

HITZEPRÄVENTION DURCH STADTGRÜN

Eine Kurzexpertise von Franziska Hollweg, Julia Maja Wegmann, Dr. Gregor Langenbrinck und Hannah Scherreiks

The frequency and length of heat waves, droughts and tropical nights are increasing due to climate change. The increase in heat affects humans, flora & fauna as well as the water supply and soil in a multitude of ways. In addition, the livability of cities is reduced by heat stress. The aim of this paper is to describe the spatial impacts such as heat islands and take into account the spatial distribution of heat-sensitive groups. Based on this analysis, the potential of green-blue infrastructure for heat regulation becomes evident.

Heat islands develop close to the ground in densely built-up and highly sealed areas exposed to direct solar radiation. The temperature close to the ground is affected by vegetation as well as ground cover, the building density, degree of soil sealing and air circulation.

Preventative measures in the field of green-blue infrastructure should not only be considered in new developments but should be implemented in existing districts across the whole city. A variety of green-blue infrastructure solutions are applicable, such as planting native trees, greening buildings and storing water in retention areas. However, it is essential to inform the local population, specifically

Durch den Klimawandel nimmt die Häufigkeit und die Dauer von Hitze- und Trockenperioden sowie von Tropennächten stark zu. Diese Zunahme der Hitze hat vielfältige Auswirkungen auf Menschen, Flora und Fauna, aber auch auf den Wasser- und Bodenhaushalt. Zudem wird die Aufenthalts- und Lebensqualität in Städten durch die Hitzebelastung eingeschränkt.

Ziel der Expertise ist es, die Auswirkungen auf der räumlichen Ebene, z. B. Hitzeinseln, aber auch Orte, an denen sich hitzesensible Personengruppen aufhalten, herauszuarbeiten. Darauf aufbauend werden durch unterschiedliche Lösungsansätze die Potenziale von grün-blauer Infrastruktur deutlich.

Hitzeinseln entstehen in Bodennähe an dicht bebauten und hoch versiegelten Standorten, die zudem in den meisten Fällen der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Entscheidend für die bodennahe Temperatur sind der Grünbewuchs, aber auch der Oberflächenbelag, der Versiegelungs- und Verdichtungsgrad sowie die Luftzirkulation.

Präventionsmaßnahmen durch die Einbeziehung der grün-blauen

building owners in order to stress the importance of the topic.

Which strategies allow the implementation of such measures? And how can land-use conflicts be solved? These questions are discussed in this paper. Conclusively, a policy advice addressing the federal government is given. The implementation of measures can be encouraged by an improved legal framework, better funding mechanisms and technical support, establishing heat regulation through urban green in planning practice.

Infrastruktur sollten nicht nur in Neubaugebieten berücksichtigt, sondern auch in den Bestandsquartieren in der gesamten Stadt einbezogen werden. Dafür eignet sich eine Vielzahl von Möglichkeiten wie z. B. die Anpflanzung von standortgerechten Pflanzen und Gebäudebegrünung, aber auch die Wasserspeicherung in Retentionsflächen. Jedoch ist es auch entscheidend, die Bevölkerung und die Eigentümerinnen sowie Eigentümer der Grundstücke aufzuklären und die Wichtigkeit des Themas zu betonen.

Doch durch welche Strategien können die Maßnahmen umgesetzt werden? Und wie können Flächennutzungskonflikte gelöst werden? Diese Fragen werden in der Expertise diskutiert. Final werden an den Bund sich richtende Handlungsempfehlungen gegeben. Rechtliche Anpassungen, gezielte Förderungen oder fachliche Unterstützungsleistungen sollen die Umsetzung fördern, um Hitzeprävention durch Stadtgrün in der gängigen Praxis zu etablieren.

1. Hintergrund

Die durch den Klimawandel bedingte Hitze in der Stadt ist ein Phänomen mit weitreichenden Konsequenzen und wachsender Bedeutung (Groß & Kuttler, 2023). Die Häufigkeit und die Dauer von Hitze- und Trockenperioden und Tropennächte nehmen stark zu. Die Anzahl der heißen Tage beispielsweise ($> 30\text{ °C}$) ist in den letzten drei Jahrzehnten stark gestiegen, so auch die wärmsten Sommer (Winklmayr et al., 2023). Acht der zehn wärmsten Sommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in Deutschland (1881) wurden in den letzten 30 Jahren registriert (ebd.). Diese Werte gelten für die gesamte Bundesrepublik. Die höchsten Werte werden beinahe regelmäßig im Oberrheingraben, der Rhein-Main-Region, in Berlin und im südlichen Brandenburg gemessen. Insgesamt steigen die Temperaturen jedoch in allen Regionen. In Deutschland starben zwischen 2018 und 2020 ca. 19.300 Menschen durch Hitze (Winklmayr et al., 2023). Martin Herrmann von der Deutschen Allianz Klimawandel und Gesundheit geht davon aus, dass in den nächsten Jahren über 10.000 Menschen pro Jahr aufgrund von Hitze vorzeitig versterben können (Simmank, 2023). Aus Perspektive der Stadtentwicklung geht es auch nicht allein darum, Gesundheitsgefahren bei Hitze abzuwehren, sondern auch darum, die Aufenthalts- und Lebensqualität zu erhalten und die Nutzungsmöglichkeiten des öffentlichen Raums zu erweitern. Nicht an Hitze angepasste Räume können hier auch schon bei sommerlichen Temperaturen unter 30 °C an Qualität und Funktion einbüßen. Urbane Zentren sind von diesem Phänomen besonders betroffen, da sich dort Wärmeinseln bilden, d. h. die Lufttemperatur in Bodennähe ist im Durchschnitt höher als in ländlichen Gebieten. Diese Differenz kann an klaren und heißen Sommerabenden bis zu 10 °C und mehr betragen (ebd.). Die wärmere Luft erhöht außerdem das Risiko für Starkregenereignisse – wobei Trockenphasen mit einem unterschiedlichen Grad an Dürre ebenfalls zunehmen (Schubert et al., 2023). Die zunehmende Hitze hat starke Konsequenzen für die Gesundheit der Menschen, für die Lebensqualität in Städten sowie für Flora und Fauna.

1.1 Auswirkungen der Hitze auf den Menschen

Ältere Menschen, Säuglinge, Kleinkinder, Schwangere oder Menschen mit Vorerkrankungen reagieren besonders sensibel auf die klimatischen Bedingungen (Janson et al., 2023). Wohnungslose, Freiluftarbeitende oder Sorgearbeitende, Menschen mit psychischer oder physischer Beeinträchtigung oder Behinderung und Menschen mit schwächeren sozioökonomischen Voraussetzungen wie ungünstigen Wohnsituationen oder in Gemeinschaftsunterkünften sind der Hitze besonders stark ausgesetzt bzw. können sich schlechter eigenständig vor Hitze schützen (ebd.). Die Folgen können direkte Auswirkungen haben wie z. B. Hitzeschlag, Dehydrierung, aber auch Krankheiten wie etwa Diabetes oder Schlaganfälle können sie verschlimmern. Wie weiter oben bereits angedeutet, kommt es zu vorzeitigen Todesfällen von Menschen konkret mit z. B. Atemwegserkrankungen oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Winklmayr et al., 2023). Indirekte Folgen werden im Gesundheitswesen durch Probleme bei der Medikamentenlagerung und stärkere Belastungen erkenntlich (ebd.). Zusätzlich steigt das Unfallrisiko. Das gilt insbesondere für Arbeitsunfälle von Menschen, die im Freiraum arbeiten. Ein erhöhtes Risiko ist auch durch toxische Algenblüten oder sonstige Krankheiten in schwach fließenden oder stehenden Gewässern gegeben, die sich bei Hitze durch Nahrungsmittel oder Wasser ausbreiten. Aber auch bei technischen Infrastrukturen wie bei Strom- und Wasserversorgung bzw. dem Güter- oder Personenverkehr kommt es an heißen Tagen in wachsendem Maße zu Funktionseinschränkungen (ebd.). Beide, die Orte und

Trassen technischer Infrastrukturen, aber auch die Aufenthaltsorte und Bewegungsräume der erwähnten Personengruppen müssen deutlich stärker als bisher in den Fokus der Stadtentwicklung gestellt werden.

Zusätzlich zu den gesundheitlichen Risiken und kritischen Infrastrukturen führt Hitze zu erheblichen Einschränkungen der Aufenthalts- und Lebensqualität. Öffentliche Räume können zum Teil nicht mehr genutzt werden und Schattenplätze werden zu einer begrenzten Ressource. Auch die Nutzung von Sportanlagen, Schulhöfen oder Spielplätzen ist nur noch eingeschränkt oder zu späten Tageszeiten möglich.

Besonders betroffene Bevölkerungsgruppen und gesellschaftliche Auswirkungen

<p>Personengruppen, die besonders die Auswirkungen durch Hitze spüren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorerkrankte • Ältere • Kleinkinder • Schwangere • Säuglinge • Menschen mit akuten Erkrankungen • Menschen mit psychischer Beeinträchtigung • Menschen mit physischer Beeinträchtigung • Menschen mit Behinderung 	<p>Verstärkte Risiken durch Hitze:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hitzeschlag, Dehydrierung ... • Verschlimmern von Krankheiten: Diabetes, Schlaganfälle, Nierenfunktionsstörung ... • vorzeitige Todesfälle • Medikamentenlagerung • Belastung im Gesundheitswesen • Arbeitsunfälle • Unfälle im Straßenverkehr • toxische Algenblüten • Krankheiten, die sich im Wasser und über Nahrungsmittel verbreiten • verringerte Aufenthalts- und Lebensqualität
<p>Personengruppen, die Hitze besonders ausgesetzt sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • in Freiluftberufen Werktätige • Wohnungslose • Menschen mit schlechten sozioökonomischen Voraussetzungen • Menschen in Gemeinschaftsunterkünften • Menschen in ungünstigen Wohnlagen 	

Abbildung 1: Übersicht zu besonders hitzebetroffenen Bevölkerungsgruppen verbunden mit entsprechenden gesellschaftlichen Auswirkungen (eigene Darstellung)

1.2 Auswirkungen auf Flora, Fauna, Wasser- und Bodenhaushalt

Durch hitzebedingten Wassermangel, Blattverbrennungen oder Schädlingskalamitäten kommt es zum Pflanzensterben und zu Biodiversitätsverlusten (Feldmann et al., 2023). Pflanzensterben ist für die Hitzeprävention besonders dramatisch, da Pflanzen massiv zur Kühlung beitragen. Sterben Pflanzen durch Hitze, wird es heißer und für die umliegenden Pflanzen schwerer, zu überleben. Das bringt eine Kaskade an Folgen mit sich. Hitzeadaptive Arten können dies bis zu einem gewissen Grad ausgleichen. Die Silberlinde beispielsweise dreht die Blätter bei extremer Hitze. Häufig (z. B. bei invasiven Neophyten) kommt es jedoch zu Biodiversitätsverlusten, da sich Insekten und andere Tiere nur langsam an die neuen Arten gewöhnen. Eine veränderte Evapotranspiration wirkt sich auf die Standortbedingungen aus, wodurch Biotope und das (Stadt-)Ökosystem aus dem Gleichgewicht geraten können. Die steigende Verdunstung wirkt sich zudem massiv auf den Wasserhaushalt aus, es kommt vermehrt zu Starkregenereignissen und gleichzeitig zu lang anhaltenden Trockenperioden. Folgen sind zum einen Überschwemmungen und zum anderen verdursten Pflanzen, Insekten

und weitere Tiere in der Stadt.

Durch lang anhaltende Hitzeperioden trocknet der Boden schneller aus und verdichtet sich dabei immer mehr. Durch die Bodendegradierung lässt wiederum die Versickerungsfähigkeit nach. Der Grundwasserspiegel sinkt, was wiederum eine Versalzung der Böden zur Folge haben kann. Schadstoffe werden direkter in die Oberflächengewässer gespült oder akkumulieren im Boden. Es kommt verstärkt zur Eutrophierung von Gewässern, womit auch diese ihre Ökosystemdienstleistungen teilweise oder komplett verlieren können.

Hitzebedingte Kaskade der sinkenden Ökosystemdienstleistungen und der Biodiversität im Wasserhaushalt, den Bodenschichten sowie der Flora und Fauna

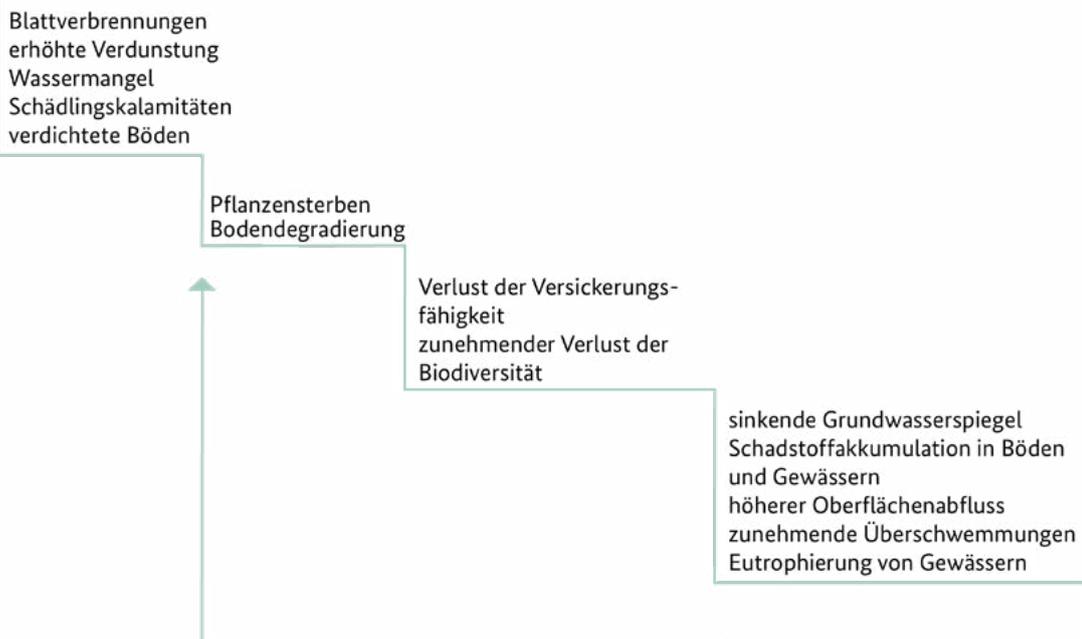


Abbildung 2: Hitzebedingte Kaskade der sinkenden Ökosystemdienstleistungen und Biodiversität (eigene Darstellung)

Diese Kaskade an Reaktionen auf Hitzeperioden kann durch eine sich selbst regulierende und damit gesündere grün-blaue Infrastruktur in der Stadt gebrochen werden. Wie bereits erwähnt, ist deswegen der Fokus verstärkt auf die Aufenthalts- und Bewegungsorte derer zu richten, die besonders von den Auswirkungen betroffen sind.

Diese Expertise stellt die Potenziale von grün-blauer Infrastruktur zur Hitzeprävention heraus und schlägt konkrete Lösungsansätze vor, die diese untermauern. Sie deutet zudem an, wie Handlungsstrategien in die Fläche getragen werden können. Im ersten Kapitel wird deshalb zunächst die räumliche Ebene in den Blick genommen, um Fokusorte zu identifizieren. Darauf aufbauend werden im zweiten Kapitel Maßnahmen herausgearbeitet und Lösungsansätze dargestellt, die die verschiedenen Funktionen von grün-blauer Infrastruktur zur Temperaturregulierung in den Blick nehmen. Zuletzt wird die operative Ebene beleuchtet, um zu erkennen, wie Maßnahmen konkret umgesetzt werden können.

2. Räumliche Ebene

2.1 Gebaute Orte, die Hitzeentwicklung fördern – Hitzeinseln in der Stadt

Hitzeinseln entstehen an dicht bebauten und hoch versiegelten, meist direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzten Standorten, an denen wenig Luft zirkulieren kann. Das Mikroklima unterscheidet sich also je nach umliegender Bebauung und Beschaffenheit des Untergrunds. Hohe Temperaturunterschiede sind vor allem in Bodennähe vorzufinden, die besonders relevant für Flora, Fauna und die Menschen sind. So zeigen zeitgleiche Messungen, dass freie Plätze und ein direkt angrenzender Ort im Schatten unter Bäumen Temperaturunterschiede von bis zu 9 °C aufweisen können (Moderow et al., 2023). In einer umfassenderen Studie zu Oberflächenbelägen der Innenstadt konnten Temperaturunterschiede von bis zu 20 °C festgestellt werden (Speak & Zerbe, 2020). Solche Unterschiede bestehen zwischen Asphalt und dichten Baumkronen. Auch die (helle) Farbe der Oberfläche von urbaner Infrastruktur kann die Temperatur akut senken, wirkt sich gleichzeitig positiv auf den Albedo-Effekt aus und trägt so indirekt dazu bei, den Treibhauseffekt zu reduzieren (Akbari et al., 2012; Kuttler, 2004). Verkehrsflächen fallen in Wärmemessungen der Stadt besonders auf, die dunklen, versiegelten Flächen speichern die Wärme, vor allem auch nachts. Vollversiegelte Gewerbe- und Industriegebiete sind weitere Orte, die besonders negativ zur Hitzeentwicklung in urbanen Räumen beitragen. Gewerbegebiete machen 19 % der Siedlungsfläche in Deutschland aus. Die Versiegelungsrate liegt hier oft bei über 80 % und sollte daher für Maßnahmen zur Klimaanpassung vermehrt in den Blick genommen werden (Riechel & Wiemer, 2022). Besonders Industriestandorte mit hitzeemittierender Produktion kühlen in der Nacht kaum aus. Wenn Gewerbegebiete beispielsweise zwischen den potenziellen Frischluftentstehungsgebieten im Umland der Stadt und der überwärmten Innenstadt liegen, tragen sie in besonderem Maße zur Überhitzung der urbanen Räume bei (INFRASTRUKTUR & UMWELT, 2021). In all diesen Räumen müssen im ersten Schritt Hitzeinseln identifiziert werden (siehe Kapitel 2, Planungsentscheidungen), um geeignete Lösungen vorbereiten und implementieren zu können (siehe Kapitel 1).

2.2 Raumpotenziale – Maßnahmen für den Hitzeschutz

Raumpotenziale zu Hitzeprävention und -schutz ergeben sich neben Neubauquartieren insbesondere auch in Bestandsquartieren. Maßnahmen finden sich z. B. in Umbauprojekten, bei denen im Zuge der Verkehrswende hitzespeichernde Verkehrsflächen entsiegelt werden. Praktisch alle Innenstädte befinden sich momentan in Transformationsprozessen. Durch Onlinehandel und noch einmal verstärkt durch die Folgen der Coronapandemie geht der stationäre Einzelhandel zurück. Vor allem große Ladenflächen und Gewerbeimmobilien, aktuell vor allem zahlreiche Kaufhäuser, fallen brach, mit weitreichenden Folgen. Alternative, nicht primär auf den Einzelhandel fokussierte, jedoch frequenzbringende Nutzungskonzepte werden wichtiger. Bei diesbezüglichem Um- und Neubau sollten Maßnahmen für grün-blaue Infrastruktur direkt miteinbezogen werden.

Insgesamt sollte bei jeglichen für den Umbau vorgesehenen Bestandsgebäuden sowie allen Neubauten Potenziale für eine qualifizierte Entwicklung grün-blauer Infrastruktur auch zur Hitzeanpassung verpflichtend mitberücksichtigt werden. Vielerorts bereits etabliert,

gehört dazu die Begrünung von Dächern, Fassaden, Balkonen und Terrassen sowie die Vorfassadenbegrünung. Die Entsiegelung von öffentlichen Räumen wie Straßen und Plätzen, aber auch die Vergrößerung von Baumscheiben bieten das Potenzial, um eine Erhöhung des Grünflächenanteils zu erreichen, ohne neu bauen zu müssen. Siedlungsfreiflächen wie wohnungsnahes Stadtgrün bieten einerseits einen Erholungsort und andererseits durch geeignete Vegetation eine Verschattungsmöglichkeit. Bäume spielen für den Hitzeschutz eine besonders große Rolle, sowohl durch die natürliche Verschattung als auch durch Verdunstungskühle. Neben der standortgerechten Anpflanzung neuer Bäume ist der Erhalt bestehender großer Bäume hier besonders zentral – die durch Hitze wiederum einem höheren Risiko ausgesetzt sind. Die Revitalisierung von Brachflächen und die Qualifizierung von Grünanlagen sind weitere Bausteine, die Beiträge zur hitzeresilienten Stadt leisten können. Auch andere bauliche Strukturen können Schatten spenden und somit die Hitzeeinwirkung mindern. Eine Ergänzung von blauen Strukturen durch z. B. kleinere Teiche, Wasserläufe oder Retentionsflächen kann zur Abkühlung der lokalen Atmosphäre beitragen (Klimaoasen). Auch die Renaturierung von bereits vorhandenen, aber geschlossenen Blau-Bereichen (etwa abgedeckte innerstädtische Bachläufe) wären eine Maßnahme. Vor allem für hochverdichtete „steinerne“ Innen- und Altstädte sollte sich – unter Berücksichtigung baukultureller Aspekte und solcher des Denkmalschutzes – ein Perspektivwechsel einstellen, der von der Frage ausgeht, wie die Hitzebildung minimiert werden kann. Dieser Perspektivwechsel sollte sich auf die gesamte Stadt ausdehnen. Dabei sind zunächst kostengünstige, aber rasch wirksame Maßnahmen baulichen Hitzeschutzes (Abschattungsflächen, Sonnensegel u. a. m.) neben längerfristig wirksamen Maßnahmen des Stadtgrüns zu prüfen und herzustellen. Flächen und Räume der grünen und blauen Infrastruktur sollten miteinander verbunden und durch Frischluftschneisen ergänzt werden. Zudem sollten im Stadtgebiet verteilte wohn- und arbeitsstättennahe kleine öffentliche Pico- oder Mikroparks entwickelt oder gesichert werden. Obsolete Orte wie aus der Nutzung fallende Friedhöfe oder auch Tankstellen o. Ä. sollten dabei spezifisch unter dem Aspekt der Klimawandelwirksamkeit betrachtet werden, bevor sie der Bebauung preisgegeben werden. Die großräumige Vernetzung von Grünräumen im Bestand ist besonders herausfordernd, aber wo sie gelingen kann, ist sie sehr wertvoll. Umso wichtiger ist es, bestehende vernetzte Grün- und Freiraumachsen zu erhalten.

2.3 Orte besonderer Aufmerksamkeit für hitzesensible Personengruppen

Die Hitzeproblematik korreliert mit dem Versiegelungsgrad und der städtebaulichen Verdichtung. Sie ist besonders in Innenstadtlagen, aber auch in hoch verdichteten Stadtteilzentren flächendeckend hoch. Dabei sind städtebauliche Strukturen, die die Luftzirkulation erschweren, wie die Block- oder Blockrandbebauung, aber auch Gewerbe- und Industriegebiete zudem oft mit hitzeemittierender Produktion besonders betroffen. Dabei kann eine unzureichende nächtliche Auskühlung oder ein hoher Schwülegrad die Situation verschärfen. Nicht selten treffen Hotspots der Hitzebelastung auf vulnerable Bevölkerungsgruppen. Die Hitze wirkt nicht nur im Straßenraum, oft sind gerade die Dachgeschosse besonders belastete Bereiche. Wie bereits in der Einleitung beschrieben, reagieren manche Bevölkerungsgruppen sensibler auf Hitze, wodurch einige Orte bei der Maßnahmenplanung stärker berücksichtigt werden müssen. Dazu zählen Gesundheitsinfrastrukturen wie Krankenhäuser, Pflegeheime, Ärztehäuser und Geburtshotelzentren, aber auch soziale Infrastrukturen, zu denen Kitas, Sport- und Spielplätze, Schulen und Betreutes Wohnen gehören. Öffentliche Bewegungsorte wie z. B. Straßen, Fußwege, Radwege, Bushaltestellen und Verkehrsknotenpunkte, aber auch Spielplätze,

Bolzplätze und andere öffentliche Orte für Sport und Bewegung sowie Orte für Freiluftberufe sind ebenfalls zu berücksichtigen. Es sind Orte, die einer besonderen Aufmerksamkeit für Hitzemaßnahmen bedürfen (Bittle & Sadasivam, 2023). Zu den Orten für Freiluftberufe gehören (mehrjährige) Baustellen, Parkplätze und Pausenräume von Pflegediensten, Standorte von Feuerwehren, der Straßenreinigung, aber auch des Garten- und Landschaftsbaus. Auch verdichtete Wohnsituationen stellen ein höheres Risiko bei starker Hitze dar und brauchen somit Ausgleichsmaßnahmen. Zu den Wohngebäuden zählen Gemeinschaftsunterkünfte, Orte für Wohnungslose, aber auch beengte und ungedämmte Wohnungen, Wohnungen ohne Balkon, Dachgeschosswohnungen und ungünstige Wohnsituationen etwa an Hauptverkehrsstraßen vor allem von sozioökonomisch schwächer gestellten Menschen.

Bebaute hitzefördernde Orte / Hitzeinseln in der Stadt:

<p>Verdichtete Bebauung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dicht bebaute Blockrandstrukturen mit geringer Grünausstattung • hochverdichtete Quartiere ohne Durchlüftungsfunktionen 	<p>Vollversiegelte Gewerbe- und Industriegebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> • hitzeemittierende Produktion, nächtlich kaum auskühlende Bereiche, sich aufheizende und hitzespeichernde Nutzungen
<p>Verkehrsflächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vollversiegelte Verkehrsflächen • hohe Dichte an Oberflächen- und Straßenbelag • großräumige Parkplätze 	<p>Dunkle (Ober)-Flächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächen mit hoher Albedo (schwarze Dächer, Stadtwald (z. B. dichter Kiefernwald)) • dunkler Straßenbelag • dunkle Infrastruktur

Raumpotenziale:

<p>Obsoletere Orte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tankstellen • Friedhöfe • Flächen des ruhenden Verkehrs • Brachflächen • Grünflächen mit geringer Biodiversität • Flächen des Einzelhandels 	<p>Orte in Transformation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächen des ruhenden Verkehrs • Tankstellen • Innenstädte • sonstige Automobile • Infrastruktur 	<p>Bestehende Gebäudestrukturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dächer • Fassaden • Vorfassaden • Balkone • Terrassen
	<p>Öffentlicher Raum u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plätze • Baumscheiben • Straßenraum • Pocket-Parks 	

Orte mit besonderer Aufmerksamkeit für hitzesensible Personengruppen:

<p>Gesundheitsinfrastrukturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pflegeheime • Arzthäuser • Krankenhäuser • Geburtszentren 	<p>Orte für Freiluftberufe:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baustellen • Garten- und Landschaftsbau • Feuerwehr • Straßenreinigung 	<p>Öffentliche Bewegungsorte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobilitätsknotenpunkte • Bushaltestellen • Straßen • Fußwege
<p>Soziale Infrastrukturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kitas • Sportplätze • Schulen • Spielplätze • Betreutes Wohnen 	<p>Verdichtete Wohnsituationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gemeinschaftsunterkünfte • Orte für Wohnungslose • ungünstige Wohnsituationen vor allem von ökonomisch schwächer gestellten Gruppen • Wohnungen ohne Balkon • Beengte Wohnsituation • Dachgeschosswohnungen • schlecht gedämmte Wohnungen 	

Abbildung 3: Zusammenfassende Grafik zu hitzebezogenen Orten, Raumpotenzialen und Orten mit besonderer Aufmerksamkeit für hitzesensible Personengruppen (eigene Darstellung)

3. Lösungsansätze

3.1 Verschattung

Die Beschattung ist einer der wichtigen Grundpfeiler zur Vermeidung von Hitzeinseln in Städten. Dies kann eine natürliche Beschattung durch Bäume und Pflanzen sein oder eine durch Beschattungselemente wie Sonnensegel, PV-Anlagen oder Arkaden. Technische Hilfsmittel haben jedoch den Nachteil, dass sie sich selbst erwärmen und die Wärme indirekt an die Umgebung abgeben (Offermann et al., 2022). Nichtsdestotrotz bieten sie vor allem in hochverdichteten Lagen kostengünstige Lösungen und schützen als Nebeneffekt Pflanzen vor Vertrocknung.

Pflanzen erwärmen sich im Gegensatz dazu tagsüber wenig, kühlen durch Verschattung und eine erhöhte Feuchtigkeit die Umgebung und haben zudem nachts eine kühlende Wirkung auf die Umgebung (Groß & Kuttler, 2023; von Rütth et al., 2023; Sieker et al., 2019).

Eine Studie des Umweltbundesamts mit dem Titel „Nachhaltige Gebäudeklimatisierung in Europa – Konzepte zur Vermeidung von Hitzeinseln und für ein behagliches Raumklima“ zeigt anhand der Analyse von fünf Quartieren die Wichtigkeit von Verschattung. Die Quartiere (in Hamburg, Köln, Frankfurt am Main, Madrid und Tunis) wurden auf ihre Mikroklimasituation und Verbesserungspotenziale hin untersucht. Die Studie zeigte, dass durch Bäume mit großen Kronen, Sonnenschirme und Markisen eine Minderung der physiologisch äquivalenten Temperatur von 10 Kelvin des Außenraums erreicht werden konnte (Offermann, 2022). Temporäre Sonnenschirme oder das Anbringen von Sonnensegeln können Kinderspielplätze oder den öffentlichen Raum mit Plätzen, Sitzbereichen und Gehwegen auch im Hochsommer erschließbar machen. So konnte beispielsweise der Außenraum vor der Amerika-Gedenkbibliothek in Berlin auch im Hochsommer zum Lesen und für Veranstaltungen genutzt werden. Ein weiteres Potenzial bieten „Cool Places“ – kühlende Orte wie umgestaltete Plätze, stark verschattete Mikroparks oder Klimaoasen, die durch mobiles Grün und/oder verschattete Bereiche Kühlung in hochverdichteten Bereichen bieten. Für den Hitzeschutz sollte insbesondere auf eine Bepflanzung mit Baumarten mit dichter und großer Baumkrone sowie großer Blattfläche geachtet werden, die einen hohen Beschattungsgrad aufweisen. Schirmkronen haben hier eine sehr positive Wirkung (Speak & Zerbe, 2020). Linden weisen beispielsweise eine besonders dichte und breite Krone auf (ebd.).

3.2 Qualitative Bepflanzung (standortgerecht)

Neben technischen Hilfsmitteln sind Pflanzen ein großes weiteres Hilfsmittel für Beschattung und Hitzeschutz. Für eine langlebige und sinnvolle hitzeresiliente Bepflanzung müssen die Standortfaktoren analysiert werden. Dies sind klimatische Faktoren, physikalische und biologische Beschaffenheit, Versorgung durch Wasser, Luft und Nährstoffe sowie Wechselwirkungen mit anderen vorhandenen Pflanzen oder auch Tieren sowie die klimatischen Prognosen (Feldmann et al., 2023). Eine standortgerechte Bepflanzung ist elementar für einen geringen Pflegeaufwand und die Resilienz der Pflanzen. Durch ein anschließendes Monitoring kann auf klimatische Veränderungen reagiert und es können zusätzlich negative Einflüsse der Pflanzen auf die graue und blaue Infrastruktur vermieden werden (ebd.). Bäume, die schneller wachsen, bieten eine höhere Kühlleistung, die Wuchsleistung ist wiederum von

der Bodenbeschaffenheit und der Pflege abhängig (Feldmann et al., 2023). Daher ist bei der Bepflanzung vor allem auch auf die Bodenqualität zu achten bzw. sollte diese entsprechend hergestellt werden (ebd.). Hier kann sich beispielsweise ein Unterwuchs durch Stauden für Baumscheiben eignen. Eine ausführlichere Beschreibung der Eignung für die standortgerechte und hitzeresiliente Auswahl von Kulturpflanzen ist in der Broschüre „[Stadtgrün wirkt!](#)“ auf Seite 50 zu finden.

Die Pflege von Stadtgrün kann durch den Einsatz digitaler Tools vereinfacht werden. Sensoren können Umweltfaktoren (Wasserqualität, Luft- und Bodenfeuchtigkeit) erfassen und an Verantwortliche weitergeben (Hollweg et al., 2023). Nach Fertigstellung werden Planungsverantwortlichen der Kommunen Anleitungen zur Gestaltung von Freiräumen, Fassaden und Dächern an die Hand gegeben (ebd.).

3.3 Gebäudebegrünung

Wenn im öffentlichen Raum die Möglichkeiten der Begrünung knapp werden, bieten Fassaden, Terrassen, Balkone und Dächer Ausgleichsflächen. Insbesondere in stark verdichteten und versiegelten Bereichen kann auf diese Weise sowohl dem Hitzeinseleffekt als auch einer Aufheizung der Gebäudeaußenfläche vorgebeugt werden. Herauszustellen ist hier allerdings, dass beispielsweise nur bis zu 50 % als Ersatzmaßnahme für eine wegfallende Grünfläche gelten können (Brune et al., 2017). Der Wärmetransport wird auf diese Weise im Sommer von außen nach innen und auch im Winter von innen nach außen verringert, wodurch Kosten gespart und Emissionen reduziert werden (Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz Freistaat Thüringen, o. J.).

Als internationales Vorzeigebispiel der Fassadenbegrünung gilt das im Jahr 2014 fertiggestellte Projekt „Bosco Verticale“. Es handelt sich um eine Fassadenbegrünung von zwei Türmen in Mailand, bestehend aus mehreren Hundert Pflanzen und Bäumen. Ein weiteres Projekt ist „Ben Endstra“ in Eindhoven (Niederlande). Die Wohnungsbaugesellschaft Trudo hat hier ein begrüntes Gebäude mit 125 Wohnungen im sozialen Wohnungsbau mit günstigen Mieten geschaffen. Diese Vorzeigeprojekte sind wichtig, um zu zeigen, was auch vor dem Hintergrund immobilienwirtschaftlicher Interessen und – projektabhängig – des Ziels, bezahlbaren Wohnraum zu schaffen, bereits möglich ist. Wichtig ist es aber vor allem, niedrigschwellige Lösungen in Wohnortnähe zu ermöglichen. Ein gutes Beispiel für hitzeschutzrelevantes Grün an einem Gemeindebau gibt es in der Stadt Wien. Eingesetzt werden in Modellprojekten Rankpflanzen (z. B. Schlingknöterich und Kiwi) in Kombination mit einer Unterbepflanzung (z. B. Bodendeckerrosen), die in einer Unterkonstruktion gepflanzt wurden, um die Fassaden nicht zu beschädigen.

Durch die Begrünung werden die Biodiversität und die Luftreinhaltung gefördert, die Umgebungsluft gekühlt und durch die optische Wirkung das menschliche Wohlbefinden gesteigert (Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz Freistaat Thüringen, o. J.). Als eine Herausforderung wird jedoch genannt, dass die Pflanzen standortgerecht ausgewählt werden müssen, um den besonderen Bedingungen (gegeben durch die Höhe), etwa durch Sonnenstrahlung und Wind, standzuhalten. Bei einer Fassadenbegrünung sollte auf eine lückenlose Pflanzenschicht, breitblättrige Arten und diverse Pflanzgemeinschaften geachtet werden (Feldmann et al., 2023). Auskunft über Standortfaktoren und Pflanzenauswahl gibt die Publikation „[Stadtgrün wirkt!](#)“ (ebd.). Boden-, Wand- oder Vorfassadenbegrünung bieten im Vergleich zur Dachbegrünung eine größere Fläche. Einschränkend könnten Denkmalschutz bei Bestandsgebäuden und baukulturelle, in einigen historischen Städten auch ein eventueller Welterbestatus wirken. Diese Hürden schrecken viele Eigentümerinnen und Eigentümer ab.

Der größte Hindernisfaktor ist daher eine unzureichende fachkompetente Beratung und Planung (Heinrich, 2019). Eine Weiterentwicklung der Dachbegrünung könnte künftig die Kombination mit der Anbringung von PV-Anlagen sein, die eine positive Wechselwirkung zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung hervorruft (Feldmann et al., 2023). Weiterhin sollte Gebäudebegrünung immer mit einem Regenwassernutzungskonzept zusammengedacht werden (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, 2010). Vereinzelt, sofern statisch möglich, wird auch über die Erstellung von Blaudächern nachgedacht, also Dächern mit Wasserbecken, deren Regenwasser zur Pflanzbewässerung rund um das Gebäude genutzt und die zudem auch mit PV-Anlagen überstellt werden könnten.

3.4 Entsiegelung

Die Erhöhung der versickerungsfähigen Flächen ist zur Kompensation sinkender Grundwasserpegel aufgrund höherer Trockenheit erforderlich. Durch die Versiegelung von Städten durch Straßen und Gebäude hingegen wird die natürliche Verdunstung von Wasser erschwert und sorgt zusätzlich für eine Speicherung von Hitze, abhängig auch von der Oberflächengestaltung (Albedo). Da der Wohnungsbau zu einer erhöhten Flächenversiegelung beiträgt, müssen andere Räume ausgleichend entsiegelt werden (doppelte Innenentwicklung), um Bodenfruchtbarkeit und Wuchsraum etwa für die Durchwurzelung zu geben (Feldmann et al., 2023). Im Sinne der dreifachen Innenentwicklung können dazu auch Flächen gewonnen werden, etwa durch Rückbau von Parkplätzen. Wenn auch bislang selten angewendet, gibt es unterschiedliche Gesetze, die ein Entsiegelungsgebot verankern. Im § 179 Baugesetzbuch (BauGB) wird ein Rückbau- und Entsiegelungsgebot beschrieben. Auch im Wasserhaushaltsgesetz, Bundesbodenschutzgesetz und Bundesnaturschutzgesetz gibt es Vorgaben zur Entsiegelung. Das Leibniz-Institut hält es für erforderlich, die Entsiegelungspotenziale in Kommunen systematisch zu erheben, um die Potenziale vorhandener Flächen zu identifizieren. Gründe, wieso die Vorschriften und Gebote bislang in der Praxis selten angewendet werden, gilt es durch Analysen und Experteninterviews zu erforschen (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, o. J.).

Die Entsiegelung von Hinterhöfen, Straßenräumen und Freiräumen ist in vielen Kommunen bereits auf gutem Weg. So wurde beispielsweise für den Berliner Bezirk Mitte eine Entsiegelungsstrategie verabschiedet. Im Jahr 2023 sollen 5.000 Quadratmeter Fläche entsiegelt werden, in den nächsten Jahren weitere 150.000 Quadratmeter (Hasselmann, 2023). Parkplätze werden entsiegelt, Versickerungsgruben entstehen neben Gullys und an Straßenzügen findet eine Entsiegelung durch das Einbringen und vor allem die Vergrößerung von Baumscheiben statt (ebd.). Ein weiteres Beispiel ist die Entsiegelung der Graefestraße in Berlin-Kreuzberg. Das Projekt zeigt jedoch auch mögliche Probleme, die mit der Entsiegelung von urbanen Gebieten einhergehen. Bodenproben zeigten Verunreinigungen im Unterboden, weshalb die Fläche nicht begrünt werden kann (Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin, 2023). Insofern muss damit gerechnet werden, dass mit Entsiegelung auch häufig damit einhergehende Renaturierungsmaßnahmen notwendig werden. Weitere Beispiele für die Erschließung ehemals versiegelter Flächen sind Pocket-Parks (auch Pico- oder Mikropark genannt), ein kleiner Freiraumtyp, der Stadtgrün ergänzt. Durch Verbindung, Qualifizierung oder Vergrößerung von Pocket-Parks kann Entsiegelung ebenfalls effizient vorangetrieben werden.

3.5 Retentionsflächen und Wasserspeicherung

Wasser in der Stadt zu halten schafft Verdunstungskühle. Dazu beitragen können beispielsweise Bioswales, Teiche, oberirdische Drainagesysteme, Mini-Moore oder versickerungsfähige Bodenbeläge wie beispielsweise durchlöcherter Fliesen, „Climate Tiles“, mit denen etwa in Kopenhagen experimentiert wird.

Die Technische Universität Berlin testet in einem Reallabor [ClimateHOOD CampusPARK Charlottenburg](#) die Einführung von Mini-Mooren/Urban Wetlands (StadtManufaktur Berlin, o. J.). Eine gut umgesetzte Rückführung eines Moores zeigt auch das Projekt [Tanner Springs Park](#) (USA).

Die Aspekte der Schwammstadt, Schwammlandschaft und die Wichtigkeit eines natürlichen und langsamen Abgehens von Regenwasser in die Umwelt wurden bereits vielerorts angemerkt und ebenso in einer eigenen [Kurzexpertise „Das Schwammprinzip als Zukunftsaufgabe der grün-blauen Infrastruktur in Stadt und Landschaft“](#) und zwei informativen Grafiken anschaulich herausgearbeitet. [Hier](#) geht es zu den Ergebnissen.

3.6 Sensibilisieren und aufklären für Freiflächen und Gebäude (Privateigentum)

Die Partizipation der Zivilgesellschaft für eine Umsetzung resilienter Maßnahmen zur Hitzeanpassung ist unabdinglich. Durch Aufklärung und Umweltbildung können die Zustimmung zu Maßnahmen gefördert und Anreize zur Mitgestaltung geschaffen werden. Unterschiedliche Formate wie Naturerfahrungsräume für Kinder, Apps, Infotafeln, Führungen oder Kampagnenprojekte der Citizen Science fördern die Sensibilisierung gegenüber Stadtgrün und wecken ein Verständnis für dessen Wirkung gegen Hitze.

Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung hat ein Tool [„Stadtgrün wertschätzen“](#) entwickelt, durch das veranschaulicht wird, welche finanziellen und klimatischen Folgen mehr oder weniger Stadtgrün hat. Im Tool können für verschiedenen Großstädte Deutschlands Szenarien in Bezug auf den Zuwachs oder Wegfall von u. a. Straßenbäumen oder begrünten Fußwegen erstellt werden. Im Anschluss werden ihre Einflüsse auf die Wasserretention, Luftreinhaltung, Kohlenstoff- und Temperaturregulation sowie die kulturellen (z. B. Sport, Erholung, Aufwertung des Stadtbilds) Ökosystemleistungen aufgezeigt. Die App und Webseite [Baumblick](#) funktioniert mithilfe eines KI-Vorhersagemodells und gibt Einblicke zu Standort und Zustand von Berlins Stadtbäumen und deren Wasserversorgung. Einer interaktiven Karte kann man Informationen über u. a. Baumart, Alter, Verschattung und Gießwassermenge entnehmen. Die Webseite [Care4GREEN](#) gibt nutzerfreundliche Anleitungen zum Selbergärtnern, sortiert nach Standort (Garten, Dach oder Fassade) mit nützlichen Arbeits- und Pflegehinweisen.

In Münster wurden Thermografiebefliegungen mit Wärmebilddrohnen durchgeführt mit dem Ziel, Eigentümerinnen und Eigentümer auf Hitze und Hitzeinseln aufmerksam zu machen. Dafür wurde von der Stadt eine kostenlose Beratung durchgeführt und Handlungsempfehlungen zur Reduktion von Wärmeverlusten erteilt. Daran anknüpfend wird das Angebot mit einer Energieberatung zum Klimaschutz verknüpft (Smart City MS, 2023). Ähnlich läuft das Projekt UrbanGreenEye ab, das bundesweite satellitenbasierte Hitzedaten veröffentlicht und zur Verfügung stellt (UrbanGreenEye, o. J.). Förderprogramme wie beispielsweise die an Kommunen oder kommunale Eigenbetriebe gerichteten KfW-Programme IKK-Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (201), IKU-Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung (202) und Energetische Stadtsanierung –

Zuschuss (432). Für Privateigentümer gibt es die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), die Wege aufzeigt, um etwa Zuschüsse und Förderkredite zur Dachbegrünung und andere Möglichkeiten der hitzesensiblen Gebäudesanierung über die BAFA zu erhalten. Eine Übersicht zu Förderungen der Gebäudebegrünung wurde vom BuGG zusammengestellt. Mehr dazu [hier](#).

3.7 Extremsituationen vorbeugen

Neben den genannten Maßnahmen (Kapitel 3.1–3.5) sind auch weitere Verhaltensveränderungen und schnelle Lösungen für den Hitzeschutz notwendig. Die durch den Klimawandel zunehmenden Hitzewellen verdeutlichen den Handlungsbedarf, insbesondere für Risikogruppen (siehe Kapitel 1). Hitzewarnsysteme informieren über Extremhitze. Während es für ältere Menschen und Kinder in mehreren Städten konkrete Aktionspläne gibt, werden weitere Risikogruppen wie obdachlose Menschen bislang weitestgehend übersehen. Gleichzeitig müssen Hitzeaktionspläne auch für soziale Einrichtungen (Kindergärten, Krankenhäuser o. Ä.), aber auch für den ÖPNV entwickelt werden. Hitzeaktionspläne widmen sich häufig akuten Themen der gesundheitlichen Hitzeprävention. Neben dem Schaffen und Bereitstellen von kühlen Räumen gilt es, auch bestehende kühle Räume insbesondere für vulnerable Personen zu erschließen. In Notsituationen sollte der Zugang beispielsweise zu Tiefgaragen, Kühlecken in Supermärkten, Kirchen, klimatisierten öffentlichen Räumen wie Museen o. Ä. ermöglicht werden. Im Rahmen des [Wiener Hitzeaktionsplans](#) wurde eine App („Cooles Wien“) entwickelt, die hilft, kühlende Räume zu finden und aufzusuchen.

An derlei zunächst primär gesundheitliche Aspekte berücksichtigende Hitze Strategien kann die Entwicklung grün-blauer Infrastrukturen anknüpfen und Themen wie etwa die Umweltgerechtigkeit inkludieren (siehe Kapitel 4). Neben neuen Parks sollen auch mehr Wasserspielmöglichkeiten und Nebelduschen, sogenannte „Sommerspritzer“, für Abkühlung sorgen. Die Initiative [Refill Deutschland](#) stellt einen Kartendienst für öffentlich zugänglich Stellen mit Trinkwasser (Trinkbrunnen) bereit.

3.8 Kostengünstig umsetzbar

Die Entwicklung grün-blauer Infrastruktur bietet eine gute Möglichkeit, präventiv Maßnahmen zu ergreifen und langfristige Kosten einzusparen. Die zunehmenden Folgen des Klimawandels für die Gesundheit der Menschen in der Stadt zeigen die Notwendigkeit an, zu agieren. Fest steht, dass der Hitzeschutz bei den Kommunen als Thema zwar angekommen, in der Stadtgesellschaft als Daueraufgabe aber noch nicht als Selbstverständlichkeit verankert ist. Kostengünstige Maßnahmen wie Verschattungselemente oder Sonnensegel sind zwar wichtig, dabei als Teaser auf kostengünstige Methoden zu fokussieren, reicht jedoch nicht aus. Mit solcherart Symptombehandlung können Folgen von Hitze zwar akut begrenzt, nicht jedoch dauerhaft bekämpft werden. Grundsätzlich ist der frühzeitige klimawandelgerechte Stadtumbau zur Vorsorge vor stark veränderten klimatologischen Zuständen in den kommenden Jahrzehnten eine vordringliche Aufgabe, aber bereits aktuell sind auch rasch wirksame Maßnahmen bei extremen Hitzewellen wie die Versorgung mit kostenlosem Trinkwasser, das Anbieten von Notfallhotlines für vulnerable Gruppen und eine generelle Aufklärung über die Thematik nötig. Die Implementierung von grün-blauer Infrastruktur wird oft mit vielen Vorbehalten versehen. Es bestehen Forschungslücken, um diesen offensiv etwa mit Kosten-Nutzen-Analysen zum Stadtgrün für Hitzeanpassung zu begegnen. Die

Komplexität der Kriterien für Dach- und Fassadenbegrünungen zeigt das Beispiel (siehe unten) und auch die damit verbundene Dringlichkeit.

Kosten-Nutzen-Analysen der Dach- und Fassadenbegrünung stellen heraus, dass beide Anwendungen eine positive Kosten-Nutzen-Relation aufweisen. Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) hat Investitions- und Pflegekosten für Dach- und Freiflächenbegrünung und deren Nutzung am Bremer Beispiel gegenübergestellt. Dort wurden im Rahmen der Klimaanpassungsstrategie bereits ca. 1.000 Dächer begrünt. Laut ihrem Fact Sheet kann eine extensiv begrünte Dachfläche über ihre Lebensdauer ca. 2,4 kg CO₂/m² zurückhalten und zusätzlich ca. 4,4 kg CO₂ durch Wärmedämmung vermeiden. Darüber hinaus werden ca. 300 g Luftschadstoffe zurückgehalten. Bei Starkregen können ca. 40 l/m² Regenwasser zurückgehalten werden (IÖW, 2020). So stellte eine Studie heraus, dass extensive Gründächer über einen Zeitraum von 40 Jahren inklusive Anschaffungs- und Unterhaltungskosten günstiger sind als Schwarzdächer. Die Ökosystemdienstleistungen und Klimatisierungs- sowie Heizkostenersparnisse sind dabei noch nicht mit einberechnet (Kummert, 2021). Gründachkosten machen bei ein- bis zweigeschossigen Bauwerken ca. 1,5 % der Bauwerkskosten aus. Bei sechs Geschossen sind es etwa 0,4 %. Intensive Gründächer weisen hingegen höhere Investitionskosten auf, wobei hier eine höhere Qualität in anderen Nutzungen deutlich wird. Kriterien sind: Energieeinsparungen in Heiz- und Kühlperioden, Langlebigkeit, Ästhetik, Lärminderung, Schadstoffreduktion, menschliches Wohlbefinden, Reduktion von städtischen Hitzeinseln, zunehmende Biodiversität, Regenwasserrückhalt (Kummert, 2021). Es stellt sich heraus, dass Dachbegrünungen einen im Vergleich zu den Kosten höheren Nutzen haben als Fassadenbegrünungen. Fassadenbegrünungen können jedoch eine hohe psychologische Wirkung für die Aufenthaltsqualität haben. Die Studienlage dazu ist allerdings noch nicht umfassend (ebd.). Es wird jedoch deutlich, dass ein quantifizierbarer Nutzen nicht nachweisbarer ist als ein qualifizierbarer Nutzen.

Kosten und Nutzen von grünen Klimaanpassungsmaßnahmen in Bremen: https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2021/BREsilient_FactSheet_Dachbegruenung.pdf

Ökonomische Bewertung der Gründachstrategie Hamburg: https://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2022/143335/pdf/d_eine_oeconomische_bewertung.pdf

Lösungsansätze für Hitzeanpassung durch grün-blaue Infrastruktur:



Abbildung 4: Zusammenfassende Grafik zu den Lösungsansätzen für Hitzeanpassung durch grün-blaue Infrastruktur (eigene Darstellung)

4. Operative Ebene

Kommunen haben in Zeiten multipler Krisen vielfältige Herausforderungen zu bewältigen, um Strategien für Klimaanpassung und damit auch für eine hitzeresiliente Stadt umzusetzen und in die Fläche zu tragen. Für die operationelle Umsetzung von grün-blauer Infrastruktur ist es hilfreich, entsprechende Strategien zu entwickeln, in denen z. B. unterstützende Tools für Planungsentscheidungen verwendet werden, die auch Kriterien zur Umweltgerechtigkeit berücksichtigen. Dabei geht es vor allem auch darum, Flächennutzungskonflikte frühzeitig zu erkennen und Ansätze vorzubereiten, wie diese zielführend ausgehandelt werden können.

Eine übergeordnete **Umsetzungsstrategie** mit klaren Zielvorgaben ist eine Voraussetzung für die Prozessentwicklung zu einer effizienten Hitzeanpassung. Ziele könnten beispielsweise in einer kommunalen Freiflächensatzung oder, wie im Beispiel Dresdens, in einer Begrünungssatzung festgeschrieben werden (Janson et al., 2023). Weiterhin sollten bestehende Instrumente wie Hitzeaktionspläne oder Klimaanpassungskonzepte, die durch das Klimaanpassungsgesetz nun verpflichtend sind, genutzt werden. Hitzeaktionspläne sind häufig auf akute Reaktionen ausgerichtet und adressieren primär an die direkte Prävention im Gesundheitsbereich und nur selten an die Freiraumentwicklung (ebd.). Schlüsselmaßnahmen innerhalb von Hitzeplänen für die Entwicklung grün-blauer Infrastrukturen sind:

realistische Zielsetzungen, Konzentration auf besonders betroffene Räume, umfangreiche Informationskampagnen, die Schulung von Fachpersonal, eine gute Sichtbarkeit von umgesetzten Maßnahmen im Stadtraum wie kühlende oder kühle Orte, die klar als Elemente einer grün-blauen Infrastruktur ausgewiesen sind (siehe Beispielbox unten). Erfolgreiche Maßnahmen und vorhandene Förderprogramme sollten für Kommunen leicht auffindbar und zudem verständlich sein, das heißt umsetzungsbezogen aufbereitet werden.

Dass in eine solche Umsetzungsstrategie für die hitzeangepasste Stadt auch Faktoren der **Umweltgerechtigkeit** integriert sein sollten, wurde weiter oben schon deutlich gemacht. Ein weiterer wichtiger Ansatz, um die „Problemorte“ mit „Orten für hitzesensible Personengruppen“ zu verbinden, ist es, Umweltgerechtigkeitsanalysen regelmäßig durchzuführen und so in den Planungsalltag zu transferieren. Dies ist auf verschiedenen Ebenen möglich:

- im Rahmen eines informellen Planwerks, in dem aktuelle Hitzeanpassungskonzepte räumlich verankert werden – z. B. in einem Masterplan zur Umweltgerechtigkeit;
- in der Bauleitplanung sollten Maßnahmen zur Hitzeprävention in belasteten Gebieten Vorrang haben;
- in der Städtebauförderung sollten Maßnahmen zur „Verbesserung gesundheitsrelevanter Umweltbedingungen“ verstärkt gefördert werden;
- in der integrierten Stadtentwicklung steht die Sicherung der Umsetzung im Vordergrund, indem die Daten in Leitbilder und Handlungsempfehlungen integriert werden (Riechel & Wiemer, 2022).

Wien: Urban Heat Islands-Strategieplan (UHI STRAT)

Der Urban Heat Islands-Strategieplan (UHI STRAT) für Wien hebt sich durch die umfangreiche Evaluierung potenzieller Maßnahmen von vielen anderen Hitzeaktionsplänen ab. Der ausführliche strategische Maßnahmenplan zur Reduzierung von Wärmeineffekten und Verbesserung der Klimaresilienz beinhaltet außerdem eine Bewertung der einzelnen Maßnahmen für den Wiener Stadtraum anhand folgender Kategorien: Mikroklima, Mesoklima, Biodiversität, Lebensqualität für Menschen, Errichtungskosten, Erhaltungskosten.

Der UHI-Strategieplan dient als informelle, nicht bindende Informations- und Entscheidungshilfe für die Wiener Stadtentwicklung. Im Vergleich zu weiteren kommunalen Hitzeplänen beinhaltet der UHI-Strategieplan eine umfangreiche Potenzialanalyse für die einzelnen Maßnahmen.

<https://www.wien.gv.at/umwelt/coolswien/hitzeaktionsplan.html>

Kopenhagen: Climate Adaption Plan

Im Rahmen des Kopenhagener Climate Adaption Plan werden diese Maßnahmen auf unterschiedlichen Levels kategorisiert und betrachtet: Region, Nachbarschaft, Straße, Gebäude. Kern der Hitze-strategie ist der Ausbau von grüner und blauer Infrastruktur.

<https://international.kk.dk/about-copenhagen/liveable-green-city/climate-adaptation>

New York City, USA: Extreme Heat Action Plan

New York City veröffentlicht regelmäßig Berichte zur städtischen Begrünung, die Daten zur Anzahl der gepflanzten Bäume, zur Dachbegrünung und zur Reduzierung der Temperaturen in verschiedenen Stadtvierteln enthalten.

<https://www.dec.ny.gov/energy/125801.html>

Um die Umsetzungs- und Umweltgerechtigkeitsziele in der Planung zu etablieren, sind ein gemeinsames Problemverständnis und politische Strategien wichtig (Mahlkow & Donner, 2017). Für **Planungsentscheidungen** fehlt den Kommunen neben auf Messergebnissen basierenden Zukunftsszenarien auch ein strukturiertes Monitoring (ebd.). Ein gutes Beispiel für solch ein Monitoring ist das Projekt KLIPS (siehe Box unten). Darin wird darauf hingewiesen, dass insbesondere auch kleinräumige Hitzeinseln für Planende sichtbar werden müssen. Auch mangelndes Wissen der Entscheidungsträgerinnen und -träger wird als Hindernis genannt oder die Ungewissheit, ob eine Umsetzung gelingt (ebd.). Aufklärung und Mut sowie Zuspruch anhand guter Beispiele, z. B. über die vom Gesundheitsministerium ausgerichtete Seite „Hitzeservice“ (siehe Beispielbox unten), können dabei unterstützen.

KLIPS (KI-basierte Informationsplattform für die Lokalisierung und Simulation von Hitzeinseln für eine innovative Stadt- und Verkehrsplanung)

Die KI-basierte Informationsplattform verknüpft flächendeckend und in Echtzeit Satellitendaten und lokale Sensordaten und spürt somit Hitzeinseln auf. Durch die KI-Algorithmen können Hitzeinseln vorhergesagt werden. Eine vorausschauende Planung kann durch datenbasierte Entscheidungsgrundlagen somit unterstützt werden, um dahin gehend Maßnahmen zu ergreifen.

Weiterführende Informationen: <http://www.klips-projekt.de/>

Hitzeservice-Tool

Ein vom Bundesministerium für Gesundheit ausgerichtetes Tool für Kommunen, um Informationen und Maßnahmen für mehr Hitzeschutz umzusetzen. Dabei werden Ideen für kurz- und langfristige Maßnahmen gegeben, u. a. auch Dachbegrünung, Entsiegelung und Umsetzung von Hitzeaktionsplänen.

Weiterführender Link: <https://hitzeservice.de/>

Urban Governance Toolbox

Im Projekt SMARTilience ist eine Urban Governance Toolbox entstanden, die als Steuerungsinstrument für Klimaresilienz dienen soll, um gesundheitsrelevante Umweltbedingungen zu verbessern.

Weiterführende Informationen: <https://klimawerkzeugkasten.smartilience.de>

Flächennutzungskonflikte kommen auch im Rahmen der Hitzeanpassung vor. So berichten Kommunen von komplexen Abwägungen zwischen Wohnbau, Denkmalschutz und der Bepflanzung von historischen und steinernen Plätzen (Wright & Herold, 2022). Gegebenenfalls kann es in der Hitzeanpassung auch zu Konflikten in der Abwägung kommen, wenn aus Klimaschutzperspektive die Bebauungsstruktur auf der einen Seite kompakt gestaltet werden sollte und auf der anderen Seite offene Strukturen benötigt werden, um für ausreichende Frischluftschneisen und Grünflächen zu sorgen. In einem Projekt in Moosach wurde dieser Konflikt zwischen Klimaanpassung und Klimaschutz deutlich: Die Nachverdichtung hatte negative Folgen auf das Mikroklima, da Großbäume für den Bau von Tiefgaragen weichen mussten, um neue Stellplätze aufgrund von aufgestockten Bestandsgebäuden bereitzustellen (Riechel & Wiemer, 2022). Begrünungsmaßnahmen können die Verschlechterung zwar

reduzieren, allerdings hat der alte Baumbestand eine deutlich höhere Kühlleistung gebracht (ebd.). Die Reduktion oder gleich die Aufhebung von Stellplatzschlüsseln wie etwa in Berlin wäre hier eine große Hilfe, um diesen Konflikt zu reduzieren (ebd.). Dazu sind neue Mobilitätskonzepte in die Planung zu integrieren. Das planerische Leitbild zur dreifachen Innenentwicklung bietet hier Ansatzpunkte für eine kommunale Hitze- und Trockenheitsanpassung (Schubert, 2023). Bei der dreifachen Innenentwicklung werden Bau-, Verkehrs-, Grün- und Freiraumplanung miteinander konzipiert und in ein Gesamtbild gebracht, um Synergien zu erzeugen (ebd.). Die Einrichtung von Schnittstellenpositionen zwischen den Ressorts soll für die verschiedenen Disziplinen ein planerisches und technisches Verständnis vermitteln, moderieren und lenken (Wright & Herold, 2022). Diese Schnittstellenposition kann gewährleisten, dass alle beteiligten Planenden von Phase null an zusammenarbeiten, um so frühzeitig Flächennutzungskonflikte erkennen und aushandeln zu können, wodurch ein deutlich flüssigerer Planungsprozess ermöglicht werden könnte.

Neue städtebauliche Konzepte wie das Prinzip der Schwammstadt/-landschaft sollten breite Anwendung finden, um eine qualitativ hochwertige grün-blaue Infrastruktur aufzubauen. Geht es bei diesen Konzepten vordergründig um Wassermanagement, den Umgang mit Starkregenereignissen oder die Förderung von Biodiversität, werden implizit zugleich auch Maßnahmen zur Hitze- und Trockenheitsanpassung gefördert ([Kurzexpertise: Das Schwammprinzip als Zukunftsaufgabe der grün-blauen Infrastruktur in Stadt und Landschaft](#)). Abschließend gilt es zu betonen, dass die mittlerweile gesellschaftlich weitreichende Betroffenheit angesichts von Hitze- und Dürreereignissen genutzt werden sollte, um die gezielte Umsetzung von Maßnahmen voranzubringen. Kühlungseffekte durch grün-blaue Elemente sollten dabei breit, das heißt auf Bundes- und Landesebene sowie auf kommunaler Ebene kommuniziert und herausgestellt werden. In einigen Städten, z. B. Osnabrück oder Köln, wurden positive Erfahrungen mit „Raumbildern“ gemacht. Dabei wird grüne Infrastruktur planerisch anhand symbolhafter Zeichenhaftigkeit etwa durch „Finger“ oder „Ringe“ in die Stadt geplant und zugleich in die Stadtgesellschaft hinein vermittelt. Dieses prinzipiell einfache stadtplanerische Vorgehen wurde von der Stadtgesellschaft als identitätsstiftend gewertet und hat durch die grünen Korridore u. a. positive Auswirkungen auf die Durchlüftung und den Hitzeschutz (Riechel & Wiemer, 2022). Politikerinnen und Politiker sowie Mitarbeitende der Verwaltung sollten weiterhin für Lösungswege sensibilisiert werden, die solche zugleich symbolhaften wie planerisch wirksamen Ansätze verbinden (Westermann et al., 2021). Angesichts der Dringlichkeit sollten lokalpolitische Prioritäten vor dem Hintergrund einer klimagerechten Stadtentwicklung abgewogen und im besten Falle dorthin verschoben werden (ebd.).

5. Fazit und Handlungsempfehlungen

Aus der Expertise geht ein klares Bild hervor: Die Entwicklung grün-blauer Infrastruktur birgt viele und starke Möglichkeiten für eine resiliente Hitzeanpassung in der Stadt. Die durch den Klimawandel vermehrt auftretende Hitze betrifft die menschliche Gesundheit und Lebensqualität. Auch für die Gesundheit von Flora und Fauna sowie die Wasser- und Bodenqualität birgt die Hitze Gefahren. Dies ist gravierend, da ein gesundes Ökosystem mit hoher Pflanzenmasse und Feuchtigkeit hitzepräventiv wirkt.

Die Sammlung möglicher Instrumente zum Hitzeschutz zeigt die Bandbreite an Möglichkeiten und Umsetzungen an. Viele der Projekte befinden sich noch in Pilotphasen oder sind Reallabore. Eine Verstetigung von Projekten, die breite Anwendung von Best-Practice-Beispielen im Planungsalltag von vielen Städten oder auch die finanziell abgesicherte Verstetigung von Pilotphasen sind in der Regel nicht gegeben.

Eine Herausforderung für die Planung ist es, Qualität nicht nur bei Leuchttürmen und Pilotprojekten, sondern auch in der alltäglichen Umsetzung faktisch aller Projekte der baulichen Entwicklung zu erreichen: Flächennutzungskonflikte, Umweltgerechtigkeitsfaktoren, Wunsch zur Mitgestaltung sowie Eigentumsverhältnisse müssen im Planungsvorgehen zusammengedacht und koordiniert werden. Dazu ist es erforderlich, dass private Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer zusammenarbeiten, damit in der Stadt Hitzeschutz tatsächlich flächendeckend möglich wird. Weiterhin ist anzumerken, dass der quantitative finanzielle Nutzen durch grün-blaue Infrastruktur eine Herausforderung darstellt. Im Vergleich zu technischen Lösungen hat grün-blaue Infrastruktur vielschichtige qualitative Vorteile, die allerdings nur schwer messbar sind. Eine entsprechende Evaluation für Städte und Kommunen, Grundstückseigentümer oder andere Akteure, ähnlich etwa dem Bewertungstool „Stadtgrün wertschätzen“, steht noch aus. Die mit der Hitzeanpassung deutlich werdende Komplexität ist noch einzuüben.

Ähnlich wie die durch Hitze einsetzende Kaskade sinkender Ökosystemdienstleistungen (siehe Kapitel 1) funktioniert eine umweltgerechte Umsetzung nur, wenn sehr viele Ebenen betrachtet werden. Eine multidimensionale Planung, der Aufbau und die Sicherung von Fachkompetenz, ausreichende finanzielle Ressourcen und ein passender rechtlicher Rahmen sind Voraussetzungen.

Eine Politik, ausgerichtet nach Werten der klimagerechten Stadtplanung, ist die Basis für eine resiliente Zukunft unserer Gesellschaft!

Darauf aufbauend lassen sich folgende Handlungsempfehlungen ableiten:

Den qualitativen Nutzen von grün-blauer Infrastruktur fokussieren

Grün-blaue Infrastruktur zur Hitzeanpassung hat einen mehrfachen Nutzen sowohl für die Aufenthaltsqualität als auch die Sicherstellung weiterer Ökosystemdienstleistungen. Solch ein Nutzen rechnet sich für Eigentümerinnen und Eigentümer oft erst nach mehreren Jahren. Um ihn zu verdeutlichen, sollte der qualitative Nutzen, etwa im Wohnungsneubau, als Mehrwert für Mieterinnen und Mieter dargelegt werden. Gleichzeitig darf Hitzeanpassung nicht zu steigenden Mieten führen und damit der Umweltgerechtigkeit entgegenwirken („Green Gentrification“).

Daher sind hier Strategien zu finden, die...

- Wohnungsbaugesellschaften auf dem „freien Markt“ verpflichtet, die Betriebskosten nicht auf die Mieterinnen und Mieter umzulegen. Ein CO₂-Steuer-ähnliches Konzept wäre hier denkbar;
- Unterstützungsangebote bieten, z. B. durch Förderprogramme für Genossenschaften oder kommunale Wohnungsbaugesellschaften.

Rechtliche Hürden nehmen – rechtliche Werkzeuge nutzen

In Zusammenhang mit der angestrebten Transformation von der „autogerechten Stadt“ hin zur „klimagerechten Stadt“ sind auch gesetzliche Änderungen zielführend. So stellt der in vielen Städten gängige Parkraumschlüssel häufig ein Hindernis für die Entsiegelung und Implementierung von grün-blauer Infrastruktur dar. Die Entsiegelungsvorschrift, § 5 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), steht z. T. in Konkurrenz zum Baurecht laut BauGB. Dadurch wird sie in der Planungspraxis unwirksam (Albrecht et al., 2022). Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass laut § 9 BauGB multifunktionale Räume in keiner Flächenkategorie verankert sind (ebd.). Demzufolge ist eine die Hitzeanpassung berücksichtigende dreifache Innenentwicklung nur erschwert umsetzbar.

Weiterhin ist zu prüfen, welche rechtlichen Instrumente ausgeweitet und konkretisiert werden sollten: Dies betrifft etwa die naturschutz- bzw. baurechtliche Eingriffsregelung (§ 13 ff. Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG, § 1a Abs. 3 BauGB), aber auch die Bundeskompensationsverordnung (BKompV). Sie besagt, dass Natur und Landschaft zu kompensieren sind (ebd.). Durch dieses Instrument kann z. B. eine Kompensation durch Entsiegelung erfolgen. Die bekannten Maßnahmen sind jedoch häufig qualitativ nicht ausreichend definiert. Es gibt Einschränkungen für Bebauungspläne nach §§ 13a und b BauGB (ebd.). Dadurch wird die BKompV teilweise ausgehebelt.

Das Regelwerk sollte so angepasst werden, dass Ländern und Kommunen genügend Spielraum bleibt, dieses an die lokalen Gegebenheiten anzupassen und trotzdem Verbindlichkeit herzustellen.

Solche und andere rechtliche Hürden sind zu erkennen und progressiv anzugehen. Ziel sollte es sein, das Baugesetzbuch durch entsprechende zeitgemäße Standards anzupassen:

- Aufgabe des Bundes kann hier der Aufbau einer Arbeitsgruppe mit Expertinnen aus dem Recht und der Planungspraxis sein, um solche Widersprüche (Ziele im Hitzeschutz und des vorhandenen Rechts) aufzudecken und dann zu qualifizieren;
- die erkannten Hürden sollten im BauGB durch Anpassungen abgebaut werden.

Auf kommunaler Ebene Verbindlichkeiten schaffen

Kommunen sollten eigene Ziele formulieren, um Verbindlichkeiten für die Planung zu erreichen. Als Grundlage dafür können Klimaanpassungskonzepte, Hitzeaktionspläne, Frei- oder Grünraumsatzungen dienen. Ziele und Strategien für eine Hitzeprävention durch Stadtgrün sollten in diesen Plänen beispielsweise durch Orientierungswerte und qualitative Bestimmungen integriert werden.

- Die Aufgabe des Bundes kann es hier sein, Unterstützungsleistungen in Form von Beratung anzubieten. Diese kann als rechtliche Beratung, durch die Entwicklung empfohlener Standards, Orientierungswerte bzw. Musteraktionspläne o. Ä. erfolgen. Auch könnte der Bund eine finanzielle Unterstützung für die Erstellung und Umsetzung solcher Pläne und Satzungen innerhalb der Kommunen erwägen.
- Um ein Gelingen von Klimaanpassungsmaßnahmen sicherzustellen, ist ein Monitoring zentral (Albrecht et al., 2022). Der Bund könnte hier Parameter für ein solches Monitoring (etwa als bundesweit adaptierbares digitales Tool) entwickeln und zur Verfügung stellen. Auch dieses ist so aufzubauen, dass es für die kommunale Praxis einfach adaptierbar ist.

Förderung: Prioritär Orte hitzesensibler Personengruppen transformieren

Neben Unterstützungsangeboten ist vor allem auch eine qualifizierte Förderung von Maßnahmen zur Hitzeprävention zielführend. Sie sollte sich prioritär auf Orte und Bewegungsräume hitzesensibler Personengruppen konzentrieren. Gemeint sind hier öffentliche Bewegungsorte für alle oder auch spezifische Aufenthaltsorte für Obdachlose sowie Einrichtungen des Sozial- und Gesundheitswesens, Orte des alltäglichen Bedarfs (z. B. Supermärkte) und Industrie- und Gewerbestandorte. Aspekte der Umweltgerechtigkeit sind dabei unbedingt zu berücksichtigen (siehe Abb. 3). Für eine erleichternde Umsetzung sollten auch in Förderprogrammen qualitative Standards festgeschrieben werden.

- Zu prüfen ist, inwieweit ein spezifisches Förderprogramm zur Hitzeprävention aufgelegt werden sollte und inwieweit entsprechende Anforderungen in der Verwaltungsvereinbarung (VV) der Städtebauförderung zu berücksichtigen sind.
- Sollte der Bund fachliche Unterstützungsleistungen wie Musteraktionspläne erbringen, sollten Bedürfnisse hitzesensibler Personengruppen darin berücksichtigt werden.

Fachliche Unterstützungsleistung für Kommunen – Barrieren abbauen, Lösungsansätze näherbringen

Angesichts der komplexen Zusammenhänge sind Schulungsprogramme zur Hitzeprävention erforderlich. Diese sollten sich vor allem an Kommunen richten. Eine Person, wahlweise aus dem Planungs- bzw. Stadtentwicklungs- oder dem Grünflächenamt, ggf. auch der Regionalentwicklung (je nach Größe der Kommune), sollte als „Multiplikator“ ausgebildet werden.

Folgende Punkte könnte eine entsprechende Schulung beinhalten:

- Eingliederung von Maßnahmen zur Hitzeanpassung durch Stadtgrün in Klimaanpassungskonzepte und Hitzeaktionspläne;
- Erstellung und Eingliederung von hitzebezogenen Umweltgerechtigkeitsanalysen in Planungsprozesse;
- Eingliederung von kommunalen, qualitativen, verpflichtenden Planungsmaßstäben für grün-blaue Infrastruktur (z. B. durch Orientierungswerte, eine kommunale Freiraumsatzung etc.);
- Möglichkeiten, planungsunterstützende digitale Tools zur Qualifizierung der Planungspraxis einzubringen;

- Beratung über qualifizierende Maßnahmen bestehender grün-blauer Infrastruktur;
- Ermöglichung einer (grün)gerechten Teilhabe Anwohnender bei der Mitgestaltung und Pflege von grün-blauer Infrastruktur (Baumscheiben-Patenschaften o. Ä.).

Entsprechende Schulungsprogramme für Kommunen sollten im besten Falle in bestehende Institutionen integriert werden, die mit weiteren Schnittstellenakteuren kooperieren, wie beispielsweise das Zentrum für Klimaanpassung oder das BBSR. Als Beispiel kann hier die im Aufbau befindliche Geschäftsstelle der [Kleinstadtakademie](#) dienen.

Fachliche Unterstützungsleistung von Grundstücks- und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern

Hitzevorsorge ist nicht nur eine staatliche Aufgabe. Insbesondere private Grundstückseigentümer müssen zur Hitzevorsorge beitragen, sowohl durch Hitzevorsorge im Wohnumfeld als auch am Gebäude. Die Kommune ist aufgefordert, den Eigentümerinnen und Eigentümern entsprechende Hinweise zu geben, wie sie aktiv werden können: Hitzekarten sollten nicht nur an die Freiraumplanung weitergegeben werden, sondern sich auch an Grundstücks- und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer oder Aktive in (Klein-)Gärten richten (siehe Beispiel Kapitel 3.5 aus Münster). Solche Hinweise sind daher zentral, damit die Hitzeprävention auf kommunalen und privaten Flächen besser aufeinander bezogen werden kann. Die grün-blaue Infrastruktur kann zielführend nur mit einer kommunalen und privaten Strategie entwickelt werden. Damit wird die übergreifende Planung an der Schnittstelle von städtebaulichem und gebäudebezogenem Hitzeschutz weiter gestärkt. Es ist zu prüfen, inwieweit eine entsprechende kostenfreie Beratung mit der Energieberatung im Rahmen einer energetischen Quartierssanierung verbunden werden könnte. Eine Beratung könnte folgende Angebote machen:

- Veröffentlichung von kommunalen Hitzebildern zur gezielten Ansprache von Eigentümerinnen und Eigentümern;
- kostenfreie Beratungsangebote zur qualifizierten Begrünung von Grundstücken und Gebäuden;
- kostenfreie Beratungsangebote für Bewohnerinnen und Bewohner hinsichtlich einer Mitwirkung bei der Gestaltung und Pflege von grün-blauer Infrastruktur, zudem sollte darüber nachgedacht werden, inwieweit eine solche Pflege finanziell unterstützt werden könnte, etwa im Sinne eines Äquivalents zu einer aus dem Vereinswesen möglichen Ehrenamtspauschale.

Der Bund könnte hier wie folgt unterstützen:

- fachliche Unterstützungsleistung durch Musteraktionspläne oder Schulungsprogramme in Kommunen leisten;
- rechtliche Voraussetzungen prüfen;
- Strategien zur Ansprache von Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern entwickeln.

6. Links und Projekte zum Thema

- Klima-Anpassung durch digitale Tools: [SMARTilienceGoesLive](#)
- Werkzeuge und Projekte zur Umwelanpassung: [Werkzeuge der Anpassung| Umweltbundesamt](#)
- Forschungsprojekt zur hitzeadaptiven Stadt: <http://heatresilientcity.de/en/>
- Werkzeug für Planende, um den Nutzen von Maßnahmen zu Hitzeprävention zu messen: [Heat Resilient Cities: Measuring benefits of urban heat adaptation](#)
- Plattform zu Wissenstransfer, Vernetzung für Hitzeanpassung für die Fachöffentlichkeit, Politik, Verwaltung und Planende: [Explore Heat Adaptation Solutions | Heat Action Platform](#)
- Wissensplattform für Hitzestress mit Toolkits: [Heat Stress Series Resources | CAKE: Climate Adaptation Knowledge Exchange](#)
- Planungshinweise für Hitzeresilienz in der Stadtplanung: [Planning for Urban Heat Resilience](#)
- Wissens- und Vernetzungsplattform für die globale Gesundheit in Bezug auf Hitze: [Heat Health Risks | Global Heat Health Information Network](#)
- iResilience, Forschungsprojekt zur Hitzeanpassung TU Dortmund: [Newsdetail – Nachhaltigkeit – TU Dortmund](#)

Literaturverzeichnis

Akbari, H., Matthews, H. D., Seto, D., 2012: The long-term effect of increasing the albedo of urban areas. *Environmental Research Letters*, 7. Jg. (2). Zugriff: DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/2/024004> [abgerufen am 06.12.2023].

Albrecht, J., Eckersley, P., Haupt, W., Huber, B., Irmisch, J., Lipp, T., Miechielsen, M., Sterzel, T., 2022: Stärkung der Integration von Klimaanpassung an Hitze und Starkregen in die kommunale Planung. *Zwölf Handlungsempfehlungen aus dem Dialog mit kommunalen Planer:innen im Projekt ExTrass. Urbane Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen – Typologien und Transfer von Anpassungsstrategien in kleinen Großstädten und Mittelstädten*. Berlin: adelphi research gemeinnützige GmbH.

Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin, 2023: Entsiegelungsmaßnahmen im Graefekiez zeigen Herausforderungen des ökologischen Stadtumbaus. Zugriff: <https://www.berlin.de/ba-friedrichshain-kreuzberg/aktuelles/pressemitteilungen/2023/pressemitteilung.1337950.php> [abgerufen am 06.12.2023].

Bittle, J., Sadasivam, N., 2023: How to build a heat-resilient city. *Grist*. <https://grist.org/project/cities/extreme-heat-resilient-city-design-urban-planning-climate/> [abgerufen am 03.01.2024].

Brune, M., Bender, S., Groth, M., 2017: Gebäudebegrünung und Klimawandel. Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch klimawandeltaugliche Begrünung (30; Report). *Climate Service Center Germany, Hamburg*. Zugriff: <https://epub.sub.uni-hamburg.de/epub/volltexte/2017/69300/pdf/report30.pdf> [abgerufen am 05.12.2023].

Feldmann, F., Quambusch, M., Langenbrinck, G., Ammon, I., Felker, J. M., Hollweg, F., 2023: Stadtgrün wirkt! Aspekte der Pflanzenauswahl für eine leistungsfähige Vegetation für Klimaanpassung und Klimaschutz in der Stadt. Herausgeber: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. Bonn.

Groß, G., Kuttler, W., 2023: Stadtklima im Wandel, *promet, Meteorologische Fortbildung Heft 106 (2023)*, ISSN 978-3-88148-542-5.

Hollweg, F., Langenbrinck, G., Scherreiks, H., Gutsche, J., 2023: Stadtgrün durch Digitalisierung resilient gestalten, Zugriff: https://gruen-in-der-stadt.de/uploads/files/Kurzexpertise_Digitalisierung.pdf [abgerufen am 03.01.2024].

Hasselmann, J., 2023: Entsiegelungspläne in Mitte. *Tagesspiegel*. Zugriff: <https://www.tagesspiegel.de/berlin/entsiegelungsplane-in-mitte-berliner-bezirk-will-seine-gullys-umbauen--14000-parkplatze-konnten-wegfallen-10824292.html> [abgerufen am 06.12.2023].

Heinrich, A., 2019: Klimawandel und urbaner Hitzeinseleffekt: Potenziale und Herausforderungen der Fassadenbegrünung. Abschlussarbeit Universität Zürich.

INFRASTRUKTUR & UMWELT, 2021: Gewerbegebiet klimaangepasst und fit für die Zukunft! Zugriff: <https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/Gewerbegebiete- klimaangepasst und fit web.pdf> [abgerufen am 24.01.2024].

Janson, D., Holt, V., Nickl, J., Hannemann, L., Blättner, B., Grewe, H. A., 2023: Arbeitshilfe zur Entwicklung und Implementierung eines Hitzeaktionsplans für Kommunen. Zugriff: https://www.hs-fulda.de/fileadmin/user_upload/FB_Pflege_und_Gesundheit/Forschung_Entwicklung/Klimawandel_Gesundheit/Arbeitshilfe_zur_Entwicklung_und_Implementierung_eines_Hitzeaktionsplans_fuer_Kommunen_21.03_final.pdf [abgerufen am 06.12.2023].

Kummert, C., 2021: Gebäudebegrünungen – Eine Übersicht und Potenzialanalyse von Begrünungssystemen. Abschlussarbeit TU Hamburg. Zugriff: <https://doi.org/10.15480/882.3707> [abgerufen am 03.01.2024].

Kuttler, W., 2004: Stadtklima. Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 16. Jg. (3): 187–199. Zugriff: DOI: <https://doi.org/10.1065/uwsf2004.03.078> [abgerufen am 03.01.2024].

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, o. J.: Bessere Nutzung von Entsiegelungspotenzialen zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen und zur Klimaanpassung. Zugriff: <https://www.ioer.de/projekte/entsiegelungspotenziale> [abgerufen am 06.12.2023].

Mahlkow, N., Donner, J., 2017: From Planning to Implementation? The Role of Climate Change Adaptation Plans to Tackle Heat Stress: A Case Study of Berlin, Germany. *Journal of Planning Education and Research*, 37(4), 385–396. Zugriff: <https://doi.org/10.1177/0739456X16664787> [abgerufen am 03.01.2024].

Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz Freistaat Thüringen, o. J.: Fassadenbegrünung. Zugriff: <https://www.klimaleitfaden-thueringen.de/fassadenbegrueung> [abgerufen am 06.12.2023].

Moderow, U., Ziemann, A., Goldberg, V., Spohr, G., 2023: Freie versiegelte Plätze – Steckbriefe zur Wirkung urbaner Strukturen und Hitzeanpassungsmaßnahmen im Freiraum, Version 2.0. Zugriff: http://heatresilientcity.de/fileadmin/user_upload/heatresilientcity/files/publikationen/2023/steckbriefe/EF_Steckbrief_freier_Platz_version_2.0.pdf [abgerufen am 06.12.2023].

Offermann, M., Lindner, S., Reiser, M., Braungart, S., Bürger, V., Kocher, D., Bruse, M., Cramer, L., 2022: Abschlussbericht – Nachhaltige Gebäudeklimatisierung in Europa. Herausgeber: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Zugriff: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_30-2022_nachhaltige_gebaeudeklimatisierung_in_europa.pdf [abgerufen am 06.12.2023].

Riechel, R., Wiemer, K., 2022: Hitze, Trockenheit und Starkregen (Text 166). Deutsches Institut für Urbanistik. Zugriff: <https://difu.de/publikationen/2022/hitze-trockenheit-und-starkregen> [abgerufen am 03.01.2024].

Rüth, P. v., Schönthaler, K., Andrian-Werburg, S. v., Wolf, M., Gabriel, M., 2023: Monitoringbericht 2023. Herausgeber: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Zugriff: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2023> [abgerufen am 06.12.2023].

Schubert, S., Eckert, K., Dross, M., Michalski, D., Preuß, T., Schröder, A., 2023: Dreifache Innenentwicklung – Definition, Aufgaben und Chancen für eine umweltorientierte Stadtentwicklung. Umweltbundesamt. Zugriff: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/dreifache-innenentwicklung> [abgerufen am 03.01.2024].

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, 2010: Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung – Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung – Leitfaden für Planung, Bau, Betrieb und Wartung. Herausgeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin.

Sieker, H., Steyer, R., Büter, B., Leßmann, D., Von Tils, R., Becker, C., Hübner, S., 2019: Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten. Umweltbundesamt. Abschlussbericht. TEXTE, 111, 2019. Zugriff: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/untersuchung-der-potentiale-fuer-die-nutzung-von> [abgerufen am 03.01.2024].

Simmanak, J., 2023: Fehlender Hitzeschutz kostet Deutschland jedes Jahr Milliarden. ZEIT ONLINE. Zugriff: <https://www.zeit.de/gesundheit/2023-06/hitzewellen-extremwetter-vorbereitung-aktionsplan> [abgerufen am 06.12.2023].

Smart City MS, 2023: Thermografiebefliegung. Zugriff: <https://smartcity.ms/thermografiebefliegung/> [abgerufen am 03.01.2024].

Speak, A., Zerbe, S., 2020: Zum Einfluss von Bäumen und Oberflächenbelag auf das Mikroklima innerstädtischer Freiflächen. Das Beispiel der Stadt Bozen (Südtirol, Italien). Naturschutz und Landschaftsplanung, 52(08), 378–384. Zugriff: <https://www.nul-online.de/Themen/Landschafts-und-Umweltplanung/Zum-Einfluss-von-Baeumen-und-Oberflaechenbelag-auf-das-Mikroklima-innerstaedischer-Freiflaechen.QUIEPTY2NDM3OTMmTUIEPTESMjg2Mw.html> [abgerufen am 03.01.2024].

StadtManufaktur Berlin, o. J.: ClimateHOOD_CampusPARK Charlottenburg. Zugriff: https://stadtmanufaktur.info/reallabore/climatehood_campuspark/ [abgerufen am 04.12.2023].

UrbanGreenEye, o. J.: Regionales Vegetations- und Flächenmonitoring für die Klimaanpassung. Zugriff: <http://urbangreeneye.de/> [abgerufen am 06.12.2023].

Westermann, J. R., Bolsius, J., Kunze, S., Schünemann, C., Sinning, H., Ziemann, A., Baldin, M.-L., Brüggemann, K., Brzoska, P., Ehnert, F., Goldberg, V., Großmann, L., Grunewald, K., Naumann, T., Reinfried, F., Richter, B., Spohr, G., Ortlepp, R., 2021: Hitzeanpassung von Stadtquartieren: Akteursperspektiven und Umsetzungsansätze. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 30. Jg. (4): 257–267. DOI: <https://doi.org/10.14512/gaia.30.4.9>

Winklmayr, C., Matthies-Wiesler, F., Muthers, S., Buchien, S., Kuch, B., an der Heiden, M., Mücke, H., 2023: Hitze in Deutschland: Gesundheitliche Risiken und Maßnahmen zur Prävention. *Journal of Health Monitoring*, 8. Jg. (S4): 3–34. DOI: <https://edoc.rki.de/handle/176904/11262>

Wright, J., Herold, H., 2022: Anforderungen an innovative und praxistaugliche Methoden, Informationen und Tools für die urbane Hitzeanpassung. In: 14. Dresdner Flächennutzungssymposium (Hrsg.): *Flächennutzungsmonitoring XIV: Beiträge zu Flächenmanagement, Daten, Methoden und Analysen*. Berlin: 321–326. Zugriff: https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/83536/ssoar-2022-wright_et_al-Anforderungen_an_innovative_und_praxistaugliche.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2022-wright_et_al-Anforderungen_an_innovative_und_praxistaugliche.pdf [abgerufen am 06.12.2023].