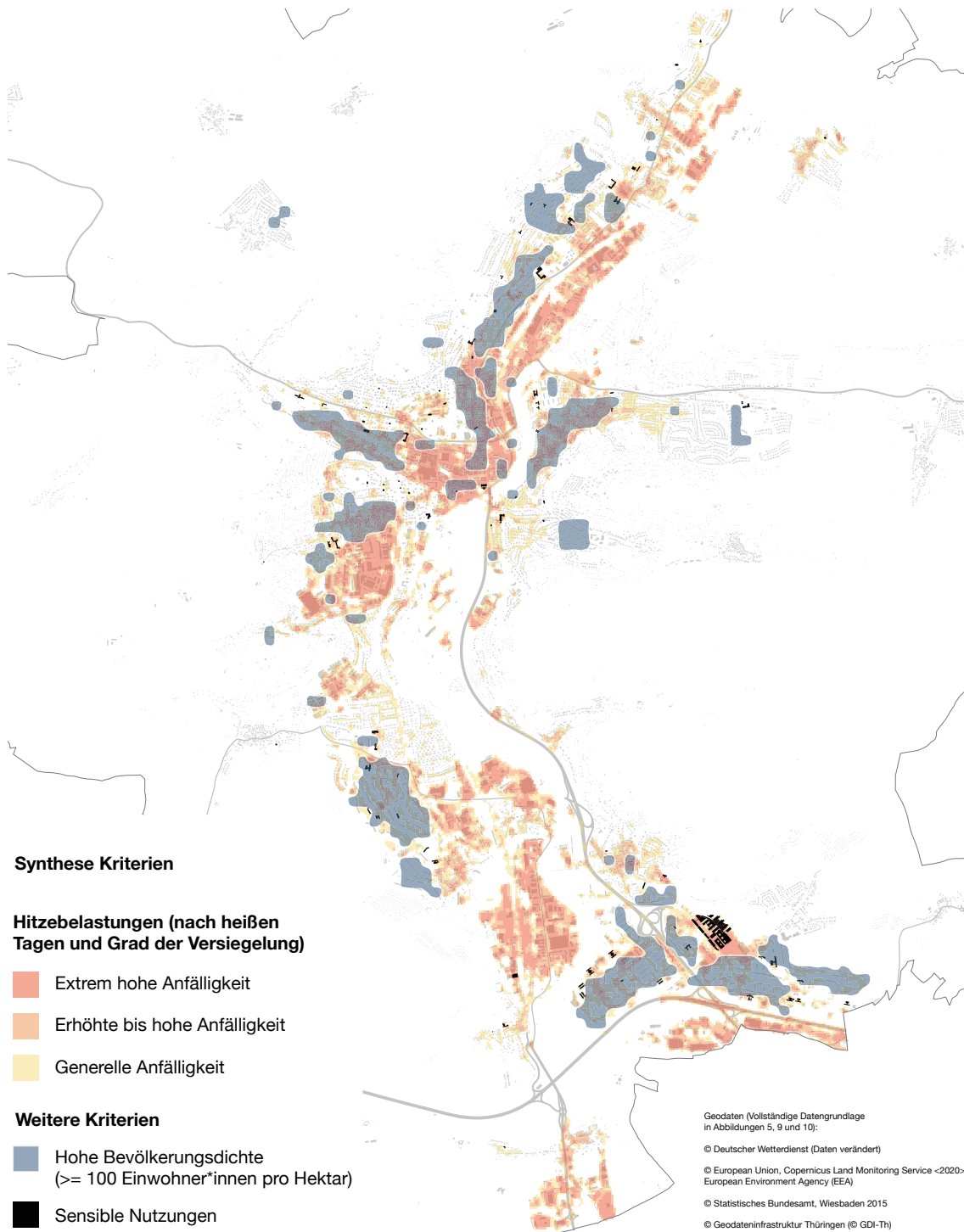


Abb. 17: Synthese der Indikatoren – Identifikation der Hot-Spots. Eigene Darstellung

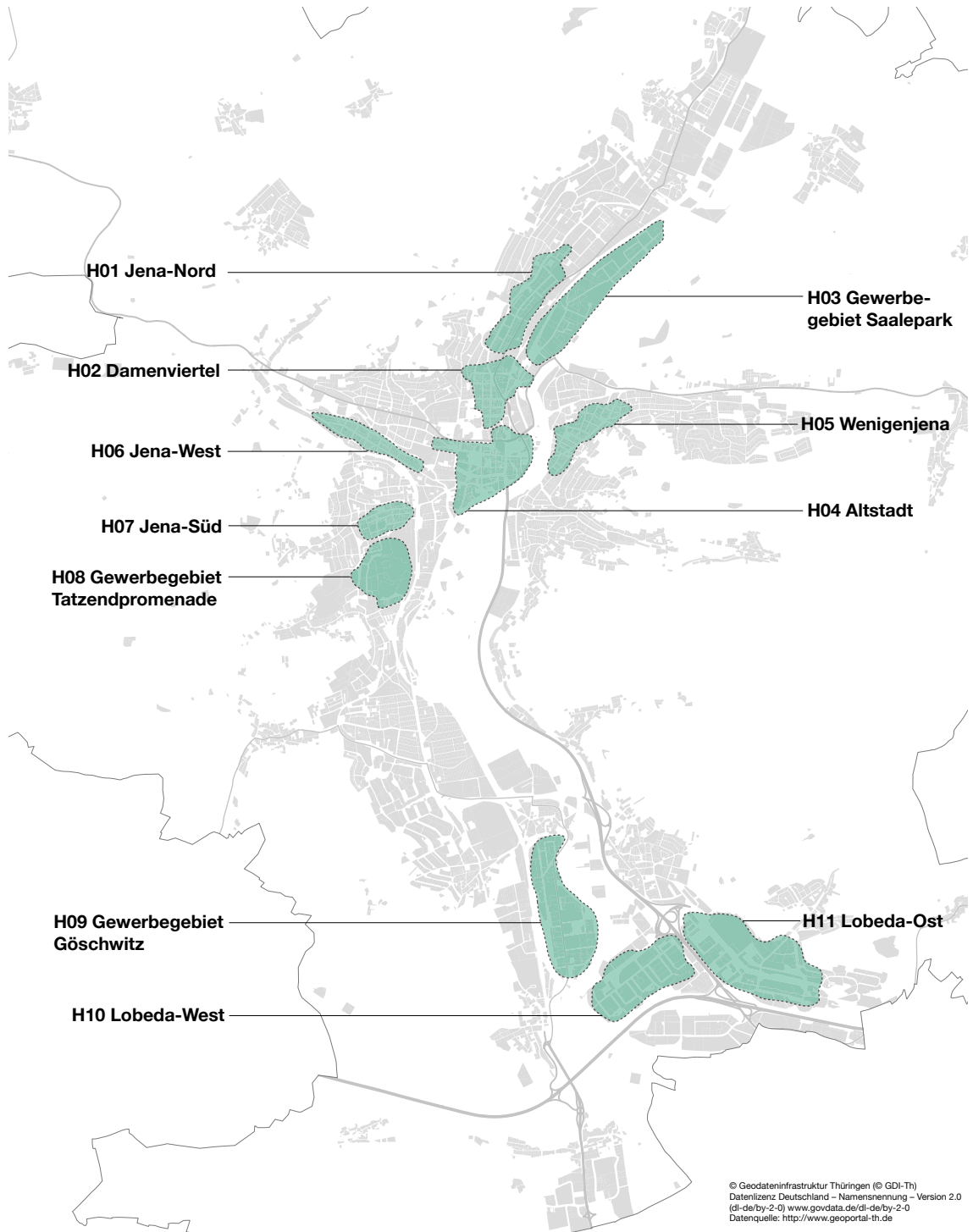


Abb. 18: Jenaer Hot-Spots. Eigene Darstellung



Abb. 19: Straßenraum in Jena-Nord als Beispiel des Stadtstrukturtyps: Block- und Plattenbauweise. Eigene Darstellung



Abb. 20: Damenviertel nördlich der Altstadt als Beispiel des Stadtstrukturtyps: Stadterweiterungsgebiet in geschlossener Bauweise. Eigene Darstellung

anderem Dornburger Straße und Am Anger) kann im Viertel von einer starken Umweltbelastung ausgegangen werden. Die historische Altstadt wurden ebenfalls als Hot-Spot bewertet. Die Nutzungsstrukturen sind multifunktional geprägt durch Wohn- und Mischnutzungen, sowie Einrichtungen für Handel und Dienstleistungen. Die Altstadt ist größtenteils vollversiegelt und somit besonders anfällig für Wärmeinseln. Gleichzeitig werden öffentliche Plätze wie der Eichplatz an heißen Tagen größtenteils gemieden.

Wenigenjena, Jena-West und Jena-Süd wurden ebenfalls als Hot-Spot Standort eingestuft, an denen besonders Maßnahmen zur Klimaanpassung umgesetzt werden sollten. Die Bereiche sind als Stadterweiterungsgebiete in geschlossener Bauweise mit größtenteils Wohnnutzungen sowie vereinzelt Standorten mit Handel und Dienstleistungen gekennzeichnet. Außerdem führen Hitze sowie die viel befahrene Karl-Liebknecht-Straße (Wenigenjena), Lutherstraße (Jena-West) und Westbahnhofstraße (Jena-Süd) zu hohen Umweltbelastungen. Auch die nahezu vollversiegelten Gewerbegebiete Saalepark, Tatzendpromenade und Göschwitz wurden als Hot-Spots eingestuft. Eine hohe Anfälligkeit für Hitzebelastungen sowie die Wärmeemissionen der gewerblichen Nutzungen kann sich besonders negativ auf die Leistungsfähigkeit der Arbeitnehmer*innen auswirken. Hinzu kommen die Umweltbelastungen durch die stark befahrene Bundesstraße Camburger Straße am Saalepark, der Kalaische Straße bei Tatzendpromenade sowie die Landesstraße Göschwitzer Straße. Lobeda-West und Lobeda-Ost weisen durch die primär vorhandenen Zeilenstrukturen und vergleichsweise geringen Versiegelungswerte weniger Hitzebelastungen auf. Dennoch sind beide Quartiere durch hohe Bevölkerungsdichten sowie zahlreiche vulnerable bauliche Nutzungen charakterisiert, darunter auch die Universitätsklinik in Lobeda.

Wenn Nachverdichtung innerhalb der Hot-Spot Bereiche geplant ist, sollte dies nur in klimaoptimierter Weise erfolgen. Nach der genaueren Untersuchung der einzelnen Hot-Spots wurde außerdem ein Maßnahmenkatalog für Klimaanpassung aggregiert. In das Portfolio wurden insgesamt 22 Handlungsempfehlungen übernommen für übergeordnete Zielsetzungen (Ü01-Ü06), lokale Ansätze (L01-L11) und Maßnahmen am Objekt selbst (G01-G06). Die Zusammenstellung erfolgte insbesondere durch die im Abschnitt 2.3 vorgestellten Ansätze. Zusätzlich wurden aber auch Empfehlungen aus der betrachteten Literatur übernommen (u. a. Breuste et al. 2016; Baumüller 2018; Henninger und Weber 2019). Anschließend wurden die Hot-Spot Bereiche nach der Anwendbarkeit der Maßnahmen überprüft. Dies erfolgte sowohl mittels der analysierten Kriterien als auch deren Stadtstrukturtypen und städtebaulichen Typologien. Abbildung 21 illustriert die Handlungsempfehlungen für die jeweiligen Bereiche. Für die farblich hervorgehobenen Felder werden jeweils die Maßnahmen empfohlen. Der Katalog hat jedoch nicht den Anspruch einer vollständigen Aufzählung, denn das Baustein-Prinzip kann flexibel angepasst werden.

Die Hot-Spot Analyse dient vorwiegend der Priorisierung für die Standortauswahl der Maßnahmen. Die Empfehlungen können außerdem mit bisherigen Konzepten der Klimaanpassung in Jena verknüpft werden, etwa der Auswahl geeigneter Gehölzarten durch das Stadtbaumkonzept. Auch außerhalb der Hot-Spots treten Wärmebelastungen in Jena auf für die Maßnahmen erforderlich sind. Dennoch sollten die Ansätze vorwiegend in den vulnerabelsten Bereichen umgesetzt werden.

		Block- und Plattenbauweise			Stadterweiterung geschlossene Bauweise				Altstadt	Gewerbe- und Sondergebiet		
		H01	H10	H11	H02	H05	H06	H07	H04	H03	H08	H09
Ubergreifende Maßnahmen	Erhalt und Schaffung von Grünflächen	U01	U01	U01	U01	U01	U01	U01	U01	U01	U01	U01
	Vernetzung der grünen Infrastruktur	U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02	U02
	Erhaltung der blauen Infrastruktur	U03	U03	U03	U03	U03	U03	U03	U03	U03	U03	U03
	Erhalt und Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten	U04	U04	U04	U04	U04	U04	U04	U04	U04	U04	U04
	Sicherung von Durchlüftung	U05	U05	U05	U05	U05	U05	U05	U05	U05	U05	U05
lokale Maßnahmen	Beschattung durch Straßengrün	L01	L01	L01	L01	L01	L01	L01	L01	L01	L01	L01
	Beschattung öffentlicher Räume (insbesondere Plätze)	L02	L02	L02	L02	L02	L02	L02	L02	L02	L02	L02
	Neueinrichtung von Pocketparks	L03	L03	L03	L03	L03	L03	L03	L03	L03	L03	L03
	Wasser erlebbar machen	L04	L04	L04	L04	L04	L04	L04	L04	L04	L04	L04
	Erhalt von Bäumen im Blockinnenbereich	L05	L05	L05	L05	L05	L05	L05	L05	L05	L05	L05
	Begrünung von Innenhöfen	L06	L06	L06	L06	L06	L06	L06	L06	L06	L06	L06
	Oberflächenentsiegelung	L07	L07	L07	L07	L07	L07	L07	L07	L07	L07	L07
	Rückbau und Entdichtung	L08	L08	L08	L08	L08	L08	L08	L08	L08	L08	L08
	Begrünung der Straßenbahngleise	L09	L09	L09	L09	L09	L09	L09	L09	L09	L09	L09
	Beschattung von ÖPNV-Haltestellen	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
	Teilentsiegelung von Parkplätzen	L11	L11	L11	L11	L11	L11	L11	L11	L11	L11	L11
Gebäude Maßnahmen	Energetische Gebäudesanierung	G01	G01	G01	G01	G01	G01	G01	G01	G01	G01	G01
	sommerlicher Wärmeschutz	G02	G02	G02	G02	G02	G02	G02	G02	G02	G02	G02
	Verschattung von Gebäuden	G03	G03	G03	G03	G03	G03	G03	G03	G03	G03	G03
	Erhöhung der Oberflächenalbedo	G04	G04	G04	G04	G04	G04	G04	G04	G04	G04	G04
	Fassadenbegrünung	G05	G05	G05	G05	G05	G05	G05	G05	G05	G05	G05
	Dachbegrünung	G06	G06	G06	G06	G06	G06	G06	G06	G06	G06	G06

 Maßnahme unabhängig von Stadtstruktur empfohlen
  Maßnahme empfehlen für Stadtstrukturtyp
  Maßnahme nicht empfehlen
 *Farbe der Maßnahmen siehe Abbildung 12

Abb. 21: Maßnahmenkatalog Klimaanpassung für die Hot-Spots. Eigene Darstellung

4.2 Klimagerechtes Flächenmanagement

Die eigentliche Umsetzung von Anpassung, so auch die Ansätze des Maßnahmenkataloges, erfolgt besonders durch anstehende Planungsprozesse in Verbindung mit den Instrumenten und Verfahren der Stadtplanung (siehe Abschnitt 2.3). In den Interviews wurde auch besprochen, dass im neuen Stadtklimakonzept von Jena vermehrt Fragen zur formellen Bauleitplanung in Verbindung zu Klimaanpassung betrachtet werden sollen (Interview A1 und A3). Die folgenden Vorschläge beziehen sich direkt auf das Konzept und geben Hinweise auf deren mögliche Umsetzung. Als Referenz der Vorschläge wurden Empfehlungen für ein klimagerechtes Flächenmanagements aus Erfurt mit einbezogen (Landeshauptstadt Erfurt, Stadtverwaltung 2018).

Vorbereitende Bauleitplanung

Bei Klimaanpassung kommen den Darstellungen und Festsetzungen in der vorbereitenden Bauleitplanung eine wichtige Rolle zu (UBA 2014, 79 ff). Nach § 5 BauGB können Maßnahmen getroffen werden, die besonders tagsüber zur Minderung von Wärmebelastungen beitragen und die eine nächtliche Abkühlung der überhitzten Flächen fördern (UBA 2014, 79). Im Wesentlichen betrifft dies im Flächennutzungsplan Darstellungen zu von Hitze belasteter Stadtgebiete, Schutz- und Sanierungszonen des Stadtklimas, maximale bauliche Dichten, Flächen zur Erhaltung und Neuschaffung von Grünflächen und die Absicherung der Wasserversorgung, etwa durch Bodenentsiegelungen und Versickerung von Niederschlagswasser (ebd.). Festlegungen im F-Plan können gleichermaßen die Frisch- und Kaltluftversorgungen adressieren. Dies betrifft Darstellungen von Kaltluftentstehungsgebieten- und Leitbahnen, Grünflächen, beispielsweise entlang von Fließgewässern und Talauen sowie die Verknüpfung der innerstädtischen und regio-

nen Grünzügen mit der Zielstellung diese von Bebauung und anderen störenden Hindernissen freizuhalten (siehe auch Reversibile-Strategien im Abschnitt 2.3).

Für das Stadtklima wichtige innerstädtische Ausgleichsflächen, wie zum Beispiel Paradies, müssen geschützt und erhalten werden. Gleichmaßen sollte eine konsequente Vernetzung der Grünflächen angestrebt werden, etwa durch die Maßnahmen aus Abschnitt 4.1. Dies könnte durch eine langfristige Weiterentwicklung und durchgängige Begrünung der Saaleue erfolgen. Eine Absicherung von klimawirksamen Grünflächen kann in der vorbereitenden Bauleitplanung durch § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB erfolgen (Diepes 2018, 56). Neue Flächen zur Begrünung könnten insbesondere bisher unzugängliche Flächen, etwa in Jena-Nord, betreffen. Außerdem würden Renaturierungen von Nebenbächen der Saale in Jena, etwa der Leutra, positive mikroklimatische Auswirkungen haben und naturräumliche Elemente erlebbarer machen. Bereiche mit Kaltluftzufuhr, etwa aus den Seitentälern Jenas, sollten durch Baubeschränkungen abgesichert werden. Dies kann durch Darstellungen im F-Plan durch § 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB erfolgen (Diepes 2018, 55).

Verbindliche Bauleitplanung

Die Möglichkeiten von Festsetzungen in der verbindlichen Bauleitplanung nach § 9 Abs. 1 BauGB sind ein wirkungsvolles Instrument der Umsetzung von klimarelevanter Maßnahmen auf Vorhabensebene (Diepes 2018, 57). Bebauungspläne sollen aufgestellt werden „[...] sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist“ (§ 1 Abs. 3 BauGB). Da in den nächsten zehn bis 20 Jahren in Jena neue Flächen ausgewiesen werden sollen, kommen B-Plänen eine wichtige Rolle zu, um Adaption auf Vorhabensebene zu integrieren. Beispielhaft dafür können bei der Förderung einer kom-

pakten Bauweise, die Anordnungen der baulichen Anlagen sowie die Absicherung von Durchlüftungsbahnen durch §§ 9 Abs. 1 Nr. 1-3 BauGB integriert werden (Diepes 2018, 57). Weitere Konkretisierungen können etwa durch Festsetzungen von Baugrenzen, Baulinien, Bebauungstiefen und offenen oder geschlossenen Bauweisen erreicht werden (ebd.).

Zur Betrachtung, wie Maßnahmen der Klimaanpassung in Bebauungsplänen festgelegt werden, wurden die B-Pläne in Jena gesichtet, die seit 2013 rechtskräftig gelten. Das Jahr 2013 wurde gewählt, da die JenKAS Studie 2012 abgeschlossen wurde. Sieben von zwölf B-Plänen enthielten konkrete Festsetzungen, die Maßnahmen der Adaption zuzuordnen sind. Bei einem B-Plan davon allerdings nur auf Nebenanlagen. Vier der Pläne verwiesen in deren Begründungen sogar direkt auf die Erkenntnisse und Empfehlungen aus JenKAS. Außerdem wurden teilweise die Baumartenempfehlungen des Stadtbaumkonzeptes mit verwendet. Beispielhafte Festsetzungen aus Jenaer Bebauungsplänen für Dach- und Fassadenbegrünung sind: „50% der Dachflächen von Flachdächern (0° - 5°) je Baufeld sind zu begrünen, sofern diese nicht durch Solar-/Fotovoltaikanlagen belegt sind. Alternativ kann 20% Fassadenbegrünung je Baufeld realisiert werden“ (Stadt Jena 2017a). Und für die Auswahl von Bäumen nach dem Stadtbaumkonzept: „Alle zu pflanzende Bäume sind entsprechend dem Stadtbaumkonzept [...] auszuwählen und mit einem Mindeststammumfang zu pflanzen“ (Stadt Jena 2017d). Bei der Auswertung der sieben Bebauungspläne, die Maßnahmen zur Adaption festlegten war auffallend, dass drei der B-Pläne Wohngebiete, zwei Mischgebiete und nur ein Plan ein Sondergebiet betraf.

Auffallend waren außerdem die beiden Bebauungspläne „Friedensberg-Terrassen“ (Stadt Jena 2013b) und „Am Oelste“ (Stadt

Jena 2018b), die durch teils sehr differenzierte Festsetzungen besonders viele Maßnahmen der Anpassung in den jeweiligen Begründungen integrierten. Bei den „Friedensberg-Terrassen“ waren dies unter anderem Beschränkungen der zulässigen Grundflächenzahlen und Geschossigkeiten, die Verwendung von heller Fassadenmaterialien, Verschattung von Flächen, Verwendung wasserdurchlässiger Flächen für Gehwege, extensive Dachbegrünungen sowie die Verwendung trockenresistenter Baumarten (Stadt Jena 2013b, 8). Der Entwurf war auch Preisträger des deutschen Bauherrenpreises von 2018 sowie des Jenaer Preises für grüne Klimaoasen im Jahr 2019.

Beim Entwurf des „Klimawandelgerechten Stadtteil – Am Oelste“ wurde besonders darauf geachtet die Belange des Klimaschutzes und der Anpassung zu beachten (Stadt Jena und Dezernat Stadtentwicklung und Umwelt 2017, 42). Gewählt wurde eine flächensparende, kompakte Bauweise mit möglichst geringem Flächenbedarf je Einwohner*in sowie eine intensive Begrünung der Freiräume (ebd.). Im B-Plan konnten die Ziele weiter ausdifferenziert werden, etwa durch die Festsetzung von 31,1 Prozent Grünflächen im Geltungsbereich, die Auswahl von resistenten Bäumen nach dem Stadtbaumkonzept und der Begrünung der Dächer (Stadt Jena 2018b, 37; 42).

Die beiden Beispielen zeigen wie sorgfältige, ausdifferenzierte Abwägungen die Belange von Klimaanpassung auf Vorhabensebene mit integrieren können. Sie verdeutlichen außerdem, dass Maßnahmen der Anpassung mit einer hochwertigen, vielfältigen architektonischen Qualität einhergehen. Für die zukünftigen Entwicklungsflächen sollte die Integration von Anpassung ähnlich wie bei den B-Plänen „Friedensberg-Terrassen“ und „Am-Oelste“ der Standard werden. Es sollte weiterhin auf eine flächensparende, kompakte Bauweise mit ausreichend Begrü-

Jahr	Nummer B-Plan	Bezeichnung B-Plan	Stadtteil	Art der baulichen Nutzung	Maßnahmen im Bereich Klimaanpassung (Auswahl)
2013	VBB-733	Wohnen mit Weitblick - Friedensberg-Terrassen	Jena-Süd	Reines Wohngebiet; Allgemeines Wohngebiet	<ul style="list-style-type: none"> - Beschränkung zulässigen Grundflächenzahl und Geschossigkeit - Verwendung heller Fassadenmaterialien - Verschattung von Flächen - Gliederung der Räume mit größter Rauigkeit zur Reduktion der Verdunstung - wasserdurchlässige Materialien für Fuß- und Gartenwege, Stellplätze und Zufahrten - Ausführung extensiver Dachbegrünung - Verwendung trockenresistenter Baumarten - Errichtung einer Regenrückhaltung - Ausschluss von festen Brennstoffen in kaltauftauschgefährdeten Gebieten zur Vermeidung der Anreicherung von Luftschadstoffen
2014	VBB-Lb 04.1	Modernisierung und Erweiterung Gartencenter OBI Bau- u. Heimwerkermarkt	Jena-Nord	Sondergebiet für großflächigem Einzelhandel	keine Maßnahmen konkret benannt oder festgelegt
2016	B-Is 01	Im Semsenfleck und am Vogelherde / im Kellsel	Issersted	Gewerbegebiet; Sondergebiet	keine Maßnahmen konkret benannt oder festgelegt
2016	B-Wj 13	Schulstandort Jenzigweg	Wenigenjena	Fläche für den Gemeindebedarf	keine Maßnahmen konkret benannt oder festgelegt
2016	VBB-Ma 04	Erweiterung der Landesärztekammer	Maua	Büro- und Verwaltungsgebäude	keine Maßnahmen konkret benannt oder festgelegt
2017	B-737	Mittlerer Spitzweidenweg	Jena-Nord	Mischgebiet; eingeschränktes Gewerbegebiet	<ul style="list-style-type: none"> - Begrünung von 50% der Dachflächen, alternativ 20% Fassadenbegrünung je Baufeld - Vermeidung von Versiegelung - Regenwasser vor Ort versickern - Baumpflanzungen nach Stadtbaumkonzept
2017	B-Lo 08	Kastanienstraße	Neulobeda	Mischgebiet	keine Maßnahmen konkret benannt oder festgelegt
2017	B-Wj 16	Umbau Ernst-Abbe Fußballarena	Wenigenjena	sonstiges Sondergebiet	Begrünung auf 80% der Dachfläche (vom Sondergebiet)
2017	B-Zw 05	Wohngebiet beim Mönchenberge	Zwätzen	Allgemeines Wohngebiet	<ul style="list-style-type: none"> - extensive Begrünung von 50% aller Dachflächen - klimawirksame Beschattung versiegelter Flächen - lineare Baumpflanzung entlang Straße nach Stadtbaumkonzept zur Biotopvernetzung - Verwertung und Versickerung von Niederschlagswasser auf Grundstücken
2018	B-J 03	Inselplatz	Jena-Zentrum	Mischgebiet; Kerngebiet; Sondergebiet	<ul style="list-style-type: none"> - extensive Dachbegrünung - Fassadenbegrünung - Baumpflanzungen als Alleen
2018	B-Zw 06	Am Oelste - Neues Wohnen Jena-Zwätzen	Jena-Zwätzen	Allgemeines Wohngebiet	<ul style="list-style-type: none"> - Baumpflanzungen nach Stadtbaumkonzept - Dachbegrünung - 37,1% Grünflächen im Geltungsbereich des B-Plans - überwiegend geschlossene Blockrandbebauung
2018	VBB-LH 02	Wohn- und Geschäftshäuser Carl-Zeiss Promenade	Lichtenhain	Mischgebiet	Begrünung Tiefgarage (Nebenanlage)

* Ausgewertete B-Pläne: Stadt Jena 2013b; Stadt Jena 2014; Stadt Jena 2016a; Stadt Jena 2016b; Stadt Jena 2016c; Stadt Jena 2017a; Stadt Jena 2017b; Stadt Jena 2017c; Stadt Jena 2017d; Stadt Jena 2018a; Stadt Jena 2018b; Stadt Jena 2018c

Abb. 22: Festlegungen von Maßnahmen der Klimaanpassung in Jenaer Bebauungsplänen seit 2013. Eigene Darstellung



Abb. 23: Friedensberg-Terrassen in Jena-Süd. Eigene Darstellung

nung sowie einer Absicherung der Durchlüftung geachtet werden. Darüber hinaus ist die doppelte Innenentwicklung als Leitbild Jenas weiter konsequent umzusetzen. Außenentwicklungen und Suburbanisierungsprozesse widersprechen den Zielen einer klimaschützenden, angepassten Stadt und würden darüber hinaus die vielfältige, unberührte Kulturlandschaft Jenas einschränken.

Dachbegrünungen und andere Maßnahmen sollten nicht nur der Standard bei Wohn- und Mischgebieten werden, sondern auch bei Gewerbe- und Sondergebieten mit betrachtet werden. Hierbei wäre ebenfalls die Einführung einer Gründachverordnung grundsätzlich sinnvoll, wie sie etwa in der Landesbauordnung von Baden-Württemberg und der Münchener Freiraumgestaltungssatzung von 1996 Pflicht ist (Richter und Dickhaut 2019, 44). Mit einer Gründachverordnung könnte auch flächendeckend

Einfluss auf Bauvorhaben genommen werden, die sich nach § 34 BauGB auf nichtbeplante Innenbereiche beziehen (ebd.).

4.3 Was passiert in der Nachbarschaft?

Neben dem Maßnahmenkatalog und dem verstärkten Einsatz planungsrechtlicher Instrumente könnten ökonomische Anreize für Klimaanpassung zusätzliche endogene Potentiale entfalten. Da sich die vorherigen Empfehlungen in Teilen auf die öffentlichen Räume Jenas oder auf Flächen beziehen, die im städtischen Eigentum sind, versuchen die folgenden Empfehlungen insbesondere private Flächen zu adressieren. Bei Klimaanpassung auf privaten Grundstücken sind weiterhin gute Beispiele gefragt, die als Vorbild für andere gelten könnten (Interview A4). Die Stadt Jena geht diesem Wunsch durch den städtischen Preis für Fassaden- und Dachbegrünungen nach, der 2020 um grü-



Abb. 24: Perspektive des Entwurfs zum Stadtteil „Am Oelste“. Klaus Theo Brenner Stadtarchitektur.
URL: <https://www.klaustheobrenner.de/maps.html?p=60&s=4>. 15.08.2020.

ne Klimaoasen erweitert wurde, etwa Begrünungen von Innenhöfen (siehe Abschnitt 3.3). Dieser städtische Wettbewerb sollte beibehalten und erweitert werden, unter anderem um höhere Preisgelder oder die Anzahl der Teilnehmer*innen. Außerdem könnten von der Stadt ausgehend sogenannte Baumpatenschaften eingeführt werden, wie sie beispielsweise in Weimar praktiziert werden (Weimar, Stadtverwaltung o. J.). Das Konzept zielt darauf ab mittels Spendengelder innerstädtischen Neupflanzungen von Bäumen zu finanzieren (ebd.).

Parallel dazu gewähren die Wasserver- und -entsorger Jenas einen finanziellen Anreiz zur Ausbindung von Niederschlagswasser (Knopf und Maercker 2017, 6). JenaWasser beispielsweise erheben jährlich 0,52 Euro pro m² bei privaten vollversiegelten oder befestigten Flächen, die an die Kanalisation angeschlossen sind (JenaWasser o. J.). Bei

teilversiegelten Flächen, begrünten Dächern und bei wasserdurchlässigen Bereichen ist der Beitrag geringer (ebd.). Anders formuliert erhebt diese sogenannte Niederschlagsgebühr oder gesplittete Abwassergebühr neben der Gebühr zur Reinigung und Ableitung von häuslichen Abwasser einen weiteren Anteil für das abgeleitete Niederschlagswasser (Richter und Dickhaut 2019, 45). Die gesplittete Abwassergebühr ist somit in geringem Ausmaß auch ein Anreiz zur nachträglichen Entsiegelung von Grundstücken sowie beim Neubau. Ein Ansatz könnte darin bestehen den Beitrag der Niederschlagswassergebühr zu erhöhen und gleichzeitig die Einsparung bei teilversiegelten und wasserdurchlässigen Flächen zu verringern. Andere Kommunen verlangen deutlich höhere Beiträge. Berlin beispielsweise erhebt 1,80 Euro und Köln 1,31 Euro pro m² (Richter und Dickhaut 2019, 46).

Finanzielle Begünstigungen und Hilfen durch Förderprogramme können darüber hinaus Bauherren bei der Auswahl von Maßnahmen der Anpassung auf Gebäudeebene unterstützen. In Thüringen existiert bereits durch die Thüringer Aufbaubank das Förderprogramm „Klima Invest – Kommunale Klimaschutz- und Klimafolgenanpassungsmaßnahmen“ (Thüringer Aufbaubank 2020). Das Förderprogramm gewährt allerdings vorwiegend finanzielle Unterstützung auf Landes- und Gemeindeebene (ebd.). Bei Anpassung betrifft dies beispielsweise die Erstellung von Klima- und Verwundbarkeitsanalysen (ebd.).

In Hamburg existierte von 2015 bis Ende 2019 ein städtisches Förderprogramm zur Dachbegrünung (Richter und Dickhaut 2019, 48). Im Zeitraum des Projektes wurde etwa 3,2 Hektar Nettovegetationsfläche (extensive und intensive Dachbegrünung) an Dachbegrünungen gefördert (ebd.). Ein eigenes städtisches Förderprogramm in Jena könnte im Gegensatz zu Festlegungen in B-Plänen die freiwillige Begrünung von Dächern finanziell unterstützen. Die Thüringer Aufbaubank könnte als Akteur das Förderprogramm mitfinanzieren.

5. Fazit und Diskussion

Der Großteil der Jenaer*innen lebt im Talbereich der Stadt, in welchem seit Jahren die Temperaturen ansteigen. Auch die Klimasignale der Sommer- und heißen Tage stiegen kontinuierlich an. So kann für die nahe Zukunft (2021-2050) von annähernd einer Verdoppelung der heißen Tage im Vergleich zur Klimareferenzperiode (1961-1990) ausgegangen werden. Innerhalb der Tallage kommt es zu weniger Luftaustausch sowie zu einer schnelleren Ausbildung von Wärmeinseln. In Messkampagnen wurde dies mehrfach nachgewiesen (u.a. Hoffmann et al. 2014). Mit dem Voranschreiten des Klimawandels kann einerseits mit einer Intensivierung der Temperaturen wie auch der Klimasignale ausgegangen werden. Außerdem werden Hitzewellen die negativen Auswirkungen der städtischen Wärmeinseln weiter verschärfen. Durch den Klimawandel werden somit gegenwärtige Problemlagen weiter angekurbelt. Handlungsbedarf für Klimafolgenanpassung besteht insbesondere für die räumlichen Planung.

Die Stadt Jena beschäftigt sich bereits seit den 1990er Jahren intensiv mit Themen des Klimaschutzes und wurde hierbei mehrfach Preisträger des EEA-Awards. Anders verhielt es sich mit der Anpassung an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels. Denn Klimaanpassung wurde in den Kommunen der Bundesrepublik erst durch die DAS von 2008 auf der lokalpolitischen Agenda thematisiert. Im Jahr 2008 wurden in Jena erste Überlegungen zu Adaption vom Bauausschuss bestätigt, die im Jahr 2009 zu einer Vorstudie der eigentlichen gesamtstädtischen Anpassungsstrategie führten. Nachdem dann aus Berlin im Jahr 2009 der Startschuss für kommunale Klimaanpassung durch ein ExWoSt-Forschungsprojekt kam, konnte sich Jena durch die frühzeitigen Überlegungen und in Folge der Vorstudie erfolg-

reich auf das Projekt bewerben. Zwischen 2009 bis 2012 wurde die Jenaer Klimaanpassungsstrategie implementiert. Einerseits war Jena somit eine der ersten Städte, die sich gesamtstädtisch mit der Thematik Anpassung auseinandersetzten. Andererseits wurde in der Studie im Gegensatz zu anderen Modellkommunen alle relevanten Bereiche und Handlungsfelder für Adaption untersucht.

Vor diesen Hintergründen wurde in der Arbeit die Forschungsfrage gestellt, wie die Notwendigkeit der Klimaanpassung in Jena umgesetzt werden soll, damit sich die Stadt auf weiter steigende Hitzebelastungen einstellen und Hitze-Resilienz fördern kann? Zur Eingrenzung der Thematik wurde sich ausschließlich mit Hitze beschäftigt, da die entstehenden Belastungen alle Einwohner*innen betreffen. Mittels Literatur- und Dokumentenanalysen zu den Maßnahmen für Adaption sowie Leitfaden gestützter Interviews mit lokalen Akteur*innen für Klimaanpassung wurde der Versuch unternommen empirisch die lokalen Handlungsmuster zur Strategieentwicklung für Klimaanpassung zu analysieren (Vgl. Wiechmann 2008, 167). Des Weiteren wurden mittels GIS-gestützter Analysen die Identifizierung räumlicher Cluster erprobt, in welchen besonders die Maßnahmen zur Adaption umgesetzt werden sollten.

Eine erste Hypothese der Arbeit besagt, dass das inkrementelle, strategische Vorgehen der Stadt eine besonders erfolgreiche Klimaanpassung ermöglichte. Die Hypothese wurde unter anderem durch das Modell zur inkrementellen Adaption von Wiechmann (2008, 166) entwickelt. Abbildung 19 skizziert die Umsetzung von Anpassung in Jena. Die in Klammern befindlichen Zahlen stehen für die Handlungsmuster.

Durch die JenKAS-Studie wurde der Aufgabenbereich der Klimaanpassung direkt in die Stadtentwicklung integriert. Dies war

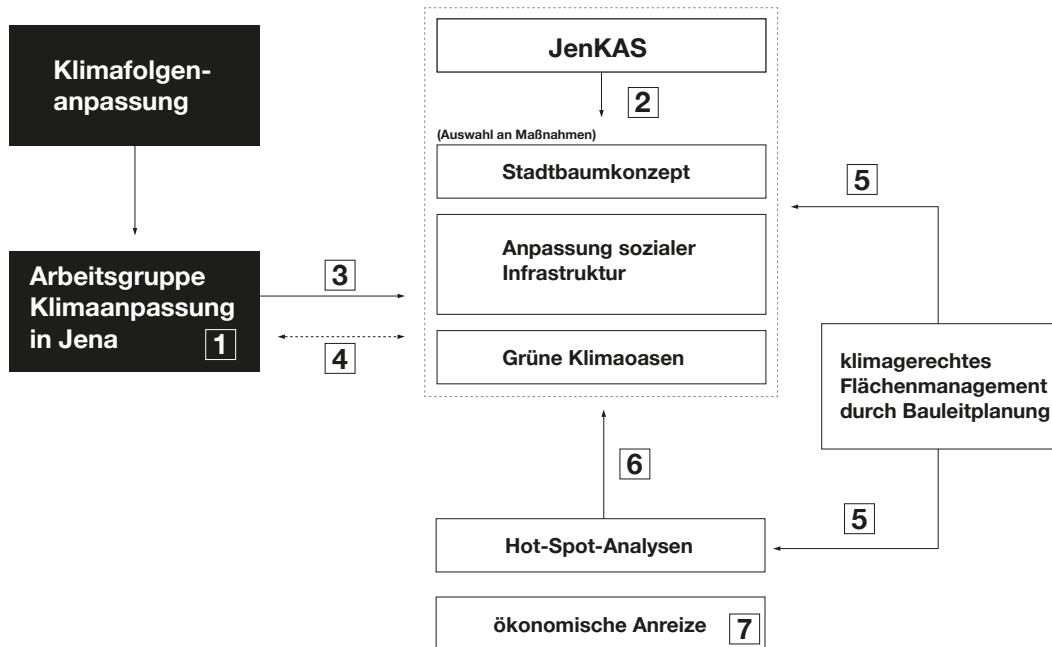


Abb. 25: Umsetzung der Klimaanpassung in Jena und Integration der Handlungsempfehlungen. Eigene Darstellung

ein wichtiger Grundstein für eine erfolgreiche Anpassung. Denn fortan konnte, durch die eigentlich aus verwaltungstechnischen Gründen erfolgte Aufgabenteilung, Adaption verstärkt bei anstehenden Planungen mit bedacht werden. Gleichzeitig kamen entscheidende Impulse von der etablierten, interdisziplinären Akteurskonstellation um Klimaanpassung (3). Da es sich bei Adaption um eine sehr komplexe Thematik handelt, gar um ein „wicked Problem“ (Süßbauer 2016, 51), bedarf es an zahlreichen Akteur*innen aus verschiedenen Disziplinen. Dies traf in Jena auf besonders fruchtbaren Boden, denn die Stadt ist durch die bestehenden, lokalen Forschungseinrichtungen für Maßnahmen der Adaption gut aufgestellt (1).

In Folge des ExWoSt-Forschungsprojektes wurden einzelne Maßnahmen aus der übergeordneten Gesamtstrategie JenKAS angekoppelt (2). Diese Handlungsmuster ent-

sprechen einem strategisch, inkrementellen Vorgehen. Dieses Vorgehen ist im Gegensatz zu einer synoptischen Planung für Klimaanpassung grundsätzlich sinnvoll und erstrebenswert (Wiechmann 2008, 143). Denn projektorientiertes Vorgehen mit schrittweisen, selektiven Handlungen ermöglichen die Adaption an eine dynamische, sich verändernde Umwelt (ebd.).

Klimaanpassung wird in Jena fortan in einem Forschungs-Praxis-Dialog geführt (4). Anpassung kann in Kombination von Forschungsbemühungen mit konkreten Planungen lokal verknüpft, umgesetzt und reflektiert werden. Neben dem Aspekt von Machbarkeit führt dies somit auch zu einem sozialen Lernprozess (Süßbauer 2016, 198). Denn Projekte bauen in Jena auf den Ergebnissen vorheriger Arbeiten auf, beispielsweise durch die Befragungen der Einwohner*innen zu Hitzebelastungen. Oder etwa werden im neuen

Stadtklimakonzept vermehrt die Aspekte der formellen Bauleitplanung als in JenKAS betrachtet. Bei den Projekten wurden darüber hinaus der Fokus auf die zukünftige Entwicklung des Klimas gelegt (u.a. Stadtbaumkonzept). Diese Handlungsmuster sind auf die Erkenntnis zurückzuführen, dass der Klimawandel gegenwärtige Probleme weiter intensivieren wird. Durch proaktives Handeln der Akteur*innen werden bewusst und konkret bei stadtplanerischen Entscheidungen die zukünftigen Entwicklungen des Klimas mit einbezogen (Süßbauer 2016, 180). Lösungen für Ungewissheiten werden durch Entscheidungen getroffen, die zukünftig ebenfalls als sinnvoll erscheinen (ebd.). Dies entspricht auch dem Gedanken von No-Regret Strategien. Denn alle Maßnahmen, die in Jena für Klimaanpassung umgesetzt wurden, etwa die Ausweitung der grünen Infrastruktur, haben sicherlich in der Zukunft keine Nachteile. Im Gegenteil: hohe Aktivitäten in diesen Bereichen führen zu einer vermehrten Hitze-Resilienz der Kommune (Vgl. Süßbauer 2016, 199).

Eine zweite Hypothese beschäftigte sich mit der formellen Bauleitplanung. Um zukünftig weiter Hitze-Resilienz zu fördern, müssen die Aspekte der Klimaanpassung in Jena direkter in Verbindung mit der formellen Bauleitplanung gebracht werden (5). Durch Dokumentenanalysen wurde die seit 2013 in Jena als rechtskräftig geltenden Bebauungspläne ausgewertet. Sieben von zwölf B-Pläne legten Maßnahmen zur Klimaanpassung fest, in vielfältiger aber auch in geringfügiger Weise. Bebauungspläne sind ein entscheidendes Instrument für Klimaanpassung, denn sie geben Festsetzungen für Maßnahmen der Adaption auf Vorhabensebene (Diepes 2018, 57). In Jena können die beiden B-Pläne „Friedensberg-Terrassen“ und am „Am-Oelste“ als Best-Practice Beispiel für Klimaanpassung auf Vorhabensebene gesehen werden. Durch teils sehr differenzierte Festsetzungen konnten bei beiden Projekten möglichst

viele Aspekte der Adaption mit bedacht werden. Die Integration vielfältiger Maßnahmen für Klimaanpassung müssen Standard werden für zukünftige Bebauungspläne in Jena. Gleichmaßen müssen in der vorbereitenden Bauleitplanung, durch den F-Plan, Anpassung weiter geschärft werden. Etwa durch die Absicherungen der Kaltluftschneisen Jenas. Außerdem sollte eine doppelte Innenentwicklung weiterhin die Zielstellung der Stadtentwicklung sein, die eine kompakte, konzentrierte Stadt mit einer reichhaltig strukturierten, umgebenden Kulturlandschaft fördert (Interview A4). Dies trifft auch mit den Zielstellungen für Klimaschutz überein.

Zwei weitere Handlungsbereiche wurden ebenfalls identifiziert, um das zukünftige, strategische Vorgehen der Klimaanpassung in Jena zu unterstützen. Die Verbindung kleinräumiger demografischer Daten mit der räumlichen Verteilung von Wärmebelastungen ermöglichen die Identifikation räumlicher Cluster (6). In solchen Bereichen sollten besonders die Maßnahmen für Adaption umgesetzt werden. Für diese „Hot-Spots“ in Jena wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog zusammengestellt. Kleinräumige Bevölkerungsdaten sollten zukünftig auch um hitzesensible Bevölkerungsgruppen erweitert werden, um die Cluster weiter zu schärfen und zu priorisieren. Außerdem wurden Empfehlungen für flankierende, ökonomische Anreize in der Arbeit betrachtet (7). Diese beziehen sich auf Umweltpartnerschaften, eine Erhöhung und Differenzierung der gesplitteten Abwassergebühr sowie ein eigenes städtischen Förderprogramm für Klimafolgenanpassung.

Betrachten wir einen wahrscheinlichen globalen Temperaturanstieg von circa 3,0°C bis zum Ende des Jahrhunderts, wird Klimaanpassung für Hitze unumgänglich. Daran ändern auch leicht verringerte CO₂-Emissionen in Folge der gegenwärtig, andauernden Corona-Krise nichts (Schwalm et al. 2020, 1). Im

Gegenteil, die politischen Entscheidungen der nächsten Jahre dürfen nicht die Klimakrise überstimmen oder kleinreden. Lokale Entscheidungsträger müssen flächendeckend Maßnahmen der Adaption umsetzen, um überhaupt noch lebenswerte Sommermonate in Städten zu ermöglichen.

6. Verzeichnisse und Anhang

6.1 Abkürzungsverzeichnis

[B-Plan] Bebauungsplan

[BauGB] Baugesetzbuches

[DAS] Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel

[DWD] Deutscher Wetterdienstes

[EEA] European Energy Award

[ExWoSt] Experimenteller Wohnungs- und Städtebau

[F-Plan] Flächennutzungsplan

[FSU Jena] Friedrich-Schiller-Universität

[FuE] Forschung und Entwicklung

[GIS] Geografisches Informationssystem

[IMPAKT] Integrierte Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen

[IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change

[JenKAS] Jenaer Klimaanpassungsstrategie

[KLIMZUG] Klimawandel zukünftig gestalten

[LEP Thüringen] Thüringer Landesentwicklungsplan

[NDVI] Normalised Difference Vegetation Index

[RCP] Repräsentative Konzentrationspfade

[ReKIS] Regionales Klimainformationssystem

[ROG] Raumordnungsgesetzes

[THG-Emissionen] Treibhausgasemissionen

[ThINK] Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

[TLUBN] Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz

[UHI] Urban Heat Island

[UNFCCC] Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

6.2 Literaturverzeichnis

- Adger, W Neil, Shardul Agrawala, M Monirul Qader Mirza, Cecilia Conde, Karen O'Brien, Juan Pulhin, Roger Pulwarty, Barry Smit, und Kiyoshi Takahashi. 2007. Assessment of Adaptation Practices, Options, Constraints and Capacity. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 717–43.
- Altrock, Uwe, Thomas Krüger, und Manfred Fuhrich. 2013. Wozu Sachverstand? Wir entscheiden politisch!. Von Höhen und Tälern aus 25 Jahren wissenschaftlicher Politikberatung. Raumplanung: Zeitschrift für räumliche Planung und Forschung. Nr. 167 / 2-2013: 33–37.
- (ARL) Akademie für Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft. o.J. 1.4 Hauptinstrumente des Planungssystems | ARL-net. URL: <https://www.arl-net.de/de/commin/deutschland-germany/14-hauptinstrumente-des-planungssystems>. 29. Juli 2020.
- Atteslander, Peter. 2010. Methoden der empirischen Sozialforschung. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG. 10. Auflage. Berlin.
- Baumüller, Nicole. 2018. Stadt im Klimawandel. Klimaanpassung in der Stadtplanung Grundlagen, Maßnahmen und Instrumente. Stuttgart.
- (BBSR) Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. 2014. Klimawandel in Stadt und Region. Ergebnisse aus den Forschungsfeldern ImmoKlima / ImmoRisk, StadtKlima und KlimaMORO.
- (BBSR) Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. 2020a. Green Urban Labs. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/exwest/Forschungsfelder/2016/green-urban-labs/01-start.html>. 18.08.2020
- (BBSR) Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. 2020b. Modellvorhaben Stadt Jena: Grüne Klimaoasen im urbanen Stadtraum Jenas. URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/exwest/Forschungsfelder/2016/green-urban-labs/modellvorhaben/jena.html?nn=2539296>. 18.08.2020.
- (BBSR) Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. o. J. BBSR - Experimenteller Wohnungs- und Städtebau - Modellprojekt Stadt Jena. URL: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/exwest/Forschungsfelder/2010/UrbaneStrategien-Klimawandel/Forschungsschwerpunkt1/Modellvorhaben/MV_Jena.html?nn=395966. 17.08.2020.
- Bethge, Philip, Jörg Blech, Rüdiger Falksohn, Thomas Huetlin, Jürgen Kremb, Roland Nelles, und Gerald Traufetter. 2006. Wege aus der Treibhausfalle - DER SPIEGEL 45/2006. URL: <https://www.spiegel.de/spiegel/print/d-49450818.html>. 08.07.2020.
- (BfA) Statistik der Bundesagentur für Arbeit. 2020. Arbeitslosengeld (Zeitreihen). Jena, Stadt. Anspruchsberechtigte Arbeitslosengeld nach dem SGB III. URL: https://statistik.arbeitsagentur.de/nn_4236/SiteGlobals/Forms/Themenauswahl/themenauswahl-Form.html?view=processForm&resourceId=210342&input_=&pageLocale=de®ion-Id=16053&year_month=202006&topicId=1712894&topicId.GROUP=1&search=-

Suchen. 29.07.2020.

- Birkmann, Jörg, Linda Sorg, und Mark Fleischhauer. 2018. Klimawandel: Szenarien zur zukünftigen Vulnerabilität. *Raumplanung: Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung*, Nr. 199 / 6-2018: 29–35.
- Birkmann, Jörn, Jochen Schanze, Peter Müller, und Manfred Stock. 2012. *Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung: Grundlagen, Strategien, Instrumente*. Hannover: Akad. für Raumforschung und Landesplanung. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-73192>.
- (BMUB) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. 2017. *Weißbuch Stadtgrün - Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft*.
- Breuste, Jürgen, Stephan Pauleit, Dagmar Haase, und Martin Sauerwein. 2016. *Stadtökosysteme. Funktion, Management und Entwicklung*. Springer Verlag Berlin Heidelberg.
- (DAS) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. 2008. Vom Bundeskabinett am 17. Dezember 2008 beschlossen. Berlin.
- Diepes, Christoph. 2018. *Klimaschutz und Klimaanpassung in der verbindlichen Bauleitplanung. Eine vergleichende Analyse ausgewählter Städte*. Technische Universität Darmstadt.
- (DWD) Deutscher Wetterdienst. o. J. *Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Glossar - H - Hitzewelle*. URL: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=101094&lv3=624852>. 29.05.2020.
- (DWD) Deutscher Wetterdienst. o. J. *Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Glossar - A - Albedo*. URL: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100072&lv3=100250>. 15.06.2020.
- Europäische Kommission. 2013. *Eine EU-Strategie zur Anpassung an den Klimawandel*.
- (FSU Jena) Friedrich-Schiller-Universität Jena, Chemisch Geowissenschaftliche Fakultät, Tt Mm. 2018. *Klimaoasen im urbanen Stadtraum Jenas. Bürgerbefragung zu urbanen Grün- und Parkanlagen*.
- Gravert, Andres, Marian Günzel, Anne Volkmann, und Torsten Wiechmann. 2013. *Agenda Setting in der Planung. Zur Karriere von stadtplanerischen Modethemen*.
- Griebsch, Heiko, und Matthias Mann. 2015. *Klimaschutzkonzept der Stadt Jena*.
- Hansstadt Hamburg. 2011. *Hamburgs Klima kein Problem? Die Bedeutung von Grünflächen und Grünstrukturen für das Stadtklima. Dokumentation der Fachtagung im Bürgerhaus Wilhelmsburg am 11. Mai 2011*. Hamburg: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg, Amt für Landes- und Landschaftsplanung.
- Henninger, Sascha, und Stephan Weber. 2019. *Stadtklima*. UTB. Paderborn.
- Hoffmann, Kristin, Wolfgang Bivour, Barbara Früh, Meinolf Koßmann, und Peter-Hinrich Voß. 2014. *Klimauntersuchungen in Jena für die Anpassung an den Klimawandel und seine erwarteten Folgen. Ein Ergebnisbericht*. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Deutsche Meteorologische Bibliothek (Berichte des Deutschen

Wetterdienstes, 243).

- Hupfert, Peter, und Wilhelm Kuttler. 2006. Witterung und Klima. Eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. 12. Auflage. Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlag GmbH.
- (IMPAKT II) Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz. 2019. Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen - IMPAKT II.
- (IMPAKT) Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz. 2013. Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (IMPAKT).
- (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change. 2008. Climate change 2007: contribution of ... to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 4: Synthesis report: [a report of the Intergovernmental Panel on Climate Change]. Geneva: IPCC.
- (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Climate Change 2014. Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects. Climate Change 2014 impacts, adaptation, and vulnerability; Part A. New York, NY: Cambridge Univ. Press.
- (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change. 2015. Climate change 2014: synthesis report. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- (IPCC) Intergovernmental Panel on Climate Change. 2018. 1,5 °C Globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau und die damit verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut.
- (ISEK Jena) Stadt Jena, und Dezernat Stadtentwicklung und Umwelt Stadtentwicklung. 2017. Jena 2030+. Integriertes Stadtentwicklungskonzept der Stadt Jena. Stadt Jena. Jena Schriften zur Stadtentwicklung N° 13.
- JenaWasser. o. J. Niederschlagswassergebühren. URL: <https://www.jenawasser.de/zweckverband/gebuehren/niederschlagswassergebuehren.html>. 06.08.2020
- JenaWirtschaft. 2020. Jena Daten und Fakten. Jena 2020.
- Keup-Thiel, E, B Hennemuth, und S Pfeifer. 2012. Besonderheiten und Merkmale regionaler Klimamodelle im Hinblick auf die weitere Kopplung mit Impaktmodellen. Climate Service Center, Germany, Nr. CSC Report 9: 28.
- Klimaleitfaden Thüringen. 2020. Einrichtung eines Klimamanagements in der Kommune - Webbasierter Leitfaden zur Hitzeprävention. URL: <https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/einrichtung-eines-klimamanagements-in-der-kommune>.
- Knopf, Daniel, und Jakob Maercker. 2017. Untersuchung der Wärmebelastung an kommunalen Kindertagesstätten und Grundschulen der Stadt Jena. Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (THINK GmbH).

- Kurmutz, Uwe, Martin Gude, Oliver Gebhardt, Hartmut Kober, Matthias Lerm, Frank Reinhardt, Yvonne Sittig, und Birgit Vetter. 2012. Handbuch Klimawandelgerechte Stadtentwicklung für Jena. ExWoSt-Modellprojekt Jenaer Klimaanpassungsstrategie JenKAS. Stadt Jena. Jena Schriften zur Stadtentwicklung N° 3.
- Kurmutz, Uwe. 2017. Analyse der lokalen Auswirkungen des Klimawandels und Ableitung von Planungshinweisen für die Klimaanpassung am Beispiel der Stadt Jena. Friedrich-Schiller-Universität Jena.
- Kuttler, Wilhelm. 2004a. Stadtklima, Teil 1: Grundzüge und Ursachen. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 16 (3): 187–99. <https://doi.org/10.1065/uwsf2004.03.078>.
- Kuttler, Wilhelm. 2004b. Stadtklima, Teil 2: Phänomene und Wirkung. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 16 (4): 263–74. <https://doi.org/10.1065/uwsf2004.08.083>.
- Kuttler, Wilhelm. 2010. Urbanes Klima, Teil 1. In Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, Umweltmeteorologie, 329–40. 70, Nr. 7/8.
- Kuttler, Wilhelm. 2011. Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen Climate change in urban areas, Part 1, Effects. Environmental Science Europe, Nr. 23, 11. <https://doi.org/10.1186/2190-4715-23-11>.
- Landeshauptstadt Erfurt, Stadtverwaltung. 2018. Klimagerechtes Flächenmanagement der Landeshauptstadt Erfurt.
- Lass, Wiebke, und Fritz Reusswig. 2018. Summer in the City. Berlin im Spannungsfeld von Stadtwachstum und Klimawandel. Raumplanung: Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung, Nr. 199 / 6-2018: 16–21.
- Lehmann, Iris, Jörg Hennersdorf, Ulrich Schumacher, und Martin Behnisch. 2018. Städtische Flächen hoher Wärmebelastungen. Raumplanung: Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung, Nr. 199 / 6-2018: 43–49.
- (LEP Thüringen) Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr, Hrsg. 2014. „Landesentwicklungsprogramm Thüringen 2025“.
- Lerm, Matthias, Andreas Eichstaedt, und Wolfram Stock. 2019. Landschaftsbild Jena. Empfehlungen zu Erhalt und Entwicklung der Landschaftsstruktur. Stadt Jena. Jena Schriften zur Stadtentwicklung N° 14.
- Lerm, Matthias, Daniel Knopf, Andreas Roloff, und Ulrich Boock. 2016. „Bäume in Jena. Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel. Stadtbaumkonzept“. Stadt Jena. Jena Schriften zur Stadtentwicklung N° 7.
- Lindner, Alexandra, und Heidi Sinning. 2018. Hitzestress oder Hitzeresilienz. Raumplanung: Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung, Nr. 199 / 6-2018: 6–7.
- Mann, Matthias, und Heiko Griebisch. 2019. zur Umsetzung des Leitbildes Energie und Klimaschutz und des Energiekonzeptes der Stadt Jena - Monitoringbericht 2019.
- Mathey, Juliane, Stefanie Rößler, Iris Lehmann, Anne Bräuer, Valeri Goldberg, Cornelia Kurbjuhn, und Anna Westbeld. 2011. Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel. Bonn: Bundesamt für Naturschutz (BfN).

- Mueller, Christian, Ulrike Klein, und Angela Hof. 2018. Clusteranalysen für mehr Hitzeresilienz. Raumplanung: Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung, Nr. 199 / 6-2018: 36–41.
- Müller, Nicole. 2013. Stadtklimatische Adaptionsmaßnahmen in Oberhausen vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels. Universität Duisburg-Essen.
- (MVI BW) Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg. 2012. Städtebauliche Klimafibel - Hinweise für die Bauleitplanung (völlig überarbeitete Neuauflage). Stuttgart.
- (ReKIS) Regionales Klimainformationssystem. 2020a. Messungen Monatswerte 2020. Station Sternwarte. Lufttemperatur (Mittel). URL: <https://rekisviewer.hydro.tu-dresden.de/fdm/ReKISExpert.jsp#menu-5>. 29.07.2020.
- (ReKIS) Regionales Klimainformationssystem. 2020b. Messung Tageswerte 2020. Station Sternwarte. Lufttemperatur (Max). URL: <https://rekisviewer.hydro.tu-dresden.de/fdm/ReKISExpert.jsp#menu-5>. 29.07.2020.
- (ReKIS) Regionales Klimainformationssystem. 2020c. STAR2 A1B. Monatswerte. Station Sternwarte. Lufttemperatur (Mittel). URL: <https://rekisviewer.hydro.tu-dresden.de/fdm/ReKISExpert.jsp#menu-5>. 29.07.2020.
- (ReKIS) Regionales Klimainformationssystem. 2020d STAR2 A1B. Tageswerte. Station Sternwarte. Lufttemperatur (Max). URL: <https://rekisviewer.hydro.tu-dresden.de/fdm/ReKISExpert.jsp#menu-5>. 29.07.2020.
- Richter, Michael, und Wolfgang Dickhaut. 2019. Entwicklung einer Hamburger Gründachstrategie Wissenschaftliche Begleitung – Wasserwirtschaft & Übertragbarkeit. Havencity Universität Hamburg.
- Rittel, Horst W. J., und Melvin M. Webber. 1973. Dilemmas in a General Theory of Planning. Policy Sciences, 4, 155-169.
- Ritter, Ernst-Hasse, Jörn Birkmann, Mark Fleischhauer, Andreas Güthler, Jörg Knieling, Gerhard Overbeck, Welf Selke, und Mafred Stock. 2007. Europäische Strategien der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. Die Sicht der Raumplanung. Positionspapier Nr. 73. Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL).
- (RKI) Robert Koch-Institut. 2019. Schätzung der Zahl hitzebedingter Sterbefälle und Betrachtung der Exzess-Mortalität; Berlin und Hessen, Sommer 2018. Epidemiologisches Bulletin 23/2019.
- Schwalm, Christopher R., Spencer Glendon, und Philip B. Duffy. 2020. RCP8.5 Tracks Cumulative CO2 Emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences, August, 202007117. <https://doi.org/10.1073/pnas.2007117117>.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin. 2010. 2 Grad Plus - Wie reagiert Stadtentwicklung auf die Klimaveränderung? Dokumentation der Veranstaltung am 07. Januar 2010 auf Grundlage eines Audio-Mittschnittes. Berlin, 40.
- Sinning, Heidi. 2018. Keep Cool in Australia. Raumplanung: Fachzeitschrift für räumliche Planung und Forschung, Nr. 199 / 6-2018: 8–15.
- Stadt Freiburg, Stadtplanungsamt. 2019. Klimaanpassungskonzept. Ein Entwicklungskon-

- zept für das Handlungsfeld ‚Hitze‘. URL: https://www.freiburg.de/pb/site/Freiburg/get/params_E-455788805/1339349/Klimaanpassungskonzept_Bericht.pdf. 18.08.2020
- Stadt Jena, und Dezernat Stadtentwicklung und Umwelt. 2017. Neues Wohnen in Jena-Zwätzen. Klimawandelgerechter Pilotstadtteil Am Oelste. Stadt Jena. Jena Schriften zur Stadtentwicklung N° 11.
- Stadt Jena. 2013a. formatio jenensis. Standard für die Gestaltung des öffentlichen Raumes“. Stadt Jena. Jena Schriften zur Stadtentwicklung N° 2.
- Stadt Jena. 2013b. Vorhabenbezogener Bebauungsplan VBB-733. Wohnen mit Weitblick Friedensberg-Terrassen. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/VBB-J33%20Begründung.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2014. Vorhabenbezogener Bebauungsplan VBB-Lb 04.1. Modernisierung und Erweiterung Gartencenter OBI Bau- u. Heimwerkermarkt. URL: https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/VBB-Lb%2004_1%20Begründung_26-07-2013.pdf. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2016a. Bebauungsplan B-Is 01. Im Semsenfleck und am Vogelherde / im Kessel. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-02/Satzungsbeschluss%20Anlage%203%20Begründung.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2016b. Bebauungsplan B-Wj 13. Schulstandort Jenzigweg. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/B-Wj%2013%20Begründung.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2016c. Vorhabenbezogener Bebauungsplan VBB-Ma 04. Erweiterung der Landesärztekammer. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/2%20-%20Begründung.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2017a. Bebauungsplan B-Lo 08. Kastanienstraße. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-08/03%20-%20Begründung.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2017b. Bebauungsplan B-7 37. Mittlerer Spitzweidenweg. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/Begründung%20ohne%20Luftbild.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2017c. Bebauungsplan B-Wj 16. Umbau Ernst-Abbe Fußballarena. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/2.1%20Begründung%20ergänzt%20nach%20Stadtrat.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2017d. Bebauungsplan B-Zw 05. Wohngebiet beim Mönchenberge. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/Begründung.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2018a. Bebauungsplan B-J 03. Inselplatz. URL: https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/B-J03_Inselplatz%20Rechtsplan_Begründung.pdf. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2018b. Bebauungsplan B-Zw 06. Am Oelste - Neues Wohnen Jena-Zwätzen. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/3%20-%20Begründung.360010.pdf>. 10.08.2020.
- Stadt Jena. 2018c. Vorhabenbezogener Bebauungsplan VBB-LH 02. Wohn- und Geschäftshäuser Carl-Zeiss-Promenade. URL: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/>

files/2019-03/120808%20Begründung%20und%20Vorhabenbeschreibung.pdf.
10.08.2020.

- Stadt Karlsruhe, Stadtplanungsamt. 2015. Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung. Anpassungskomplex ‚Hitze‘. URL: https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/klimaanpassung/HF_sections/content/ZZICX0Pvquj3Xx/ZZm2CEM87ZaAB8/Begleitheft%20Teil%201.pdf. 18.08.2020.
- Statista. 2020. Durchschnittsalter der Bevölkerung in Thüringen in den Jahren 2011 bis 2018. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1094219/umfrage/durchschnittsalter-der-bevoelkerung-in-thueringen/>. 28.07.2020.
- Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. 2015. Einwohnerzahl je Hektar. Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011 pro ha. URL: <https://www.zensus2011.de/DE/Home/Aktuelles/DemografischeGrunddaten.html>. 12.08.2020.
- (StJe) Statistik Jena. 2019a. Bevölkerungsprognose 2019 in Jena – Controlling. URL: https://statistik.jena.de/sites/default/files/2020-02/_Prognose_Ist_Vergleich_Jena_und_Plraum.pdf#page=1&zoom=auto,-12,-261. 28.07.2020.
- (StJe) Statistiken Jena. 2019b. Stadtbezirksstatistik. Einwohner (HW) – Ausländer. URL: <https://statistiken.jena.de/stadtbezirksstatistik.html>. 29.07.2020.
- (StJe) Statistiken Jena. 2019c. Stadtbezirksstatistik. Einwohner (gesamt) nach Alter. Einwohner (HW) 0 bis unter 3 Jahre. URL: <https://statistiken.jena.de/stadtbezirksstatistik.html>. 29.07.2020.
- (StJe) Statistiken Jena. 2019d. Stadtbezirksstatistik. Einwohner (gesamt) nach Alter. Einwohner (HW) 3 bis unter 6 Jahre. URL: <https://statistiken.jena.de/stadtbezirksstatistik.html>. 29.07.2020.
- (StJe) Statistiken Jena. 2019e. Stadtbezirksstatistik. Einwohner (gesamt) nach Alter. Einwohner (HW) 65 Jahre und älter. URL: <https://statistiken.jena.de/stadtbezirksstatistik.html>. 29.07.2020.
- (StJe) Statistiken Jena. 2019f. Stadtbezirksstatistik. Statistische Privathaushalte. Einpersonenhaushalte, Alter ab 60 Jahre. URL: <https://statistiken.jena.de/stadtbezirksstatistik.html>. 29.07.2020.
- Süßbauer, Elisabeth. 2016. Anpassungsforschung – ein heterogenes Diskursfeld. In Klimawandel als widerspenstiges Problem, von Elisabeth Süßbauer, 21–49. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-12706-0_2.
- Thüringer Aufbaubank. 2020. Klima Invest - Kommunale Klimaschutz- und Klimafolgenanpassungsmaßnahmen - Thüringer Aufbaubank. URL: <https://www.aufbaubank.de//foerderprogramme/klima-invest>. 18.08.2020
- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2018. Kreisfreie Stadt: Stadt Jena. Voraussichtliche Bevölkerung (2018) 2030 und 2040 nach ausgewählten Altersgruppen und Kreisen. Ergebnisse der 2. regionalisierten Bevölkerungsvorausberechnung (rBv). URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/TabAnzeige.asp?tabelle=kz200123%7C%7C&auswahlNr=53>. 28.07.2020.

- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2019a. Kreisfreie Stadt: Stadt Jena. Bevölkerung, darunter Ausländer, nach Geschlecht. URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=53&vonbis=&TabelleID=kr000109>. 28.07.2020.
- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2019b. Kreisfreie Stadt: Stadt Jena. Fläche nach Art der tatsächlichen Nutzung ab 2015. URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=53&vonbis=&TabelleID=kr000554>. 28.07.2020.
- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2019c. Kreisfreie Stadt: Stadt Erfurt. Bevölkerung, darunter Ausländer, nach Geschlecht. URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=51&vonbis=&TabelleID=kr000102>. 28.07.2020.
- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2019d. Kreisfreie Stadt: Stadt Erfurt. Fläche nach Art der tatsächlichen Nutzung ab 2015. URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=51&vonbis=&TabelleID=kr000554>. 28.07.2020.
- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2019e. Kreisfreie Stadt: Stadt Weimar. Bevölkerung, darunter Ausländer, nach Geschlecht. URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=55&vonbis=&TabelleID=kr000102>. 28.07.2020.
- (TLS) Thüringer Landesamt für Statistik. 2019f. Kreisfreie Stadt: Stadt Weimar. Fläche nach Art der tatsächlichen Nutzung ab 2015. URL: <https://www.statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?auswahl=krf&nr=55&vonbis=&TabelleID=kr000554>. 28.07.2020.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2014. Praxishilfe - Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2016. „KlimaExWoSt – Urbane Strategien zum Klimawandel“. Text. Umweltbundesamt. Umweltbundesamt. 2016. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/projekt-katalog/klimaexwost-urbane-strategien-klimawandel>. 22.07.2020.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2019a. GE-I-2: Hitzebedingte Todesfälle. Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/ge-i-2-hitzebedingte-todesfaelle>. 02.06.2020.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2019b. GE-I-1 Indikator-Factsheet: Hitzebelastung. Indikatoren für die Deutsche Anpassungsstrategie. Indikator-Factsheets zum Handlungsfeld Menschliche Gesundheit. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4770/dokumente/ge-i-1_indikator_hitzebelastung_2019.pdf. 17.08.2020.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2019c. Gesundheitsrisiken durch Hitze. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-hitze>. 18.08.2020.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2020a. Indikator: Globale Lufttemperatur. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-globale-lufttemperatur>. 17.08.2020.
- (UBA) Umweltbundesamt. 2020b. Trends der Lufttemperatur. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur>. 17.08.2020
- (UBA) Umweltbundesamt. 2020c. Beobachtete und künftig zu erwartende globale Klimaänderungen. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/beobachtete-kuen>

ftig-zu-erwartende-globale. 17.08.2020

Umweltschutz Jena. 2020. Preis für grüne Oasen | Jena Umwelt. URL: <https://umwelt.jena.de/de/preis-fuer-fassaden-und-dachbegruenung>.

(UN) United Nations. 2015. Paris Agreement. URL: https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf. 06.07.2020.

Weimar, Stadtverwaltung. o. J. Weimar - Baumpatenschaft. URL: <https://stadt.weimar.de/umwelt-und-klimaschutz/umwelt-und-gruenflaeche/projekte/baumpatenschaft/>. 07.08.2020

Weiss, Daniel, Valentin Tappeser, Julia Frohneberg, Dr Edgar Göll, und Christine Henseling. 2017. Nachhaltigkeit 2.0 – Modernisierungsansätze zum Leitbild der nachhaltigen Entwicklung: Diskurs Vulnerabilität und Resilienz.

Weiß, Marlene. 2020. Horrorvision oder Realität? URL: <https://www.sueddeutsche.de/wissen/klimawandel-klimaschutz-szenarien-1.4989443>. 17.08.2020

Wiechmann, Torsten. 2008. Planung und Adaption. Strategieentwicklung in Regionen, Organisationen und Netzwerken. Dortmund: Verlag Dorothea Rohn.

Wong, Nyuk Hien, und Yu Chen. 2009. Tropical Urban Heat Islands: Climate, Buildings and Greenery. Spon Research. London ; New York: Taylor & Francis.

Gesetzestexte

(BauGB) Baugesetzbuch. 49. Auflage. Stand: 15. August 2017.

(ROG) Raumordnungsgesetz. Wortlaut der ROG in der ab 29.11.2017 geltenden Fassung.

6.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Abweichung der jährlichen mittleren Lufttemperatur von der Klimareferenzperiode. Eigene Darstellung nach ReKIS 2020a und ReKIS 2020c (Daten verändert)

Abb. 2: Veränderung der Sommer- und heißen Tage in Jena. Eigene Darstellung nach ReKIS 2020b und ReKIS 2020d (Daten verändert)

Abb. 3: RCP2.6 und 8.5 Szenarien. IPCC 2015, 12

Abb. 4: Bevölkerungsentwicklung Jenas und Prognose bis 2040. Eigene Darstellung nach TLS 2018 und TLS 2019a

Abb. 5: Bevölkerungsdichte in Jena. Eigene Darstellung nach Zensus 2011. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015.

Abb. 6: Relative Veränderungen der Altersgruppen in Jena. Eigene Darstellung nach StJe 2019e; StJe 2019d; StJe 2019e

Abb. 7: Index hitzesensible Bevölkerungsgruppen. Eigene Darstellung nach StJe 2019b; StJe 2019c; StJe 2019d; StJe 2019e; StJe 2019f; BfA 2020

Abb. 8: Impressionen des Landschaftsraum Jenas. Oberes Bild: Blick in den Talraum mit dem Naturschutzgebiet Windknollen im Vordergrund. Unteres Bild: Blick in den Stadtraum nach Süden. Eigene Darstellung

Abb. 9: Räumliche Verteilung der heißen Tage für den Zeitraum von 1990-2019. Eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst (Daten verändert)

Abb. 10: Versiegelungsgrad in Jena im Jahr 2015. Eigene Darstellung nach European Union Land Monitoring Service

Abb. 11: Verdachtsbereichen hoher Wärmebelastungen im Stadtraum Jenas. Eigene Darstellung nach Deutscher Wetterdienst (Daten verändert); European Union Land Monitoring Service

Abb. 12: Stadtstrukturtypen Jenas. Eigene Darstellung

Abb. 13: Arbeitsgruppe Klimaanpassung in Jena. Eigene Darstellung

Abb. 14: Neupflanzung von trockenstressresistenter Holländischer Ulmen in Jena-West nach dem Stadtbaumkonzept. Eigene Darstellung

Abb. 15: Auswahl Städtische Bereiche, die an heißen Tagen in Jena aufgesucht werden. Oberes Bild: Camsdorfer Ufer. Unteres Bild: Paradies, Oberaue. Eigene Darstellung

Abb. 16: Beispiele gemiedener Orte an heißen Tagen in Jena. Oberes Bild: Ernst-Abbe-Campus. Unteres Bild: Straßenraum Jenas mit Blick auf den Eichplatz. Eigene Darstellung

Abb. 17: Synthese der Indikatoren – Identifikation der Hot-Spots. Eigene Darstellung

Abb. 18: Jenaer Hot-Spots. Eigene Darstellung

Abb. 19: Straßenraum in Jena-Nord als Beispiel des Stadtstrukturtyps: Block- und Plattenbauweise. Eigene Darstellung

Abb. 20: Damenviertel nördlich der Altstadt als Beispiel des Stadtstrukturtyps: Stadterweite-

rungsgebiet in geschlossener Bauweise. Eigene Darstellung

Abb. 21: Maßnahmenkatalog Klimaanpassung für die Hot-Spots. Eigene Darstellung

Abb. 22: Festlegungen von Maßnahmen der Klimaanpassung in Jenaer Bebauungsplänen seit 2013. Eigene Darstellung

Abb. 23: Friedensberg-Terrassen in Jena-Süd. Eigene Darstellung

Abb. 24: Perspektive des Entwurfs zum Stadtteil „Am Oelste“. Klaus Theo Brenner Stadtarchitektur. URL: <https://www.klaustheobrenner.de/maps.html?p=60&s=4>. 15.08.2020

Abb. 25: Umsetzung der Klimaanpassung in Jena und Integration der Handlungsempfehlungen. Eigene Darstellung

6.4 Methodische Anmerkungen

GIS-Analyse zu Verdachtsbereichen mit hohen Wärmebelastungen (siehe Abbildung 11)

Im Folgenden wird die GIS-Analyse zur Ermittlung von innerstädtischen Verdachtsbereichen mit hohen Wärmebelastungen beschrieben. Die Analyse wurde mittels des Geografischen Informationssystems QGIS durchgeführt. Die kursiven Begriffe in Klammern stellen die verwendeten Algorithmen zur Datenverarbeitung dar.

Eine Shape Datei zu Beobachtungsdaten der heißen Tagen für den Zeitraum von 1990-2019 wurde von der Thüringer Klimaagentur zur Verfügung gestellt. Der Datensatz wurde berechnet aus 1000x1000 Meter Tageswert-Rasterdaten aus ReKIS. Die Rasterdaten aus ReKIS basieren ursprünglich auf Interpolationen von Stationsmessungen des DWD. Ein 20x20 Meter Rasterdatensatz von 2015 zu Oberflächenversiegelung wurde vom Copernicus Land Monitoring Service bezogen. Der Datensatz basiert auf Kalibrierungen von NDVI-Werten.

Der Vektordatensatz zu heißen Tagen wurde zu Beginn in eine Rasterdatei umgewandelt (*Rasterize*), um im folgenden Schritt die Datei kleinräumig zu berechnen (*Resample*). Dies erfolgte auf eine Größe von 50x50 Meter durch eine Spline-Interpolation. Der Schritt wird nach Mueller et al. (2018, 40) als methodisch richtig angenommen, da sich die Größe der heißen Tagen normalerweise innerhalb der interpolierten Größenordnung konstant verhält und es nicht zu Diskontinuitäten kommen sollte.

Der neue Rastersatz wurde anschließend für die Abstufungen der einzelnen heißen Tage auf sechs Stufen neu klassifiziert (*Rasterberechnung*), wobei den folgenden Abstufungen eine eins zugewiesen wurde:

- über 8 – unter 9 Tage
- 9 – unter 10 Tage
- 10 – unter 11 Tage
- 11 – unter 12 Tage
- 12 – bis unter 13 Tage
- über 14 Tage

Die einzelnen Rasterdateien wurden anschließend in Vektordatensätze umgewandelt (*Vectorize*) und zusammengefügt (*Zusammenführen*) (siehe Abbildung 9).

Die Versiegelungsdaten des Copernicus Land Monitoring Service wurden verwendet, um Verdachtsbereiche für Hitzebelastungen zu verorten. Der Zusammenhang zwischen Versiegelungsgrad und Intensität der Wärmeinsel wird nach Kuttler (2011, 6) als methodisch korrekt angenommen. Gleichmaßen sprechen sich Lehmann et al. (2018, 46) für die Verwendung von Versiegelungsdaten zur Ermittlung von Verdachtsbereichen für Hitzebelastungen aus. Auch hier wurden die Rasterdaten neu klassifiziert (*Rasterberechnung*), sodass Werten der folgenden Versiegelungsgrade eine eins zugeordnet wurden:

- 1 Prozent - unter 20 Prozent (Stufe 1)
- 20 Prozent - unter 40 Prozent (Stufe 2)
- 40 Prozent - unter 60 Prozent (Stufe 3)
- 60 Prozent - unter 80 Prozent (Stufe 4)
- 80 Prozent - unter 100 Prozent (Stufe 5)
- 100 Prozent (Stufe 6)

Die Rasterdaten wurden ebenfalls in Vektordatensätze umgewandelt (*Vectorize*) und zusammengefügt (*Zusammenführen*) (siehe Abbildung 10).

Zur Ermittlung der Flächen mit Hitzebelastungen wurden die Datensätze zu heißen Tagen und Versiegelung nach drei Kategorien miteinander verschnitten (*Auswahl nach Position*) (siehe Abbildung 11):

- 60 Prozent Versiegelung und 12 heiße Tage (generelle Anfälligkeit)
- 80 Prozent Versiegelung und 12 heiße Tage (erhöhte bis hohe Anfälligkeit)
- 100 Prozent Versiegelung und 12 heiße Tage (extrem hohe Anfälligkeit)

Verwendete Geodaten

Daten Thüringen:

© Geodateninfrastruktur Thüringen (© GDI-Th)
Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0
(dl-de/by-2-0) www.govdata.de/dl-de/by-2-0
Datenquelle: <http://www.geoportal-th.de>

Copernicus Land Monitoring Service (20x20m Raster):

© European Union, Copernicus Land Monitoring Service <2020>, European Environment Agency (EEA)", f.ex. in 2018: "© European Union, Copernicus Land Monitoring Service 2018, European Environment Agency (EEA)
Datenquelle: <https://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/imperviousness>

Geographische Gitter für Deutschland in Lambert-Projektion (GeoGitter Inspire) (100x100m Gitter):

© GeoBasis-DE / BKG (2020)
Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0
Datenquelle: <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/geographische-gitter-fur-deutschland-in-lambert-projektion-geogitter-inspire.html>

Klimadaten (1000x1000m Vektor):

Die Rasterdaten zu heißen Tagen wurden bereitgestellt von der Klimaagentur Thüringen. Die Daten basieren ursprünglich auf:

© Deutscher Wetterdienst

**Kleinräumige Bevölkerungsdaten (Zensus 2011. Einwohnerzahl je Hektar.
Ergebnisse des Zensus am 9. Mai 2011 pro ha):**

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2015

Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0

(dl-de/by-2-0) <http://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>

Datenquelle: <https://www.zensus2011.de/DE/Home/Aktuelles/DemografischeGrunddaten.html>

6.5 Interviewprotokolle

Code	Institution	Akteur*in	Datum	Länge	Dokumentation
A1	Team Grundlagen Stadtentwicklung, Stadtverwaltung Jena	Manuel Meyer	12.08.2020	43:59	Protokoll
A2	Professur Wirtschaftsgeographie, Institut für Geographie - Friedrich-Schiller-Universität Jena	Dr. Susann Schäfer	19.06.2020	20:52	Protokoll
A3	Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThiNK)	Dr. Uwe Kurmutz	26.06.2020	36:22	Protokoll
A4	Ehemaliger Stadtarchitekt Jena aktuell Leiter des Stadtplanungs- amtes in Magdeburg	Dr. Matthias Lerm	30.07.2020	54:24	Protokoll

Leitfaden Interview A1:

1. Könnten Sie sich und Ihre Institution kurz vorstellen?
2. Welche Rolle nehmen Sie und Ihre Institution zur Klimaanpassung in Jena ein?
3. Wer sind die zentralen Akteure in der Klimaanpassung Jena's? Welche Formen des Zusammenwirkens zwischen öffentlichen und privaten Akteuren gibt es hierbei?
4. Welche Maßnahmen gegen Hitzebelastungen und Klimaanpassung im Allgemeinen wurden bereits in Jena umgesetzt? Auf welchen städtischen Ebenen?
5. Inwiefern kann sich Jena für weiter steigende Hitzebelastungen einstellen?
6. Wo sehen Sie Herausforderungen und mögliche Interessenkonflikte zwischen Klimaanpassung und Stadtentwicklung in Jena?
7. Welche Rolle spielen Klimaanpassung in der Stadtentwicklungspolitik von Jena? Seit wann wird Klimaanpassung thematisiert?
8. Wie werden Hitzebelastungen von den Einwohner*innen Jena's wahrgenommen?
9. Welche zusätzlichen Anreize könnten für die Einwohner*innen Jena's für Klimaanpassung gegeben werden?
10. Wo sehen Sie Jena's Klimaanpassung in Bezug auf steigende Hitzebelastungen im Jahr 2050?

Protokoll Interview A1:

Manuel Meyer ist Teamleiter des Bereichs Grundlagen Stadtentwicklung des Dezernats für Stadtentwicklung und Umwelt der Stadtverwaltung von Jena. Das Team übernimmt Planungsaufgaben auf Ebene der Gesamtstadt oder für einzelne Stadtbereiche, beispielsweise zu Fach- und Stadtentwicklungskonzepten, Rahmenpläne und zum Flächennutzungsplan. Klimaanpassung ist in der Stadtverwaltung Jenas direkt im Bereich der Stadtentwicklung eingeordnet, Klimaschutz dagegen im Fachdienst Umweltschutz. Dies ist darauf zurückzuführen, weil die stadträumlichen Auswirkungen für Klimaanpassung größer sind als für Klimaschutz.

Schon seit 2008 gab es erste Überlegungen und Ansätze in Jena zur Thematik Klimaanpassung. Nach einer Vorstudie im Jahr 2009, in Zusammenarbeit mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU Jena), erfolgte von 2010-2012 die Ausarbeitung der Jenaer Klimaanpassungsstrategie (JenKAS). Hierbei war Jena deutschlandweit Vorreiter für eine gesamtstädtische Klimaanpassungsstrategie. Seit 2013 übernimmt Manuel Meyer die Steuerung des JenKAS-Prozesses.

Klimaanpassung ist ein fester Bestandteil der Stadtentwicklungspolitik von Jena, welcher zukünftig weiter verstetigt wird. Dabei werden die Aufgabenfelder von Klimaschutz und Klimaanpassung immer wechselwirkend betrachtet. Durch JenKAS, das im Rahmen eines ExWoSt-Forschungsprojektes gefördert wurde, entstand eine Arbeitsgruppe, die aus lokalen und externen Akteur*innen besteht. Der Umsetzungsprozess von JenKAS begann seit 2012. Die Arbeitsgruppe ist weiterhin am Umsetzungsprozess beteiligt und erweiterte sich fortlaufend. Die aktuelle Arbeitsgruppe besteht aus Akteur*innen des Fachdienstes der Stadtentwicklung und des Umweltschutzes, dem Klimaschutzprojektkoordinator (Klimaschutzmanager), der Thüringer Klimaagentur, der FSU Jena (Lehrstuhl Wirtschaftsgeographie), dem Umweltforschungszentrum Leipzig sowie dem Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThINK). Die Stabsstelle des Klimaschutzprojektkoordinators entstand kürzlich im Jahr 2020.

Im Interview wurden drei konkrete Umsetzungsprojekte aus JenKAS vorgestellt. Das Stadtbaumkonzept „Stadt- und Straßenbäume im Klimawandel“ wurde direkt aus JenKAS ausgekoppelt. Zielstellung war die Ausarbeitung eines Konzeptes, welches bis zum Betrachtungszeitraum der fernen Zukunft (2071-2100) die sich ändernden Standortbedingungen der Stadtbäume in Jena betrachtet. Ergebnis war u.a. eine Baumartenempfehlungsliste für Fachplanung, Unternehmen und Einwohner*innen, welche für Teilräume Jenas Empfehlungen zu klimaresistenten Baumarten ausstellt. Das Projekt wurde durch den Thüringer Umweltpreis und durch den Preis Klimaaktive Kommune des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu) ausgezeichnet.

Im zweiten erläuterten Projekt „Wärmebelastung an Kitas- und Grundschulen“ wurden die Innen- und Außenanlagen der kommunalen Schulen und Kitas (etwa 20 Einrichtungen) von Jena untersucht. Dies erfolgte beispielweise durch Temperaturmessungen von Drohnen. Es folgten Empfehlungen für die Einrichtungen, wie z.B. zur Bepflanzung von Bäumen, der Anbringung von Jalousien und Sonnensegeln, oder zur Änderung der Dachanstriche zu helleren Farben (Albedo-Effekt). Baumpflanzungen folgten später auf Grundlage des Stadtbaumkonzeptes.

Das dritte vorgestellte und aktuell laufende Projekt „Grüne Klimaoasen im urbanen Stadtraum Jenas“ wird ebenfalls als ExWoSt-Forschungsprojekt gefördert. Zielstellung ist die Ausweitung und Vernetzung der grünen Infrastruktur Jenas an Bereichen, die keinen Sonnenschutz oder

ausreichend Verschattung ausweisen. Durch eine vorrausgegangene Erhebung der FSU Jena wurden die Einwohner*innen Jenas befragt, welche Orte an Hitzetagen aufgesucht oder gemieden werden und welche Ausstattungsmerkmale sich die Stadtbewohner*innen für die zukünftigen Klimaoasen wünschen.

Nach Manuel Meyer führen die Konzepte und Maßnahmen im Rahmen von JenKAS zu einer verstärkten Wahrnehmung für Klimaanpassung seitens der Jenaer Stadtbewohner*innen. Jena ist bereits mit hohen Anteilen von blauer und grüner Infrastruktur gekennzeichnet. Beispiele intensiv genutzter Bereiche sind die Saale, die Leutra, der Geltenbach sowie die Parkanlagen Paradies und Oberaue.

Konzeptionen und Maßnahmen werden immer transparent und zugänglich für die Einwohner*innen aufbereitet. Darüber hinaus werden aktuell Preise an die Stadtbewohner*innen für die Schaffung grüner Oasen vergeben. Diese beinhalten Prämien und Auszeichnungen für Fassaden- und Dachbegrünungen.

Als wachsende Stadt bestehen in Jena hohe Nachfragen für Wohn- und Gewerbeflächen sowie für Einrichtungen sozialer Infrastruktur. Dem gegenüber stehen wenig frei verfügbare Flächen sowie eine hohe Anzahl an Schutzgebieten. Hierbei argumentierte Manuel Meyer, dass der daraus resultierende Nutzungsdruck, auch für bestehende Flächen, sich zukünftig weiter verschärfen wird. Im Hinblick auf Klimaschutz ist die kompakte Stadt weiterhin das Leitbild der Stadt Jena.

Aktuell erfolgt die Ausarbeitung eines neuen Stadtklimakonzeptes, in welchem auch verstärkt Fragestellungen zur instrumentellen Umsetzung betrachtet werden sollen. Diese beziehen sich beispielsweise auf Zielstellungen bei der vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung in Verbindung mit Klimaanpassung. Neue städtische Entwicklungsflächen für die nächsten 10-20 Jahre werden im Konzept mit betrachtet. Hierbei werden auch detaillierte Fragestellung zu Kaltluftströmen sowie baulichen Dichten und Höhen in Bezug zur Klimaanpassung einbezogen. Im Rahmen von JenKAS konnten diese Fragestellungen nicht tiefgründig genug betrachtet werden.

Bis 2050 wird sich außerdem die Anzahl von Hitze- und Wüstentagen sowie sehr heißer Sommer intensivieren. Hierfür arbeitet die Stadt Jena an einem Hitzeaktionsplan als Frühwarnsystem, einer städtischen Organisation im Fall einer Hitzewelle. Dies beinhaltet Handlungsabfolgen von Akteur*innen, welche im Fall einer sich ankündigenden Hitzewelle, auf die Informationskanäle des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zurückgreifen. Somit können gezielt Informationen an hitzesensiblen Einrichtungen und Zielgruppen weitergeben werden, beispielsweise an Seniorenheime, Schulen, Kitas sowie werktätige Arbeitnehmer*innen im Freien.

Leitfaden Interview A2:

1. Könnten Sie sich und Ihre Institution kurz vorstellen?
2. Könnten Sie Ihre Forschung zu Klimaanpassung und Zusammenarbeit mit der Stadt Jena einordnen?
3. Wie schätzen Sie die Wirkung der bisherigen Stadtentwicklungspolitik Jena's und Maßnahmen im Allgemeinen für Klimaanpassung ein?
4. Wo sehen Sie Herausforderungen und mögliche Interessenkonflikte zwischen Klimaanpassung und Stadtentwicklung in Jena?
5. Wie werden Hitzebelastungen von den Einwohner*innen Jena's wahrgenommen? Wie ist die Wahrnehmung von vulnerablen Bevölkerungsgruppen?
6. Wie schätzen Sie die Resonanz der Einwohner*innen Jena's für die bisherigen Konzepte und Maßnahmen für Klimaanpassung ein?
7. Welche zusätzlichen Anreize könnten für die Einwohner*innen Jena's für Klimaanpassung gegeben werden?
8. Inwiefern kann sich Jena für weiter steigende Hitzebelastungen einstellen?
9. Wo sehen Sie Jena's Klimaanpassung in Bezug auf steigende Hitzebelastungen im Jahr 2050?

Protokoll Interview A2:

Dr. Susann Schäfer ist seit 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie der FSU Jena. Frau Schäfer beschäftigte sich schon in ihrer Dissertation über Klimawandelanpassung mit einem Fokus auf Landwirtschaft in Südkorea. Seit den letzten drei Jahre forscht Frau Schäfer wieder zu Klimafolgenanpassung mit dem Untersuchungsgegenstand Thüringen. Hierbei entstand auch eine Abschlussarbeit sowie Auftragsforschung mit der Stadt Jena zum Projekt Grüne Klimaoasen. Seither erfolgte auch ein informeller Austausch mit der Stadt. Zwei weitere Projekte sind durch die Arbeit von Frau Schäfer im Kontext von Anpassungsforschung entstanden: eine online Befragung zu ReKIS und seit Mai 2020 ein BMBF Projekt über den kommunalen Bedarf für Daten zu Klimawandelfolgen. Hierbei ist der Fokus auf den Landkreis Greiz in Thüringen gelegt.

Nach Frau Schäfer gab es durchweg hohe Akzeptanz für die Maßnahmen der Klimaanpassung in Jena seitens der Bevölkerung. Herausforderungen für Adaption bestehen insbesondere durch die Flächenkonkurrenz, bedingt durch den Anstieg der Einwohner*innen. Als wachsende Stadt gibt es in Jena außerdem verschiedenen Bedarf an Wohnen, Gewerbe und Verkehr. Als Nutzungskonflikt kann hierbei Verdichtung gegenüber der Neuschaffung von Freiflächen angebracht werden. Im Vergleich zu anderen Kommunen ist dies aber kein Einzelfall in Jena.

Allgemein gibt es nach Frau Schäfer eine hohe Wahrnehmung für den Klimawandel in Jena sowie eine hohe Sensibilität gegenüber städtebaulichen Planungen. Jena ist darüber hinaus auch eine Vorreiterstadt für Maßnahmen der Adaption, etwa durch das Projekt Grüne Klimaoasen. Außerdem zeigen die Bewerbungen und Teilnahmen an Forschungsprojekten, dass Ressourcen für Anpassung aufgebracht werden. Wichtige Beiträge zum Informationsaustausch liefert auch die Arbeitsgruppe für Klimaanpassung, die aus verschiedenen Akteur*innen besteht. Gleichzeitig ist die Stadtverwaltung sehr aktiv und innovativ für Klimapolitik, was auch eine Vorbildfunktion für anderen Städte darstellt. Eine Abschlussarbeit in diesem Kontext hat ebenfalls verdeutlicht, dass die Maßnahmen zur Adaption in Jena Vorreiterfunktionen haben.

Bei der Befragung der Einwohner*innen Jenas zu Hitzebelastungen hat sich ergeben, dass die Mehrheit der Bewohner*innen die steigenden Temperaturen wahrnehmen. Heißere Sommer sind aber nicht für alle Bevölkerungsgruppen negativ, sondern es gab auch positive Rückmeldungen. Vulnerable Bevölkerungsgruppen wurden nicht direkt in der Befragung adressiert, dennoch kann davon ausgegangen werden, dass besonders sensible Bevölkerungsgruppen die Temperaturanstiege als negativ einschätzen. Die Resonanz hängt ebenfalls davon ab, ob die Wirkung von Hitze besonders hoch im Arbeits- und Wohnumfeld ist. In Jena gibt es außerdem viele Akademiker*innen, daher ist das Wissen über Klimawandelanpassung sehr hoch. Dennoch könnte mehr Sensibilisierung stattfinden.

Nach Frau Schäfer stellt der Verkehr ein großes Problem in Jena dar. Auf der einen Seite trägt der MIV verstärkt zu Hitze bei. Andererseits sind Schadstoffausstöße mitverantwortlich dafür, dass sich die Innenstädte weniger abkühlen können. Zukünftig sollte in Jena ein Fokus auf intelligente Verkehrskonzepte gelegt werden, die den ÖPNV bevorzugen, um auch die Innenstadt zu entlasten. Außerdem haben sich Forschungen zu Hitzebelastungen in Jena noch nicht mit den Arbeitnehmer*innen beschäftigt. Hierfür sollte es ebenfalls intelligente Lösungen für Entlastungen geben, denn Hitze wirkt sich ebenfalls negativ auf die Produktivität aus.

Für 2050 wünscht sich Frau Schäfer sehr geringe Anteile von MIV in der Innenstadt Jenas sowie hitze-resiliente Gestaltungen von öffentlichen Plätzen und Spielplätzen. Außerdem sollten die neusten Klimastandards beim Neubau beachtet werden, etwa durch Fassaden- und Dachbegrünungen sowie dem Einsatz von nachhaltigen Baustoffen. Hierfür sollte auch die Stadtplanung all ihre rechtlichen Kompetenzen einsetzen.

Leitfaden interview A3:

1. Könnten Sie sich und Ihre Institution kurz vorstellen?
2. Könnten Sie Ihre Forschung und Arbeit zu Klimaanpassung sowie die Zusammenarbeit mit der Stadt Jena einordnen?
3. Wie schätzen Sie die Wirkung der bisherigen Stadtentwicklungspolitik Jena's und Maßnahmen im Allgemeinen für Klimaanpassung ein?
4. Wo sehen Sie Herausforderungen und mögliche Interessenkonflikte zwischen Klimaanpassung und Stadtentwicklung in Jena?
5. Wie schätzen Sie die Resonanz der Einwohner*innen Jena's für die bisherigen Konzepte und Maßnahmen für Klimaanpassung ein?
6. Welche zusätzlichen Anreize könnten für die Einwohner*innen Jena's für Klimaanpassung gegeben werden?
7. Inwiefern kann sich Jena für weiter steigende Hitzebelastungen einstellen? Wie könnte Hitze-Resilienz weiter gefördert werden?
8. Wo sehen Sie Jena's Klimaanpassung in Bezug auf steigende Hitzebelastungen im Jahr 2050?

Protokoll Interview A3:

Dr. Uwe Kurmutz ist Projektleiter am Thüringer Institut für Nachhaltigkeit und Klimaschutz (ThINK). ThINK ist 2009 hervorgegangen aus der Arbeitsgruppe Regionalklima und Nachhaltigkeit am Institut für Geographie der FSU Jena. Beispiele der Arbeitsbereiche für Klimaanpassung und Klimaschutz sind Tätigkeiten mittels Fernerkundung, CO₂-Bilanzierungen und Bildung für Nachhaltigkeit. Über die Arbeitsgruppe der FSU Jena ging die Vorstudie 2009 zur Klimaanpassungsstrategie Jena's hervor. Von 2009 bis 2012 erfolgte dann die Ausarbeitung der Jenaer Klimaanpassungsstrategie (JenKAS), seitdem erfolgte eine wiederholte Zusammenarbeit von ThINK mit der Stadt Jena.

Parallel zu JenKAS war Uwe Kurmutz als Promotionsstudent an der FSU Jena eingeschrieben. Die Analysen zu lokalklimatischen Auswirkungen des Klimawandels auf Jena wurden in der Dissertation vertieft betrachtet. Die um JenKAS entstandene Arbeitsgruppe wurde nach Abschluss des Projektes weiter verstetigt und trifft sich bis heute regelmäßig zum Austausch. Besprochen werden unter anderem aktuelle Projekte und Forschungen zu Klimaanpassung sowie Anwendungsbeispiele aus anderen Städten. Vielversprechende und als dringlich erachtete Projekte zur Klimaanpassung werden in Jena weiterverfolgt und umgesetzt.

Während und nach JenKAS gab es bereits weitere Projektskizzen zur Klimaanpassung. Beispiele hierfür sind das Stadtbaumkonzept und das Projekt zur Wärmebelastung an Kindertagesstätten

und Grundschulen. 2017 erfolgte die Ausschreibung zum ExWoSt-Projekt Green Urban Labs. Die Umsetzung der grünen Klimaoasen in Jena sollen die Multifunktionalität von Grünflächen, Biotopverbunde und Regenwasserversickerung fördern sowie gleichzeitig den Hitzebelastungen entgegenwirken. Ergebnisse des Projektes sind unter anderem Kartenwerke zur Qualität von Klimaoasen in Jena sowie Empfehlungen zur Weiterentwicklung von Grünflächen.

Nach Uwe Kurmütz war die jahrelange erfolgreiche Zusammenarbeit für Klimaanpassung auch auf wichtige Vertreter der Stadtentwicklungspolitik zurückzuführen. Bedeutsame Vertreter waren bis 2018 der ehemalige Dezernent Hr. Peisker und der Stadtarchitekt Hr. Lerm. Beispiele für gemeinsame Zielstellungen waren eine doppelten Innenentwicklung, Förderung von Grünflächen bei gleichzeitiger Nachverdichtung sowie die Verstetigung von JenKAS als informelles Planungsinstrument.

Mit Klimaanpassung in Jena sind verschiedene Herausforderungen für die Stadtentwicklung verbunden. Durch die Tallage gibt es weniger Luftaustausch, während sich gleichzeitig schneller Wärmeinseln ausbilden. Auf den Hochflächen Jenas herrscht beispielsweise ein anderes Klima als im Talbereich. Neben der Tallage selbst schränken zahlreiche Schutzgebiete an den Hängen sowie auf den Hochflächen eine weitere Expansion der Stadt ein. Die zukünftigen Klimaänderungen und damit verbundene Zunahme von heißen Tagen und Hitzeperioden erschweren die Situation zusätzlich. Außerdem kommen in Jena ein kontinuierlicher Bevölkerungsanstieg und durch den demografischen Wandel bedingt ein Anstieg der besonders hitzesensiblen Bevölkerungsgruppen hinzu. Zukünftig wird die Entwicklung von Wachstum der Stadt bei gleichzeitiger Sicherstellung von gesunden Lebensbedingungen die größte Herausforderung der Stadtentwicklung darstellen.

Generell sieht Uwe Kurmütz Zustimmung seitens der Einwohner*innen Jenas für alle Maßnahmen, welche die Aufenthaltsqualität in Jena erhöhen, beispielsweise bei weiteren Baumpflanzungen. Darüber hinaus gab es ein gutes Feedback für die Bürgerbefragung zu den Klimaoasen in Jena. Ein weiteres Beispiel für die Resonanz der Einwohner*innen fand in Folge des Gartenentwicklungskonzept von 2013 in Jena statt. Hierbei argumentierten die Anwohner*innen mit der JenKAS-Studie und den ermittelten Kaltluftschneisen für den Erhalt der Kleingartenanlagen.

Der städtische Wettbewerb zu Dach- und Fassadenbegrünungen wurde dieses Jahr erweitert um grüne Klimaoasen, z.B. Innenhofbegrünungen. Eine Förderung und Erweiterung dieses Preises wären denkbar, um die Anreize zur Begrünung von Eigenheimen zu erweitern. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Einführung von Baumpatenschaften, einer Kooperation mit Anwohner*innen zur Stiftung und Bewässerung von Bäumen und somit einer Entlastung von kommunalen Services.

Mehr Hitze-Resilienz in der Zukunft könnte durch Flächenentsiegelungen erzielt werden, wobei die bestehende geteilte Abwassergebühr bei Eigenheimen ein weiterer Anreiz für Einwohner*innen darstellen könnte. Weitere Strategien sind die Umsetzung von mehr grünen und blauen Infrastrukturen, Straßenbäume- und Dachbegrünungen, Trinkwasserspender im öffentlichen Raum und helle Baumaterialien zur Reduzierung der Aufheizung. Ein weiterer denkbarer Ansatz wäre die Anpassung ganzer Tagesabläufe, wie in südlichen Ländern. Dies würde einen früheren Arbeitsbeginn, längere Mittagspausen zur Vermeidung der Mittagshitze und wiederum längeres Arbeiten am Nachmittag bedeuten.

Derzeit befindet sich in Jena eine neues Stadtklimakonzept in der Ausschreibung. Ein wichtiger Bestandteil wird die instrumentelle Umsetzung von Maßnahmen darstellen, z.B. die Sicherung von Durchlüftungen oder die Verankerung von Grünflächen in Bebauungsplänen, um eine stetige Arbeitsgrundlage für die Stadtplanung zu schaffen. JenKAS war zur Zeit der Erstellung gesamtstädtisch ausgelegt – eine kleinteilige Betrachtung bis zur Ebene eines Bebauungsplans war somit nicht möglich. Mit dem neuen Stadtklimakonzept wird dem Wunsch nachgegangen, eine verlässliche Datengrundlage zu schaffen, um das Stadtklima in Jena besser beurteilen zu können.

Zukünftig hofft Uwe Kurmutz auf weiterhin lebenswerte Sommermonate in Jena sowie einer Abnahme des MIV. Weitere Umfunktionierungen von Straßen, um beispielweise auf den Flächen neu Bäume zu pflanzen, wären damit denkbar.

Leitfaden Interview A4:

1. Könnten Sie sich und Ihre Institution kurz vorstellen?
2. Könnten Sie ihre Arbeit in der Stadtentwicklungspolitik Jenas für Klimaanpassung einordnen?
3. Wie wurde die Thematik Klimaanpassung in die Stadtentwicklungspolitik von Jena eingeführt?
4. Wie schätzen Sie den Prozess der Klimaanpassung in Jena und Maßnahmen im Allgemeinen ein?
5. Gab es Ungewissheiten und etwaige Hemmnisse bei der Umsetzung von Anpassung? Wie wurden mit Ungewissheiten umgegangen?
6. Wo sehen Sie Herausforderungen und mögliche Interessenkonflikte zwischen Klimaanpassung und Stadtentwicklung in Jena?
7. Wie schätzen Sie die Resonanz der Einwohner*innen Jenas für die bisherigen Konzepte und Maßnahmen für Klimaanpassung ein?
8. Welche zusätzlichen Anreize könnten für die Einwohner*innen Jenas für Klimaanpassung gegeben werden?
9. Inwiefern kann sich Jena für weiter steigende Hitzebelastungen einstellen? Wie könnte Hitze-Resilienz weiter gefördert werden?
10. Wo sehen Sie Jenas Klimaanpassung in Bezug auf steigende Hitzebelastungen im Jahr 2050?

Protokoll Interview A4:

Dr. Matthias Lerm war von 2007 bis 2019 als Stadtarchitekt in Jena tätig und leitete die Stadtentwicklung und Stadtplanung. Ein Beispiel des Arbeitsbereiches für die Themen Klimaschutz und Anpassung waren die Erarbeitung von Konzepten in der vorbereitenden Bauleitplanung.

Nach Matthias Lerm war man Themenfeldern wie Hitzebelastungen in Städten gegenüber zu lange unbekümmert gewesen. In Jena war die Betrachtung von Klimaanpassung auch mit Zufall und bestimmten Persönlichkeiten verbunden. Durch die vorherige Arbeit als Referent für nachhaltige Entwicklung und Koordinator des Weltkulturerbes Dresdner Elbtal hatten Matthias Lerm besonders die Hochwasserereignisse in Dresden aus dem Jahr 2002 geprägt. Nach Arbeitsbeginn in Jena führte eine kritische Hinterfragung, ob die Stadt genügend auf Extremereignisse vorbereitet sei, zu einer vermehrten Auseinandersetzung mit der Thematik. Während Klimaschutz schon hohe Prioritäten genoss, war Anpassung noch in der Startphase. In Folge dessen wurde eine Ratsvorlage unter dem Titel „Feuer, Wasser, Erde und Luft - Jena im Klimawandel“ (benannt nach den griechischen Urelementen) erarbeitet und im Jahr 2008 vom Bauausschuss bestätigt. Dadurch konnte die erste Studie, die als Vorgänger von JenKAS gilt, 2009 auf dem Weg gebracht werden. Durch die Studie begann die Arbeit an Klimaanpassung in Jena und ermöglichte außerdem später eine frühzeitige und erfolgreiche Bewerbung beim ExWoSt-Forschungsprojekt.

Beim ExWoSt-Forschungsprojekt war Jena außerdem die einzige Stadt, die alle wesentlichen Anpassungsgebiete betrachtete, etwa Wohn- und Gewerbegebiete, Land- und Forstwirtschaft sowie die Saalebereiche. Dies erfolgte insbesondere durch Projekte der Stadtentwicklungsplanung. Andere Fallkommunen betrachteten nur einzelne Aspekte, beispielsweise untersuchte Aachen Gewerbegebiete und Regensburg die Anpassung des Weltkulturerbes der Stadt. Maßgeblich beteiligt an der schnellen Umsetzung war auch die wissenschaftliche Begleitung durch die FSU Jena, denn Voraussetzung der Teilnahme war auch eine wissenschaftliche Begleitung. Die Zusammenarbeit mit der FSU Jena verstetigte sich nach dem Projekt.

Die vermehrte Betrachtung von Klimaanpassung führte auch zu einer Rollenverteilung für die Aufgabenfelder Klimaschutz und Anpassung. Während Klimaschutz seither in Jena vermehrt vom Fachdienst Umweltschutz vorangetrieben wurde, übernahm der Fachdienst Grundlagen der Stadtentwicklung die Aufgaben im Bereich Klimaanpassung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die räumlichen Auswirkungen der Stadtplanung auch auf das Stadtklima auswirken. Anpassung wurde in Folge der JenKAS-Studie schnell in Jena eingeführt, auch da Extremereignisse wie das Hochwasser im Jahr 2013, das Hitzejahr 2015 sowie die beiden sehr trockenen Jahre 2018 und 2019 die Notwendigkeit von Anpassung verdeutlichten. Ebenso wurden die Zahlen zu thermischen Veränderungen, die von der Thüringer Klimaagentur geliefert wurden, von Jahr zu Jahr bedrückender.

Nach Matthias Lerm ist die Aufstellung für Anpassung in Jena gut insbesondere durch die Partnerschaften und Zusammenarbeit mit anderen Institutionen. Ein Beispiel hierfür ist die Partnerschaft mit dem Umweltforschungszentrum Leipzig (UFZ), das während JenKAS unter anderem Kosten-Nutzen Berechnungen zu den Maßnahmen durchführte sowie Forschung zu multicoidierten Freiräumen übernahm. Durch das ExWoSt-Forschungsprojekt wurde ebenfalls eine Integration verschiedener Arbeitsbereiche ermöglicht, auch durch Gespräche mit den Verantwortlichen einzelner Handlungsbereiche. Hitzebelastungen wurden als zentrales Handlungsfeld

aus JenKAS erkannt, da die steigenden Belastungen im Zuge des Klimawandels die meisten Todesfälle und Erkrankungen mit sich bringen. Beim Handlungsfeld Hitze erfolgten auch Zusammenarbeiten mit lokalen Wohnungsunternehmen, etwa durch Nachbarschaftshilfen.

Bei der Ableitung von Teilprojekten aus JenKAS kam der entstandenen Arbeitsgruppe zur Klimaanpassung in Jena eine bedeutsame Rolle zu. Der Akteurstisch war maßgeblich an der Auskopplung einzelner Projekte aus JenKAS verantwortlich, beispielsweise kam von ThINK der Impuls zur Anpassung an Kitas und Schulen. Dennoch haben Maßnahme zur Anpassung nicht immer sofort Zustimmung bekommen. Ein Beispiel hierfür waren Unstimmigkeiten über das Projekt zur Anpassung an Schulen und Kitas, da zahlreiche der Objekte zum Zeitpunkt der Projektvorstellung bereits saniert worden waren. Anfängliche Hemmnisse änderten sich jedoch schnell zu Verständnis, wenn beispielsweise auf Schulhöfen 60°C gemessen wurden. Nach Matthias Lerm handelt es sich bei Klimaanpassung auch um eine Kulturtechnik, durch die Aufbringung des Themas, die Weiterführung und schließlich die konkrete Umsetzung. Somit sei Klimaanpassung auch praktische Überzeugungsarbeit. Die Frage zum warum verharrte in Jena nicht in Phase-Null, es ging darum, wie Anpassung umgesetzt werden kann.

Beim Aspekt von möglichen Hemmnissen waren für Matthias Lerm zum einen umfassend geführte Debatten maßgeblich. Zu der Zeit als Anpassung vermehrten Aufwind bekam, war die Wissenschaft sehr vorsichtig und unsicher. Dies wurde auch auf der lokalen Ebene spürbar und führte teilweise zu Erklärungsnot. Hemmnisse wurden auch durch Gegenpositionen und einzelne Stimmen verstärkt, die jedoch mit den zunehmenden Folgen des Klimawandels, etwa den Temperaturanstiegen, immer kleiner wurden. Ein weiterer Aspekt ist die Beharrungskraft von institutionellem Handeln, was durch bestehende Richtlinien verstärkt wird. Dieser Bereich war besonders spürbar bei der eigentlichen Umsetzung von Anpassung gewesen. Beispielsweise sind im öffentlichen Raum in der Regel viele Flächen versiegelt, wodurch etwa die Schaffung von Baumstandorten oder Versickerungsmulden sich als schwierig erwies. Ein negatives Beispiel bei der Umsetzung des Stadtbaumkonzeptes war die Naumburger Straße in Jena, bei welcher unter anderem die Leitungsführung neue Baumpflanzungen verhinderten. Dennoch war das Stadtbaumkonzept ein Meilenstein zur Klimaanpassung, da auch konkrete Standorte in der Strategie angesprochen worden sind.

Nach Matthias Lerm gibt Klimaanpassung auch dem eher abgenutzten Wort der Nachhaltigkeit eine neue Bedeutung. Denn Anpassung führt zur „guten“, menschlichen Stadt, die Menschen eher präferieren, anstelle von versiegelten Städten. Gleichmaßen muss Verständnis und Bewusstsein von den Bewohner*innen für Anpassungsmaßnahmen selbst kommen. Besonders No-Regret Strategien eignen sich gut, denn sie beinhalten Maßnahmen, welche auf keinen Fall einen Nachteil mit sich bringen. Bei Anpassung sollte außerdem die Frage gestellt werden, ob ein einfacher Wiederaufbau sinnvoll ist, oder ob die Gelegenheit für einen verbesserten Wiederaufbau genutzt werden kann. Dennoch ist Klimaanpassung nicht in kurzer Zeit möglich und sollte möglichst bei anstehenden Planungen integriert werden.

Nach Matthias Lerm ist Anpassung auch ein Gegensatz zu jenem menschlichem Handeln, das auf Maximierung und Verwertung ausgelegt ist. Daher gibt es auch oftmals Schwierigkeiten beim Verständnis des Themas. Negativ und beeinträchtigend ist insbesondere eine Außenentwicklung mit zu geringen Dichten, einer hohen Verkehrserzeugung und Monofunktionalität. Dagegen hat das urbane Stadtquartier mit einer Vielzahl von Funktionen positive Auswirkungen auf Kli-

maschutz und Anpassung. Unter den Bedingungen des Klimawandels entstehen neue Herausforderungen, für welche es einen Paradigmenwechsel bedarf. Klimaanpassung ist somit auch eine Chance für eine „gute“, nachhaltige, resiliente und zukunftsfähige Stadt. Klimaanpassung führt nicht zur Forcierung bestehender Missstände, sondern löst Konflikte zugunsten der „guten“ Stadt auf. Klimaschutz und Klimaanpassung sind außerdem genügend im BauGB verankert worden auch durch die Neuauflagen in der BauNVO, beispielsweise durch das urbane Gebiet.

Problematisch ist die Resonanz der Einwohner*innen, wenn bestimmte Vorschriften gemacht werden, beispielsweise durch die Entfernung von PKW-Stellplätzen. Kompromisse wie Teilentsiegelungen sind dagegen weniger problematisch, da die eigentliche Nutzung nicht eingeschränkt wird. Andere Ansätze wurden dagegen von den Einwohner*innen weniger kritisch gesehen, etwa Maßnahmen an Schulhöfen oder Baumpflanzungen. Außerdem hatte die Befragung der FSU Jena eine hervorragende Resonanz insbesondere von den Bewohner*innen aus Jena-Nord. Durch Maßnahmen der Anpassung werden außerdem neue Räume in Jena erschlossen, die vorher nicht begehbar waren, beispielsweise am Heiligenberg in Jena-Zwätzen. Bei Klimaanpassung auf privaten Grundstücken sind weiterhin gute Beispiele gefragt, die als Vorbild für anderen gelten könnten.

Für die zukünftige Stadtentwicklung Jenas könnten insbesondere Beispiele aus dem mediterranen Raum einbezogen werden. Ansätze hiervon sind die Schaffung von engen Gassen sowie große Unterschiede bei besonnten und beschatteten Bereichen. Dies führt außerdem zur Verstärkung von Luftzügen und Transpirationskühle. Während bei heißen Tagen innerstädtische öffentliche Räume eher weniger aufgesucht werden, sind schattenspendende Bäume und die konsequente Schaffung von Alleen eine sinnvolle Strategie. Prozesse sollten ebenfalls gefördert werden, welche zu einer natürlichen Einleitung von Wasser in die Vegetation führen. Gleichmaßen ist die Verbesserung der Standorteigenschaften und die gezielte Auswahl von Baumarten ein guter Ansatz. Stadtgrün ist die wichtigste Strategie für Klimaanpassung bei Hitze. Darüber hinaus sollten bei Anpassung weiterhin natürliche statt technische Lösungen bevorzugt werden.

In Bezug auf die Bauleitplanung kann der klimawandelgerechte Stadtteil „Am Oelste“ in Jena als positives Beispiel genannt werden. Das geplante Quartier ist unter anderem durch breite Straßen, begrünte Vorgärten und Höfe, einer Durchführung von Niederschlagswasser zur Vegetation sowie zahlreiche Straßenbäume gekennzeichnet.

Ungünstige Tendenzen für Klimaanpassung führt Matthias Lerm auf Suburbanisierungswellen in der Umgebung Jenas zurück. Bei Abweichungen von Verdichtungsprozessen werden beispielsweise durch die ausufernde Bebauung Luftströme bereits vorgewärmt, die in den Talkessel einfließen. Dagegen sollte der Fokus auf die Entwicklung von städtischen Quartieren gelegt werden, die dauerhaft von den Bewohner*innen geschätzt werden und trotzdem ein städtisches Erscheinungsbild haben. Dies ist auch das Bild einer klimawandelangepassten Stadt.

Bis 2050 wünscht sich Matthias Lerm eine Weiterentwicklung Jenas mit Erhalt der Lebensqualitäten der urbanen Stadt. Durch Klimaanpassung sollte ein Temperaturniveau in der Stadt erreicht werden, das nur geringfügig gegenüber heute erhöht ist. Zielstellung sollte außerdem das Bestehen der kompakten, konzentrierten Stadt sein mit einer reichhaltig strukturierten, umgebenden Kulturlandschaft.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen, Hilfsmittel und Berater hinzugezogen habe.