

3. Entwicklung einer Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung mit Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zum Thema Hitze in der Stadt

Jede Strategie zur kommunalen Anpassung an die Folgen des Klimawandels steht unter dem übergeordneten Leitbild einer „nachhaltigen Stadtentwicklung“. Dabei geht es um die Sicherung und Verbesserung der Lebensqualität in einer Stadt unter der Voraussetzung, notwendige räumliche und wirtschaftliche Entwicklungen zuzulassen. Um eine Gesamtstrategie zur Hitzeanpassung entwickeln zu können, müssen die drei Kernfragen behandelt werden:

- WARUM?	- lokale Ausprägungen des Stadtklimas in Wuppertal (städtische Hitzeinseln) - Auswirkungen des Klimawandels in den nächsten 50 Jahren (extreme Zunahme der sommerlichen Hitze)
- WO?	- Lage der Hitzeareale im Stadtgebiet von Wuppertal - Räumliche Verteilung der betroffenen Bevölkerungsgruppen - Lage der hitzesensiblen Einrichtungen
- WOMIT?	- Handlungskarte mit Empfehlungen zur Hitzeanpassung - Katalog möglicher Anpassungsmaßnahmen - Integration klimaangepasster Maßnahmen in die Planungsprozesse der Stadt Wuppertal - Entwicklung von Umweltzielen und lokalen Projekten zur Klimaanpassung - Controllingkonzept zur Verfestigung der Klimaanpassung

Die Bausteine dieser Analyse (Abb. 3.1) behandeln nacheinander diese drei Grundfragen. Im Kapitel 2 wurden die Areale mit einer aktuellen und mit zukünftiger zusätzlicher Hitzebelastung herausgearbeitet. Aus diesen Informationen wurde die Anfälligkeit der Wuppertaler Bevölkerung gegenüber sommerlicher Hitze analysiert und in verschiedene Stufen der Betroffenheit eingeteilt. Eine Fortführung der hier durchgeführten Arbeiten wird ab März 2019 im Integrierten Klimaschutzkonzept mit dem Teil zur Klimaanpassung erfolgen.



Abb. 3.1 Bausteine der Analyse zur Klimawandelbetroffenheit der Stadt Wuppertal

Im Zentrum dieser Gesamtstrategie zur Klimafolgenanpassung steht eine „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ für die Stadt Wuppertal (Abb. 3.4 auf Seite 70/71). In dieser Karte werden alle Flächen ausgewiesen, die momentan oder auf das Zukunftsszenario 2050 bezogen ein Konfliktpotential im Hinblick auf den Klimawandel unter dem Aspekt Hitze aufweisen. Neben Belastungsgebieten unter dem Aspekt Hitze werden in der Handlungskarte auch die Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen und die Restriktionsflächen der Frischluftschneisen und Luftleitbahnen sowie der aus klimatischer Sicht schutzwürdigen Grünflächen und Freiräume ausgewiesen. Diese zentrale Handlungskarte wird im Kapitel 3.1 ausführlich beschrieben.

Zukünftig soll die Handlungskarte und damit das Themenfeld „Hitze“ in alle Planungsprozesse der Stadt Wuppertal integriert werden. Sie enthält neben der Darstellung des Konfliktpotentials auch schon einen Überblick über notwendige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel und Hinweise, die bei Planungsprozessen zu berücksichtigen sind. Im Kapitel 3.2 werden die verschiedenen Anpassungsmaßnahmen zum Themenfeld „Hitze“ in Form von Steckbriefen beschrieben und in einem Katalog zusammengestellt. Die Maßnahmensteckbriefe werden vier verschiedenen räumlichen Ebenen zugeordnet und reichen vom Verhalten eines einzelnen Menschen über die Gebäude und Quartiersebene bis zur Ebene der Gesamtstadt. Eine Berücksichtigung des nachfolgend abgebildeten Ablaufschemas (Abb. 3.2) zur Integration von Klimaanpassung in die Planungsprozesse der Stadt Wuppertal unter Verwendung der „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ ist bei allen anfallenden Planungen im Stadtgebiet notwendig. Dabei gilt es, für jedes Planvorhaben einen Abgleich mit der Handlungskarte durchzuführen und eine Optimierung des Vorhabens im Sinne einer klimatischen Verbesserung und damit Steigerung der Lebensqualität zu erreichen.

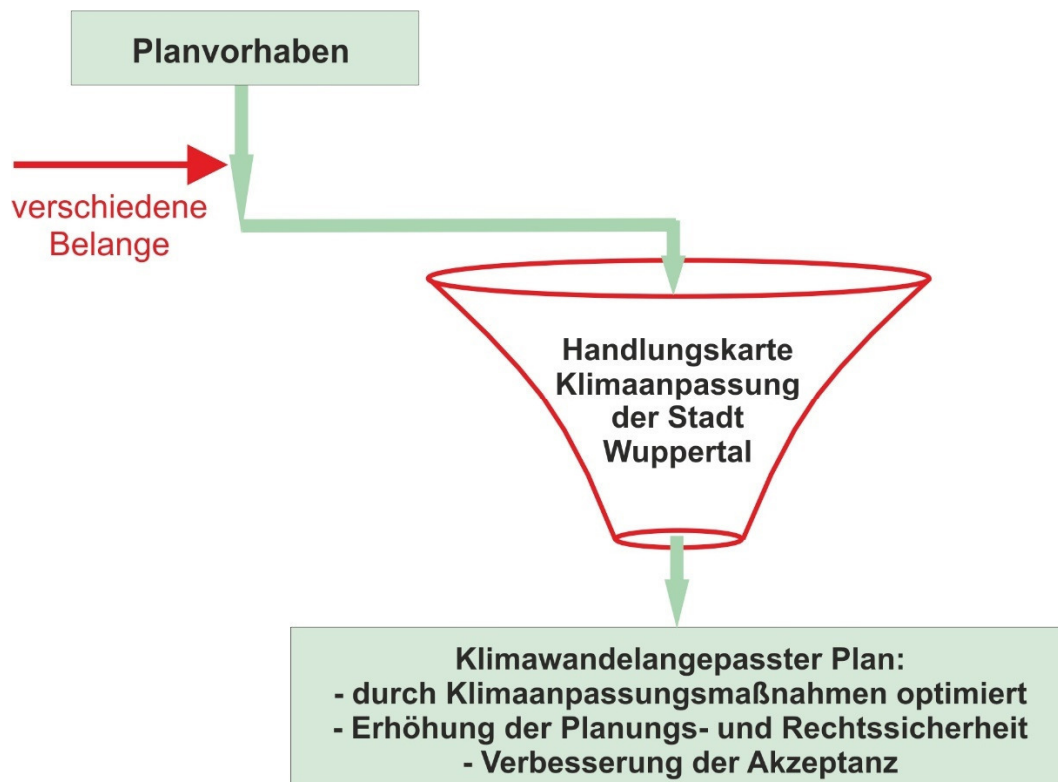


Abb. 3.2 Die Handlungskarte Klimaanpassung als „Filter“ für kommunale Planungen

Die Handlungskarte wirkt dabei wie ein Filter, den zukünftig alle Planungen im Stadtgebiet durchlaufen sollten. Für den Einstieg in den Filter der Handlungskarte gibt es zwei völlig unterschiedliche Ausgangsfragestellungen:

- A Es ist eine Flächenentwicklung oder Nutzungsänderung einer Fläche (stadteigene Fläche oder Fläche eines Investors) vorgesehen.
- B Innenentwicklung: Es sollen Maßnahmen zur Optimierung der Lebensqualität in Wuppertal ergriffen werden.

Variante A (Flächenentwicklung):

Bevor es zu einer Entscheidung zugunsten einer konkreten Fläche kommt, muss bereits an dieser Stelle verwaltungsintern mit Hilfe der „Handlungskarte Klimaanpassung“ abgeglichen werden, ob die angestrebte Fläche ein dort ausgewiesenes Gefährdungspotential aufweist. Ist dies zutreffend, so muss geklärt werden, um welche Art von Belastungsgebiet es sich handelt. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mit berücksichtigt werden. Sollte es sich beispielsweise um ein Bauvorhaben im Außenbereich beziehungsweise auf bislang unbebauter Fläche handeln, muss zu Beginn der Planungen abgeklärt werden, ob es sich um eine Luftleitbahn oder ein Kaltluftentstehungsgebiet handelt, die beeinträchtigt werden könnten.

Handelt es sich um die Neuentwicklung einer Fläche, kann eine Wettbewerbsausschreibung durchgeführt werden. Dabei wird eine genaue Planungsaufgabe für ein Gebiet veröffentlicht. Bei einer solchen Auslobung hat die Stadt eine Steuerungsmöglichkeit und somit gute Möglichkeiten, Klimaanpassungsmaßnahmen in Form von Dach- und Fassadenbegrünungen oder von Bebauung freizuhalten Flächen zu integrieren. In der Regel erfolgen Flächenentwicklungen aber ohne Wettbewerbsausschreibungen. Will ein Grundstückseigentümer oder ein Investor eine bestimmte Fläche entwickeln, kann die Stadt außerdem im aufzustellenden Bebauungsplan ganz konkrete Vorgaben und Auflagen bezüglich der Klimaanpassungsmaßnahmen für das angestrebte Bauvorhaben machen. Die Aushandlungsprozesse zwischen Stadt und Investor finden in den meisten Fällen vor Beginn des offiziellen Aufstellungsverfahrens für einen Bebauungsplan statt. Als Hauptargument seitens der Investoren gegen Klimaanpassungsmaßnahmen werden fast immer die zu hohen Kosten angeführt. Für solche Fälle besteht immer die Möglichkeit, in Abstimmung mit dem Investor aus einem Maßnahmenkatalog auf der Grundlage der Maßnahmensteckbriefe die für das Bauvorhaben passenden Maßnahmen auszuwählen und dies nach Möglichkeit vertraglich zu fixieren. Dabei ist der Maßnahmenkatalog so breit angelegt, dass einer klimawandelangepassten Planung bzw. Bebauung immer ausreichend Raum gegeben werden kann, wenn auch nicht immer alle möglichen Maßnahmen zur Anwendung kommen. Dies gilt sowohl für Wohnbauvorhaben als auch für Industrie- und Gewerbegebiete. Darüber hinaus sollten die Festsetzungsmöglichkeiten bei B-Plänen wie Dach- und Fassadenbegrünung, Grundflächenzahl (zwecks Reduzierung der Bodenversiegelung) oder Fassadengestaltung genutzt werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen in die Bebauung zu integrieren. Zum Beispiel kann in einem B-Plan eine helle Fassadenfarbe festgelegt werden, die die Albedo (die Reflexion von direkter Sonneneinstrahlung) erhöhen und verhindern würde, dass sich die Gebäude im Sommer zu stark aufheizen. Solche Festsetzungen können dort erfolgen, wo dem keine städtebaulichen Gründe grundsätzlicher Natur wie z. B. die Ortsbildprägung oder Anpassung an die Umgebung entgegenstehen. Wenn eine solche Festsetzung weniger konkret sein soll oder der Planungsträger ganz darauf verzichten will, sollten die klimatischen Vorzüge einer helleren Fassadenfarbe den Investoren bzw. Bauherren zumindest verdeutlicht werden.

Zielführend ist eine Sensibilisierung aller Beteiligten bezüglich auftretender Synergieeffekte. Durch die Darstellung von „win-win“-Situationen können auch wirtschaftliche Vorteile kommuniziert werden. Eine weitere Möglichkeit der Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in eine Flächenentwicklung ist die Nutzung von möglicherweise vorhandenen Fördertöpfen auf Landes- oder Bundesebene.

Variante B (Innenentwicklung):

- Wird im Rahmen von städtischen Zielvorgaben eine Optimierung der Lebensqualität in einem Wuppertaler Stadtteil im Zusammenhang mit dem Klimawandel angestrebt, so können auf der Grundlage der Handlungskarte Flächen im Wuppertaler Stadtgebiet ausgewählt werden, die eine aktuelle oder zukünftige klimatische Belastung aufweisen. Abhängig von den dargestellten Konfliktpotentialen werden entsprechende Klimaanpassungsmaßnahmen vorgeschlagen. Beispielsweise bieten sich bestimmte dicht bebaute Gebiete speziell für Fassaden- und Dachbegrünungsmaßnahmen an.
- Bei einer Neu- oder Umgestaltung von Flächen oder Quartieren bietet sich die Gelegenheit, Klimaanpassungsmaßnahmen im Bestand zu integrieren. Als fester Bestandteil sollte bei allen Veränderungen geprüft werden, ob und in welchen Umfang Maßnahmen zur Hitzereduktion notwendig und möglich sind. Durch eine klimaangepasste Planung kann eine zukunftsfähige Gestaltung und damit eine erhöhte Resilienz gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels erreicht werden.

Die Anwendung der „Handlungskarte Klimaanpassung“ sollte möglichst frühzeitig im Planungsprozess angesetzt werden, also schon bei der Planungskonferenz, die zu Beginn des Planverfahrens in Wuppertal steht. Die große Herausforderung in diesem Zusammenhang für die kommenden Jahre wird es sein, Klimaanpassungskonzepte nicht nur parallel zum kommunalen Planungsalltag parat liegen zu haben, sondern sie in die kommunalen Planungsabläufe zu integrieren. Die Stadt Bochum hat mit den Planungen zum Großprojekt „Ostpark“ beispielsweise genau diesen Weg beschritten (www.plan4change.de). Auf diesem Wege blieben es nicht bloß gut gemeinte Handlungsempfehlungen und hilfestellende Ratgeber, sondern feste, und vor allem für die beteiligten Akteure verbindliche Bestandteile der Kommunalplanung, wenn möglich und nötig in Satzungsform. Die Bereitschaft zur Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in die kommunalen Planungen ist von Seiten der Stadt Wuppertal gegeben. Allerdings ist die Stadt häufig nicht selbst Eigentümerin der Flächen. Auch das Fehlen von finanziellen Mitteln auf Seiten der Stadt oder des Investors muss als ernsthaftes Hindernis angesehen werden.

Wichtig ist vor allem, dass im Rahmen der Ämterbeteiligung den jeweiligen Bearbeitern während des Erstellungsprozesses immer klar ist, um welche Art von klimatischem Belastungsraum es sich handelt und welche Möglichkeiten für Abhilfe versprechende Klimaanpassungsmaßnahmen sich bieten. Diese lassen sich direkt aus der Handlungskarte Klimaanpassung entnehmen. An dieser Stelle soll außerdem darauf hingewiesen werden, dass es für Flächen, die in keinem der auf der Handlungskarte ausgewiesenen klimatischen Belastungsräumen liegen, ebenso wünschenswert ist, dass Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Mit möglichen erheblichen Änderungen des Klimas in der Zukunft sind potenzielle Anpassungsmaßnahmen verbunden, deren theoretische Durchführung bereits zum heutigen Zeitpunkt ermöglicht werden sollte. Klimaanpassungsmaßnahmen führen immer auch zu einer

Steigerung der Aufenthalts- und Wohnqualität und haben damit positive Auswirkungen auf die Lebensqualität in der Stadt Wuppertal.

Der größte Spielraum für Anpassungsmöglichkeiten liegt vor allem bei Neubauprojekten oder städtebaulichen Entwicklungen. Der größte Handlungsbedarf liegt aber im Bestand.

Wichtige Maßnahmen neben dem klassischen Bauleitplanverfahren sind:

- Klimagerechte Planung von Straßenräumen (Artenauswahl, Anzahl und Anordnung von Bäumen und sonstigem Grün, etc....),
- Planung von öffentlichen Grün- und Freiflächen,
- Klimawandelgerechte Entwässerungsplanung, Rückhalteflächen, Abkopplung etc.,
- Anpassungsmaßnahmen an privaten Gebäuden (Fassadenbegrünung und -farbe, Innenhofentsiegelung, ggf. Dachbegrünung, Regenrückhaltung auf dem Grundstück).
- Freihalten von Frischluftbahnen

Dies bedeutet für den Instrumentenkasten, stärker auch folgende Aspekte zu beachten:

- Information von Eigentümern, Sensibilisierung und Verhaltensempfehlungen für die Bevölkerung,
- Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen in Stadtteilsanierungen, Stadterneuerungsstrategien, etc.,
- Integration von Klimaanpassung auch in die Planung von öffentlichen Plätzen,
- bei Wettbewerben Vorgaben für Klimaanpassungsmaßnahmen formulieren,
- vertragliche Vereinbarungen mit Bauherren und Investoren (z. B. Städtebauliche Verträge),
- Vorbildfunktion der Stadt durch klimaangepasste Sanierung der städtischen Liegenschaften

Eine weitreichende Kommunikation der „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ in die Öffentlichkeit hinein mittels Flyer, Broschüren, Veranstaltungen, in sozialen Medien und über die Presse erleichtert die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen, auch im Bereich privater Grundstücksflächen. Im anstehenden integrierten Klimaschutzkonzept ist ein wesentlicher Schwerpunkt die Akteursbeteiligung und der Netzwerkaufbau.

Controllingkonzept

Zur Verstetigung der Klimaanpassung im kommunalen Planungsalltag der Stadt Wuppertal bedarf es eines mehrstufigen Controllingkonzeptes. Die für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen Verantwortlichen aus den entsprechenden Ressorts haben die Aufgabe, die Grundlageninformationen aktuell zu halten, eine Checkliste für Planungsvorhaben abzuarbeiten und die städtischen Ziele sowie erfolgte Anpassungsmaßnahmen zu evaluieren. Dabei sind einige Aufgaben permanent zu berücksichtigen und die Aktualisierungen im Zeitraum von rund 5 Jahren bzw. 10 Jahren durchzuführen. Die Kommunalpolitik sollte dabei als Steuerungsinstrument zur Einhaltung der notwendigen Schritte fungieren. Die Aufgaben können reichen von der Erstellung von Berichten zu den Fortschritten der kommunalen

Klimaanpassung, der Formulierung oder Aktualisierung von Zielen bis zur Bereitstellung von notwendigen Ressourcen.

1. Aktualisierung der Grundlageninformationen

Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (fortlaufend)

Da die Hitzebelastung eine zentrale Rolle für die Ausweisung von Gefährdungspotentialen im Zusammenhang mit dem Klimawandel spielt, ist eine permanente Überprüfung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel notwendig. Die Daten der Messstellen für die Luftmessberichte Wuppertal, die Landesmessstationen sowie die Station des Deutschen Wetterdienstes im Stadtgebiet von Wuppertal sowie periodisch durchgeführte Messungen während sommerlicher Hitzeperioden stellen dazu eine ausreichende Datengrundlage zur Verfügung. Auf der einen Seite kann die mögliche Zunahme von Hitzetagen in den Innenstadtbereichen verfolgt werden. Auch die Intensität der städtischen Hitzeinsel, die Temperaturdifferenz zwischen Freiland und Innenstädten in sommerlichen Strahlungsnächten mit einer Belastung durch nächtliche Hitze, muss permanent überwacht werden.

Aktualisierung der Zukunftsprojektionen (rund alle 5 Jahre)

Bei einer zukünftigen Fortschreibung der internationalen IPCC-Berichte (Intergovernmental Panel on Climate Change) sowie der regionalen Klimaprojektionen ist auch eine Aktualisierung der Zukunftsszenarien für Wuppertal notwendig. Neu herausgegebene Berichte sollen zeitnah berücksichtigt werden und müssen in das kommunale Handeln einfließen. Da die Prognosen der zukünftigen Klimaentwicklung mit vielen Unsicherheiten verbunden sind, sollte die Berücksichtigung des Klimawandels bei Planungsfragen immer auf den neuesten verfügbaren Ergebnissen fußen.

Aktualisierung der Klimatopkarte (rund alle 10 Jahre)

Die GIS-basierte Berechnung der Klimatopkarte für Wuppertal, im Ist-Zustand ebenso wie im Zukunftsszenario 2050, erleichtert die zukünftige Aktualisierung dieses Kartenmaterials. Bestimmend für die Einteilung des Stadtgebietes in Klimatope ist die dominierende Nutzungsart sowie die thermale Situation an dem jeweiligen Ort. Entsprechend muss die Karte des Zukunftsszenarios aktualisiert werden, sobald die Ergebnisse der neuen Klimazukunftsprojektionen vorliegen. Beide Karten brauchen eine Aktualisierung, sobald sich die Flächennutzungen im Wuppertaler Stadtgebiet in dem Ausmaße geändert haben, dass diese Änderungen klimawirksam werden. In der Regel ist dies alle 10 Jahre der Fall.

2. Checkliste für Planungsvorhaben

Überprüfung von Bauvorhaben auf notwendige Anpassungsmaßnahmen

- Zunächst ist eine Überprüfung der Lage der betroffenen Fläche im Wuppertaler Stadtgebiet notwendig. Neben der möglicherweise vorhandenen Belastung durch Hitze müssen weitere Aspekte des Klimawandels wie Überflutung durch Extremniederschläge, Sturm, Trockenheit abgeprüft werden. Ab diesem Zeitpunkt muss eine Belastung, wenn zutreffend, bei jedem weiteren Schritt im Planungsverfahren mitberücksichtigt werden.
- Für das Planungsvorhaben muss im Folgenden eine Zusammenstellung notwendiger und sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der klimatischen Belastung gemacht werden. Hierzu sind unter anderem die Informationen aus der „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ und der Maßnahmenkatalog heranzuziehen. Liegt ein bestehender Bebauungsplan vor, der

fortgeschrieben wird, sollte dieser ressortübergreifend auf die Integration von entsprechenden Klimaanpassungsmaßnahmen überprüft werden.

- Begleitend zum Planungsprozess ist eine Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit beteiligten Akteuren, der Öffentlichkeit sowie der Politik vorzusehen. Auch die verschiedenen Bereiche und Ressorts müssen in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren.

Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel

In einem Zeitabstand von maximal 5 Jahren muss der Maßnahmenkatalog überarbeitet und aktualisiert werden. Erkenntnisse aus der Evaluierung von umgesetzten Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aus Wuppertal genauso wie aus anderen Städten sollen in den Maßnahmenkatalog einfließen. Die Klimaanpassung in der Stadtplanung steckt noch in den Anfängen, gesicherte Evaluierungsergebnisse liegen daher erst in einigen Jahren vor. Neue Erkenntnisse für die Möglichkeiten zur Klimaanpassung sowie eventuelle technische Neuentwicklungen müssen neu in den Maßnahmenkatalog aufgenommen werden. Dabei sind die neuen Maßnahmen entsprechend ihrer Maßstabsebene (Stadtstruktur, Quartiersebene, Gebäudeebene) und ihrer Synergien und Zielkonflikte zu beurteilen.

Aktualisierung der Belastungsgebiete in der „Handlungskarte Klimaanpassung“

Aus der im Rhythmus von bis zu 10 Jahren stattfindenden Aktualisierung der Klimatopkarten des IST-Zustandes und des Zukunftsszenarios verbunden mit aktuellen regionalen Klimaprojektionen ergibt sich die Notwendigkeit, die „Handlungskarte Klimaanpassung“ zu überarbeiten. Dabei sollten neben klimatischen Prognosen und Nutzungsänderungen im Stadtgebiet auch Prognosen zur demographischen Entwicklung und Wanderbewegungen innerhalb des Stadtgebietes in Wuppertal einbezogen werden. Auf dieser Grundlage müssen die Abgrenzungen für die Belastungsgebiete bezüglich Hitze und die jeweiligen Betroffenheiten neu berechnet werden. Zusätzlich sollten die Belastungen durch weitere Klimafolgen ergänzt werden. Dies sollte mindestens alle 10 Jahre erfolgen, um eine aktuelle Grundlage für das Handlungskonzept zur Klimaanpassung zu haben.

3. Evaluierung der Ziele/ Anpassungsmaßnahmen

Evaluation von Maßnahmen durch mikroskalige Modellierungen

Die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Klimaelementen wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit oder Wind und einer Stadt sind so komplex, dass man die Folgen von baulichen oder anderen Veränderungen in einem Stadtviertel nicht ohne weiteres abschätzen kann. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung. Ein solches Simulationsmodell berücksichtigt die Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen urbanen Klimafaktoren wie Bebauung und Vegetation und der Atmosphäre. Auf diesem Weg ist sowohl eine Planung zur Vermeidung von Belastungsräumen als auch die Optimierung bereits vorhandener Strukturen möglich (siehe auch das Beispiel „Arrenberg“ im Kapitel 4).

Während rein qualitative Aussagen zu geplanten Maßnahmen meist von internen oder externen Experten getroffen werden können, ist die Quantifizierung einer Veränderung, beispielsweise der Lufttemperatur durch eine Parkanlage, nur mittels numerischer Simulation möglich. Eine ökologisch wertvolle und ökonomisch effiziente Begrünung von städtischen Gebieten ist immer sinnvoll. Aber ein besonders hoher Kosten-Nutzen-Quotient ist nur erreichbar, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht (z. B. über die Handlungskarte Klimaanpassung), und

abzuschätzen, mit welcher Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Effekt erreicht wird. Beispielsweise spielen die genauen Standorte und die Wuchsformen von neu zu pflanzenden (Straßen-)Bäumen eine große Rolle für das anschließende Kühlpotential dieser Begrünungsmaßnahme. Um einen Vergleich zwischen Ist-Zustand und verschiedenen Planvarianten zu ermöglichen, ist der Einsatz eines mikroskaligen Klimamodells hilfreich. Als Beispiel dienen in dieser Analyse die mikroskaligen Modellierungen im Quartier Arrenberg (Kapitel 4). Die durch mikroskalige Modellierungen errechneten Wirkungen von verschiedenen Maßnahmen können durch Analogieschlüsse auf andere Planungen im ähnlichen Kontext übertragen werden, so dass nicht immer wieder Modellsimulationen erforderlich werden.

Bei größeren, komplexeren Planungsprozessen im Stadtgebiet sollte zur Evaluierung von möglichen Klimaanpassungsmaßnahmen eine mikroskalige Modellierung zum Einsatz kommen. Damit kann einerseits die beste Planvariante ermittelt werden. Ebenso wichtig ist aber auch die Möglichkeit, positive Auswirkungen von Anpassungsmaßnahmen anschaulich in die Öffentlichkeit und in die Akteursgruppen zu kommunizieren.

Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen

Viele der im Rahmen der Umweltplanung verfolgten Umweltziele leisten einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung. Besonders Umweltqualitätsziele, die sich auf die Begrenzung der Neuversiegelung, die Mindestanteile unversiegelter Flächen, die Erhaltung der unbebauten Flächen, den Erhalt von Park- und Grünanlagen und die Regenwasserabkopplung beziehen, sind hinsichtlich der Klimaanpassung relevant.

Mit dem Instrument der „Handlungskarte Klimaanpassung“ bieten sich im Zusammenhang mit der Erstellung von städtebaulichen Konzepten große Möglichkeiten für die Integration von Maßnahmen, die der Anpassung an das Klima dienen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass Inhalte der Umweltplanung in der Abwägung der privaten und öffentlichen Belange im Bebauungsplanverfahren gegenüber Belangen, die einer Verbesserung des Stadtklimas nicht zuträglich wären, Berücksichtigung finden. Für die nächsten Jahre sollten konkrete Klimaanpassungsprojekte entwickelt und bis zur Umsetzung gebracht werden. Primäre Handlungsbereiche sind die Zonen 1, 2 und 3 der Handlungskarte (Abb. 3.4 auf Seite 70/71).

In regelmäßigen Abständen von einigen Jahren sind die Ziele der Stadtentwicklungs- und Umweltplanung im Hinblick auf Klimaanpassung zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen.

Evaluation von Maßnahmen durch Messungen

Eine langfristig angelegte Evaluation von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel besteht in der Möglichkeit, bei größeren Projekten Messungen jeweils vor und nach Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen durchzuführen. Beispielsweise großflächige Begrünungsmaßnahmen bieten sich an, um den Effekt auf die Reduzierung von sommerlicher Hitze zu messen. Die Messungen können mittels mobiler Messeinrichtungen während ausgewählter Hitzeperioden oder langfristig mittels stationärer Messungen durchgeführt werden. Um einen Vergleich vorher/ nachher zu ermöglichen, sind solche Messungen schon im Vorfeld, vor Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu veranlassen.

Eine zusammenfassende Übersicht über die einzelnen Schritte des Controllingkonzeptes gibt die Abbildung 3.3.

Intervall Aufgabe	fortlaufend	rund 5 Jahre	rund 10 Jahre
Aktualisierung der Grundlageninformationen	Überwachung der Entwicklung der städtischen Wärmeinsel (periodische Klimamessungen)	Aktualisierung der klimatischen Zukunftsprojektionen nach Stand der Forschung	Aktualisierung der Klimatopkarte (Berücksichtigung der Änderungen der Realnutzungen und der Klimaprojektionen)
Checkliste für Planungsvorhaben	Überprüfung der Lage im Stadtgebiet Zusammenstellung notwendiger/sinnvoller Anpassungsmaßnahmen entsprechend der Lage (Belastungsgebiet „Hitze“, weitere Klimafolgen) Ressortübergreifende Überprüfung der Bebauungspläne (sind entsprechende Maßnahmen vorgesehen?) Diskussion der notwendigen Maßnahmen mit Akteuren/ Öffentlichkeit/ Politik	Überarbeitung und Aktualisierung des Maßnahmenkatalogs zur Anpassung an den Klimawandel (neue Erkenntnisse einarbeiten)	Aktualisierung der „Handlungskarte Klimaanpassung“ für „Hitze“, Einarbeitung der Belastungen durch weitere Klimafolgen (Extremniederschläge, Sturm, Trockenheit) Einbeziehung der klimatischen und demographischen Veränderungen sowie von Nutzungsänderungen
Evaluierung der Ziele/ Anpassungsmaßnahmen	Mikroskopische Modellierung der klimatischen Auswirkungen von komplexen Planentwürfen	Überprüfung / Aktualisierung von städtischen Zielen (Einbindung der Kommunalpolitik) Konkrete Klimaanpassungsprojekte entwickelt und zur Umsetzung bringen Überprüfung der klimatischen Auswirkungen von umgesetzten Bauvorhaben und Anpassungsmaßnahmen durch Messungen vorher/ nachher	

Abb. 3.3 Controllingkonzept für die Integration von Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse der Stadt Wuppertal

3.1 Die „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ für die Stadt Wuppertal

Die „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ (Abb. 3.4) ist das Ergebnis der Untersuchungen aus dem Kapitel 2. In dieser Karte werden entsprechen ihrem Konfliktpotential Flächen ausgewiesen, für die bestimmte Maßnahmen notwendig werden, um den Folgen des Klimawandels zu begegnen. Von den in der Karte abgegrenzten fünf Zonen gehören drei zu den Belastungsgebieten gegenüber sommerlicher Hitze, mit jeweils unterschiedlichen Betroffenheiten. Hier sollten jetzt und zukünftig konkrete Maßnahmenbündel zur Hitzereduktion erarbeitet und zeitnah umgesetzt werden. Die Handlungskarte stellt in einem Überblick schon geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen vor, die auf die jeweils typischen Konfliktpotentiale der in der Karte dargestellten verschiedenen Konfliktzonen (Hitze, Belüftung) abgestimmt sind. Damit werden den an einem Prozess beteiligten Planern und Akteuren konkrete Vorschläge zur Klimaanpassung an die Hand gegeben, um die Stadt Wuppertal nachhaltig vor den Folgen des Klimawandels zu schützen. Eine Zusammenstellung aller Maßnahmen in Form von Steckbriefen gibt es im nachfolgenden Maßnahmenkatalog (Kapitel 3.2).

Eine gute Belüftungssituation in der Stadt trägt wesentlich zur Qualität ihres Mikroklimas bei. Durch einen guten Luftaustausch können überwärmte Luftmassen aus dem Stadtgebiet abgeführt und durch kühlere aus dem Umland ersetzt werden. Weiterhin können mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen durch Frischluft ersetzt und die vertikale Durchmischung der Luft erhöht werden. Aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauigkeit bzw. des geringen Strömungswiderstandes und der Ausrichtung können einzelne Flächen im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Dabei sind die vorherrschenden Strömungsrichtungen des Windes bei austauscharmen Warm- und Hitzewetterlagen zu berücksichtigen und die Ergebnisse der Kaltluftsimulationen aus dem Kapitel 2.2 einzubeziehen. Die relevanten Luftleitbahnen mit Anschluss an überhitzte Stadtgebiete wurden identifiziert und in die Handlungskarte übernommen.

Im gesamten Stadtgebiet von Wuppertal wurden Grünflächen, zu denen auch Friedhöfe und Kleingartenanlagen gezählt wurden, und Freiräume bezüglich ihrer Relevanz für das Wuppertaler Stadtklima bewertet. Neben innerstädtischen Parks haben vor allem Grünflächen im städtischen Randbereich, die die Hitzeinseln begrenzen können, und Freiflächen mit stadtklimarelevantem Kaltluftbildungspotential eine hohe Bedeutung. Diese Flächen wurden als Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen in die Handlungskarte übernommen.

Als graue Flächen verbleiben in der „Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze“ solche Siedlungsflächen, die keine oder nur eine sehr geringe Betroffenheit durch insbesondere nächtliche Hitzebelastung aufweisen und großflächige Freiräume ohne besondere stadtklimatische Beziehungen. Aber auch bei diesen Flächen ist es für den weiteren Planungsprozess mit Blick auf die Zukunft wünschenswert, dass mögliche Änderungen des Klimas und potentiell damit verbundene, notwendige Anpassungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Grundsätzlich bewirken Klimaanpassungsmaßnahmen eine Erhöhung der Aufenthaltsqualität und damit der Aufwertung des Quartiers.

Nachfolgend werden die einzelnen Zonen der Handlungskarte ausführlich beschrieben. Für die Entwicklung von Maßnahmenbündeln im nächsten Schritt der konkreten Umsetzungsphase werden für die jeweilige Zone geeignete Anpassungsmaßnahmen vorgeschlagen.

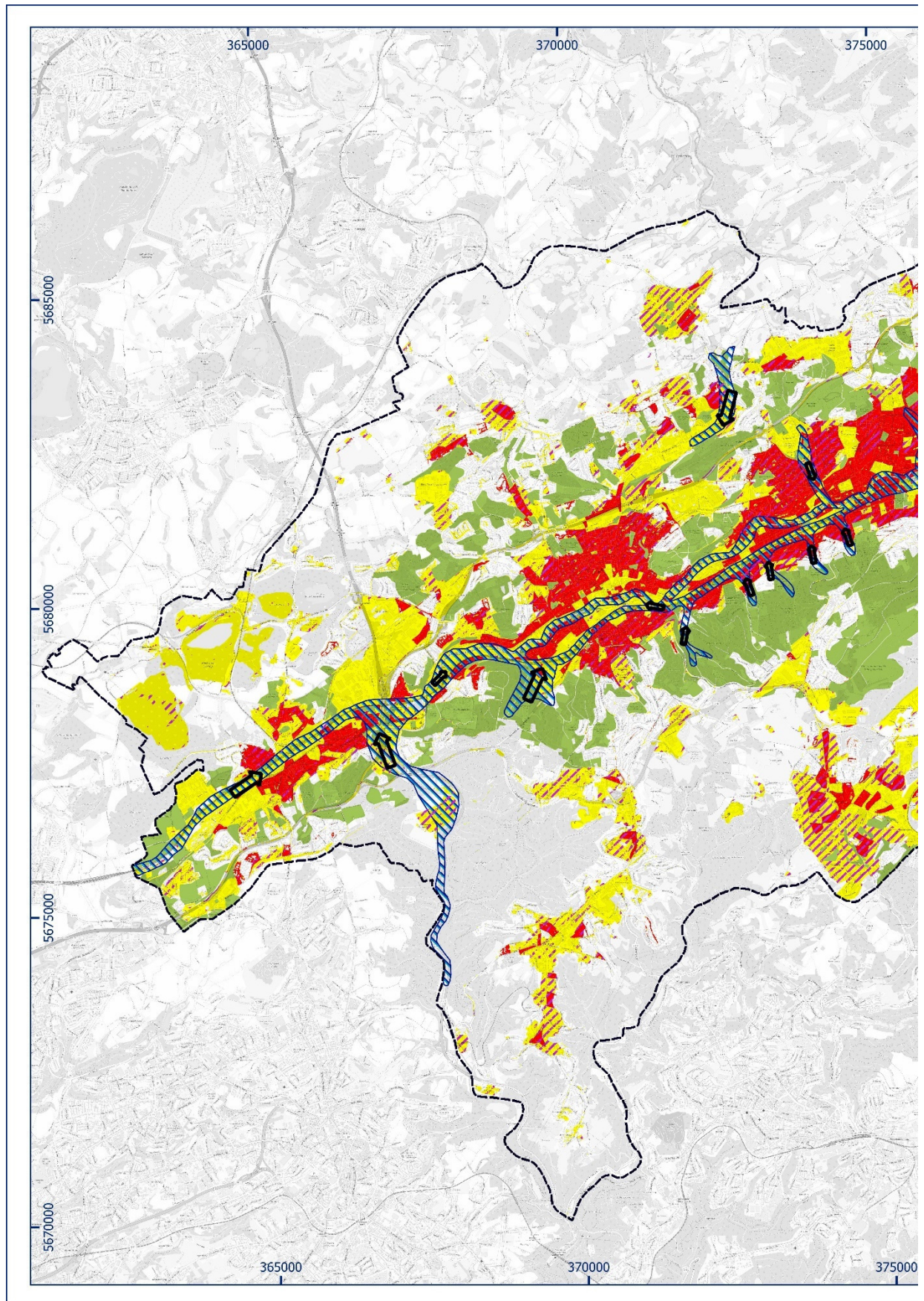
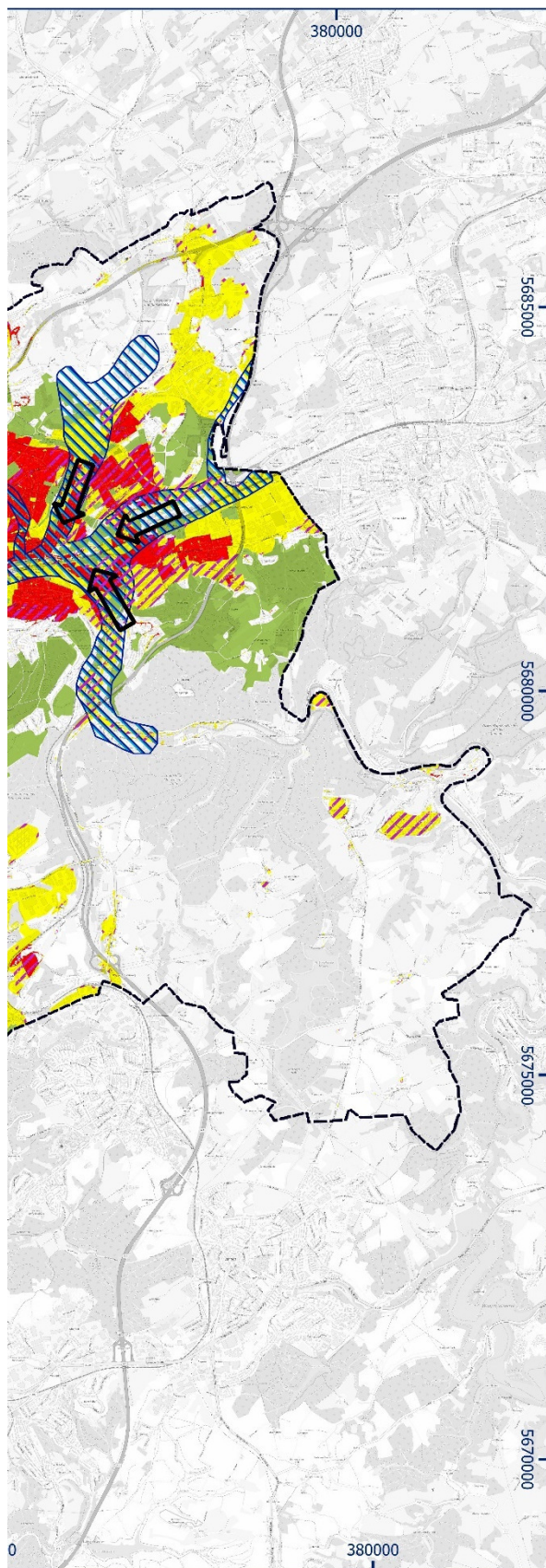


Abb. 3.4 Handlungskarte Klimaanpassung – Themenfeld Hitze für die Stadt Wuppertal (Die Handlungskarte ist in hoher Auflösung auch im digitalen Anhang des Berichts einzusehen)



Stadt Wuppertal

Handlungskarte Klimaanpassung Themenfeld Hitze

Zone 1: Gebiete mit einer Hitzebelastung und einer geringen bis durchschnittlichen Bevölkerungsdichte

Zielvorgaben:

- Aufenthaltsqualität steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag
- Beschattung durch Vegetation und Bauelemente
- Kühleffekte der Verdunstung nutzen (offene Wasserflächen, Begrünung)
- Ausgleichsräume schaffen/erhalten (Parks im Nahbereich, Begrünung von Innenhöfen)

Zone 2: Gebiete mit einer Hitzebelastung und einer hohen bis sehr hohen Bevölkerungsdichte und/ oder einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Personen ab 65 Jahren und/ oder an Kleinkindern unter 3 Jahren

Zielvorgaben

Nächtliche Überwärmung verringern durch:

- Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag (siehe Zone 1)
- Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung
- Ausgleichsräume schaffen/erhalten (Parks im Nahbereich, Begrünung von Innenhöfen)

Zone 3: Gebiete, die erst zukünftig von Hitzebelastung betroffen sein werden

Zielvorgaben

- Anpassungsmaßnahmen der Zonen 1 und 2 sollten zur Anwendung kommen
- Freiflächen möglichst nicht zur Innenverdichtung heranziehen

Zone 4: Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiräume

Zielvorgaben

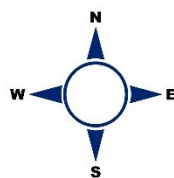
- Flächen erhalten, untereinander vernetzen
- Parkartige Strukturen erhalten / verbessern
- Straßenbegleitgrün erhalten
- Keine großflächigen Aufforstungen auf Kaltluftbildungs- und Kaltluftabflussflächen

Zone 5: Gebiete der Luftleitbahnen

Zielvorgaben

- Beachtung der Luftleitbahnen bei künftigen Planungen/Bautätigkeiten
- Keine zusätzlichen Emittenten, Minimierung und Optimierung durch neue Technologien
- Randliche Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Dichte Vegetation als Strömungshindernis vermeiden
- Im Bereich von Luftleitbahnen und Frischluftschneisen Aufforstung vermeiden
- Übergangsbereiche zwischen Frischluftschneise und Bebauung offen gestalten

Stand: Oktober 2018



1 0 1 2 km



STADT WUPPERTAL



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Aufgrund der durchgehenden Bebauung und hohen Versiegelung von Oberflächen gibt es im Wuppertaler Stadtgebiet Bereiche, die sich im Sommer besonders stark aufheizen. Dies ergibt sich dadurch, dass der bebaute Raum Wärme weitaus stärker speichert als dies für Flächen im unbebauten Umland gilt. Weitere Gründe für die städtische Wärmeinsel sind eine verringerte Abkühlung aufgrund geringer Wasserverdunstungsraten in hoch versiegelten Gebieten und eine mangelnde Durchlüftung, wodurch ein Abtransport der warmen Luft aus der Stadt bzw. die Zuführung kühlerer Luft aus dem Umland erschwert wird. Große Temperaturunterschiede von bis zu 8 Grad in warmen Sommernächten zwischen Innenstadt und dem unbebauten Umland sind die Folge. Dies führt in Wohngebieten vor allem dann zu einer belastenden Situation, wenn die Temperaturen nachts nicht mehr deutlich genug absinken.

Zone 1 Gebiete mit einer Hitzebelastung und einer geringen bis durchschnittlichen Bevölkerungsdichte



Die generelle Anfälligkeit gegenüber einer Hitzebelastung ergibt sich in der Zone 1 der Handlungskarte aus der typischen, hoch versiegelten Bebauungsstruktur der Stadt- und Innenstadtbereiche kombiniert mit einer geringen oder mittleren Bevölkerungsdichte. Häufig fallen in diese Zone Innenstadtbereiche, die überwiegend als Dienstleistungszentrum genutzt werden und einen nur unterdurchschnittlichen Anteil an Wohnbevölkerung haben. Dies sind Problemgebiete mit anderer Anfälligkeit als reine Wohngebiete. Bei einem Aufenthalt in den Innenstädten tagsüber kann einer Hitzebelastung durch Standortwechsel und Vermeidung von besonnten Standorten entgegengewirkt werden. Da dies von Seiten der Stadt und der Geschäftsleute nicht gewünscht sein, ist eine Verbesserung der Innenstadttattraktivität auch im Sinne der Klimaanpassung anzustreben.

Darüber hinaus fallen in diese Zone auch fast alle Belastungsgebiete der Gewerbe- und Industrieflächen. Die insgesamt hohe Flächenversiegelung bis zu 90 % bewirkt in diesen Bereichen eine starke Aufheizung tagsüber und eine deutliche Überwärmung nachts. Die Hitze tagsüber kann zu einer Verminderung der Produktivität der in diesen Bereichen beschäftigten Menschen führen. Der nächtliche Überwärmungseffekt kann hier eine der Innenstadt analoge Ausprägung erreichen. Aufgrund der Gebäudeanordnungen und der hohen Rauigkeit in den Industriegebieten wird das Windfeld stark verändert. Dies kann sich äußern durch Düseneffekte im Bereich der Werkhallen, die jedoch keine immissionsverbessernden Effekte haben müssen. Besonders problematisch sind unmittelbar an das Zentrum angrenzende Industriekomplexe, die aufgrund der hohen Versiegelungsrate eine stark eingeschränkte nächtliche Abkühlung aufweisen. Im Zusammenspiel mit dichter Stadtbauung bilden sich große Wärmeinseln aus. Dies spielt insbesondere bei den großen Industriekomplexen im Talverlauf entlang der B7 oder am Robert-Daum-Platz eine große Rolle. Die dicht bebauten Industriegebiete sind aus klimatischer wie auch lufthygienischer Sicht als ausgeprägte Lasträume zu bezeichnen. Gewerbegebiete weisen zum Teil eine stärker durchgrünte Struktur auf und sind dann etwas weniger stark von Hitzebelastung betroffen.

Ein häufiges Problem der hoch verdichteten Innenstadt- sowie Industrie- und Gewerbeflächen ist auch, dass hier über den erhitzten Oberflächen die Kaltluft aufgezehrt wird und den angrenzenden Gebieten nicht mehr im vollen Umfang zur Verfügung steht.

Maßnahmenvorschläge:

Sinnvolle Maßnahmen in den Wuppertaler Innenstädten haben zum Ziel, die Aufenthaltsqualität zu steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag. Hierzu können Maßnahmen auf Gebäudeebene und Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur herangezogen werden wie:

- Beschattung durch Vegetation und Bauelemente (z. B. Pergola, Arkaden, Sonnensegel)
- Kühleffekte der Verdunstung nutzen (offene und bewegte Wasserflächen, Begrünung)
- Helle Farben für Oberflächen und Hausfassaden verwenden, um die Hitzeaufnahme der Materialien zu reduzieren
- Entsiegelung von Flächen (z. B. Straßenbankette, Mittelstreifen, Innenhöfe)

Eine Erhöhung des Grünanteils durch Baumpflanzungen im hoch verdichteten Bereich der Zone 1 ist nur unter der Berücksichtigung der Belüftung, die durch die Maßnahme nicht eingeschränkt werden darf, anzustreben. In schlecht durchlüfteten Bereichen ist eine dichte Vegetation zu vermeiden. Hier sind Detailuntersuchungen vor der Durchführung von Begrünungsmaßnahmen notwendig. Für Baumpflanzungen bieten sich besonders größere Plätze und Stellplatzanlagen an. Hierbei steigern insbesondere großkronige Laubbäume durch ihren Schattenwurf die Aufenthaltsqualität. An Hauptverkehrsstraßen bestehen meist weitreichende Restriktionen durch Leitungen und Kanäle im Boden. Die Neuanpflanzung von innerstädtischen (Straßen-)Bäumen ist eine sinnvolle Maßnahme zur Reduzierung der Hitzebelastungen. Bei der Entwicklung von konkreten Pflanzprojekten sind die Aspekte weiterer Klimawandelfolgen mit zu berücksichtigen. So können die prognostizierten sommerlichen Trockenperioden oder die Zunahme von Sturmereignissen zu Stress bei Stadtbäumen führen. Eine Optimierung der Baumscheiben-Standorte, der Bewässerungspläne sowie der Auswahl geeigneter Baumarten ist zukünftig notwendig. Hierzu geben die Maßnahmensteckbriefe im Katalog der Anpassungsmaßnahmen (Kap. 3.2) detaillierte Informationen und Hinweise.

Aufgrund des geringen bis fehlenden Platzangebotes für die Neuanlage von Grünflächen im dicht bebauten innerstädtischen Bereich können ergänzend Fassaden- und Dachbegrünungen zur Verbesserung des Mikroklimas durchgeführt werden. Zur Begrenzung von Neuversiegelung und zum Erhalt von Freiflächen sind beispielsweise Festsetzungen im Bebauungsplan zur Gestaltung von Stellplätzen heranzuziehen. In schon bebauten Gebieten sollten Entsiegelungen überall dort erfolgen, wo sie aufgrund der jeweiligen Nutzung möglich sind. Abseits der öffentlichen Straßen können Bodenversiegelungen durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt. Über eine Mehrfachnutzung versiegelter Flächen, zum Beispiel von Parkplätzen, die tagsüber von Büroangestellten und abends von Kinobesuchern genutzt werden, kann eine Reduzierung der Versiegelung erreicht werden.

Da bewegtes Wasser einen besonders großen Beitrag zur Kühlung der Luft leisten kann, ist es sinnvoll zu erkunden, an welchen Stellen im innerstädtischen Bereich verrohrte Wasserläufe reaktiviert werden können. In Wuppertal gibt es über 800 Fließgewässer, die eine große Chance zur Nutzung darstellen. Hier gilt es, Synergien mit dem Überflutungsschutz zu finden und gemeinsame Lösungen zu erarbeiten.

Hitzebelastungen in Industrie- und Gewerbegebieten in Wuppertal betreffen in erster Linie die tagsüber dort tätigen Menschen. Hier sind Klimaanpassungsmaßnahmen notwendig, um die Produktivität zu erhalten und gesunde Arbeitsbedingungen zu schaffen. Im Sinne des Klimaschutzes gilt es zu

vermeiden, den Stromverbrauch, beispielsweise durch Klimaanlage, zu erhöhen. Maßnahmen, die zu einer Verbesserung der Situation in den Lasträumen der Gewerbe- und Industrieflächen führen, bestehen in erster Linie in der Entsiegelung und dem Erhalt sowie der Erweiterung von Grün- und Brachflächen. Die Erfordernisse gewerblich-industrieller Nutzungen bestimmen maßgeblich die Gestaltung der Gebiete und schränken somit den Rahmen für klimaverbessernde Maßnahmen ein. Es entstehen Zielkonflikte zwischen einer anzustrebenden Verbesserung der Grünstruktur und Verringerung des Versiegelungsgrades einerseits und einer notwendigen Vollversiegelung betrieblicher Funktionsbereiche auch zum Schutz des Grundwassers andererseits. Lösungsmöglichkeiten sind in diesem Fall in einer ausreichenden Gliederung von hochversiegelten Bauflächen und betrieblichen Funktionsbereichen wie Lager- und Freiflächen, durch breite Pflanzstreifen und Grünzüge zu suchen. Darüber hinaus bieten sich oft Stellplatzanlagen, Randsituationen und das Umfeld von Verwaltungsgebäuden für Begrünungen an. Weitere sinnvolle Maßnahmen sind die Begrünung von Fassaden und Dächern sowie die Nutzung von gespeichertem Regenwasser zur Kühlung. Der Rückhalt von Regenwasser bringt zudem wirtschaftliche Vorteile (Abwassergebühren sinken) und ein positives Image für den jeweiligen Betrieb.

Bei Neuplanungen von Gewerbe- und Industriegebieten ist darauf zu achten, in den jeweiligen Planungsstufen die Belange von Klimaanpassung zu berücksichtigen. Zu nennen sind die Rahmenplanung, die Flächennutzungsplanung, die Bebauungsplanung, die Vorhaben- und Erschließungsplanung sowie das Baugenehmigungsverfahren. Klimawirksame Maßnahmen lassen sich insbesondere in der Bauleitplanung für neue und zu erweiternde Standorte umsetzen. So ist im Rahmen der Eingriffsregelung darauf zu achten, soweit möglich die Kompensationsmaßnahmen auf dem Gelände selbst durchzuführen, um für eine Verbesserung der klimatischen und lufthygienischen Bedingungen vor Ort zu sorgen. Mit Hilfe geeigneter Festsetzungen ist im Bebauungsplan eine Begrenzung der Flächeninanspruchnahme sowie eine ausreichende Grünausstattung zu sichern. Weiterhin ist durch eine geeignete Baukörperanordnung und die Beschränkung bestimmter Bauhöhen eine optimale Durchlüftung zu gewährleisten. Durch die Wahl eines geeigneten Areals zur Sicherung einer hinreichenden Be- und Entlüftung kann die Ausbildung großflächiger Wärmeinseln vermieden werden. Dazu kann auch ein bepflanzter Freiraum als Puffer zu angrenzenden Flächen dienen.

- ◆ Zone 1 ist ein Lastraum mit hoher Hitzeeinwirkung
- ◆ Die dicht bebaute Zone 1 umfasst Gebiete mit einer hohen Flächenkonkurrenz
- ◆ Platzmangel setzt enge Grenzen für Maßnahmen zur klimatischen Optimierung, bioklimatische Extreme können nur abgemildert werden
- ◆ Flächen dieses Lastraums sollten sich nicht weiter im Stadtgebiet ausdehnen

Zone 2 Gebiete mit einer Hitzebelastung und einer hohen bis sehr hohen Bevölkerungsdichte und/ oder einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Personen ab 65 Jahren und/ oder an Kleinkindern unter 3 Jahren



Innenstadtnahe Wohngebiete, überwiegend in der Wuppertaler Talachse gelegen, machen den Hautanteil dieser Belastungszone aus. Nur vereinzelt gibt es kleine Bereiche des Typs 2 in den Stadtteilen nördlich und südlich des Wuppertales. Die meist dichte, mehrstöckige Bebauung in den Wohngebieten in der Talachse erschwert den Abtransport von tagsüber aufgenommener Hitze deutlich. Für Begrünungen ist in der Regel wenig Platz. In diesen Bereichen spielt insbesondere die fehlende nächtliche Abkühlung, die zu einer Belastung des menschlichen Organismus führen kann, eine entscheidende Rolle für das Belastungspotenzial. Während langanhaltender Hitzeperioden bleiben die Nachttemperaturen deutlich über 20 °C und eine Lüftung zur Kühlung von aufgeheizten Innenräumen ist nicht mehr möglich.

Maßnahmenvorschläge:

In Bereichen der Hitzeinsel mit einer hohen Bevölkerungsdichte müssen Maßnahmen zur Klimaanpassung einerseits die Aufenthaltsqualität steigern durch Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag, andererseits aber auch Maßnahmen ergriffen werden, die die nächtliche Überwärmung verringern.

Hierzu können Maßnahmen herangezogen werden wie:

- Nächtliche Überwärmung verringern durch eine Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag (Beschattung, Verdunstung, helle Farben, Entsiegelung)
- Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung
- Ausgleichsräume schaffen/erhalten (Parks im Nahbereich, Begrünung von Innenhöfen)

Tagsüber müssen Ausgleichsräume für die Bevölkerung geschaffen werden, z.B. Parks in Nahbereich (siehe Zone 4). Parkanlagen, aber auch Friedhöfe, Kleingartenanlagen und Spielplätze können lokale Klimaoasen sein, die der Erholung vor Ort dienen und bei entsprechender Größe auch zur Abkühlung der direkten Umgebung beitragen können. Bewegte Wasserflächen oder Springbrunnen im Park erhöhen das Kühlpotential der Grünanlage. Durch Beschattung von Straßenräumen mit Bäumen kann der Hitzeeintrag am Tag reduziert werden, was wiederum die Überwärmung in der Nacht vermindert. Viele Verkehrsflächen leisten aufgrund ihrer dunklen Farbe und Materialien einen großen Beitrag zur Aufheizung dieser Stadtgebiete. Verschattungen oder hellere Farben können hier einen Beitrag sowohl zur Hitzevermeidung am Tag wie auch zur Verringerung der nächtlichen Überwärmung leisten. Ein weiterer Aspekt in Synergie mit Überlegungen zur Mobilität ist die Verschattung und/ oder Begrünung und damit Verringerung der Aufheizung von ÖPNV-Haltestellen, die als Folge besser genutzt werden könnten.

Zur notwendigen Reduzierung der nächtliche Überwärmung kann einerseits die Verringerung der Hitzeentwicklung am Tag durch Vegetation, Wasserverdunstung, Verschattung und Entsiegelung beitragen. Andererseits sind Maßnahmen zur Anpassung der gesamten Stadtstruktur notwendig, damit die Zufuhr kühlerer Luft aus der Umgebung verbessert wird. Frischluftschneisen und Luftleitbahnen (siehe Zone 5) spielen für diese Hitzegefährdungsgebiete eine wichtige Rolle. Die Stadtviertel im westlichen Teil von Wuppertal profitieren deutlich weniger von der aus dem Freiland durch den Taleinschnitt der Wupper herantransportierten Kaltluft. In den Stadtteilen Langerfeld, Oberbarmen und Barmen ist diese Luft noch als kühlend nachweisbar. Hier kann mit geeigneten Maßnahmen (Identifizierung und

Rückbau von Strömungshindernissen im Talverlauf) eine bessere nächtliche Kühlung erreicht werden. In den westlichen Stadtteilen im Taleinschnitt ab Elberfeld hat die über die Wupper herantransportierte Luft durch das Überstreichen hoch verdichteter Stadtgebiete ihr Kühlpotential weitgehend verloren. Hier haben die kleineren Seitentäler eine höhere Bedeutung zur Abmilderung der Hitzebelastung. Diese sind unbedingt zu erhalten und auf eine Verbesserung der Durchströmbarkeit hin zu untersuchen.

Zone 3 Gebiete, die erst zukünftig von Hitzebelastung betroffen sein werden



Die weiter zunehmende Klimaerwärmung wird in zukünftig häufiger zu längeren und stärker ausgeprägten Hitzeperioden auch in Wuppertal führen. Solche Gebiete, die bereits heute als belastend eingestuft sind, werden sich zukünftig noch stärker aufheizen und sich in die Umgebung ausdehnen. Siedlungsgebiete im oberen Hangbereich der Talachse und jetzt auch die Stadtteile in der Freilandumgebung wie Ronsdorf, Cronenberg und Dönberg mit einer mittleren Bebauungsdichte, die im IST-Zustand bei kürzeren Hitzeperioden noch ausreichend nächtliche Abkühlung zeigen, fallen im Zukunftsszenario in die Gebiete der Hitzebelastungen. Obwohl es sich bei diesen Flächen überwiegend um Wohngebiete handelt, ist die Einwohnerdichte nicht so hoch wie in den Siedlungsbändern entlang der Talachse. Deshalb gehören die zukünftigen Hitzebelastungsgebiete weitgehend zur Zone 1 der mäßigen Betroffenheit.

Maßnahmenvorschläge:

Durch eine Ausweitung der Hitzeinsel im Zuge des Klimawandels kommen im Zukunftsszenario 2050 insbesondere im oberen Randbereich des Siedlungsbandes in der Wuppertaler Talachse und in den stärker verdichteten Wohn- und Geschäftsvierteln aller anderen Stadtteile Gebiete dazu, die von einer hohen Hitzebelastung betroffen sein werden.

- Die Anpassungsmaßnahmen der Zonen 1 und 2 sollten auch im Bereich der Zone 3 zur Anwendung kommen, auch wenn die Hitzebelastung momentan noch nicht so ausgeprägt ist
- Freiflächen möglichst nicht oder nur klimasensibel zur Innenverdichtung heranziehen

Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Durch geeignete Maßnahmen kann einer Ausweitung der Hitzeinsel in der Zukunft entgegengewirkt werden. Momentan noch vorhandene Freiflächen in dieser Zone, die für eine Innenverdichtung herangezogen werden sollen, dürfen nur klimasensibel umgenutzt werden. Hier sollten keine neuen Belastungen hinzukommen. Die Neuplanung von stark durchgrünter Wohngebieten mit einer aufgelockerten Bebauungsstruktur, die kühle Freilandluft tief eindringen lässt, sind möglich. Im Bereich der privaten Hausbesitzer muss mit Aufklärungskampagnen dem Trend der versiegelten Vorgärten oder den Steingärten entgegengewirkt werden. Im Neubau sind hierzu Vorgaben festzuschreiben, um den Versiegelungsgrad zu verringern.

Zone 4 Gebiete der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen



Im gesamten Stadtgebiet von Wuppertal wurden alle Grünflächen und Freiräume bezüglich ihrer Relevanz für das Stadtklima bewertet. Vegetationsflächen haben eine bedeutende Wirkung auf das Lokalklima, da sie einerseits die nächtliche Frisch- und Kaltluftproduktion verursachen und andererseits bei hohem Baumanteil tagsüber thermisch ausgleichend sind. Innerstädtische und siedlungsnahen Grünflächen beeinflussen die direkte Umgebung in mikroklimatischer Sicht positiv. Beispielsweise spielen die Kleingartenanlagen in Wuppertal eine große Rolle als lokale, innenstadtnahe Aufenthaltsräume, die es als klimatische Gunsträume und zur Naherholung zu erhalten gilt.

Vegetationsflächen am Siedlungsrand fördern den Luftaustausch. Größere zusammenhängende Vegetationsflächen stellen das klimatisch-lufthygienische Regenerationspotential dar. Neben innerstädtischen Parks haben vor allem Grünflächen im städtischen Randbereich, die die Hitzeinseln begrenzen können, und Freiflächen mit stadtklimarelevantem Kaltluftbildungspotential eine hohe Bedeutung.

Freiflächen mit einer hohen Klimaaktivität sind vor allem Gebiete mit direktem Bezug zu den Hitzebelastungsgebieten wie z.B. innerstädtische und siedlungsnahen Grünflächen oder solche, die in Hanglage zu Siedlungsbereichen orientiert oder im Einzugsgebiet eines Berg-/Talwindsystems liegen. Unbebaute Täler, in denen Kaltluftabfluss stattfindet, zählen ebenfalls dazu und sollen mit hohen Restriktionen gegenüber Bebauung und Nutzungsänderungen belegt werden. Außerdem sind große zusammenhängende Freiflächen wie Wald- und Freiflächen der südöstlich anschließenden Bergischen Hochfläche und die Freiflächen des nördlich anschließenden Niederbergischen Hügellandes aus klimatisch-lufthygienischen Gründen für den dicht bebauten Siedlungsraum von Wuppertal von großer Bedeutung. Innerhalb der bebauten Bereiche sind vorhandene Grünflächen überwiegend mit den höchsten Empfindlichkeiten und Restriktionen gegenüber Nutzungsänderungen versehen. Die Grünflächen sind aufgrund der lokalklimatischen Auswirkungen in angrenzenden Bereichen von herausragender Bedeutung. Im Stadtgebiet von Wuppertal ragen viele Grünflächen über die Talhänge wie „grüne Finger“ in die stärker bebauten Bereiche hinein und wirken klimaverbessernd.

Maßnahmenvorschläge:

Die Flächen der Zone 4 sind mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernden Eingriffen bewertet; d.h. bauliche und zur Versiegelung beitragende Nutzungen führen zu bedenklichen klimatischen Beeinträchtigungen. Sinnvolle Maßnahmen in dieser Zone der Handlungskarte sind:

- Flächen erhalten, untereinander vernetzen
- Parkartige Strukturen erhalten / verbessern
- Straßenbegleitgrün erhalten
- Keine großflächigen Aufforstungen auf Kaltluftbildungs- und Kaltluftabflussflächen

Im Bereich der stadtklimarelevanten Kaltluftentstehungsgebiete, die über den Anschluss mit einer Luftleitbahn kühle Umgebungsluft für die überwärmten Innenstadtbereiche bereitstellen können, sollten keine großflächigen Aufforstungen stattfinden, um die Bildung und den Transport der Kaltluft nicht zu behindern. Innenstadtnahen und innerstädtischen Grünflächen sollten zur Abmilderung der Hitzebelastungen erhalten und gegebenenfalls weiterentwickelt werden. Zur Sicherung einer guten Belüftung sollten auch hier Aufforstungen vermieden werden. Innerstädtische Grünflächen sollten eine parkartige Struktur mit Einzelbäumen, Baumgruppen und Büschen aufweisen und möglichst nicht als reine

Rasenflächen angelegt oder erhalten werden. Großkronige Einzelbäume oder Baumgruppen als Schattenspenders sind auf diesen Flächen sinnvoll.

Die Funktionen der Grün- und Freiflächen sind auch im Zusammenhang mit weiteren Klimawandelfolgen zu betrachten. Trockenperioden und Stürme sollten eine Rolle spielen bei der Auswahl geeigneter Pflanzenarten zur Begrünung. Grünflächen können als multifunktionale Flächen gerade innerstädtisch einen wertvollen Beitrag zur Retention und damit zur Abschwächung der Folgen von Starkregenereignissen spielen.

Diese Schutzzone ist bei der Bauleitplanung in die Abwägung einzustellen, die Auswirkungen von Eingriffen in die betroffenen Flächen sind im Verfahren durch einen entsprechenden Fachbeitrag qualitativ und quantitativ näher zu untersuchen.

Zone 5 Gebiete der Luftleitbahnen



Eine gute Belüftungssituation in der Stadt trägt wesentlich zur Qualität ihres Mikroklimas bei. Durch einen guten Luftaustausch können überwärmte Luftmassen aus dem Stadtgebiet abgeführt und durch kühlere aus dem Umland ersetzt werden. Weiterhin können mit Schadstoffen angereicherte Luftmassen durch Frischluft ersetzt und die vertikale Durchmischung der Luft erhöht werden.

Neben der Schutzzone der stadtklimarelevanten Grün- und Freiflächen werden auch die für den Luftaustausch wichtigen Leitbahnen als Schutzzone in der Handlungskarte ausgewiesen. Sie konzentrieren sich weitgehend auf das Tal der Wupper und die randlichen Hangbereiche, die dem besiedelten Tal der Wupper zugewandt sind. Die Bereiche der Zone 5 sind aus klimatischer Sicht für die lokalen Windströmungen während austauscharmer Wetterlagen von besonderer Bedeutung. Bauliche Eingriffe in diese Bereiche werden zu Einschränkungen der lokalen thermisch induzierten Windsysteme führen. Die Folgen wären eine geringere Abkühlung in heißen Sommernächten und ein verringerter Luftaustausch, welcher unter anderem auch die Schadstoffbelastung der Luft erhöhen kann.

Maßnahmenvorschläge:

Die in der Handlungskarte ausgewiesenen Luftleitbahnen sind aufgrund ihrer Bedeutung für die klimatische Situation im Bereich der Hitzebelastungsgebiete unbedingt zu erhalten. Zur Unterstützung der Funktion von Luftleitbahnen sollten hier die folgenden Maßnahmen eingehalten werden:

- Keine weitere Bautätigkeit
- Keine zusätzlichen Emittenten, Minimierung und Optimierung durch neue Technologien
- Randliche Bebauung sollte keine Riegelwirkung erzeugen
- Hohe und dichte Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich von Luftleitbahnen vermeiden, Aufforstungen in diesen Bereichen vermeiden
- Übergangsbereiche zwischen den Luftleitbahnen und der Bebauung sollten offen gestaltet werden, um einen guten Luftaustausch zu fördern.

Zur Unterstützung der Belüftungsfunktion wird die Anlage zusätzlicher ruhigkeitsarmer Grünzonen im Umfeld einer Luftleitbahn empfohlen. Im Haupttal der Wupper sollten die Bedingungen für ein schnelles und tiefes Einströmen der Kaltluft allgemein verbessert werden; hierzu sollte entlang der Talachse unbedingt auf weitere Strömungshindernisse verzichtet und die Entsiegelung von Flächen

angestrebt werden, dies kann schwerpunktmäßig im Rahmen einer Umnutzung von Industriebrachen oder auch in Verbindung mit Begrünungsmaßnahmen entlang der Wupper geschehen.

In den westlichen Ortslagen entlang der Talachse (speziell in Elberfeld und Arrenberg) ist bei Bauvorhaben, die mit Nachverdichtung verbunden sind, wegen der insgesamt geringer Kaltluftmengen, die hier noch ankommen, eine sorgfältige Untersuchung notwendig. Besondere Bedeutung hat hier die Freihaltung der kleinen Nebentäler und die Aktivierung des Kaltluftabflusses entlang der Wupper durch Vermeidung von Hindernissen, konzentrierte Begrünung in den Abflussbahnen und Rückbau ungünstiger Hindernisse.

Für Oberbarmen und Barmen sind kaltluftbezogene Fragen zur Zeit noch weniger kritisch, da hier ausreichend Kaltluft aus dem Tal der Wupper die Innenstadtbereiche erreicht. Allerdings gibt es Fernwirkungen, das heißt, dass bauliche Verdichtungen zu einer Aufzehrung der Kaltluft und damit zu negativen Veränderungen stromabwärts, also in Richtung Elberfeld und Arrenberg, führen können, die ggf. im Einzelnen untersucht werden sollten. Eine Innenentwicklung sollte durch Umnutzung von Flächen, Raumoptimierung und Aufstockung von Gebäuden, nicht durch Freiflächenverbrauch erfolgen.

Geeignete Maßnahmen zur systematischen Verbesserung der Kaltluftzufuhr von den Hanglagen sind vor allem der weitgehende Verzicht auf weitere Bebauung sowie eine Reduzierung aller Hindernissen in der Längsrichtung der Kaltluftströme (z.B. Entfernung bzw. Längs- statt Querausrichtung von Gebäuden oder Gehölzen).

Beispiele für planungsrechtliche Umsetzungsinstrumente und Maßnahmen

Vorhandenen Instrumente sollten ausgenutzt werden, um Klimaanpassungsmaßnahmen in Planungsprozesse zu integrieren. Flächennutzungs- und Bebauungspläne bieten im Rahmen von Änderungen beziehungsweise der Ausweisung neuer Baugebiete die Möglichkeit, bestimmte Darstellungen (FNP) oder Festsetzungen (B-Pläne) zu enthalten. Im Folgenden sind einige Beispiele aufgelistet, wie konkrete Maßnahmen in Flächennutzungspläne und B-Pläne übernommen werden können.

- 1 Um **Frei- und Frischluftflächen** zu erhalten beziehungsweise neue Frei- und Frischluftflächen zu schaffen, können in den Flächennutzungsplan (FNP) großräumige Darstellungen von nicht baulichen Nutzungen mit unterschiedlichen Zweckbestimmungen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe integriert werden (nach § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB). Darüber hinaus können Wasserflächen (als Flächen, die nach § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB aufgrund des Hochwasserschutzes und der Regelung des Wasserabflusses freizuhalten sind) sowie landwirtschaftliche Flächen und Waldflächen (nach § 5 Abs. 2 Nr. 9 BauGB) dargestellt werden. Im B-Plan kann die Erhaltung beziehungsweise Schaffung von Frei- und Frischluftflächen über die Festsetzung der Grundfläche oder Grundflächenzahl (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB), der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksfläche (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) sowie Flächen, die von der Bebauung freizuhalten sind (§ 9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB) gesteuert werden. Ferner ist es möglich im B-Plan öffentliche und private Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze sowie Friedhöfe festzusetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB). Auch lassen sich Flächen für die Landwirtschaft und Waldflächen festsetzen (§ 9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB). Besonders vorteilhaft für das Lokalklima sind **Luftleitbahnen**. Deren Erhalt beziehungsweise Schaffung können durch die oben bereits erwähnten Darstellungen und Festsetzungen zu Frei- und Frischluftflächen im FNP und in den B-Plänen ermöglicht werden. Förderlich kann in diesem

Zusammenhang auch sein, in der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes einzugehen.

- 2 Maßnahmen wie die **Begrünung von Straßenzügen, Dächern und Fassaden** können durch das Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plan-gebiet beziehungsweise Teile davon in den B-Plan integriert werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB). Auf diese Weise ist es beispielsweise möglich, Stellplätze und bauliche Anlagen zu begrünen und zu bepflanzen. Durch die vorgenannten Festsetzungen nach § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB lassen sich auch die Bepflanzung urbaner Räume mit wärmeresistenten Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf sowie der Einsatz bodenbedeckender Vegetation und die Vermeidung von unbewachsenen Bodenflächen in Bebauungspläne integrieren. Auch lassen sich auf diese Weise Hauswandverschattung und Wärmedämmung im B-Plan festsetzen.
- 3 Die Verwendung baulicher **Verschattungselemente** im öffentlichen Raum (z.B. Arkaden, Sonnensegel) lässt sich nicht direkt, sondern nur über Umwege durch das Festsetzen von Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung erreichen.
Ganz konkrete Maßnahmen zur **Optimierung der Gebäudeausrichtung** können zum Beispiel die Ausrichtung von Gebäuden zur besseren Durchlüftung eines Baugebietes oder die Planung von Gebäudekomplexen mit Innenhöfen sein. Im Bebauungsplan können zu diesen Zwecken die Bauweise, die überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie die Stellung der baulichen Anlagen festgesetzt werden (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB).
- 4 Eine Möglichkeit zur Klimaanpassung in randlichen Bereichen der dicht bebauten, urbanen Gebieten stellt der **Rückbau versiegelter Flächen** dar. Dies kann durch die Festsetzung einer nicht baulichen Nutzung erfolgen (vgl. 1. Frei- und Frischluftflächen). Hier gilt es zu beachten, dass die Umnutzung von Brachflächen und Baulücken in nicht baulich genutzte Grundstücke in der Regel mit Entschädigungsansprüchen nach dem Planungsschadensrecht verbunden ist. Hier ist jeweils eine Einzelfallbetrachtung notwendig. Bei klimarelevanten Flächen insbesondere zur Stadtbelüftung kann ein Kauf solcher Flächen sinnvoll sein, auch in Synergie mit der Regenrückhaltung.
Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen (§§ 171a – d BauGB) werden vor allem bei Stadtumbaumaßnahmen gefördert. Beispielsweise kann bei einer Neugestaltung und damit beabsichtigte Aufwertung von Verkehrsflächen die versiegelte Fläche reduziert werden. Auch das BNatSchG (Eingriffsregelung) kann herangezogen werden, da vor allem bei Baumaßnahmen die Entsiegelung von Flächen oberste Priorität hat.

3.2 Katalog der Klimaanpassungsmaßnahmen - Themenfeld Hitze

Unabhängig von den nachfolgenden Klimaanpassungsmaßnahmen, die in Form von jeweils zweiseitigen Steckbriefen beschrieben werden, gibt es verschiedene übergeordnete Aspekte, die für viele oder alle Anpassungslösungen eine Rolle spielen:

- Bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche innerhalb der Kommune ein entscheidender und das Ergebnis beeinflussender Faktor. In vielen Kommunen finden einzelne planerische Verfahren (z. B. Bauleitplanung, wasserwirtschaftliche Planung) überwiegend getrennt oder zeitlich nachgeschaltet statt. Dementsprechend schwer ist es, unterschiedliche Belange in die jeweils anderen planerischen Verfahren einzubringen. Insbesondere die Belange derjenigen kommunalen Ressorts, die lediglich als Träger öffentlicher Belange in Planungsverfahren eingebunden sind (z. B. Gesundheitsressort), finden im Rahmen der Umsetzung nur selten Berücksichtigung. Durch eine integrierte Zusammenarbeit der verschiedenen Planungsbereiche zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Maßnahmenplanung besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Belange frühzeitig zu bündeln, besser untereinander abzuwägen und möglichst in Einklang zu bringen. Die Planungskonferenz behandelt die jeweiligen Fragestellungen projektbezogen und ressortübergreifend. Schon jetzt gibt es im Wuppertaler Planungsablauf die Abfrage von Belangen anhand einer Checkliste. Hier werden die Anforderungen der Klimaanpassung zukünftig eingepflegt. Mögliche Zielkonflikte von Maßnahmen können durch eine integrierte Planung mit Beteiligung verschiedener Ressorts entschärft, Synergien aufgedeckt und genutzt werden. Durch die integrierte Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche kann der Besprechungsaufwand in den Kommunen zwar anwachsen, letztlich wird die Planungsarbeit durch frühzeitige Absprachen aber erleichtert und qualitativ verbessert.
- Für einige Anpassungslösungen des Handlungskatalogs wie zum Beispiel Dachbegrünungen oder die Begrünung von Straßenzügen müssen zuvor die baulich-technischen Voraussetzungen wie Dachstatik oder der Verlauf von Leitungstrassen und Kanälen im Straßenbereich abgeklärt werden. Existierende stadtweite Grundlagen wie das Wuppertaler Gründachkataster geben erste Anhaltspunkte. Eine Grundsatzbeschluss zur Dachbegrünung ist in Vorbereitung.
- Ein effizienter Einsatz von Anpassungslösungen ist nur dann möglich, wenn man in der Lage ist, Bereiche zu identifizieren, in denen ein Handlungsbedarf besteht (z. B. über die Handlungskarte Klimaanpassung), und abzuschätzen, mit welcher Strategie und mit welchem Einsatz ein möglichst hoher Kosten-Nutzen-Quotient erreicht wird. Sollen Auswirkungen einer beabsichtigten Veränderung der Stadtstruktur durch große, komplexe Vorhaben vorausgesagt werden, ist der Einsatz eines numerischen Simulationsmodells eine sinnvolle Lösung.
- Übergeordneter Aspekt für fast alle Anpassungslösungen ist auch die Schaffung eines Bewusstseins für die Umsetzungsbereitschaft von Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel. Neben der Politik sind hier auch die beteiligten Akteure und die Bürgerschaft angesprochen. Diese Überlegungen stellen grundsätzliche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen dar und sollten deshalb am Anfang stehen. Neben den öffentlichen Institutionen sind auch die Bürgerinnen und Bürger aufgerufen, sich in Zukunft verstärkt mit den Fragen des Klimawandels und den Möglichkeiten zur Anpassung im eigenen Umfeld zu engagieren. Bürgerinnen und Bürger treffen Entscheidungen in ihrem privaten Umfeld und können somit einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung leisten. Das eigene Haus, der eigene Garten und angrenzende Bereiche bieten dazu ein großes Betätigungsfeld. Nicht zuletzt auch gewerbliche und industrielle Investoren

können durch ihre raumbestimmenden Entscheidungen einen wichtigen Beitrag zum Gelingen des Anpassungsprozesses beisteuern. Daher sind die Information und aktive Beteiligung von Akteuren, Bürgerinnen und Bürgern sowie von privaten Einrichtungen an den Planungen und Umsetzungen für eine klimaangepasste Stadt besonders wichtig. Ziele dieser Maßnahmen sind neben der Informationsvermittlung vor allem der aktive Einbezug der Beteiligten in Planung und Umsetzung.

Das im März startende Integrierte Klimaschutzkonzept mit dem Handlungsfeld Anpassung greift den Katalog der Klimaanpassungsmaßnahmen auf, um für Wuppertal konkrete Projekte zu entwickeln. Die im Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung zusammengestellten Klimaanpassungsmaßnahmen sind unterteilt nach unterschiedlichen Maßstabsebenen. Der farblich markierte räumliche Bezug unterscheidet:

- Maßnahmen zur Anpassung auf Stadtebene (grün, Steckbriefe S1 bis S5)
- Maßnahmen zur Anpassung auf Quartiersebene (gelb, Steckbriefe Q1 bis Q11)
- Klimaanpassungsmaßnahmen auf Gebäudeebene (blau, Steckbriefe G1 bis G5).
- Maßnahmen zur Anpassung auf Verhaltensebene (weiß, Steckbriefe M1 bis M6):
 - Stärkere Vernetzung von Politik, Akteuren und der Bürgerschaft
 - Persönliche Verhalten an die zukünftigen Klimabedingungen anpassen
 - Pläne zur Verhaltensvorsorge aufstellen.

Alle Maßnahmen werden in Form von Steckbriefen mit einer ausführlichen Beschreibung, ihren Anwendungsbereichen, eventuell auftretenden Synergien und Zielkonflikten sowie Akteuren, Kooperationspartner, Zielgruppe und Umsetzungsinstrumenten vorgestellt.

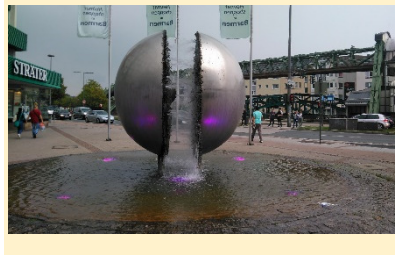
Stadtebene

Langfristig umzusetzende Maßnahmen fallen in den Bereich der Freiraumplanung. Aufgrund der sehr langsamen Geschwindigkeit eines nachhaltigen Stadtumbaus besteht hier ein hoher Handlungsdruck für die Stadtplanung. Anpassungsmaßnahmen für Veränderungen, die sich erst in der Zukunft ergeben, müssen bereits heute beginnen. Freiwerdende relevante Flächen sind im Sinne der Stadtbelüftung einer sorgfältigen Abwägung über die zukünftige Nutzung zu unterziehen.



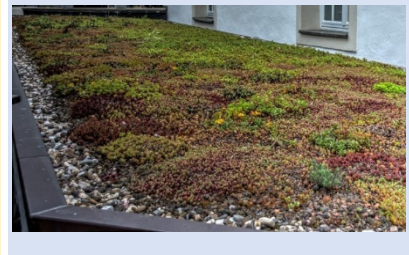
Quartiersebene

Mittelfristig umzusetzende Maßnahmen zur Anpassung der städtischen Infrastruktur an den Klimawandel sind Begrünungs- und Entsiegelungsmaßnahmen im Straßenraum. Kurz- bis mittelfristig umsetzbar ist die Schaffung von kleineren offenen Wasserflächen im Stadtbereich. Maßnahmen einer baulichen Quartiersumgestaltung sind nur mittel- oder langfristig umsetzbar.



Gebäudeebene

Kurz- bis mittelfristig umzusetzende Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung im städtischen Raum auf Gebäudeebene sind Dach- und Fassadenbegrünungen. Veränderungen im Gebäudedesign (Neubau), wie die Gebäudeausrichtung, Hauswandverschattung, Wärmedämmung und der Einsatz von geeigneten Baumaterialien können als mittelfristige Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zusammengefasst werden.

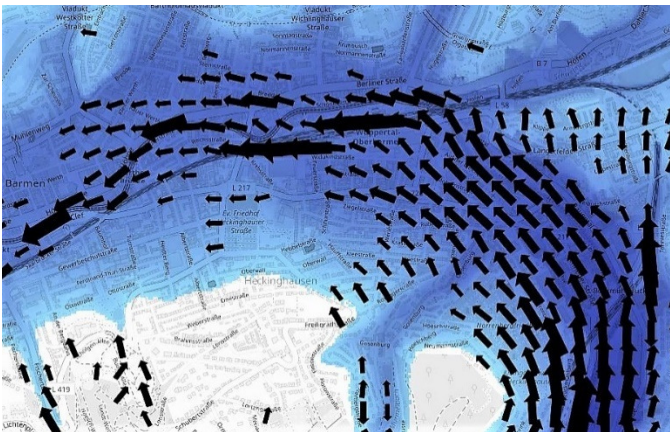


Nicht an jedem Ort innerhalb eines Siedlungsgebietes ist es aus stadtklimatischer Sicht sinnvoll, Begrünungen vorzunehmen. Zusätzlich spielt die Art der Begrünung eine große Rolle. Beispielsweise ist bei Bäumen ihre Gestalt von entscheidender Bedeutung: Bäume mit breiten, tief ansetzenden Kronen können Frischluftschneisen beeinträchtigen und somit zumindest örtlich einen negativen Effekt bewirken. Gleiches gilt für breite Strauchbeete mit relativ hochwachsenden Bodendeckern und Hecken, die ebenfalls eine Barriere für schwache Luftströmungen darstellen könnten, wenn sie andererseits auch eine günstige Staubfilterwirkung aufweisen. Das Spektrum an Arten und innerartlichen Sippen bei Begrünungsmaßnahmen in Siedlungen umfasst ein breit gefächertes Inventar, das von heimischen Waldbäumen und Heckensträuchern bis hin zu gärtnerisch generierten Sorten gebietsfremder bis exotischer Gehölzarten reicht. Aufgrund der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen kann nun der Biotop- und Artenschutz bei Begrünungen eine eminentere Position einnehmen, nicht zuletzt, weil die Bedeutung von Siedlungsgebieten für diesen erkannt wurde und die Artenvielfalt von der Vielfalt an urbanen Biotopen profitiert. Hingegen ist außerhalb durch die hochgradig intensivierte Landwirtschaft für viele Arten keine Überlebensmöglichkeit gegeben.

Grundsätzlich sollten die Begrünungselemente in erster Linie der thermischen und der lufthygienischen Komponente des Stadtklimas dienlich sein. Um dem Biodiversitätsschutz entgegen zu kommen, sollte dann die Schnittmenge mit entsprechenden Arten gesucht werden. Dabei muss die ökologische Anpassung an den Ist-Zustand und gleichzeitig an die anzustrebende Klimaanpassung erfolgen. Ein grundsätzliches Patentrezept existiert allerdings nicht, welches eine Allgemeingültigkeit für alle Standortsituationen selbst bei sonst maximaler Vergleichbarkeit versprechen kann. Hinzu kommt, dass bestimmte Eigenschaften von Pflanzen, die als geeignet erscheinen, andererseits hinsichtlich eines anderen Klimafaktors wiederum ungünstig sein können. So sind Bäume mit großflächigen Blättern als Feinstaubfilter zunächst günstig, eine große Blattoberfläche kann aber ein Problem für zunehmende Trockenheit sein, weil eine höhere Verdunstungsrate erzielt wird; andererseits sind Bäume mit schmalen Blättern besser widerstandsfähig gegenüber Verdunstung, fangen aber erheblich weniger Feinstaub ab. Da Ozon im Sommer zukünftig eine geringere Rolle spielen könnte, ist der Fokus auf eine gute Verdunstungsleistung und damit Kühlung der Umgebungsluft zu lenken. Schließlich existieren art- und sortenspezifische Wirkungen, die trotz laufender Forschungsprojekte und bereits existenter Arten- und Sortenlisten (für Stadt- bzw. Straßenbäume) nur teilweise bekannt sind. Es ist damit für den jeweiligen zu betrachtenden Einzelfall – der jeweilige Straßenzug, die jeweilige Siedlung – nach einer Lösung zu suchen. Baumlisten für andere Städte, wie beispielsweise Düsseldorf, sind in Wuppertal nur bedingt nutzbar. Hier spielt beispielsweise die Salzverträglichkeit von Baumarten eine größere Rolle. Die Listen geeigneter Stadtbäume werden ständig aufgrund neuer Erkenntnisse fortgeschrieben, die Nutzung der jeweils aktuellen Listen ist deshalb notwendig.

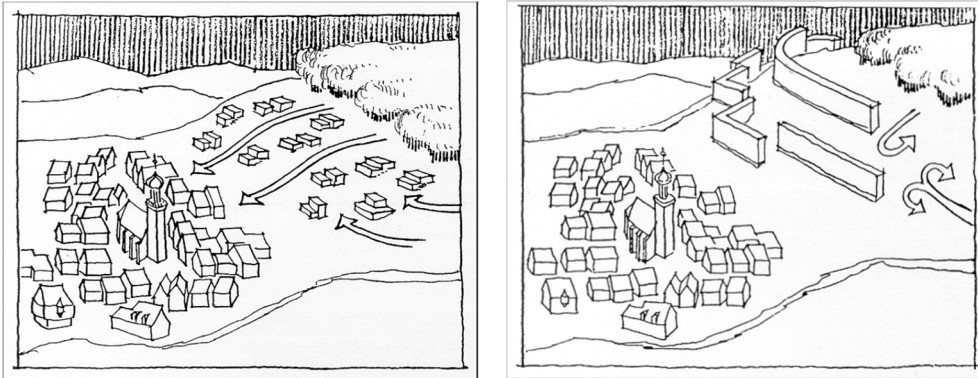
In dem folgenden **„Katalog der Maßnahmensteckbriefe zur Klimaanpassung“** werden die einzelnen Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel jeweils als doppelseitiger Steckbrief zu einem Maßnahmenkatalog zusammengestellt. Der Katalog enthält 27 Steckbriefe mit einem jeweiligen Bezug zum Stadtgebiet von Wuppertal.

Titel	S1: Erhalt und Schaffung von Luftleitbahnen
Räuml. Bezug	Stadtebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Luftleitbahnen verbinden Kaltluftentstehungsgebiete oder Frischluftflächen mit überwärmten städtischen Bereichen und sind somit ein wichtiger Bestandteil des städtischen Luftaustausches. Insbesondere bei austauscharmen Wetterlagen sind sie klimarelevant, da über sie geringer belastete Luftmassen in die belasteten Räume der Stadt transportiert werden (VDI 2003). Luftleitbahnen lassen sich in drei Kategorien einteilen (Weber & Kuttler 2003): • Ventilationsbahnen gewährleisten einen Luftmassentransport unabhängig von der thermischen oder lufthygienischen Ausprägung. • Kaltluftbahnen transportieren kühle, aber hinsichtlich der lufthygienischen Situation nicht näher spezifizierte Luftmassen. • Frischluftbahnen leiten lufthygienisch unbelastete, thermisch aber nicht näher differenzierte Luftmassen.  Wupper als Luftleitbahn (Foto: Stadt Wuppertal) Nach Mayer et al. (1994) sollten effiziente Ventilationsbahnen folgende Mindesteigenschaften aufweisen: eine aerodynamische Rauigkeit (Unebenheit der Oberfläche) von $\leq 0,5$ m bei einem Längen-/Breitenverhältnis von 20:1 (Länge ≥ 1000 m, Breite ≥ 50 m). Das Relief innerhalb und außerhalb eines Stadtkörpers kann im Fall von Tälern zusätzlich zu Kanalisierungseffekten führen. Hierdurch kann frische, kühle Umlandluft weit in den Stadtkörper hineingeführt werden. In Strahlungsnächten kann auch bei entgegengesetzter Strömung in der freien Atmosphäre bodennahe Kaltluft in die Bebauung vordringen und zu einer lokalen Abkühlung im Bereich der städtischen Bebauung führen. Häufig erschweren bereits bestehende Stadtstrukturen die Belüftung über Luftleitbahnen, so dass zumindest die Sicherung von bestehenden Belüftungszonen angestrebt werden sollte. Ein weiterer, den Austausch hemmender Faktor ist in der Wirkung von hoher und dichter Vegetation (Sträucher und Bäume) als Strömungshindernis im Bereich von Luftleitbahnen zu sehen. Hier führt die Vegetation zur Reduzierung der bodennahen Windgeschwindigkeit („Windfänger“), so dass der Austausch erschwert sein kann. Besonders nachteilig wirkt sich dieser Effekt auf strahlungsnächtliche, häufig nur schwach ausgebildete Kaltluftabflüsse aus.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Reduzierung des Oberflächenabflusses bei Starkniederschlägen durch Versickerung auf unversiegelten Flächen, Regenrückhaltung - Flächen zur Naherholung und für den Biotop- und Artenschutz - Verbesserung der Luftqualität - Aufenthaltsqualität erhöhen
Zielkonflikte	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der Verkehrsvermeidung (Klimaschutz) und Landschaftszersiedelung - Erhöhung der Windgeschwindigkeiten bei Sturmereignissen möglich
Akteure	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Regionalplanung
Kooperationspartner	• Flächeneigentümer, z. B. Landwirte
Zielgruppe	♦ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Darstellungen und Festsetzungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - Frischluftschneisen als zeichnerische Darstellung in Flächennutzungspläne übernehmen, Grünentwicklungspläne aufstellen - In der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes eingehen - Ökokonto, CEF-Maßnahmen
Aufgrund ihrer Lage, der geringen Oberflächenrauigkeit und der Ausrichtung können einzelne Flächen im Stadtgebiet zu einer wirkungsvollen Stadtbelüftung beitragen. Dabei spielen die reliefbedingten Kaltluftabflüsse eine entscheidende Rolle für Wuppertal. Beispiel: Kaltluftstrom im Bereich von Oberbarmen und Barmen  Im Haupttal der Wupper sollten die Bedingungen für ein schnelles und tiefes Einstromen der Kaltluft allgemein verbessert werden; hierzu sollte entlang der Talachse unbedingt auf weitere Strömungshindernisse verzichtet und die Entsiegelung von Flächen angestrebt werden, dies kann schwerpunktmäßig im Rahmen einer Umnutzung von Industriebrachen oder in Verbindung mit Begrünungsmaßnahmen entlang der Wupper geschehen.	

Titel	S2: Erhalt und Schaffung von Frischluftentstehungsflächen
Räuml. Bezug	Stadtebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Als frischluftproduzierende Gebiete gelten vegetationsgeprägte Freiflächen wie Wälder und Parkanlagen sowie landwirtschaftlich genutzte Flächen wie Acker und Grünland. Die Entstehung von Kalt- und Frischluft über einer natürlichen Oberfläche wird durch die thermischen Stoffeigenschaften des Oberflächensubstrates bestimmt. So speichern Böden mit hoher Dichte die Wärme besser und sind daher schlechtere Kaltluftproduzenten als solche mit geringer Dichte und damit geringerer Wärmespeicherfähigkeit (VDI 2003). Feld- und Wiesenflächen kühlen stärker aus und produzieren damit mehr Kaltluft als Waldgebiete. Zusätzlich ist die Wirksamkeit von Frischluftflächen stark von deren Größe abhängig. Durch den Erhalt und die Schaffung zusätzlicher frischluftproduzierender Flächen und deren Vernetzung kann eine Verstärkung ihrer Wirksamkeit erzielt werden. Die Anbindung der Innenstadt an Frischluftflächen trägt zur Unterbrechung oder Abschwächung von Wärmeinseln bei und schafft stadtklimatisch relevante Regenerationsräume. Diese Anbindung über Luftleitbahnen (siehe Maßnahme S1 „Luftleitbahnen“) sollte möglichst ohne Anreicherung mit Schadstoffen erfolgen.  Kaltluftbildende Freiflächen am Siedlungsrand im Norden von Wuppertal, im Bereich Uellendahl (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Flächen, die aufgrund des industriellen und demographischen Wandels frei werden, sollten im Rahmen der Stadtplanung auf ihre Relevanz für ein funktionierendes Stadtbelüftungssystem hin geprüft werden. Bei Wiedernutzung sollte eine klimaangepasste Planung vorgesehen werden. Das Leitbild der kompakten Stadt mit kurzen Wegen, das als dominierendes Siedlungsstrukturkonzept unter den städtebaulichen Leitbildern gilt, kollidiert jedoch stark mit den Maßnahmen zur Schaffung und zum Erhalt von Freiflächen, so dass hier ein Abwägungsprozess stattfinden muss. Zwischen dem Freihalten von innerstädtischen Flächen und den Zielen einer klimaschonenden Stadtentwicklung ergeben sich häufig Zielkonflikte. Eine Bebauung von Freiflächen führt zu kompakten Siedlungsstrukturen, die flächen-, verkehrs- und energiesparend sind. Andererseits wird durch die Verdichtung der Bebauung der Wärmeinseleffekt verstärkt. Eine sorgfältige Gestaltung und Vernetzung innerstädtischer Freiflächen kann den negativen Effekten der Verdichtung entgegenwirken.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Deutliche Trennung der Stadtteile im Außenbereich - Stadtnahe Erholungsgebiete - Innerstädtischer Biotopverbund, Biodiversität - Luftreinhaltung, Retentionsfläche
Zielkonflikte	- Neuausweisung von Wohnbauflächen bei Bevölkerungszunahme - Neuausweisung von Industrie- und Gewerbeflächen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Regionalplanung • Flächeneigentümer, z. B. Landwirte ♦ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Verschiedene Darstellungen im FNP (nach § 5 Abs. 2 BauGB) und Festsetzungen in B-Plänen (nach § 9 Abs. 1 BauGB) - In der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes eingehen - Biotopverbundplanung, Grünplanung
Freiflächen in direkter Randlage zu den Siedlungsgebieten oder zwischen großflächigen Industrie- und Gewerbegebieten sind aufgrund ihrer sehr bedeutenden Funktion als schutzwürdig eingestuft. Freiflächen mit einer Lage direkt in einer Luftleitbahn oder mit einem direkten Anschluss an diese sind ebenfalls hoch schutzwürdig, da sie wirkungsvolle kühle Frischluft für die verdichteten Stadtteile bereitstellen können. Da in der Talachse von Wuppertal selbst keine ausgedehnten, landwirtschaftlich genutzten Flächen zur Verfügung stehen, sind die hier vorhandenen großflächigen Park-, Grün- und Kleingartenanlagen zu erhalten. Beispiel: Freiflächen im Bereich Steinbeck  Freiflächen sind im ländlich geprägten Umland im Norden und Süden des Stadtgebietes von Wuppertal ausreichend vorhanden, um genügend kühle Frischluft für das Stadtgebiet zu produzieren. Wichtig für die Wirksamkeit dieser Frischluftflächen ist ihre Anbindung an die dicht bebauten Stadtteile in der Talachse wie das Beispiel der Freifläche mit Anschluss an Wuppertal-Steinbeck zeigt. Foto: Stadt Wuppertal	

Titel	S3: Freihalten von Hängen und Luftschneisen
Räuml. Bezug	Stadtebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Große Freiflächen mit Kaltluftproduktion und Tallagen mit Fließrichtung Stadt gelten als besonders sensible Flächen zur Stadtbelüftung, die auch bei Schwachwind zu einer Stadtbelüftung durch Kaltlufttransport beitragen. Dabei spielt die Hangneigung und die relative Lage zum Siedlungsgebiet eine wichtige Rolle für die Klimarelevanz einer Fläche. Damit Frischluft auch bei schwachen Windströmungen von außen in die Stadt gelangen kann, darf die Bebauung am Stadtrand keine abriegelnden Bebauungsgürtel bilden (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2012). Hänge entlang von Kaltluftbahnen sollten von hangparalleler Riegelbebauung freigehalten werden. Negative Auswirkungen des Reliefs sind in Wuppertal vorhanden, dort wo die Talsohle und die Talhänge urbane Flächennutzungen aufweisen. Die Bebauung kann die bodennahe Ventilation verringern. Im ungünstigsten Fall bildet eine quer zur Talachse oder längs zur Hangausrichtung orientierte Bebauung einen Strömungsriegel (siehe Abbildung), der bei schwachen Bodenwinden eine Ventilation der leeseitigen Bebauung beeinträchtigen kann. Hangbebauungen sollten, wo nicht auf sie verzichtet werden kann, mit großen Abständen und mit niedrigen Höhen erfolgen. Die positive Wirkung von Lüftungsschneisen entsteht nur bei zusammenhängenden Freiflächen (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2008). Bei Berücksichtigung dieser Aspekte ist es möglich, einen Zielkonflikt zwischen den positiven Auswirkungen von Hangbebauungen aus energetischen Gesichtspunkten für den Klimaschutz und den Anforderungen der Stadtbelüftung zu vermeiden.  Durchlässige Hangbebauung (links) und hangparallele Zeilenbebauung mit Riegelwirkung (rechts) (Quelle: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2012) In geringerem Maße gilt dies auch für großflächige Aufforstungen im Bereich von hangabwärts gerichteten Belüftungsbahnen. Dichter Wald kann diese Belüftung behindern, besonders nachteilig wirkt sich dieser Effekt auf strahlungsnächtliche, häufig nur schwach ausgebildete Kaltluftabflüsse aus. Einzelbäume und lichte Baumgruppen sind dagegen unschädlich für die Luftströmung.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Luftqualität
Zielkonflikte	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne des Klimaschutzes - Aufforstung
Akteure	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Regionalplanung
Kooperationspartner	• Investoren, Architekten
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen der Stellung der baulichen Anlagen (nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung (nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB), konkretisiert insbesondere durch §§ 16 (3), 17, 19 BauNVO und von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke (nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB) in B-Plänen - Frischluftschneisen als zeichnerische Darstellung in Flächennutzungspläne übernehmen - Biotopverbundplanung - Wettbewerbsausschreibungen - (Städtebauliche) Verträge - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan
Die von den nördlich und südlich der Talachse gelegenen Hängen abfließende nächtliche Kaltluft kann zu einer besseren Stadtbelüftung beitragen. Deshalb sollte auf eine Riegelbebauung oder Aufforstung insbesondere im mittleren und unteren Bereich der Hanglagen verzichtet werden. Beispiel: Hangbebauung südlich von Unterbarmen  Im unteren Hangbereich des Wuppertales südlich von Unterbarmen reichen der ev. Friedhof Unterbarmen sowie mehrere Kleingartenanlagen in das Siedlungsgebiet hinein und stellen über hindernisarme Flächen eine gute Hangbelüftung sicher. Als Riegelbebauung wirken dagegen die Gebäude des Gymnasiums „Am Kothen“.	

Titel	S4: Festlegen von Siedlungsgrenzen
Räuml. Bezug	Stadtebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Um auch bei schwachen Strömungen eine ausreichende Stadtbelüftung zu gewährleisten, ist eine geringe Flächenausdehnung und Bebauungsdichte der Siedlungskörper erforderlich. So kann durch das Heranführen von Frisch- und Kaltluft aus der Umgebung die Hitzebelastung in den Innenstädten deutlich abgemildert und die lufthygienische Situation dort verbessert werden.  Siedlungsrand Wuppertal - Ronsdorf (Foto: Steinrück, K.PLAN) Im Umland einer Stadt sollten daher ausreichend Freiflächen für den Luftaustausch mit der Innenstadt zur Verfügung stehen. Insbesondere wenn nur wenige Freiflächen als Pufferraum zwischen dicht nebeneinander liegenden Stadtteilen vorhanden sind oder durch weitere Baumaßnahmen mit einer Einschränkung der Frischluftzufuhr zu rechnen ist, sollten im Ortsrandbereich Siedlungsgrenzen festgesetzt werden. Damit kann der Erhalt klimatisch wertvoller Freiräume gesichert und einer Zersiedelung des Stadtgebietes entgegengewirkt werden. Innerstädtische Grünzüge sollten – wo immer möglich – vernetzt werden. Zur Sicherung der Stadtbelüftung über innerstädtische Grünzüge und Frischluftschneisen können auch diese Räume durch Festsetzung von Siedlungsgrenzen freigehalten werden. Durch das Festsetzen von Siedlungsgrenzen werden somit folgende Ziele verfolgt: - Schutz des Außenraumes vor weitergehender Bebauung - Schutz innerstädtischer Regenerationsflächen vor zusätzlicher Bebauung Eine sorgfältige Gestaltung der verbleibenden innerstädtischen Freiflächen und Stadtrandflächen kann den negativen Effekten der Verdichtung entgegenwirken.

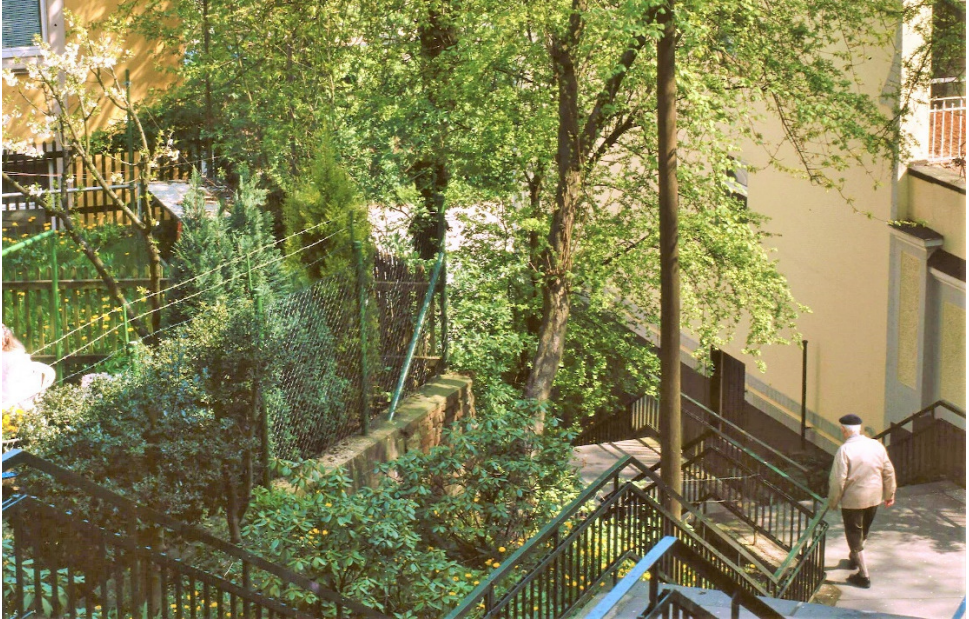
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Kompakte Stadtstrukturen im Sinne der geringen Landschaftszersiedelung - Sicherung von Freiflächen für die Regenwasserversickerung - Grünentwicklung und Biotopverbundplanung
Zielkonflikte	- Ausweisung von Wohnbauflächen bei Bevölkerungszunahme - Ausweisung von Gewerbegebieten
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Regionalplanung • Flächeneigentümer, z. B. Landwirte ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Darstellen von Bauflächen und Baugebieten im FNP - Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung (nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB), Festsetzen der Bauweise, der überbaubaren und der nicht überbaubaren Grundstücksflächen sowie der Stellung der baulichen Anlagen (nach § 9 (1) Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Freiraumplanung, GEP, Biotopverbundplanung - In der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes eingehen.
Um ein Zusammenwachsen der Siedlungsgebiete außerhalb des innerstädtischen Bereichs zu verhindern, sollten die Freilandbereiche zwischen den Siedlungsflächen und vor allem zwischen Siedlungs- und Gewerbegebieten vor Bebauung geschützt werden. In Wuppertal trifft dies insbesondere für die Freiflächen zwischen den Siedlungsräumen in der Talachse zu. Beispiel: Nordpark (Foto: Stadt Wuppertal)  Der Nordpark stellt die nördliche Begrenzung der Siedlungsbereiche von Barmen und Wichlinghausen sicher. Eine konsequente Trennung der einzelnen Siedlungsflächen durch Freilandbereiche verhindert eine Ausweitung von Hitzeinseln und schwächt die Belastung in den Siedlungskernen ab. Diese Freiflächen sind vor Bebauung zu schützen.	

Titel	S5: Aktivierung der Bodenkühlleistung
Räuml. Bezug	Stadtebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Eine bisher wenig beachtete Möglichkeit, um der durch den Klimawandel zunehmenden städtischen Überwärmung entgegenzuwirken, ist der Schutz oder die Wiederherstellung und die gezielte Nutzung der sogenannten Kühlfunktion des Bodens. Die natürliche Kühlleistung der Böden ist durch Versiegelung, Grundwasserabsenkungen und Bodenveränderungen in vielen Städten bereits heute in großem Umfang stark reduziert. Von großer Bedeutung für die Klimaanpassung im städtischen Raum ist die Einbindung von Kaltluftproduktionsflächen und Frischluftschneisen in die Maßnahmen zur Reduktion der sommerlichen Hitzeinsel. Dabei wird von einer grundsätzlichen Kühlleistung von unversiegelten Flächen ausgegangen, und die Sicherung innerstädtischer Grünanlagen und Frischluftschneisen ist aktuell ein Thema in der Stadtplanung. Die gigantischen Energietransferleistungen des Bodens, die durch „Versiegelung“ unterbunden werden, lenken den Blick auf das Potential der Böden zur Kühlung der städtischen Atmosphäre. Bodenraumeinheiten mit hohen und mittleren Bodenkühlleistungen, die ehemals vorhanden waren, treten in urban geprägten Räumen kaum noch auf, bedingt durch mächtige Aufschüttungen und die heute dominierenden urban-industriellen Böden. Somit bieten die überprägten Böden Potentialflächen z.B. für Ausgleichsmaßnahmen, um der innerstädtischen Überwärmung durch Verbesserung dieser Böden auf nachhaltige Art entgegenzuwirken.  Profil eines typischen Stadtbodens mit sehr geringem Kühlleistungspotential (Foto: K.PLAN) Um einer weiteren Erwärmung der Städte entgegenzuwirken, sollten Böden mit hohen pflanzenverfügbaren Wasserspeicherleistungen und/oder Grundwasseranschluss in stadtklimatisch relevanten Frischluftschneisen und Erholungsräumen von Überbauung, Abgrabung und Aufschüttung freigehalten werden. Diese Böden wirken ganzjährig ausgleichend auf die Lufttemperaturen und kühlend in den Sommermonaten.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Bodenschutz
Zielkonflikte	- Ausweisung von Wohn-, Gewerbe- und Industriegebieten
Akteure	❖ Fachbereiche Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung
Kooperationspartner	• Landwirte
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bewohnten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- In der Begründung zum FNP (§ 5 Abs. 5 BauGB) beziehungsweise B-Plan (§ 9 Abs. 8 BauGB) besonders auf die lokalklimatische Bedeutung der betreffenden Flächen für die Frischluftversorgung des Siedlungsraumes eingehen. - Bodenschutzmanagement - Ausgleichsmaßnahmen
Die Wärmespeicherkapazität und die Wärmeleitfähigkeit eines Bodens spielen die entscheidende Rolle für die Aufheizung der Bodenoberfläche und damit der darüberliegenden Luftschichten. Versiegelte Böden sind deshalb in der Regel deutlich wärmer als die Luft und führen zur Aufheizung, während Freilandflächen im Laufe des Abends und der Nacht kühlend auf die Luft wirken. Die Größe der Bodenspeicherkapazität ist sehr wichtig für die Klimawirksamkeit der Böden. Wie viel Wasser den Pflanzen zur Verdunstung zur Verfügung steht, ist vom Aufbau und den Eigenschaften eines Bodens abhängig. Das Wasserspeicher- und Wasserhaltevermögen wird wesentlich von Bodenart (Körnung), Humusgehalt, Gefüge, Trockenrohdichte und dem daraus resultierenden Porenraum bestimmt. Simulierte Tagesgänge der Lufttemperaturen (2 m Höhe) über Freiland mit Variation der Bodenart und -feuchte	

Titel	Q1: Parkanlagen schaffen, erhalten und optimieren
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Urbane Grünflächen haben eine hohe Bedeutung für das Lokalklima, da von ihnen eine kühlende Wirkung ausgeht. Tagsüber führt eine Freifläche, die idealerweise aus Wiese mit Sträuchern und lockerem Baumbestand besteht, durch Schattenwurf und Energieverbrauch aufgrund von Evapotranspiration zu einem thermisch ausgleichenden Bereich für die bebaute Umgebung. Nachts können Freiflächen durch Kaltluftbildung und Luftaustausch kühlend auf die Umgebung wirken.  Barmer Anlagen mit optimaler Ausgestaltung (Foto: Stadt Wuppertal) Untersuchungen haben gezeigt, dass Kühlungseffekte ab einer Parkgröße von 2,5 ha zu messen sind und die Reichweite der kühlenden Wirkung eines innerstädtischen Parks etwa dem Durchmesser des Parks entspricht (Upmanis et al. 1998). Eine klimatische Fernwirkung über die direkt anschließende Bebauungsreihe hinaus ergibt sich erst bei ausgedehnten Parkanlagen ab 50 ha (Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2012). Bei einer engen Vernetzung (Biotopverbund) tragen auch kleinere Grünflächen zur Abmilderung der Wärmeinsel bei. Als klimawirksame Grünflächen zählen auch große innerstädtische Friedhöfe, insbesondere wenn sie mit einem hohen Baumbestand ausgestattet sind. In Wuppertal haben auch viele der großen Parkanlagen einen dichten Baumbestand, deren Oaseneffekt der unmittelbaren Klimaverbesserung vor Ort wichtig ist für die Bevölkerung. Bei einer offenen Gestaltung der Parkanlagen zur angrenzenden Bebauung hin kann die positive Klimawirkung weiter in die Umgebung hineinwirken.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☒ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Erweiterung der Multifunktionalität Friedhöfen und Kleingartenanlagen - Attraktivitätssteigerung von Innenstädten - Lebensqualität sichern - Naherholung, Gesundheitsvorsorge
Zielkonflikte	- Ausweisung von zentrumsnahen Wohnbauflächen
Akteure	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Regionalplanung
Kooperationspartner	• Barmer Verschönerungsverein, Ronsdorfer Verschönerungsverein, Flächeneigentümer, Nutzer, Naturschutzverbände, Landschaftsarchitekten
Zielgruppe	♦ Bewohner in den jeweils angrenzenden Stadtquartieren
Umsetzungsinstrumente	- Darstellen von Grünflächen wie Parkanlagen (nach § 5 (2) Nr. 5 BauGB) im FNP - Grünordnungsleitplan - Festsetzen der öffentlichen und privaten Grünflächen wie Parkanlagen (nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB) in B-Plänen
Die vorhandenen Grünanlagen in den Wuppertaler Stadtzentren sind auch aus klimatischen Gründen unersetzbar. Sie führen zu einer Abschwächung und Begrenzung der innerstädtischen Wärmeinsel ebenso wie sie Rückzugsorte an heißen Tagen darstellen. Der Erhalt der bestehenden Parkanlagen, Friedhöfe, Kleingärten und der privaten Gärten sowie deren Vernetzung untereinander und mit den Freiflächen im Außenbereich sind dringend anzustreben. Beispiel: Hardt-Anlagen (Foto: Stadt Wuppertal)  Die Parkanlagen in den westlichen Stadtteilen der Talachse spielen als Kalt- und Frischluftlieferant eine wichtige Rolle, da hier die Kaltluftzufuhr aus dem Tal der Wupper geringer ist als in den östlichen Stadtteilen. Die Parks sind zu erhalten und nach außen hin offen zu gestalten. Eine wesentliche Rolle spielen die innerstädtischen Parks auch für die Naherholung der Stadtbevölkerung.	

Titel	Q2: Erhalt und Schaffung von Mikrogrün
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Sehr hoch
Beschreibung	Neben der Bedeutung von Grünflächen als Gliederungselement in den städtischen Siedlungsräumen ist ihre Funktion als innerstädtische Ausgleichsfläche besonders hervorzuheben. Die klimatische Reichweite innerstädtischer Freiflächen variiert dabei in Abhängigkeit von der Flächengröße, ihrer Ausgestaltung mit Grün sowie ihrer Anbindung an die Bebauung. Bei einer ausreichenden Flächengröße ist eine klimaregulierende Funktion der Grünflächen gewährleistet. Eine besondere Funktion kommt den Grüngürteln als Trennungselement zwischen Wohngebieten und emittierenden Industrie- und Gewerbegebieten oder stark befahrenen Straßen zu. Hier bewirken sie durch eine Abstandsfunktion eine Verdünnung von Luftschadstoffen. Darüber hinaus fördern Grünstreifen durch die Entstehung kleinräumiger Luftaustauschprozesse eine Unterbrechung von Wärmeinseln. Bei einer engen Vernetzung und einer stadträumlich sinnvollen Anordnung tragen daher auch kleinere Grünflächen zur Abmilderung des Wärmeinseleffekts bei. Kleine, isoliert liegende Grünflächen, wie z. B. begrünte Innenhöfe zeigen zwar keine über die Fläche hinausreichende Wirkung, nehmen aber als „Klimaoasen“ (sogenannte „Pocket-Parks“) gerade in den dicht bebauten Innenstädten wichtige Aufgaben als lokale Freizeit- und Erholungsräume wahr.  Mikrogrün zwischen Treppenaufgang (Foto: Stadt Wuppertal) Das größte Hindernis bei der Schaffung von innerstädtischen Grünflächen ist der Platzmangel. Um mehr Vegetationsflächen zu schaffen, sollten daher auch unkonventionelle Möglichkeiten wie das Begrünen von Straßenbanketten genutzt werden. Die ökologischen Effekte von Rasen oder Vegetationsmatten erreichen bei Weitem nicht die von Bäumen und Sträuchern, führen jedoch zu einem zeitverzögerten Niederschlagsabfluss, erhöhter Verdunstung und Abkühlung.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Attraktivitätssteigerung von Innenstädten - Lebensqualität sichern
Zielkonflikte	- Ausweisung von zentrumsnahen Wohnbauflächen - Pflegeaufwand
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Fachbereiche Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung • Flächeneigentümer, Nutzer, Straßenbau, Naturschutzverbände ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe (nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB) in B-Plänen
 Aufgrund des Platzmangels in den Innenstädten von Barmen und Elberfeld können hier keine größeren Flächen entsiegelt und begrünt werden. Da in diesem Bereich aber ein auffälliger Mangel an Grünflächen herrscht, müssen auch kleinste Flächen wie Baulücken, Innenhöfe, Plätze und PKW-Stellplätze zur Begrünung genutzt werden. Weitere Möglichkeiten bieten die Begrünungen von Straßenzügen (siehe Steckbrief Q3) und von Gebäuden (Steckbriefe G1 und G2), die möglichst in Kombination mit weiteren Begrünungen durchgeführt werden. City von Elberfeld (Foto: Steinrücke, K.PLAN)	
  Begrünter Innenhof (Foto: Stadt Wuppertal) Begrünte Straßenbankette (Foto: K.PLAN)	

Titel	Q3: Begrünung von Straßenzügen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Im innerstädtischen Bereich kann eine Aufheizung der Luft durch Begrünung von Straßenzügen mit Bäumen und Sträuchern vermindert werden. Der Schattenwurf der Vegetation sowie Verdunstung und Transpiration der Pflanzen reduzieren die Aufheizung der versiegelten Stadtbereiche. Im Bereich von Luftleitbahnen sollten Anpflanzungen so gewählt werden, dass sie keine Hindernisse für Kalt- und Frischluftströmungen bilden. Bei der Auswahl von geeigneten Straßenbäumen ist zu beachten, dass ein geschlossenes Baumkronendach in einer Straßenschlucht durch verminderten Luftaustausch zu einer Anreicherung von Luftschadstoffen im unteren Straßenraum führen kann. Auf stark befahrenen Straßen ist in der Regel nur eine einseitige Baumanpflanzung entlang der Straßen, möglichst auf der Sonnenseite zu empfehlen. Es gibt auf der anderen Seite aber auch Straßenabschnitte mit einer sehr guten Durchlüftungssituation, bei denen zwei Baumreihen aus lufthygienischer Sicht unbedenklich sind.  Alleestraße mit wenig Verkehr (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Lufthygienische Bedenken gegen eine Begrünung mit Bäumen gelten natürlich nur dort, wo sich unterhalb der Baumkrone signifikante Emissionsquellen befinden. Wenig befahrene Straßenabschnitte, Plätze und Fußgängerzonen können durch eine Begrünung mit Straßenbäumen lokalklimatisch deutlich verbessert werden. Bei der Auswahl der Baumarten zur Straßenbegrünung ist neben der typischen Kronenausprägung und Größe des Baumes auch die Anpassung an den Klimawandel und die Streusalzverträglichkeit zu bedenken (siehe Steckbrief Q4). Bei einer Neupflanzung sollten die Voraussetzung für eine optimale Wasserversorgung bei Trockenperioden mitgeplant und umgesetzt werden.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Filterung von Luftschadstoffen - Aufenthalts-, Wohnqualität - Gesundheitsvorsorge
Zielkonflikte	- Mögliche Behinderung des Luftaustausches bei geschlossenem Kronendach - (Leitungs-)Kanäle entlang der Straßen - Straßenparallele Parkstreifen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Tiefbau, Kommunale Servicebetriebe • Anwohner über Baumpartenschaften, Naturschutzverbände ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen/ für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan
Da sich die am stärksten ausgeprägten Hitzeinseln auf die Wuppertaler Talachse konzentriert, ist hier auch der Ort mit dem größten Handlungsdruck für Begrünungsmaßnahmen. Straßenbegrünungen sollten aber unter Berücksichtigung des aktuellen und zukünftigen Verkehrs- und damit Schadstoffaufkommens erfolgen, also die Belüftungssituation nicht einschränken. Zu kleine Bäume bei zu großem Straßenquerschnitt entwickeln allerdings keine klimatischen Verbesserungen.  Gut ausgebildete Straßenbaumallee (Foto:K.PLAN) Im Bereich der engen Stadtstraßen sind Baumpflanzungen mit schmalkronigen, auf den innerstädtischen Plätzen mit großkronigen Einzelbäumen erforderlich. Sie kühlen im Sommer durch Schattenwurf und Verdunstung und können bei starkem Wind die Düsenwirkung abschwächen. Damit kann die Aufenthalts- und Wohnqualität in innerstädtischen Bereichen deutlich erhöht werden.	

Titel	Q4: Auswahl von klimawandelangepassten Pflanzenarten
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Im innerstädtischen Bereichen fällt bereits die Menge an thermophilen Pflanzenarten wie Kleines und Japanisches Liebesgras und verschiedene Hirsearten auf, die eindeutige Hinweise für eine Klimaerwärmung darstellen. Allerdings sind nur vergleichsweise wenige dieser Arten geeignet, um im Rahmen eines Klimaanpassungskonzeptes maßgebliche Beiträge zu liefern. Bei der Auswahl von geeigneten Baumarten für die Begrünung im innerstädtischen Raum, dies gilt für eine Begrünung von Straßenzügen ebenso wie bei Parkbäumen, sind neben Faktoren wie Standortansprüchen und Verkehrssicherheit zwei Dinge zu beachten. Zum einen emittieren verschiedene Baumarten unterschiedlich große Mengen an flüchtigen organischen Stoffen, die zur Bildung von Ozon beitragen. Diese Bäume können so zu einer Erhöhung der Ozonbelastung beitragen und sind nicht zur Straßerbegrünung geeignet. Eine Auswahl an Pflanzenarten, die wenig biogene Kohlenwasserstoffe emittieren, findet sich bei Benjamin und Winer (1998). Zum anderen müssen sich Stadtbäume auf veränderte, durch den Klimawandel verursachte Bedingungen einstellen. Insbesondere die zunehmende Sommerhitze in den Städten und damit verbundene sommerliche Trockenperioden erfordern eine gezielte Auswahl von geeigneten Stadtbäumen für die Zukunft. Wärmeresistente Pflanzenarten mit geringem Wasserbedarf sind zukünftig besser für innerstädtische Grünanlagen geeignet. Um eine ausreichende Vielfalt mit Pflanzenarten, die eine sehr hohe Trockenstresstoleranz haben, zu erreichen, ist es notwendig, neben heimischen Arten auch Arten aus Herkunftsgebieten mit verstärkten Sommertrockenzeiten zur Bepflanzung heranzuziehen. Durch eine erhöhte Artenvielfalt im städtischen Raum kann möglichen Risiken durch neue, wärmeliebende Schädlinge vorgebeugt werden. Durch innovative Bewässerungsverfahren (siehe Q5) können im Einzelfall auch weniger trockenresistente Arten zum Einsatz kommen. In einer vom Bund deutscher Baumschulen (BdB) in Auftrag gegebenen Studie wurden am Lehrstuhl für Forstbotanik der TU Dresden (Roloff & Gillner 2007) 250 Gehölzarten auf ihre Eignung als Stadtbäume bei einem prognostizierten Klimawandel bewertet. Dafür wurde eine neue Klima-Arten-Matrix (KLAM) entwickelt, die Trockenstress-Toleranz und Winterhärte in jeweils 4 Abstufungen (sehr geeignet, geeignet, problematisch, sehr eingeschränkt geeignet) als entscheidende Kriterien heranzieht. Neben schon bisher im innerstädtischen Bereich verwendeten Gehölzen wurden auch nichtheimische Baumarten aus Herkunftsgebieten mit ähnlichen Wintertemperaturen und verstärkten Sommertrockenzeiten in die Bewertung aufgenommen. Bei den Baumarten zeigt sich vermehrt, dass eigentlich auch gut verwendbare Arten bzw. Sorten mit zunehmendem Alter schneller abgängig sein können, mindestens aber aufgrund des Trockenstresses in der Stadt früher Herbstfärbung und Blattabwurf vornehmen können. Diesem Umstand könnte man begegnen, indem man dort, wo hinreichend Platz ist, einige Jahre nach der Ursprungspflanzung bereits einen jüngeren Baum nachpflanzt. Wenn die älteren Bäume dann entfernt werden müssen, bleiben die jüngeren Exemplare und ersetzen die Altbäume.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Biotopschutz, - Biodiversität
Zielkonflikte	- Klimaangepasste Arten sind eventuell gebietsfremde Arten (Neophyten)
Akteure	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung
Kooperationspartner	• Gartenbaubetriebe, Friedhofsamt, Naturschutzverbände, Landschaftsarchitekten
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Stadtfauna
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen/ für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan
Die Klima-Arten-Matrix für Stadtbaumarten (Roloff & Gillner 2007) soll eine Entscheidungshilfe bei der Verwendung von Bäumen in der Stadt liefern. Eine weitere Straßenbaumliste mit fachlichen Empfehlungen wird vom Arbeitskreis Stadtbäume der Grünflächenamtsleiterkonferenz (GALK 2015) herausgegeben und aktualisiert. Es werden verschiedene Baumarten auf ihre innerstädtische Eignung für den Extremstandort Straße in verschiedenen Regionen in Deutschland getestet. Das Ziel des GALK-Arbeitskreises ist es, die Artenvielfalt in den Städten zu erhöhen und damit möglichen Risiken durch neue, wärmeliebende Schädlinge vorzubeugen (Abicht 2009). Neuere Erkenntnisse zur Eignung von neuen Baumarten im städtischen Raum sind auch aus Forschungsprojekten in Bayern (Stadtgrün 2021) und Schleswig-Holstein (Klimawandel und Baumsortiment der Zukunft – Stadtgrün 2025) abzuleiten. Für Wuppertal gelten zum Teil andere Bedingungen als für andere Städte, da hier das Problem des Streusalzes eine größere Rolle für die Auswahl geeigneter Straßenbäume spielt. Im Wuppertaler Abo-rium Burgholz werden über 100 Nadel- und Laubbaumarten angepflanzt, damit stellt es flächenmäßig den größten Anbau fremdländischer Baumarten in Deutschland dar. Bei der Auswahl von Bäumen muss zwischen Standorten entlang von Straßen und Standorten in Parkanlagen, Friedhöfen etc. unterschieden werden. Die Neuanpflanzung von Straßenbäumen muss sich prioritär an den Maßgaben der Klimaanpassung orientieren. Entsprechend sind hier häufig hochstämmige Bäume mit höher ansetzender, schmaler Krone geeignet. Unter Berücksichtigung der regionalen Pflanztraditionen und verwandter einheimischer Sippen seien daher entsprechende Sorten des Spitz-Ahorns (<i>Acer platanoides</i>) und der Hainbuche (<i>Carpinus betulus</i>) vorgeschlagen. Im Falle des Spitz-Ahorns handelt es sich bei der Sorte 'Columnare' um die nach GALK-Straßenbaumliste (GALK 2015) empfehlenswerteste Sorte. Bezüglich der Hainbuche ist die Sorte 'Frans Fontaine' am besten geeignet. Nach GALK (2015) sollen zwar vermehrt Spätfrostschäden auftreten können, dies konnte jedoch bei Beobachtungen an Pflanzungen als Stadt-Straßenbaum bisher nicht selbst bestätigt werden. Der Bewuchs auf Baumscheiben unterhalb sollte niedrig gehalten werden. Um die Biodiversität zu fördern, sind daher heimische Formen der Wilden Malve (<i>Malva sylvestris</i>) geeignet, um hier einen entsprechend niedrigen Wuchs zu erhalten. Ergänzt werden können indigene Bodendecker.	

Titel	Q5: Bewässerung urbaner Vegetation
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Eine Kühlungsfunktion der Vegetation durch Evapotranspiration setzt eine ausreichende Wasserversorgung der Pflanzen voraus. Durch den Klimawandel verursachte geänderte klimatische Bedingungen mit zunehmender Sommerhitze in den Städten und damit verbundenen sommerlichen Trockenperioden haben erhebliche Auswirkungen auf die urbane Vegetation. Eine Möglichkeit zur Anpassung an diese neuen Bedingungen ist die künstliche Bewässerung derjenigen begrünten Flächen, auf denen während Trockenperioden zu wenig Grundwasser oder Bodenfeuchtigkeit zur Verfügung steht.  Künstliche Bewässerung von Grünanlagen in Kombination mit Kühlung der Umgebungsluft (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Diese Lösung verursacht allerdings Konflikte mit der Sicherung der allgemeinen Wasserversorgung während längerer Trockenperioden im Sommer. Eine Alternative zur künstlichen Bewässerung von Flächenbegrünung auf sommertrockenen Standorten im urbanen Raum ist daher ggf. der Ersatz von einheimischen Arten durch Bepflanzung mit trockenresistenten Arten (siehe Steckbrief Q4). Auf der anderen Seite können Regenwasserspeicher als Lieferanten des notwendigen Wassers dienen und weisen damit Synergien mit der Abmilderung der Folgen von Extremniederschlägen auf. Für eine effektive Bewässerung von Straßenbäumen spielen die Faktoren „Baumscheibengröße“, „Speichergröße“ im Wurzelraum und „Bodendecker“ auf den Baumscheiben zur Minimierung von Verdunstungsverlusten eine entscheidende Rolle.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Nutzung von überschüssigem Regenwasser durch Zwischenspeicherung - Kosteneinsparung - Erhalt der Artenvielfalt
Zielkonflikte	- Bewässerung in Trockenperioden notwendig, wenn wenig Wasser zur Verfügung steht
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Tiefbau, Grünplanung, Gartenämter • Flächeneigentümer, Anwohner, Baumpartenschaften ♦ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Leistungsverzeichnisse im Rahmen von Vergaben - Information - Notfallpläne
Die Kühlung während trockener Hitzeperioden durch Evapotranspiration der Vegetation wird vor allem im Bereich der hoch verdichteten Bebauung in der Talachse, aber auch in den Stadtteilen Ronsdorf oder Cronenberg benötigt. Während sommerlicher Trockenperioden sollte sich die Bewässerung von Parkanlagen auf diese Bereiche konzentrieren, um die Funktionen der Grünflächen zu erhalten bzw. zu optimieren. Beispiel: Baumrigolen zur Wasserspeicherung und Versorgung des Baums  Eine Möglichkeit zur besseren Versorgung von städtischen Straßenbäumen mit Wasser ist bei Neupflanzungen die Kombination des Wurzelraums mit einer Rigole, die das aus dem Straßenraum abfließende Regenwasser aufnimmt (Synergie mit der Regenwasserbewirtschaftung) und als Speicher für den Wasservorrat des Baumes dient. Erste Untersuchungen hierzu werden vom Tiefbauamt in Bochum unternommen. Bau einer Baumrigole für einen Straßenbaum in Bochum (Foto: K.PLAN)	

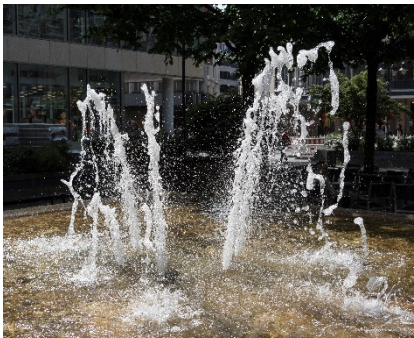
Titel	Q6: Einsatz von bodenbedeckender Vegetation; Vermeidung oder künstliche Abdeckung unbewachsener Bodenflächen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Zunehmende Sommerhitze in den Städten kann zur Austrocknung nichtversiegelter Flächen führen. Diese erfüllen aber eine wichtige Funktion für die Niederschlagsversickerung im urbanen Raum. Stark ausgetrocknete Böden führen beim nächsten Niederschlagsereignis dazu, dass ein größerer Teil des Wassers nicht versickern kann und deshalb oberflächlich abfließt. Dies hat negative Auswirkungen auf die Bodenerosion und die Grundwasserneubildung und erhöht das Überschwemmungsrisiko beim nächsten Starkregen. Die Bepflanzung solcher Flächen mit bodenbedeckender Vegetation verringert die Austrocknung des Bodens und verbessert damit das Versickerungsvermögen und die Kühlleistung des Bodens. Blumenwiesen bringen zusätzlich Vorteile für die Biodiversität und den Lebensraum für Insekten. Wo eine Bepflanzung nicht möglich oder sinnvoll ist, können unbewachsene Bodenflächen mit (künstlichen) Materialien wie z. B. Mulch abgedeckt werden, um die Verdunstung aus dem Boden zu verringern und die Kühlleistung zu erhalten.  Innerstädtische Bepflanzung mit bodenbedeckender Vegetation (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

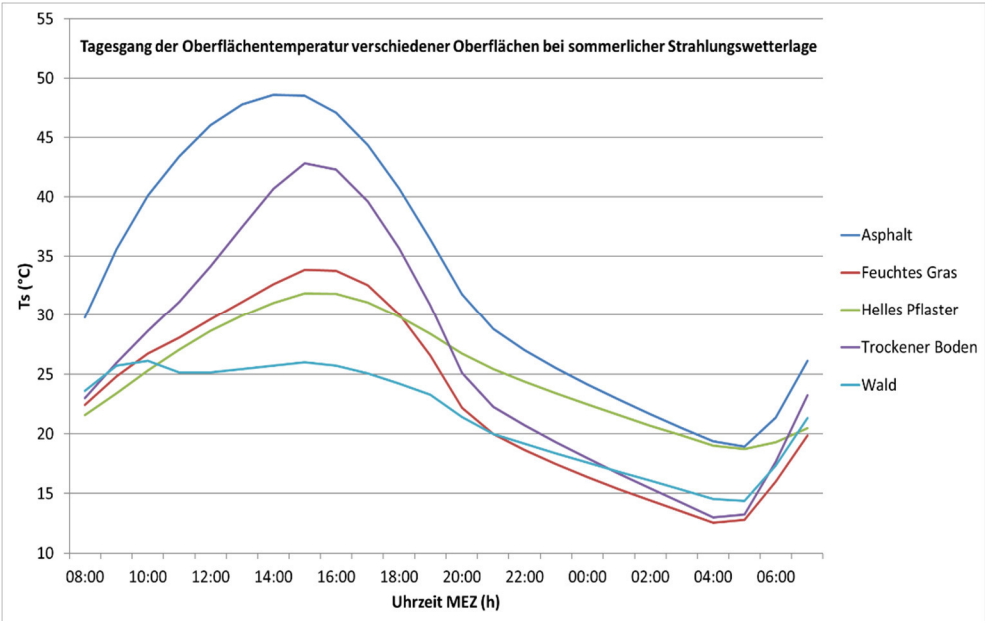
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Verbesserung des Stadtklimas und der Niederschlagswasserversickerung - Biodiversität
Zielkonflikte	
Akteure	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung
Kooperationspartner	• Flächeneigentümer, Baumpartenschaften zur Bepflanzung von Baumscheiben
Zielgruppe	◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen / für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan
Diese Maßnahme der bodendeckenden Vegetation ist im gesamten Stadtgebiet sinnvoll, da sich auch Böden im Außenbereich bei sommerlichen Hitzewetterlagen tagsüber ohne Beschattung extrem stark aufheizen können.	
 Ausgetrocknete Böden können insbesondere im Umfeld von Oberflächenfließwegen bei Extremniederschlagsereignissen die Versickerung verschlechtern und damit zu einer Verstärkung von oberflächlichem Wasserabfluss und Überschwemmungen führen. Dicht bewachsene Baumscheibe (Foto: Stadt Wuppertal)	

Titel	Q7: Verschattung des öffentlichen Raums/ Plätze
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Neben den Anforderungen der Wohnbevölkerung an den Schutz vor Auswirkungen des Klimawandels ist auch der Aspekt der Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität und der Produktivität der arbeitenden Bevölkerung im innerstädtischen Bereich zu berücksichtigen. Eine einfache Möglichkeit, die Hitzebelastungen aufgrund direkter Sonneneinstrahlung am Tage zu verringern, ist der Einbau von Verschattungselementen. Dabei reichen die Methoden der Verschattung von Plätzen durch Bäume über Sonnensegel als Schattenspende bis hin zu Arkaden, die die Aufenthaltsqualität in stark besonnten Einkaufsstraßen erhöhen.  Beschatteter Platz in Elberfeld (Foto: Stadt Wuppertal) Darüber hinaus spielt auch die Verschattung von Orten, an denen sich Menschen gezwungenermaßen aufhalten, wie beispielsweise Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs, da sie hier der Hitzeeinwirkung nicht ausweichen können.  Begrünte Bushaltestelle in Manchester

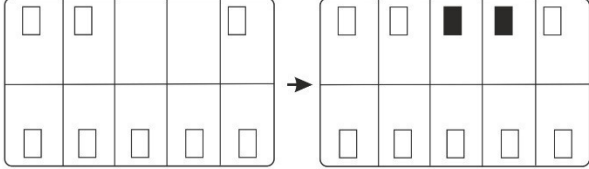
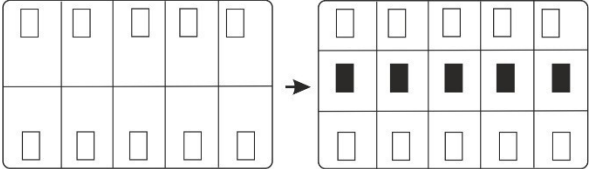
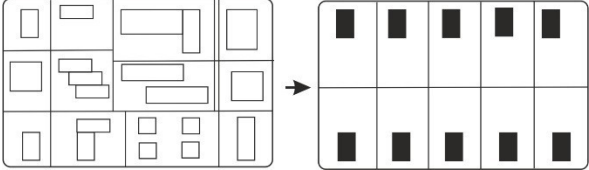
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Steigerung der Aufenthaltsqualität und damit der Attraktivität von Innenstädten - Verbesserung von Stadtklima und Lufthygiene
Zielkonflikte	- möglicherweise mit Veranstaltungen, Märkte auf Plätzen
Akteure	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Investoren, Bauordnung
Kooperationspartner	• Anlieger, Eigentümer, Gewerbetreibende
Zielgruppe	◆ Bewohner, Beschäftigte, Nutzer in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von Anpflanzungen und Pflanzbindungen für einzelne Flächen oder für ein B-Plangebiet sowie für Teile baulicher Anlagen (nach § 9 (1) Nr. 25 BauGB) in B-Plänen - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan - Information von Eigentümern, Nutzern - Partizipation von Bürgern beispielsweise durch Workshops
Um die Aufenthaltsqualität in den Innenstädten der Wuppertaler Stadtteile zu erhöhen, sollten die innerstädtischen Plätze und Freiflächen im Sommer ausreichend beschattet werden. Im Idealfall werden großkronige Bäume zur Verschattung genutzt. Wählt man eine Beschattung durch Bäume, hat dies gleichzeitig positive Effekte auf das Stadtklima und die Lufthygiene. Es können hierbei aber Konflikte zwischen dem Wurzelwerk der Bäume und existierenden Leitungstrassen, Verteilungsnetzen und Kanälen entstehen, weshalb dann ggf. auf bauliche Verschattungsmaßnahmen zurückgegriffen werden muss. Beispiel: Lauretiusplatz in Elberfeld (Foto: Stadt Wuppertal)  An heißen Sommertagen liegt die Aufenthaltsqualität im Schatten der Bäume deutlich höher als auf dem unbeschatteten Platzbereich. Der innerstädtischen Hitze kann so lokal auf kurzen Weg ausgewichen werden. Neben größeren Parkanlagen spielen diese lokalen Ausgleichsräume eine große Rolle für die Lebensqualität der Bevölkerung vor Ort.	

Titel	Q8: Offene Wasserflächen schaffen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Die Verdunstung von Wasser verbraucht Wärmeenergie aus der Luft und trägt so zur Abkühlung der aufgeheizten Innenstadtluft bei. Über eine Steigerung des Anteils von Wasser- und Grünflächen in Städten kann damit ein Abkühlungseffekt erzielt und gleichzeitig in der meist relativ trockenen Stadtatmosphäre die Luftfeuchtigkeit erhöht werden. Dabei wiegt in der Regel die positive Wirkung des Abkühlungseffektes durch die Verdunstung die Nachteile einer eventuell häufiger auftretenden Schwüle im urbanen Gebiet auf. Bewegtes Wasser wie innerstädtische Springbrunnen oder Wasserzerstäuber tragen insgesamt in größerem Maß zur Verdunstungskühlung bei als stehende Wasserflächen. Eine höhere Sonneneinstrahlung stellt mehr Energie zur Wasserverdunstung zur Verfügung, damit erhöht sich der Abkühlungsbetrag. Sonnige Standorte sollten deshalb die bevorzugten Standorte für geplante Brunnen werden. Im direkten Umfeld eines Springbrunnens kann die Lufttemperatur um mehrere Grad niedriger liegen als in der Umgebung. Je nach Belüftungsrichtung kann die Abkühlung bis zu 100 m Entfernung noch nachgewiesen werden.  Springbrunnen in der Fußgängerzone Barmen (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Offene Wasserflächen haben zudem eine ausgleichende Wirkung auf die Lufttemperaturen in der Umgebung. Wasser erwärmt sich im Vergleich zur Luft verhältnismäßig langsam, dadurch sind Wasserflächen im Sommer relativ kühl und im Winter relativ warm. In der Regel sind Brunnen in der Winterzeit abgestellt.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Gestaltungselement, Erhöhung der Aufenthaltsqualität - Kühlung - Wasserzwischenspeicherung möglich
Zielkonflikte	- Energieverbrauch, deshalb Nutzung von PV sinnvoll - Kostenaufwand und Sauberkeit - Nutzungskonflikte auf innerstädtischen Plätzen (Märkte etc.)
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Fachbereiche Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Tiefbau • Geschäftsleute, Wasserversorger ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Besucher von Innenstädten
Umsetzungsinstrumente	- Darstellen von Wasserflächen (nach § 5 (2) Nr. 7 BauGB) im FNP - Festsetzen von Wasserflächen (nach § 9 (1) Nr. 16 BauGB), Festsetzen von Bindungen für Bepflanzungen und für die Erhaltung von Bäumen, Sträuchern und sonstigen Bepflanzungen sowie von Gewässern (nach § 9 (1) Nr. 25. b) BauGB) in B-Plänen - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan - (Städtebauliche) Verträge
Bei über 800 Fließgewässern verfügt die Stadt Wuppertal über ein großes Potential zur Einbringung von Wasser in die überhitzten Innenstädte. Offene Wasserflächen in Form von Springbrunnen, Wasserzerstäubern oder kleinen Wasserläufen sind sinnvolle Maßnahmen im Bereich der aktuell vorhandenen Hitzeinseln. Hoch versiegelte Bereiche der Innenstädte können durch offene Wasserflächen auch optisch aufgewertet werden. Wasserspielplätze sind eine weitere Option im Quartier. Beispiele:  Springbrunnen am Von-der-Heydt-Platz Fotos: Stadt Wuppertal  Offengelegter Wasserlauf in Soest Ahlemann, K.PLAN  Baumscheiben-Wasservernebler in London Steinrücke, K.PLAN	

Titel	Q9: Materialauswahl bei Verkehrs- und Nutzflächen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Wie viel Wärme in welcher Zeit bei zunehmenden Temperaturen von einem Baukörper aufgenommen wird, hängt von der Art des Stoffes ab. Asphaltierte oder gepflasterte Verkehrsflächen erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Da Straßen und Verkehrswege in Städten rund 20 % und in den Zentren der Innenstädte sogar bis zu 40 % der Fläche ausmachen, können sie erheblich zum Erwärmungseffekt beitragen. Zur Verringerung von Bodenerwärmungen ist daher der gezielte Einsatz von Materialien mit geringerer Wärmeleit- und -speicherfähigkeit sinnvoll. Helle Beläge auf Verkehrsflächen reflektieren im Gegensatz zu dunklem Asphalt einen größeren Anteil der eingestrahnten Sonnenenergie sofort wieder (Albedo) und können damit das Aufheizen der Stadtluft erheblich verringern. Die folgenden Abbildungen zeigen die Auswirkungen von verschiedenen Bodenoberflächen auf die Oberflächentemperaturen (eigene Berechnungen):  Während die Asphaltoberflächen um die Mittagszeit Temperaturen von fast 50 °C aufweisen, verhält sich helles Pflaster tagsüber ähnlich wie feuchtes Gras und erwärmt sich nur auf gut 30 °C. Nachts kühlen die natürlichen Oberflächen stärker aus. Trockener unversiegelter Boden kann zwar tagsüber mit über 40 °C sehr warm werden, hält die Wärme aber in den Nachstunden nicht. Zur nächtlichen Wärmeinsel tragen unabhängig von den Oberflächentemperaturen am Tag nur die technischen Bodenbeläge wie Asphalt und Pflaster bei.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Stadtgestaltung, shared spaces - Erhöhung der Aufenthaltsqualität auf Plätzen und in Fußgängerzonen
Zielkonflikte	- Möglicherweise höhere Kosten für hellere Asphaltmischungen - Höherer Pflegeaufwand möglich
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Straßenbau, Tiefbau • Architekten, Einzelhändler, Industrie und Gewerbe ♦ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan - (Städtebauliche) Verträge
Dort, wo eine Versiegelung von Flächen aus Gründen der Nutzung als Verkehrsfläche nicht vermieden werden kann, sollte auf eine hohe Albedo, also auf eine möglichst helle Farbgestaltung der Oberflächen Wert gelegt werden, um die Reflexion der Sonneneinstrahlung zu erhöhen. Damit heizen sich die Verkehrsflächen tagsüber nicht so stark auf. Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo versiegelte Flächen und Hitzeinseln zusammenfallen.  Helle Pflaster im Bereich des Neumarktes (Foto: K.PLAN) Im Stadtgebiet von Wuppertal findet man viele Flächen im Bereich des Fußgängerverkehrs, die hell gepflastert sind. Zukünftig sollten weitere Nutzflächen abseits der verkehrsbedingt asphaltierten Straßen mit möglichst hellem Pflaster versehen werden. Dies betrifft beispielsweise Schulhöfe oder Parkplatzflächen von Großmärkten.	

Titel	Q10: Klimasensible Nachverdichtung in hitzebelasteten Bereichen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Städtebauliche Nachverdichtung vor dem Hintergrund der bundesweiten Zielvorgabe einer verstärkten Innenentwicklung bedeutet einerseits die Schonung von Flächenressourcen im Außenbereich. Auf der anderen Seite führt sie aber zu einer baulichen Verdichtung der städtischen Struktur. Dies darf in hitzebelasteten Stadtquartieren nur unter Beachtung der klimatischen Auswirkungen erfolgen, da die zunehmende Verdichtung des Stadtkörpers zu einer zunehmenden thermischen Belastung führt. Eine Nachverdichtung muss nicht zwangsläufig zu einer Bebauung einer bisher unbebauten Fläche innerhalb einer bereits bestehenden Bebauung führen. Es gibt auch Formen der Umnutzung von Flächen und Gebäuden. Flächenbezogene Nachverdichtung: Baulückenschließung  Blockinnenverdichtung  Städtebauliche Neuordnung (Abriss und Neubau)  Gebäudebezogene Nachverdichtung: - Aufstockungen - Anbauten - Umnutzung von bestehenden Gebäuden Generell können sich städtebauliche Nachverdichtungen auf das Temperatur- und Belüftungsverhältnis im Quartier auswirken. Relevant sind dabei der versiegelungsgrad sowie die Grünflächengestaltung, weniger die Gebäudehöhen. Einzelprojekte haben für sich genommen wenig Auswirkungen auf das Mikroklima, im Verbund sind aber negative Effekte auf das Klima im Quartier möglich.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Städtebauliche Qualität - Möglichkeit der Niederschlagswasserversickerung - Naherholung
Zielkonflikte	- Zielvorgabe der verstärkten Innenentwicklung
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Flächeneigentümer • Bewohner, Nutzer ◆ Bewohner
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzen von öffentlichen und privaten Grünflächen wie Parkanlagen, Dauerkleingärten, Sport-, Spiel-, Zelt- und Badeplätze, Friedhöfe (nach § 9 (1) Nr. 15 BauGB) in B-Plänen - Festsetzen von Art und Maß der baulichen Nutzung (nach § 9 (1) Nr. 1 BauGB), konkretisiert insbesondere durch §§ 16 (3), 17, 19 BauNVO und von Mindestmaßen der Baugrundstücke und von Höchstmaßen für Wohnbaugrundstücke (nach § 9 (1) Nr. 3 BauGB) in B-Plänen
 Hinterliegerbebauung (Post & Welters, 2006) Bei einer Blockinnenverdichtung (Hinterliegerbebauung) geht die aufgelockerte Struktur des Quartiers verloren. Die verlorenen Freiflächen wirken nicht mehr kühlend auf die Umgebung und Retentionsraum für Niederschläge geht verloren. Nachverdichtungsprojekte werden eher zufällig im Stadtgebiet genehmigt. Notwendig sind strategische Konzepte zur Nachverdichtung, die gesamtstädtisch und quartiersbezogen Aspekte der Klimarelevanz und Freiraumausstattung einbeziehen.	

Titel	Q11: Rückbau versiegelter Flächen
Räuml. Bezug	Quartiersebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Der Grad der Versiegelung nimmt durch fortschreitende Siedlungstätigkeit bzw. Nachversiegelung in bestehenden Siedlungen zu (z. B. Umbau von Freiflächen in Parkplätze). Ziel der Siedlungsplanung soll sein, dass sowohl beim Gebäude- als auch beim Verkehrswegebau eine flächensparende Bauweise gewählt wird. In schon bebauten Gebieten ist eine vollständige Entsiegelung nur vertretbar, wenn die Funktion des Gebäudes bzw. des Verkehrsweges darunter nicht leidet. Bodenversiegelungen können durch den Einsatz von durchlässigen Oberflächenbefestigungen vermieden bzw. reduziert werden und zwar vor allem dann, wenn die Nutzungsform der Flächen nicht unbedingt hochresistente Beläge wie Beton oder Asphalt voraussetzt. Geeignete durchlässige Materialien zur Befestigung von Oberflächen sind mittlerweile für viele Anwendungsbereiche verfügbar. Zu beachten ist allerdings, dass auch der Unterbau und der Untergrund eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit aufweisen müssen. Für Hofflächen, Terrassen, Gartenwege, Radwege, Gehwege, Zufahrtswege und Parkflächen sind wasserdurchlässige Befestigungen besonders angebracht. Geeignete Beläge sind: • Schotterrasen • Rasengittersteine • Kunststoffrasengitter • Rasenfugenpflaster • Betonpflastersteine • Kies-/Splittabdeckung • Splittfugenpflaster • Porenpflaster u. ä.  Teilentseigelter Parkplatz (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Dränasphaltdecken oder Dränbetondecken sind versickerungsfähige, hohlraumreiche Decken, die auch lärmindernd wirken. Diese Befestigungen eignen sich besonders für Straßen und Wege, Markt- und Parkplätze, Rad- und Gehwege, Hof- und Lagerflächen. Ein Teil des Wassers fließt nicht oberirdisch ab und kann entweder direkt versickern oder wird in angeschlossene Versickerungsanlagen geleitet.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Geringere Aufheizung der Oberflächen - Möglichkeit der Niederschlagswasserversickerung mit Grundwasserneubildung - Biodiversität
Zielkonflikte	- Einschränkung der Nutzungsmöglichkeiten, Entschädigungsansprüche - Barrierefreiheit - Nicht möglich bei vorhandenen Bodenbelastungen
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Planen, Umwelt, Bauen, Grünplanung, Flächeneigentümer, Straßenunterhaltung • Bewohner, Nutzer ◆ Bewohner und Gewerbetreibende in hoch versiegelten Bereichen, in abflusslosen Senken und entlang von Fließwegen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung nicht überbaubarer Grundstücksflächen bzw. Flächen, die von Bebauung freizuhalten sind (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 und Nr. 10 BauGB) in B-Plänen - Rückbau- und Entsiegelungsmaßnahmen (§§ 171a – d BauGB) werden vor allem bei Stadtumbaumaßnahmen gefördert - Gebührensatzung (Reduzierung der Abwassergebühr bei Entsiegelung)
 Steinvorgärten (Foto: K.PLAN) Im privaten Bereich verstärkt sich aktuell die Tendenz zu versiegelten Flächen und Steinvorgärten. Damit wird das aktuell gute Klima in Einfamilienhausbereichen zukünftig gefährdet. Informationskampagnen und Gestaltungsvorgaben für zukünftige Wohnquartiere sind sinnvolle Werkzeuge, um dem entgegen zu wirken.	

Titel	G1: Dachbegrünung
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Begrünte Dächer stellen die kleinsten Grünflächen im Stadtgebiet dar. Sie haben positive Auswirkungen auf das thermische, lufthygienische und energetische Potential eines Gebäudes. Erst in einem größeren Verbund ergeben sich Auswirkungen auf das Mikroklima eines Stadtviertels. Die thermischen Effekte von Dachbegrünungen liegen hauptsächlich in der Abmilderung von Temperaturextremen im Jahresverlauf. Das Blattwerk, das Luftpölster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern das Aufheizen der Dachfläche im Sommer und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Dies führt zu einer ausgeglicheneren Klimatisierung der darunter liegenden Räume. Zusätzlich ist das Dach selbst geschützt, was auf lange Sicht zu einer Kostenersparnis führen kann.  Flachdächer in Elberfeld ohne Grün (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Ein weiterer positiver Effekt von Dachbegrünungen ist die Auswirkung auf den Wasserhaushalt. 70% bis 100% der normalen Niederschläge werden in der Vegetationsschicht aufgefangen und durch Verdunstung wieder an die Stadtluft abgegeben. Dies reduziert den Feuchtemangel und trägt zur Abkühlung der Luft in versiegelten Stadtteilen bei. Bei Starkniederschlägen werden die Spitzenbelastungen abgefangen und zeitverzögert an die Kanalisation abgegeben, wodurch das Stadtentwässerungsnetz entlastet wird.  Dachbegrünung von Hallen im Gewerbegebiet (Foto: Steinrücke, K.PLAN) Nicht nur Flachdächer, sondern auch leicht geneigte Dächer eignen sich zur Begrünung. Extensive Dachbegrünungen sind dank ihres geringen Gewichts im Unterschied zu intensiv bepflanzten Dachgärten auf fast allen Gebäuden auch nachträglich noch aufsetzbar.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz
Synergien	- Angenehmes Innenraumklima - Energieeinsparung durch gedämmte Dachflächen (Grünauflage) - Rückhalt von Niederschlagswasser, Einsparung von Entwässerungsgebühren - Erhöhung der Effizienz von gleichzeitig auf dem Dach installierten Photovoltaik-Anlagen (Kühlung der Anlagen) - Biodiversität, Lebensraum für Insekten, Luftqualität - Stadtgestaltung
Zielkonflikte	- Statik der Dachflächen, Dachlasten - Bewässerung in Trockenperioden zum Erhalt der Kühlfunktion
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Gebäudeeigentümer, Grünplanung, Bauordnung • Landes-Förderprogramme ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Gewerbetreibende
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen/ für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Information von Eigentümern - Förderprogramme auf Landesebene Zur Förderung von Gründächern stehen den Kommunen unterschiedliche Instrumente zur Verfügung. Im Einzelfall können Förderprogramme des Landes für die finanzielle Bezuschussung von Dachbegrünungsmaßnahmen herangezogen werden. Neben finanziell geförderten Dachbegrünungen können bei Neubauvorhaben im Rahmen der Bauleitplanung Dachbegrünungen in Bebauungsplänen festgeschrieben werden oder im Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichsregelung als Maßnahme zur Eingriffsminderung angerechnet werden (Holzmüller 2009). Eine Kostenersparnis bietet die Abwassergebührenordnung in Wuppertal, indem über eine um 50 % reduzierte Gebühr für die jeweilige Fläche Anreize für Dachbegrünungen geschaffen werden.
	Ausgangspunkt für eine Analyse der Machbarkeit von Dachbegrünungen in Wuppertal sollte das vorhandene Gründachpotenzialkataster der Stadt sein. Hier lässt sich die Eignung der jeweiligen Dachfläche sowie die potenzielle Einsparung von Abwassergebühren und die CO₂-Einsparung ablesen. Besonders große Effekte erzielen intensive Dachbegrünungen. Hier spielt aber die Frage der Statik eine größere Rolle.

Titel	G2: Fassadenbegrünung
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Die Begrünung von Hausfassaden wirkt ähnlich wie die Dachbegrünung positiv auf das thermische, lufthygienische und energetische Potential eines Gebäudes. Fassadenbegrünungen verbessern in erster Linie die mikroklimatischen Verhältnisse im direkten Umfeld des Gebäudes. Die thermischen Effekte von Fassadenbegrünungen bestehen in der Abmilderung von Temperaturextremen im Jahresverlauf. Das Blattwerk, das Luftpolster und die Verdunstung in der Vegetationsschicht vermindern das Aufheizen der Hauswand bei intensiver Sonneneinstrahlung und den Wärmeverlust des Hauses im Winter. Um die Wärme der winterlichen Sonneneinstrahlung nutzen zu können, kann eine Fassade mit laubabwerfenden Pflanzen (z. B. wilder Wein) begrünt werden.  Intensive Fassadenbegrünung mit wildem Wein (Foto: K.PLAN) Durch den Schutz des Blattwerks verringert sich auch die Feuchtebelastung des Mauerwerks. Schäden durch die Begrünung sind bei intaktem Mauerwerk ohne Risse nicht zu erwarten, sollte jedoch im Einzelfall geprüft werden. Alternativ können Rankgitter verwendet werden. Neben klimatischen Effekten können Fassadenbegrünungen auch positiv auf die lufthygienische Situation im Innenstadtbereich wirken, da sie Luftverunreinigungen - bei immergrünem Laub vor allem Feinstaub - herausfiltern. Insbesondere in engen Straßenschluchten ohne Platz für andere Begrünungsmaßnahmen stellen Fassadenbegrünungen eine wirkungsvolle Alternative dar.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung durch Dämmwirkung der begrünten Wandflächen - Schutz des Mauerwerks vor Alterung - Verbesserung der Luftqualität durch Schadstofffilterung - Biodiversität, Lebensraum für Insekten - Positive Auswirkungen einer grünen Wand auf die Psyche - Reduzierung von Vandalismusschäden
Zielkonflikte	- Verringerte Besonnung der Hauswand im Winterhalbjahr, durch Wahl von laubabwerfenden Begrünungsarten (z.B. wilder Wein) kann hier Abhilfe geschaffen werden - Pflegeaufwand
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Gebäudeeigentümer, Bauordnung • Landes-Förderprogramme ◆ Bewohner in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen, Gewerbetreibende
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzungen von Anpflanzungen und Pflanzenbindungen für einzelne Flächen/ für ein Gebiet in B-Plänen möglich (§ 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB) - Information von Eigentümern - Förderprogramme des Landes
 Großflächige Fassadenbegrünung (Foto: K.PLAN) Diese Maßnahme ist stadtweit sinnvoll. Auch Giebelwände bieten sich zur Begrünung an. Im innerstädtischen Raum ist häufig für großräumige Begrünungen kein Platz, weshalb Fassadenbegrünungen eine mögliche Alternative darstellen.	

Titel	G3: Gebäudeausrichtung, Ausstattung und Innenraumplanung optimieren
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Mittel
Beschreibung	Während es in den heißen Klimazonen der Erde schon immer einen klimaangepassten Städtebau (z. B. enge Gassen mit Verschattung der Hauswände, helle Oberflächen) gegeben hat, ist hier in unseren Regionen ein Umdenken erforderlich. Um die künftige zusätzliche Hitzebelastung im Sommer zu verringern, sollte die Stadt- und Gebäudearchitektur angepasst werden, ohne dabei die Vorteile der Sonnennutzung - insbesondere im Winter - aus den Augen zu lassen. Primär geht es darum, durch eine intelligente Gebäudeausrichtung den direkten Hitzeeintrag zu reduzieren. Eine sekundäre Strategie ist es, eine guten Durchlüftung mit ihrer kühlenden Wirkung zu erreichen. Bei der Gebäudeneuplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz durch eine geeignete Gebäudeausrichtung erreicht werden. Die räumliche Anordnung von Gebäuden sollte dazu unter Berücksichtigung der Sonnen- und Windexposition erfolgen. Dabei ist auch auf die Jahreszeiten Rücksicht zu nehmen, so dass es sinnvoll ist, bei der Gebäudeausrichtung beispielsweise Schlafräume so einzuplanen, dass der sommerliche Hitzeeintrag minimiert wird. Diese Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel lässt sich lediglich bei Planungen von Neubaugebieten und nicht im Bestand anwenden. Im Bestand kann durch eine Umgestaltung der Fensterflächen und der Wohnraumanordnung einem Hitzeeintrag auf das Innenraumklima entgegengewirkt werden. Durch Verschattungen von außen (siehe auch Steckbrief G4) kann eine höhere Flexibilität in der Raumnutzung erreicht werden.  Verringerung der Fensterflächen auf der Südseite eines Wohngebäudes (Foto: Steinrücke, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☐ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer
Zielkonflikte	- Durchlüftung vs. kompakte Bebauungsstrukturen
Akteure	❖ Fachbereiche Planen, Umwelt, Bauen, Bauordnung, Investoren, Architekten
Kooperationspartner	• Privatpersonen, Wohnungsbaugesellschaften
Zielgruppe	♦ Bewohner und Gewerbetreibende in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung der Bauweise und der überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - (Städtebauliche) Verträge - Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan - Information von Eigentümern
Die Ausrichtung von Gebäuden, dies betrifft sowohl Wohngebäude wie auch Bauten in Industrie- und Gewerbegebieten, sollte sich zukünftig auch an der Besonnungs- und Belüftungssituation der Baufläche orientieren. Die Reduzierung des Hitzeeintrags durch direkte Sonneneinstrahlung auf das Gebäude sowie die optimale Nutzung der Kühlung durch die vorhandene Belüftung, z. B. im Umfeld von Luftleitbahnen sollte Ziel einer überlegten Gebäudeausrichtung sein. Zur Nutzung von kühler Nachluft könnten in Strömungsrichtung angebrachte Belüftungsklappen zur Passivkühlung des Hauses herangezogen werden. Natürliche und mechanische Nachtlüftung (Abbildung: www.bosy-online.de)	

Titel	G4: Hauswandverschattung, Wärmedämmung
Räuml. Bezug	Gebäudeebene
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Durch zunehmenden Hitzestress im Sommer kommt der Kühlung von Gebäuden in Zukunft eine steigende Bedeutung zu. Die Nutzung konventioneller Klimaanlage ließe den Energieverbrauch im Sommer stark ansteigen und hätte damit negative Auswirkungen auf den Klimaschutz. Der Einsatz regenerativer Energien für Klimaanlage und vor allem die Passivkühlung – beispielsweise über Erdwärmetauscher – können solche Zielkonflikte verhindern. Bei der Gebäudeplanung kann ein sommerlicher Hitzeschutz neben der Gebäudeausrichtung auch durch eine Hauswandverschattung mittels Vegetation, durch angebaute Verschattungselemente, sonnenstandgesteuerte Außenrollos - beispielsweise an Bürogebäuden - und mittels Wärmedämmung erreicht werden. Dabei haben viele Maßnahmen beim Hausbau, die eigentlich der Energieeinsparung und damit dem Klimaschutz dienen, auch positive Effekte auf die Klimaanpassung. Eine gute Wärmedämmung gegen Energieverluste im Winter wirkt beispielsweise auch als Hitzeschutz gegen eine übermäßige Aufheizung der Wohnungswände im Sommer. Passivhäuser mit einem hohen Potential an Energieeinsparung sind im Sommer aufgrund des serienmäßigen Lüftungssystems angenehm kühl. Verschattungen beispielsweise durch eine im Süden des Gebäudes angebrachte Pergola, führen im Sommer bei hochstehender Sonne um die Mittagszeit zur Verschattung, in den Morgen- und Abendstunden und im Winter erreicht die tief stehende Sonne das Haus. Diese Maßnahme lässt sich auch nachträglich zur Optimierung von Gebäuden einsetzen und damit auch im Bestand anwenden.
	
	Gebäude mit Außenrollos (Mensa der RUB) (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer - Einsatz von Photovoltaikanlagen zur Verschattung
Zielkonflikte	- Sturmschäden möglich
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Bauordnung, Firmeninhaber, Architekten • Mieter, Gewerbetreibende ◆ Bewohner, Beschäftigte in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Festsetzung der Bauweise (§ 9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB) in B-Plänen - Information von Eigentümern/ Nutzern
Diese Maßnahme spielt überall dort eine Rolle, wo eine sommerliche Hitzereduktion notwendig ist. Neben dem innerstädtischen Raum sind auch Gebäude in Industrie- und Gewerbegebieten von einer zu starken Aufheizung tagsüber bei sommerlichem Hitzewetter betroffen. Verschattungen der Gebäude kann sowohl die Aufenthaltsqualität wie auch die Arbeitsproduktivität erhöhen. Durch eine Verschattung der Südseitenfenster mit PV-Anlagen kann eine Synergie zum Klimaschutz erreicht werden.	
 Verschattung durch PV-Anlagen (Foto: Stadt Wuppertal)	

Titel	G5: Geeignete Baumaterialien verwenden																						
Räuml. Bezug	Gebäudeebene																						
Relevanz	Hoch																						
Beschreibung	Durch Wärmezufuhr bzw. -abfuhr wird die Temperatur eines Körpers verändert. Wieviel Wärme pro Zeiteinheit unter Temperaturzunahme aufgenommen wird, hängt von der Art des Stoffes ab. Technogene Baumaterialien erwärmen sich deutlich stärker als natürliche Oberflächen. Insbesondere Stahl und Glas haben einen großen Wärmeumsatz, d. h. sie erwärmen sich tagsüber stark und geben nachts viel Energie an die Umgebungsluft ab. Das Gegenteil ist bei natürlichen Baumaterialien wie z. B. Holz der Fall. Um die Wärmebelastungen zu verringern, ist daher der gezielte Einsatz von Baumaterialien nach ihren thermischen Eigenschaften sinnvoll. Wärmeleitfähigkeit verschiedener Materialien: <table> <tr> <td>Holz</td><td>0,09 – 0,19 W/(m K)</td></tr> <tr> <td>Glas</td><td>0,76 W/(m K)</td></tr> <tr> <td>Ziegel</td><td>0,5 – 1,4 W/(m K)</td></tr> <tr> <td>Beton</td><td>2,1 W/(m K)</td></tr> <tr> <td>Stahl</td><td>15 – 58 W/(m K)</td></tr> </table> Abhängig von der Oberfläche des Materials wird ein Teil der eingestrahnten Sonnenenergie sofort wieder reflektiert (Albedo) und steht damit nicht zur Erwärmung zu Verfügung. Helle Baumaterialien erhöhen diesen Effekt, reflektieren also mehr kurzweilige Sonneneinstrahlung. Dadurch heizen sich hell gestrichene Häuser oder Straßen mit hellem Asphaltbelag weniger stark auf. Großflächig in der Stadtplanung angewandt, kann somit der Wärmeinseleffekt verringert werden (siehe auch Steckbrief Q9: Verkehrs- und Nutzflächen mit geringerer Wärmeaufnahme und -abgabe). Albedo verschiedenen Oberflächen: <table> <tr> <td>Frischer Schnee</td><td>70 – 95 %</td></tr> <tr> <td>Wasserflächen</td><td>3 – 10 %</td></tr> <tr> <td>Sandflächen</td><td>18 – 28 %</td></tr> <tr> <td>Grasflächen</td><td>10 – 20 %</td></tr> <tr> <td>Dunkler Ackerboden</td><td>7 – 10 %</td></tr> <tr> <td>Asphalt</td><td>5 - 15 %</td></tr> </table> Je heller und glatter eine Oberfläche ist, desto mehr Strahlung wird reflektiert und desto weniger stark erwärmt sich eine Fläche.	Holz	0,09 – 0,19 W/(m K)	Glas	0,76 W/(m K)	Ziegel	0,5 – 1,4 W/(m K)	Beton	2,1 W/(m K)	Stahl	15 – 58 W/(m K)	Frischer Schnee	70 – 95 %	Wasserflächen	3 – 10 %	Sandflächen	18 – 28 %	Grasflächen	10 – 20 %	Dunkler Ackerboden	7 – 10 %	Asphalt	5 - 15 %
Holz	0,09 – 0,19 W/(m K)																						
Glas	0,76 W/(m K)																						
Ziegel	0,5 – 1,4 W/(m K)																						
Beton	2,1 W/(m K)																						
Stahl	15 – 58 W/(m K)																						
Frischer Schnee	70 – 95 %																						
Wasserflächen	3 – 10 %																						
Sandflächen	18 – 28 %																						
Grasflächen	10 – 20 %																						
Dunkler Ackerboden	7 – 10 %																						
Asphalt	5 - 15 %																						

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☒ Hitzereduktion tagsüber ☒ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz
Synergien	- Energieeinsparung bei der Gebäudekühlung (z.B. Klimaanlage) im Sommer
Zielkonflikte	- Material- und Farbgestaltungsvorgaben
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Eigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Bauordnung, Architekten • Mieter ♦ Bewohner, Beschäftigte in dicht bis sehr dicht bebauten Stadtteilen
Umsetzungsinstrumente	- Gestaltungssatzungen und Gestaltungsfestsetzungen im B-Plan - (Städtebauliche) Verträge - Information von Eigentümern/ Nutzern
Beispiel Farbton:  Südseite einer Hauswand mit Hitzeschaden (Foto: K.PLAN) Starke Aufheizungen durch den gewählten Farbton führten dazu, dass die mineralischen Putzschichten Spannungen nicht aushalten konnten und als Folge der sommerlichen Hitze aufplatzten. Vorgaben zur Material- und Farbgestaltung von Seiten der Stadt Wuppertal gibt es bzw. kann es geben sowohl bei Festsetzungen im Bebauungsplan als auch durch eine eigene Gestaltungssatzung zu einem Gebiet. Dementsprechend muss jeder Gebäudeeigentümer vorab klären, ob sein Gebäude gegebenenfalls von solchen Festsetzungen im Bebauungsplan oder einer Gestaltungssatzung betroffen ist. Aber auch Baudenkmäler sind bei der Materialauswahl und Farbgestaltung eingeschränkt.	

Titel	M1: Integrierte Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche, Vorbildfunktion der Stadt
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist die Zusammenarbeit verschiedener Bereiche innerhalb der Kommune ein entscheidender und das Ergebnis beeinflussender Faktor. Für die erfolgreiche Umsetzung einer integrierten Zusammenarbeit ist es wichtig, dass die Stadtverwaltung als Kernakteur und Vermittler auch innerhalb ihrer eigenen Strukturen vernetzt ist. Die verschiedenen Bereiche und Ressorts müssen untereinander in stärkerem Maße miteinander im Austausch stehen und kommunizieren. Die Koordinierungsstelle Klimaschutz in der Stadtverwaltung Wuppertal ist eine zentrale Anlaufstelle für den Klimawandel in der Stadtverwaltung, um kommunale Aktivitäten zu initiieren und zu koordinieren. Zu den Aufgaben eines erweiterten Klimateams gehört die Erarbeitung des klima-politischen Arbeitsprogrammes mit der Aufstellung kurz-/ mittel-/ langfristiger Aufgaben, wie die Ausarbeitung und Umsetzung von konkreten Projektvorschlägen. Je nach Kapazitäten der einzelnen Fachbereiche können ein bis zwei Personen aus jedem Fachbereich als Hauptansprechperson involviert werden, diese tragen die Informationen aus dem Klimateam in ihre jeweiligen Abteilungen/ Organisationen. Die Treffen im Klimateam können je nach Bedarf mehrmals pro Jahr stattfinden. Den Grundstein für die verwaltungsinterne Vernetzung wird das im März 2019 startende Integrierte Klimaschutzkonzept (IKSK) mit dem Handlungsfeld der Klimaanpassung bilden. Die Stadt Wuppertal sollte mit dem Umgang Ihrer eigenen Liegenschaften eine Vorbildfunktion für außerstädtische Akteure und die Bürgerschaft übernehmen. Beispielsweise: - In Zusammenarbeit mit dem Gebäudemanagement müssen die stadteigenen Gebäude auf notwendige und mögliche hitzereduzierende Maßnahmen hin untersucht werden. - Der Einsatz von PV-Anlagen (Synergien zum Klimaschutz) zur Verschattung sollte überprüft werden.  Verschattung durch PV-Anlagen (Foto: Stadt Wuppertal)

- Der Neubau von hitzesensiblen Einrichtungen wie beispielsweise Kindertagesstätten sollte mit Klimaanpassungsmaßnahmen geplant werden



Neuanlage einer KiTa (Foto: Stadt Wuppertal)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☑ Hitzereduktion tagsüber ☑ Hitzereduktion nachts ☑ Versorgung mit Frischluft ☑ Objektschutz
Synergien	- Klimaangepasste und damit zukunftsfähige Umsetzung möglich - Ideenaustausch
Zielkonflikte	- Erhöhter Arbeitsaufwand und Abstimmungsbedarf
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Verwaltung, Gebäudemanagement • Kommunale Unternehmen ◆ Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Informelle Planungsinstrumente - Arbeitsgruppen - Werkstattgespräche - Integriertes Klimaschutzkonzept mit dem Handlungsfeld Anpassung

Titel	M2: Akteursbeteiligung
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Das Thema Klimaanpassung ist bislang in vielen Organisationen wenig präsent. Oft wird Klimaanpassung nur in Zusammenhang mit den Aspekten Energieeffizienz und Klimaschutz genannt und somit präventiv und nicht reaktiv in Hinblick auf den Klimawandel verstanden. Durch eine Akteursbeteiligung kann der Wissensstand ebenso wie das Interesse in allen Fällen erheblich gesteigert und so die Bedeutung des Themas hervorgehoben werden. Um eine umfassende Akteursbeteiligung erfolgreich zu gestalten, ist es in einem ersten Schritt notwendig, die in einer Stadt relevanten Akteursgruppen zu identifizieren. Kommunale Unternehmen sollten angesprochen und eingebunden werden, da sich durch ihre Kenntnisse zur örtlichen Infrastruktur gute Voraussetzungen für die Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen bieten. Die Wohnungswirtschaft, private Haushalte, Initiativen und Vereine oder Unternehmen der gewerblich-industriellen Wirtschaft können ebenfalls wichtige Partner sein. Der Fokus der Partizipationsaktivitäten im Bereich der Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel liegt auf den vier großen Akteursgruppen: • Planungs- und Entwicklungsgesellschaften, Wohngebäudebereich / Wohnungsunternehmen, • Lokale Agenda, Bildungseinrichtungen, Beraternetzwerke • Private Haushalte / Bürgerschaft (siehe hierzu auch Steckbrief M3), • Industrie und Gewerbe.  Veranstaltung mit Akteuren (Foto: Ahlemann, K.PLAN) Die Vernetzung der Akteure untereinander ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor für ihre Partizipation. Durch die Transparenz zwischen allen Mitwirkenden können Innovationen angeregt und gegenseitiges Verständnis bei Umsetzungsproblemen geweckt werden.

Hauptziele der Akteursbeteiligung sind:

- Informierte und engagierte Akteure aus Wohnungswesen, Wirtschaft, Planung und Verwaltung
- Diskussion und Feedback für potentielle Umsetzungsmaßnahmen für besonders klimasensible Gebiete mit den relevanten Akteuren

Methoden:

Information → Informationsmaterialien und -medien

Überzeugen → zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen

Partizipation → Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen

Die höchste Einbindungsintensität wird durch das Kooperieren mit den Akteuren verwirklicht. Hierbei ist es wichtig, frühzeitig Erwartungen und Einstellungen der potentiellen Kooperationspartner gegenüber den Klimaanpassungsmaßnahmen zu identifizieren, um die genauen Beiträge und Aktivitäten der einzelnen Beteiligten festlegen zu können. In einigen konfliktreichen Fällen kann ein Mediator oder Moderator den Prozess begleiten. Aus dem Zusammenschluss kompetenter Akteure ergeben sich funktionierende Netzwerke, die komplexe Fragestellungen der Klimaanpassung bearbeiten können.

Das Integrierte Klimaschutzkonzept mit Teil Anpassung ist der nächste Schritt der Stadt Wuppertal in diese Richtung. In diesem Konzept spielt die Akteursbeteiligung eine große Rolle.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☑ Hitzereduktion tagsüber ☑ Hitzereduktion nachts ☑ Versorgung mit Frischluft ☑ Objektschutz
Synergien	- Schnellere Umsetzung möglich - Ideenaustausch
Zielkonflikte	- Zusätzliche Termine für Beratungsgespräche, Diskussionsgruppen und Workshops notwendig
Akteure	❖ Wohnungswesen, Wirtschaft, Planung, Verwaltung
Kooperationspartner	• Architekten, Bürgerschaft, Wissenschaftler, Bildungseinrichtungen
Zielgruppe	♦ Planer, Investoren, Bauherren, Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Information der Akteure - Werkstattgespräche, Veranstaltungen - Integriertes Klimaschutzkonzept mit dem Handlungsfeld Anpassung

Titel	M3: Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Der Klimawandel betrifft uns alle. Neben den öffentlichen Institutionen sind auch die Bürgerinnen und Bürger aufgerufen, sich in Zukunft verstärkt mit den Fragen des Klimawandels und den Möglichkeiten zur Anpassung im eigenen Umfeld zu engagieren. Bürgerinnen und Bürger treffen Entscheidungen in ihrem privaten Umfeld und können somit einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung leisten. Das eigene Haus, der eigene Garten und angrenzende Bereiche bieten dazu ein großes Betätigungsfeld. Nicht zuletzt auch gewerbliche und industrielle Investoren können durch ihre raumbestimmenden Entscheidungen einen wichtigen Beitrag zum Gelingen des Anpassungsprozesses beisteuern. Daher ist die Information und aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern sowie von privaten Einrichtungen an den Planungen und Umsetzungen für eine klimaanangepasste Stadt besonders wichtig. Ziele dieser Maßnahmen sind neben der Informationsvermittlung vor allem der aktive Einbezug der Beteiligten in Planung und Umsetzung. Aufgrund der knappen finanziellen und personellen Kapazitäten ist es sinnvoll, kommunikative Aktionen (Flyer, Broschüren, Rundfunkinterviews, Pressemitteilungen, soziale Netzwerke usw.) im Zusammenhang mit konkreten Ereignissen zu planen. Neben der Nutzung von Informationsmaterialien und -medien in der Öffentlichkeitsarbeit spielen zielgruppenspezifische und öffentlichkeitswirksame Aktionen eine große Rolle. Hierbei gilt der Grundsatz „Weniger ist mehr“: Die sorgfältige Vorbereitung und Durchführung einzelner Aktionen ist bedeutender als die Häufung von Aktionen. Allerdings sollte eine kontinuierliche Information(svermittlung) angestrebt werden. Öffentlichkeitsarbeit steht nicht für sich alleine, sondern sollte immer auch vor dem Hintergrund der Motivation zur Partizipation gestaltet werden. So kann sie genutzt werden, um ausgewählte Partizipationen anzukündigen, zu dokumentieren und zum Mitmachen anzuregen. So ist ein weiterer wesentlicher Bestandteil von Öffentlichkeitsarbeit die Durchführung von Bildungs- und Diskussionsveranstaltungen. Diskussionsergebnisse einer Bürgerpartizipationsveranstaltung (Foto: K.PLAN) Im Integrierten Klimaschutzkonzept mit Teil Anpassung ist eine umfangreiche Bürgerpartizipation vorgesehen.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☑ Hitzereduktion tagsüber ☑ Hitzereduktion nachts ☑ Versorgung mit Frischluft ☑ Objektschutz
Synergien	- Schnellere Umsetzung möglich - Ideenaustausch - Akzeptanz erhöhen
Zielkonflikte	- Zeitaufwand
Akteure Kooperationspartner Zielgruppe	❖ Bevölkerung, Verwaltung, städtische Akteure • Wissenschaft, Bildungseinrichtungen ◆ Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Information der Öffentlichkeit (Flyer, Presse) - Öffentliche Veranstaltungen, Workshops - Integriertes Klimaschutzkonzept mit dem Handlungsfeld Anpassung

Titel	M4: Ressourcenschonender Umgang mit Wasser
Räuml. Bezug	
Relevanz	Mittel
Beschreibung	In südlichen Ländern, in denen bereits heute längere Trockenperioden auftreten und Wasserknappheit vorherrscht, ist es längst üblich, dass – beispielsweise in Hotels – auf das Problem der Wasserknappheit hingewiesen und ein sparsamer Umgang mit Wasser gefordert wird. In Nordrhein-Westfalen wird auch zukünftig die Versorgungssicherheit bei zunehmenden Hitzeperioden und höherem Spitzenverbrauch nach derzeitiger Bewertung nicht gefährdet sein. Trotzdem kann es auch hier in längeren Trockenphasen zu zeitweiligen regionalen Engpässen kommen. In solchen Phasen sollten nicht nur die Bevölkerung, sondern auch Industrie, Energieerzeugung oder die Landwirtschaft zu einem sparsamen Umgang mit Wasser aufgerufen werden, etwa indem verstärkt Brauchwasser verwendet wird. Verhaltensempfehlungen und Tipps zum sparsamen Umgang mit Wasser können z. B. über Informationsblätter verbreitet werden. Durch wassersparendes Verhalten in Kombination mit dem Einsatz wassersparender Armaturen lässt sich der Trinkwasserverbrauch von 122 Liter pro Person und Tag auf etwa 90 Liter reduzieren (Nolde 2013). Die Überprüfung von Dichtungen von Armaturen und Spülkästen kann die Verschwendung von Wasser durch tropfende Wasserhähne verhindern. Die Gartenbewässerung sollte früh morgens oder abends vorgenommen werden, damit möglichst wenig Wasser ungenutzt verdunstet.  Autowäsche (Foto: Ahlemann, K.PLAN)

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Objektschutz
Synergien	- Schutz der Ressource Wasser
Zielkonflikte	
Akteure	❖ Bevölkerung
Kooperationspartner	• Wasserversorger
Zielgruppe	◆ Bewohner
Umsetzungsinstrumente	- Information der Bevölkerung - Notfallpläne

Titel	M5: Warnsysteme, Maßnahmen der Informationsvorsorge
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Die Hitzewellen der Jahre 2003 und 2018 haben deutlich gezeigt, welche Folgen der Klimawandels für das Leben in Städten haben kann. Über 35.000 vorwiegend ältere Menschen sind 2003 dieser Hitzewelle in Europa zum Opfer gefallen, entsprechende Zahlen werden für 2018 erwartet. Ein Hitze-Warnsystem und ein auf Hitzebelastungen zugeschnittenes Informationsmanagement können die gesundheitlichen Risiken von Hitzewellen verringern. Der Deutsche Wetterdienst hat ein deutschlandweites Hitzewarnsystem eingerichtet und verfügt damit über die Möglichkeit, Hitzewarnungen auszugeben und so vor einer Wetterlage mit hohen Temperaturen, geringen Windbewegungen und intensiver Sonneneinstrahlung zu warnen (http://www.dwd.de/DE/leistungen/hitzewarnung/hitzewarnung.html). NRW-spezifische Informationen zum Hitzewarnsystem des Deutschen Wetterdienstes sowie Verhaltensempfehlungen, mit deren Hilfe Gesundheitsrisiken bei extremen Hitzeereignissen vermieden werden können, liefert auch das Hitzeportal Nordrhein-Westfalen (http://www.hitze.nrw.de). Ein System zur Verbreitung von Hitzewarnungen über die örtliche Presse (Lokalzeitung, Lokalradio) kann darauf aufgebaut werden. Allerdings kann gerade über Printmedien keine schnelle Verbreitung von Hitzewarnungen sichergestellt werden. Hitzewarnungen müssen vor allem auch über den Aufbau und/oder die Nutzung eigener Verwaltungskanäle verbreitet werden. Im Moment kommt die bundesweite Warn-App NINA in Frage. Außerdem sollte das Thema „Hitzewarnungen“ auch noch einmal mit Grundinformationen auf der städtischen Internetseite aufbereitet werden. Die Bevölkerung muss in geeigneter Form über Gefährdungen, mögliche Vorsorge-maßnahmen und empfohlenes Verhalten informiert und vor Extremwetterereignissen gewarnt werden. Der Deutsche Wetterdienst gibt täglich die amtlichen Wetter- und Unwetterwarnungen heraus (siehe http://www.wettergefahren.de/warnungen/warnsituation.html). Zu den Maßnahmen der Informationsvorsorge gehören beispielsweise die Veröffentlichung von Risiko- und Gefahrenkarten, die Verbreitung von Informationsmaterialien zu persönlichen Vorsorgemaßnahmen und der Aufbau eines Netzwerkes beispielsweise mit Schulen. Ebenso wichtig ist es, vor allem für die ältere Bevölkerung oder für Kranke Verhaltensempfehlungen für lang andauernde Hitzewellen bereitzustellen. Neben dem Aufenthalt im Schatten und der Vermeidung extremer körperlicher Aktivitäten gehört auch die simple Aufforderung zur reichlichen Flüssigkeitsaufnahme zu den Verhaltensregeln, die als Informationsblätter insbesondere in Altenheimen und Krankenhäusern bekannt gemacht werden müssen. Diese Informationen sind bei vielen Kommunen und Behörden als Broschüren, Handzettel und Plakate vorhanden, aber vielen Bürgern nicht ausreichend bekannt. Diese Informationsangebote müssen insbesondere Bürger in potenziellen Risikogebieten aktiv zur Kenntnis gebracht und einfach zugänglich gemacht werden. Es ist

daher zu empfehlen, dass auf die Bürger aktiv zugegangen wird, in dem man beispielsweise auf Bürgerversammlungen, in Ausstellungen oder durch Postwurfsendungen informiert. Hilfreich sind auch Lehrpfade, die Informationen zur Eigenvorsorge geben. Diese können beispielsweise mit Hilfe kleiner Info-Tafeln in innerstädtischen Parks oder in Fußgängerzonen auf positive Umsetzungen zur Klimaanpassung hinweisen oder Vorschläge für ein hitzeangepasstes Verhalten, z. B. Rasten im Schatten, machen.

Zentrales Mittel der Stadtverwaltung sollte ein „Hitzeaktionsplan“ sein, der im Steckbrief M6 näher erläutert wird.

Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Schutz des Menschen
Synergien	- Gesundheitsvorsorge - Schadenminimierung
Zielkonflikte	keine
Akteure	❖ Wetterdienste, Ämter, Lokalpresse, Radio
Kooperationspartner	• Pflegedienste, Ärzte, Notfalldienste, Feuerwehr, Altenheime, Krankenhäuser
Zielgruppe	♦ Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Aktuelle Information der Bevölkerung (Presse) - Informationsmaterial (Flyer,...) - Notfallpläne

Titel	M6: Hitzeaktionsplan
Räuml. Bezug	
Relevanz	Hoch
Beschreibung	Zentrales Mittel der Stadtverwaltung zum Umgang mit zukünftigen Belastungen durch Hitze sollte ein „Hitzeaktionsplan“ sein, der ein Netzwerk aufbaut mit Bildungs- und Gesundheitseinrichtungen, Quartiers- und Nachbarschaftsvereinen sowie Ordnungs- und Notfallstellen. Um die Gesundheit des Menschen zu schützen, müssen Präventionsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen initiiert werden. Dazu gehören zum Beispiel das Nutzen von Frühwarnsystemen und das rechtzeitige Aufklären der Öffentlichkeit (siehe Steckbrief M5). Besonders berücksichtigt werden müssen hier auch betroffene Einrichtungen, wie zum Beispiel Altenheime/Pflegeheime, Krankenhäuser und Kindertageseinrichtungen, um die vulnerablen Personengruppen zu erreichen. Ziel eines kommunalen Hitzeaktionsplan ist es, hitzebedingte Erkrankungen und Todesfälle durch Prävention zu vermeiden. Verhaltensvorsorge ist die Basis für schadensmindernde Maßnahmen, bevor die nächste Hitzeperiode beginnt. Gefährdete Menschen müssen frühzeitig informiert und das Personal bzw. betreuende Angehörige ausgebildet werden, damit im Notfall jeder Betroffene situationsbedingt korrekt handeln kann. Maßnahmen zur Verhaltensvorsorge umfassen alle Vorbereitungen für den Not- und Katastrophenfall, um eine Krise zu bewältigen. Dazu gehören u.a.: • Veröffentlichungen von Informationsmaterialien zum Verhalten in Not- und Katastrophenfällen • Information durch kommunale Stellen • Bereitstellung von Infrastruktur und Material für den Ereignisfall • Organisation einer Nachbarschaftshilfe • Klärung der Zuständigkeiten innerhalb der Familie • Anlegen eines Wasservorrats Die folgenden Arbeitsschritte sind zur Erstellung eines Hitzeaktionsplans durchzuführen: - Aufbau einer kommunalen zentralen Koordinierungsstelle (z. B. die Koordinierungsstelle Klimaschutz der Stadt Wuppertal) - Nutzung von Hitzewarnsystemen (siehe Steckbrief M5) - Aufbau und Pflege eines Kommunikationsnetzwerkes (Internet, Presse, ...) - Aufbau eines Netzwerkes mit betroffenen Einrichtungen, Vereinen, ... - Identifizieren von besonderen Risikogruppen und Belastungsschwerpunkten (z. B. unter Zuhilfenahme der Handlungskarte Klimaanpassung) - Erarbeitung von kurzfristigen Maßnahmen zur Minderung von Hitzeauswirkungen (z. B. Wasserzerstäuber zur Kühlung)

- Weiterbildung von Personal der Pflege- und Sozialeinrichtungen - Umsetzung von langfristigen Maßnahmen in der Stadtplanung zur Reduzierung der Hitzebelastungen.	
Erwartete Auswirkungen	Hitze ☐ Hitzereduktion tagsüber ☐ Hitzereduktion nachts ☐ Versorgung mit Frischluft ☒ Schutz des Menschen
Synergien	- Gesundheitsvorsorge - Schadenminimierung
Zielkonflikte	keine
Akteure	❖ Wetterdienste, Ämter, Lokalpresse, Radio
Kooperationspartner	• Pflegedienste, Ärzte, Notfalldienste, Feuerwehr, Altenheime, Krankenhäuser
Zielgruppe	♦ Bevölkerung
Umsetzungsinstrumente	- Aktuelle Information der Bevölkerung (Presse) - Informationsmaterial (Flyer,...) - Notfallpläne