

**Sonja Schlipf**

**Die  
Integration<sub>der</sub>  
Klimafolgen  
betrachtung<sub>in der</sub>  
Umwelt  
prüfung**

**Analyse der praktischen Anwendung**  
Dissertationen | HafenCity Universität Hamburg

---

# **Die Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung – Analyse der praktischen Anwendung –**

Vorgelegt im Promotionsausschuss der  
HafenCity Universität Hamburg

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieurin (Dr.-Ing.)

Dissertation

von

**Sonja Schlipf**

aus

Ulm

2019

Betreuer: Prof. Dr. Ing. Wolfgang Dickhaut (HafenCity Universität Hamburg)  
Prof. Dr. Ing. Christian Jacoby (Bundeswehr Universität München)

---

Schon auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung 1992 wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Städte erörtert. Damals lagen die Handlungsschwerpunkte auf der Eindämmung der weltweiten Treibhausgasemissionen. Seitdem wird regelmäßig debattiert, wie der Klimawandel aufgehalten werden kann und welche Maßnahmen dafür besonders geeignet sind. 2021 ist die Klimakrise immer noch nicht gelöst. Und der Klimawandel schreitet ungehindert voran.

Besonders in Städten sind Mensch und Umwelt dem Klimawandel ausgesetzt. Die Auswirkungen sind vielseitig und beeinflussen alle Bereiche des Lebens. Diese Veröffentlichung befasst sich vor allem mit den sich verstärkenden Umweltauswirkungen des Klimawandels in Deutschlands wachsenden Städten. Dabei geht sie vertieft auf die stadtplanerischen Steuerungsmöglichkeiten zur umweltgerechten Klimaanpassung in Städten wie Hamburg, Berlin, Bremen und Stuttgart ein. Die Umweltprüfung bietet für die Bauleitplanung die Möglichkeit, diese Wechselwirkungen abzubilden, mit klimawandelinduzierten Unsicherheiten umzugehen und diese in die räumliche Planung zu integrieren.

#### **Impressum:**

Sonja Schlipf

Die Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung  
– Analyse der praktischen Anwendung –  
Hamburg, HafenCity Universität, Disseration 2019  
Hamburg, Online Veröffentlichung 2021

Der Umschlag zeigt die globale Klimaerwärmung des Zeitraums 1850 bis 2020. Im Vergleich zum Referenzzeitraum 1971 bis 2000 sind die Jahresmitteltemperaturen in mehrstufigen blauen (kälter als der Referenzzeitraum) und roten (wärmer als der Referenzzeitraum) Farbtönen abgebildet. Die dafür gewählte Darstellung in Streifen wurde von Ed Hawkins unter Creative Common Licence zur Verfügung gestellt, um die rasanten Veränderungen der Erderwärmung einfach erfassbar zu vermitteln.

---

## Vorwort

Dass sich die Folgen des Klimawandels auf die räumliche Entwicklung auswirken werden, wurde bereits 1992 in Rio auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung diskutiert. Damals lagen die Schwerpunkte vor allem darauf, das Klima durch den Rückgang von Treibhausgasen zu schützen. Seitdem wird regelmäßig darüber debattiert, wie der Klimawandel aufgehalten werden kann und welche Maßnahmen dafür besonders geeignet sind. Auch heute ist die Klimakrise immer noch nicht gelöst. Und die Durchschnittstemperatur der Erdatmosphäre steigt weiterhin. Mit zunehmenden Temperaturen und steigender Luftfeuchtigkeit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für Wetterextreme. Zusätzlich führt dies dazu, dass durch das Schmelzen der Pole und Gletscher unsere wichtigsten Süßwasserspeicher schwinden. Es wird damit gerechnet, dass es mit dem Verschwinden dieser Eismassen zu noch extremeren Dürren kommen kann. Zusätzlich lässt der aufgetaute Permafrostboden Methan in die Atmosphäre und erhöht die Gefahr für Bergrutsche und Murgänge.

Die erste Berührung mit den Auswirkungen des Klimawandels für Städte hatte ich, als ich in meinem Studium der Raum- und Umweltplanung die Grundlagen der Stadtklimatologie kennengelernt habe. Basierend darauf war ich an Forschungsprojekten beteiligt, die sich mit der Klimaanpassung in Südhessen und in der Metropolregion Hamburg befassten. Dabei wurden Akteure aus unterschiedlichen Handlungs- und Themenfeldern eingebunden, eine regionale Klimaanpassungsstrategie zu entwickeln. Dass die Folgen des Klimawandels vielseitig sind, und alle Bereiche unseres Lebens beeinflussen, wurde durch die Zusammenarbeit mit den Akteuren besonders deutlich. Auch damals war klar, welche Veränderungen der Klimawandel mit sich bringen kann. Für die Interpretation der zur verfügbaren Daten, musste ich mich in die Grundlagen der Wetter- und Klimaforschung einarbeiten. Allein die Auslegung der Daten aus unterschiedlichen Emissionsszenarien, Klimamodellen und Rechenläufen war damals noch sehr unübersichtlich. Mittlerweile sind zahlreiche Daten und deren Auswertung öffentlich verfügbar und praxisnah erklärt. Aus ihnen Schlussfolgerungen für die räumliche Planung zu ziehen, wird dadurch zunehmend leichter. Dabei ist es möglich, die Bandbreite der Klimaentwicklung zu erkennen und die Konsequenzen unseres Handelns einfacher erklären und nachvollziehen.

Eine klimagerechte Stadtentwicklung bedeutet, sowohl ressourcen- und energieeffiziente Strukturen zu entwickeln, als auch sich mit den Auswirkungen des Klimawandels zu beschäftigen, welche auch das Leben in der Stadt und deren Umwelt beeinträchtigen. Aber auch der Umgang mit Unsicherheiten, aufgrund der Datenlage, war ein wichtiges Element, das die Herausforderungen bestimmte, die für die räumliche Planung identifiziert wurden. Zu Beginn meiner Forschungen war die Frage offen, welche Planungsinstrumente dafür geeignet sein könnten, diese Unsicherheiten in der räumlichen Planung zu illustrieren und den Umgang mit ihnen zu erleichtern. Es boten sich dabei sowohl informelle Instrumente als auch Teile formeller Planungsprozesse an. Die Prozesse der Strategischen Umweltprüfung und der Umweltprüfung sind hier besonders geeignet, da diese Elemente des Risiko-Managements, der Szenario-Technik und der zyklischen Planungsprozesse verwenden können.

Mit meinem Wechsel zum Fachgebiet der Umweltgerechten Stadt- und Infrastrukturplanung hat mir Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut die Möglichkeit gegeben, mich näher mit der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung zu befassen. Die Lehrveranstaltungen, die ich neben meinem Promotionsvorhaben durchgeführt habe, führten mich sowohl nach Hamburg als auch nach Nord-Zypern und Kairo. Diese haben sich mit der Entwicklung ressourceneffizienter und nachhaltiger



---

Stadtentwicklung und Architektur befasst. Die Herausforderungen des Globalen Südens wurden dadurch besonders deutlich und haben meine Arbeit auf eine andere Weise bereichert.

Auf diesem Wege möchte ich allen danken, die mich während dieser Jahre der Ideenfindung und Forschung begleitet und mir mit ihrem Wissen, ihren Ratschlägen, ihrer Kritik und ihrer Anteilnahme zur Seite standen und mich dabei unterstützt haben, nicht aufzugeben.

Mein besonderer Dank gehört Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Dickhaut, der mir als Erstbetreuer über den gesamten Forschungsprozess und die Fertigstellung mit Rat und Tat zur Seite stand. Vor allem möchte ich ihm für den intensiven und konstruktiven Austausch, die regelmäßigen Denkanstöße und Hinweise während des gesamten Promotionsvorhabens danken. Seine Beharrlichkeit und Konsequenz während der Fertigstellung der Arbeit hat mir sehr geholfen. Ebenso möchte ich meinem zweiten Gutachter Prof. Dr.-Ing. Christian Jacoby für die fachlichen Anregungen, den regelmäßigen Austausch und die konstruktiven Rückmeldungen zur Umsetzung der Umweltprüfung in der Bauleitplanung und den rechtlichen Rahmenbedingungen bedanken. Seine kritische und präzise Beurteilung gab der Arbeit den letzten Schliff. Ebenso bedanke ich mich bei Prof. Dr. Stefan Heiland für den interessanten Austausch zur Einordnung der Entwicklung von Hitzeinseln in den Schutzgutkatalog der Umweltprüfung.

Weiterhin danke ich meinen Interviewpartnern in Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart, dass sie sich die Zeit für einen Erfahrungsaustausch genommen haben. Ich habe dabei wichtige Hinweise, über die Möglichkeiten und Hemmnisse der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung, erhalten.

Vielen Dank den Studierenden, die mich bei der Erstellung der Doktorarbeit unterstützt haben, indem sie Interviews transkribiert, Recherchen vorbereitet und korrekturgelesen haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Kollegen, meiner Familie und meinen Freunden, die mir in der Endphase mit aufmunternden Worten, Korrekturlesen, und anregenden Diskussionen zur Seite standen.

Vor allem möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die durch ihre Unterstützung wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Vor allem gilt dies meinem Mann, der mich während der Endphase angespornt hat und den Rücken freigehalten hat. Die Unterstützung meiner Mutter und meiner Schwester, die in der Ferienzeit, da waren und auch in allen anderen Situationen hinter mir standen haben mir die notwendigen Freiräume geschaffen, konzentriert am Text zu arbeiten. Liebe Gabi, dir vielen Dank, dass du mich bei der graphischen Umsetzung der Abbildungen unterstützt und beraten hast. Ausserdem sende ich Dankesgrüße ins ferne Südkorea an meinen Onkel Heinz und seiner Frau Sue, welche die englische Kurzfassung mit großem Interesse gelesen und korrigiert haben.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Kindern bedanken, die mich während der gesamten Zeit begleitet und für einen strukturierten Tagesablauf gesorgt haben. Vielen Dank, dass Ihr in der Endphase der Dissertation so viel Geduld gezeigt habt und mir trotzdem regelmäßige Ruhepausen durch euren Tagesrythmus verordnet habt. Außerdem freue ich mich sehr darüber, dass ihr in den vergangenen Jahren zu so selbständigen und wunderbaren Menschen herangewachsen seid.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Abkürzungen</b> .....	<b>VII</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>XI</b>
<b>Summary</b> .....	<b>XIII</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Anlass .....	1
1.2 Motivation .....	2
1.3 Stand der Forschung.....	3
1.4 Forschungsziele und Hypothesen.....	5
1.5 Beschreibung der angewandten Forschungsmethodik.....	7
1.6 Aufbau der Arbeit.....	11
<b>2 Bedeutung des Klimawandels für Stadtentwicklung und Umwelt</b> .....	<b>13</b>
2.1 Auswirkungen des Klimawandels auf die Siedlungsentwicklung in Deutschland .....	14
2.2 Wechselwirkungen der Folgen des Klimawandels mit der Stadtentwicklung bezogen auf die Schutzgüter in der Umweltprüfung .....	17
<b>3 Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung</b> .....	<b>41</b>
3.1 Einbindungsmöglichkeiten unsicherer Klimamodelle in die Stadtentwicklung .....	41
3.2 Planungsmethoden zum Umgang mit Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung und Umweltprüfung .....	48
3.3 Möglichkeiten und Grenzen der Umweltprüfung im Umgang mit unsicheren Klimafolgen ...	57
<b>4 Möglichkeiten und Grenzen der Klimafolgenbetrachtung in der Stadtentwicklung</b> .....	<b>61</b>
4.1 Steuerungselemente der räumlichen Stadtentwicklung.....	66
4.2 Rolle rahmengebender und informeller Instrumente.....	67
4.3 Rolle umweltspezifischer Fachinformationen.....	68
4.4 Rolle der Landschaftsplanung .....	76
4.5 Rolle und Steuerungsmöglichkeiten der Bauleitplanung .....	79
4.6 Möglichkeiten und Grenzen der Klimaanpassung in der Bauleitplanung .....	91
<b>5 Die Umweltprüfung als Entscheidungsunterstützung zur Stadtentwicklung im Klimawandel</b> .....	<b>95</b>
5.1 Europäische Sicht auf die Integration der Klimaanpassung in die Umweltprüfung.....	97
5.2 Besonderheiten der Entscheidungsunterstützung der Klimafolgenbetrachtung durch die Umweltprüfung im Bauleitplanverfahren .....	106
5.3 Besonderheiten der Umweltprüfung in der Bauleitplanung hinsichtlich der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf die Schutzgüter .....	118
<b>6 Praxisbeispiele zur Integration der Klimafolgen in die Stadtentwicklung</b> .....	<b>123</b>
6.1 Bremen .....	126
6.2 Hamburg .....	136
6.3 Berlin .....	148

---

6.4	Stuttgart.....	161
6.5	Praktische Anwendung der Integration der Klimafolgen im Bebauungsplanverfahren.....	171
6.6	Behandlung der Klimafolgenbetrachtung in den Verfahrensschritten .....	195
<b>7</b>	<b>Praktische Anwendung der Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung .....</b>	<b>199</b>
7.1	inhaltliche Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Umwelt .....	200
7.2	Die Umweltprüfung als (Lern-) Prozess im Umgang mit den Folgen des Klimawandels.....	212
7.3	Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten der Klimafolgenabschätzung in der Bauleitplanung.....	218
<b>8</b>	<b>Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf .....</b>	<b>225</b>
8.1	Schlussfolgerungen.....	225
8.2	Handlungsempfehlungen .....	232
8.3	Weiterer Forschungsbedarf.....	237
	<b>Anhang .....</b>	<b>241</b>
	<b>Datenblätter zur Bewertung der Schutzgüter im Rahmen der Umweltprüfung unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels .....</b>	<b>251</b>
	Schutzgut Boden.....	252
	Schutzgut Wasser - Vorsorge für Schäden durch Hochwasser und Starkniederschläge.....	253
	Schutzgut Wasser - ökologische und chemische Beschaffenheit der Oberflächengewässer .....	255
	Schutzgut Wasser - chemischer Zustand und Menge des Grundwassers.....	256
	Schutzgut Luft und Klima.....	258
	Schutzgut Pflanzen, Tiere und Biodiversität.....	260
	Schutzgut menschliche Gesundheit .....	262
	Schutzgut Kultur- und Sachgüter .....	264
	<b>Interviewleitfaden .....</b>	<b>265</b>
	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>268</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>270</b>
	<b>Quellenverzeichnis.....</b>	<b>272</b>

---

## Abkürzungen

AFOK	Anpassung an die Folgen des Klimawandels (Klimaanpassungsstrategie Berlin)
AGBauGB	Ausführungsgesetz zum BauGB Berlin
BauGB	Baugesetzbuch
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BEP	Bereichsentwicklungsplan
BFF	Biotopflächenfaktor
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGF	Bruttogeschossfläche
BKompV	Bundeskompensationsverordnung (Entwurf)
BMI	Bundesministerium des Inneren
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BPlan	Bebauungsplan
BremKEG	Bremisches Klimaschutz- und Energiegesetz
BremNatG	Bremisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege
BremWG	Bremer Wassergesetz
BSU	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
BSW	Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen
BUE	Behörde für Umwelt und Energie
BW	Baden-Württemberg
BWG	Berliner Wassergesetz
ClimAdapt	Nova Scotia's Climate Change Adaptation Initiative
CARICOM	Caribbean Community Secretariat
DGM	Digitales Geländemodell
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst

---

ENVI-met	mikroklimatisches Stadtklimamodell
EWG Bln	Berliner Energiewendegesetz
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
FITNAH	Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat sources (Stadtklimamodell)
FNP	Flächennutzungsplan
GAK	Gesamtstädtische Ausgleichskonzeption
GERICS	Climate Service Center Deutschland
GFZ	Geschossflächenzahl
GIS	Geographisches Informationssystem
GRZ	Grundflächenzahl
GVZ	Grünvolumenzahl
HmbBNatschAG	Hamburgische Gesetz zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes
HSB	Hochschule Bremen
HSE	Hamburger Stadtentwässerung
HLUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HWRM-RL	Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie
i. V. m.	in Verbindung mit
IRE	Irland
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
KLAS	KlimaAnpassungsStrategie - Extreme Regenereignisse (Projekt)
KLIFF	KlimaFolgenForschung in Niedersachsen (Forschungsprojekt)
KLIMAKS	Stuttgarter Klimaanpassungskonzept
KLIMOPRAX	Klimamodelle für die Praxis (Forschungsprojekt)
KliNa	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft "Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit"
KLIPPS	Klimaplanungspass Stuttgart
KLIWAS	Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt (Projekt)
KOmmklima	Kompensationsflächenmanagement im Klimawandel (Projekt)

---

---

KOSTRA DWD	Koordinierte Starkniederschlags-RegionalisierungsAuswertungen des Deutschen Wetterdienstes
KRITIS	Kritische Infrastruktur
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LAWA	Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAPRO	Landschaftsprogramm
LUBW	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
LANUV NRW	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LBO	Landesbauordnung
MIV	motorisierter Individualverkehr
MORO	Modellvorhaben der Raumordnung (Forschungsprogramm des BBSR)
MNULV	Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
NBS	nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart
NCEA	Netherlands Comission of Environmental Assessment
NEPA	National Environmental Policy Act
NL	Niederlande
NRW	Nordrhein Westfalen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
PET	Physiologische Äquivalente Temperatur
PMV	Predicted Mean Vote Model
pt/gt	gefühlte Temperatur
RADOST	Regionale Anpassungsstrategien für die deutsche Ostseeküste (Projekt)
RISA	RegenInfraStrukturAnpassung (Projekt)
SCT	Schottland
SenUVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
SUBV	Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr

---

---

SUP	Strategische Umweltprüfung
TÖB	Träger öffentlicher Belange
UBA	Umweltbundesamt
UK	United Kingdom
UP	Umweltprüfung (in der Bauleitplanung)
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Gesetz für die Umweltverträglichkeitsprüfung
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
WBP	Wasserwirtschaftlicher Begleitplan
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	EU Wasserrahmen-Richtlinie

## Zusammenfassung

Die Berichte und Schlussfolgerungen über die Folgen des menschengemachten Klimawandels werden immer alarmierender. Es stellt sich nicht mehr die Frage, ob die Reduzierung der Treibhausgasemissionen diese Auswirkungen verhindern können. Eine Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist unumweichlich. Städte und ihre Umwelt spielen dabei eine herausragende Rolle, da sie sowohl Verursacher als auch Leidtragende des Klimawandels sind. Gerade dort müssen Strategien umgesetzt werden, die es schaffen, den Meeresspiegelanstieg, Hitzewellen, Dürren, extreme Starkniederschläge, Überschwemmungen, Hangrutschungen und Hochwasser zu bewältigen. Durch den Rückgang stabilisierender Grünstrukturen, zunehmende Versiegelung und dichte Bebauung werden die Auswirkungen des Klimawandels in den Städten verstärkt. Dadurch erhöht sich zusätzlich die Empfindlichkeit der Umweltmedien, die im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und Baugesetzbuch (BauGB) als Schutzgüter bezeichnet werden (Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima, Tiere, Pflanzen, Biodiversität, menschliche Gesundheit, kulturelles Erbe, sonstige Sachgüter und deren Wechselwirkungen). Wie stark sich der Klimawandel auf diese verschiedenen Schutzgüter auswirkt lässt sich aktuell nur in Tendenzen beschreiben und ist bisher immer noch mit hohen Unsicherheiten verbunden.

Die Stadtentwicklung steht zukünftig vor der Herausforderung, städtebauliche Strukturen zu entwickeln, die sowohl dem zunehmenden Bedarf, neuen Wohnraum zu schaffen, gerecht werden können, als auch dem Klimawandel und seinen Folgen entgegenwirken. Diese Arbeit basiert auf der Untersuchung der Auswirkung des Klimawandels auf die Schutzgüter und deren Wechselwirkungen mit der Stadtentwicklung. Dabei wurde eine Matrix (Tabelle 3) entwickelt, die einen Überblick über die Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die in der Umweltprüfung verwendeten Schutzgüter gibt. Daraus werden Ziele und Maßnahmenbeispiele abgeleitet, die diese Auswirkungen eindämmen und reduzieren können (Tabelle 4). Diese unterstützen eine klimagerechte Stadtentwicklung, welche Räume schafft, die eine sommerliche Hitzeentwicklung durch Kühlungseffekte eindämmen, den natürlichen Wasserhaushalt erhalten und Lebensräume für Pflanzen und Tiere zur Verfügung stellen. Zusätzlich sollen sie so gestaltet sein, dass unvorhersehbare Entwicklungen des Klimawandels die Funktionsfähigkeit der Städte nicht beeinträchtigen können.

Die aktuellen Ereignisse machen deutlich, dass das Ausmaß und die Wirkung des Klimawandels noch nicht in seiner Gänze erfasst werden kann. Die Art der Unsicherheiten ist dabei abhängig vom Wissen über die Eintrittswahrscheinlichkeit und über ihre Wirkfolgen. Aufgrund der großen Zeithorizonte städtebaulicher Planungen ist es notwendig, diese Unsicherheiten in die Stadtentwicklung einzubeziehen. Mit dem Modell der Resilienz kann erklärt werden, wie Systeme von einem stabilen prognostizierbaren Zustand durch eine Störung oder die Überschreitung eines Kippunktes zu einem unstabilen Zustand kommen können. Diese Sichtweise lässt sich auf die globalen und lokalen Auswirkungen des Klimawandels übertragen. Um den Umgang mit Unsicherheiten zu erklären, wird das Denkmodell der Resilienz als Grundlage genommen. Es beschreibt nicht nur den Umgang mit dem Klimawandel, sondern definiert auch Qualitätsmerkmale und Strategien für den Umgang mit Unsicherheiten in der Planung. In diesem Zusammenhang werden Methoden des Risikomanagements, der Szenario-Planung und des Adaptive Managements untersucht.

Die Stadtentwicklung und die städtebauliche Planung sind gefordert, die Folgen des Klimawandels und die damit verbundenen Unsicherheiten miteinzubeziehen. Dabei kann sie die beschriebenen Strategien sowohl in informellen als auch formellen Planungsinstrumenten anwenden. Hierzu bietet sich die



Umweltprüfung als ein Planungsinstrument an, das in andere Planungsprozesse integriert ist und mögliche Auswirkungen auf die Umwelt untersucht und den Umgang mit Klimawandelunsicherheiten erleichtern kann. Die Arbeit zeigt, wie die identifizierten Ansatzpunkte sowohl inhaltlich als auch methodisch in den Prozess des Umweltprüfverfahrens integriert werden können, für das ein Prüfschema entwickelt wurde.

Die Analyse der Praxisbeispiele Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart zeigt, wie wachsende Städte diese Aspekte in die Planungspraxis integrieren können und die beschriebenen Strategien miteinbeziehen. In Verbindung mit Experteninterviews wurden ausgewählte Bebauungspläne und deren Umweltberichte untersucht. Hier zeigen sich die Möglichkeiten und Grenzen der inhaltlichen und methodischen Integration der Klimafolgen in der Bauleitplanung. Dazu wird erörtert, welche Chancen die Umweltprüfung bietet, mit den beschriebenen Unsicherheiten umgehen zu können. Es wurde dabei deutlich, dass die Entwicklung und Festsetzung von Anpassungsmaßnahmen in der Bauleitplanung grundsätzlich umgesetzt werden können. Darüber hinaus wird zudem deutlich, dass ein ressortübergreifender Austausch, die Einbindung einer Vulnerabilitätsanalyse und Planungsalternativen den Umgang mit den Klimafolgen und den damit verbundenen Unsicherheiten erleichtert. Unsicherheiten in den Prozess der Planung und Umweltprüfung zu integrieren, ist nur dann möglich, wenn daraus kein unzumutbarer Mehraufwand für die Kommunen entsteht. Hier sind Bund und Länder gefordert, Daten zur Verfügung zu stellen, die auf kommunaler Ebene genutzt werden können, und Standards zu entwickeln und vorzugeben, die eine Beurteilung der Informationen und deren Verwendung für städtebauliche Planungen erleichtern.

---

## Summary

Reports of environmental disasters and science based conclusions about the consequences of man-made global warming are becoming increasingly alarming. It is no longer a question whether reducing greenhouse gas emissions can prevent these effects. Rather, adaptations to the consequences of climate change must be implemented. Cities and their environment are already critically affected by climate change. There is an urgent need to implement strategies that can withstand, manage, and minimize sea-level rise, heat waves, droughts, extreme precipitation, landslides, and floods. The impact of climate change to cities, the decline of stabilizing urban vegetation, the increase sealing and high-density development, magnifies the sensitivity of various environmental resources such as land, soil, water, air, climate, flora, fauna, biodiversity, human health, and cultural heritage.

For cities it is becoming increasingly challenging to develop urban structures that can meet the needs of climate change as well as the need to create new housing. This challenge encompasses both the reduction of greenhouse gas emissions and the adaptation to climate affecting both known and unknown. Currently these can be described in trends for the various environmental resources. The interdependencies between the consequences of climate change and urban development increases the vulnerability of various environmental assets. To achieve climate-friendly urban development, it is essential to create spaces that contain the summer heat generation through cooling effects, preserve the natural water balance and provide vital habitats for plants and animals. For cities to be developed in a climate-friendly way it is necessary to create eco-spaces that reduce the heat island effects. They must also be designed in such a way that unexpected developments in climate change cannot impede the functionality of cities.

This research is based on the examination of the impact of climate change on environmental resources and their interactions with urban development. A matrix was developed which gives an overview of the effects of climate change and urban development on the environmental assets used in the strategic environmental assessment (Tabelle 3). Derived examples of objectives and measures show how to contain and reduce these effects (Tabelle 4).

Additionally, it describes the uncertainties which need to be addressed. Current events clearly show that the extent and impact of climate change cannot yet be fully assessed. The uncertainties depend on the knowledge about the probability of occurrence and the consequences. Hence, it is important to include these uncertainties in urban development planning. In addition, the resilience theory can be used to explain how systems can shift from a stable and predictable state to an unstable state because of a disruption or the exceedance of a tipping point. This approach is applicable to the impacts of climate change on global and local level. In order to explain how to deal with uncertainties in general, this research uses the resilience theory as a basic model not only to explain the necessary handling of climate change, but also to define principles of quality and strategies to deal with uncertainties in planning. The focus is on risk management, scenario planning and adaptive management.

Urban development and planning must tackle the consequences of climate change and the related uncertainties. It can apply the strategies of informal and formal planning instruments. Consequently, strategic environmental assessment can be used as an integrated planning tool, which helps to deal with unpredictable effects of climate change. This dissertation demonstrates how to integrate the identified approaches into the process of the strategic environmental assessment procedure in terms of both content and methodology. In this context, a schematic assessment model was developed.

The analysis of practical examples shows how growing cities such as Bremen, Hamburg, Berlin and Stuttgart manage to integrate these aspects into their planning practices. By analyzing selected land-use plans and their environmental reports, this dissertation documents how current climate impacts are integrated into the planning process in terms of content and methodology. Also it discusses the ability of the environmental assessment being able to tackle the various uncertainties described. It became clear that urban land-use planning integrates the development and determination of adaptation measures generally. It also shows that an intersectoral crosscutting exchange and the integration of a vulnerability analysis and planning alternatives do facilitate the handling of climate impacts and associated uncertainties. Integrating uncertainties into the process of planning and environmental assessment is only possible if no unreasonable additional time and effort is required for the municipalities. In Germany, the Federal Government and the Federal States (Länder) are required to provide available data to the municipal level and to develop and set relevant environmental standards that promote an assessment of the information as well as its use for urban planning.

---

## 1. Einleitung

Trockenperioden, Hitzewellen, extreme Niederschläge und Stürme in den letzten Jahren haben gezeigt, dass die Folgen des Klimawandels auch in Deutschland nicht mehr zu übersehen sind. Im Jahr 2019 gingen Hunderttausende auf die Straße, um für eine Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen in allen Bereichen unseres Lebens zu demonstrieren und darauf hinzuweisen, dass die Auswirkungen des menschengemachten Klimawandels nicht mehr aufzuhalten sind.

Die räumliche Entwicklung der Städte spielt dabei eine zentrale Rolle, da sie sowohl Verursacher als auch Betroffene des Klimawandels ist. Es wird mit Veränderungen des Klimas gerechnet, welche sich auf das Zusammenleben in unseren Städten auswirken und die Entscheidungen der Stadtentwicklung beeinflussen werden. Dies macht der IPCC-Report (IPCC 2018) zum städtischen Klimawandel deutlich. Gerade in den Städten verstärken sich die Auswirkungen des Klimawandels und beeinflussen die Umwelt auf besondere Weise. Zusätzlich bieten sich in den Städten viele Lösungen im Umgang mit dem Klimawandel an. Dies erkennen sowohl der Deutsche Städtetag (2012, 2019) als auch die Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO 2013: 34) an. Sie sehen die Aufgabe der räumlichen Planung darin, den Klimawandel zu berücksichtigen, dem Klimaschutz Rechnung zu tragen und vorsorgend die Raumnutzungen an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen. Die Handlungsfelder des Maßnahmenkatalogs des Deutschen Städtetags (2019) beziehen sich dabei auf die Bereiche Mobilität und Verkehr, Gesundheit, Katastrophenschutz, Stadtplanung, Städtebau, Stadtgrün, Wasser, Boden sowie Biotop- und Artenschutz. Ähnliche Schwerpunkte nennt die MKRO bereits 2013 in ihren Handlungsleitsätzen: Diese behandeln neben dem vorbeugenden Hochwasserschutz in Flussgebieten, dem Küstenschutz, dem Schutz vor Hitzefolgen in Siedlungsbereichen und regionaler Wasserknappheit, auch den Schutz von Berggebieten, Veränderungen im Tourismusverhalten und die Verschiebung von Lebensräumen.

Da die Folgen des Klimawandels nur bedingt projizierbar sind, ist die städtebauliche Entwicklung darauf angewiesen, Unsicherheiten in die Planung miteinzubeziehen. Dies begründet sich auch darin, dass Entwicklungshorizonte des Klimawandels (100 Jahre) und der städtebaulichen Entwicklung (40-100 Jahre) über den bisher betrachteten Planungshorizont (10-40 Jahre) hinausgehen. Lernende Planungsinstrumente können helfen, das Ziel einer klimaangepassten Stadtentwicklung nicht aus den Augen zu verlieren. Die städtebauliche Entwicklung neuer Gebiete wird überwiegend durch die Bauleitplanung gesteuert. Für die Entwicklung des städtischen Bestands sind andere Instrumente notwendig sind.

### 1.1 Anlass

Auf internationaler Ebene wird die Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung seit der 1992 verabschiedeten UN Klimakonvention thematisiert. Nachdem sie erstmals im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit thematisiert wurde, wurde sie in die Planungsprozesse Kanadas, Groß-Britanniens und den Niederlanden einbezogen. 2014 hat die EU in der UVP-Änderungsrichtlinie den Perspektivwechsel vorgenommen, welche seitdem die „*Auswirkungen des Klimawandels auf das Vorhaben*“ und die „*Risiken für die menschliche Gesundheit*“ durch „*mögliche Unfälle und (Natur-) Katastrophen*“ als Prüfgegenstand aufgenommen hat (EU-RL 2014/52/EU).

Die Klimaschutznovelle des BauGB im Jahr 2011 verpflichtet die Kommunen dazu, sich im Rahmen der Bauleitplanung mit den Auswirkungen des Klimawandels als Abwägungsbelang auseinanderzusetzen. Dadurch hat die Bundesregierung die Bedeutung der Belange des Klimaschutzes und vor allem auch

der Klimaanpassung in der Bauleitplanung deutlich hervorgehoben (siehe auch §1 Abs. 3-5 und §1a Abs. 5 BauGB). Die Einführung von Klimaschutz und Klimaanpassung als allgemeine Planungsleitsätze (§1 Abs. 5 Satz 2 BauGB) und die dazu ergänzende Klimaschutzklausel in §1a Abs. 5 BauGB haben den Zweck, dass in der Bauleitplanung die Belange des Klimas in der Abwägung grundsätzlich berücksichtigt werden müssen (ARGEBAU 2011: 3). Dadurch ist der Anspruch gestiegen, eine „*fachlich fundierte klimatische Bestandsaufnahme, Entwicklungsprognosen und Wirkungsanalysen in der Bauleitplanung*“ und der Raumordnungsplanung durchzuführen (Jacoby 2014: 9). Diese geschieht in den Städten auf unterschiedliche Weise und Intensität. Ein Ansatz ist es, Maßnahmen zur Klimaanpassung stärker in den Mittelpunkt der Stadtentwicklung zu rücken und Konzepte zur Klimaanpassung zu verabschieden; ein anderer, die Betrachtung der Klimafolgen systematischer als bisher in die Umweltprüfung zu integrieren.

Im Gegensatz zur projektbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die ein „*unselbständiger Teil verwaltungsbehördlicher Verfahren*“ (§2 Abs. 1 UVPG) ist, ist die Umweltprüfung (UP) seit 2004 Teil des Bauleitplanungsverfahrens (§2 Abs. 4 BauGB). Dabei werden erhebliche Umweltauswirkungen der Bauleitpläne ermittelt, beschrieben und bewertet, indem alle umweltrelevanten Belange nach §1 Abs. 6 BauGB und §1a BauGB beachtet werden. Dadurch wird eine Risikobetrachtung der betroffenen Schutzgüter möglich. Die Umweltprüfung in der Bauleitplanung integriert alle umweltrelevanten Prüfungen wie die FFH-Verträglichkeitsprüfung (basierend auf der FFH-Richtlinie) und die baurechtliche Eingriffsregelung. Darüber hinaus werden Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen vorgeschlagen und bestenfalls ein Monitoringkonzept erstellt, welches die Umweltauswirkungen beobachten und ein Gegensteuern ermöglichen soll.

Die 2017 erfolgte Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie (2014/52/EU) im UVPG und BauGB unterstützen das bisherige Vorgehen der Kommunen indem die Beschreibung und Bewertung erheblicher Umweltauswirkungen über die „*Auswirkungen der geplanten Vorhaben auf das Klima (zum Beispiel Art und Ausmaß der Treibhausgasemissionen)*“ hinausgehen soll und die „*Anfälligkeit der geplanten Vorhaben gegenüber den Folgen des Klimawandels*“ miteinbeziehen soll (Anlage 1 zu § 2 Absatz 4 und den §§ 2a und 4c BauGB). Dabei werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Vorhaben und die Beschreibung von Risiken für die menschliche Gesundheit verursacht durch (Natur-) Katastrophen wie Überschwemmungen, Hitzewellen und der Meeresspiegelanstieg hervorgehoben. Durch die Umweltprüfung lässt sich damit eine erweiterte Risikobetrachtung in die Bauleitplanung integrieren, welche über die Umweltauswirkungen einer Planung hinausgeht und die Auswirkung des Klimawandels auf Umwelt und Stadtentwicklung miteinbezieht. Mit der Einbindung der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung muss demnach der Umgang und mit den Unsicherheiten der Klimawandelprojektionen mit bedacht werden., Bisher gibt es dafür jedoch kein standardisiertes Vorgehen. Die Umweltprüfung bietet durch ihre Methodik Möglichkeiten, räumliche Planung anpassungsfähiger zu machen. Am Beispiel der Bauleitplanung kann gezeigt werden, welche Ansatzpunkte die Umweltprüfung bietet, die Planung städtebaulicher Strukturen anpassungsfähiger zu machen und welche Strategien umgesetzt werden können.

## 1.2 Motivation

Der Weg zu dieser Forschungsarbeit führte über die langjährige Beschäftigung mit den Fragen, wie Klimaanpassung in der räumlichen Planung umgesetzt werden kann und welchen Herausforderungen sie dabei begegnen muss. Dabei wurde sehr früh deutlich, dass es nicht nur die Herausforderungen sind, die inhaltlich mit den konkreten Folgen des Klimawandels verknüpft sind, sondern auch die Herausforderungen, die mit den Unsicherheiten der Klimaprojektionen verknüpft sind.

Diese erfordern eine neue Systematik für die Planungsprozesse in der räumlichen Planung. Dazu gehören ein erhöhtes Risikobewusstsein und eine Integration lernender Strukturen in den Planungsverfahren.

Zunächst war es wichtig, die Arten der Unsicherheit zu definieren, mit denen umgegangen werden muss. Während die Projektion der Temperaturentwicklung genauer ist, zeigen die Klimaprojektionen große Abweichungen bei möglichen Niederschlagsveränderungen. Hinzu kommt, dass unbekannt ist, wie sich diese Auswirkungen auf die Umwelt auswirken. Die Reaktion von Lebensgemeinschaften und Landnutzungen auf diese klimatischen Veränderungen ist bisher kaum erforscht.

Zusätzlich war es wichtig, Methoden zu definieren, welche diese Arten der Unsicherheit miteinbeziehen kann. Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist dabei ein Verfahren, in dem geeignete Methoden angewandt werden können, die den Umgang mit Unsicherheiten in Planungsprozessen erleichtern und die Wechselwirkungen zwischen Planung, Umwelt und Klimawandel erfassen können. Sie beruht auf dem Modell der Resilienz und macht sich Aspekte des Risikomanagements, der Szenario Planung und des Adaptive Management zu Nutze. Eine resiliente städtebauliche Entwicklung bedeutet in dem Zusammenhang, dass Stadtstrukturen nicht nur gegenüber unvorhersehbaren Extremereignissen widerstandsfähiger wären, sondern auch in der Lage, „Störungen“ zu absorbieren und zu ihrem Ursprungszustand zurückzukehren oder auch von diesen Veränderungen zu profitieren.

Die Bauleitplanung hat einen direkten Einfluss auf die Umsetzung von Projekten auf kommunaler Ebene. Die aktuelle Situation des Wohnraumbedarfs drängt darauf, die Siedlungsentwicklung voranzutreiben. Nachdem seit den 1990er Jahren versucht wurde, den Bedarf überwiegend durch die Innenentwicklung zu decken, werden städtebauliche Entwicklungen und ihre Umsetzung in der Fläche wieder attraktiver. Hierfür ist der Umgang mit dem Klimawandel und seinen Folgen nicht mehr wegzudenken und bedarf einer unterstützenden Methode. Die bisherige Vorgehensweise wird in den Städten Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart untersucht, die heute schon von den Klimafolgen betroffen sind und aufgrund des steigenden Bedarfs an Wohnraum neue Baugebiete entwickeln. Dabei haben sie Strategien, Pläne und Maßnahmen entwickelt und die Klimaanpassung in der Bauleitplanung integriert.

### 1.3 Stand der Forschung

Die Ansichten, wie eine Klimafolgenbetrachtung methodisch in die räumliche Planung eingebunden werden kann, haben sich in den letzten zehn Jahren gewandelt. Birkmann und Fleischhauer (2009) sind dabei der Meinung, dass die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels und deren Risikoabschätzung in einem gesonderten „Climate Proofing“ erfolgen sollte, das nicht die Auswirkungen des Vorhabens auf seine Umwelt untersucht, sondern die Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen auf das Vorhaben in den Vordergrund stellt (Birkmann et al. 2010: 37). Diese sollen dabei zum Ziel haben, diese Pläne, Programme, Strategien und Vorhaben gegenüber möglichen Klimaänderungsszenarien widerstandsfähiger und resilienter zu machen, indem unterschiedliche Klimaszenarien, Exposition und Vulnerabilitäten des Raumes und die jeweiligen Raumentwicklungsziele gegenüber den Folgen des Klimawandels beurteilt werden.

Im Gegensatz dazu halten Jacoby (2014) und Wende (2015) eine Integration einer Klimafolgenbetrachtung in die UVP und SUP durchaus für möglich. Sie berufen sich darauf, dass deren Integration in der Bauleitplanung durch die Klimaschutznovelle des BauGB bereits vorgeschrieben ist. Wende (2015) sieht in der Umweltprüfung eine Möglichkeit, die Aspekte der Klimaanpassung in die

räumliche Planung zu integrieren. Er sieht aber auch die Notwendigkeit, bei Bedarf informelle gesamträumliche Klimaanpassungskonzepte zu entwickeln, da diese Gesamtstrategien inhaltlich nicht im vollen Maße in eine Umweltprüfung integriert werden können. Vielmehr können die dort gemachten Untersuchungen eine Grundlage für die in der Umweltprüfung verwendeten Daten sein. Wende (2015) geht davon aus, dass durch ganzheitliche Klimaanpassungskonzepte eine umfassendere Klimafolgenbetrachtung erfolgen kann, als durch eine Integration der Klimaanpassungsbelange in die Umweltprüfung. Diese könnte über umweltbezogene Aspekte hinaus auch ökonomische und soziale Auswirkungen betrachten. Beispiele hierfür sind die Untersuchung der Auswirkungen der Klimaveränderungen auf die Hochwassersicherheit, die touristische Nutzbarkeit oder auch die Betroffenheit besonders anfälliger Bevölkerungsgruppen (Runge et al. 2010). Bezogen auf die Betrachtung der Folgen des Klimawandels werden folgende Fragen gestellt:

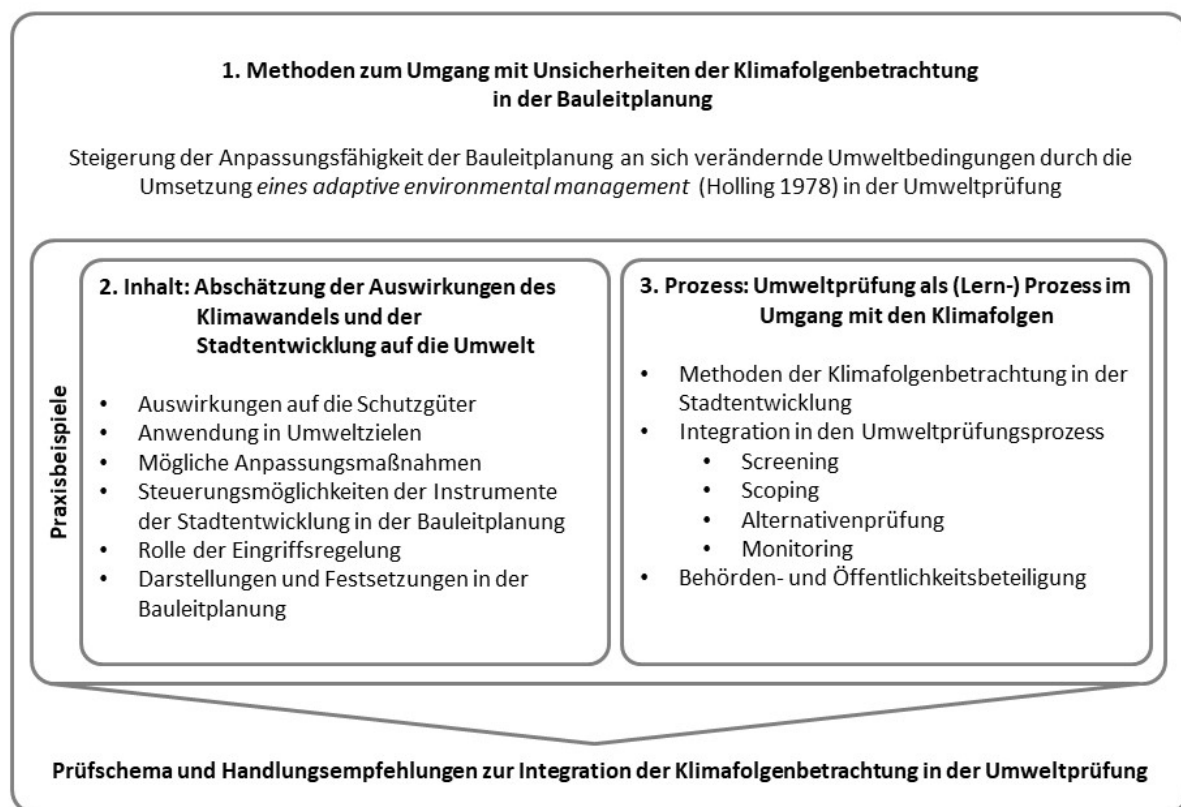
- Welche Auswirkungen haben die Folgen des Klimawandels auf die räumliche Entwicklung von Regionen und Städten (Birkmann et al. 2010, MKRO 2013: 37)?
- Wie können diese resilienter und widerstandsfähiger gemacht werden (Birkmann/Fleischhauer 2009)?
- Inwiefern verstärken bzw. schwächen Pläne, Programme und Projekte die Auswirkungen des Klimawandels auf Regionen und Städte (Ahlhelm/Hinzen 2012)?
- Welche Auswirkungen haben Klimaanpassungsmaßnahmen auf die (in der Umweltprüfung zu untersuchenden) Schutzgüter (Ahlhelm/Hinzen 2012, Runge et al. 2010)?

Zurzeit gibt es nur wenige praktische Erfahrungen zur Integration einer Klimafolgenbetrachtung in eine UVP oder SUP. Untersuchungen in England, Dänemark und Österreich haben Umsetzungshemmnisse festgestellt (Jiricka et al. 2016, Jiricka-Pürner et al. 2018, Posas 2011b, Larsen et al. 2013). Diese zeigen auf, dass lediglich einzelne Aspekte in die Umweltprüfung übernommen werden und die Folgen des Klimawandels aus unterschiedlichen Gründen nicht immer methodisch erfasst werden können. Die Europäische Kommission (2013a und 2013b) hat zur Integration der Belange des Klimawandels in die UVP und die SUP zudem Leitfäden formuliert. Einige europäischen Länder (z.B. NL, UK, Irland, Schottland und Österreich) setzen die Integration der Klimaanpassung in die SUP bereits praktisch um. Sie haben Leitfäden entwickelt, welche eine Integration der Klimafolgen in der Umweltprüfung unterstützen soll (NCEA 2011; Wende et al. 2012, EPA2015, Environment Agency 2011, The Scottish Government 2010, Balla et al. 2018). In Deutschland gibt es einzelne Pilotvorhaben, die erste Überlegungen zu inhaltlichen Analysemethoden (Esslingen) und einer methodischen Integration in die Umweltprüfung (Regensburg) vorgenommen haben (Jacoby/Beutler 2013, Wetzel 2017). Obwohl sie keine explizite Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung durchgeführt haben, findet eine Integration der Klimaanpassung in der Bauleitplanung bereits statt (UBA 2014). Hinzu kommt ein von Helbron (2008) entwickeltes Indikatorenset zur Integration der Klimaanpassung in das Monitoringsystem einer SUP zur Umsetzung von Regionalplänen. Ob und wie dieses in der Praxis angewandt wird, ist bisher nicht bekannt.

Die Umweltprüfung verwendet grundsätzlich das Prinzip des Adaptive Management von Holling (1978), das den Umgang mit Unsicherheiten und nicht vorhersehbaren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt erleichtert. Die Elemente der Umweltprüfung bieten hierzu zahlreiche Anknüpfungspunkte (Jacoby 2014, Wende 2015, Europäische Kommission 2013a und 2013b, Willekens 2009). Die vorhandenen Ansätze und Methoden, wie eine Klimafolgenbetrachtung durchgeführt werden kann, unterscheiden sich deutlich in ihrer spezifischen Herangehensweise (BMVBS/BBSR 2013, Frerichs et al. 2014). Die für einen vorgegebenen Raum durchgeführte Klimafolgenbetrachtung muss sich inhaltlich in die räumliche

Planung integrieren. Die inhaltlichen Schwerpunkte gehen über die Prüfung der Auswirkungen eines Vorhabens oder der Planung auf das Stadtklima und die Luftqualität hinaus und betreffen alle Schutzgüter, die in der Umweltprüfung untersucht werden. Dafür gewinnen verfahrensbezogene Aspekte (Beteiligung der Öffentlichkeit, Prüfung der Nullvariante und von Alternativen, das Monitoring der umgesetzten Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen sowie der Auswirkungen der umgesetzten Planungen und Projekte unter dem Gesichtspunkt der Folgen des Klimawandels) an Bedeutung. Dadurch können die Aspekte der Klimaanpassung frühzeitig in das **Verfahren** der städtebaulichen Planung integriert werden, um deren Stellwert im Rahmen der Abwägung im formellen Aufstellungsprozess des Bauleitplans zu stärken und das Bewusstsein für Umweltauswirkungen, die durch die Umsetzung entstehen können, zu schärfen (Jacoby 2013, Wende 2015).

## 1.4 Forschungsziele und Hypothesen



**Abbildung 1: Hypothesen zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung (UP), Eigene Darstellung**

Ziel der Arbeit ist es zu erfassen, welche Schwerpunkte besonders wichtig sind, um eine Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung zu integrieren und wie der Umgang mit Unsicherheiten in der Planungspraxis möglich ist. Dabei wird die Umsetzung der Integration einer Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung anhand praktischer Umsetzungsbeispiele untersucht, eine Prüfmethode entwickelt und Schlussfolgerungen in Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung der Umweltprüfung auf diesem Gebiet gegeben. Es wurden folgende Hypothesen und Forschungsfragen zu Grunde gelegt:



### **Hypothese 1: Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten der Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung**

Die Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung (UP) ermöglicht es der Bauleitplanung, mit Unsicherheiten umzugehen und die Anpassungsfähigkeit der Stadtentwicklung an sich verändernde Umweltbedingungen zu steigern.

- Welche Planungsmethoden und Verfahren schließen den Umgang mit Unsicherheiten in der Zukunft mit ein und lassen sich in die Umweltprüfung integrieren? Welche Stärken und Schwächen haben die verschiedenen Methoden und Verfahren einer Klimafolgenbetrachtung?
- Wie können diese Methoden besonders gut in die Umweltprüfung integriert werden?
- Welche Bedeutung hat die Umweltprüfung, um im Fall nicht vorhersehbarer Ereignisse (die auch auf den Folgen des Klimawandels beruhen) in der durchgeführten Planung nachzusteuern? Gibt es Methoden, diese bereits im Voraus mit einzuplanen?
- Welche Bestandteile der Umweltprüfung eignen sich besonders gut, um den Umgang mit Unsicherheiten zu erleichtern?

### **Hypothese 2 Inhalt: Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Umwelt**

Die inhaltliche Integration einer Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung geht über die Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter hinaus und zielt darauf ab, die Wechselwirkungen zwischen den Folgen des Klimawandels und der Stadtentwicklung zu erfassen.

- Wie wirkt sich der Klimawandel, verstärkt durch die Stadtentwicklung, auf die in der Umweltprüfung betrachteten Schutzgüter aus?
- Welche Umweltziele sind erforderlich, um eine anpassungsfähige Umwelt zu ermöglichen?
- Welche Daten können in der Praxis zur Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung genutzt werden?
- Welche Planungsgrundlagen auf formeller und informeller Ebene unterstützen dies?
- An welchen Stellen wird die Klimafolgenbetrachtung in den Umweltberichten und vorausgehenden Gutachten integriert?
- Wie kann eine nachvollziehbare Klimafolgenbetrachtung in der Stadtentwicklung in die Umweltprüfung integriert werden?

### **Hypothese 3 Prozess: Umweltprüfung als (Lern-) Prozess im Umgang mit den Folgen des Klimawandels**

Trotz einiger Anwendungsbeispiele ist die allgemeine Integration der Klimafolgenabschätzung in das Verfahren der Umweltprüfung noch nicht abschließend geklärt.

- Welche Methoden und Verfahren der Klimafolgenbetrachtung werden in der Stadtentwicklung angewandt?
- In welchen Schritten des Umweltprüfverfahrens werden Teile einer Klimafolgenabschätzung integriert (Screening, Scoping, Umweltbericht und Monitoring)?
- Welche Erfahrungen wurden bei der Umsetzung in die Praxis gemacht?
- Welche Rolle spielen dabei die Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung?
- Welche Möglichkeiten und Hemmnisse wurden dabei identifiziert?
- Wie können diese in der Praxis verbessert werden?

## 1.5 Beschreibung der angewandten Forschungsmethodik

Das gewählte Forschungsdesign orientiert sich am Forschungsstil der „*Grounded Theory*“, die von Corbin und Strauss in den 1960er Jahren entwickelt wurde, welche einen iterativ-zyklischen Forschungsprozess zu Grunde legt. Daraus entfaltet sich ein Dialog zwischen den empirischen Ergebnissen und der Ausbildung einer Theorie. Die Besonderheit liegt darin, dass Datengewinnung, Datenanalyse und Theoriebildung zeitgleich stattfinden können. Der Forschende überprüft und überarbeitet während der Datenerhebung und Analyse kontinuierlich die sich entwickelnde Theorie. Demnach orientieren sich die verwendeten Werkzeuge am angestrebten Erkenntnisgewinn. Literaturanalyse, Metadatenanalyse, Dokumentenanalyse, Experteninterviews, Beobachtungen und die Auswertung von Fragebögen ergänzen sich und tragen zu einer Verdichtung der Theorie bei (Sturm 2018).

Dieses Forschungsvorhaben gliedert sich auf der Grundlage der beschriebenen Hypothesen in die drei Hauptkategorien

- Umgang mit Unsicherheiten im Planungsprozess (Festlegen methodischer Schwerpunkte, Einbeziehen der Einschätzung der Experten).
- Inhaltliche Integration (Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Umwelt, Entwickeln von Prüfkategorien und Zielen)
- methodisch-verfahrensbezogene Integration (Entwicklung der notwendigen Prüfschritten zur Zuordnung der Inhalte der Klimafolgenbetrachtung und der Integration des Umgangs mit Unsicherheiten im Planungsprozess).

Die Beschreibung der gewählten Kategorien erfolgt zunächst über eine Literaturlauswertung zu den Auswirkungen des Klimawandels im Allgemeinen und in der Stadtökologie bezogen auf die in der Umweltprüfung verwendeten Schutzgüter. Des Weiteren werden die Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten, deren Möglichkeiten zur Steigerung der Lernfähigkeit und deren Anknüpfungspunkte an die Umweltprüfung beschrieben. Diese werden auf die Möglichkeiten der Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung und der dort integrierten Umweltprüfung übertragen.

Wie bereits beschrieben, fand auf internationaler Ebene eine Diskussion über die Art und Weise der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die strategische Umweltprüfung statt, welche auch auf die Erfahrungen anderer europäischer Länder zurückgreifen kann. Die Entwicklung der ersten Prüfsystematik basiert auf der Auswertung der dazu veröffentlichten Studien (aus England, Dänemark und Österreich) und den entwickelten Leitfäden der EU, den Niederlanden, Irlands, Schottlands, Englands und Wales (z.B. Posas 2011a, Weiland 2010, Larsen et al. 2013, Jiricka et al. 2016, Enríquez-de-Salamanca et al. 2016, Egging 2013, NCEA 2015, UKCIP 2004, Environment Agency 2011, Scottish Executive Natural Scotland 2006, The Scottish Government 2010, EPA2015).

Zum Abgleich der Konzeption wurden Beispielstädte ausgewählt, die aufgrund ihrer Betroffenheit eine langjährige Erfahrung aufweisen und Instrumente entwickelt haben, die exemplarisch für eine Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung genutzt werden können. Dabei wurden mehr als 40 Städte in einer Querauswertung von Leitfäden, Studien, Forschungsberichten, Bibliographien und Datenbanken gefunden. Diese nutzen alle Informationen zur städtischen Klimafolgenbetrachtung in der Stadtentwicklung (z.B. Fraunhofer IRB 2001, BBSR 2016, Becker 2016, UBA 2014). Die Auswahl fiel auf Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart. Diese unterscheiden sich durch

- ihre Betroffenheit durch den Klimawandel (stadtklimatische oder wasserwirtschaftliche Herausforderungen),
- die Rolle des Flächennutzungsplans für die Steuerung der städtebaulichen Entwicklung (Parallelverfahren, Neuaufstellung des Flächennutzungsplans) und
- die Instrumente, die Klimafolgen für die Stadtentwicklung und Umwelt abschätzen.

Ausgangslage für die durchgeführten Untersuchungen waren die in Tabelle 1 aufgelisteten Instrumenten, die entweder inhaltliche oder prozessuale Besonderheiten aufgezeigen, die eine Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung erleichtern.

Stadt	Instrumente
Bremen	Flächennutzungsplan, Landschaftsprogramm und Grünordnungsplan
Hamburg	Strukturplan Regenwasser 2030 und Wasserwirtschaftlicher Begleitplan
Berlin	StEP Klima, StEP Klima KONKRET, Landschaftsprogramm, Umweltatlas (FIS Broker)
Stuttgart	Abteilung für Stadtklimatologie im Umweltamt Stuttgart, Rahmenplan Halbhöhenlagen

**Tabelle 1: Ausgangslage für die Auswahl der Praxisbeispiele (eigene Erhebung)**

In den Städten wurden sowohl Planungs- und Datengrundlagen als auch Dokumente der Fach- und Bauleitplanung analysiert. Die Hauptkategorien ergaben sich dabei aus den bereits dargelegten Hypothesen und Forschungsfragen. Hinzu kamen leitfadengestützte Experteninterviews mit Vertretern der Bauleitplanung, Landschafts- und Umweltplanung, Wasserwirtschaft, Stadtklimatologie und Klimaanpassung. Eine genauere Aufschlüsselung der Interviewpartner und ihre Zuordnung zu den erbrachten Aussagen in Kapitel 6 und 7 findet sich im Anhang. Die Schwerpunkte der Interviews bezogen sich auf:

- das Verständnis von Klimawandel / Klimaschutz / Klimaanpassung in der Stadtentwicklung,
- die inhaltliche und formelle Integration des Klimawandels,
- den Umgang mit Unsicherheiten,
- Nullvarianten und Alternativenprüfung,
- Indikatoren, Messgrößen und Datengrundlagen,
- Monitoring und kommunale Umweltüberwachung,
- Darstellung von Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen und
- Beteiligung.

Dabei wurden die Experten nach positiven und negativen Beispielen der Umsetzung einer Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung befragt. Um eine vertiefende Dokumentenanalyse (Protokolle, Gutachten, Umweltberichte und Plandokumente) durchzuführen, wurden aus den genannten Bebauungsplänen, sofern noch keine weiteren Beispiele bekannt waren, zwei Bauleitplanverfahren in jeder Stadt ausgewählt. Gegebenenfalls wurden diese als Anschauungsbeispiele in den Interviews verwendet. Diese qualitative Analyse sollte Rückschlüsse über die Einbindung der Klimafolgen in die Umweltprüfung und die dafür ausschlaggebenden Faktoren geben. Zusätzlich dienten die Interviews dazu, das bis dahin entwickelte Prüfschema zu verfeinern und auf seine Praxistauglichkeit zu überprüfen.

Code	organisationale Zugehörigkeit	Datum	Länge (ca.)	Dokumentation
Bremen				
Bre 1	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Referat qualitative Wasserwirtschaft; Team Abwasserbeseitigung, Regenwasserbewirtschaftung	15.06.2017	1:30 h	Gesprächsprotokoll Transkript
Bre 2	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Referat Naturschutz und Landschaftspflege	28.06.2017	1:25 h	Transkript
Bre 3	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Referat Raumordnung, Stadtentwicklung, Flächennutzungsplanung	03.07.2017	0:43 h	Transkript
Bre 4	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Referat Stadtplanung	03.07.2017	3:00 h	Transkript
Bre 5	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Referat Verfahrensleitstelle	28.06.2017	0:42 h	Transkript
Bre 6	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Referat Klima & Energie	15.06.2017	1:15 h	Transkript
Hamburg				
H1	Behörde für Umwelt und Energie: Umsetzung Amt für Umweltschutz; Wasserwirtschaft, Schutz und Bewirtschaftung der Oberflächengewässer, Ansprechpartnerin bei Bebauungsplänen	21.04.2018	1:25 h	Transkript
H2	Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen, Grundsatzfragen Bauleitplanung	10.07.2017	2:13 h	Transkript
H3	Behörde für Umwelt und Energie Amt für Naturschutz, Grünplanung und Energie	20.07.2017	1:33 h	Transkript
H4	Behörde für Umwelt und Energie; Leitstelle Klima, Klimaanpassung	11.04.2018	0:50 h	Transkript
Berlin				
Ber 1	Berliner Wasserbetriebe Konzepte AE-T/S/A Strategien und Abwasserableitung / Regenwasserbewirtschaftung	10.11.2017	1:50 h	Transkript
Ber 2	Senatsverwaltung Umwelt Verkehr und Klima Wasserbehörde	03.01.2018	2:00 h	Gesprächsprotokoll, Transkript
Ber 3	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Abteilung II – Städtebau und Projekte, Entwicklung und Nachnutzung des Flughafens Tegel	21.09.2017	1:40 h	Transkript
Ber 4	Senatsverwaltung Stadtentwicklung und Wohnen, Referat Stadtentwicklungsplanung Stadtentwicklungsplan Klima	11.07.2017	1:20 h	Transkript
Ber 5	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Landschaftsplanung	08.01.2018	Telefonat	Protokoll
Ber 6	Privater Landschaftsarchitekt (Auftragnehmer)	03.01.2018	1:10 h	Transkript
Stuttgart				
S1	Tiefbauamt Eigenbetrieb Stadtentwässerung	28.08.2017	1:05 h	Transkript
S2	Amt für Umweltschutz Abteilung Stadtklimatologie	23.08.2017	1:20 h	Transkript
S3	Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung, Sachgebiet Landschaftsplanung, Grünordnungsplanung	28.09.2017	1:20 h	Transkript
Im Interview H1 und S1 wurden mehrere Personen befragt. Da diese ihre Aussagen gegenseitig bekräftigt haben wird davon abgesehen, sie in der Zitation zu unterscheiden.				

**Tabelle 2: organisationale Zugehörigkeit der Experteninterviews**

Abschließend wurden die Analyseergebnisse zusammengeführt, abgeglichen und Handlungserfordernisse zur Erfüllung der vorgeschlagenen Prüfsystematik identifiziert. Es hat sich gezeigt, dass nicht alle Prüfschritte mit den aktuellen Voraussetzungen angewandt werden können. Hierzu fehlen Daten, die auf kommunaler Ebene verwendbar sind, und eine Standardisierung von Zielvorgaben, Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen. Ergebnis der Arbeit sind Empfehlungen für die Bauleitplanung, eine Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung zu integrieren.

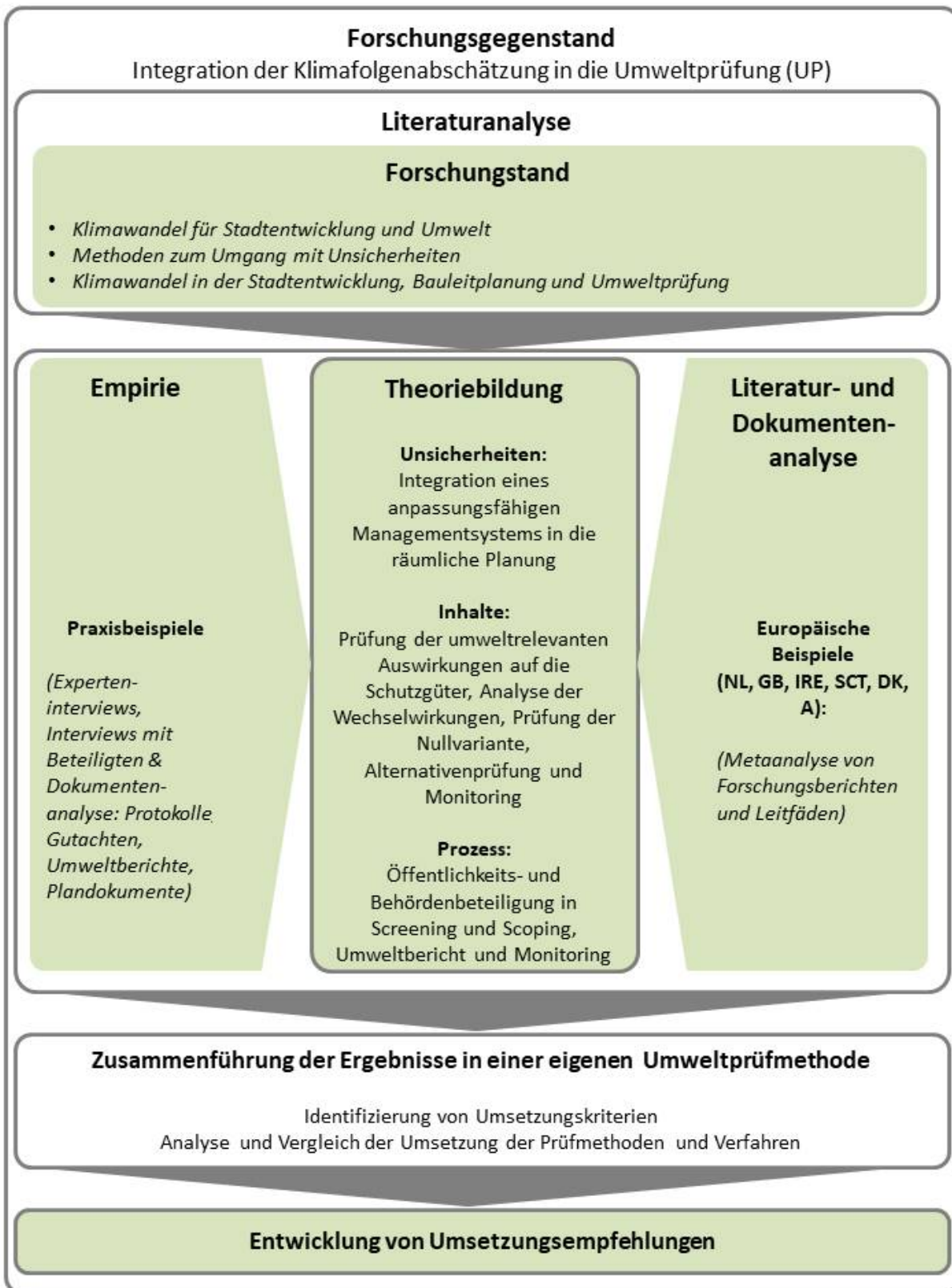


Abbildung 2: Forschungsmethodik basierend auf dem Forschungsstil der „Grounded Theory“ nach Corbin & Strauss (1990)

## 1.6 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn wird in Kapitel 2 der Einfluss des Klimawandels auf die Stadtentwicklung und Umwelt aufgezeigt, indem die Auswirkungen des Klimawandels in Form von Hitze und Trockenheit sowie Starkniederschlägen, Überschwemmungen, Hochwasser und Sturmfluten beschrieben werden. Dabei werden die Systemzusammenhänge erfasst und anhand der in der Umweltprüfung üblichen Schutzgutsystematik aufgeschlüsselt. Es wird darauf eingegangen, welche Auswirkungen diese Klimafolgen mit der Stadtentwicklung auf die in der Umweltprüfung untersuchten Schutzgüter haben und welche Wechselwirkungen sich daraus ergeben können.

Kapitel 3 widmet sich den Ursachen für Unsicherheiten bei der Betrachtung von Klimafolgen. Anhand des Denkmodells der Resilienz werden die verschiedenen Entscheidungsprozesse unter Unsicherheit beschrieben. Dabei wird dargelegt, wie das Risikomanagement, die Szenario-Planung und das Adaptive Management mit diesen Unsicherheiten umgehen und die Lernfähigkeit steigern können. Entscheidend sind dabei die Anknüpfungspunkte an die Umweltprüfung.

Die Möglichkeiten und Grenzen der Klimafolgenbetrachtung in der Stadtentwicklung werden in Kapitel 4 herausgearbeitet. Aus den in Kapitel 2 erfassten Auswirkungen des Klimawandels auf die Umwelt werden die Leitbilder einer resilienten, wassersensiblen, temperatursensiblen und biodiversen Stadt- und Quartiersentwicklung abgeleitet. Vor diesem Hintergrund werden Planungs- und Datengrundlagen für die Bauleitplanung erfasst, um im Anschluss die Steuerungsmöglichkeiten der Bauleitplanung zu beschreiben.

Die Herausforderungen der Umweltprüfung als Instrument der Entscheidungsunterstützung bei der Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung werden in Kapitel 5 herausgearbeitet, indem die Entwicklung der fachlichen Diskussion auf europäischer und nationaler Ebene dargelegt wird. Hierbei wird auf die Besonderheiten der Umweltprüfung in der Bauleitplanung eingegangen und die grundsätzlichen inhaltlichen und methodischen Elemente der Integration der Klimafolgenbetrachtung dargelegt.

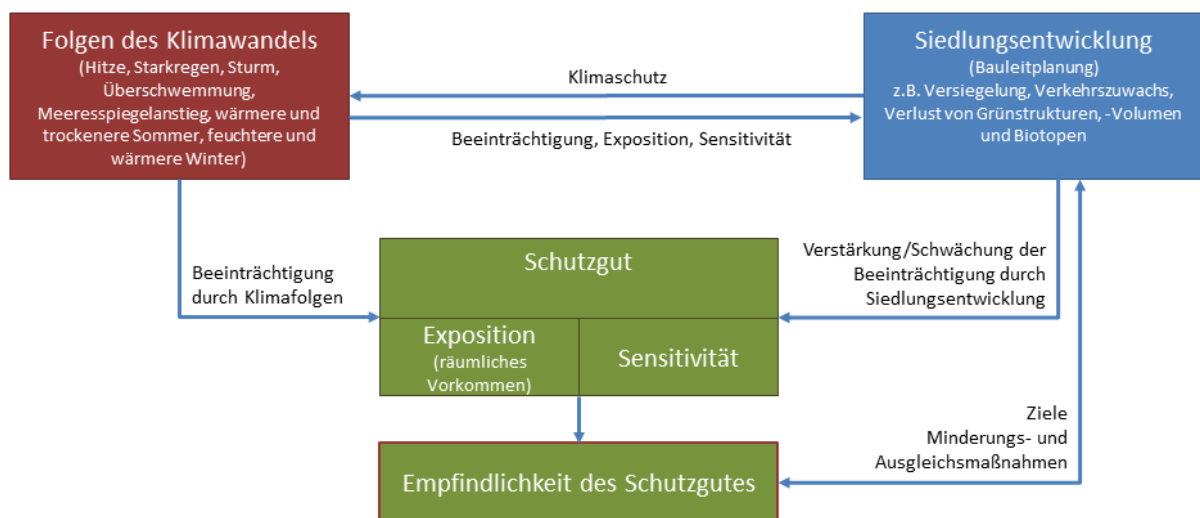
Vor dem Hintergrund der beschriebenen Grundlagenkapitel geht Kapitel 6 auf die Handlungsoptionen der Praxisbeispiele Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart ein. Dabei werden zunächst die Planungs- und Datengrundlagen beschrieben. Eine Analyse beschreibt den Umgang mit den Klimafolgen in der Bauleitplanung anhand der gewählten inhaltlichen und methodischen Anknüpfungspunkte in der Umweltprüfung.

Das in Kapitel 5 erstellte Modell wird basierend auf dem dargelegten Vergleich in Kapitel 6 auf seine Anwendbarkeit bewertet. Kapitel 7 schlägt dabei die Brücke zwischen den erfassten theoretischen Grundlagen und der Praxisanalyse. Abschließend fasst Kapitel 8 weitere Handlungserfordernisse und den Forschungsbedarf zusammen.



## 2 Bedeutung des Klimawandels für Stadtentwicklung und Umwelt

Die städtische Umwelt ist besonders vom Klimawandel betroffen, da sie bereits durch ihre Bebauung und Versiegelung die Lebenswelt von Umwelt und Stadtbewohnern belastet (IPCC 2015: 535f). Die schnelle Zunahme der Bevölkerung übt einen immensen Druck auf den Wohnungsmarkt und die noch vorhandenen Freiflächen aus. Obwohl die die Bedeutung grüner Infrastruktur durch den Klimawandel zunimmt, sieht sich die Stadtplanung gezwungen, diese Freiflächen für weitere Siedlungen zu entwickeln und Bauprojekte umzusetzen, die Umwelt und die Bewohner der Städte weiter belasten können. Dadurch werden Freiflächen versiegelt, Boden verdichtet und zusammenhängende Freiräume, Grünstrukturen, städtische Biodiversität und Biomasseproduktion reduziert sowie der Luftaustausch und die Luftqualität eingeschränkt. Zusätzlich verändert der Klimawandel städtische Ökosysteme und Lebensverhältnisse durch wärmere und trockenere Sommer, feuchtere und wärmere Winter, zunehmende Wetterextreme wie Hitzewellen, Starkregenereignisse, Überflutungen, Hochwasser, Stürme und Meeresspiegelanstieg in einer Schnelligkeit, die die mögliche Anpassungsgeschwindigkeit an bereits stattfindende Veränderungen teilweise übersteigt (Breuste et al. 2016). Der Handlungsbedarf Siedlungsstrukturen an den Klimawandel anzupassen, und diese Risiken im Voraus zu minimieren steigt. Dies zeigt sich auch an der zugenommenen Frequenz der Wetterextreme im letzten Jahrzehnt. Gerade die Gegensätze von Trockenperioden und Starkniederschlägen strapazieren die Ökosysteme besonders stark (IPCC 2012: 119f & 145, Munich RE 2019, DWD 2017, Guerreiro et al. 2018, IPCC 2018).



**Abbildung 3: Schema der Wirkzusammenhänge zwischen Klimawandel, Stadtentwicklung und deren Auswirkungen auf die Umwelt (Schutzgüter) (Eigene Darstellung)**

Das Schema der Wirkzusammenhänge zwischen Klimawandel, Stadtentwicklung und deren Auswirkungen auf die Umwelt zeigt, wie sowohl die Folgen des Klimawandels als auch die Siedlungsentwicklung die Schutzgüter beeinträchtigen können. Ihre Empfindlichkeit hängt von der Exposition und Sensitivität der Schutzgüter ab, welche durch Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen der Stadtentwicklung reduziert werden können.

Deswegen ist es notwendig, die stattfindenden Umweltveränderungen strukturiert zu erfassen und deren Auswirkungen auf die Schutzgüter zu betrachten. Im folgenden Kapitel werden die Auswirkungen der Klimafolgen und Stadtentwicklung auf die Schutzgüter und deren Wechselwirkungen



betrachtet. Dabei wird beschrieben, welche Folgen der Klimawandel in Deutschland haben wird und wie er die Stadtentwicklung beeinflussen kann.

## **2.1 Auswirkungen des Klimawandels auf die Siedlungsentwicklung in Deutschland**

Der menschengemachte Klimawandel führt nicht nur zum Anstieg der durchschnittlichen Globaltemperatur, sondern auch zu veränderten Niederschlagsverhältnissen und Großwetterlagen, die heißere und trockenere Sommermonate und wärmere und feuchtere Winter sowie häufigere Extremwetterereignissen und den Anstieg des Meeresspiegels zur Folge habe. Mehr Feuchtigkeit in der Atmosphäre führt sowohl zu intensiveren Niederschlägen als auch zu Dürren und längeren Trockenperioden (Kunz et al. 2017: 58).

### **2.1.1 Hitze und Trockenheit**

Seit 1880 hat sich die Dauer von Hitzewellen im Schnitt verdreifacht (Deutschländer/Mächel 2017: 55). Wetteraufzeichnungen und Klimamodellierungen zeigen, dass die wesentliche Anzahl der Kenntage mit heißen Temperaturextremen zunehmen und die Anzahl der Frosttage abnehmen werden (Deutschländer/Mächel 2017: 50f, Jacob et al. 2014). Eine besondere Bedeutung messen die Klimatologen der Zunahme der Tropennächte um über 20 Nächte im Jahr für die kontinentalen Bereiche im Osten Deutschlands bei (Auswertung der A1B und RCP4.5 Szenarien)<sup>1</sup>, deren Häufigkeit bei Verwendung des SRES A1B Szenarios bis zum Ende des Jahrhunderts um das 6 bis 18-fache zunehmen können. Weniger davon betroffen sind die Küstenregion und der Westen Deutschlands (Deutschländer/Mächel 2017: 50f).

Das Ökosystem Stadt reagiert besonders empfindlich auf Hitze und Trockenheit (Lass/Reusswig 2018). Hitzewellen treffen nicht alle Bevölkerungsgruppen und Ökosysteme gleich schwer. Vor allem Kinder und Hochbetagte leiden gesundheitlich sehr unter der Hitze. Der städtische Hitzeinseleffekt verstärkt diese hohe Belastung. Da sich Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten und Senioreneinrichtungen oft in innenstadtnahen Lagen befinden, verstärken sich dort die hitzebedingten Beeinträchtigungen für ihre Nutzer.

Die Entstehung von Hitzeinseln ist charakteristisch für große Städte, in denen die Temperaturdifferenz zwischen Innenstadt und Umland zunimmt (Oke 1973: 777, Oke 1993). Durch die Bebauung und Stellung der Gebäude ist der Luftaustausch zwischen Kaltluftentstehungsgebieten und Siedlungskörper eingeschränkt. Zusätzlich heizen sich dunkle Baukörper und versiegelte Flächen durch ihre höhere Wärmespeicherkapazität stärker auf. Helle Flächen oder durchgrünte Freiflächen kühlen sich und ihre nähere Umgebung durch Wärmereflektion und Verdunstung schneller ab. Der Temperaturunterschied zwischen Gras und Beton kann im Sommer bis zu 20°C betragen. Pflanzen reagieren mit Trockenstress, sobald die Bodentemperatur steigt und Niederschläge abnehmen. Vor allem offene Freiflächen und trockene Grasflächen haben dann keine kühlende Funktion mehr. Wenn die Flächen mit einzelnen Bäumen bepflanz sind, trocknen die Flächen später aus, da große Flächen zeitweise im Schatten liegen (Mathey et al. 2011). Gill et al. (2013) empfehlen dringend Flächen, die für das Mikroklima besonders wichtig sind, auch während langanhaltenden Trockenperioden mit Grauwasser oder gesammeltem Regenwasser zu beregnen, da diese entscheidend für die innerstädtische Abkühlung sind. Liegt das Gras im Schatten, ist es weniger dem Hitze- und Trockenheitsstress ausgesetzt, da es weniger evapotranspiert. Der Hitzeinseleffekt kann eingedämmt werden, wenn Frisch- und Kaltluftkorridore

---

<sup>1</sup> In diesem Fall wurde die Häufigkeit der Hitzewellen auf die Sommermonate (Juni, Juli, August) beschränkt. Es handelt sich dabei um eine Wärmeperiode mit überdurchschnittlich heißen Tagen, die länger als 3 Tage andauern (Deutschländer/Mächel 2017).

zwischen Innenstadt und Kaltluftentstehungsgebieten erhalten werden und in der Stadt mikroklimatische Abkühlungspotenziale vorhanden sind. Diese sollen durch Verdunstung, Verschattung und Reduzierung des Albedoeffekt verhindern, dass sich die Innenstädte weiter aufheizen.

Gill et al. (2007: 123) zeigen an einem Beispiel in Manchester, dass eine Erhöhung des Grünanteils um 10% die maximale sommerliche Oberflächentemperatur bis zum Ende des Jahrhunderts in der Innenstadt nicht erhöht. Bleibt der Grünanteil gleich, erhöht sich diese um 4,5°C und bei einem Rückgang des Grünanteils um 10% um 8,5°C auf ungefähr 39,5°C. Es ist also evident, dass vorhandene städtische Grünstrukturen mit großen Abkühlungspotentialen und Potenzialen zur Wasserspeicherung besonders geschützt werden müssen. Durch ihr Grünvolumen, das mit ihrem Alter zunimmt, nehmen Stadtbäume eine Schlüsselrolle in einer wärmer werdenden Stadt ein (Matzinger et al. 2017: 26). Sie sind Schattenspenden, Wasserspeicher, Heimat für zahlreiche Arten der Flora und Fauna. Bäume, die älter als 40 Jahre alt sind, haben sich in einer Hamburger Studie als besonders robust erwiesen, Trockenperioden und Hitzewellen zu überstehen (Dickhaut/Eschenbach 2018: 32). Durch ihre tiefen Wurzeln können sie Wasservorkommen in tieferen Erdschichten und einem breiteren Radius erreichen. Dort finden sie während langanhaltender Trockenheit noch Wasser. Zusätzlich sind sie in der Lage, über einen längeren Zeitraum mehr Wasser und Kohlenstoff zu speichern. Mit ihren großen Baumkronen spenden sie Schatten und kühlen mit ihrer großen Blattoberfläche durch Verdunstung ihre Umgebung. Nicht immer reicht der Platz im Straßenraum für Bäume aus, so dass Fassadenbegrünung einen Teil dieser Verdunstungskühlung übernehmen kann (Mathey et al. 2011: 33). Dachbegrünung dagegen unterstützt den mikroklimatischen Abkühlungseffekt nur gering. Schlünzen et.al. (2018) haben in einer Modellierung für Hamburg festgestellt, dass eine flächendeckende Umsetzung der Dachbegrünung auf allen dafür technisch möglichen Dächern der Hitzeinseleffekt um 0,2°K gesenkt werden kann.

### **2.1.2 Starkniederschläge, Überschwemmungen, Hochwasser und Sturmfluten**

Die Intensität der Niederschläge ist in Deutschland grundsätzlich abhängig von der Nähe zu Gebirgen oder zum Meer. In den Alpen und Mittelgebirgen fallen die höchsten Niederschläge. Die trockensten Regionen in Deutschland sind die Magdeburger Börde und das Thüringer Becken. Auch heute schon sind sommerliche kumulierende Regenschauer und Gewitter sowie winterliche langanhaltende advektive Niederschläge typisch für Deutschland (Kunz et al. 2017: 58). Grundsätzlich sind die Niederschläge im Sommerhalbjahr höher als im Winterhalbjahr (DWD 2017: 23).

Durch die Erwärmung verstärkt sich die Dynamik des Wettergeschehens und führt zu einer höheren Wahrscheinlichkeit heute noch extremer Wetterereignisse, wie Starkniederschläge, Überschwemmungen, Hochwasser und Sturmfluten (IPCC 2013, Kunz et al. 2017: 61).

Niederschlagsaufzeichnungen des DWD zeigen, dass die Niederschlagsmengen, die seit 1881 aufgezeichnet werden, um durchschnittlich 9% im Jahr zugenommen haben. Diese Zunahme ist vor allem im Frühjahr und Winter deutlich erkennbar. Dabei wurden extreme Schwankungen zwischen sehr trockenen und sehr feuchten Jahren festgestellt. Zusätzlich ist erkennbar, dass Starkniederschläge in Süddeutschland und den Gebirgsregionen häufiger auftreten, als in anderen Regionen Deutschlands (DWD 2017: 23f). Aktuelle Klimamodelle gehen von einer tendenziellen Zunahme extremer Niederschläge aus, die aber aufgrund der groben Auflösung noch keine detaillierten Aussagen treffen können (DWD 2017: 37).

Sofern keine Vorsorge betrieben wurde, können Hochwasser und Starkniederschläge große Schäden verursachen. Das Ausmaß hängt von ihrer räumlichen Ausdehnung, Abflusshöhe und Ausdehnungsvolumen ab. Die Ursachen für vermehrte Hochwasser und Sturzfluten liegen nicht nur bei

der Häufung und längere Dauer regenreicher Großwetterlagen, sondern auch bei der veränderten Landnutzung, der zunehmenden Versiegelung und Änderung der Flussläufe der letzten hundert Jahre (Bronstert et al. 2017: 88).

Starkniederschläge zeichnen sich durch sehr intensive Regenfälle in kürzester Zeit über einem kleinen abgrenzbaren Raum aus, die oft durch eine Gewitterzelle verursacht werden. Regionale Studien haben eine Veränderung dieser Niederschläge dokumentiert (Albrecht 2006). In NRW hat die Anzahl der Starkniederschläge vor allem von Juli bis September seit den 70er Jahren zugenommen (Bronstert et al. 2017: 98, Müller/Pfister 2011). Für Deutschland kommen statistische Auswertungen der Starkniederschlagsentwicklung im letzten Jahrhundert zu keinem eindeutigen Trend, da Messmethoden über die Jahre verändert wurden und Definitionen je nach Anwendergruppe variieren (Kunz/Mohr/Werner 2017). Während in der Klimaforschung extreme Regenereignisse über einen Zeitraum von 12 bis 24 Stunden gemessen werden können, sind gerade die Niederschläge verheerend, die in nur wenigen Stunden Flüssen und Bäche in kleinen Einzugsgebieten anschwellen lassen (Bronstert et al. 2017: 99, Kunz et al. 2017: 58). Für seine Unwetterwarnung definiert der DWD Starkniederschläge als Niederschläge, die mehr als 25mm in einer Stunde oder 35mm in sechs Stunden mit sich bringen (Albrecht 2006). Grundlage für die Bemessung der Regenwasserbewirtschaftung ist die Wiederkehrwahrscheinlichkeit erfasster Niederschlagshöhen in einem angegebenen Zeitraum. Hierfür stehen Modelle wie KOSTRA DWD zur Verfügung (DWD 2015). Sie stellen die räumliche Verteilung der Wiederkehrintervalle der Niederschlagshöhen bezogen auf Dauerstufen (bis 72h) für den Zeitraum von 1951 bis 2010 in Rastern dar. Dabei wird zwischen einjährigen bis 100-jährigen Wiederkehrintervallen unterschieden (DWD 2017: 34, DWD 2015). Eine Auswertung radargestützter Daten kann kleinräumigere Angaben zur Starkniederschlagsverteilung in Deutschland machen (Pfister et al. 2015; Winterrath et al. 2017).

Flußhochwasser hingegen entstehen durch eine schnelle Schneeschmelze in den Gebirgen oder langanhaltende großräumige Regenereignisse in großen Flusseinzugsgebieten, in denen der Boden bereits gesättigt oder nicht durchlässig ist, die meist über mehrere Tage und Wochen anhalten. Sobald die Hochwasserschutzmaßnahmen nicht mehr greifen können, sind die Schäden innerhalb von Siedlungsgebieten im Falle eines Hochwassers hoch. Diese beziehen sich sowohl auf Sachschäden als auch auf die Beeinträchtigung der Grund- und Oberflächenwasserqualität durch den Eintrag aus Altlasten.

Die Küstenregionen werden wie bisher von Sturmfluten betroffen sein. Hierzu zählen die Friesischen Inseln, die Ostseeküste und die Tideelbe und Weser. Ob sich die Intensität dieser Stürme ändern wird, ist aus den Klimamodellen aktuell nicht erkennbar (UBA 2015a: 88, LAWA 2017: 33). Allein der steigende Meeresspiegel wird Anlass dafür geben, den Küstenschutz ausbauen zu müssen.

## 2.2 Wechselwirkungen der Folgen des Klimawandels mit der Stadtentwicklung bezogen auf die Schutzgüter in der Umweltprüfung

Die allgemeine Beschreibung der Klimafolgen auf die Umwelt macht deutlich, dass sich der Klimawandel auf die gesamte Umwelt und ihre Schutzgüter auswirkt. Die Wechselwirkungen sind vielseitig. Im folgenden Abschnitt wird eine thematische Abgrenzung der Klimawirkungen auf die in der Umweltprüfung angewandten Schutzgüter vorgenommen. Zusätzlich werden ihre Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern angedeutet und die verstärkenden Faktoren durch die Stadtentwicklung dargestellt sowie Handlungsbedarfe beschrieben, wie die Stadtentwicklung die Beeinträchtigungen eindämmen und vermeiden kann. Das Kapitel beruht dabei auf Tabelle 3, die diese Systemzusammenhänge beschreibt, um eine Vor-Ort-Analyse zu erleichtern. Dabei beziehen sich die beschriebenen Auswirkungen vornehmlich auf die Stadtökologie und die Stadtentwicklung. Andere Handlungsfelder wie die Land- und Forstwirtschaft werden nicht vertieft untersucht.

### 2.2.1 Fläche

Mit der UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU und deren Umsetzung in deutsches Recht wurde das Schutzgut Fläche als eigenständiges Schutzgut in den Prüfkatalog der Umweltprüfung aufgenommen. Es setzt sich hauptsächlich mit dem Flächenverbrauch durch Siedlungsentwicklung auseinander. Im Gegensatz zum Schutzgut Boden bezieht sich der Prüffaktor Fläche vor allem auf die Nutzung der Oberfläche (Battis et al 2015). Im Zusammenhang mit der Klimafolgenbetrachtung kann das Schutzgut „Fläche“ nur als Faktor betrachtet werden, der den Flächenverbrauch und somit den Verlust grüner Strukturen dokumentiert, welche einen grundlegenden Einfluss auf alle anderen Umweltmedien im Schutzgutkatalog haben. Damit kann mit der Prüfung des Schutzgutes die Qualität der Flächennutzung bewertet werden. Durch die Siedlungsentwicklung verändert sich die Flächeninanspruchnahme in ihrer Dichte und in der Flächennutzung, in der Flächeneffizienz (Repp 2019, Fina 2013; Meinel et al. 2014).

Folgewirkungen entstehen durch die primären Einflussfaktoren der Stadtentwicklung (v.a. über den Konflikt zwischen Bebauung und Freiraum). Diese wirken sich direkt auf andere Schutzgüter in Form von verstärkenden bzw. schwächenden Faktoren in der Stadtentwicklung aus. Durch eine zunehmende Zersiedlung kommt es zur Zerschneidung zusammenhängender Grundstrukturen, die sowohl für den Luft- und Temperatureaustausch, die Erholung, die Überflutungsvorsorge, die Grundwasserneubildung als auch für die Entwicklung der Artenvielfalt in der Stadt bedeutend sind.

Die Auswirkungen des Klimawandels haben hingegen lediglich durch den kontinuierlichen Meeresspiegelanstieg oder den Landverlust durch Sturmfluten direkte Auswirkungen auf nutzbarer Flächenpotenziale. Im Zusammenhang mit anderen Phänomenen des Klimawandels kann kein direkter Zusammenhang zur Veränderungen der Fläche hergestellt werden. Deswegen nimmt das Schutzgut „Fläche“ hinsichtlich seiner Wechselwirkungen zwischen den Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung eine besondere Funktion ein, welche in der Formulierung der Vorsorgeziele besonders deutlich wird.

### 2.2.2 Boden

Der Boden ist in seiner natürlichen Funktion „*Lebensgrundlage und Lebensraum für Mensch, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen*“, „*Bestandteil des Naturhaushalts*“ (Wasser- und Nährstoffkreisläufe), „*Abbau-, Ausgleich und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften*“ (Grundwasserschutz gem.§2 Abs. 2 Nr.1 BBodSchG).

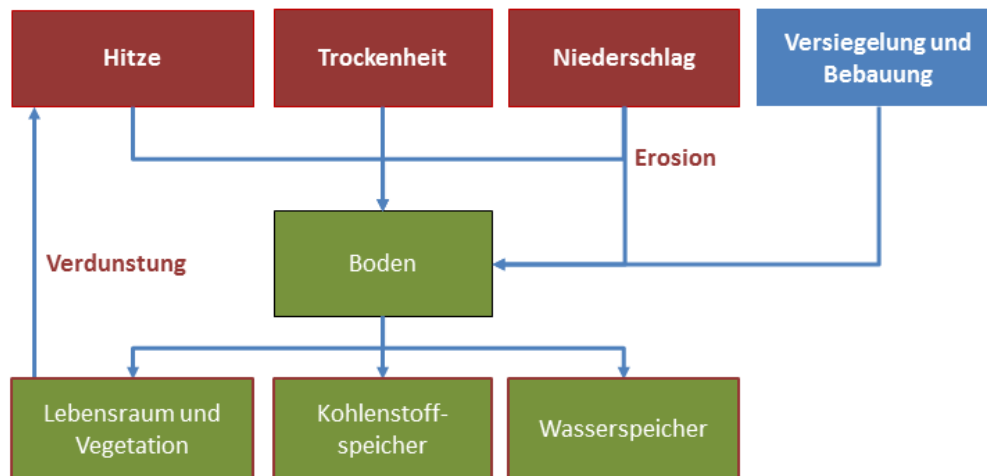
Die Zusammenhänge zwischen Biomasseproduktion, Humusanreicherung, Boden-Biodiversität und Freisetzung von CO<sub>2</sub> durch steigende Temperaturen, Trockenperioden und Wasserüberschuss sind komplex. Von Seiten der Wissenschaft ist aktuell keine abschließende Einschätzung möglich. Trotzdem können die Auswirkungen allgemein beschrieben werden (UBA 2015a: 170 ff., Wilke et al. 2011: 41, Marx et al. 2016: 60, Schuchardt et al. 2011: 298 ff.): Sommerliche Trockenperioden und eine geringe Wasserverfügbarkeit reduzieren die Evapotranspiration, die durch einen kapillaren Aufstieg des Grundwassers aus dem Boden gewährleistet werden kann. Eine geringe Feuchtigkeit setzt die Humusbildung, Nährstoffverfügbarkeit und Grundwasserneubildung zurück und beeinflusst dadurch langfristig die nutzbare Feldkapazität (nFK) und die damit einhergehenden Wasser- und Kohlenstoffspeicherkapazität, welche zu einem Rückgang der Vegetation und Biomasseproduktion führt. Besonders gefährdet sind Moore und deren C-Sequestrierung (LABO 2010). Nimmt die Sickerwasserspende ab, sind vor allem grundwasserferne Pflanzenstandorte gefährdet (LABO 2010: 7). Eine fehlende Bodendeckung verstärkt den Prozess der Erosion. Durch langanhaltende Trockenheit und sommerliche Starkniederschläge sind die natürlichen Bodenfunktionen beeinträchtigt und führen langfristig zum Verlust des Bodens durch Wind- oder Wassererosion. Bodenerosion durch Wasser findet statt, wenn die Wasseraufnahmekapazität des Bodens überschritten wird und es infolge dessen zu einem Oberflächenabfluss und Bodenabtrag kommt. Ist in diesem Fall der Boden nicht durch eine Pflanzendecke gebunden, besteht die Gefahr, dass noch mehr Substanz abgetragen wird.

Andererseits könnten steigende Temperaturen und eine höhere Bodenfeuchte durch zunehmende Aktivitäten der Bodenorganismen zu einer Freisetzung von Treibhausgasen und einer gesteigerten Humusbildung führen, welche das Pflanzenwachstum fördert und eine höhere Wasserspeicherkapazität bewirken kann (Amelung et al. 2018: 147ff).

In küstennahen Regionen wie Hamburg und Bremen kann es durch den Meeresspiegelanstieg zu einer Versalzung der Böden kommen, die die Nutzbarkeit des Bodens erheblich einschränkt (LABO 2010).

Die städtische Versiegelung und Verdichtung des Bodens schränkt die Wasseraufnahmekapazität ein, die notwendig ist, um den Bodenwasserhaushalt durch winterliche Niederschläge auszugleichen, und das Auswaschen von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern (Schuchardt et al. 2011: 295 f., Wilke et al. 2011: 41). Bei einer Verdichtung des Bodens nehmen das Porenvolumen und die Wasserleitfähigkeit des Bodens ab. Er kann so weniger Wasser und Nährstoffe halten. Das Pflanzenwachstum wird erschwert, was das Entstehen von Staunässe und Bodenerosion zur Folge haben kann. Verdichtete Böden führen zu einer reduzierten Bodenfruchtbarkeit, so dass keine Anpassung der Bodengemeinschaften an Veränderungen stattfinden kann (Schuchardt et al. 2011: 292).

Der Verlust wertvoller Böden durch die Stadtentwicklung verstärkt den Effekt des Klimawandels, indem Verdichtung und Versiegelung zusätzlich dazu beigetragen, die Wasser- und Kohlenstoffspeicherkapazität des Bodens zu reduzieren. Dieses Zusammenspiel beeinträchtigt den städtischen Wasser- und Temperaturhaushalt, indem ein eingeschränktes Grünvolumen und die Abnahme wasseraufnahmefähiger die Böden Verdunstungs- und Versickerungsmöglichkeiten einschränken.



**Abbildung 4: Einfluss des Klimawandels auf den Boden und Bodenfunktionen und seine Rückwirkungen auf das Klima (eigene Darstellung in Anlehnung an: Marx et al. 2016: 14 und UBA 2015a: 173)**

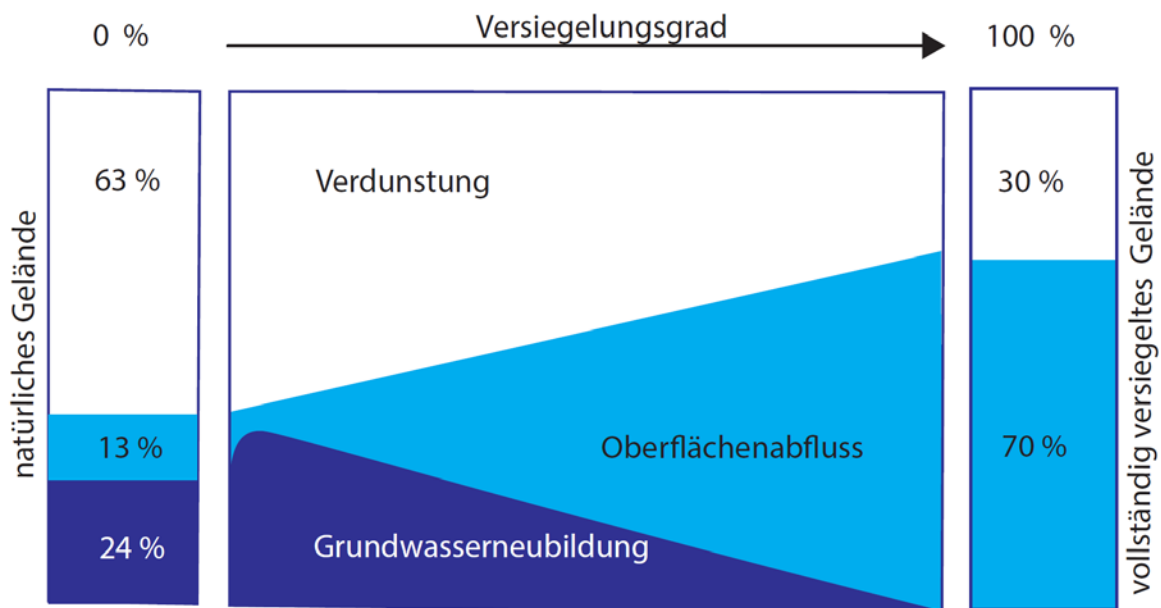
Den Boden und dessen Funktion zu schützen, ist nur möglich, wenn der Flächenverbrauch und dessen intensive Nutzung eingeschränkt werden. Da gute Böden eine wichtige Rolle für das Pflanzenwachstum spielen, sind vor allem die heute noch fruchtbaren Böden vor unwiederkehrbarer Vernichtung durch Versiegelung zu schützen und von Bebauung freizuhalten. Auf freien Flächen kann das für das Ökosystem Stadt wichtige Grünvolumen gesteigert werden, welches durch gut durchwurzelte Grünstrukturen dazu beiträgt, Vegetationsstrukturen aufrecht zu erhalten, die Wasser speichern, verdunsten und so Regenwasser zurückhalten und zur mikroklimatischen Kühlung beitragen.

### 2.2.3 Wasser

Wasser ist ein abiotischer „Bestandteilen des Naturhaushalts“ und ist „Lebensgrundlage des Menschen“ und „Lebensraum für Tiere und Pflanzen“ (siehe § 1 WHG). Es steht in Wechselbeziehungen mit den anderen Schutzgütern, die in einem direkten Zusammenhang mit dem Kreislauf des Wassers stehen, der sich aus Niederschlag, Versickerung, Verdunstung und Abfluss zusammensetzt (Wasserhaushalt) (Gassner et al. 2010: 112). Das WHG unterscheidet in § 2 zwischen oberirdischen Gewässern, Küstengewässern und Grundwasser, deren Wasserkörper in seiner Eigenschaft, seinem Zustand und seiner Beschaffenheit beurteilt wird.

Durch den Klimawandel muss mit erheblichen saisonalen Verschiebungen gerechnet werden, die in einigen Regionen zu verstärkten Niederschlägen in den Herbst- und Wintermonaten, zu Starkniederschlägen, Hochwasser aber auch zu Dürren und längerer Trockenheit in den Sommermonaten führen können.

Gewässer sind dabei sowohl für den Niederschlagsabfluss als auch für den klimatischen Ausgleich durch ihre Verdunstungs- und Wärmespeicherkapazität zuständig. Darüber hinaus tragen sie durch ihre lineare verbindende Struktur zur Biotopvernetzung und zum Luftaustausch bei (Gassner et al. 2010: 114).



**Abbildung 5: Veränderung des Wasserhaushalts durch zunehmende Versiegelung vereinfacht (übernommen aus: DWA M 153 2007)**

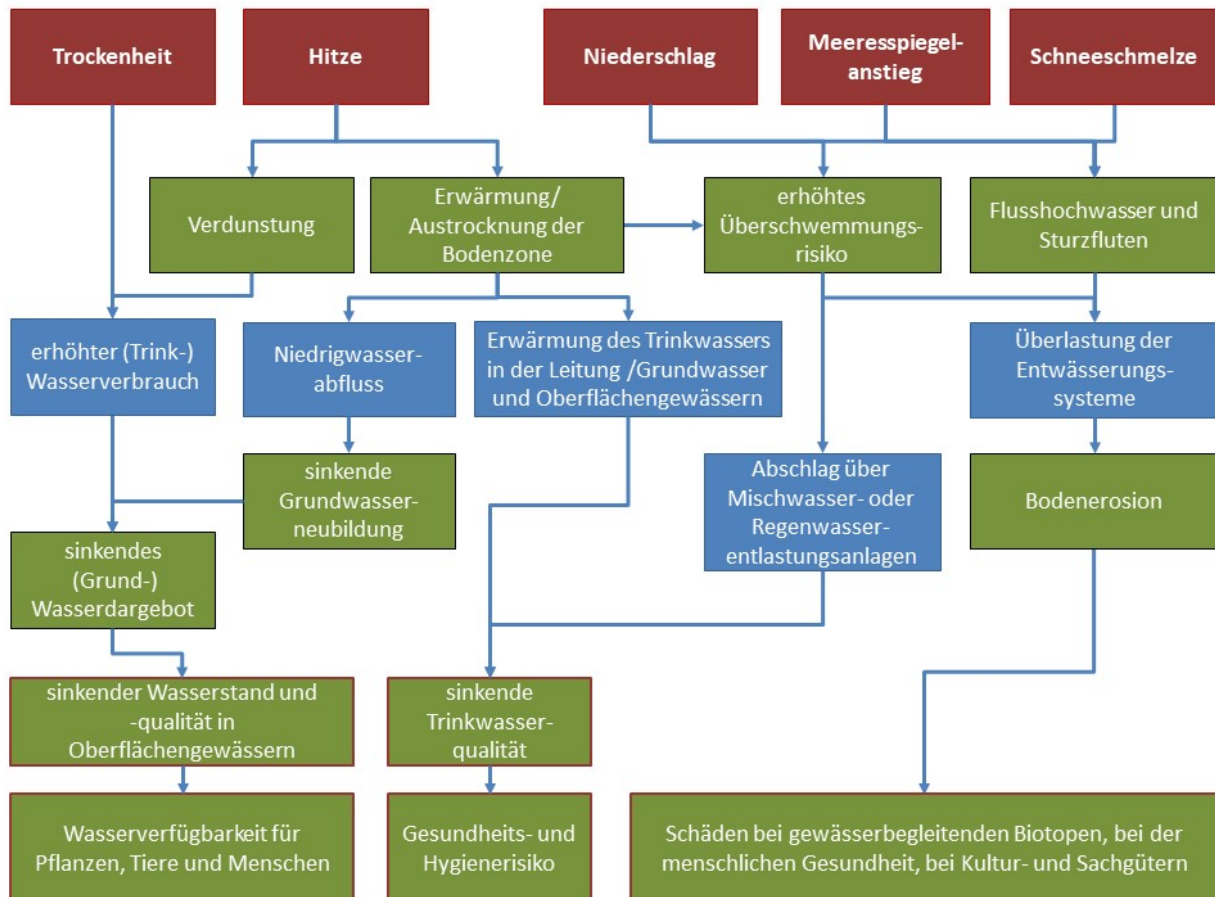
Der städtische Wasserhaushalt ist gekennzeichnet durch einen höheren Regenwasserabfluss und einen geringeren Versickerungs- und Verdunstungsanteil im Vergleich zu einem natürlichen Wasserhaushalt. Dies hat zur Folge, dass der Grundwasserstand in den Städten zusätzlich niedriger ist als im ländlichen Raum, die Vegetation durch ein niedrigeres Wasserdargebot beeinträchtigt ist und es zu erheblichen Hochwasser- und Starkniederschlagsschäden kommen kann. Zusätzlich ist die Dichte an Infrastruktureinrichtungen und Sachwerten höher.

### Fließgewässer und Hochwasserschutz

Die Beeinträchtigung von Fließgewässern wird verursacht durch Flussbegradigung, Beschleunigung oder Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit, Uferverbauung, Eintiefung des Gewässerbetts, Entfernung des Uferbewuchses, Verschmutzung des Gewässers oder Erwärmung des Wassers durch Kühlwasser. Stehen zu wenig Flächen für den Oberflächenabfluss zur Verfügung, kann es zu Hochwasser- und Überflutungsereignissen kommen. Da Flusshochwasser in ihrem Volumen nicht unbedingt zunehmen, ist anzunehmen, dass das vermehrte Schadensaufkommen durch eine intensive Landnutzung und Verbauung entlang der Flussläufe verursacht wird (Gassner et al. 2010: 114). Zusätzlich ändert sich der Wasserhaushalt durch eine veränderte Niederschlagshäufigkeit und – Intensität. Dies führt zu einer Zunahme von Extremereignissen wie Hochwasser und Sturzfluten aber auch zu Niedrigwasser während langanhaltenden Trockenperioden (LAWA 2017: 40f, UBA 2015a: 321 ff.).

Ausschlaggebend für die Auswirkung der Starkniederschläge und das Abflussverhalten des Wassers sind die Größe des Einzugsgebiets, die Topographie, die Versickerungs- und Speichermöglichkeit, der Versiegelungsgrad der Böden und die Vegetationsstruktur. Verdunstungspotenziale spielen bei diesen Ereignissen eine untergeordnete Rolle. Das Schadenspotenzial ist besonders hoch bei heftigen Sturzfluten, die in kleinen Einzugsgebieten bei kleinräumigen, heftigen Regenereignissen mit kurzer Dauer (wenige Stunden bis einen Tag) und hoher Intensität entstehen. Die Vorwarnzeit ist hier sehr gering, da durch das kleine Einzugsgebiet die Fließgeschwindigkeit extrem hoch sein kann. Gerade in urbanen Gebieten, die hochversiegelt sind und wenig Fläche für Regenwasserrückhalt und

Versickerung bieten und durch ihre Topographie zu einer Beschleunigung des Abflusses führen, können die Schäden durch Starkniederschläge groß sein. Die hohe Fließgeschwindigkeit des Wassers kann zu verheerenden Schäden und Gefahr für Leib und Leben führen und die Bodenerosion vorantreiben. Hochwasser und Starkniederschläge haben zur Folge, dass Boden und Sedimente gelöst werden, die die Wasserqualität vor allem dann beeinträchtigen, wenn diese durch Altlasten kontaminiert sind oder Industrie- und Kläranlagen überflutet worden sind.



**Abbildung 6: Einfluss des Klimawandels auf Oberflächengewässer und Grundwasser und seine Rückwirkungen auf die Umwelt (eigene Darstellung in Anlehnung an UBA 2015a: 323, MNULV 2010: 136)**

### Ökologische und chemische Beschaffenheit der Oberflächengewässer

Veränderung der Temperatur, Sonneneinstrahlung und Niederschlagsverteilung beeinflussen die Wassertemperatur und die chemische Zusammensetzung der Gewässer, welche langanhaltende Folgen für etablierte aquatische Lebensräume haben kann, indem Arten zu- und abwandern werden (LAWA 2017: 46). Bei langanhaltender Trockenheit sind beispielsweise wassergebundene Habitate wie Auwälder gefährdet, Gewässer neigen zu Eutrophierung und der Temperaturengleich in Seen wird erschwert (UBA 2015a: 217). Natürliche und naturnahe Gewässerabschnitte sind hingegen durch ihre geringe Fließgeschwindigkeit und ihre Artenvielfalt besonders stabil gegenüber Veränderungen (LAWA 2017: 41).

Vor allem innerstädtische stehende Gewässer sind besonders von der sommerlichen Erwärmung und der Verdunstung betroffen. Verursacht dadurch können sich Mikroorganismen wie Blaualgen leichter vermehren. Die durch die Wassertemperatur beeinflusste geringere Sauerstoffsättigung führt zu einem Fischsterben, welches durch den sinkenden Wasserspiegel verstärkt werden kann. Beispielsweise



beobachtet die Berliner Wasserbehörde nach sommerlichen Starkniederschlägen regelmäßig ein Fischsterben in den Kanälen, das durch den Überlauf der Mischwasserkanalisation verursacht wird, die zu viele Nähr- und Schadstoffe in die Kanäle schwemmen (SenSW 2018a).

In Kläranlagenbeeinflussten Gewässern leidet gerade in Trockenzeiten die Wasserqualität, da dann der Anteil des Kläranlagenabflusses steigt (LAWA 2017: 62). Die Abkopplung des Regenwassers würde andererseits die Grundwasserneubildung fördern und den Grundwasserspiegel stabilisieren.

### **Grundwasser**

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Grundwasserstand sind bisher noch sehr unsicher und regional, je nach Niederschlagsverhältnissen und Bodenbeschaffenheit, unterschiedlich (Wilke et al. 2011: 44, HLUG 2005). Infolge von trocknen oder sehr feuchten Perioden kann es sowohl zu einem Rückgang als auch zu einem erhöhten Grundwasserspiegel kommen.

Vor allem im Osten Deutschlands geht der Niederschlag zurück. Gemeinsam mit steigenden Temperaturen, welche die Verdunstung fördern und die Temperatur des Grundwassers erhöhen, senken diese die Grundwasserneubildung und den Grundwasserstand. Durch einen früheren Beginn der Vegetationsperiode und höheren Temperaturen in den Sommermonaten steigt durch Trockenheit und Hitze der Wasserbedarf in den Städten und der Landwirtschaft zusätzlich, was zum Rückgang des Grundwasservolumens beiträgt. Darüber hinaus sind extreme Niederschläge und die daraus resultierenden Stoffeinträge vor allem in Gebieten mit hoher Altlastenbelastung für Verunreinigungen des Grundwassers verantwortlich (LAWA 2017: 43f, UBA 2015a: 322). Dies könnte zusätzlich durch steigende Grundwassertemperaturen befördert werden, die zu einem schnelleren Humusabbau und Auswaschung des Nitrats aus dem Boden führen können. In den Küstenbereichen unterstützt der Meeresspiegelanstieg das Eindringen von Brackwasser mit einer höheren Salzkonzentration in das Grundwasser (LAWA 2017: 45).

Sinkende Grundwasserstände können zusätzlich zur eingeschränkten Wasserverfügbarkeit für Pflanzen auch zu Setzungsrisse bei Gebäuden führen. Im Gegensatz dazu sind vernässte Keller Folge eines erhöhten Grundwasserstands, welcher in Regionen möglich ist, die vor allem in den Wintermonaten mit zunehmenden Niederschlägen zu rechnen haben und deren Boden durch seine Durchlässigkeit eine hohe Grundwasserneubildung ermöglicht.

Der natürliche Wasserhaushalt kann durch Entkopplung der Regenwasserbewirtschaftung von der Kanalisation erhalten werden, indem Flächen zum Wasserrückhalt und Versickerung zur Verfügung stehen und zusätzlich Grünvolumen zur Verdunstung vorhanden ist. Diese hat zur Folge, dass Schäden durch Starkniederschläge eingedämmt werden können und eine beschleunigte Grundwassersenkung und Austrocknung der Freiflächen verhindert werden kann. Zusätzlich ist technischer und vorsorgender Hochwasserschutz zu betreiben. Dieser schließt sowohl den Rückhalt des Wassers in der Fläche, als auch den Bau von Schutzmauern und Deichen und direkten Objektschutz am Gebäude selbst, mit ein.

Die Nutzung des Regenwassers zur Beregnung und Bewässerung der Grünanlagen trägt dazu bei, eine sommerliche Grundwasserabsenkung zu vermindern. Eine Maßnahme, die bereits in vielen Projekten geplant und erprobt wird, ist die Speicherung des Wassers vor Ort, um es in Zeiten geringer Niederschläge nutzen zu können. Die Stadt Berlin hat in ihrem StEP Klima KOMPAKT das Konzept der „Schwammstadt“ propagiert. Berlin versucht, auf verschiedenen Ebenen das Wasser in der Stadt zu halten (SenUVK 2016).

### 2.2.4 Luft und Klima

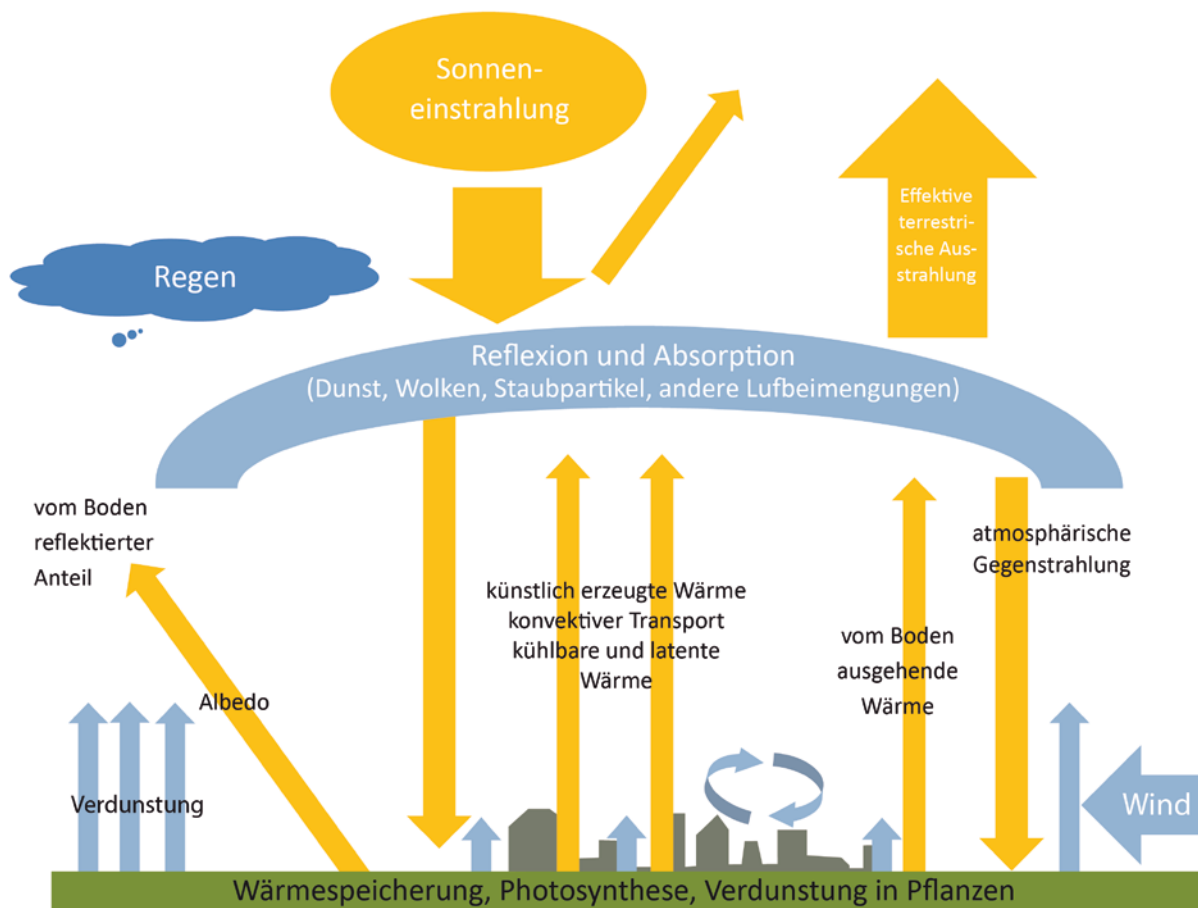
Die Luft ist Teil der Atmosphäre und bildet das Medium, in der das Klima wirksam ist. Sie folgt physikalischen und chemischen Gesetzmäßigkeiten und Eigenschaften. Das Klima fasst alle bodennahen Zustände der Atmosphäre und Witterung zusammen, welche Pflanzen, Tiere und Menschen beeinflussen. Für die Stadtentwicklung bestimmend sind das Stadtklima und sein regionaler Rahmen. Dabei wird die Gesamtheit aller Witterungen an einem Ort über einen längeren Zeitraum (mehr als 30 Jahre) bewertet (Gassner et al.2010:142ff).

Bei der Beschreibung des Einflusses von Luft und Klima auf lebende Organismen in der Stadt wird zwischen der Luftqualität und dem thermisch-physikalischen Wirkkomplex (Strahlungshaushalt, Verdunstung, Lufttemperatur, Wind in Stadtklima) unterschieden (Gassner et.al. 2010:155 ff).

Mit ihr reguliert sich der Luft-, der Energie- und der Temperatúraustausch. Die Luft ist Lebensraum für Tiere und Pflanzen, indem sie Kohlenstoff, Sauerstoff und Licht enthält (Gassner et al.2010:143f). Die Qualität der Luft wird beeinflusst durch Emissionen aus Industrie, Verkehr, Hausbrand und Landwirtschaft. Luftverunreinigungen schränken das Pflanzenwachstum ein und beeinträchtigt die menschliche Gesundheit.

Das Klima definiert sich über die Lufttemperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Luftdruck, Windsysteme, Bewölkung und Sonneneinstrahlung. Kühlende Faktoren, wie Versickerung und Evapotranspiration, Durchlüftung und Frischluftproduktion werden durch anthropogene Veränderungen der Oberfläche (Versiegelung, Albedo), des Reliefs (Bebauung, Wälle, Brücken, Bäume) beeinträchtigt, sodass ein Hitzeinseleffekt entsteht. Bebauungsdichte, Durchgrünung und Topographie beeinflussen die Ausprägung dieser Hitzeinseln. Zusätzlich können wärmere Temperaturen in der Stadt zu einer Wolkenbildung führen. Durch die Wärme wird das vorhandene Wasser stärker verdunstet und führt zu höheren Niederschlägen um 18-38% im Lee der Städte (Landsberg 1974, VDI RL 3787 Blatt 8. 2020).

Wärmeinseln entstehen dadurch, dass die Wärme in den Gebäuden und versiegelten Flächen gespeichert und nachts langsam an ihre Umgebung abgeben wird. Dunkle Oberflächen und Baukörper mit einer hohen Wärmespeicherkapazität nehmen die Sonnenergie auf, und speichern ihre Wärme. Dieser Hitzeinseleffekt ist in heißen windarmen Sommernächten besonders ausgeprägt, da dann das Umland schneller abkühlt, als das Stadtzentrum (Schlünzen et al. 2018: 37f, Oke 1993). Diese Temperaturdifferenzen zwischen Stadt und Umland können nachts durch Flurwinde ausgeglichen werden. Hierfür sind Frisch- und Kaltluftkorridore notwendig, die von Barrieren und Emittenten freigehalten werden müssen. Grünflächen in den Städten übernehmen kühlende Funktionen ab 1ha (Schlünzen et al. 2018). Ist die Hangneigung  $>1^\circ$  kann die Kaltluft leichter in die Stadt fließen (Schlünzen et al. 2018: 39). Steigen die sommerlichen Temperaturen, werden nicht die Hitzeinseln größer, sondern die städtischen Bereiche, die von Tropennächten und heißen Tagen betroffen sind. Der Rückgang der Grünstrukturen durch die zunehmende Siedlungsentwicklung und Flächenverbrauch und der damit einhergehenden Versiegelung durch eine städtebauliche Entwicklung verändert den Wasserhaushalt in den Städten, indem sich der Regenwasserabfluss erhöht und Versickerung und Verdunstung zurückgehen (Drösler 2016:432). Dies verstärkt in Städten sowohl die Auswirkungen zunehmender Temperaturen in den Sommermonaten als auch die Auswirkungen extremer Niederschläge.



**Abbildung 7: Einflussgrößen des urbanen Wärmehaushalts (in Anlehnung an Robel et al. 1978 in Baumüller et al. 2008)**

Die Entwicklung und der Erhalt von Grünvolumen und Grünstrukturen sind unter dem Blickwinkel der Klimafolgen ein wichtiges Ziel in bebauten Gebieten (Kruse et al. 2017). Durch die Erhöhung des Grünanteils und konsequenten Schutz der Stadtbäume sowie das Freihalten von Frischluftkorridoren, sind die städtebaulichen Einflussmöglichkeiten auf das Stadtklima groß (siehe Beispiele im Kapitel 2.1.1. und in VDI RL 3787 Blatt 8 2020). Vor allem im Sommer wird die Hitzebelastung in den Städten in ihrer Intensität, Dauer und Ausbreitung zunehmen. Da Kaltluftgebiete in trockenen Sommern ihre Funktion durch ihr geringeres Verdunstungspotenzial verlieren, könnte dadurch der innerstädtische Luftaustausch abnehmen.

In den Städten hat die Luftbelastung in den letzten Jahren zugenommen (Schlünzen et al. 2018). In Kombination mit höheren Temperaturen zwischen 20°C und 30°C nimmt die bodennahe Ozonkonzentration gerade in den Städten zu. Biogenflüchtige Kohlenwasserstoffe werden bei Hitze von Pflanzen abgegeben und gelten als Vorläufersubstanz, welches gemeinsam mit Benzol zur Entstehung von Ozon beiträgt. Zusätzlich fördern diese Temperaturen den Ausstoß hoch allergener Pollen, wie die der Beifuß-Ambrosia (Kuttler et al. 2017, VDI 3787 Blatt 8 2020: 9).

Die Einbindung siedlungsklimatischer Maßnahmen in der Stadtentwicklung findet auf den Ebenen der Gesamtstadt (Mesoklima), des Quartiers (Mikroklima) und des Gebäudes (Strahlungs- und Gebäudestrukturen) statt (VDI 3785 Blatt 1 2008b). Auf der Gesamtstadtebene ist es wichtig, Flächen der Kalt- und Frischluftproduktion mit bioklimatisch besonders belasteten Gebieten durch Frischluftkorridore zu verbinden. Auf der Quartiersebene sind Maßnahmen der Durchgrünung,

Verschattung, Verdunstung und Erhöhung des Albedo-Effekts notwendig. Vor allem die Erhöhung des Grünvolumens trägt zur Steigerung der Kühlungspotenziale durch Verdunstung und der Wasserspeicherung vor Ort bei. Zusätzlich müssen die Durchlüftung und der Luftaustausch ermöglicht werden. Wasserflächen und großkronige Bäume sorgen für Verdunstungskühlung und Verschattung. Mit einer Gebäudestellung entsprechend der Fluwinde und angepasste Gebäudehöhen können Luftbarrieren verhindert werden.

Im Gegensatz zum Schutzgut „Luft“, für das Grenzwerte in den Verordnungen des BImSchG vorgegeben sind, gibt es für das Schutzgut „Klima“ kaum „harte“ Bewertungsmaßstäbe. Hier hat eine „gesicherte“ Expertenbewertung eine besondere Bedeutung. Einen Orientierungsrahmen zur Funktion der einzelnen Landschaftselemente bietet die VDI Richtlinie 3787 zur Umweltmeteorologie und Lufthygiene (Blatt 1 2015 und Blatt 2 2008a, Gassner et al. 2010: 155). Für Mathey et al. (2011: 59) geben die Gebäudehöhen, der Versiegelungs- und Überbauungsgrad im Gegensatz zum Grünvolumen und Grünflächenanteil Anhaltspunkte für eine Einschätzung der mikroklimatischen Wertigkeit einer Fläche, die sie mit entsprechenden Abkühlungspotenzialen angeben.

### 2.2.5 Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt

Pflanzen und Tiere bilden als Bestandteil des Naturhaushalts Lebensgemeinschaften, die mit den abiotischen Elementen des Naturhaushalts (Boden, Wasser und Luft) interagieren. Aufgrund der komplexen Systemzusammenhänge werden die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt anhand der vorhandenen Biotope, Lebensräume und Habitats bewertet (Gassner et al. 2010: 159ff). Dabei ist das Vorkommen besonders schützenswerter Arten über das Naturschutzrecht auf allen Ebenen von besonderer Bedeutung. Für diese sind Schutzgebiete auf Bundes- und Landesebene definiert. Hierbei geht es sowohl um streng geschützte Arten als auch um ihre Habitats, die in den Roten Listen, internationalen und nationalen Artenschutzabkommen vorkommen. Hierzu gehören beispielsweise die Bundesartenschutzverordnung, die FFH-Richtlinie oder die RAMSAR-Konvention (Mengel et al. 2018: 90ff).

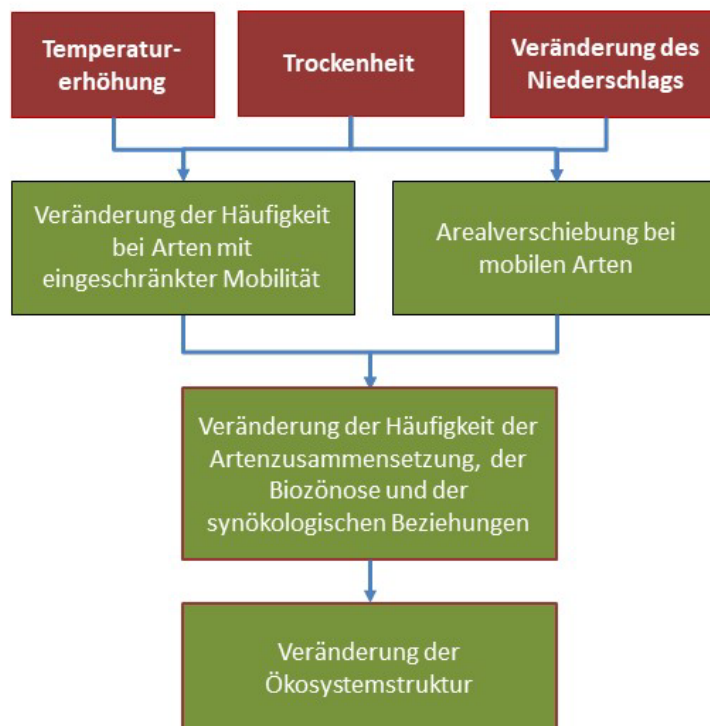
Der Klimawandel ist neben Landnutzungsänderungen wie Städtewachstum und intensiver Landwirtschaft und der Umweltverschmutzung eine der Hauptursachen für den Rückgang der Artenvielfalt. Dies hat der „Weltbiodiversitätsrat“ (IPBES) Anfang Mai 2019 in seinem globalen Bericht zum Zustand der Natur (der biologischen Vielfalt und Ökosystemleistungen) bestätigt (IPBES 2019). Schliep et al. (2017) unterscheiden zwischen den Auswirkungen des Klimawandels, die unmittelbar durch die Veränderung abiotischer Standortbedingungen verursacht werden (Veränderung der Lebensräume, Lebensgemeinschaften und Lebensbedingungen) und den indirekten Auswirkungen, die durch Klimaanpassungsmaßnahmen beeinflusst werden.

Der folgende Abschnitt befasst sich vor allem mit den unmittelbaren Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Mit steigenden Temperaturen in Nordeuropa wandern wärmeliebende Arten aus Süd- und Mitteleuropa in den Norden. Kälteliebende Arten werden ihre Lebensräume in den Norden und höhere Berglagen ausdehnen (Beierkuhnlein et al. 2014). Da sich die Erwärmung nicht linear entwickelt, können die wärmeliebenden Arten durch Kälteeinbrüche und feuchtere Perioden bedroht sein. Um die Entwicklung besser einschätzen zu können, wird eine langfristige Beobachtung der Veränderung der Artenvielfalt durch klimatische Veränderungen immer wichtiger. Möglicherweise breiten sich besonders robuste Arten weiter aus. Durch diese Wanderungen haben sich die vorhandenen Ökosysteme anzupassen. Besonders gefährdet sind dabei Lebensräume für feuchtigkeitsliebende Arten, da diese durch einen trockenen Sommer bereits verschwunden sein können (UBA 2015a: 214,

SUBV 2010). Dazu gehören auch Moore und Auen, die sowohl als CO<sub>2</sub>-Speicher als auch als Lebensräume am Wasser besonders wichtig sind.

Des Weiteren wurde beobachtet, dass sich Vegetationsphasen verschieben mit der Folge, dass Lebensrhythmen symbiotisch lebender Arten heute schon nicht mehr zusammenpassen und Wirkketten unterbrochen werden. Deutlich wird dies bei der näheren Beschreibung der Wirkketten von insektenbestäubten Pflanzen. Die Aktivitätsperioden von Pflanzen und Tieren können sich so verschieben, dass die zu bestäubende Pflanzen früher blühen, als die bestäubenden Insekten aus dem Winterschlaf erwachen. Wenn diese Insekten bereit wären die Pflanzen zu bestäuben, kann es sein, dass diese bereits verblüht sind. Umgekehrt ist es ebenso möglich. Zu früh geschlüpfte Insekten können dann nicht den überlebenswichtigen Nektar finden und müssen sterben (Klotz/Settele 2017).

Die Auswirkungen der zunehmende Siedlungs- und Verkehrsentwicklung sind für das Artensterben aber noch bedeutender, als der Klimawandel selbst. Der immense Flächenverbrauch trägt mehr zum Verlust der Artenvielfalt bei als Extremwetterereignisse, wie Stürme, Trockenheit, Hochwasser oder Brände (Wilke et al. 2011: 48). Der städtische Wärmeinseleffekt greift der Ausbreitung wärmeliebender Arten vor. Zusätzlich etablieren sich in der Stadt invasive, nicht heimische Arten schneller, da diese durch die Stadtbewohner als Zierpflanzen in Gärten und Häuser eingeführt werden. Invasive Insekten, wie die Tigermücke entwickelt sich zunehmend zu einem Gesundheitsproblem, da sie Träger des Malariaerregers oder anderer hier noch unbekannter vektorbasierender Krankheiten sein können (Schliep et al. 2017: 31 ff.).



**Abbildung 8: Einfluss des Klimawandels auf die biologische Vielfalt (eigene Darstellung in Anlehnung an Schliep et al. 2017: 29 und UBA 2015a: 173)**

Wilke (2011) plädiert deswegen dafür, die Bedeutung gefährdeter Lebensräume aus dem FFH- und Vogelschutzstatus hervorzuheben und diese noch stärker zu schützen. Dabei sollten vor allem die Biotope geschützt werden, die besonders feuchtigkeits- und kälteliebende Arten beheimaten und die durch abiotische Klimaveränderungen, wie Erosion, Hochwasser oder Grundwasserveränderungen

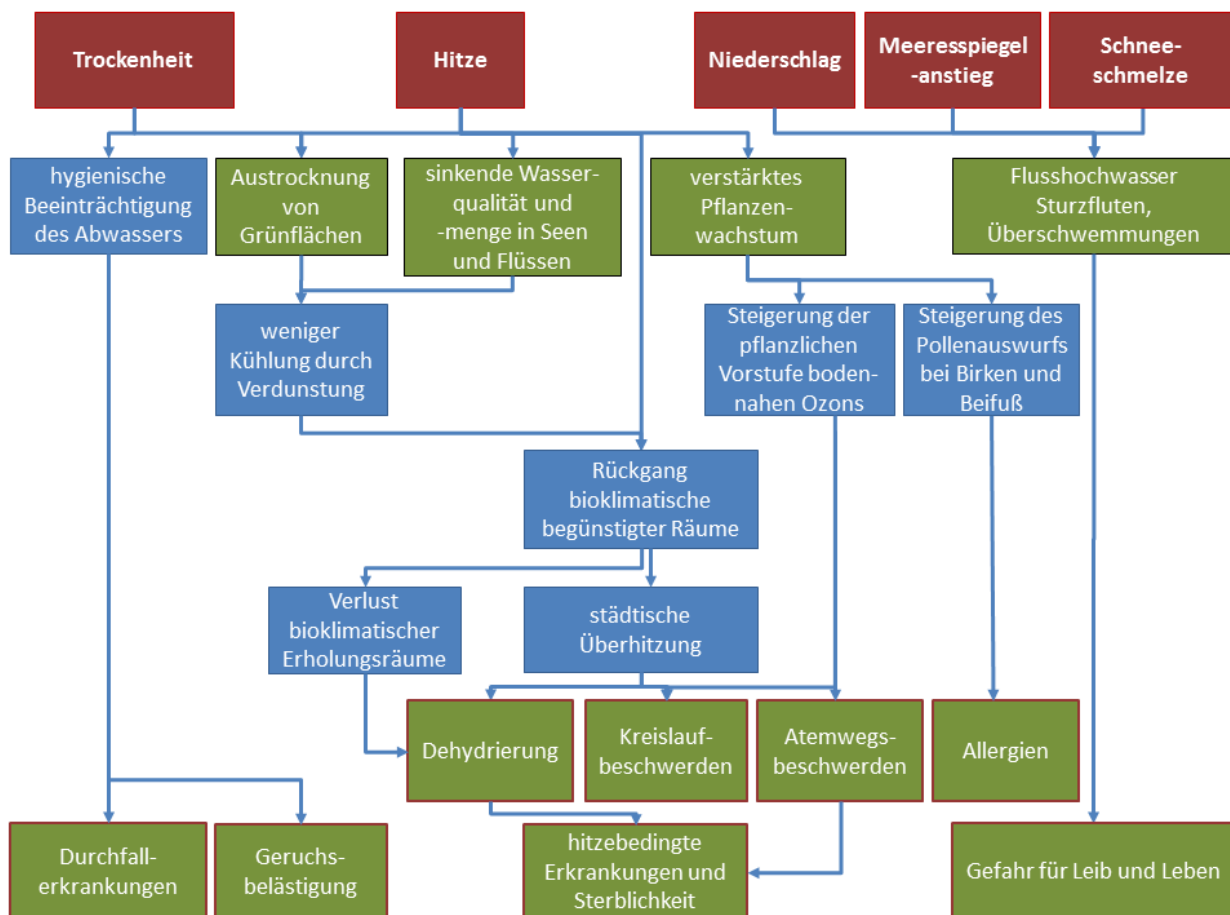
gefährdet sind (SUBV2010, May et al. 2016: 53). Dabei können Grünnetzungen und die Schaffung von Lebensräumen für klimasensitive Arten die Entwicklung bremsen. Zusammenhängende Freiräume und Biotop sowie der Aufbau eines Systems von Trittsteinbiotopen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Diese Funktionen überschneiden sich in vielen Fällen mit anderen Freiraumfunktionen aus den Bereichen Luft und Klima.

### 2.2.6 Menschliche Gesundheit und Bevölkerung

Die menschliche Gesundheit kann durch physikalische, chemische und biologische Einflüsse und sozialen Ereignissen beeinträchtigt werden (Gassner et al. 2010: 254).

Schon im ersten Gesetz über Umweltverträglichkeitsprüfung ist der „Mensch“ ein wichtiger Teil des Schutzgutkatalogs. 2005 wird das Schutzgut „Mensch“ um die „menschliche Gesundheit“ als gesonderten Untersuchungsgegenstand im UVPG erweitert. Im BauGB unterstreichen die Planungsleitlinien „gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse“ (§ 1 Abs. 6 Nr. 1 BauGB) als Ziel der Bauleitplanung. Im Zuge der UVP-Änderungsrichtlinie von 2014 wurde der Begriff der „menschlichen Gesundheit“ und die „Bevölkerung“ im UVPG und BauGB (siehe §1 Abs. 6 Nr. 7c BauGB) erweitert (Hartlik/Machtolf 2018: 173). Damit sind Umweltauswirkungen zu untersuchen, die zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen (Struktur, Einwohnerzahl, Einwohnerdichte und –Entwicklung), Nutzergruppen (Altersverteilung, soziale Schichten) und vorbelastete Bevölkerungsgruppen (Alter, Geschlecht und Lebenssituation, mit verminderten Abwehrkräfte oder Vorerkrankungen) führen (Gassner et al. 2010: 255, Hartlik/Machtolf 2018: 176). Hier wird deutlich dem Vermeidungsprinzip gefolgt, indem direkte gesundheitlichen Risiken und negative Auswirkungen auf Wohn- und Erholungsfunktionen ermittelt und bewertet werden. In der Praxis bezieht sich der Gesundheitsbegriff auf die Einhaltung einschlägiger Grenzwerte (z.B. aus dem Immissionsschutzrecht) und auf die im Wohnumfeld befindlichen Erholungsflächen. Eine Analyse der Wohn- und Wohnumfeldfunktionen kann Hinweise über die Lebensqualität geben. Diese sind unter anderem Siedlungsdichte und Nutzungsintensität, soziale Infrastruktureinrichtungen, innerörtliche und siedlungsnah Freiflächen wie Parks und Spielplätze, zwischenörtliche Funktionsbeziehungen (Wohnen-Erholung-Bildung-Gewerbe), lokalklimatische und bioklimatische Verhältnisse, Erholungs- und Freizeitfunktionen (Art und Intensität, Infrastruktur und Landschaft), Industrielle oder gewerbliche Vorbelastung (Gassner et al. 2010: 255).

Die überwiegenden Gesundheitsbelastungen, die durch den Klimawandel verursacht werden, beruhen auf der Entwicklung zu wärmeren und heißeren Sommern, Hitzewellen und Trockenperioden (Koppe/Jendritzky 2008). Am meisten diskutiert werden die Folgen hitzebedingter Beschwerden und den dabei betroffenen Personen (Lass/Reusswig 2018, Matzarakis/Koppe 2016). Untersuchungen hierzu sind Grundlage für viele Stadtentwicklungspläne und Strategien (auch in Berlin, Bremen und Hamburg). Die Entwicklung von Allergien und vektorbasierten Krankheiten sind Themen, für die andere Handlungsfelder, wie das Gesundheitswesen effektivere Lösungen zur Verfügung haben. Sie werden deswegen nicht weiter ausgeführt (Koppe/Jendritzky 2008).

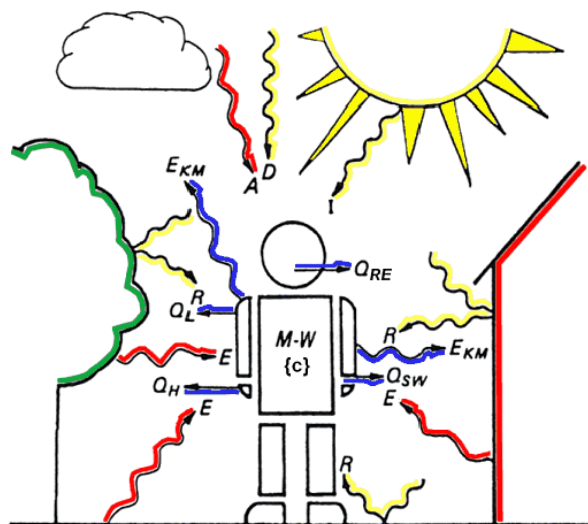


**Abbildung 9: Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit und Bevölkerung im städtischen Umfeld (eigene Darstellung in Anlehnung an UBA 2015a: 173)<sup>2</sup>**

Hitzewellen (1994, 2003, 2006, 2010 und 2018) häufen sich seit 1994 zunehmend (Augustin et al. 2017:139). Im Hitzesommer 2003 wurde in ganz Europa eine erhöhte Sterblichkeit während und nach der Hitzewelle festgestellt (Jendritzky 2007, Matzarakis/Koppe 2016, Baccini et al. 2011). Der demographische Wandel erhöht das Ausmaß der hitzebelasteten Bevölkerungsgruppen, da besonders ältere Menschen (über 65 Jahre) und Kinder gesundheitlich beeinträchtigt sind (Schulze Dieckhoff et al. 2018). Dies liegt daran, dass die Körperfunktionen (Blutzirkulation und Transpiration) älterer Menschen eingeschränkt sind und das Herz-Kreislaufsystem die Belastung nicht so leicht ausgleichen kann (Augustin et al. 2017: 138). Zusätzlich steigt ihre Gefährdung, wenn sie alleine wohnen und es für sie nicht immer möglich ist, rechtzeitig Hilfe zu holen (Vandentorren et al. 2006). Aufgrund ihrer sozialen Isolation plädiert das BBK (2013) dafür, alleinlebende ältere Menschen in der Stadtentwicklung als eine besonders vulnerable Bevölkerungsgruppe zu betrachten.

Darüber hinaus gibt es weitere Ansätze zur Identifizierung hitzeempfindlicher Bevölkerungsgruppen, wie die Einbeziehung der arbeitenden Bevölkerung (Greiving et al. 2016) oder Stadtgebiete mit einer schwachen Sozialstruktur (Einkommens- und Bildungsniveau). Oft leben Bevölkerungsgruppen mit niedrigem Einkommensniveau in besonders hitzebelasteten Gebieten und zusätzlich in Wohnungen, die aufgrund ihres baulichen Zustands nicht den aktuellen Energiestandards entsprechen und dadurch prädestiniert sind sich besonders stark aufzuheizen (Schulze-Dieckhoff et al. 2018).

<sup>2</sup> Da es im städtischen Raum das Waldvorkommen gering ist, kommen Waldbrände als eine weitere Folge von Trockenheit und Hitze nicht vor.



**Komponenten der Strahlungsbilanz:**

I	Direkte Sonnenstrahlung	M-W	Wärmeproduktion durch Energiestoffwechsel
D	Diffuse Sonnenstrahlung	{c}	Wärmeisolation der Bekleidung
R	Reflexstrahlung (kurzwellig)	Q <sub>H</sub>	turbulenter Fluß fühlbarer Wärme (Konvektion)
A	Wärmestrahlung der Atmosphäre	Q <sub>SW</sub>	turbulenter Fluß latenter Wärme
E	Wärmestrahlung der Oberflächen	Q <sub>L</sub>	sensibler Fluß latenter Wärme durch Wasserdampfdiffusion
E <sub>KM</sub>	Wärmestrahlung des Menschen	Q <sub>RE</sub>	Wärmefluß über Atmung (fühlbar und latent)

**Abbildung 10: Klima Michel (Baumüller et al. 2008 entnommen aus Jendritzky et al 1990)**

Aktuell wird diskutiert, ob dieselbe Belastung auch für arbeitende Bevölkerungsgruppen erheblich sein könnte (Schulze-Dieckhoff et al. 2018). Für die Bewertung spezifischer humanbiometeorologischer Belastungssituationen im öffentlichen Raum gibt es Parameter, die diese beschreiben. Hierzu gehört der „Klima Michel“ des DWD (Jendritzky 1990) (Abbildung 10), *Predicted Mean Vote Mode* (PMV), *Physiologisch Äquivalente Temperatur* (PET) und die *gefühlte Temperatur* (pt) (Matzarakis 2013, Kuttler 2004). Diese thermischen Wirkungskomplexe beziehen sich auf die Rahmenbedingungen, die den menschlichen Wärmehaushalt beeinflussen. Demnach ist für das menschliche Wohlbefinden nicht nur die Lufttemperatur entscheidend, sondern auch die Luftfeuchtigkeit (Dampfdruckgefälle), Strahlungsverhältnisse (kurz- und langwellige Strahlung, Wärmeaufnahme) und Windverhältnisse (erhöhen die Wärmeabgabe).

Die städtische Luftbelastung durch Stickoxide, Ozon und Feinstaub und der Hitzeinseleffekt sorgen dafür, dass Allergien und Hitzebelastungen in der Stadt häufiger als im Umland auftreten. Besonders belastend ist dies, wenn die nächtliche Abkühlung in Tropennächten ausbleibt, und bioklimatisch begünstigte Räume durch langanhaltende Trockenheit keine Verdunstungspotenziale zur Abkühlung mehr zur Verfügung haben. Aufgrund der höheren Bebauungsdichte, geringer Ventilation und niedriger Vegetation geben diese Gebiete weniger Wärmeenergie ab (Augustin et al. 2017: 139). Gerade in diesen innerstädtischen Gebieten ist es dann notwendig, den Ausstoß von Luftschadstoffen zu reduzieren und den Grünanteil zu erhöhen. Zusätzlich sollte der fußläufige Zugang zu kühleren Grünflächen vorhanden sein, auch wenn diese während längeren Trockenperioden ihren kühlenden Effekt verlieren könnten. Straßenbegleitendes Grün durch Bäume und Fassaden reduzieren auf mikroklimatischer Ebene die Hitzebelastung in den Straßen. Die Einschränkung der Verdichtung und Versiegelung wertvoller Böden sowie die Wiederherstellung guter Böden sind in den Städten von höchster Wichtigkeit, da nur auf diesen Flächen das notwendige Grün entwickelt werden kann.

Stadtklimatologische Planungshinweiskarten sind ein unterstützendes Instrument, das basierend auf einer Analyse der makroklimatischen städtischen Situation unter anderem stadtklimatische Be- und Entlastungsräume kennzeichnet (VDI-RL 3785 Blatt 1 (2008b) und 3787 Blatt 2 (2008a)). Diese geben dadurch Hinweise, welche Frischluftschneisen freigehalten, in welchen Gebieten besonders auf eine gute Durchgrünung geachtet, und welche Gebiete von Bebauung freigehalten werden sollten, damit sie ausreichend Frischluft produzieren können (Kabisch et al. 2017: 207).



Zusätzlich haben Städte angefangen, demographische Daten (Sozialindizes oder Altersgruppierungen) und die Lage empfindlicher sozialer Einrichtungen mit den stadtklimatischen Informationen zu überschneiden (Hamburg, Berlin, Bremen), um besonders empfindliche Räume identifizieren zu können. In Bremen wurde hierzu im Landschaftsplan anhand des Bremer Sozialindex eine Einschätzung abgegeben und Entwicklungsziele für diese Gebiete ausgesprochen (SUBV2016b). Um die gesamte Betroffenheit der Bevölkerung durch Hitze erfassen zu können, wäre es hilfreich, ergänzend den überwiegenden Zustand der Wohnungen bei der Bewertung der Belastungsräume einzubeziehen.

Basierend auf (Lee et al. 2016), beschreibt die VDI Richtlinie zur Stadtentwicklung im Klimawandel folgende Indikatoren wie hitzebelastete Flächen identifiziert werden können (VDI 3787 Blatt 8 2020:23ff):

- besonders von Hitzestress betroffene Bereiche (Klimatop „Innenstadtklima oder „Stadtklima“,
- Einwohnerdichte, Morbidität und Mortalität der Bevölkerung
- Altersstruktur, sozialer Status
- Zugang zu Erholungsflächen- und Räumen,
- Gebäudealter und -Zustand

Durch die Stadt- und Freiraumplanung können Spitzen in der städtischen Hitzeentwicklung reduziert werden, indem durch eine entsprechende Freiraumstruktur die Bildung von Hitzeinseln vermindert, eine Frischluftzufuhr aufrechterhalten und erhöht, sowie Verschattung und Verdunstung ermöglicht wird.

Auch die Folgen von Hochwasser und Starkniederschlägen gefährden durch ihre Überflutungen die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen. Um Schäden vorzubeugen, sind vorsorgende und technische Hochwasserschutzmaßnahmen gefordert. Aufgrund des Klimawandels muss die Interpretation des Begriffs „*menschliche* Gesundheit“ als Schutzgut in der Umweltprüfung *erweitern*.

### 2.2.7 Landschaftsbild

Im Naturschutzrecht wird zwischen Landschafts- und Naturhaushalt und Landschaftsbild unterschieden. Ergänzend zur biologischen Vielfalt und der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts ist das Ziel des Bundesnaturschutzrechts die Eigenart, Vielfalt und Schönheit (Landschaftsbild) und den Erholungswert von Natur und Landschaft zu sichern (§1 Abs. 1 Nr. 3 BNatschG). Dabei bezieht sich das Gesetz auf den Schutz gewachsener Kulturlandschaften, Kultur-, Boden- und Baudenkmäler (§1 Abs. 4 BNatschG) und großflächige unzerschnittene Landschaftsräume (§1 Abs. 5 BNatschG).

Die Eigenart des Landschaftsbilds kann über besondere standortprägende biologische Funktionen und landschaftliche Strukturen ermittelt werden, die durch ihre ästhetischen Funktionen zur Identifikation mit dem Wohn- und Lebensumfeld beitragen (Gassner et al. 2010: 331).

Die Schönheit hingegen ist ein sehr subjektiver Begriff, der standortspezifisch mit den beteiligten Akteuren abgestimmt werden sollte, da seine sinnlichen Erfahrungen und Wahrnehmungen von individuellen Emotionen und Erfahrungen abhängt (May et al. 2016: 6 ff.)

Die Vielfalt wird über die Abwechslung unterschiedlicher Landschaftsbildeinheiten erkennbar. Diese sollten auf ihre Vulnerabilität gegenüber Klimaveränderungen bewertet werden. Zusätzlich ist es wichtig Landschaftselemente zu definieren, die zur besonderen Eigenart der Landschaft beitragen (May et al. 2016: 62). Dies können zum Beispiel vorherrschende Elemente, wie Wald und Offenland sein. Im

urbanen Umfeld können stadtbildprägende Elemente Bäume, Alleen und Hecken sein. Deren Vulnerabilität beruht stark auf ihrer Einbindung in den Naturhaushalt.

Für den städtischen Kontext wird das Landschaftsbild anhand seiner räumlichen Struktur, deren Ausstattung, der Gestaltung der Freiflächen und Freiräume definiert, die in der Regel der Erholung dienen. In Berlin werden hierzu die Qualität des Landschafts- und Stadtbilds und die Bedeutung der Grünfläche für die Erholung bewertet (SenUVK 2017: 73). Beispielsweise sind die Qualität des Landschafts- und Stadtbilds abhängig vom Grünflächenanteil und Flächenanteil mit landschaftstypischen und gestalterisch wertvollen Elementen. Zusätzlich werden identitätsstiftende Sichtbeziehungen hervorgehoben (SenUVK 2017: 79).

Durch den Klimawandel können Umformungen von Natur und Landschaft auftreten. Dies geschieht einerseits durch die Einwirkung extremer Wetterereignisse als permanente (Bodenerosion, Waldbrand- und Sturmschäden) bzw. temporäre (Überschwemmungen, Dürreschäden, Schädlingskalamitäten an Bäumen) Veränderungen. Andererseits können sie auch durch den Wandel der Landnutzungsmuster im Zusammenhang mit Klimaanpassungsmaßnahmen stattfinden. Ist es beispielsweise notwendig, technische Hochwasserschutzvorkehrungen wie Dämme, Polder oder Mauern zu errichten, können diese die Eigenart der Landschaft verändern, da dabei Blickbeziehungen verloren gehen können. Da die Wechselwirkungen mit anderen Schutzgütern groß sind, ist es sinnvoll sich auch auf das Landschaftsbild zu konzentrieren, indem auf die Eigenart des Landschafts- und Stadtbilds vor Ort eingegangen wird.

### 2.2.8 Kultur- und Sachgüter

Kultur- und Sachgüter sind Zeugnisse der Geschichte und Kultur, die für die Geschichte der Menschen bedeutsam waren und für künftige Generationen erhalten werden müssen. Hierzu gehören Baudenkmale, archäologische Funde, Bodendenkmale, historische Landnutzungsformen, Stadt- und Ortsbilder oder auch traditionelle Wegebeziehungen. Unterstützung zur Einschätzung dieser, geben die landespezifischen Denkmalschutzgesetze (vgl. Gassner et. al. 2010:265f). Sonstige Sachgüter sind gesellschaftlich wichtige (Infrastruktur-)Einrichtungen. Hierzu können auch Kritische Infrastrukturen gezählt werden.

In Zukunft sind Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr größeren Wechseln unterworfen als in der Vergangenheit. Diese können große Schwankungen des Grundwasserspiegels mit sich bringen, welche die Bausubstanz der Kulturgüter durch Setzungsrisse oder Staunässe im Gemäuer in Mitleidenschaft zieht und die Standfestigkeit der Gebäude gefährden.

Durch den Klimawandel ist es notwendig, den Begriff der Sachgüter um „Kritische Infrastrukturen“ (KRITIS) zu erweitern. Es handelt sich dabei um *„Organisationen oder Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirksame Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere drastische Folgen eintreten würden“* (BMI 2009). Kritische Infrastrukturen gehören zu den Sektoren Energie, Gesundheit, IT und TK, Transport und Verkehr, Medien und Kultur, Wasser, Ernährung, Finanz- und Versicherungswesen, Staat und Verwaltung.

Orkane, Hochwasser, Sturzfluten und Hitzewellen machen sichtbar, wie verletzlich diese Infrastrukturen sind. Gegenseitige Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Versorgungssystemen machen diese vor allem im städtischen Umfeld empfindlicher gegenüber Ausfällen. Eine ausführliche Analyse der Anfälligkeit kritischer Infrastrukturen wird im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements

umgesetzt (siehe z.B.: Breuste et al. 2016). Dabei haben die Managementpläne den Faktor Klimawandel in ihre Annahmen einbezogen, indem sie Kritische Infrastrukturen sowie Kultur- und Sachgüter erfassen und Hochwassergefahren unterschiedlichen Ausmaßes und Eintrittswahrscheinlichkeiten gegenüberstellen. Das Risiko definiert sich durch die Anzahl wichtiger Kultur- und Sachgüter, Verkehrswege, Energieversorgungsanlagen, Gesundheitseinrichtungen in Gefahrengebieten bzw. in vom Deich geschützten Überschwemmungsbereich. Für Stürme und Trockenperioden lassen sich aktuell keine spezifischen Gefahrenbereiche definieren.

### 2.2.9 Wechselwirkungen

Das Ökosystem ist in seiner Gesamtheit als „*Wirkungs- und Prozessgefüge*“ zu betrachten (Gassner et al. 2010:272). Dem wird unter Einbeziehung der Wechselwirkungen Rechnung getragen. Dabei sollen vor allem die „*strukturellen und funktionalen Beziehungsgeflechte zwischen den Umweltschutzgütern und ihren Teilkomponenten*“ untersucht werden (ebenda). Bisher besteht keine Einigkeit über die planungsmethodische Bewertung und Einordnung der Wechselwirkungen. Der Gesetzgeber betont sowohl im UVPG als auch im BauGB die Bedeutung und Untersuchung der Wechselwirkungen in §2 Abs. 1 Satz 2 UVPG und §1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB. In vielen Fällen werden diese in die Untersuchung der einzelnen Schutzgüter integriert. Sie können aber auch übergeordnete Wirkungen beschreiben, die sich in folgenden Aspekten unterscheiden (Gassner et al. 2010:272f, AG Qualitätsmanagement 2006):

- Ökosystemare Wechselwirkungen zwischen
  - Schutzgütern und ihren Funktionselementen,
  - Landschaftsstrukturen, -Funktionen und -Elementen,
  - räumlich getrennter oder benachbarter Ökosysteme
  - umweltrelevanter Stoffe und Organismen,
- Folgewirkungen aus diesen Wechselwirkungen
- Wirkungsverlagerung durch Vermeidungs-, Minderungs- und Schutzmaßnahmen.

Die Erfassung der Wirkzusammenhänge ist in vielen Fällen sehr komplex, da keine Informationen vorliegen oder die Zusammenhänge noch nicht ausreichend erforscht sind, sodass im Rahmen der Umweltprüfung nur eine vereinfachte Abschätzung erfolgen kann.

Bei der Betrachtung der ökosystemaren Zusammenhänge sind die Einflüsse des Klimawandels mit einzubeziehen. Dem haben die Gesetzgeber bei der Integration der Inhalte der UVP-Änderungsrichtlinie in das BauGB Rechnung getragen, indem sie die „*Anfälligkeit der geplanten Vorhaben gegenüber den Folgen des Klimawandels*“<sup>3</sup> als Prüftatbestand in die Umweltprüfung integrieren. Dies bedeutet zusätzliche Risiken, die durch klimawandelbedingte Umwelteinflüsse verursacht werden können und deren mögliche Wechselwirkungen in die Planung einzubeziehen. Dies können beispielsweise erhöhte Hochwasserrisiken aus extremen Hochwasserständen, mögliche Sturmschäden oder generelle Hitzebelastungen sein.

beschreibt die Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die einzelnen Schutzgüter. Die Folgewirkungen auf die anderen werden in der grünen Spalte beschreiben. Die größten Wechselwirkungen und sich verstärkenden Effekte des Klimawandels und der Siedlungsentwicklung sind zwischen den Schutzgütern Boden, Wasser, Luft und Klima, menschliche Gesundheit und Biodiversität.

---

<sup>3</sup> Siehe Nr. 2 b) gg) „Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber den Folgen des Klimawandels“ in Anlage 1 zu §2 Abs. 4 und §§ 2a und 4c BauGB

Veränderungen klimatischer Parameter durch den Klimawandel											verstärkende/schwächende Faktoren in der Stadtentwicklung											erkennbare Auswirkung des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Schutzgüter											Folgewirkungen auf andere Schutzgüter																	
(große Amplitude zwischen Trockenheit und Feuchte) Anstieg der Durchschnittstemperatur Zunahme extremer Wetterereignisse Verlängerung der Vegetationsperioden Zunahme heiße Tage / Tropennächte Zunahme lang andauernder Hitzewellen Zunahme extremer Trockenheit während der Vegetationsperiode Zunahme extremer Sommer Niederschlagszunahme im Herbst und Winter Zunahme extremer Niederschläge Zunahme von Sturmereignissen Meeresspiegelanstieg											Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen Luftverunreinigungen durch Verkehr, Industrie und Hausbrand Eindeichung und technischer Hochwasserschutz Rückgang der Vegetation und Biomasseproduktion Veränderung der Vegetationszusammensetzung Abnahme zusammenhängender Freiraum-/Grünstrukturen Reliefveränderung durch Baukörper Verdichtung der Böden Flächenverbrauch und Versiegelung (Baulandentwicklung in Wohnen und Gewerbe) Bevölkerungsrückgang in Städten Bevölkerungszuwachs in Städten											unmittelbar betroffenes Schutzgut											Boden																	
																																	Boden	Wasser	Luft und Klima	Biodiversität	menschliche Gesundheit	Landschaftsbild	Kultur- und Sachgüter	Fläche										
											<b>Boden</b>																																							

Tabelle 3-1: Matrix über die Wechselwirkungen des Klimawandels mit der Stadtentwicklung (eigene Darstellung in Anlehnung an May et al. 2016: 112ff, für Zeilen 1 – 5 7-11, 13, 14, 22-36, 38-42: für die Zeilen 1-6: LABO 2010)

Veränderungen klimatischer Parameter durch den Klimawandel	verstärkende/schwächende Faktoren in der Stadtentwicklung													erkennbare Auswirkung des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Schutzgüter	Folgewirkungen auf andere Schutzgüter																			
															Boden	Wasser	Luft und Klima	Biodiversität	menschliche Gesundheit	Landschaftsbild	Kultur- und Sachgüter	Fläche												
(große Amplitude zwischen Trockenheit und Feuchte) Anstieg der Durchschnittstemperatur														Umsetzung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen Luftverunreinigungen durch Verkehr, Industrie und Hausbrand Eindeichung und technischer Hochwasserschutz Rückgang der Vegetation und Biomasseproduktion Veränderung der Vegetationszusammensetzung Abnahme zusammenhängender Freiraum-/Grünstrukturen Reliefveränderung durch Baukörper Verdichtung der Böden Flächenverbrauch und Versiegelung (Baulandentwicklung in Wohnen und Gewerbe) Bevölkerungsrückgang in Städten Bevölkerungszuwachs in Städten Meeresspiegelanstieg Zunahme von Sturmereignissen Zunahme extremer Niederschläge Zunahme extremer Herbst und Winter Zunahme extremer Trockenheit während der Vegetationsperiode Niederschlagsabnahme im Sommer Zunahme lang andauernder Hitzewellen Zunahme heiße Tage / Tropennächte Verlängerung der Vegetationsperioden Zunahme extremer Wetterereignisse Anstieg der Durchschnittstemperatur	<b>unmittelbar betroffenes Schutzgut</b>																			
<b>biologische Vielfalt, Tiere und Pflanzen (Biodiversität)</b>																																		
23	x	x	x	x	x	x	x							x											Ausbreitung wärmeliebender / trockenheitstoleranter Arten						x	x		
24	x	x	x	x	x	x	x								x										Verdrängen (Abwanderung, Rückgang, Aussterben) von hitze- und trockenheitsempfindlichen Arten				x					
25		x												x											Verdrängen (Abwanderung, Rückgang, Aussterben) von trockenheitsliebenden Arten							x		
26	x	x	x	x	x	x	x									x									Zunahme invasiver Arten (Neophyten)							x	x	
27	x	x		x	x	x	x								x	x									Beeinträchtigung bzw. Rückgang aquatischer Lebensräume durch dauerhaft sinkende Wasserstände				x	x				
28	x	x		x	x	x	x								x	x									Beeinträchtigung / Rückgang grundwasserabhängiger Arten und Lebensräume durch zunehmende Verringerung des Wasserdargebots		x	x	x					
29	x	x		x	x	x	x								x	x									Zunahme von Dürreschäden an Vegetation, Grünflächen und Parks		x	x	x					x
30	x	x		x	x	x	x								x	x									zunehmende Degradierung von Mooren, Auen und Wäldern		x	x	x					x
31		x																							Verlust von Lebensräumen an Fließgewässern		x	x						x
<b>menschliche Gesundheit</b>																																		
32					x										x	x									Zunahme gesundheitlicher Beschwerden und Sterbefälle bei empfindlichen Bevölkerungsgruppen durch Hitze									
33	x	x		x	x	x	x																		Zunahme der Gesundheitsgefährdung durch erhöhtes Auftreten allergener und toxischer Pflanzen und Tierarten				x					x
34	x			x	x	x	x																		Zunahme gesundheitliche Beschwerden durch Ozonbelastung und Luftverunreinigungen							x		
35					x	x	x	x	x	x	x				x	x									Zunahme von Personenschäden durch Extremereignisse (Sturm, Hochwasser oder Flut)		x	x		x				x
36	x			x	x	x	x								x	x									Rückgang bioklimatisch begünstigter Erholungsräume		x	x	x	x				x
37		x			x	x	x									x									Gesundheitliche und hygienische Gefährdung durch fehlenden Abfluss ( <i>Abwasserreinigung mangelhaft</i> )				x	x	x			x
38	x	x	x	x	x	x	x								x	x									Verschlechterung der Badeeignung von Gewässern durch Verschlechterung der Wasserqualität (Bakterien/Algenblüte)				x		x			x
39	x			x	x	x	x																		Einschränkung der Begehbarkeit von Wäldern durch zunehmende Waldbrandgefahr und Windbruch							x		
<b>Landschaftsbild</b>																																		
40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x									Beeinträchtigung sensibler, naturraum-/landschaftstypischer oder historischer Kulturlandschaftsteile und -elemente (durch Erosion, Dürre-, Waldbrand- und Sturmschäden, Schädlingskalamitäten an Bäumen)									x
41				x																					Visuelle Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Änderung des Landnutzungsmusters									
<b>Kultur- und Sachgüter</b>																																		
42						x										x	x								Zunahme von Sturmschäden durch Windwurf an Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur									x
43							x	x								x	x								Zunahme an Hochwasserschäden bei sensiblen Nutzungen und bedeutsamen Kritischen Infrastrukturen v.a. in hochwassergefährdeten Bereichen							x		
44							x	x																	Gefährdung von Nutzungen mit erheblichem Schadensrisiko in hochwassergefährdeten Bereichen									x
45																									Senkungen und Setzungen von Infrastrukturen und in Gebäuden bei lang anhaltender Trockenheit									
<b>Fläche</b>																																		
46															x	x									Flächenverbrauch und Versiegelung		x	x	x	x	x	x	x	x
Es gibt keine unmittelbaren Auswirkungen des Klimawandels auf das Schutzgut Fläche. Folgewirkungen entstehen durch die primären Einflussfaktoren der Stadtentwicklung (v.a. über den Konflikt zwischen Bebauung und Freiraum). Auswirkungen des Klimawandels auf die Fläche entstehen demzufolge erst bei der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen. Diese sind im zweiten Abschnitt der Tabelle (verstärkende/schwächende Faktoren der Stadtentwicklung) beschrieben.																																		

Tabelle 3-2: Matrix über die Wechselwirkungen des Klimawandels mit der Stadtentwicklung eigene Darstellung in Anlehnung an May et al. 2016: 112ff, für Zeilen 1 – 5 7-11, 13, 14, 22-36, 38-42: für die Zeilen 1-6: LABO 2010



Erkennbare Auswirkung des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Schutzgüter	Potenzielle Folgewirkungen auf andere Schutzgüter							Vorsorgeziele	Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung
	Boden	Wasser	Luft und Klima	Biodiversität	menschliche Gesundheit	Landschaftsbild	Kultur- und Sachgüter		
<b>Unmittelbar betroffenes Schutzgut</b>									
<b>Boden</b>									
Vermehrte Winderosion	x	x	x	x	x			Aufrechterhalten flächendeckender Vegetationsstrukturen, ganzjährige Bodendeckung	Bodendeckende Grünstrukturen
Vermehrte Wassererosion				x			x	Vermeidung des Flächenverbrauchs, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten flächendeckender Vegetationsstrukturen, vorsorgender Hochwasserschutz	Bodendeckende Grünstrukturen
Zunehmende Austrocknung von Böden	x	x	x			x	x	Reduzierung des Flächenverbrauchs, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen	Bodendeckende Grünstrukturen
Zunehmende Vernässung von Böden				x			x	Vorsorgender Hochwasserschutz (Rückhalt in der Fläche), Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung	Schaffen von Retentionsräumen, Versickerungs- und Verdunstungsflächen (Dachbegrünung), Entwässerung durch: Notwasserwege, Mulden-Rigolen-Systeme
Abnahme der Wasserspeicherkapazität	x			x				Vermeidung des Flächenverbrauchs, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen, Humusgehalt und Durchwurzelungsfähigkeit aufrecht erhalten	Zusammenhängende Grünstrukturen mit tiefliegender Durchwurzelung
Risiko von abnehmenden Humusgehalten und -Vorräten (Speicherfähigkeit von Kohlenstoffen)	x	x	x			x		Vermeidung des Flächenverbrauchs, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen	Pflanzungen, gut durchwurzelter Freiräume
<b>Wasser</b>									
<b>Fließgewässer und Hochwasser(-schutz)</b>									
Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Flusshochwassern	x			x	x	x	x	Vorsorgender Hochwasserschutz, Vermeidung des Flächenverbrauchs in Hochwasserrisikogebieten	zusammenhängende Grünstrukturen und Vegetationsstrukturen, Polder und Wasserrückhalt in der Fläche
Anstieg des Wasserspiegels in den Oberflächengewässern in stehenden Gewässern				x	x	x	x	Vermeidung des Flächenverbrauchs in Risikogebieten, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen	zusammenhängende Grünstrukturen und Vegetationsstrukturen, Polder und Wasserrückhalt in der Fläche
<b>ökologische und chemische Beschaffenheit der stehenden Oberflächengewässer</b>									
Absenken des Wasserspiegels in den Oberflächengewässern (Niedrigwasserstände)	x			x	x	x		ganzjährige Bodendeckung, Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts	Flächen zur Verdunstung und Versickerung, Angepasst Nutzung des Grundwassers (Volumen)
Temperaturerhöhung der Oberflächengewässer				x	x	x			
Austrocknung und Verlandung von stehenden Gewässern	x			x	x	x		Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts, Versickerung vor Ort	Versiegelung vermeiden, Schaffen von Versickerungsflächen
Zunahme des Sedimenteintrags in Fließgewässer	x			x	x	x	x	ganzjährige Bodendeckung; Aufrechterhalten zusammenhängender Grünstrukturen;	Pflanzgebote für eine ganzjährige Bodendeckung, zusammenhängende Grünstrukturen
<b>chemischer Zustand und Menge des Grundwassers</b>									
Anstieg des Grundwasserspiegels	x			x		x	x	Vermeidung sensibler Nutzungen in Risikogebieten bzw. grundwasserangepasste Bauweise	grundwassersensible Bauweise
Absenken des Grundwasserspiegels	x			x		x	x	Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts, Versickerung vor Ort, trockenheitsliebende Biotope;	Maßnahmen der wassersensiblen Stadtentwicklung; Entwicklung trockenheitsliebender Biotope
Hohe Schwankungen im Grundwasserspiegel	x			x	x	x	x	Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts, Vermeidung des Flächenverbrauchs, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen,	Maßnahmen der wassersensiblen Stadtentwicklung
Versalzung des Grundwassers durch das Eindringen von Meerwasser	x			x	x	x		Schutz des Grundwasservolumens	Steuerung der Grundwassernutzung
Zunahme der Grundwasserbelastung durch Verunreinigung im versickernden Niederschlagswasser	x			x	x	x		Vermeidung des Flächenverbrauchs, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen	Filterung des zu versickernden Niederschlagswassers

Tabelle 4-1: Schutzgutbezogene Vorsorgeziele und Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung (abgeleitet aus den Wirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung) (Eigene Darstellung)

Erkennbare Auswirkung des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Schutzgüter	Potenzielle Folgewirkungen auf andere Schutzgüter							Vorsorgeziele	Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung	
	Boden	Wasser	Luft und Klima	Biodiversität	menschliche Gesundheit	Landschaftsbild	Kultur- und Sachgüter			Fläche
<b>Unmittelbar betroffenes Schutzgut</b>										
<b>Luft und Klima</b>										
Zunahme der bodennahen Ozonkonzentration					x				Aufrechterhalten der Durchlüftung, bauliche Barrieren vermeiden, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen, Emissionen vermeiden	Frischluftschneisen erhalten, bauliche Barrieren vermeiden, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen, Emissionsquellen reduzieren (Verkehr, Industrie, Hausbrand)
Zunahme der Luftschadstoffkonzentration				x	x				Durchlüftung aufrecht erhalten, Schädliche Emissionen vermeiden	Frischluftschneisen erhalten, bauliche Barrieren vermeiden, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen, Emissionsquellen reduzieren (Verkehr, Industrie, Hausbrand)
Rückgang von Kaltluftentstehungsgebieten (Verdunstungspotenziale nehmen ab)				x	x	x			Schutz von Kaltluftentstehungsgebieten	Zusammenhängende Freiraumstrukturen mit Kaltluftproduktionspotenzial aufrechterhalten, Vegetationsstrukturen schützen, die Kaltluftproduktion fördern vor allem durch Erhöhung des Verdunstungspotenzials
Abnahme des innerstädtischen Luftaustausches				x	x				Durchlüftung gewährleisten	bauliche Barrieren vermeiden, zusammenhängende Grünstrukturen, Aufrechterhalten von Vegetationsstrukturen, geeignete Gebäudestellung, -höhe, und Freiraumstrukturen
zunehmende räumliche Ausdehnung der Hitzeinseln (Erwärmung in den Siedlungsbereichen)				x	x				Reduktion des Flächenverbrauchs, Durchlüftung aufrechterhalten oder schaffen, Wärmespeicherkapazität reduzieren, Abkühlungspotenziale schaffen	Frischluftschneisen schützen, Barriere-Wirkung der Baukörper vermeiden durch geeignete Gebäudestellung, -höhe und Freiraumstrukturen; Zusammenhängende Freiraumstrukturen aufrechterhalten, Erhöhung der Durchgrünung und Verschattung, Albedo-Effekt, Innerstädtisches Grün durch Stadtbäume, Pflanzbeete, Grün- und Wasserflächen und Fassadenbegrünung
<b>Biologische Vielfalt, Tiere und Pflanzen (Biodiversität)</b>										
Ausbreitung wärmeliebender / trockenheitstoleranter Arten					x	x			Aufrechterhalten zusammenhängender Grünstrukturen, potenzielle Lebensräume für trockenheitsliebende Arten schützen	Lebensräume schützen, Trittsteinbiotope schaffen
Verdrängen (Abwanderung, Rückgang, Aussterben) hitze- und trockenheitsempfindlicher Arten			x		x	x			Aufrechterhalten zusammenhängender Grünstrukturen, neue Lebensräume für feuchtigkeitsliebende Arten schaffen	Lebensräume schützen, Trittsteinbiotope schaffen
Verdrängen (Abwanderung, Rückgang, Aussterben) trockenheitsliebender Arten					x	x			Aufrechterhalten zusammenhängender Grünstrukturen, potenzielle Lebensräume für trockenheitsliebende Arten schützen	Lebensräume schützen, Trittsteinbiotope schaffen
Zunahme invasiver Arten (Neophyten)					x	x			Erhalt der Artenvielfalt und Vermeidung der Verdrängung vieler Arten zugunsten einer dominierenden Art	Lebensräume schützen, Trittsteinbiotope schaffen
Beeinträchtigung bzw. Rückgang aquatischer Lebensräume durch dauerhaft sinkende Wasserstände		x	x		x	x			Schaffen von Wasserflächen, die auch in Trockenperioden noch gefüllt sind	Feuchtbiotope schaffen
Beeinträchtigung bzw. Rückgang grundwasserabhängiger Arten und Lebensräume durch zunehmende Verringerung des Wasserdargebots	x	x	x		x	x			Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts durch: Reduktion des Flächenverbrauchs, Erhalt großflächiger Grünstrukturen und Vegetation	wassersensible Stadtentwicklung, Lebensräume schützen, Trittsteinbiotope schaffen
Zunahme von Dürreschäden an Vegetation, Grünflächen und Parks	x	x	x		x	x	x		Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts durch: Reduktion des Flächenverbrauchs, Erhalt großflächiger Grünstrukturen und Vegetation	wassersensible Stadtentwicklung, Bewässerung systemrelevanter Bereiche
zunehmende Degradierung von Mooren, Auen und Wäldern	x	x	x		x	x			Erhalt von Mooren, Auen und Wäldern	
Verlust von Lebensräumen an Fließgewässern	x	x			x	x			Schutz von Lebensräumen an Fließgewässern	Lebensräume (Feuchtbiotope) an Fließgewässern einrichten, Trittsteinbiotope schaffen

Tabelle 4-2: Schutzgutbezogene Vorsorgeziele und Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung (abgeleitet aus den Wirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung) (Eigene Darstellung)



Erkennbare Auswirkung des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Schutzgüter	Potenzielle Folgewirkungen auf andere Schutzgüter							Vorsorgeziele	Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung
	Boden	Wasser	Luft und Klima	Biodiversität	menschliche Gesundheit	Landschaftsbild	Kultur- und Sachgüter		
<b>Unmittelbar betroffenes Schutzgut</b>									
<b>menschliche Gesundheit</b>									
Zunahme gesundheitlicher Beschwerden und Sterbefälle bei empfindlichen Bevölkerungsgruppen durch Hitze								Aufrechterhalten eines guten thermischen Komforts, Vermeiden von Hitzeinseln durch: Kaltluftproduktion, Durchlüftung, Verschattung, Verdunstung, Albedo und dazu Hitze resistente Bauweise und Vermeidung von vulnerablen Einrichtungen in klimatischen Belastungsräumen	Frischlufschneisen schützen, Barriere-Wirkung der Baukörper vermeiden durch geeignete Gebäudestellung, - höhe und Freiraumstrukturen; Zusammenhängende Freiraumstrukturen aufrechterhalten, Erhöhung der Durchgrünung und Verschattung, Albedo-Effekt, Innerstädtisches Grün durch Stadtbäume, Pflanzbeete, Grün- und Wasserflächen und Fassadenbegrünung, keine sensiblen Einrichtungen in potenziellen klimatischen Belastungsräumen
Zunahme der Gesundheitsgefährdung durch erhöhtes Auftreten allergener und toxischer Pflanzen und Tierarten				x			x	Erhalt der Artenvielfalt und Vermeidung der Verdrängung vieler Arten zugunsten einer dominierenden allergen Art (z.B. Ambrosia)	
Zunahme gesundheitliche Beschwerden durch Ozonbelastung und Luftverunreinigungen				x				Aufrechterhalten der Durchlüftung, Vermeidung von Luftverunreinigungen, durch Vermeidung gesundheitsschädlicher Emissionen (Hausbrand, Verkehr, Industrie)	siehe Ozonbelastung und Luftverunreinigung
Zunahme von Personenschäden durch Extremereignisse (Sturm, Hochwasser oder Flut)	x	x		x			x x	Restriktive Nutzung von Hitze- und Hochwasser- und Sturmrisikogebiete	
Rückgang bioklimatisch begünstigter Erholungsräume	x	x	x	x			x	Schutz bioklimatisch begünstigter Räume (Kaltluftentstehungsgebiete, zusammenhängende Freiräume, aufrechterhalten des Wasserhaushaltes), Zugang zu öffentlichem Grün entwickeln	Frischlufschneisen schützen, Barriere-Wirkung der Baukörper vermeiden durch geeignete Gebäudestellung, - höhe und Freiraumstrukturen; Zusammenhängende Freiraumstrukturen aufrechterhalten, Erhöhung der Durchgrünung und Verschattung, Albedo-Effekt
Gesundheitliche und hygienische Gefährdung durch fehlenden Abfluss ( <i>Abwasserreinigung mangelhaft</i> )		x	x	x			x	dezentrale Abwasser- und Regenwasserbewirtschaftung	dezentrale Abwasser- und Regenwasserbewirtschaftung
Verschlechterung der Badeeingnung von Gewässern durch Verschlechterung der Wasserqualität (Bakterien/Algenblüte)		x		x			x	Förderung der Grundwasserneubildung	wassersensible Stadtentwicklung
Einschränkung der Begehrbarkeit von Wäldern durch zunehmende Waldbrandgefahr und Windbruch				x			x	vorsorgende Waldwirtschaft	
<b>Landschaftsbild</b>									
Beeinträchtigung sensibler, naturraum-/landschaftstypischer oder historischer Kulturlandschaftsteile und -elemente (durch Bodenerosion, Dürreschäden, Waldbrand- und Sturmschäden, Schädlingskalamitäten an Bäumen)							x	Reduktion des Flächenverbrauchs, Berücksichtigung von Kulturlandschaften und deren Eigenarten beim Bau technischer Hochwasserschutzanlagen	
Visuelle Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch Änderung des Landnutzungsmusters								Berücksichtigung des Landschaftsbildes bei der Umsetzung von Klimaschutz und Anpassungsmaßnahmen	
<b>Kultur- und Sachgüter</b>									
Zunahme von Sturmschäden durch Windwurf an Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur							x	Schutz zusammenhängender Freiräume, insbesondere Mischwald	Verwenden von robusten Baumarten, Einhalten von Sicherheitsabständen
Zunahme an Hochwasserschäden bei sensiblen Nutzungen und bedeutsamen Kritischen Infrastrukturen vor allem in hochwassergefährdeten Bereichen					x			Schutz kritischer Infrastrukturen durch angepasste Bauweise oder Vermeidung von Risiken bei der Standortwahl	
Gefährdung von Nutzungen mit erheblichem Schadensrisiko in hochwassergefährdeten Bereichen						x		Vermeidung von Nutzungen mit potenziellem Schadensrisiko in gefährdeten Bereichen	
Senkungen und Setzungen von Infrastrukturen und in Gebäuden bei lang anhaltender Trockenheit								Risikogebiete identifizieren und Nutzung anpassen, Bauweise anpassen	
<b>Fläche</b>									
Flächenverbrauch und Versiegelung	x	x	x	x	x	x	x	Vermeidung des Flächenverbrauchs	

Tabelle 4-3: Schutzgutbezogene Vorsorgeziele und Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung (abgeleitet aus den Wirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung) (Eigene Darstellung)





---

Im diesem Kapitel wurden die Wirkzusammenhänge erfasst und anhand der UP-Schutzgutsystematik aufgeschlüsselt. Es wurde gezeigt, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die einzelnen Schutzgüter hat und welche Wechselwirkungen mit den anderen Schutzgütern erkennbar sind. Zusätzlich wurde darauf eingegangen, wie und in welchem Bereich sich Klimafolgen besonders durch ein Fortschreiten der Stadtentwicklung verstärken werden. Handlungsbedarfe werden vor allem bei den Schutzgütern beschrieben, die einen großen Einfluss auf die Stadtökologie haben und durch die Bauleitplanung gesteuert werden können. Eine graphische Zusammenfassung dieser Aussagen lassen sich in der Matrix (Tabelle 3 und 4) und den für die Schutzgüter zusammengestellten Datenblättern im Anhang (S.251) wiederfinden. Diese geben in ersten Teil eine Übersicht über

- den Einfluss de Klimawandels auf das Schutzgut
- Kriterien zur Beurteilung des Umweltzustands hinsichtlich der Sensitivität und Betroffenheit durchden Klimawandel
- Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Kimawandels
- Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen
- Planungsziele zur Eindämmung der Klimafolgen
- Notwendige Datengrundlagen und Informationen zur Beurteilung der Vulnerabilität des Schutzgutes
- Mögliche Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung und deren Steuererungselmente im Flächennutzungsplan bzw. im Bebauungsplan.

Die Untersuchung der Wechselbeziehungen macht deutlich, dass in den meisten Fällen keine quantifizierbaren Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung ermittelt werden können. Eine besondere Herausforderung ist es, mit erheblichen saisonalen Verschiebungen zu rechnen, die in einigen Regionen zu verstärkten Niederschlägen in den Herbst- und Wintermonaten, zu Starkniederschlägen, Hochwasser aber auch zu Dürren und längere Trockenheit in den Sommermonaten führen kann.

Die Erfassung der Klimafolgen erfordert eine Identifizierung der besonders empfindlichen Schutzgüter und Räume und der Entwicklung möglicher Anpassungsmaßnahmen, um deren Resilienz zu erhöhen. Hierzu eignen sich schutzgutübergreifend auf gesamtstädtische Ebene Freiräume und Grünstrukturen, die die Kaltluftproduktion, Frischluftzufuhr, den natürlichen Wasserrückhalt und Erholungsfunktionen übernehmen. Auf Quartiersebene können Freiflächen und die Entwicklung angemessenen Grünvolumens dafür sorgen, dass der natürliche Wasserhaushalt so gut wie möglich erhalten bleibt, und durch Verdunstung und Verschattung das Mikroklima verbessert wird. Zusätzlich fördern diese Grünstrukturen die Artenvielfalt wandernder Spezies, indem sie sie Lebensräume feuchtigkeitsliebender Arten schaffen und schützen. Fruchtbare Böden, die entweder über eine gute Grundwasserneubildungsrate oder Wasserspeicherkapazität verfügen, nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein, da sie entweder die Versickerung des anfallenden Regenwassers unterstützen oder besonders für gefährdete Habitate feuchtigkeitsliebender Arten geeignet sind, und damit Grünstrukturen ermöglichen, die die Verdunstung vor Ort erhöhen. Eine Maßnahme, die bereits in vielen Projekten geplant und erprobt wird, ist die Speicherung des Wassers vor Ort, um es in Zeiten geringer Niederschläge nutzen zu können (z.B. SenUVK 2016).



### 3 Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung

#### 3.1 Einbindungsmöglichkeiten unsicherer Klimamodelle in die Stadtentwicklung

##### 3.1.1 Unsicherheiten im Klimawandel

Werden städtebauliche Planungen umgesetzt, sollten diese so gestaltet werden, dass sie den Veränderungen durch den Klimawandel standhalten können und deren Folgen nicht verstärken. Aktuell sind Aussagen über die Auswirkungen und Wechselwirkungen zwischen den Klimafolgen und der Stadtentwicklung nur für grundlegende Trends möglich. Eine spezifischere Abschätzung, die diese Wirkungen leichter quantifizieren kann, bedarf weiterer Forschung und Beobachtung. Die Stadtentwicklung muss sich zusätzlich darauf einstellen, dass sie auf überraschende Ereignisse reagieren muss. Gründe für Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung können folgende sein (Willows/Connell 2003:50-52, IPCC 2001:1, Greiving 2013, Stock/Walkenhorst 2012: 12, Bowyer et al. 2015):

- die Entwicklung der Treibhausgasemissionen,
- fehlende Beobachtungsdaten,
- die Berechnung der Klimamodellierungen,
- die natürliche Klimavariabilität,
- die Auswirkungen und Wechselwirkungen des Klimawandels auf die Umwelt, Ressourcen und Landnutzungsformen.

Die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen sind heute nur zum Teil vorhersagbar. Der IPCC (2007) hat deswegen die sogenannten SRES-Szenarien entwickelt, die unterschiedliche Pfade und deren Konsequenzen für die Treibhausgasemissionen skizziert haben. Im 5. Bericht des IPCC (2014) wurden diese durch RCP-Szenarien ergänzt, welche repräsentative Pfade der Entwicklung der Treibhausgaskonzentration und des Strahlungsantriebs auf der Erde darstellen. RCP-Szenarien fassen dabei veröffentlichte Forschungsergebnisse zusammen (Dobler et al. 2017). Aktuell werden in den Klimamodellierungen beide Szenarien-Formen verwendet, ausgewertet und miteinander verglichen.

Die Unsicherheiten in den Rechenmodellen sind damit begründet, dass noch nicht alle Wechselwirkungen des Klimasystems verstanden sind und die Rechenmodelle noch nicht alle Prozesse abbilden können (Larsen et al. 2013). Aufgrund der Komplexität des Systems lassen sich nicht alle Veränderungen in einer linearen Form vorhersagen. Verschiedene Rückkopplungseffekte können gegensätzliche Auswirkungen haben und lassen vielseitige Interpretationen der Auswirkungen zu (Dobler et al. 2017: 40).

Da in den Modellen nicht alle beeinflussenden Faktoren des Klimawandels berücksichtigt werden können, ist die Komplexität in einem globalen Klimamodell nicht eindeutig abbildbar. Dies beruht zum einen auf der lückenhaften Kenntnis über Systemzusammenhänge, welche darauf basieren, dass die Wechselwirkungen beispielsweise zwischen Boden, Wasser und Biosphäre noch nicht abschließend erforscht sind. Zum anderen ist das Netz der Messstationen nicht dicht genug für eine lückenlose Erfassung der Entwicklung. Zusätzlich werden diese unterschiedlichen Wirkungsketten in verschiedenen Rechenläufen beschrieben, die auf unterschiedlichen Varianten basieren.

Die mögliche räumliche und zeitliche Auflösung der globalen Modelle ist beschränkt auf ein Gitterraster von ca. 150 km und auf einen Zeitrahmen von 30 Jahren (Stock/Walkenhorst 2012: 12). In diesen globalen Rechenmodellen werden regionale Modelle eingebettet, die eine feinere Auflösung (von 10 km

bis zu 3 km) haben, und deswegen detailliertere Aussagen treffen können. Bei der Einbettung der Ergebnisse der globalen Rechenmodelle in die detaillierteren Raster der regionalen Modelle entstehen Ungenauigkeiten, die auf die groben Daten und vorgegebenen Randbedingungen der globalen Modelle zurückzuführen sind (Dobler et al. 2017: 38). Zusätzlich existieren unterschiedliche regionale Klimamodelle, die entweder auf einer dynamischen (REMO, CCLM, WRF-CLIM, HIRLAM) oder einer statistischen (STAR, WettReg) Berechnung beruhen (Jacob et al. 2017). Da die Ergebnisse der globalen Modelle bereits von unterschiedlichen Entwicklungen des Klimas ausgehen, entsteht hierbei eine Vielzahl möglicher Varianten der Klimaentwicklung, die nicht in einem absoluten Wert abgebildet werden können und aus der Variabilität möglicher Zukünfte entsteht. Um die Bandbreite möglicher Klimaentwicklungen und deren Unsicherheitsspanne beschreiben zu können, wird aktuell versucht, diese Variabilität über Ensemble-Läufe abzubilden. Mit zunehmender Rechenleistung und Auflösung wird die statistische Auswertung verschiedener Modellierungen genauer (Dobler et al. 2017). Die Variabilität dieser Projektionen (z. B. PRUDENCE; ENSEMBLES, EURO-Cordex auf regionaler Ebene) zeigt die Größenordnung der möglichen Bandbreite der Klimafolgen (Dobler et al. 2017).

Die Wiedergabe meteorologischer Mittelwerte für Niederschlags-, Temperatur- und großräumige Zirkulationen ist durch die Klimamodelle in gewissen Bandbreiten als Trendergebnisse möglich (UBA 2015a: 65f). Dagegen sind Extremwerte wie Hitzewellen und Starkniederschläge nicht so leicht abbildbar (Deutschländer/Mächel 2017, Kunz et al. 2017). Da Starkniederschlagsereignisse sehr lokal innerhalb sehr kurzer Zeit hohe Niederschlagsmengen verursachen, wäre selbst die Auflösung von 10 km zu ungenau, um lokale Ereignisse abschätzen zu können (siehe Kapitel 2). Aktuell wird versucht, dies durch Radarbeobachtungen zu konkretisieren, und Grundlagen zu schaffen, die in einer Modellierung übernommen werden könnten (Kunz et al. 2017). Dennoch ist es schwierig, neben den genannten Bandbreiten, Daten zu finden, die in der Stadtentwicklung, der Bauleitplanung und der Umweltprüfung verwertet werden können, und über die Beschreibung von Tendenzen hinausgehen (Wachter et al. 2017).

Wechselwirkungen zwischen dem sich ändernden Klima, der Umwelt und den Landnutzungsformen sind oft komplex und können nur im Einzelnen abgeschätzt werden. Dies ist auch erkennbar, wenn die Entwicklung von Lebensgemeinschaften von Pflanzen und Tieren und deren Reaktion auf klimatische Veränderungen betrachtet werden.

Um die Beeinträchtigung der verschiedenen Umwelt-Schutzgüter und der stadträumlichen Funktionen zu erkennen, geht die Betrachtung der Klimafolgen über die Untersuchung der Klimastimuli hinaus. Unumgänglich ist die Einbeziehung sozioökonomischer Faktoren, um die Verwundbarkeit einzelner Raumstrukturen und -funktionen besser erkennen zu können. Das erweiterte Risikomodell des IPCC versucht diese Einschätzung zu beschreiben (IPCC 2014b // op. 2014: 3).

Das Modell der Resilienz beschreibt im Folgenden, wie Unsicherheiten in sozioökologischen Systemen der Stadtentwicklung abgebildet werden können. Dabei werden den verschiedenen Stadien des „*Adaptive Cycles*“ (nach Walker/Salt 2012 in Abbildung 11) Entscheidungsmodelle zugeordnet, die einen Umgang mit den unterschiedlichen Stadien der Unsicherheit erleichtern.

### 3.1.2 Das Modell der Resilienz zur Abbildung von Unsicherheiten im sozioökologischen System der Stadtentwicklung

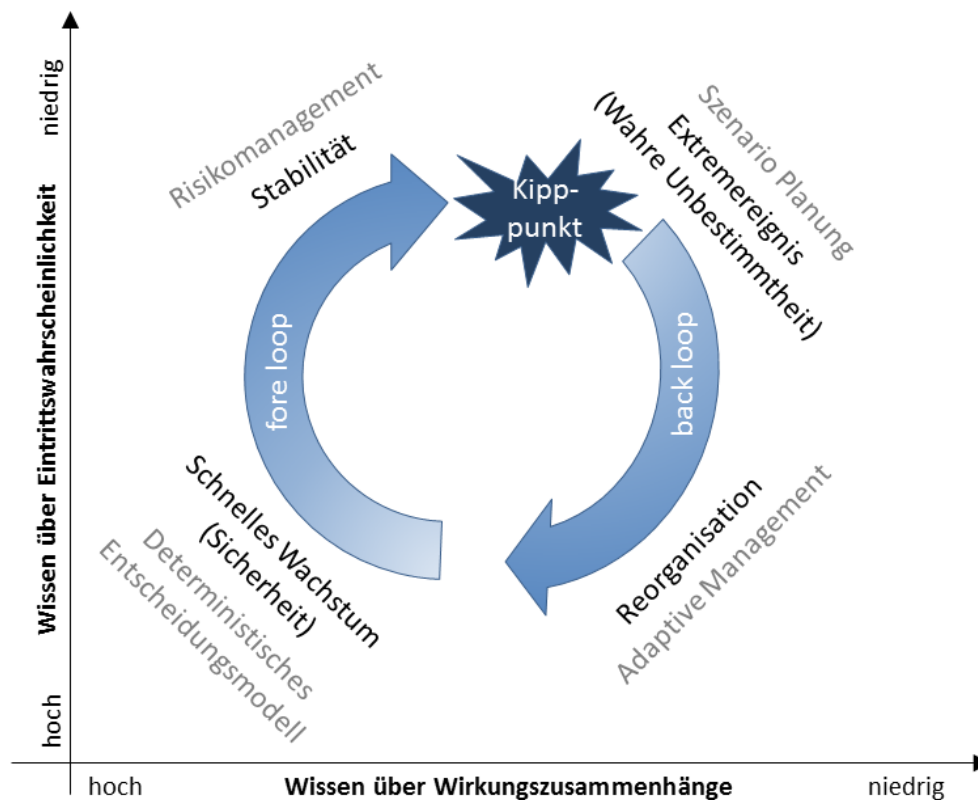
Die Einflüsse des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf das Ökosystem lassen sich mit dem Modell der Resilienz beschreiben. Die Besonderheit der Resilienz-Theorie liegt darin, Veränderungen zu beschreiben, welche die Stabilität eines Systems gefährden können. Resiliente Systeme sollen in der Lage sein, Veränderungen im System einzuordnen und so aufzufangen, dass die Funktion des Systems durch seine Anpassung und Transformation fortbestehen kann. Diese Veränderungen können gesteuert werden, wenn rechtzeitig kreative Lösungen vorhanden sind, um sie im Fall einer grundlegenden Veränderung umsetzen zu können. Möglichkeitsfenster entstehen, wenn Systeme weniger stabil sind. Diese können dazu genutzt werden, Systemfunktionen nicht nur zu erhalten, sondern auch zu verbessern (Folke 2016).

Der Begriff der Resilienz wurde ursprünglich in der Ökologie, Psychologie und den Umweltwissenschaften verwendet (Holling 1973, Pimm 1991, Carpenter et al. 2001). Er findet auch seine Anwendung in der Ökonomie (Walker/Salt 2012). Für Walker et al. (2004) ist Resilienz die Kapazität eines Systems, welche Störungen absorbieren kann und sich während eines Veränderungsprozesses reorganisieren kann. Dabei werden grundlegende Funktionen, Strukturen, Identitäten und Reaktionen aufrechterhalten. Die betrachteten Systeme können nie einzeln und isoliert betrachtet werden. Sie sind immer eingebettet in übergeordnete Systeme und beinhalten untergeordnete Systeme (Panarchie). Dabei beeinflussen sich untergeordnete Systeme und übergeordnete Systeme gegenseitig. Daher ist eine Betrachtungsweise unumgänglich, welche über die eigene Entscheidungsebene hinausgeht (Walker/Salt 2012, Gunderson/Holling 2002).

Im sozioökologischen Zusammenhang bezieht sich Resilienz sowohl auf den Umgang mit extremen Naturereignissen (Adger 2000, Adger et al. 2005), als auch auf den Umgang mit graduellen Veränderungen, die auf wahrer Unbestimmtheit basieren (Folke 2016: 4). Darüber hinaus beschreiben Walker et al. (2004), Folke et al. (2010) und Folke (2016: 4) Resilienz als einen kontinuierlichen dynamischen Prozess, um mit Veränderungen umgehen zu können. Dabei wird zwischen dem stabilen, vorhersehbaren „*fore loop*“ und dem dynamischen, unsicheren „*back loop*“ unterschieden (Walker/Salt 2012 und 2006, Gunderson/Holling 2002):

- Der „*fore loop*“ enthält die Phasen des „*schnellen Wachstums*“ und des „*Bewahrens und Erhaltens*“, welche vergleichsweise stabil, steuerbar und vorhersagbar sind und eine gewisse Planungssicherheit ermöglichen.
- Der „*back loop*“ wird erreicht, wenn ein „*Kippunkt*“ überschritten wird, der das System destabilisiert, indem die Grenzen des Wachstums und die Kapazitäten überschritten werden. Um das System wieder zu stabilisieren, ist eine Phase der „*Reorganisation und Erneuerung*“ notwendig, die durch das Experimentieren und das Entwickeln neuer Wege einen bewussten bzw. unbewussten Wandel ermöglichen.

Dabei hilft das Modell der Resilienz die Komplexität und Unvorhersehbarkeit sozioökologischer Systeme zu beschreiben, zu strukturieren und effektiv zu planen (Walker/Salt 2012). Mit ihm kann erklärt werden, wie unterschiedliche Systeme mit Veränderungen umgehen, und wann sie sich zu anderen Systemen transformieren. Dies lässt sich auf die sozioökologischen Folgen des Klimawandels übertragen. Damit lassen sich Mindestanforderungen an eine anpassungsfähige Planungskultur stellen.



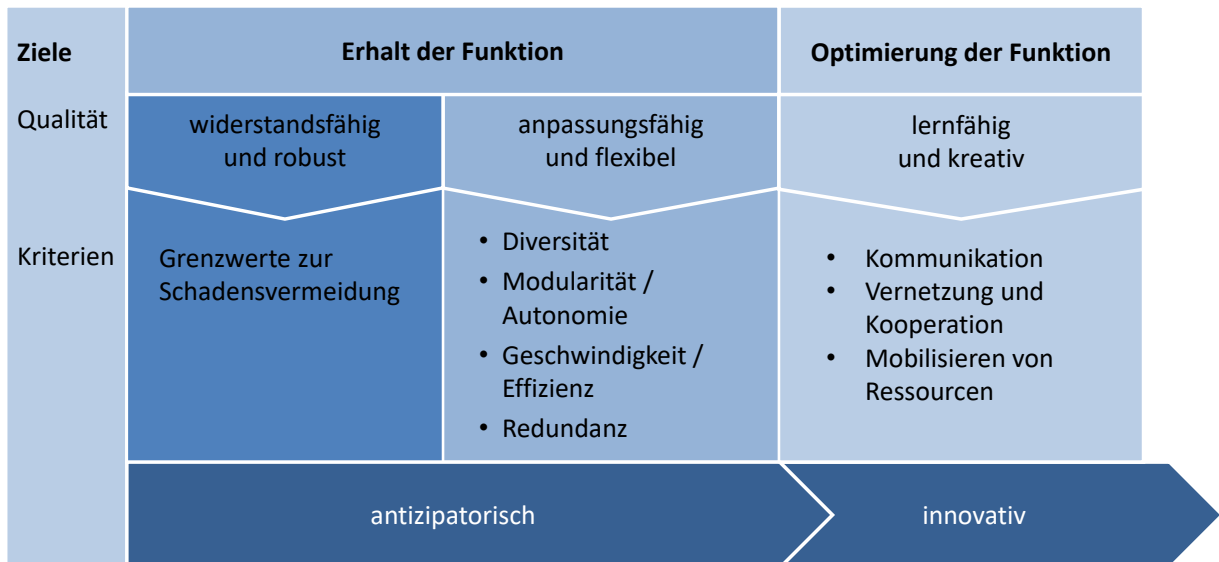
**Abbildung 11: Einordnung der Planungsansätze in das Modell der Resilienz anhand des vereinfachten „Adaptive Cycles“ von Walker/Salt (2012: 47)**

Ein System, trotz extremer Ereignisse (z.B. verursacht durch den Klimawandel), zu stabilisieren, kann in drei Stufen erfolgen (Walker/Salt 2012, Kallaos et al. 2013, IPCC 2014a // op. 2014):

1. **Vorsorgen:** Soll das System in einem stabilen Zustand erhalten bleiben, ist das Erkennen der *Grenzwerte*, die diesen Zustand erhalten und die Stärkung der *Widerstandskraft* durch Schutzvorkehrungen (z.B. robuste Infrastruktur) notwendig.
2. **Absorbieren und Wiederstehen:** Um aber die Funktionsfähigkeit eines Systems im Fall eines Extremereignisses zu erhalten, das über die angenommenen Grenzwerte hinausgeht, sind *Diversität, Flexibilität und Redundanz* erforderlich. Sie können diese Veränderung auffangen, und in einer gewissen *Geschwindigkeit* (zumindest) Teile des Systems in den Ursprungszustand zurückbringen. Die eigenständige Funktion einzelner Bestandteile macht diese von äußeren Einflüssen unabhängig (*Modularität*).
3. **Wiederherstellen:** Wenn die Kippunkte deutlich überschritten und die Funktionsfähigkeit des Systems deutlich gestört ist, werden Organisationsstrukturen notwendig, welche die Grundfunktionen des Systems wiederherstellen können. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Einbindung und *Kooperation* verschiedener Akteursgruppen, die auf *reative* Weise aus dem Ereignis *lernen* und neue *innovative* Strukturen schaffen können.

Im Klimawandel steht die Stadtentwicklung im Spannungsfeld zwischen dem Aufrechterhalten der Robustheit von Raumstrukturen und der Notwendigkeit, die Wandlungsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit der Stadtentwicklung zu fördern (Birkmann/Blätgen 2015: 49). Dies bedeutet, sowohl die vorhersehbaren Folgen im Rahmen einer Klimafolgenabschätzung zu ermitteln als auch unvorhersehbare Ereignisse in die Planung mit einzubeziehen. In der Planung gibt es verschiedene Ansätze und Methoden eine Klimafolgenabschätzung anzuwenden (vgl. UBA 2017, 2014, BMVBS/BBSR

2013). Seit den letzten BauGB-Novellen sind die Städte verpflichtet, sowohl die Auswirkungen der räumlichen Entwicklung auf den Klimawandel, als auch die Auswirkungen des Klimawandels auf die räumliche Entwicklung zu untersuchen. Basierend auf einer Klimafolgenbetrachtung sollen Stadtstrukturen so gestaltet sein, dass sie den bekannten und absehbaren Klimafolgen standhalten und durch vielseitige flexible und redundante Systeme gestützt werden. Abbildung 12 beschreibt die dafür notwendigen Eigenschaften einer resilienten Stadtentwicklung.



**Abbildung 12: Eigenschaften einer resilienten Stadtentwicklung (eigene Darstellung)**

Da die Unsicherheiten für Klimafolgen in manchen Bereichen aber so hoch sind, dass deren Auswirkungen heute noch nicht alle absehbar sind, ist es um so mehr erforderlich, die Lernfähigkeit in den Planungsprozessen so zu gestalten, dass sie in die Planungsverfahren der Stadtentwicklung integriert werden können. Dadurch kann schneller auf neue Forschungsergebnisse reagiert, aus Erfahrungen gelernt und städtebauliche Planungen an neue Rahmenbedingungen angepasst werden. Die Resilienz eines sozioökologischen Systems kann gesteigert werden, wenn Planungen antizipatorisch, kommunikativ und innovativ sind. Sie sollen

- frühzeitig Risiken und Veränderungen der umgebenden Umwelt erkennen und durch eine Bestimmung von Grenzwerten unerwünschte Veränderungen verhindern.
- kreative und innovative Ideen und Vorschläge für verbesserte Lösungen ermöglichen, welche bis zu einem gewissen Grad das System durch ihre Robustheit stabilisieren und auf darüberhinausgehende Ereignisse flexible reagieren.
- Möglichkeiten zur Kommunikation und Kooperation unterschiedlicher Akteure schaffen und dadurch Wege für die Bildung von Beziehungen, Bewusstsein und Informationsflüssen bereiten und weitere Aktionen ermöglichen.
- Damit wird die gesellschaftliche Lernfähigkeit durch gegenseitiges Lernen in partizipativen Prozessen gesteigert.

Slootweg und Jones (2011) fordern, die Sichtweise auf die Unsicherheiten und die Komplexität der sozioökologischen Systeme in die Planungspraxis zu übernehmen. Dies kann in der Stadtentwicklung unter anderem über die Elemente der Umweltprüfung erfolgen. Diese können bis zu einem gewissen Grad unsichere Entwicklungen, die im sozioökologischen System begründet sind, in räumliche



Planungsverfahren einbeziehen. Erkennbar ist dies daran, dass die Umweltprüfung Wissen über mögliche Umweltauswirkungen ermittelt, damit eine Lernplattform für eine umweltgerechte Stadtentwicklung sein kann und so Lernprozesse zwischen Projektträgern und Stakeholdern initiiert. Die Umweltprüfung kann genutzt werden, diese Unsicherheiten im Vorfeld zu ermitteln, Alternativen zu entwickeln und die Lernfähigkeit zu steigern. Dies setzt voraus, dass die Instrumente des Monitorings und der Beteiligung ernsthaft genutzt werden. Eine genauere Erleuterung dieser Elemente erfolgt in Kapitel 3.2.

Für den Umgang mit Unsicherheiten, die auf die verschiedenen Stadien des in Abbildung 11 beschriebenen „*Adaptive Cycles*“ übertragen lassen, kommen verschiedene Methoden der Entscheidungsvorbereitung in Frage. Mit verändertem Wissen über die Eintrittswahrscheinlichkeit und Wirkungszusammenhänge eines Ereignisses können entweder das Risikomanagement, die Szenario-Planung oder das Adaptive Management genutzt werden. Im folgenden Kapitel werden diese Methoden und deren Anwendung näher erläutert.

### **3.1.3 Entscheidungsprozesse unter Unsicherheiten**

Aufgrund der Komplexität des Klimasystems, der fehlenden Informationen zum Ausmaß und den Auswirkungen und der Langfristigkeit der Folgen müssen im Umgang mit dem Klimawandel Entscheidungen unter Unsicherheiten getroffen werden. In der Umweltfolgenbetrachtung kann davon ausgegangen werden, dass lineare Ursache-Wirkungsmodelle in den wenigsten Fällen verlässliche Aussagen treffen können. Das Wissen über die Systemzusammenhänge des Klimawandels unterscheidet sich in den verschiedenen Handlungsfeldern der Klimafolgenbetrachtung und bedürfen unterschiedlicher Entscheidungsprozesse. Stellvertretend dafür steht in diesem Kapitel die Entwicklung der Hochwasserrisiken oder die Veränderung der Artenvielfalt (siehe Kapitel 2.2.3, 3.2.1 und 2.2.5).

Unsicherheiten entstehen dadurch, dass entweder die Eintrittswahrscheinlichkeit in Häufigkeit und Ausprägung oder die Auswirkungen und Konsequenzen eines Ereignisses (Wirkungszusammenhänge) nicht bekannt sind oder beide Informationen fehlen. Müssen Entscheidungen getroffen werden, geschieht dies in der Regel unter folgenden Voraussetzungen (Jaeger 2000, Willows/Connell 2003, Birkmann et al. 2017: 274, Kuhlicke/Kruse 2009):

- „*Entscheidung unter Sicherheit*“
- „*Entscheidung unter Risiko*“
- „*Entscheidung unter Ungewissheit*“ und
- „*Entscheidung unter wahrer Unbestimmtheit*“ oder „*Nichtwissen*“.

#### **Entscheidung unter Sicherheit**

In stabilen Systemen sind Ursache-Wirkungszusammenhänge klar definiert und durch historische Daten dokumentiert. Hier reichen deterministische lineare Entscheidungsprozesse aus, wie sie in der traditionellen Planungspraxis üblich sind und zum Selbstverständnis des antizipierenden Verwaltungshandelns gehören. Sie sind klar auf die Erfüllung eines Ziels ausgerichtet, welches mit der Umsetzung der Planung beendet wird. Die Umsetzung und Wirksamkeit der Maßnahmen sind klar definiert und lassen sich einfach überprüfen.

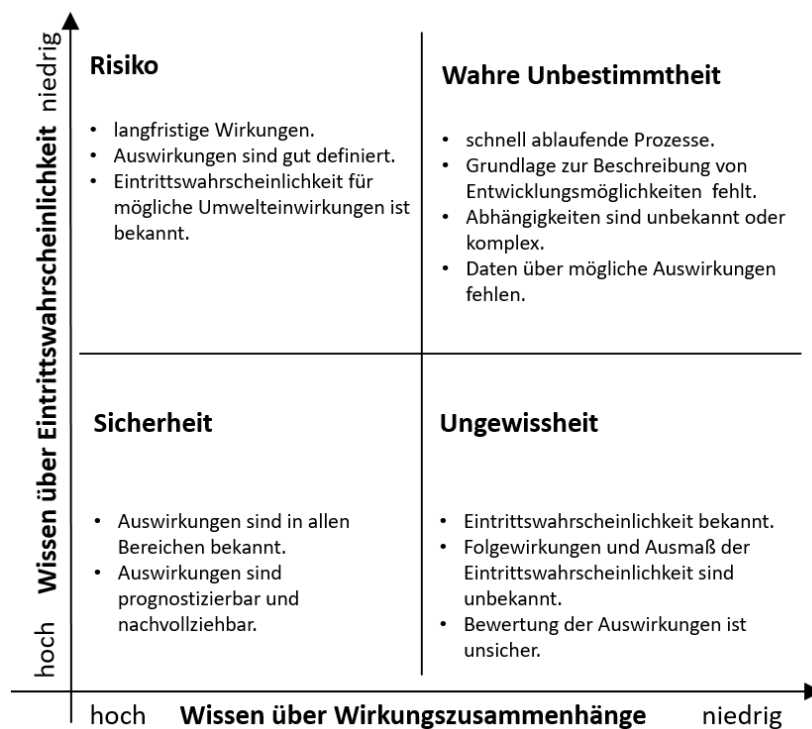
#### **Entscheidung unter Risiko**

Für Entscheidungen unter Risiko sind die Auswirkungen eines Ereignisses bekannt. Lediglich der Zeitpunkt und gegebenenfalls das Ausmaß des Ereignisses können bestenfalls mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt werden. Ein Beispiel hierfür ist das Hochwasserrisikomanagement.

Da sich Hochwasser auf räumlich begrenzte Einheiten beziehen und in der Vergangenheit Informationen und Daten vorliegen, sind deren Auswirkungen bekannt. Allein die Häufigkeit und das Ausmaß können sich durch heftigere Niederschläge ändern und erhöhen das einschätzbare Risiko für Flusshochwasser. Risiken können reduziert werden, indem anhand der Eintrittswahrscheinlichkeiten und –Stärke Maßnahmen getroffen werden, um diesen Auswirkungen entgegen zu wirken.

### Entscheidung unter Ungewissheit

Je mehr Wechselwirkungen vorhanden sind, umso komplexer werden Systeme und die Ungewissheit der Vorhersage. Die Entwicklung der Biodiversität ist durch unterschiedliche klimatische und sozioökologische Entwicklungspfade offen (Siehe Kapitel 2.2.5). Dass eine Veränderung stattfinden wird, ist unbestritten. Je nach Beschaffenheit, Einfluss invasiver Arten, Niederschlags- und Temperaturentwicklung kann sich die Zusammensetzung der Lebensräume sehr unterschiedlich entwickeln. Hinzu kommen Unsicherheiten, die heute noch nicht bekannt sind. Sind Wirkzusammenhänge in ihrer Gänze nicht bekannt, sollten diese erforscht und untersucht werden. Hierzu bietet sich das *adaptive management* nach Holling (1978) an.



**Abbildung 13: Übersicht über Entscheidungsprozesse unter Unsicherheit (vgl. Birkmann et al. 2017: 274, Allen et al. 2011, Kuhlicke/Kruse 2009, Peterson et al. 2003, Willow/Gamelle 2003, Willows/Connell 2003, Jaeger 2000)**

### Wahre Unbestimmtheit

Nichtwissen wird in der Literatur sehr unterschiedlich beschrieben (Kuhlicke/Kruse 2009). Für eine schnelle Veränderung des Klimas oder die Überschreitung der Kippunkte, wie sie für einzelne Bereiche in der Klimafolgenforschung erkannt wurden (Lenton et al. 2008), sind weder Wirkzusammenhänge noch Eintrittswahrscheinlichkeit abschließend bestimmbar. Hier sprechen Birkmann et. al. (2016) von einer „wahren Unbestimmtheit“. Neue unvorhersehbare und unbekannte Prozesse aufgrund komplexer nicht linearer Abhängigkeiten, unzureichender Daten und langfristiger Perspektive können durch die Entwicklung verschiedener Szenarien skizziert werden und dadurch alternative Handlungsstrategien angedacht werden.

## 3.2 Planungsmethoden zum Umgang mit Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung und Umweltprüfung

Oft wird Unsicherheit als *technischer Mangel* der Prognose interpretiert und nicht als ein struktureller Bestandteil einer offenen Zukunft (Bauer 2013:133). Grundsätzlich wird die Variabilität zukünftiger Entwicklungen anerkannt. Der Umgang mit Unsicherheiten variiert jedoch stark (Larsen 2013). Um die Unsicherheiten des Klimawandels in die Planung und Umweltprüfung zu integrieren, können Methoden des Risikomanagements, der Szenario Technik und des Adaptive Managements genutzt werden. Diese werden in diesem Kapitel beschrieben. Dabei wird erläutert, wie sie den Umgang mit Unsicherheiten unterstützen, die Lernfähigkeit erhöhen und die Resilienz in der Stadtentwicklung steigern. Im Anschluss werden Ansatzpunkte identifiziert, die bereits in der Umweltprüfung zu finden sind und erweitert werden können. Dabei wird vor allem auf die im UVPG und BauGB vorgegebenen Verfahrensschritte und Prüfmechanismen eingegangen.

### 3.2.1 Risikomanagement

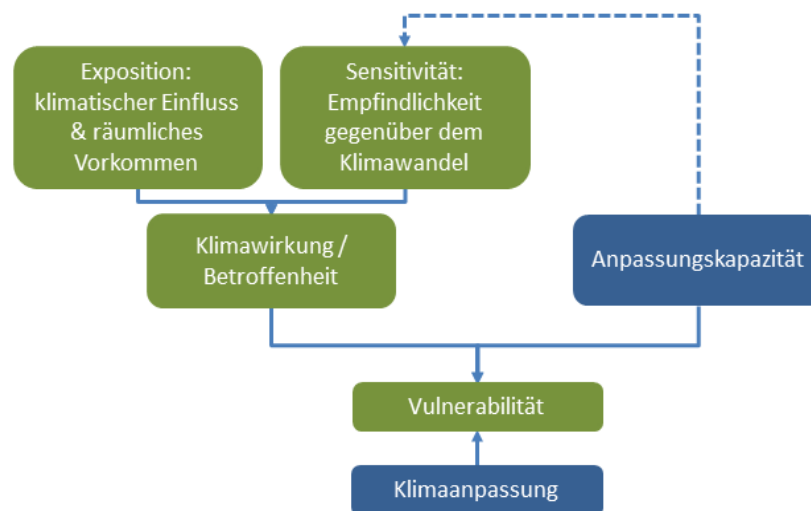
Für die Stadtentwicklung gewinnt der Umgang mit Risiken zunehmend an Bedeutung. Der Begriff des Risikos wird in den Fachdisziplinen unterschiedlich verwendet (Gonser et al. 2019). Birkmann (2018) hat hierfür drei sich unterscheidende Denkschulen identifiziert. Sie betrachten entweder das Risiko als eine Auswirkung einer individuellen Entscheidung (Luhmann 1991), als Auswirkung einer Gefahr auf ein vulnerables Element (IPCC 2012, 2014) oder als Eintrittswahrscheinlichkeit negativer Konsequenzen und deren Schadenspotenziale (z.B. im Hochwasserrisikomanagement). Um Klimafolgen in die Stadtentwicklung zu integrieren, sind die letzten beiden Ansätze erforderlich. Diese werden nun beschrieben.

Im urbanen Katastrophenmanagement und in der Versicherungswirtschaft wird ein Risiko durch die Höhe des möglichen Schadens und seine Eintrittswahrscheinlichkeit definiert (siehe auch ISO 31000 2009). Ein Schaden tritt dann auf, wenn negative Konsequenzen aus einem Ereignis (Hitze, Stürme, Hochwasser) entstehen. Dabei wird das Schadensausmaß durch die Ereignisintensität, die Anzahl der Risikoelemente und das Verhältnis des Schadens zur Intensität des Schadensereignisses beziffert. Die Eintrittswahrscheinlichkeit kann auch mit dem Schadensereignis gleichgestellt werden (Cardona 2004). Eine Gefahr ist hierbei ein Ereignis oder Phänomen, das Leib und Leben gefährden kann oder Sachschäden, gesellschaftliche Störungen und Umweltschäden verursachen kann.

Risikoanalysen sind besonders für Situationen geeignet, in denen die Wahrscheinlichkeit und die Wirkung möglicher Gefahren abgeschätzt werden können. Ein Anwendungsbeispiel ist hier das Hochwasserrisikomanagement. Im Hochwasserrisikomanagement werden mögliche Hochwasserereignisse den potenziellen Schäden gegenübergestellt und überlegt, wie diesen entgegengewirkt werden kann. Der Risikobegriff ist oft an zeitliche Rahmenbedingungen gebunden. Dies betrifft vor allem die Bemessung der Hochwasserrisiken nach ihrer Wiederkehrwahrscheinlichkeit. Ein  $HQ_{100}$  wird auf der Grundlage statistischer Erhebungen der Vergangenheit ermittelt. Ob sich diese Intensität in zukünftigen Hochwasserereignissen in der Form wiederfinden kann ist heute noch fraglich. Trotzdem wird dieses Vorgehen als Grundlage genommen, um Hochwasserrisiken zu berechnen. Experten gehen davon aus, dass die Intensität der statistischen Hochwasserwerte in Zukunft entscheidend zunehmen wird (Nilson et al. 2014, KLIWA 2010: 115ff). Dies bestätigt der Rückblick auf die letzten beiden Jahrzehnte, bei denen die großen Flüsse wie Elbe, Donau und Rhein mehrfach von Jahrhunderthochwassern betroffen waren (Nilson et al. 2014, KLIWA 2010: 115ff). Im Fall eines Hochwassers sind die möglichen Auswirkungen eines über die Ufer tretenden Flusses bekannt. Allein das Ausmaß kann variieren. In Bayern und Baden-Württemberg wurden klimabedingte Sicherheitszuschläge

für die Planung und Umsetzung des technischen Hochwasserschutzes angewandt. Diese könnten auf andere Bereiche übertragen werden (Garrelts et al. 2008, Greiving 2013: 16).

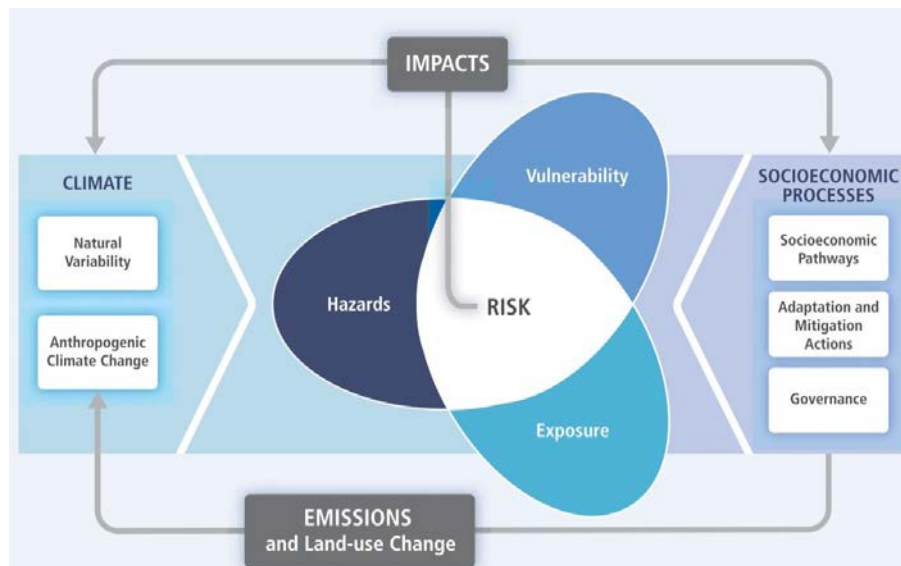
Dies zeigt, dass im Gegensatz zu Risiken aus Technikfolgen Risiken aus Klimafolgen nicht immer quantifizierbar sind (WBGU1999, Schanze/Sauer 2012: 15ff). Durch die Einbindung des Klimawandels ist ein neuer Blickwinkel in die Risikobetrachtung gekommen. Er beschäftigt sich mit den Fragen, mit welcher Wahrscheinlichkeit und Intensität bestimmte Gebiete von Wetterextremen betroffen sind; und wie hoch dabei die Schadenspotenziale sind. Der IPCC beschränkt den Begriff des Risikos nicht nur auf die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses. Er ergänzt ihn um die Beurteilung der Gefahr, der Exposition und der Vulnerabilität. Dadurch werden die Wirkung und die Schadenspotenziale mit eingeschlossen, welche durch den Klimawandel hervorgerufen werden können und erhebliche Auswirkungen auf die Lebensgrundlagen, Gesundheit, Ökosysteme, Artenvielfalt, Wirtschaft, Kultur und Infrastruktur haben (IPCC 2014a: 127).



**Abbildung 14: Vereinfachtes Vulnerabilitätsmodell (eigene Darstellung in Anlehnung an: UBA 2015a: 39)**

Mit dem Begriff der Vulnerabilität wird der Grad der Anfälligkeit und Bewältigungskapazität eines Systems gegenüber den negativen Folgen des Klimawandels (inklusive seiner Variabilität und Extremen) beschrieben (IPCC 2007, Füssel/Klein 2006, siehe Abbildung 14). Diese Vulnerabilität wird durch das Ausmaß des Klimawandels, der Exposition des Systems gegenüber den Folgen des Klimawandels, seiner Sensitivität und Anpassungskapazität bestimmt (IPCC 2007, EEA 2012:10). Mit dieser Definition kann die Vulnerabilität durch den Klimawandel auf räumlicher Ebene konkretisiert werden (UBA 2015a: 39, UBA 2017). Dabei wird zwischen einer räumlich definierten Betroffenheit durch Klimaveränderungen und der Empfindlichkeit der vorhandenen Elemente unterschieden. Die Anpassungskapazität beschreibt die vorhandenen Möglichkeiten der Handlungsfelder zur Klimaanpassung. Hierbei wird die sozioökonomische Bewältigungskapazität mit der Anpassungskapazität zusammengefasst (UBA 2015a: 39, UBA 2017).

2014 hat der IPCC sozioökonomische Einflüsse in seine Risikobetrachtung aufgenommen. Damit betont er die Ungewissheit der Auswirkungen des Klimawandels. Das Risiko, das vom Klimawandel verursachte Naturgefahren ausgeht, wird sowohl durch direkte Auswirkungen des Klimawandels als auch durch weiter gefasste sozioökonomische Prozesse (beispielsweise durch Veränderungen in der Landnutzung) beeinflusst. Die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) bestimmter Funktionen wird dabei in die Risikobestimmung mit einbezogen (IPCC 2014 // op. 2014).



**Abbildung 15: Klimabezogenes Risikomodell des IPCC unter Einbeziehung gefährdender Ereignisse und Trends, Vulnerabilität und Exposition menschlicher und natürlicher Systeme, beeinflusst durch den Klimawandel und andere sozioökonomische Prozesse (IPCC 2014: 3 19.2, Abb. 19-1)**

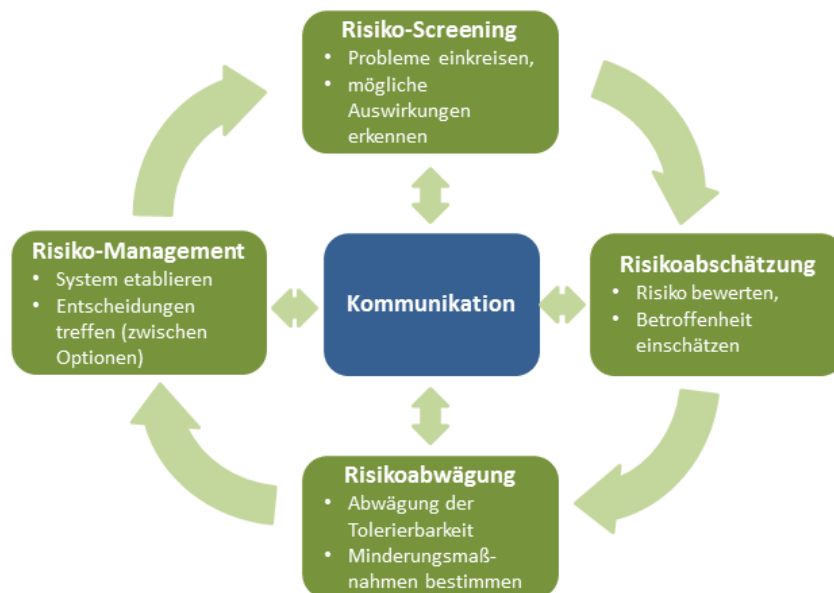
Das Risikomanagement ist eine Methode, Entscheidungen zu fällen, die bestimmten Risiken unterworfen sind. Hierbei geht es darum, die Risiken einzuschätzen in dem die Eintrittswahrscheinlichkeit, das Ausmaß, die Schadenspotenziale und die daraus resultierenden Konsequenzen erfasst werden. Im Anschluss daran können mögliche Entwicklungspfade skizziert und die dafür entstehenden Kosten abgeschätzt werden (Aven/Renn 2010). Die Organisation für internationale Standards (ISO) geht in ihrer Risiko-Beurteilung noch weiter. Sie hat mit der ISO 31000 ein standardisiertes Risikomanagement für Organisationen entwickelt. Sie ergänzt gängige Managementsysteme um eine Risikokomponente. Die Beurteilung möglicher Schäden kann anhand der Auswirkungen bewertet werden, die sich nach folgenden Stufen richten (Brookes 2009: 423):

1. *Reversibilität:* Lässt sich das Ökosystem nach dem Ereignis wiederherstellen?
2. *Geschwindigkeit:* In welchem Zeitraum ist das möglich (50 Jahre, 10 Jahre, wenige Wochen)?
3. *Teilschädigung:* Ist nur eine Komponente des Ökosystems geschädigt/gefährdet?
4. *Konsequenzen:* hat die Beeinträchtigung geringe Konsequenzen?

Das Risikomanagement teilt sich in folgende Schritte auf (Brookes 2009: 425, Chrysostomidis/Constable 2014, Constable/Chrysostomidis 2015: 524):

- Risiko Screening: Erfassung möglicher Risiken,
- Risikoabschätzung: Bewertung und Priorisierung der Risiken,
- Risikoabwägung: Bestimmung und Analyse von Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß der Risiken,
- Risiko-Management: Ermittlung der Möglichkeiten, diese bekannten Risiken einzudämmen und zu steuern (Anpassungsmaßnahmen),
- Monitoring der Auswirkungen und Neubewertung der verbleibenden Risiken.

Dadurch ist die Ermittlung der Risiken in einen Risk-Governance-Prozess eingebunden, der Naturgefahren aus der Vergangenheit und deren Bewältigungskapazität analysiert. Ergebnis dieser Abschätzung ist es, unter Einbindung aller relevanten Akteure Rückschlüsse zu ziehen, die den Umgang mit zukünftigen Naturgefahren und –risiken erleichtern.



**Abbildung 16: Risk-Governance-Prozess (Darstellung in Anlehnung an Overbeck et al. 2008 und IRGC 2005)**

Der in Abbildung 16 dargestellte Prozess zeigt, wie durch Kommunikation und Planung Risiken in die räumliche Planung einbezogen werden können. Mit der Einbindung der Risikoerfassung in ein Managementsystem gelingt es, mögliche Risiken zu erkennen und aus den Erfahrungen der Bewältigung extremer Schadensereignisse zu lernen (Fleischhauer 2008). Eine Risikoberwertung im Sinne des „Risk-Governance-Prozesses“ ist in der Umweltprüfung dann sinnvoll, wenn Erfahrungen aus vergangenen Ereignissen in die Risikobewertung der Pläne einbezogen werden können. So erleichtern Elemente des „Risk-Governance-Prozesses“ (Screening, Abschätzung, Abwägung und Management) den Umgang mit klimawandelinduzierten Risiken in der räumlichen Planung (Overbeck et al. 2008).

#### **Anknüpfungspunkte an die Umweltprüfung**

In der Umweltprüfung werden Risiken bisher in einer *ökologischen Risikoanalyse* ermittelt (Bachfischer 1978). Es handelt es sich dabei nicht um die Abschätzung möglicher Risiken, wie sie bezogen auf extreme Gefährdungen im vorangegangenen Kapitel beschrieben werden, sondern um Gefährdungspotenziale für die Entstehung möglicher Umweltschäden. Für eine *ökologische Risikoanalyse* sind die Risikoabschätzungen schwerer zu definieren, da Umweltschäden selten standardisiert, quantifiziert und qualifiziert werden können (Carpenter 1995). Scholles (2008b) vermisst die Betrachtung der Eintrittswahrscheinlichkeit in der *ökologischen Risikoanalyse*. Dadurch könnten Risiken besser qualifiziert werden. Nichtsdestotrotz gibt es Modelle, welche die Empfindlichkeit und die Wirkintensität zu einer Beeinträchtigungsintensität zusammenführen. Das ökologische Risiko entsteht dann, wenn diese Beeinträchtigungsintensität mit der Schutzwürdigkeit zusammengeführt wird. Sind beide hoch, ist das Umweltrisiko ebenfalls hoch (Gassner et al. 2010: 60f). Diese Beeinträchtigungsintensität wird in der *ökologischen Risikoanalyse* in der besonderen Schutzwürdigkeit zusammengefasst. Die möglichen Folgen des Klimawandels lassen sich mit der bisherigen Methode nicht abbilden. In Anbetracht des Klimawandels sollte das Ausmaß der Klimafolgen (Hochwasser, Überflutungen, Trockenheit, Hitze), wie in den folgenden Tabellen beschrieben, miteinbezogen werden. Hier wird dem Prinzip der ökologischen Risikoanalyse eine Klimawandelsrisikoabschätzung vorgelagert. Dieser stellt das mögliche Ausmaß einer durch den Klimawandel verursachten Umweltveränderung oder Extremereignisses der Eintrittswahrscheinlichkeit dieser Veränderungen gegenüber.

Ökologisches Risiko	Beeinträchtigungsintensität		
	gering	mittel	hoch
Schutzwürdigkeit			
gering			
mittel			
hoch			

Prinzip der ökologischen Risikobetrachtung nach Gassner et al. (2010)

Beeinträchtigungsintensität	Mögliche Schadensintensität (durch Klimafolgen)		
	gering	mittel	hoch
Eintrittswahrscheinlichkeit			
gering			
mittel			
hoch			

Vorgelagerte Abschätzung der durch den Klimawandel Verstärkten Beeinträchtigungsintensität (eigene Erweiterung)

**Tabelle 5: Matrix Risikoabschätzung zwischen Schaden und Eintrittswahrscheinlichkeit (in Anlehnung an Gassner et al. 2010: 60f)**

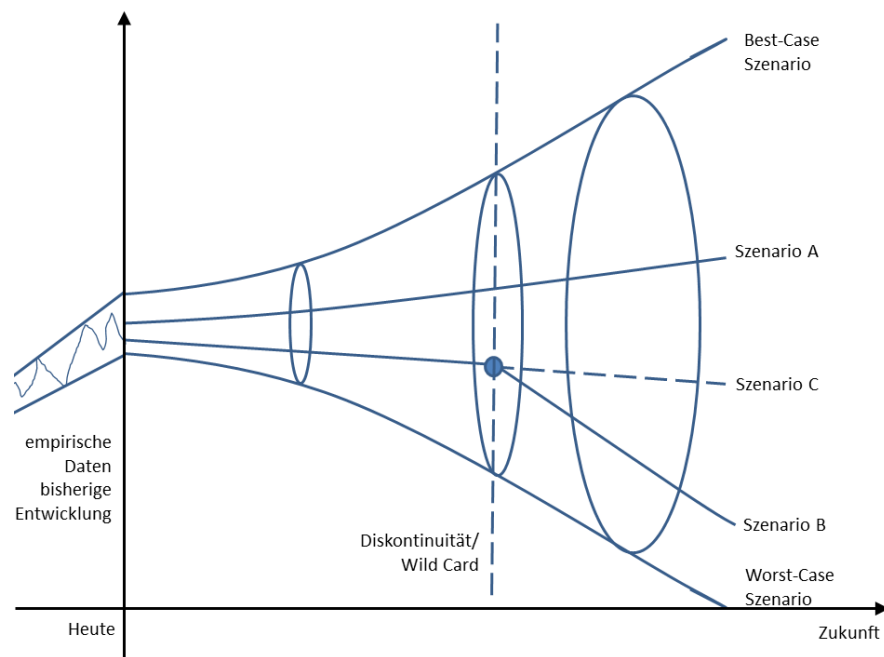
Dabei ist entscheidend, wie sich diese Risiken auf die Beeinträchtigungsintensität auswirken. Die Umweltprüfung kann damit die Erhöhung des Schadenspotenzials gegenüber Natur- und Technikgefahren berücksichtigen, wenn es um erhebliche Umweltauswirkungen geht (Frommer 2008, Birkmann/Blätgen 2015). Ein Beispiel ist hierfür die nachrichtliche Übernahme der Überschwemmungsgebiete und Hochwasserrisikogebiete in die Bauleitpläne. Zusätzlich enthält die Umweltprüfung weitere Verfahrenselemente, die eine Risikoabschätzung auch in anderen Bereichen möglich machen (Prenger-Berninghoff 2017: 198).

Zusätzlich lässt sich das beschriebene Risk-Governance-Prozesses in das Verfahren der Umweltprüfung integrieren und wird über die ökologische Risikoberachtung hinausgehen. Dadurch wird es trotzdem notwendig sein, eine Risikobewertung von Beginn an in alle Verfahrensschritte der Umweltprüfung einzubeziehen. Diese sind dem Adaptive Management sehr ähnlich, das in Kapitel 3.2.3 beschrieben wird.

### 3.2.2 Szenario-Technik

Sind weder die Wirkungszusammenhänge noch die Eintrittswahrscheinlichkeit abschließend bestimmbar, kann es hilfreich sein, die Szenario-Technik anzuwenden. Szenarien können einerseits deskriptiv alternative Entwicklungen abbilden oder andererseits zielorientiert mögliche Ergebnisse und deren Konsequenzen darstellen. Deskriptive Szenarien beschreiben und analysieren die Komplexität von Wirkungszusammenhängen und Systemen und dienen oft der Ermittlung möglicher Risiken und der naturwissenschaftlichen Forschung. Die normativen Szenarien haben zusätzlich das Ziel, mögliche Zukunftsbilder zu kommunizieren und einen Dialog anzustoßen, der Konsequenzen aus getroffenen Entscheidungen deutlich macht und kreative Lösungen ermöglicht (Neumann 2005: 15, Duinker/Greig 2007: 209f).

Die Szenario-Technik hat ursprünglich einen militärischen Bezug. Die Vorgehensweise wird aber seit den 1960er Jahren zunehmend für wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Themen genutzt (Kahn/Wiener 1967, Geschka/Hammer 1990). Szenarien können sprachlich ausformulierte Zukunftsbilder sein, die alternative Entwicklungsmöglichkeiten und Zukünfte beschreiben. Grundsätzlich handelt es sich dabei um Entwicklungen, die auf den vorliegenden Informationen basieren und für einen festgelegten Zeitpunkt oder Zeitspanne möglich sind (Scholles 2008c: 381). Diese sind systematisch entwickelt, für Außenstehende nachvollziehbar und treffen sowohl quantitative als auch qualitative Aussagen.



**Abbildung 17: Szenarien-Trichter (eigene Darstellung in Anlehnung an Geschka/Hammer 1990)**

Szenarien beschreiben sich möglichst stark unterscheidende Zukünfte und bewegen sich in einem festen Rahmen. Dieser öffnet sich wie ein Trichter, je ferner die Zukunft ist. In der Regel wird versucht, mögliche Extreme (in Worst-Case-, Best-Case- oder Trend-Szenarien) abzubilden, die es schaffen, die Konsequenzen der vorbereiteten Entscheidungen zu veranschaulichen. Die entwickelten Szenarien orientieren sich an so genannten „*Treibern*“. Dies sind Faktoren, die eine bestimmte Entwicklung beeinflussen.

Szenarien werden entwickelt, indem zunächst bekannte Probleme analysiert werden. Dabei werden die Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Szenarien festgelegt. Diese setzen sich aus den Eckwerten zusammen,

- Begrenzung durch Zeit, Raum, Ressourcen, Akteure,
- Bestimmung der Schlüsselfaktoren und Stellgrößen, die die Entwicklung entscheidend beeinflussen,
- Identifikation der wesentlichen, unsicheren Elemente und deren Extremausprägungen
- Bestimmung möglicher Ziele, deren Erreichung in der Zukunft angestrebt wird.

Basierend auf den erfassten aktiven und passiven Schlüsselfaktoren und ihren Wechselwirkungen werden Trendprojektionen oder auch Szenario-Bilder entwickelt. Diese kristallisieren sich in der Regel aus mehreren Alternativen heraus, deren Wirkungen in wenigen plakativen Szenarien beschrieben werden können. Zusätzlich wird die Empfindlichkeit dieser Zukunftsbilder analysiert, indem größtmögliche Störfaktoren (*wild cards*) identifiziert werden, und deren Auswirkungen auf die Entwicklung beschrieben wird (Sensitivitätsanalyse). (Scholles 2008c: 382, Neumann 2005: 15f, Schanze/Sauer 2012: 24)

Der Methodenbaukasten für diese einzelnen Schritte ist groß und schließt sowohl quantitative Erfassungsmethoden der Entscheidungsfindung (z.B. Entscheidungsmatrix, Statistiken), als auch Kreativitätstechniken oder die Einbindung von Experten mit ein, wie es im DELPHI-Verfahren praktiziert wird (Duinker/Greig 2007: 210).



Szenarien dienen der Kommunikation und Strategieentwicklung, da sie mögliche Entwicklungspfade aufzeigen und diese in einen dynamischen Kontext stellen (Birkmann et al. 2015, Birkmann/Blätgen 2015: 44). Sie haben das Ziel, die Eignung alternativer Lösungen zu überprüfen, verschiedene Sichtweisen zu beschreiben, und Daten und Informationen zu einem Gesamtbild zu verknüpfen. Dabei geht die Szenario-Planung als eine „*kommunikations- und interaktionsorientierte Form der strategischen Planung*“ über ein mathematisches „*Verfahren der Daten- und Informationserfassung*“ hinaus (Neumann 2005: 7).

Werden Szenarien in einem partizipativen Prozess entwickelt, ist es möglich Zukunftsvisionen zu entwickeln, indem Akteure ihre Kenntnisse über den Raum und ihre entscheidungsrelevanten Positionen einbringen. Dabei durchlaufen sie einen gemeinsamen Lernprozess, der die unterschiedlichen Zukunftsvorstellungen (Befürchtungen und Wünsche) der Beteiligten aufzeigt. Durch die gemeinsame Entwicklung der Szenarien ist es ihnen möglich, ihre Wertvorstellungen zu überprüfen, und auf gemeinsame Zukunftsbilder zu übertragen.

### **Anknüpfungspunkte an die Umweltprüfung**

Grundsätzlich scheint die Szenario-Technik eine geeignete Methode zu sein, in der Umweltprüfung alternative Entwicklungen abbilden zu können. Scholles (2008c: 389ff) beschreibt den Nutzen der Szenario-Technik in der Umweltprüfung. Er orientiert sich dabei an einem normativen Ansatz der Szenario-Entwicklung. Dafür werden die Interessen der Betroffenen, die rechtlichen Grundlagen und natürlichen Rahmenbedingung vorskizziert. Neben einer Nullvariante werden die Auswirkungen zweier extremer Planungsalternativen beschrieben. Diese können beispielsweise die Ziele gegensätzlicher Interessen in den Vordergrund stellen. Zusätzlich kann ein moderates Szenario entworfen werden, das Beiden in einem Kompromiss vereint. Gerade die Bandbreite der Unsicherheiten, die durch die Klimafolgen für den betroffenen Raum entstehen, können durch die Szenario Technik ermittelt werden und angemessene Ziele formuliert werden. Dafür müssen die entwickelten Szenarien über die normative Betrachtung hinausgehen. Eine konsequente Anwendung der Methode ist jedoch sehr zeitaufwändig und bedarf der Mitarbeit verschiedenster Personengruppen (Sträter 1988). Trotzdem sollten sie für die Eingrenzung möglicher Entwicklungsstrategien, basierend auf räumlich übergeordneten Szenarien, auch für kleinere Räume angewandt werden.

Aufgrund des vorherrschenden deterministischen Verständnisses der Ermittlung möglicher Auswirkungen auf die Umwelt in der Umweltprüfung, kann davon ausgegangen werden, dass in den Planungsverfahren vor allem der normative Ansatz der Szenario-Technik genutzt wird, um die bestmögliche Planungsalternative zu finden, und deren Auswirkungen auf die Umwelt zu ermitteln. Duinker und Greig (2007) schlagen vor, die deskriptive Szenarien-Entwicklung stärker in Umweltprüfverfahren zu integrieren. Die statistischen Analysen der Vergangenheit, wie sie für die Ermittlung der Hochwasserrisiken verwendet werden, verlieren unter dem Gesichtspunkt der zunehmenden Häufigkeit der Extremwetter und anderen Klimafolgen an Bedeutung. Hier lässt sich erkennen, dass durch die bisherige Handhabung der Projektion bekannter Entwicklungen in die Zukunft dem Vorsorgeprinzip nicht immer Rechnung getragen werden kann. Viel wichtiger wäre es, externe Triebkräfte (des Klimawandels) in die Beschreibung der Nullvariante miteinzubeziehen. Dabei sichern verschiedene Szenarien mögliche Entwicklungen für die städtebauliche Planung ab, die unterschiedliche Ausprägungen des Klimawandels einbinden. Durch die Betrachtung verschiedener möglicher Zukunftsszenarien können Risiken leichter identifiziert werden, und die Bandbreite der Klimawandelfolgen leichter abgebildet werden. Zusätzlich ergibt sich die Möglichkeit, die Wirksamkeit möglicher Planungsalternativen zu überprüfen und das Monitoring vorzubereiten.

### 3.2.3 Adaptive Management

Das *Adaptive Management* (Holling 1978) schließt die Lücke zwischen der Resilienz-Theorie und deren Umsetzung in die Praxis (Garmestani 2015, Berkley/Gunderson 2015). Holling prägte 1973 den Begriff der Resilienz als ein Leitbild, um plötzliche Veränderungen in Ökosystemen zu erklären (Berkley/Gunderson 2015). Das Adaptive Management ermöglicht den Umgang mit komplexen und unsicheren Systemen, indem es Lernprozesse in die Planung und Umsetzung integriert. Es kann genutzt werden, wenn (Williams/Brown 2014):

- Unsicherheiten bezogen auf die Entwicklung der natürlichen Ressourcen und der Einfluss auf diese bestehen,
- sich das Vorkommen natürlicher Ressourcen dynamisch verändert und Umweltbedingungen nur teilweise vorhersehbar sind,
- die Auswirkungen regelmäßiger Maßnahmen überprüft werden können.

Das *Adaptive Management* wird als Methode sowohl in der Ökonomie als auch in der Ökologie angewandt. Dabei hat es zum Ziel, gegensätzliche naturwissenschaftliche Theorien und unterschiedliche Sichtweisen zwischen Wissenschaft und Praxis zur Entwicklung von Ökosystemen zu vereinen (Holling 1978, Allen/Garmestani 2015: 28, Gunderson 2015). Für Holling (1973) und Walters (1983) ist die Beteiligung von Schlüsselakteuren aus Wissenschaft und Praxis ein zentraler Bestandteil des *Adaptive Managements*, indem das Wissensspektrum über ökologische Zusammenhänge erweitert und Lernprozesse bei allen Beteiligten angestoßen werden können. Das *Adaptive Management* ist durch einen wiederkehrenden Planungszyklus gekennzeichnet, der zum Zweck hat, die Dynamik von Ökosystemen und immer wieder auftretende Überraschungen auffangen zu können (Allen/Garmestani 2015). Um trotz der Komplexität und Dynamik sozioökologischer Systeme Entwicklungen zu steuern, kombiniert das *Adaptive Management* in einem fortlaufenden Zyklus prüfende mit planenden Phasen (Holling 1978, Walters 1986, Williams/Brown 2014, Allen/Garmestani 2015).

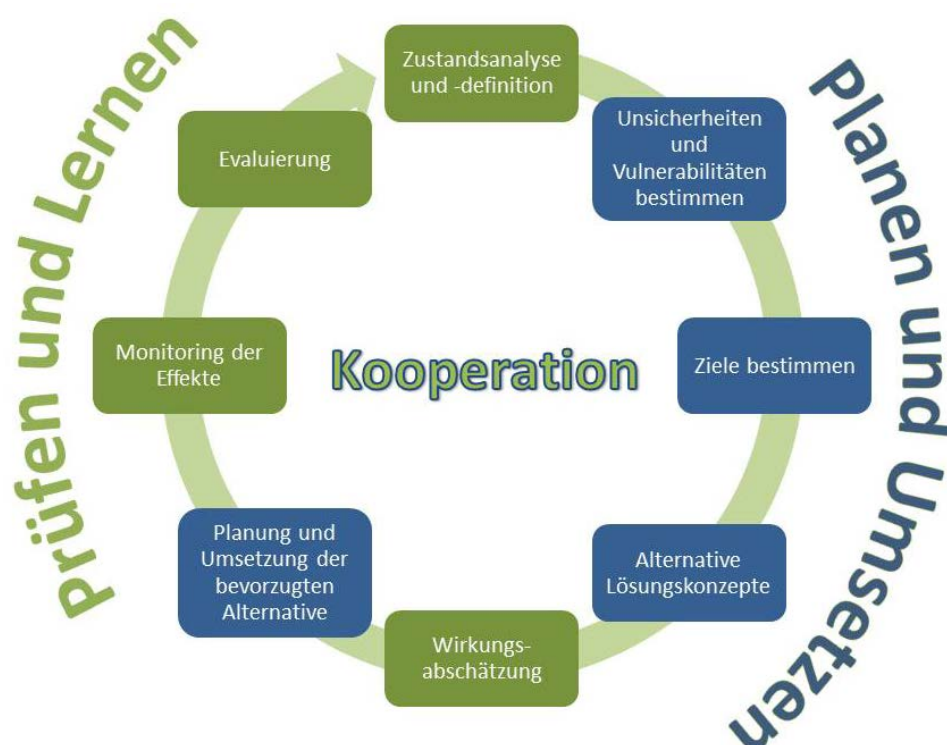


Abbildung 18: Adaptive-Management-Zyklus (eigene Darstellung in Anlehnung an Allen et al. 2011, Williams/Brown 2014, 2018, Walker et al. 2013, Mirfenderesk/Corkill 2009)

Die *planende Phase* besteht aus der Beteiligung wichtiger Stakeholder, um eine Einigung über die Problemstellung, die Ziele und mögliche Alternativen zu erlangen. Des Weiteren dient die Definition von Zielen und Zielindikatoren als Orientierungs- und Vergleichswerte der Entwicklung alternativer Lösungen, die die Entscheidungsfindung unterstützen und die Anpassungsfähigkeit erhöhen. Ebenso werden Vorhersagemodelle genutzt, welche Umweltveränderungen beschreiben, die nicht durch die eigene Planung und Umsetzung beeinflusst werden können.

Die *prüfende Phase* ist gekennzeichnet durch das Treffen von Entscheidungen, dem Monitoring und der Überwachung der Auswirkungen, um diese in einer Prüfung bzw. Evaluierung auf ihre Effektivität zu überprüfen. Damit können durch diesen Lernprozess bessere und angepasste Entscheidungen getroffen werden, die wieder in einer *planenden Phase* vorbereitet werden. Das Monitoring stellt die notwendigen Informationen zur Verfügung, um die Effektivität einer Maßnahme zu überprüfen. Sein Wert erschließt sich, wenn die Ergebnisse entsprechend bewertet werden und in die weitere Entscheidungsfindung einfließen.

Das *Adaptive Management* ist nur sinnvoll, wenn trotz hoher Unsicherheiten die Alternativen und Prozesse kontrollierbar bleiben. Dadurch kann überprüft werden, wie Systemzusammenhänge der Umwelt gestaltet sind und welche Strategien diese am besten steuern können.

Eine wichtige Planungsvoraussetzung ist die Anerkennung und Definition möglicher Unsicherheiten. Das bedeutet auch, unterschiedliche Meinungen und Sichtweisen einzelner Beteiligter zu berücksichtigen. Damit kann eine lernorientierte Organisationsform geschaffen werden, die ein anpassungsfähiges Management ermöglicht. Überraschungen und Krisen werden dabei als Chance zur Verbesserung der Systeme anerkannt und regen zum Lernen an.

Der Klimawandel ist insofern eine Herausforderung, der mit einer Strategie begegnet werden muss, die sich an Umweltbedingungen anpassen muss, die sich richtungsweisend verändern. Diese Veränderungen sind jedoch nur bedingt vorhersehbar. Dementsprechend empfiehlt Williams (2014: 474), dass diese Trends der Umweltveränderung betrachtet werden sollten. Es sollten dementsprechend Planungsalternativen entwickelt werden, die sich an unterschiedlichen Szenarien orientieren (Nichols et al. 2011).

Ein zentrales Ziel des *Adaptive Managements* ist es, die Lernfähigkeit in Entscheidungsprozessen zu erhöhen. Durch das Monitoring können Konsequenzen aus den Auswirkungen der getroffenen Entscheidungen gezogen werden. Oft wird der Mehrwert nicht erkannt und die Vorgehensweise als zu aufwändig kritisiert. Der aktive Vergleich möglicher Handlungsalternativen und die Umsetzung ähnlicher (technischer) Lösungen in einem vergleichbaren Umfeld kann den Lern- und Entscheidungsprozess beschleunigen, da so durch das zeitgleiche Testen und Experimentieren verschiedener Möglichkeiten, schneller die bestmögliche Alternative gefunden werden kann. Zusätzlich wird hier deutlich, dass eine schrittweise Entwicklung mit regelmäßigen Anpassungschancen die Lernfähigkeit erhöhen kann (Allen et al. 2011: 1341). Sind Auswirkungen eher ungewiss, sollten alternative Strategien entwickelt werden, die mehrere Ziele und Funktionen gleichzeitig erfüllen und als so genannte No-Regret- oder Win-Win-Lösungen auch einen Mehrwert ohne eintretende Klimafolgen produzieren können (Hallegatte 2009). Zusätzlich können Maßnahmen entwickelt werden, die wieder rückgängig gemacht werden können oder durch einen breiten gesellschaftlichen Konsens unterstützt werden (Matovelle et al. 2014: 143ff).

### Anknüpfungspunkte an die Umweltprüfung

Datenerhebung, Informationsbeschaffung, Analyse, Zieldefinition und Maßnahmenplanung sind grundlegende Bestandteile aller Planungsmethoden und –Verfahren der räumlichen Planung. Die Umweltprüfung ist Teil dieses Systems. Sie soll generell Wissen über mögliche Umweltauswirkungen ermitteln und einen Lernprozess initiieren, der es schafft, mit Projektträgern, Beteiligten und Betroffenen die bestmöglich umweltverträgliche Planung zu erreichen (Sánchez/Mitchell 2017).

Anknüpfungspunkte des *Adaptive Managements* an die Umweltprüfung lassen sich auf verschiedenen Ebenen finden. Dazu gehören:

- die frühzeitige Beteiligung der Behörden und der Öffentlichkeit, indem unterschiedliche Belange und Expertenwissen zum betroffenen Gebiet gesammelt und in die Prüfung mit einbezogen werden kann,
- die Prüfung der Nullvariante, indem die Empfindlichkeit des Planungsraums gegenüber zukünftiger Entwicklungen erfasst wird,
- die Prüfung möglicher Planungsalternativen, indem die bestmögliche Variante angewandt werden kann,
- das Monitoring (Umweltüberwachung), indem die Umsetzung der Planung überwacht wird und die Auswirkung der Planung überprüft wird.

Im Rahmen der Bauleitplanung wird das Monitoring in der Umweltprüfung nicht in der Form angewandt, wie es im *Adaptive Management* angedacht ist (siehe auch Kapitel 4 und 5). In der Regel bezieht sich das Monitoring in der Umweltprüfung auf das gesetzlich geregelte Mindestmaß, das vorschreibt, die Umsetzung der Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen zu überwachen. Die Beobachtung anderer Auswirkungen auf die Umwelt, die durch die städtebauliche Entwicklung verursacht werden, und die Beobachtung der Entwicklung entsprechender Anpassungsmaßnahmen erfolgt dagegen nicht. Planungsinstrumente, die darauf ausgelegt sind fortgeschrieben zu werden, folgen einem zyklischen Planungsmechanismus. In der kommunalen Planung sind dies der Flächennutzungsplan und der Landschaftsplan. Eine Fortschreibung oder Zurücknahme eines Bebauungsplans gibt es jedoch nur in Ausnahmefällen (Siehe Kapitel 6.4.). Auf dieser kleinteiligen Planungsebene ist es also schwierig lernende, zyklische Strukturen zu etablieren, die es möglich machen, nachträglich auf Veränderungen einzugehen, die beispielsweise entstehen, weil sich die Umweltbedingungen stärker verändert haben als erwartet.

### 3.3 Möglichkeiten und Grenzen der Umweltprüfung im Umgang mit unsicheren Klimafolgen

Aussagen zum Klimawandel sind mit Unsicherheiten behaftet. Diese betreffen sowohl die naturwissenschaftlichen Vorhersagemöglichkeiten als auch die Variabilität der Umwelt und der gesellschaftlichen Entwicklung, die heute nur in Bandbreiten absehbar ist. Das Modell der Resilienz hilft diese Unsicherheiten zu definieren, zu beschreiben und zu bewältigen. Der Umgang mit Unsicherheiten bedarf hierbei einer antizipatorischen, kommunikativen, lernfähigen und innovativen Verhaltensweise.

Zusätzlich wurde festgestellt, dass Unsicherheiten entweder dann entstehen, wenn die Konsequenzen unbekannt sind oder wenn die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Ereignisses nicht bestimmt werden kann. Die Kombination beider Varianten lässt sich in den einzelnen Bereichen der Klimafolgenbetrachtung wiederfinden. Strategien des Risikomanagements, der Szenario-Technik und des *Adaptive Managements* ermöglichen den Umgang damit.

Alle Methoden haben Ansätze, die Lernfähigkeit in der Planung zu steigern. Im Risikomanagement werden Risiken erkannt und bekannte Risiken in weitere Planungen eingebunden. Bindet die Entwicklung von Szenarien die Erfahrungen unterschiedlichster Beteiligter mit ein, können diese für die bestmögliche Abbildung möglicher Zukunftsbilder zusammengefügt werden. Zyklisch lernende Systeme, wie sie im Risk-Governance-Prozess und im Adaptive Management verwendet werden, sind darauf ausgerichtet, durch Monitoring und Evaluierung in einer kontinuierlichen Verbesserung zu lernen und die Erfahrungen aus Wissenschaft und Praxis in die Entwicklung einzubinden.

Im Umgang mit den Klimafolgen bietet die Umweltprüfung die Möglichkeit, die Folgen des Klimawandels und deren Auswirkungen zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten, da sie den diese Unsicherheiten in die Planung integrieren kann. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass eine Umweltprüfung mehr Unsicherheiten identifiziert, als Unsicherheiten ausräumt. Deswegen wurde in der SUP-Richtlinie (2001/42/EG) und in den nachfolgenden Gesetzen eine Verpflichtung der Nennung der identifizierten Unsicherheiten („*technische Lücken und fehlende Kenntnisse*“) festgeschrieben. Der Europäische Rat hat den Umgang mit Unsicherheiten in Anhang 1 h) der SUP-Richtlinie (2001/42/EG) wie folgt beschrieben:

*h) eine Kurzdarstellung der Gründe für die Wahl der geprüften Alternativen und eine Beschreibung, wie die Umweltprüfung vorgenommen wurde, einschließlich etwaiger Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der erforderlichen Informationen (zum Beispiel technische Lücken oder fehlende Kenntnisse); (2001/42/EG)*

Die Unvorhersehbarkeit des Klimawandels spielt dabei bisher aber eher eine untergeordnete Rolle (Wardekker et al. 2008, Larsen et al. 2013, Posas 2011b, Weiland 2010). Die Umweltprüfung bietet hierfür folgende Anknüpfungspunkte (Jacoby/Beutler 2013, Wende 2015, Europäische Kommission 2013b, Willekens 2009, Sánchez/Mitchell 2017):

- **Die frühzeitige Behördenbeteiligung und Beteiligung der Öffentlichkeit** (u.a. im Scoping und Screening) sammelt unterschiedliche Belange und Expertenwissen zum betroffenen Gebiet und bezieht diese in die Planung mit ein.
- Die Prüfung der **Nullvariante** kann die Empfindlichkeit des Planungsraumes und der betroffenen Schutzgüter durch Temperaturerhöhung, Hitzebelastung, Wasserknappheit, Extremereignisse (Starkregen, Hochwasser und Stürme) auf Grundlage der bekannten Klimaszenarien heute schon in einer Vulnerabilitätsanalyse prüfen und weitere Wechselwirkungen in Szenarien erkennen.
- Mögliche **Planungsalternativen** können sich vor allem auf die Zunahme von Wetterextremen beziehen und Varianten entwickeln, die zur Vermeidung, Verringerung und Ausgleich von nachteiligen Auswirkungen beitragen und flexible anpassungsfähige Lösungen einbeziehen.
- **Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen** sollten mögliche Klimafolgen in ihrer Bandbreite miteinbeziehen, indem multifunktionale Lösungen entwickelt werden, die z.B. sowohl großen Hitzeentwicklungen als auch extremen Niederschlägen entgegenwirken können (z.B. Durchgrünung, Erhalt und Entwicklung bedeutsamer Freiräume)
- Durch das **Monitoring** können Entscheidungen, die unter Unsicherheiten getroffen wurden, nachgesteuert und angepasst werden. Mit der Definition entsprechender Indikatoren in festgelegten Zeiträumen können die verstärkenden Auswirkungen des Klimawandels und der Planung auf die Umwelt überwacht werden. Dabei können Planinhalte anhand der festgelegten Ziele überprüft und an sich veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden.

In der Praxis ist die Umweltprüfung ein entscheidungsvorbereitendes Instrument, das trotz bestehender Unsicherheiten (Datenmangel und fehlende Prognosen) zu einem Ergebnis kommen muss. Dies ist

möglich, indem sie Alternativen und deren Umweltauswirkungen ermittelt, beschreibt und bewertet. Sie stellt dabei Informationen für eine direkte Entscheidung zur Verfügung, welche Rückschlüsse auf mögliche Umweltauswirkungen geben (Sommer 2005:52 entnommen aus: Bauer 2013:132). Das lineare Vorgehen des Bebauungsplanverfahrens erkennt allerdings die Dynamik der Umweltsysteme im Umgang mit den Unsicherheiten und der Komplexität des Klimawandels nicht an (Retief et al. 2016: 56). Dadurch kann lediglich ein sehr kleiner Teil eines sozio-ökologischen Systems in der Umweltprüfung abgebildet werden. Dies wird in Kapitel 4.6 weiter ausgeführt.

Gesteigerte Komplexität und Unsicherheiten der Klimafolgen sind dagegen systembasiert und verlangen einen Analyseansatz, der durch ein zyklisches, flexibles und lernfähiges Planungsverfahren unterstützt wird. Eine flexiblere Herangehensweise an die Umweltprüfung, die nicht nur auf Informationsbeschaffung fixiert ist, würde den Umgang mit Unsicherheiten und die Lernfähigkeit des Planungssystems unterstützen.

Heiland (2009: 43/44) sieht für den Umgang mit Unsicherheiten in der Umweltprüfung eine inhaltliche und methodische Herausforderung, welche zusätzlich politisch und gesellschaftlich vermittelt werden muss. Dabei weist er darauf hin, dass Unsicherheiten in der Form ausgenutzt werden, dass sie zu verstärkten Eingriffen in Umwelt und Natur führen. Die Benennung dieser Unsicherheiten würde hier zu mehr Transparenz in der Planung führen.



## 4 Möglichkeiten und Grenzen der Klimafolgenbetrachtung in der Stadtentwicklung

Städtische Ökosysteme und Infrastrukturen sind besonders sensibel und somit auch besonders anfällig gegenüber Extremwetterereignissen. Dies versetzt städtische Bewohner in eine besonders exponierte Lage gegenüber den Folgen des Klimawandels. Es wird also zunehmend wichtiger diese Klimafolgen in die Stadtentwicklung mit einzubeziehen. Durch ihre Lage, Siedlungs-, Nutzungs- und Infrastrukturdichte verstärken Städte die Auswirkungen des Klimawandels, und stellen für ihre Bewohner besonders empfindliche Räume dar (Kuttler et al. 2017). Der Klimawandel lässt sich primär durch die Veränderung des Zustands von Wasser und Luft beschreiben. Diese Veränderungen beeinflussen in großem Maße das städtische Ökosystem (Biosphäre, Bodenbeschaffenheit, Baustruktur (Oke et al. 2017: 3). Wie der Klimawandel das städtische Ökosystem beeinflusst und welche verstärkenden Auswirkungen von der Stadtentwicklung ausgehen, wird in Kapitel 2 beschrieben. Dabei haben Überschwemmungen, Hochwasser, Schäden durch Starkniederschläge und die Entwicklung urbaner Hitzeinseln besondere Bedeutung (Endlicher/Kress 2008).

Mit der Klimaschutznovelle 2011 wurde eine klimagerechte Stadtentwicklung als eine langfristige Aufgabe für Städte und Gemeinden im BauGB als „Planungsleitsatz“ in § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB und in der „Klimaschutzklausel“ in § 1a Abs. 5 BauGB verankert. Dabei sollen die Kommunen dazu verpflichtet werden, den Klimawandel und seine Risiken in die städtebauliche Entwicklung einzubeziehen und in der Abwägung zu berücksichtigen (Jacoby/Beutler 2013: 10 ff., Diepes 2017, Albrecht et al. 2018: 62, siehe auch Kapitel 4.5). Der Stadtentwicklungsbericht 2016 der Bundesregierung konkretisiert dies. Er hebt die Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, Stadtentwicklung und deren Folgen für die Umwelt hervor und rückt die Entwicklung einer „klimafreundlichen, effizienten und klimaangepassten“ und „grünen und gesunden“ Stadt in den Vordergrund (Bundesregierung 2017: 98ff). Die Positionspapiere des Deutschen Städtetages aus den Jahren 2012 und 2019 unterstützen diesen Standpunkt, indem sie Ziele, Förderansätze und Einzelmaßnahmen für Kommunen beschreiben, die eine städtische Klimaanpassung erleichtern sollen (Deutscher Städtetag 2012: 67ff und 2019). Von beiden wird die Bedeutung der grünen Infrastruktur und der städtischen Freiräume hervorgehoben, um urbane Hitzeinseln und die Schäden von Starkniederschlägen einzudämmen, sowie die Entwicklung von Biodiversität und von Erholungsräumen zu unterstützen (Bundesregierung 2017: 98ff). Nach aktueller Sicht sind dies die Schwerpunkte einer klimaangepassten Stadtentwicklung.

Diesen Schwerpunkten einer klimaangepassten Stadtentwicklung steht der steigende Bedarf an Wohnraum gegenüber. Ihm soll durch eine dichtere und flächensparende Innenentwicklung abgeholfen werden. Der Interessenskonflikt, welcher zu Lasten der Freiräume und Grünstrukturen geht, ist dabei vorprogrammiert. Da diese zunehmend für die Hitzeprävention, den Überflutungsschutz und die Entwicklung der Artenvielfalt gebraucht werden, soll das Leitbild der „doppelten Innenentwicklung“ diesen Widerspruch lösen (Böhm et al. 2016, Gstach/Berding 2016). Es hat zum Ziel, dem Druck auf die Stadtentwicklung durch die Schaffung neuen Wohnraums zu begegnen und gleichzeitig die Funktionen der grünen Infrastruktur in der Stadt aufrechtzuerhalten (Gstach/Berding 2016). Dabei wird nach städtebaulichen Lösungen gesucht, die eine kompakte und durchgrünte Stadt schaffen können und den Flächenverbrauch einschränken (Gstach/Berding 2016, Böhm et al. 2016, Wende 2015)<sup>4</sup>. Dies ist nur

<sup>4</sup> Reese et al. (2016: 368) plädieren dafür, sich mediterrane kompakte Stadtbilder zum Vorbild zu nehmen, kompakter zu bauen und die Bausubstanz so zu stärken, dass „flächenverschlingende Gartenstädte“ nicht mehr notwendig wären.



durch eine multifunktionale Nutzung der Freiräume möglich, in der grüne, blaue und graue Infrastrukturen miteinander kombiniert werden (Depietri/McPhearson 2017: 96).

Die Planer sind sich zunehmend bewusst, Risiken in die Planung einzubinden, die aufgrund von Extremwetterereignissen entstehen. In größeren Städten wird das Siedlungsklima seit den 1990er Jahren berücksichtigt. Diese schaffen lebenswerte Siedlungsstrukturen, welche sowohl die Entwicklung und Ausweitung von Hitzeinseln im Siedlungskern verhindern und mindern als auch die Qualität und Quantität der Wasserversorgung aufrechterhalten. Aus diesen Anforderungen lassen sich folgende Zielvorstellungen einer *resilienten Stadt* ableiten, da sie die Hauptthemen der Klimafolgenbetrachtung in der Stadtökologie zusammenfassen können.<sup>5</sup>

- wassersensible Stadt (Boden, Wasser, Biodiversität)
- temperatursensible Stadt (Boden, Wasser, Klima und Luft, Biodiversität, Gesundheit)
- biodiverse Stadt (Boden, Wasser, Klima und Luft, Biodiversität, Gesundheit)

Auf diese Zielvorstellungen wird im Weiteren vertieft eingegangen. Aufgrund der Komplexität der Wechselwirkungen zwischen den Folgen des Klimawandels und dem siedlungsökologischen System, sind diese nicht trennscharf.

Die *resiliente Stadt* nimmt in dem Zusammenhang eine übergeordnete Rolle ein und fasst Strategien zusammen, die sich sowohl auf die Entwicklung einer wasser- und temperatursensiblen als auch biodiversen Stadt beziehen. Es setzt sich dabei von den anderen Zielvorstellungen ab, da es nicht auf ein spezifisches Phänomen des Klimawandels eingeht. Resiliente Stadtstrukturen entstehen dann, wenn die zentralen städtischen Grundfunktionen (Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Mobilität, Umweltqualität) trotz Veränderungen, Störungen und externen Stressoren, wie extreme Wetterereignisse, erhalten bleiben, oder in kurzer Zeit wiederhergestellt werden können (BBSR 2018:20ff). Dabei kann das *Modell der Resilienz* zu Grunde gelegt werden, welches in Kapitel 3 beschrieben wird. Dies ist möglich, indem Siedlungen widerstandsfähig und robust gestaltet aber trotzdem flexibel genug sind, um sich an unumkehrbare Veränderungen anzupassen, ohne dass es zu nachhaltig wirkenden Versorgungsengpässen und Beeinträchtigungen kommt. Unter anderem steigern redundante Infrastruktureinrichtungen die Resilienz. Beim Ausfall einer Infrastruktur kann so auf andere ähnliche Einrichtungen ausgewichen werden. Im Umgang mit Unsicherheiten haben sich No-Regret-, Low-Regret oder Win-Win-Lösungen bewährt, die mehrere Ziele gleichzeitig verfolgen (siehe Kapitel 5). Mit dem Leitbild der „*doppelten Innenentwicklung*“ erhöht sich die Flexibilität der Stadtgestalt. Das Leitbild hat zum Ziel, verschiedene Freiraumfunktionen auf einer Fläche zu kombinieren. Auch wenn erwartete Ereignisse nicht eintreten, erfüllen diese Flächen weitere notwendige Raumfunktionen. Beispielsweise kann die multifunktionale Gestaltung der Freiflächen sowohl die Bedürfnisse der Bewohner für Erholung und Abkühlung, als auch die Bedürfnisse des Überflutungs- und Biotopschutzes vereinen (Knapp/Klotz 2017: 228, Oke et al. 2017: 442). Die zeitgleiche und voneinander unabhängige Erprobung verschiedener Alternativen, die Beteiligung unterschiedlichster Akteure und die Beobachtung und Evaluierung dieser Maßnahmen erhöhen die Lern- und Anpassungsfähigkeit des Systems und machen damit das System selbst resilienter.

Eine *wassersensible Stadtentwicklung* bedeutet Hochwasserschutz<sup>6</sup> und Überflutungsvorsorge<sup>7</sup> zu betreiben. Hochwasserrisiken werden in die Planung einbezogen, indem Überschwemmungsgebiete

---

<sup>5</sup> Diese beeinflussen die in Klammern genannten Schutzgüter.

<sup>6</sup> gegenüber Meeresfluten und Flusshochwasser;

<sup>7</sup> gegenüber Auswirkungen extremer Starkniederschlagsereignisse und Sturzfluten;

( $HQ_{100}$  bzw.  $HQ_{\text{extrem}}$ ) entweder nicht bebaut werden, oder die Bebauung an mögliche Hochwasserbedingungen (Aufschüttungen, erhöhte Eingänge, fehlende Keller und Versorgungsanlagen in den Obergeschossen) angepasst wird. Die Elemente der Regenwasserbewirtschaftung sind Regenwasserableitung, Abflussvermeidung, Versickerung, Behandlung verschmutzter Abflüsse und die Regenwassernutzung (DWA 2016b: 29). Ziel ist der Erhalt des natürlichen Gebietswasserhaushaltes, mit dem das Grundwasservorkommen und die Versickerungs- und Verdunstungsfähigkeit des Gebietes beibehalten wird (LAWA 2018). Um Schäden durch Starkniederschläge zu reduzieren, wird das Regenwasser auf Gründächern, in Mulden- und Rigolen-Systemen, Rückhalteflächen oder anderen multifunktionalen Flächen zurückgehalten. Außerdem wird durch Begrünung das Verdunstungspotenzial der Fläche vor Ort erhöht (Oke et al. 2017: 443). Mit diesen Maßnahmen ist es möglich, flexible Entwässerungssysteme zu schaffen. Darüber hinaus ist es wichtig, bekannte Abflüsse von Bebauung freizuhalten (Deutscher Städtetag 2019: 17ff). Regenwassernutzung hilft den Grund- und Frischwasserverbrauch zu reduzieren und den Grundwasserspiegel zu erhalten.

Eine *temperatursensible Stadtentwicklung*<sup>8</sup> hat zum Ziel, die thermischen Bedingungen in der Stadt auf einem angenehmen Temperaturniveau zu erhalten, Hitzeinseln zu vermeiden oder zu reduzieren und zudem den Ausstoß von Treibhausgasen zu vermeiden (Oke et al. 2017: 408ff). Diese ist möglich durch funktionierende Kaltluftentstehungsgebiete und das Freihalten der Kalt- und Frischluftschneisen. Damit der Kaltluftfluss nicht abgebremst wird, dürfen diese nur eine geringe Bodenrauigkeit, durch niedrige Vegetation und keine bzw. wenig Bebauung, aufweisen. Dichtere Baumpflanzungen und niedrige Bebauungen können in diesem Fall schon eine Barriere bilden und die Kaltluft an einem Ort sammeln. Der Übergang zur Bebauung sollte offen und porös sein, damit die frische Luft so weit wie möglich in die Siedlung eindringen kann (Oke 1987, VDI 3787 Blatt 8. 2020: 19, Baden-Württemberg 2012: 221ff). Zusätzlich ist es wichtig, gerade in diesen Freiräumen Emissionen zu vermeiden, da sie sich gerade hier besonders leicht verteilen (Kupski/Kirchhof 2019: 180).

Auf Quartiersebene ist es möglich, die Durchlüftung im Gebiet durch die angepasste Höhe, Ausrichtung und Lage der Gebäude zu beeinflussen. Zusätzlich kann dort der mikroklimatische Komfort erhalten werden, indem Verschattung (Bäume und bauliche Maßnahmen), Verdunstung (Wasser- und Grünflächen, Fassadenbegrünung) und Wärmeabstrahlung u.a. durch den Albedoeffekt, Wärmekapazität und Dichte (helle Oberflächen und Fassadenbegrünung) ermöglicht werden (Baumüller 2019, Knapp/Klotz 2017: 229, Klemm et al. 2018: 67). Große, zusammenhängende Freiflächen und Grünstrukturen tragen hier stärker als kleinteiligere Strukturen mit gleicher Fläche zu einer Abkühlung bei (Mathey et al. 2011: 84).

Kinder, Senioren und Personen mit Herz-Kreislaufkrankungen leiden besonders unter extremer Hitze. Da die Mobilität dieser Bevölkerungsgruppe teilweise eingeschränkt ist, sind Pflegeeinrichtungen, Krankenhäuser, Kindergärten und Schulen in klimatischen Belastungsräumen, wenn möglich, besonders zu schützen und die Zugänglichkeit kühlender grüner Freiräume zu gewährleisten (Deutscher Städtetag 2019: 10ff, Klemm et al. 2018, Frommer et al. 2013).

Eine *biodiverse Stadt* hat zum Ziel, die Artenvielfalt zu fördern, indem heimische Arten erhalten, Biotop durch übergeordnete Grünverbindungen miteinander vernetzt und durch Trittsteinbiotop unterstützt werden (Essl/Rabitsch 2013, Derby Lewis et al.: 282). Da Lebensräume feuchtigkeitsliebender Arten durch große Feuchtigkeitsschwankungen bedroht sein werden, sind Verknüpfungen entlang der Ufer von Fließgewässern und die Renaturierung von Mooren von besonderer Bedeutung (Reck 2013).

<sup>8</sup> In anderen Zusammenhängen werden diese auch als Ziele einer „*klimasensiblen Stadtentwicklung*“ bezeichnet (Oke et al. 2017). Um die Abgrenzung zur „*wassersensiblen Stadtentwicklung*“ deutlicher zu machen, wird hier jedoch der Begriff der „*temperatursensiblen Stadtentwicklung*“ gewählt.

Kompensationsmaßnahmen können dafür genutzt werden, für Tiere und Pflanzen ein Wanderungsnetz herzustellen. Dadurch vernetzen sich blaue und grüne Infrastrukturen mit der offenen Kulturlandschaft. In der Quartiersentwicklung werden heimische Pflanzen- und Baumarten verwendet, die verschiedene Kriterien erfüllen. Sie müssen sowohl Schatten spenden als auch Regenwasser aufnehmen und verdunsten. Außerdem sind sie Heimat für verschiedene ortsansässige Tierarten. Handelt es sich um einen eher trockenen und heißen Standort, sind klimarobuste Arten empfehlenswert. (Deutscher Städtetag 2019, Knapp/Klotz 2017: 229, Wilby/Perry 2006, Europäische Kommission 2013b)

Folgende Tabelle zeigt, welche Schutzgüter durch die Ziele und Maßnahmen einer klimaangepassten Stadtentwicklung berührt werden. Im Umgang mit den Klimafolgen auf kommunaler Ebene muss zwischen Maßnahmen auf gesamtstädtischer Ebene und Quartiersebene unterschieden werden. Alle Maßnahmen wirken sich auf mehrere Schutzgüter aus. Die aufgelisteten Maßnahmen sind als Beispiele zu verstehen und nicht als abschließender Katalog. Auch wenn sie in der Tabelle 6 einem bestimmten Ziel zugeordnet sind, unterstützen die meisten der genannten Maßnahmen auch die anderen Ziele einer klimaangepassten Stadt- und Quartiersentwicklung und erfüllen damit einen hohen Grad an Multifunktionalität.

Ziele	Maßnahmen	Schutzgüter						
		Fläche	Boden	Wasser	Luft und Klima	Biologische Vielfalt	Gesundheit	Landschaft
<b>Gesamtstadt (Flächennutzungsplan)</b>								
Resiliente Stadt	Risiken durch Standortwahl vermeiden (v.a. Hochwasser und Stürme)							
	Vulnerable Einrichtungen in klimatischen Belastungsräumen vermeiden							
	Redundanzen für kritische Infrastrukturen aufbauen							
Wassersensible Stadt	Hochwasserrisiken kennzeichnen und einbeziehen							
	Retentionsflächen für den Hochwasserfall							
	Versickerungsflächen							
	Schutz versickerungsfähiger Böden							
	Wasserrückhalt in der Fläche							
	Wasserabflussbahnen freihalten							
	Baumaßnahmen in Hochwasserschutzgebieten vermeiden							
	großflächige Entsiegelung							
	Begrünung von Brachflächen							
Temperatursensible Stadt	Frischluf- Kaltluftschneisen erhalten und entwickeln							
	Schutz und Entwicklung von Kaltluftentstehungsgebieten ("Siedlungsklimatischer Ausgleich")							
	Emissionsquellen in Frischluftschneisen vermeiden							
	Zugänglichkeit grüner, kühlender Freiräume ermöglichen							
	Abkühlung durch Verdunstung (Wasser) und hohe Wärmeabstrahlung in klimatischen Belastungsräumen fördern							
Biodiverse Stadt	Lebensräume (an Gewässern) für feuchtigkeitsliebende Arten schützen und entwickeln (Moore, Auen, Wälder)							
	Zusammenhängende Grünstrukturen							
	Bestehende Vegetationsstrukturen erhalten							
	Lebensräume für heimische Arten zum Erhalt der Artenvielfalt							
	Durchgrünung in klimatischen Belastungsräumen fördern							
	Waldflächen erhalten und entwickeln							
	Berücksichtigung der landschaftlichen Eigenart und Schönheit bei technischen Schutzanlagen (Hochwasser)							
<b>Quartier (Bebauungsplan, Städtebauliche Sanierungsgebiete)</b>								
Resilientes Quartier	Multifunktionale Freiflächen (Regenwasserrückhalt, Biotop, Erholung oder Verkehr)							
	Hitzeresistente und überschwemmungs- und hochwasserangepasste Bauweise							
Wassersensibles Quartier	dezentrale Regenwasserbewirtschaftung							
	Regenwasserrückhalt durch stehende Gewässer, multifunktionale Flächen							
	Regenwasserrückhalt durch Dachbegrünung							
	Regenwasserrückhalt durch Zisternen							
	Versickerung durch Versickerungsmulden (zentral/dezentral) oder Mulden-Rigolen-Versickerung							
	Wasserdurchlässige Böden und Beläge							
	Entwässerung durch Notwasserwege und Gräben							
Temperatursensibles Quartier	Vermeiden baulicher Barrieren (Gebäudehöhen, -breite und -stellung)							
	Abkühlung durch Verdunstung (Grünvolumen und Wasserflächen)							
	Wärmespeicherkapazität reduzieren (Albedo, Materialien, Grün, Wasser)							
	Verschattung durch großkronige Bäume							
	Fassadenbegrünung							
Biodiverses Quartier	kleinteilige Trittsteinbiotopie							
	Erhalt und Entwicklung des Vegetationsbestands (z.B. Bäume und Hecken)							
	Humusgehalt und Durchwurzelungsfähigkeit aufrecht erhalten							
	ganzjährige Bodendeckung							

**Tabelle 6: Ziele und Maßnahmen der klimaangepassten Stadt- und Quartiersentwicklung und deren Einfluss auf die Schutzgüter (eigene Darstellung basierend auf Rößler/Albrecht 2015: 248, Baden-Württemberg 2012)**

#### 4.1 Steuerungselemente der räumlichen Stadtentwicklung

Klimaanpassung steht als Planungsleitsatz in § 1 Abs. 5 BauGB gleichwertig mit den anderen Grundsätzen der Bauleitplanung, die eine „nachhaltige städtebauliche Entwicklung“ gewährleisten sollen. Die Gewichtung der Anpassungsbelange ergibt sich aus der lokalen Betroffenheit der unterschiedlichen Kommunen und deren Ermessensentscheidung. Dabei geht es darum, für die entsprechenden Planungsebenen umsetzbare Darstellungen, Festsetzungen und Maßnahmen zu entwickeln, die der Abschichtung entsprechen (UBA 2014: 129).

Maßnahmen der kommunalen Klimaanpassung können auf den räumlichen Ebenen der Gesamtstadt und des Quartiers gesteuert werden. Sie schließen sowohl analytische (Gutachten, Risikoanalysen, Umweltbeobachtungen, Umweltatanten), als auch konzeptionelle und strategische Elemente (Stadtentwicklungspläne, städtebauliche Rahmenpläne, integrierte Stadtentwicklungskonzepte) mit ein. Diese werden in formellen (Fach- und Bauleitplanung) und informellen Instrumenten der Stadtentwicklung (Gutachten und Stadtentwicklungskonzepte) beschrieben (siehe Tabelle 7).

Die räumliche Gesamtplanung nimmt dabei eine koordinierende Rolle gegenüber der sektoralen Fachplanung ein (Reese et al. 2016). Im Monitoringbericht zur Deutschen Klimaanpassungsstrategie (UBA 2015b: 207) wird die Raumplanung zur Risikovorsorge vor Extremereignissen gewürdigt, da dadurch die Flächennutzung so gesteuert werden kann, „dass bestehende oder zu erwartende Klimarisiken (...) und ihre Folgen gemindert werden“ (siehe auch Bundeskabinett 2008: 42ff).

Planungsebene	Gesamtplanerische Planungsinstrumente (formell)	Planungsinstrumente des Naturschutzes und der Landschaftspflege (formell)	Planungsinstrumente (informell)	Fachplanerische Informationen und Gutachten und Strategien (formell und informell)	Fachrechtliche Regelungen (formell)
Landes- und regionale Ebene	Regionalplan	Landschaftsrahmenplan	Regionales Entwicklungskonzept	regionale Vulnerabilitätsanalyse, Hochwasserrisiko-managementpläne	Immissionsschutzrecht, Wasserwirtschaftsrecht, Naturschutzrecht, Landesbauordnung, Klimaschutzrecht
gesamtstädtische Ebene	Flächennutzungsplan, integriertes Stadtentwicklungskonzept nach §171 b BauGB	Landschaftsplan	Stadtentwicklungsplan, Freiraumentwicklungskonzept, Klimaanpassungsstrategie	Überflutungsgutachten, Stadtklimatische Rahmenpläne Stadtklimagutachten, Denkmalschutzplanung, Wasserwirtschaftliche Planungen, Bodenschutz- und Altlastenplanung, Arten- und Biotopschutzplanung	Ratsbeschluss zur Klimaanpassung, Ortsatzungen: (Stellplatzsatzung, Baumschutzsatzung, Vorgartensatzung, Entwässerungssatzung) Luftreinhaltepläne, Ökokonto
Quartiers-ebene	Bebauungsplan	Grünordnungsplan	Wettbewerbsverfahren, städtebaulicher Rahmenplan	wasserwirtschaftliche Gutachten, mikroklimatische Gutachten	Städtebauliche Verträge (zur Pflege und Unterhaltung der Freiflächen)
Umsetzung	Baugesuch und Baugenehmigung	Pflege- und Unterhaltungsplanung (z.B. städtebaulicher Vertrag)	Gestaltungsplanung, Hinweise zur Hochwasservorsorge am Bau		

Tabelle 7: Instrumente der räumlichen Entwicklung, die der Klimaanpassung dienen können, (eigene Darstellung in Anlehnung an Mathey et al. 2011: 90, Korbelt/Kurth 2016, Jacoby/Beutler 2013, VDI 3787 Blatt 8. 2020: 29 ff.)

Für die Klimaanpassung in der Stadtentwicklung sind die Planungsinstrumente auf kommunaler Ebene (Stadtentwicklungsplanung, Bauleitplanung, Landschaftsplanung und Umweltfachplanung, Gutachten und Klimaanpassungskonzepte) entscheidend. Die übergeordneten Ziele der Landes- und Regionalplanung bilden den Rahmen und die Grundlage für die kommunale Planung und Entwicklung. Hinzu kommt die Fachplanung für überörtlich bedeutsame Infrastruktureinrichtungen, wie Verkehrs- und Energienetze oder Energiegewinnungsanlagen. Sofern die Gemeinde zustimmt, können diese über eine Planfeststellung auf das Gemeindegebiet zugreifen.

Die gemeindliche Planungshoheit gibt den Kommunen die Aufgabe, im Rahmen ihrer gesetzlichen Vorgaben und im Rahmen der Vorgaben der Landesplanung, über die räumliche Nutzung des Gemeindegebiets zu bestimmen. Dies wird auf gesamtstädtischer Ebene im Flächennutzungsplan dargestellt und in den Bebauungsplänen festgesetzt. Zusätzlich können städtebauliche Sanierungsmaßnahmen nach § 134 BauGB städtebauliche Missstände beheben. Sollen weitere detailliertere Festsetzungen und Bestimmungen gemacht werden, sind diese steuerbar, basierend auf fachspezifischen Satzungen, wie Pflanz-, Gestaltungs- oder Stellplatzsatzung. Die Festsetzungen des Bebauungsplans und der fachspezifischen Satzungen sind aufgrund des Gesetzescharakters, sowohl für die Gemeinde, als auch für Dritte, die diese Flächen nutzen wollen, rechtsgültig und bindend (§8 Abs. 1 BauGB).

## 4.2 Rolle rahmengebender und informeller Instrumente

Informelle Instrumente sind oft rahmengebende Strategien, die als Ergebnis eines öffentlichen Diskurses richtungsweisende Ziele und Ausrichtungen beschreiben. Für die Bauleitplanung relevant sind informelle Planungen mit städtebaulichem Bezug (§1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB). Städtebauliche Entwicklungskonzepte können, sowohl auf gesamtstädtischer, als auch auf Quartiersebene entscheidungsvorbereitende Aussagen treffen (Diepes 2017: 52). Bauen sie auf einem Ratsbeschluss zur kommunalen Klimaanpassung auf, hat die Gemeinde eine Selbstverpflichtung ausgesprochen. Diese erleichtert die Umsetzung von Klimaanpassungsstrategien in der Bauleitplanung und erhöht deren Gewichtung im Abwägungsprozess (VDI 3787 Blatt 8. 2020: 31).

Die Entstehung einer Strategie basiert auf fachspezifischen Gutachten und themenbezogenen Beteiligungsprozessen. Dabei haben sie zum Ziel, unter den Beteiligten einen Konsens zu bilden und das Bewusstsein für ausgewählte Fragestellungen zu schärfen. Für die Klimaanpassung in der städtebaulichen Entwicklung kann das bedeuten, dass Entwicklungspläne entstehen, die jeweils die besondere Betroffenheit der Kommune beschreiben. Diese Betroffenheit bezieht sich auf stadtklimatologische, gesundheitliche, soziale, überflutungs- und hochwasserspezifische Risiken und die Entwicklung der Biodiversität. Die Erstellung von Entwicklungsplänen wird unterstützt durch Förderprogramme zur Entwicklung von Pilotvorhaben des Ressorts der Bundesregierung für Forschung, Bauen und Umwelt (Dosch 2015). Grundlage für die Strategien sind Gutachten und Umweltbeobachtungen, die aus den Auswirkungen des Klimawandels, insbesondere von Hitze und Trockenheit auf das Stadtklima und die Gesundheit und Starkniederschläge auf die Stadt(infra)struktur, ihre Schlüsse ziehen.

Die Schwerpunkte dieser informellen Instrumente unterscheiden sich dabei durch ihre räumliche Zuordnung und Themenauswahl. Hierfür stehen exemplarisch zwei Beispiele aus Berlin und Stuttgart, die im Kapitel 6 weiter ausgeführt werden. In Berlin stehen im StEP Klima und StEP Klima KOMPAKT strategische Inhalte im Vordergrund, die für bestimmte Stadtraum- und Freiraumtypologien Ziele und Maßnahmenpakete konkretisieren (SenSW 2011, SenUVK 2016).

In Stuttgart dagegen werden in den Rahmenplänen „*Halbhöhenlagen*“ (Landeshauptstadt Stuttgart 2007) und „*Talgrund West*“ (Landeshauptstadt 2018) Strategien zur Freihaltung von Frischluftschneisen und Strategien für eine innerstädtische Durchgrünung festgehalten. Das Verwaltungsgericht Mannheim hat die städtebauliche Relevanz des „*Rahmenplans Halbhöhenlagen*“ in Stuttgart bestätigt, indem es die dortige Aufhebung bereits verabschiedeter Bebauungspläne als rechtmäßig erklärt hat (Verwaltungsgericht Stuttgart 2012, Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg 2014).

Strategien und Rahmenpläne dienen nicht nur der Lösung gesamtstädtischer Herausforderungen. Sie dienen auch der Lösung themenbezogener oder gesamtplanerischer Fragestellungen in der städtebaulichen *Quartiersentwicklung*. Dies geschieht in der Form städtebaulicher Rahmenpläne (Gebietsentwässerungsplänen oder mikroklimatischen Entwicklungskonzepten). Bei der Entwicklung städtebaulicher Rahmenpläne wird in vielen Fällen die bestmögliche städtebauliche Variante gesucht. Diese kann durch ein städtebauliches Wettbewerbsverfahren ausgewählt werden. Die dafür vorgegebenen Ziele und Qualitätskriterien ergeben sich aus den zugrundeliegenden Gutachten, Umweltinformationen und Strategien (VDI 3787 Blatt 8. (Entwurf) 2019: 31).

### **4.3 Rolle umweltspezifischer Fachinformationen**

Umweltspezifische Fachinformationen sind für die Kommunen notwendig, sowohl für die Entwicklung informeller Strategien als auch für die formelle Bauleitplanung. Diese liegen entweder, bei regelmäßiger Aktualisierung, in Form eines „*Umweltatlases*“ oder eines spezifischen Gutachtens vor. In den meisten größeren Städten wie Stuttgart, Berlin, Köln, Frankfurt, dem Ruhrgebiet und Karlsruhe stehen Klimaatlantanten oder Stadtklimagutachten zur Verfügung.

Da klimawandelbedingte Witterungsverhältnisse das städtische Ökosystem maßgeblich beeinflussen, wird die Betrachtung wasserwirtschaftlicher und stadtklimatischer Fachinformationen immer wichtiger. Welche Bedeutung diese haben, welche Inhalte dabei entscheidend sind, und wie sie in die Bauleitplanung integriert werden, wird im Folgenden beschrieben.

#### **4.3.1 wasserwirtschaftliche Fachinformationen**

In der Wasserwirtschaft wird zwischen Hochwasserschutz und Überflutungsschutz unterschieden (siehe Kapitel 2). Während sich Ersteres auf die Vorsorge und den Schutz vor Flusshochwassern und Küstenschutz bezieht, soll das Zweite Schäden durch Starkniederschläge und Sturzfluten vorbeugen und eindämmen.

#### **Hochwassergefahren- und Risikokarten in Hochwasserrisikomanagementplänen**

Zur Einschätzung der Hochwasserrisiken wurden, basierend auf der Richtlinie 2007/60/EG (Hochwasserrisikomanagementrichtlinie) und den §§ 72ff des Wasserhaushaltsgesetzes bis 2013 in den europäischen Flusseinzugsgebieten Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt. Diese erfassen anhand der Hochwasserszenarien  $HQ_{normal}$ ,  $HQ_{100}$  und  $HQ_{extrem}$  die Hochwassergefährdung, ihre Ausdehnung und Tiefe. Zusätzlich werden die Risiken für die in den potenziell überschwemmten Gebieten wohnende Bevölkerung, den vorhandenen Schutzgebieten, Kulturgütern und Infrastrukturen ermittelt. Die Risikokarten sind Grundlage für die Hochwasserrisikomanagementpläne, in denen Strategien und Maßnahmen für den Hochwasserschutz entwickelt werden. Sie beziehen sich sowohl auf den vorsorgenden (Reaktivierung natürlicher Überschwemmungsgebiete, zentrale und dezentralen Hochwasserrückhalt) als auch den technischen Hochwasserschutz (Deiche, Dämme, Hochwasserrückhaltebecken), um das Eindringen des Hochwassers vor Ort zu verhindern. In der Raumordnung und der Bauleitplanung werden die festgelegten Hochwasserschutzmaßnahmen (§72 Abs.

1. WHG und §1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB) übernommen. Das Merkblatt M 553 der DWA fasst, die wasserrechtlichen Rahmenbedingungen zusammen (DWA M 553 2016a).

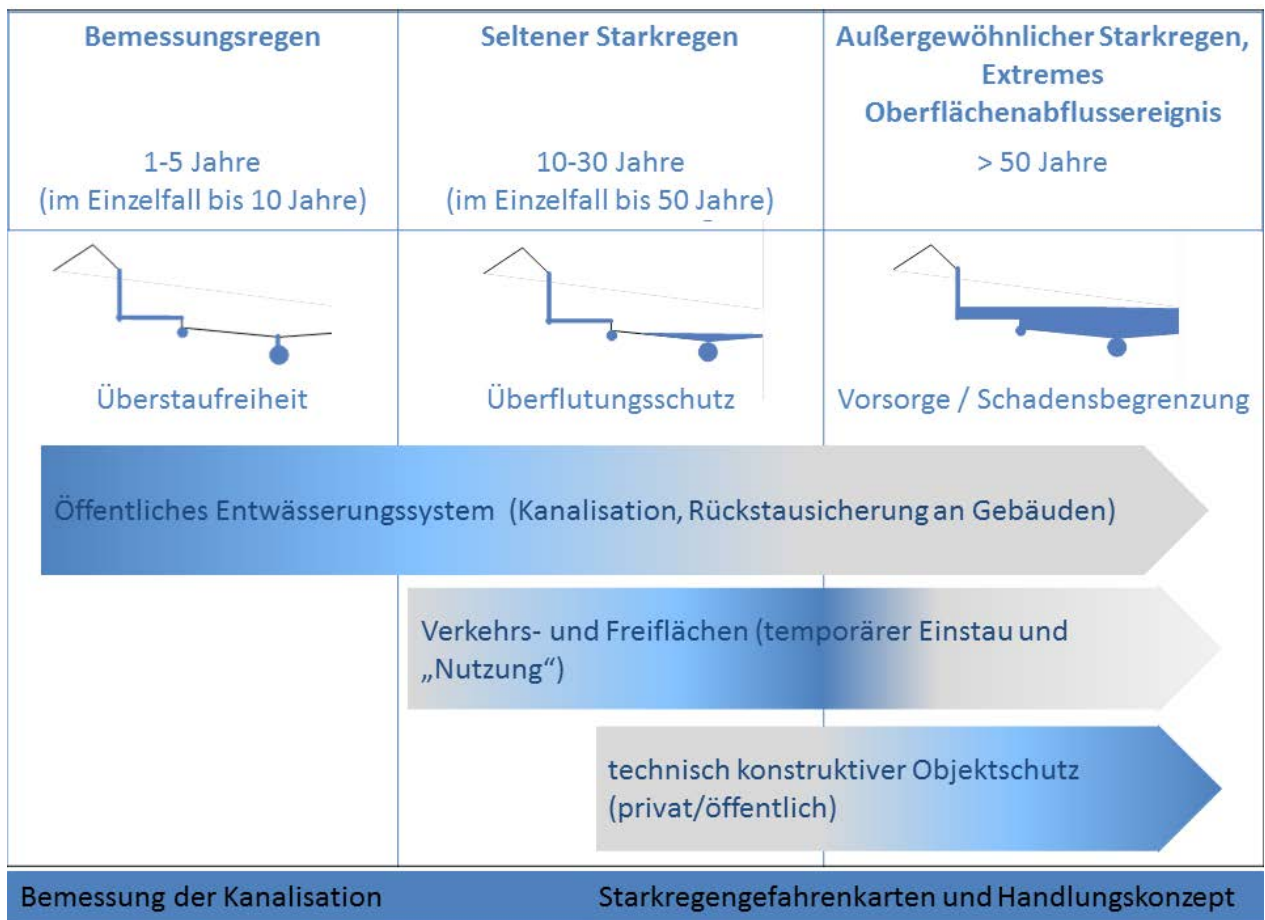
Um den Veränderungen der Hochwasserrisiken durch den Klimawandel gerecht zu werden, ist (in § 73 Abs. 6 WHG und Art. 4 Abs. 2 HWRL, §75 Abs. 6 WHG und Art. 14 HWRL) vorgesehen, dass die Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRMP) alle 6 Jahre überarbeitet werden und die Risiken an die veränderten Kenntnisse angepasst werden müssen. (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2007, Albrecht et al. 2018: 111)

### **Niederschlagsdaten**

Überflutungen entstehen aufgrund von konvektiven, überwiegend sommerlichen Niederschlägen in Verbindung mit Gewittern, *„die hohe Intensitäten aufweisen, von eher kurzer Dauer und meist lokal begrenzt sind“*. Sie werden durch *„überlastete Kanalisationen und ein hohes Aufkommen von Oberflächenabflüssen in Verbindung mit Zuflüssen aus Außengebieten“* verstärkt (DWA M 119 2016c:18). Im Gegensatz zum Hochwasserschutz gibt es für den Überflutungsschutz keine expliziten fachplanerischen Vorgaben, die in der Bauleitplanung nachrichtlich übernommen werden müssen. Der Schutz vor Starkniederschlagsfolgen ist im Wasserhaushaltsgesetz, den Landeswassergesetzen und den dazugehörigen technischen Normen der DIN und DWA geregelt (VDI 3787 Blatt 8. (Entwurf) 2019: 21). §§ 54, 55 und 57 WHG definieren den Abwasserbegriff, so dass gesammelt abfließendes Niederschlagswasser nur zum Abwasser gehört, wenn es von bebauten und befestigten Flächen abfließt. Darüber hinaus ist es durch Versickerung und Verrieselung *„ortsnah“* zu bewirtschaften oder in einem Trennwassersystem abzuleiten. Eine *„schadlose“* Einleitung des Niederschlagswassers in Gewässer kann auf Grundlage des §25 WHG und den nachgeordneten landesrechtlichen Regelungen erlaubnisfrei durchgeführt werden, wenn sie den Stand der Technik erfüllen. Die LAWA hat in ihrer Strategie zum Starkregenrisikomanagement das Ziel gesetzt, durch eine wassersensible Stadtentwicklung *„die Veränderungen des natürlichen Wasserhaushaltes durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist“* (DWA-A 100 2006: 9). Ein weiteres Ziel ist es, das Regenwassermanagement stärker in die städtebauliche Entwicklung einzubinden (LAWA 2018: 28f).

Um eine Bemessungsgrundlage für Starkniederschlagsereignisse zu erhalten, hat der DWD mit KOSTRA DWD, die Niederschlagsdauer (Dauerstufe) und die Niederschlagshöhe, anhand seiner Wiederkehrwahrscheinlichkeit für ein räumlich festgelegtes Raster, ermittelt. Dies hat er auf der Grundlage einer statistischen Auswertung von Niederschlagsdaten seit dem Jahr 1951 (bis 2010) berechnet (DWD 2017: 34). Die Dauerstufen bewegen sich zwischen 15min – 72h und einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 1 – 100 Jahren (DWD 2015). Sofern keine eigenen Niederschlagsbeobachtungen und Radarmessungen vorliegen, sind diese Daten Grundlage für die Bemessung der Regenwasserkanalisation und Regenbewirtschaftung. So ist die Kanalisation in der Regel nach DIN 1986-100 (2016) und DWA A 118 (2006b) auf Niederschlagsereignisse mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 1 - 5 Jahren in Einzelfällen auf 10-jährige Ereignisse bemessen (LAWA 2017). Niederschläge, die darüber hinausgehen, können nicht von den Abwasserkanälen aufgenommen werden. In dem Fall wird die oberirdische Bewältigung dieser Starkniederschläge notwendig. Dies kann geschehen, indem die Wassermengen kurzfristig auf öffentlichen Flächen zurückgehalten werden, bis sie versickert, verdunstet oder abgeleitet werden können. Je nach Heftigkeit des Niederschlagsereignisses, gibt es eine abgestufte Verantwortlichkeit, für die Regenwasserbewirtschaftung auf kommunaler Ebene, die sich an leistbaren Maßnahmen für den Einzelnen und für die Kommune orientiert (DIN 1986 100 (2016), DIN EN 752 (2017), DWA A 118 (2006b)).





**Abbildung 19: Elemente des Überflutungsschutzes und des Starkregenmanagements (eigene Darstellung in Anlehnung an: DWA M 119 2016c: 20 und 14, LUBW 2016, Stadt Köln 2017: 11)**

Abbildung 19 macht deutlich, dass durch den Klimawandel der Schutz vor Starkniederschlägen jenseits der Bemessungsgrenze relevanter wird. Durch den Klimawandel können sich Großwetterlagen mit konvektiven Niederschlägen häufen, die aktuell eine Wiederkehrwahrscheinlichkeit von mehr als 30 Jahren haben. Zu diesem Ergebnis kommt der Vergleich mehrerer regionaler Studien, die die mögliche Entwicklung der Starkniederschläge in Europa untersucht haben.

Der Vergleich zeigt, dass von einer Zunahme der Niederschlagsintensität für die kurzen Dauerstufen, vor allem in Herbst und Winter, ausgegangen werden kann (HSB 2017: 43f). Dies hat dazu geführt, dass einige städtebauliche Planungen ihre Regenwasserbewirtschaftungskonzepte auf diese 30jährigen Ereignisse ausgerichtet haben (siehe Kapitel 6). Die Verwendung eines Bemessungszuschlags, wie er in Baden-Württemberg für den technischen Hochwasserschutz angewandt wird, wird im Fall des Überflutungsschutzes von den Fachexperten abgelehnt, weil dadurch eine Scheinsicherheit erzeugt werden kann, die die potenziellen Risiken nicht abbilden (Schmitt 2011, LANUV NRW 2010: 299, HSB 2017).

**Starkregengefahrenkarten, Schadenspotenzialkarten und Risikokarten**

Auf *gesamtstädtischer Ebene* kann eine Abschätzung der Überflutungsgefährdung und möglicher Schäden dafür genutzt werden, Vorsorgemaßnahmen durchzuführen und Risikogebiete zu identifizieren. Die Analyse der Überflutungsgefährdung kann in vier Komplexitätsstufen erfolgen, die sich in der Nutzung von Grundlageninformation und Berechnungsmethoden unterscheiden (DWA M 119 2016c: 25):

- Vereinfachte Überflutungsberechnung (statische Volumenbetrachtung, Straßenprofilmethode)
- Topographische Analyse der Oberfläche (Kartenauswertung der Topographie und Infrastruktur, GIS Analyse der Fließwege)
- Hydraulische Gefährdungsanalyse der Entwässerungssysteme (Ergebnisse des Generalentwässerungsplans, Auswertung der Überstauberechnungen)
- 2D Überflutungssimulation (2D Simulation des Oberflächenabflusses oder 1D/2D Abflusssimulation)

Zielsetzung und Anwendungsmerkmal	Vereinfachte Gefährdungsabschätzung	Topographische Gefährdungsanalyse	Hydraulische Gefährdungsanalyse und 2D-Überflutungssimulationen
Einstieg in die Problematik			
Identifizierung von Geländesenken			
Volumen von Geländesenken			
Fließwege bei starker Geländeneigung			
Fließwege bei geringer Geländeneigung			
Wasserstände und Fließgeschwindigkeit			
Kanalnetz- und Gewässerabfluss			
potenzielle Notabflusswege und Flutflächen			
Wirkung von Vorsorgemaßnahmen			
Sensitivitätsanalysen (z.B. Klimawandel)			
städtebauliche Planungen zur Verbesserung der Überflutungsvorsorge			
unterschiedliche Szenarien			
Erstellung einer Schadenspotenzialkarte			
Digitales Geländemodell erforderlich	nein	ja	ja
Personal-, Kostenaufwand und Softwareaufwand	gering	mittel	hoch
Datengrundlagen	Vorhandene Bestandsunterlagen	Vorhandene Bestandsunterlagen Topographische Daten	Detaillierte Bestandsdaten (DGM, Entwässerungssysteme)
Vorgehensweise	Auswertung der Bestandsunterlagen, Ortsbegehung	GIS-Analyse der Geländetopographie	Hydraulische Simulation der Abfluss- und Überflutungsvorgänge
Ergebnis	Skizze der Gefährdungsbereiche	Fließwege und Geländesenken, Vereinfachte Gefährdungskarte	Fließtiefen und Oberflächenabflüsse Detaillierter Überflutungsplan
Aufwand & Schwierigkeitsgrad	Geringer Aufwand, in Eigenregie möglich	Geringer – mittlerer Aufwand GIS-Kenntnisse erforderlich	Hoher Aufwand Spezialwissen erforderlich

**Tabelle 8: Vergleich der Verfahren zur Ermittlung der Überflutungsgefährdung (weiß: nicht geeignet; grau: weniger gut geeignet; hellgrün: gut geeignet; dunkelgrün: sehr gut geeignet), (Vereinfachte Darstellung: DWA 2013: 10 ff., DWA M 119 2016c, Metropolregion Nordwest 2016: 11)**

Für die Simulation des Oberflächenabflusses gibt es aktuell verschiedene Rechenmodelle. Diese haben das Ziel, die Ergebnisse zu verfeinern, indem sie zusätzlich zum topographischen Abflussverhalten und

der Kanalisation, weitere Informationen zur Bodenbeschaffenheit und Straßenoberfläche miteinbeziehen (HSB 2017). Eine einfache Überflutungsanalyse gibt Hinweise auf Senken und Fließwege. Dafür werden die topographischen Rahmenbedingungen analysiert, verrohrte Gewässerabschnitte aufgenommen und das unterirdische Kanalnetz erfasst. Während eine vereinfachte Gefährdungsabschätzung, mit geringem Aufwand, erste Informationen bereitstellt, kann eine topographische Analyse schon erste Anhaltspunkte über das Volumen und die Bedeutung von Geländesenken liefern und die Fließwege bei starker Geländeneigung erkennen. Informationen, die darüber hinausgehen, können über eine hydraulische Gefährdungsanalyse gewonnen werden. Diese kann über die Oberflächenanalyse hinaus, Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten, das Kanalnetz- und den Gewässerabfluss, Notabflusswege und Flutflächen mit einbeziehen. Dadurch ist es möglich, die Wirkung von Vorsorgemaßnahmen, städtebaulicher Planungen und unterschiedliche Niederschlags Szenarien zu analysieren. (DWA M 119 2016c, BBSR 2015: 25, HSB 2017)

Starkregengefahrenkarten, Schadenspotenzialkarten und Risikokarten zeigen die Bereiche und Infrastrukturen, die von Überflutungen betroffen sein können und die Risiken, die durch diese Überflutungen entstehen können (DWA M 119 2016c: 23). Daraus können Planungshinweise für die gesamtstädtische Ebene entstehen, die auf besonders empfindliche Bereiche hinweisen können (VDI 3787 Blatt 8 2019: 21). Flächen mit einer hohen Grundwasserneubildungsrate gilt es explizit zu schützen. Eine Bebauung soll nur unter der Bedingung erlaubt sein, dass die Versickerung des Regenwassers auf der Fläche weiterhin gewährleistet ist und somit der natürliche Wasserhaushalt erhalten bleibt. In Bremen wurde hierfür bei der Neuaufstellung des FNP ein Beiplan (SUBV 2014a: 124f) hinzugefügt, der die „Potenzialräume“ zur Sicherung des Regenwasserabflusses kennzeichnet. Zusätzlich können Karten, die den Grundwasserstand und die Versickerungsfähigkeit des Bodens beschreiben, dazu beitragen, Bereiche zu schützen, die den natürlichen Wasserkreislauf aufrechterhalten (z.B. Geoportal Hamburg). Weil bereits mehrfach große Schäden durch Starkniederschläge entstanden sind, haben sich einige Kommunen dazu entschlossen, Starkregengefahrenkarten zu erstellen. Teilweise sind diese öffentlich zugänglich, sodass sich Grundstücksbesitzer und Private über die Gefährdungssituation informieren können (Bremen, Glemstal<sup>9</sup>).

### **Regenwasserbewirtschaftungskonzepte**

Auf der *Quartiersebene* kann das Prinzip der Schwammstadt umgesetzt werden (SenUVK 2016). Die Grundlage dafür notwendiger wasserwirtschaftlicher Gutachten sind neben dem Niederschlagsdargebot, Informationen zur Versickerungsfähigkeit und Grundwasserneubildung des Bodens, sowie Informationen über das Fließverhalten von Regenwasser (siehe auch Entwurf der DWA M 102 2016b:24).

Entsprechende Entwässerungspläne haben dann zur Aufgabe, die technische Umsetzung der Regenwasserbewirtschaftung im Gebiet zu gewährleisten. Dabei wird das Regenwasserbewirtschaftungskonzept erstellt und dessen räumliche Struktur ermittelt (DWA-M 153 2007: 22).

Werden all diese Informationen frühzeitig in die städtebauliche Entwicklung eingebunden, ist die Reduzierung des Starkregenrisikos durch eine integrative Planung möglich. Dies beinhaltet den Rückhalt und die Verdunstung des Regenwassers in der Fläche, sowie dessen Versickerung und Verdunstung vor Ort. Bei einer konsequenten Umsetzung des Prinzips können abflusslose Stadtgebiete entwickelt werden, die das anfallende Regenwasser vor Ort bewirtschaften können.

---

<sup>9</sup> Starkregenvorsorgeportal für Bremen: <https://www.gis.umwelt.bremen.de/starkregenvorsorge/> oder Starkregengefahren im Einzugsgebiet der Glems: <http://www.starkregengefahr.de/glems/>

### 4.3.2 Stadt- und mikroklimatische Fachinformationen

Eine standardisierte Analyse der stadtklimatischen Situation erleichtert dem Planenden die Einschätzung der Gesamtsituation. Dabei werden die Wechselwirkungen zwischen der städtischen Bebauung, den Emissionen und Luftbewegungen beschrieben. Die Richtlinien 3787 Blatt 1 (2015) und 3785 Blatt 1 des VDI (2008b) machen eine standardisierte Kartierung der Stadtklimagutachten möglich. Hinsichtlich ihrer räumlichen und zeitlichen Ausprägung wird folgendes analysiert und dargestellt (VDI 3787 Blatt 1 2015: 7):

- Be- und Entlüftung und deren räumliche und zeitliche Ausprägung (Frisch- und Kaltluftzufuhr),
- thermische und lufthygienische Belastung und deren räumliche und zeitliche Ausprägung (Bioklima),
- stadtklimatische Ausgleichs- und Belastungsräume,
- energetische Optimierungspotenziale basierend auf Aussagen zu Überwärmungsgebieten, Kaltluftgebieten und der Bebauungsdichte.

#### Stadtklimaanalyse und Planungshinweiskarten

*Klimaanalysen für die Gesamtstadt* beschreiben die flächendeckende mesoklimatische Situation. Wärmeinseln, Kaltluftströme, Kaltluftseen, Windfelder, Flurwinde und im Einzelfall Lufthygiene und Bioklima (VDI 3785 Blatt 1 2008b: 10). Diese Daten werden in Planhinweiskarten als thermische Be- und Entlastungsräume sowie Kaltluftentstehungsgebiete und Luftleitbahnen zusammengefasst. Grundlage für diese Analysen sind räumlich und zeitlich differenzierte Messungen verschiedener klimatologischer Größen (z.B. Thermalbefliegungen zur Messung der Oberflächentemperatur).

Die in der VDI Richtlinie VDI 3787 Blatt 1 (2015:14ff) genannten Kriterien für die Festlegung unterschiedlicher Klimatope sind die Flächennutzung, Bebauungsdichte, Versiegelungsgrad, Oberflächenstruktur, Rauigkeit, Relief, Vegetationsart/-Struktur und Lage im Stadtgebiet. Zusätzlich werden Luftleitbahnen, Kaltluftabflüsse, Talabwinde und Kaltluftentstehungsgebiete – Kaltluftseen und deren Eindringtiefe und Emissionsquellen - durch die Analyse der Temperaturentwicklungen und Luftbewegungen festgehalten. Ergänzende Berechnungen und die Einbeziehung eines GIS verfeinern die Ergebnisse (VDI 3787 Blatt 1 2015: 34f).

Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich in Planungshinweiskarten, Klimavorbehaltskarten und Bioklimakarten wieder. Sie bieten stadtklimatische Informationen zur Aufstellung eines Flächennutzungsplans. Zusätzlich können Klimaanalysen aus der Landes- und Regionalplanung als Ausgangspunkt genutzt werden, um Vorranggebiete für Grünzonen zu erhalten (VDI 3787 Blatt 1 2015: 18).

Eine Planungshinweiskarte fasst die Ergebnisse der Untersuchung für die Gesamtstadt zusammen. Dabei vereinfacht sie die Informationen, indem sie zwischen verschiedenen Raumtypen unterscheidet und Planungshinweise für diese Räume definiert. Die Karte zeigt Grün- und Freiflächen als Ausgleichsräume mit hoher, mittlerer oder geringer Bedeutung (Freiräume und Siedlungsräume), sowie bebaute Gebiete, mit unterschiedlich (belasteter) klimarelevanter Funktion. Diese Gebiete sind beispielweise aufgrund ihrer Durchgrünung in der Lage, Hitzeereignisse thermisch auszugleichen und weisen eine ausreichende Durchlüftung auf. (Baden-Württemberg 2012: 174 ff.)

Die Beurteilung der bioklimatischen Belastung in einem Gebiet ist von den betroffenen Nutzern abhängig (Greiving et al. 2016). Die einfachste Methode ist, die betroffene Bevölkerung über die

Einwohnerdichte und Nutzungsstruktur zu schätzen. Dadurch können Annahmen gemacht werden, wie lange sich wie viele Menschen in bioklimatisch ungünstigen Gebieten aufhalten. Die Betroffenheit von Wohngebieten wird gegenüber Gewerbe- und Industriegebieten als höher eingestuft, da sich Menschen dort auch nachts aufhalten. Wenn eine nächtliche Abkühlung nicht mehr möglich ist, ist dort die Beeinträchtigung umso größer. Die VDI Richtlinie 3785 Blatt 1 (2008b:26ff) fordert deswegen, bioklimatische Karten für Tag- und für Nachtsituationen zu erstellen und beschreibt, wie eine thermophysiologische Belastung beurteilt werden kann. Eine Vulnerabilitätsabschätzung ist möglich, wenn demographische Informationen über die Sozialstruktur und die soziale Infrastruktur hinzugezogen werden. Für die Bewertung der bioklimatischen Belastung wurden, im nationalen und internationalen Kontext, unterschiedliche Indizes entwickelt, die auf den vor Ort vorhandenen soziodemographischen Daten basieren. Da die Erfassung dieser Daten sehr unterschiedlich ist, ist ein standardisierter Index aktuell nicht umsetzbar (Landeshauptstadt Saarbrücken 2012, SUBV2016b, BSU 2012, Nayak et al. 2018, Wolf/McGregor 2013).

### **Mikroklimatische Daten und Gutachten**

Stadtklimaanalysen auf der *Ebene des Quartiers* und kleineren Raumeinheiten orientieren sich an der humanbiometeorologischen Eignung. Die Verortung der Wärmeinseln und Kaltluftseen können, auf dieser Ebene, nicht mehr überörtlich untersucht werden. Informationen über Flurwinde und Kaltluftströme sind wichtig, um die städtebauliche Struktur daran zu orientieren (VDI 3785 Blatt 1 2008b:14). Im Mittelpunkt stehen die mikroklimatischen Abstrahlungs-, Verdunstungs-, Luftfeuchte-, Verschattungs- und Durchlüftungseffekte (Windfelder und Windkomfort), sowie lokale Immissionsbelastungen (VDI 3787 Blatt 1 2015:8, VDI 3785 Blatt 1 2008b:8 und 14). Diese beeinflussen den thermischen Komfort (siehe Kapitel 2.2.3.). Um die lokalen Bedingungen von Frischluftschneisen, Kaltluftsammlergebieten und städtischen Klimatopen besser einschätzen zu können, nennt der VDI hierfür in der Richtlinie 3785 Blatt 1 (2008b:14-16) Analyse- und Messmethoden, die auf die meteorologische Situation vor Ort eingehen. Diese Daten können dafür genutzt werden, die Veränderungen zwischen Ist- und Planzuständen zu modellieren, und die Ausbreitung von Emissionen oder Bioklimamodelle zu simulieren. So beeinflussen Veränderungen des Reliefs durch Bepflanzungen, Gebäudegröße (Höhe und Breite) und –Stellung, maßgeblich das Windfeld, die Um- und Überströmungseffekte und Verschattung vor Ort.

Zur Beurteilung der stadtklimatischen Situation vor Ort, können Informationen aus Luftreinhalteplänen, Stadtklimakarten, Informationen zur Luftbelastung, Luftaustausch und der Belüftungsstruktur genutzt werden (VDI 3785 Blatt 1 2015: 18). In Mikroklimakarten, Wind- und thermischen Komfortkarten finden sich, die Analysen des vorhandenen Datenmaterials zur Nutzungsstruktur, Topographie und Durchgrünung, sowie die Ergebnisse einer Begehung des Geländes und Messungen vor Ort wieder (VDI Richtlinie 3785 Blatt 1 2015:14-16).

Oft reicht eine Untersuchung der Daten vorhandener Messstationen für eine Beurteilung der stadtklimatischen Situation für die gesamtstädtische und Quartiersebene nicht aus. Sie werden durch eigene Messungen oder Simulationen ergänzt, die die räumliche und zeitliche Veränderung der klimatologischen Größen erfassen (VDI 3785 Blatt 1 2015: 17). Gängige Methoden, um weitere Informationen über die stadtklimatische Situation zu gewinnen, sind mobile Messungen, Tracer-Experimente, Vertikalsondierungen, Fernerkundung (Infrarotbefliegungen, Radarmessungen) und Modellierungen (VDI 3785 Blatt 1 2015: 20-24, Baden-Württemberg 2012: 120 ff.).

Die Modellierungen unterscheiden sich in ihrer Genauigkeit und in der Wahl des räumlichen und inhaltlichen Untersuchungsrahmens. Die gängigsten Modellierungen sind Windkanalmodelle, meso- und

mikroskalige Simulationen, Ausbreitungsmodelle, Kaltluftabflussmodelle, Verschattungsmodelle und Energiebilanzmodelle des Menschen (PMV, PET, gt) (Baden-Württemberg 2012: 128 ff.).

Die Anwendung dieser Modelle im Vorfeld einer städtebaulichen Planung wird unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels immer wichtiger. Mit der Anpassung und Veränderung der Witterungsparameter an extreme und mittlere Werte aus den Klimaprojektionen (in den Stadtklimamodellen), können Veränderungen sichtbar gemacht werden. Diese Veränderungen können sich beispielsweise auf die Ausbreitung besonders hitzebelasteter Gebiete beziehen. Darüber hinaus kann die Wirksamkeit konkreter Maßnahmen zur Abmilderung des Klimawandeleffekts bei der Entstehung von Hitzeinseln überprüft werden. Außerdem können die Auswirkungen der Stadtentwicklung und des Klimawandels auf das Stadtklima im Vorfeld simuliert werden (Campe et al. 2015: 349).

### 4.3.3 Erfassung und Beurteilung der Biodiversität

Die Beurteilung der Biodiversität basiert überwiegend auf den Grundlagen der Umweltbeobachtungen, die für die Umsetzung der völkerrechtlichen und EU-rechtlichen Abkommen und Richtlinien notwendig sind. Hier werden, anhand festgelegter Listen, Vorkommen besonders schützenswerter Arten dokumentiert. Die Bestandsaufnahme der Vegetation kann über eine quantitative (Dichte und Verteilung) und qualitative Bestimmung der Arten erfolgen. Dabei ist es hilfreich auf Indikatoren basierte Zeigerarten zu verwenden, welche die Naturnähe der Lebensräume und Pflanzengemeinschaften erkennen lassen. Diese zeigen durch ihr Vorkommen und ihre Reaktion die besonderen Eigenschaften der Lebensräume an und geben beispielsweise Hinweise auf die Temperatur, das Vorkommen von Stickstoff, Licht und Feuchte (Riedel/Stolz 2016: 111). Ergänzend dazu gibt sowohl das Vorkommen von „Rote Liste-Arten“, welche in fünf Gefährdungsstufen gegliedert sind als auch der Anteil nicht heimischer Arten an, welche anthropogen beeinflussten Veränderungen bereits stattgefunden haben. Die Erfassung der Fauna ist durch ihre Mobilität bei weitem komplexer und aufwändiger (Riedel/Stolz 2016: 112f).

Die Datenerfassung und Interpretation von Natur und Landschaft kann in integrativ aggregierenden Verfahren (Biotopkartierung oder Gewässergütebestimmung) und analysierende Verfahren (z.B. Ökosystemanalyse, Wirkungsanalyse) stattfinden (Riedel/Stolz 2016: 108).

Im integrativ aggregierenden Verfahren werden alle biotischen und abiotischen Parameter in einem repräsentativen Ausschnitt oder einem Landschaftsbestandteil beschrieben. Bei der Kartierung unterscheiden Riedel und Stolz (2016: 108 f.) grundsätzlich drei Typen:

- selektive Kartierung besonders schutzwürdiger und schutzbedürftiger Arten und Biotope (basierend auf rechtlichen Standards wie FFH- und Vogelschutzrichtlinie),
- repräsentative Kartierung zur Erfassung flächenrelevanter Biotoptypen, die vergleichbare Biotopstrukturen haben,
- flächendeckende Kartierung, die auf der gesamten Fläche des Untersuchungsraums Arten und Biotope ohne Einstufung erfasst und gegebenenfalls in einem zweiten Schritt systematisiert (Arten, Gesellschaften oder Populationsdichte)

Grundlage für die Umweltprüfung ist in der Regel die Biotoptypenkartierung (Riedel/Stolz 2016: 110).

Die Mindeststandards dieser Umweltbeobachtungen sind, nach §6 Abs. 3 BNatSchG, die Erfüllung völkerrechtlicher Verpflichtungen (z.B. Konvention der biologischen Vielfalt, Washingtoner Artenschutzabkommen oder RAMSAR Konvention) und gemeinschaftsrechtliche Interessen der EU (FFH- und Vogelschutzrichtlinie). Eine integrierte Umweltbeobachtung aller Schutzgüter ist eher

untergeordnet. Darüber hinaus führen Bund und Länder Programme zur Umweltbeobachtung durch, die auch einen Schwerpunkt auf die Entwicklung der Artenvielfalt legen. Diese haben folgende Ziele (Jedicke 2016: 165):

- die Zusammenstellung der Informationen über den Zustand und die Veränderung der Umwelt,
- die Darstellung der Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Natur und Landschaft,
- die Messung der Wirksamkeit politischer Maßnahmen,
- die Beratung der Naturschutzpolitik und
- die Bereitstellung der Grundlagendaten.

In den EU-Richtlinien werden verpflichtende Vorgaben zur Überwachung des Erhaltungszustands der Lebensraumtypen und Arten gemacht. Zusätzlich gibt es stichprobenartige Beobachtungen verschiedener Ökosysteme und der Artenvielfalt von Vögeln und Faltern (BfN 2016: 145). Eine Erfolgskontrolle für die Umsetzung Landschaftspläne findet selten statt (Jedicke 2016: 171). Die Überwachung der Umweltauswirkungen sind Teil des UVP-Rechts und durch §4c BauGB auch in der Bauleitplanung vorgeschrieben (siehe auch in Kapitel 5.2).

#### 4.4 Rolle der Landschaftsplanung

Die Landschaftsplanung fasst die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege zusammen und formuliert Zielvorstellungen für eine Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts. Die Inhalte der Landschaftsplanung werden als wesentliche Grundlage für die Umweltprüfung genutzt (Heiland 2010: 284). Dabei die erfassten Daten und Analyseergebnisse aus den Landschaftsplänen verwendet werden und die Erreichung der in der Landschaftsplanung konkretisierten Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege bewertet (vgl. §§ 8ff BNatschG).

Aufgabe der Landschaftsplanung ist es nach §9 Abs. 1 BNatschG, die *„Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege für den jeweiligen Planungsraum zu konkretisieren und die Erfordernisse und Maßnahmen zur Verwirklichung dieser Ziele auf die für Planungen und Verwaltungsverfahren aufzuzeigen, deren Entscheidungen sich auf Natur und Landschaft im Planungsraum auswirken können.“* Sie soll demnach die zentralen, wegweisenden Ziele der Natur- und Landschaftspflege festlegen, welche in raumbezogenen Planungen und Verfahren weiterverfolgt werden müssen. Die Informationen in den Landschaftsplänen fassen dabei die Entwicklung der Natur und Landschaft systematisch durch folgende Schritte zusammen (siehe §9 Abs. 3 Nr. 1-4 BauGB):

- Analyse des vorhandenen und zu erwartenden Zustands,
- Konkretisierung der Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege,
- Beurteilung des Zustands nach Maßgabe dieser Ziele und der sich daraus zu ergebenden Konflikte sowie
- Bestimmung der notwendigen Erfordernisse und Maßnahmen zur Umsetzung der Ziele für Natur und Landschaft.

Die beschriebenen Ziele des Naturschutzes und Landschaftspflege beziehen sich neben den naturschutzfachlichen Zielen explizit in § 9 Abs. 3 Nr. 4 e) und 4 g) BNatschG, auf den Schutz und die Qualitätsverbesserung und die Regeneration von Boden, Gewässer, Luft und Klima. Ebenso beziehen sie sich auf den *„Erhalt und Entwicklung von Freiräumen im besiedelten und unbesiedelten Bereich“*. Schutzmaßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Beeinträchtigungen können

Naturschutzflächen, die Freiraumerhaltung und –entwicklung, sowie die Festlegung von Kompensationsflächen für zukünftige Eingriffe sein (Ökokonto) sein (Wilke et al. 2011: 76f).

Die Landschaftsplanung nimmt als querschnittsorientierte Fachplanung, mit ihrem gesamträumlichen Bezug, eine Sonderrolle innerhalb der Fachplanungen ein (Riedel et al. 2016). Sie kann nicht nur mögliche Umweltauswirkungen ermitteln, sondern auch die Gestaltung der Umwelt in weiten Teilen koordinieren. Im Rahmen dessen kann eine schutzgutübergreifende Konzeption erstellt werden, die eine ganzheitliche Klimafolgenbetrachtung möglich macht (Reese et al. 2016:382, Meyer 2014: 123ff). Sie ist dabei ein verbindendes Element zwischen Informationsbeschaffung und deren Anwendung und Abwägung in der Bauleitplanung. Durch ihre Struktur gibt sie erste Hinweise auf mögliche Risiken und Entwicklungspotenziale für Natur und Landschaft, welche als Informationsgrundlage für eine Umweltprüfung genutzt werden können.

Die Durchsetzungskraft der Landschaftsplanung ist, durch die verschiedenen Integrationsformen in den Bundesländern unterschiedlich stark (Reese et al. 2016: 390). Erst durch die Integration in die gesamträumliche Planung erhält die Landschaftsplanung ihre Rechtsgültigkeit.<sup>10</sup> Davor ist sie behördenintern zu beachten, oder zu berücksichtigen. Die jeweiligen Landesgesetze legen den Grad der Integration in die Gesamtplanung fest. Dabei wird zwischen einer Primär- über Sekundärintegration unterschieden. Allein in den Stadtstaaten verfügt die Landschaftsplanung über eine eigenständige Rechtsverbindlichkeit. Trotzdem wurde dem Flächennutzungsplan gegenüber der Landschaftsplanung ein rechtsverbindlicher Vorrang eingeräumt wurde (Heiland 2010: 287).

Die Inhalte der Landschaftspläne fassen, auf den verschiedenen Ebenen der räumlichen Planung, Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege zusammen (siehe Tabelle 7). Diese werden auf den äquivalenten Planungsebenen (Landes- und Regionalplanung, Flächennutzungsplanung und Bebauungsplanung) als Grundlage für eine Umwelt(verträglichkeits)prüfung bzw. Strategischen Umweltprüfung verwendet (§9 Abs. 5 BNatschG, Albrecht et al. 2018: 79ff).

Dabei bieten die verschiedenen Planungsebenen dem Maßstab angemessene Möglichkeiten der räumlichen Abschichtung in der Umweltprüfung. Hier können die unterschiedlichen Erfordernisse für die überörtliche, gesamtstädtische Ebene oder Quartiersebene konkretisiert werden (siehe auch § 14f Abs. 3 UVPG). Es ist möglich, sowohl übergeordnete Biotopverbünde, stadtklimatologisch bedeutsame Freiräume und Hochwasserrisikogebiete, in die Landschaftspläne zu integrieren als auch auf Quartiersebene, in Grünordnungsplänen Freiräume so zu gestalten, dass sie einer wassersensiblen und hitzesensiblen Stadtentwicklung entsprechen (Wilke et al. 2011: 165f). Hierzu gehört die Gestaltung multifunktionaler Flächen, die durch ihre gestalterische Qualität der Erholung dienen, die zum Schutz vor Starkniederschlägen Regenwasser speichern und versickern können, und auch durch einen entsprechenden Baumbestand zur Kühlung des Quartiers auf mikroklimatischer Ebene beitragen.

Die *Landschaftsrahmenplanung* fasst hierbei fachliche Gutachten zusammen. Diese können sich mit den klimatischen Bedingungen der Planungsregion befassen und auch siedlungsklimatisch bedeutsame Räume wie Wirkungsräume und Ausgleichsräume benennen. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht werden Hochwasserrisikogebiete in die Landschaftsrahmenpläne aufgenommen. Daraus werden „*Landschaftsbereiche mit besonderen Nutzungsanforderungen*“, oder auch „*siedlungsrelevante Frisch- und Kaltluftbereiche*“ identifiziert. Diese Gebiete können dann eine der Grundlagen für regionale

<sup>10</sup> Ausnahmen gelten für die Stadtstaaten und die Landschaftspläne für den Außenbereich in NRW (Heiland 2010).



Grünzüge, Vorrang- und Vorbehaltsgebiete im Regionalplan sein. (Rößler/Albrecht 2015: 254, Albrecht et al. 2018: 96)

*Landschaftspläne*, auf kommunaler Ebene, können siedlungsklimatische Gutachten in die Untersuchung des städtischen Freiraumsystems einschließen. Die Beurteilung der Artenvielfalt erfolgt, über die Erfassung der Schutzgebiete, nach BNatschG, und über die Analyse der vorhandenen Habitate, nach FFH- und Vogelschutzrichtlinie sowie des Habitat-Netzwerkes NATRUA 2000. Die Auswirkungen des Klimawandels können durch die Erfassung von Risikogebieten und die entwickelten Szenarien in den Landschaftsplänen beschrieben werden. Dabei werden die Ergebnisse mit anderen Analysen der Vegetations- und Siedlungsstruktur verknüpft und in landschaftsplanerischen Zielen festgehalten. Zu den siedlungsklimatischen Zielen gehört die Kennzeichnung klimatischer Ausgleichsflächen (Größe und Ausdehnung), die Sicherung der Kaltluftzufuhr und –Produktion durch die Verhinderung von Barrieren (Anpflanzungen und baulicher Art) und die Kennzeichnung von Emittenten zur Verhinderung der Beeinträchtigung der Frischluftzufuhr. (Rößler/Albrecht 2015: 255, Albrecht et al. 2018: 88)

*Grünordnungspläne* können, auf Quartiersebene, die mikroklimatische Situation und den Umgang mit einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung untersuchen, und Maßnahmen zur Entwicklung einer integrierten Lösung entwickeln. Dadurch wird ein geordnetes Freiraumsystem entwickelt. Hier können Angaben zum Versiegelungsgrad, Anpflanzung und Vegetationsstruktur, Grünvolumen und zu den Versickerungs- und mikroklimatischen Potenzialen der Freiraumstrukturen gemacht werden. (Rößler/Albrecht 2015: 256, Albrecht et al. 2018: 89)

Obwohl sich gerade die kommunale Landschafts- und Grünordnungsplanung zur Integration der naturgebundenen Ziele der Klimaanpassung (Stadtklimatologie und Wasserwirtschaft) in die aktuell formulierten Ziele für Natur und Landschaft eignet, erkennen Albrecht et al. (2018: 90) Lücken in der Umsetzung. Die aktuelle Anwendung der Landschaftsplanung bezieht sich vor allem auf die Entwicklung des Arten- und Biotopschutzes und weniger auf die in §9 Abs. 3 Nr. 4 e) – f) BNatschG genannten Umweltmedien. Diese Umweltmedien (Böden, Gewässer, Luft, Klima, Landschaftsbild sowie Freiräume im besiedelten und unbesiedelten Bereich) sind jedoch für die Integration der Klimafolgenbetrachtung in den Zielsetzungen der räumlichen Gesamtplanung und (wasserrechtlichen) Fachplanung notwendig (Reese et al. 2016: 388 f., Wilke et al. 2011: 81). Die steigende Belastung durch Hitze und Starkniederschläge ist durch eine genauere Einschätzung lokaler Vulnerabilitätsanalysen möglich. Reese et al. (2016:387) befürchten jedoch, dass die Genauigkeit aktueller regionaler Klimamodellierungen für die Erforderlichkeit der Landschaftsplanung auf lokaler Ebene nicht ausreicht. Durch ihre informative Rolle, bietet die Landschaftsplanung Möglichkeiten, vorsorgend Klimafolgen in die Landschaftsplanung zu integrieren, indem Risiken und Anpassungsbedarfe ermittelt und mit der räumlichen Gesamt- und Fachplanung abgestimmt werden können (Albrecht et al. 2018: 82ff). Durch ihre fehlende Umsetzungspflicht insbesondere auf kommunaler Ebene sind die Möglichkeiten der Koordination der umweltbezogenen Belange abhängig vom politischen Willen der kommunalen Entscheidungsträger.

Rößler und Albrecht (2015: 256) sowie Reese et al (2016:386) merken hier an, dass trotz der gestiegenen Erforderlichkeit, der Landschaftsplanung auf kommunaler Ebene, durch die klimawandelbedingten Beeinträchtigung der Schutzgüter in Natur und Landschaft nur für einen Bruchteil der Fläche in Deutschland gemeindliche Landschaftspläne vorhanden sind. Nur auf der Ebene der Landes- und Regionalplanung ist eine flächendeckende Aufstellung der Landschaftsrahmenpläne vorgesehen (Hoheisel et al. 2017: 41). Auf kommunaler Ebene, müssen Landschaftsplänen nur dann aufgestellt und fortgeschrieben werden, wenn sie „im Hinblick auf Erfordernisse und Maßnahmen“ notwendig sind, weil

„wesentliche Veränderungen von Natur und Landschaft, im Planungsraum eintreten, vorgesehen oder zu erwarten sind.“ (vgl. § 9 Abs. 4 Satz 1. i. V. m. Abs. 3 S.1 Nr. 4 BNatschG und § 11 Abs. 2 S. 1 BNatschG und Reese et al. 2016: 386). Die Aufstellung von Grünordnungsplänen ist nicht verpflichtend und liegt im Ermessen der Gemeinde. Dies hat zur Folge, so dass diese selten erstellt werden, obwohl sie seit 2010 im BNatschG als Instrument der Landschaftsplanung aufgenommen wurden (§11 Abs. 2 S. 2 BNatschG). Die Rolle der Grünordnungspläne sollte, durch ihre Nennung im BNatschG, gestärkt werden (Rößler/Albrecht 2015: 256, Dressler 2010:10).

Eine Erfolgskontrolle für die Umsetzung der Landschaftspläne findet selten statt. Gründe hierfür sind fehlende überprüfbare Ziele und fehlende Ressourcen (Jedicke 2016). Eine regelmäßige Fortschreibung der Pläne könnte helfen, neu gewonnene Erkenntnisse über Klimawandelrisiken und die Abmilderung von Klimawandelfolgen in die Landschaftsplanung, zu integrieren (Albrecht et al. 2018: 86, Wilke et al. 2011: 80). Damit werden die Akteure aufgefordert, auf Umweltveränderungen zu reagieren. Betrachtet man die Einflüsse des Klimawandels und die verstärkenden Einflüsse durch die Siedlungsentwicklung, könnte davon ausgegangen werden, dass in einigen Planungsräumen „wesentliche Veränderungen von Natur und Landschaft“ durch den Klimawandel zu erwarten sind. Trotzdem ist die Fortschreibung der Landschaftspläne, abhängig vom politischen Willen des Planungsträgers, da sie vor allem an „Erfordernisse und Maßnahmen“ gebunden ist (vgl. §9 Abs. 4 BNatschG). Im BNatschG ist kein Zeitrahmen für eine Neuaufstellung vorgegeben, wie er zum Beispiel im Europarecht bei der Entwicklung von Hochwasserrisikomanagementplänen vorgesehen ist (Reese et al. 2016: 393).

#### 4.5 Rolle und Steuerungsmöglichkeiten der Bauleitplanung

Die Bauleitplanung dient dazu, die bauliche und sonstige Nutzung in der Gemeinde vorzubereiten und zu leiten, mit dem Ziel, eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung zu gewährleisten (§1 Abs. 1 BauGB). Durch die verfassungsrechtlich vorgegebene Planungshoheit (Art 28 Abs. 2 GG), sind die Gemeinden verantwortliche Träger der Bauleitplanung (§2 Abs. 1 BauGB), zu der sie verpflichtet sind „soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist“ (§1 Abs.3 BauGB, Reese et al. 2016: 369).

Hierbei haben sie die Gelegenheit, eine umweltgerechte Siedlungsentwicklung zu steuern, und die Beziehung des Menschen zu Grund und Boden zu regeln. Die städtebauliche Entwicklung steuert das Erscheinungsbild der Städte und macht (auch zur Vorbereitung von Vorhaben) Vorgaben zur baulichen Nutzung. Die Darstellungen und Festsetzungen der Bauleitplanung beschreiben sowohl die bauliche Nutzung als auch die Grün- und Freiraumentwicklung. (Diepes 2017: 44)

Die räumlichen Auswirkungen des Klimawandels wurden bereits in Kapitel 2 beschrieben. Für die Bauleitpläne heißt dies, im Rahmen der Abwägung, Raumnutzungsinteressen zur Vermeidung und Minderung des Klimawandels miteinzubeziehen. Negative Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren, entspricht dabei dem Vorsorgeprinzip der Bauleitplanung (Greiving/Fleischhauer 2008: 61). Dass das Stadtklima Teil der Abwägung sein muss, ist seit 1976 mit der Aufnahme des Begriffs in §1 Abs. 6 BauGB verankert (Zahn 2011: 25, Diepes 2017: 46). Die städtebauliche Planung kann, sowohl das Stadtklima als auch die Wasserwirtschaft beeinflussen. Aufgrund der Langfristigkeit städtebaulicher Prozesse und Wirkungen müssen zukünftige Klimaveränderungen heute schon in die städtebauliche Planung einbezogen werden (Diepes 2017: 46).

Die Bauleitplanung differenziert zwischen Flächennutzungsplan (FNP) und Bebauungsplan (BPlan). Auf gesamtstädtischer und Quartiersebene legt sie die städtebauliche Entwicklung fest. Im FNP wird die Art der Flächennutzung für das gesamte Gemeindegebiet dargestellt (siehe § 5 BauGB). Der BPlan ist aus

dem FNP zu entwickeln und bezieht sich auf ein räumlich abgegrenztes Gebiet innerhalb der Gemeinde. Er legt parzellenscharf Art und Maß der baulichen Nutzung und Freiraumnutzung im Rahmen des Festsetzungskatalogs in § 9 BauGB fest. Die Bauleitplanung beeinflusst vor allem neu entstehende Siedlungsgebiete und befasst sich weniger mit der Steuerung und Entwicklung des Bestands. Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen (§136 BauGB) und Stadtumbaumaßnahmen (§ 179 BauGB) sind besser geeignet, die Lebensbedingungen im Bestand durch eine Veränderung der städtebaulichen Situation zu verbessern (Janssen 2012, Fischer 2013: 315).

Mit der Integration der Klimaanpassung in die Bauleitplanung, wird den Grundsätzen der Bauleitplanung in §1 Abs. 5 BauGB gefolgt, eine „nachhaltige städtebauliche Entwicklung“ zu gewährleisten, eine „menschwürdige Umwelt zu sichern“ und „die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln“. Diese Grundsätze wurden im Jahr 2011 mit der „Klimaschutznovelle“ um den „Klimaschutz und die Klimaanpassung“ erweitert, welcher in §1a Abs.5 BauGB als Abwägungsbelang aufgenommen wurde. Konkretisiert werden diese in §1 Abs. 6 BauGB mit der Berücksichtigung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse (Nr.1) und den Belangen des Umweltschutzes (Nr. 7). Die Umweltschutzbelange in den Planungsleitlinien des § 1 Abs. 6 Nr.7 BauGB geben weitere Hinweise zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Bauleitplanung. Es wird vor allem deutlich, dass den Hinweisen des Naturschutzes und der Landschaftspflege Rechnung getragen werden soll. Dies erfolgt, in § 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB mit der Aufzählung der umweltbezogenen Auswirkungen auf die Schutzgüter aus dem UVPG (Nr. 7a), der expliziten Erwähnung der NATURA 2000 Gebiete (Nr. 7b), der menschlichen Gesundheit (Nr. 7c) und den Kultur- und Sachgütern (Nr. 7d). Zusätzlich müssen die Inhalte der flächenbezogenen Fachpläne insbesondere der Landschaftspläne und die Inhalte der anderen umweltbezogenen Fachpläne (Wasser, Abfall und Immissionsschutz) in die Abwägung der städtebaulichen Planung integriert werden (§1 Abs. 6 Nr. 7g BauGB). Eine besondere Erwähnung finden die Belange des Küsten- und Hochwasserschutzes in §1 Abs. 6 Nr. 12 BauGB.

Die Bauleitplanung hat bei der Erfassung, der städtebaulichen und umweltbezogenen Belange, die Ermittlungs- und Bewertungspflicht (§2 und §2a BauGB). Die Umweltprüfung ist hierbei die Informations- und Entscheidungsgrundlage für die Abwägung der Umweltbelange. Dabei sollen die Belange des Umweltschutzes im Umweltbericht zusammenfasst werden (§2 Abs. 4 BauGB) und können dazu beitragen, das Bewusstsein für den Klimawandel, in der Stadtentwicklung zu schärfen (Reese et al. 2016: 371). In der Abwägung sind die Belange, der Klimaanpassung, gleichwertig mit anderen städtebaulichen Belangen zu behandeln. Sie haben keinen Vorrang gegenüber den anderen Belangen (ARGEBAU 2011: 3).

Klimaanpassung, in der Bauleitplanung, orientiert sich an der bodengebundenen Nutzung (Frommer et al. 2013). Besonders wichtig sind dabei die Grün- und Freiflächen, da sie sowohl das Regenwasser zurückhalten können als auch zu Grundwasserneubildung beitragen und den Wärmeinseleffekt reduzieren (Fischer 2013:258, Fleischhauer/Bornefeld 2006: 161 und 165ff). Damit wird das thermische Wohlbefinden und die Kaltluftproduktion gesteigert, Luftschadstoffe gefiltert, Erholungsräume geschaffen und zur Entwicklung der Artenvielfalt beigetragen (Baumüller 2008, Baumüller 2019). Indem sie Ziele, für eine möglichst klimaangepasste Stadtentwicklung weiterverfolgt, geht die Bauleitplanung dabei über eine Negativplanung hinaus, die allein durch das Freihalten von Flächen der Risikovermeidung dient (Reese et al. 2016: 367).

### **4.5.1 Rolle und Aufgaben des Flächennutzungsplans**

Der Flächennutzungsplan ist das städtebauliche Instrument, das die Flächennutzung des gesamten Gemeindegebietes koordiniert, Festlegungen der übergeordneten Gesamtplanung aufnimmt, sowie

raumgezogene Fachplanungen (z.B. Hochwasserschutz) nachrichtlich übernimmt oder diese mit anderen gesamtäumlichen Interessen abstimmt (§5 Abs. 1 S.1 BauGB). Dabei kann er Freiräume und Grünstrukturen im Siedlungsbereich behördenverbindlich festlegen (Rößler/Albrecht 2015: 250). Durch die Abwägung werden Raumnutzungskonflikte koordiniert. Diese beziehen sich auf die Fachplanung (z.B. die Landschaftsplanung und die Gewässerentwicklung) und informelle raumbezogene Entwicklungskonzepte (Freiraumkonzepte, Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepte). Seine Wirkung entfaltet der FNP auf die nachgeordnete Fachplanung und gebietsbezogenen Bebauungspläne. Bezogen auf die Klimaanpassung, soll die Verwundbarkeit der Raumnutzung, durch die Verwendung von Planungsalternativen und Strategien (zur Klimaanpassung), verringert werden (Reese et al. 2016: 369).

Auf der Grundlage des FNP werden die Flächennutzungen in den Bebauungsplänen in einem größeren Maßstab weiterentwickelt (vgl. § 8 Abs.2 S.1 BauGB). Soll die städtebauliche Entwicklung auf einer Fläche stattfinden, die im FNP nicht dafür gekennzeichnet ist, wird in einem Parallelverfahren der FNP und auch der Landschaftsplan angepasst (§ 8 Abs.3 Satz. 1 BauGB). Dies geschieht vor allem dann, wenn der Flächennutzungsplan schon älter ist und die aktuellen Bedarfe der Siedlungsentwicklung nicht berücksichtigen kann.

Vor allem im Innenbereich greifen die Aussagen eines Flächennutzungsplans nur beschränkt, da in diesem Fall Bebauungspläne der Innenentwicklung nach §13a BauGB von den Darstellungen des Flächennutzungsplans abweichen dürfen oder sich Bauvorhaben im unbeplanten Innenbereich gemäß §34 BauGB lediglich in die Umgebung einfügen und die Grundzüge der Planung nicht berühren sollen (Mitschang 2013, Fischer 2013: 318).

#### **4.5.2 Darstellungsmöglichkeiten und Grenzen der Klimaanpassung im Flächennutzungsplan**

Das breite Themenspektrum im Darstellungskatalog des Flächennutzungsplans in §5 Abs. 1 BauGB gibt viele Möglichkeiten vor, dem Vorsorgeprinzip in der Klimaanpassung zu folgen. Durch die Klimanovelle 2011 und die wörtliche Aufnahme des Begriffs „Klimaanpassung“ in §1 Abs. 5 S. 2 und §5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB, ist die Bedeutung des FNP gestiegen, Klimaanpassungsmaßnahmen auf kommunaler Ebene zu steuern. Die Aufnahme des Begriffes „Klimaanpassung“ in den Darstellungskatalog ermöglicht es, nun Maßnahmen, die direkt der Klimaanpassung dienen, im FNP auch als diese dargestellt zu können (§5 Abs. 2. Nr. 2c BauGB). Beispielsweise können besonders vulnerable Flächen gekennzeichnet werden (Fischer 2013: 167). Die in §5 Abs. 1 BauGB genannten Darstellungsmöglichkeiten sind keine abgeschlossene Auflistung. Sie können im Flächennutzungsplan zusätzlich erweitert werden. Allerdings ist ihre Umsetzung nur dann möglich, wenn sie auch im BPlan den Vorgaben in §9 BauGB folgend, festgesetzt werden können. In §9 Abs. 1 BauGB findet sich hierzu keine weiterführende Festsetzungsmöglichkeit, die es erlaubt, explizite Klimaanpassungsmaßnahmen im Bebauungsplan festzuschreiben. Aber auch der bisherige Darstellungskatalog in §5 Abs. 2 BauGB ermöglicht eine Vielzahl von Nutzungsvorgaben mit positiver Wirkung für eine klimasensible Stadtentwicklung. Grundsätzlich beschreiben diese Darstellungen, welche die Siedlungs- und Freiflächenentwicklung strukturieren oder zusätzlich Bauflächen, für die Anlagen und Sicherungsmaßnahmen kennzeichnen, die vor äußeren Einwirkungen schützen sollen (Othengrafen 2014: 77f).

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Darstellungsmöglichkeiten im FNP gegeben (Diepes 2017: 56, Lülff 2008, Deutscher Städtetag 2015: 36, Kemper et al. 2011, Rößler/Albrecht 2015: 248 ff., Frommer et al. 2013: 142; UBA 2014: 132ff):

**Darstellungen von Bauflächen und Baugebieten** (§5 Abs.2 Nr. 1 BauGB) sichern sowohl eine angemessene Bebauungsdichte als auch die Vorgabe der räumlichen Verortung der Baugebiete und Nutzungen. Gebiete, die nicht als Baufläche oder Baugebiet gekennzeichnet sind, sind von

einer Bebauung ausgeschlossen. Damit kommt es zur Begrenzung der für neue Bebauung vorgesehene Flächen und zur Beschränkung der Art und des Maßes der baulichen Nutzung und damit zur Verringerung des Schadenspotenzials. Zusätzlich kann über die Darstellung der Bebauungsdichte, die Erhaltung bzw. Entstehung kleinerer, klimatisch wirksamer Grünflächen ermöglicht werden, indem Angaben zur überbaubaren Grundstückfläche gemacht werden. Durch die **Kennzeichnung der Bauflächen, die für eine zentrale Abwasserbeseitigung nicht vorgesehen** sind, kann dem Ziel einer wassersensiblen Stadtentwicklung Ausdruck verliehen werden.

Die Lage von **Einrichtungen des Gemeinbedarfs wie Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser und Senioreneinrichtungen** (§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB) sollte sich an siedlungsklimatischen Aspekten orientieren. Potenziell überwärmte Gebiete sowie hochwasser- und überflutungsgefährdeten Gebieten sollten vermieden werden.

**Sport und Spielanlagen** (§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB) und **Grünflächen** (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB) können durch das Freihalten von Bebauung Durchlüftungsbahnen erhalten und schaffen es damit, den Wärmeinseleffekt zu reduzieren, Kaltluftentstehungsgebiete zu sichern oder die mikroklimatische Verdunstungsleistung zu steigern und Regenwasser zu versickern. Sie dienen der Erholung der Stadtbewohner.

Die Darstellung von **Anlagen, Einrichtungen und Maßnahmen, die der Klimaanpassung dienen** (§ 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB), ist eine noch eher unbestimmte Möglichkeit, die verschiedene Nutzungen unterstützen kann. Hilfreich ist dies für Flächen, die über andere Darstellungsbestimmungen nicht abgedeckt werden können. In diesem Zusammenhang wäre es zum Beispiel möglich, Rückbauoptionen zur Sicherung der Frischluftzufuhr, besonders bedeutsame siedlungsklimatische Bereiche, die Lage von Uferbefestigungen und Flächen zum Schutz vor Starkregen, zu nennen. Zusätzlich sei zu erwähnen, dass dies dazu beiträgt, das Bewusstsein, der Planungsverantwortlichen und Entscheidungsträger, für den Belang der Klimaanpassung zu schärfen. (Fischer 2013: 168, Othengrafen 2014: 76)

**Mit Flächen für Versorgungsanlagen, Abfall und Abwasserbeseitigung und Versorgungsleitungen** (§ 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB) kann die Lage für Anlagen zum Schutz vor Starkniederschläge oder andere Extremwetterereignisse dargestellt werden.

**Vorkehrungen zum Schutz schädlicher Umwelteinwirkungen** (§ 5 Abs. 2. Nr.6 BauGB) können über den Schutz im Sinne des BImSchG, hinausgehen und neben Klimaschutzmaßnahmen auch die Lage von Schutzanlagen vor Hochwasser und Starkniederschlägen beschreiben (Battis et al. 2009).

**Wasserflächen, Flächen für Hochwasserschutz und Regelungen des Wasserabflusses (Deiche, Gräben, Kanäle, Vorfluter, rückgewinnbare Hochwasserabfluss- und –Rückhaltegebiete)**, die von Bebauung frei zu halten sind (§ 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB) unterstützen den Schutz vor Starkniederschlägen und Hochwasser.

**Andere freiraumbezogenen Darstellungen** in §5 Abs.2 Nr. 9a und 9b (Wald und Landwirtschaft) mit weniger hochwasserempfindlichen Nutzungen können in Überschwemmungsgebieten durch Flächen für Landwirtschaft, Wald, Auwälder oder Grünflächen dargestellt werden, die gegebenenfalls Nutzung mit besonderer Zweckbestimmung für den Hochwasserschutz, wie beispielsweise „*Überschwemmungswiesen*“ aufnehmen können.

**Allgemeine Flächen für Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft** (§5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB i.V.m. § 1 Abs.3 Nr. 3 und § 9 Abs. 3 Nr. 4a und e BNatschG) und **Flächen zum Ausgleich**, im Sinne der Eingriffsregelung (§5 Abs. 2a Nr. 10 BauGB), können Räume darstellen, in denen (im Sinne der Multifunktionalität) Freiräume erhalten und entwickelt werden, die durch ihre Vegetation auch Lebensräume sind, die gleichzeitig siedlungsklimatisch oder mikroklimatisch bedeutsame Flächen; oder Überschwemmungsgebiete sein können. Freiräume haben vielseitige Funktionen. Sie können sowohl bedeutsam für den Biotopverbund, das Siedlungsklima als auch für die Regenwasserbewirtschaftung sein. Diese naturschutzrechtliche Regelung kann zur Verminderung künftiger Hochwasser genutzt werden, indem Gewässer renaturiert oder Maßnahmen zur Rückgewinnung von natürlichen Rückhalteflächen als Ausgleichsmaßnahmen genutzt werden, um Lebensräume für feuchtigkeitsliebende Arten zu entwickeln.

**Bauliche Vorkehrungen gegen äußere Einwirkungen und Naturgewalten** (Lawinen, Murgänge, Hangrutschungen, Hochwasser, Sturzfluten) können zusätzlich gekennzeichnet werden (§5 Abs. 3. Nr. 1. BauGB). Diese werden beispielsweise aus den Fachplänen des Hochwasserschutzes (Extremwetterereignisse vor allem technischer und vorsorgender Hochwasserschutz) oder den Naturgefahrenkarten übernommen.

**Festgesetzte Überschwemmungsgebiete im Sinne des §76 Abs. 2 WHG** werden in §5 Abs. 2 Nr. 4a BauGB zusätzlich erwähnt, da sie im Sinne der Gefahrenabwehr nachrichtlich übernommen werden müssen. Zusätzlich sollen noch nicht festgesetzte Überschwemmungsgebiete im Sinne des § 76 Abs. 3 WHG und Risikogebiete im Sinne des §73 Abs. 1. S. 1 WHG im FNP vermerkt werden (Kemper et al. 2011: 52).

Wie Flächendarstellungen zur Klimaanpassung im Flächennutzungsplan gestaltet sein können, zeigen die Flächennutzungspläne aus Stuttgart, Bremen und Esslingen. Dabei ist nicht nur die Entwicklung neuer Siedlungsgebiete entscheidend, sondern auch die Entwicklung des Innenbereiches, der bisher weniger im Fokus der Flächennutzungsplanung stand. Hier haben diese Kommunen versucht, Gebiete festzulegen (z.B. „*Klimasanierungsgebiete*“), die siedlungsklimatisch von besonderer Bedeutung sind. Diese Flächen sollen besonderen Schutz erhalten und deren Durchgrünung gesichert und entwickelt werden. Fischer (2013) und Mitschang (2008) fordern, dass Inhalte des FNP, die für die Klimaanpassung wichtig sind, auch im Innenbereich gelten sollten, obwohl deren Wirkung aktuell eher schwach ist (Fischer 2013:318).

Tabelle 9 zeigt, dass bei der Erstellung des Flächennutzungsplans der Multifunktionalität von Freiflächen Rechnung getragen werden muss.

Identifiziert eine Gemeinde Risikoflächen, die vom Klimawandel betroffen sind und in Fachplänen oder der Umweltprüfung beschrieben werden, muss sie diese gemäß §2a BauGB transparent machen und in der Bauleitplanung kennzeichnen (siehe Kapitel 5). Fachpläne vermitteln Risikowissen im Hochwasserschutz durch Risiko- und Gefahrenkarten, die im Beteiligungsverfahren (der Öffentlichkeit und der TÖB) thematisiert werden können (Köck 2005). Dabei sollte die Gemeinde entscheiden, ob sie, dem Vorsorgeprinzip entsprechend, städtebauliche Planungen weiterverfolgt, sobald mögliche Risiken bekannt sind, die durch den Klimawandel verursacht werden können und ob sie in der Lage ist, weitere Informationen über das mögliche Risiko einzuholen, oder Vorsorgemaßnahmen einplant, die ein mögliches Risiko vermindern würden. Hier verfügt die Gemeinde über einen Ermessensspielraum, welche Risiken vorsorgebedürftig sind. Werden diese aber erkannt, müssen sie von der Gemeinde,

beispielsweise als Risikoflächen, gekennzeichnet werden, oder Alternativen entwickelt werden (Reese et al. 2016: 373, Koch et al. 2015: 277ff).

Der Flächennutzungsplan ist das Instrument, das eine abgestimmte, städtebauliche, zukünftige Entwicklung der Gemeinde abbilden kann. Dafür schlägt Othengrafen (2014) vor, den strategischen Charakter des FNPs zu stärken, die Bandbreite möglicher Klimafolgen in die Planung mit einzubeziehen und mögliche Schwellen unter Einbeziehung des „*Baurechts auf Zeit*“ (§ 9 Abs. 2 BauGB) auch im FNP zu kennzeichnen. Dies ist möglich, wenn potenziell gefährdete Gebiete und deren Nutzung im FNP gekennzeichnet werden (z.B. durch Meeresspiegelanstieg, Hitzebelastung). Durch eine stufenweise Planung der Anpassung der Siedlungsstruktur an den Klimawandel kann in Erwägung gezogen werden, situationsabhängig Entwicklungsmöglichkeiten vorzudenken. Hier würde auch die rechtzeitige Ausweisung von Rückzugs- und Verlegungsgebieten helfen, die zeitlich gestaffelt angewandt werden, sofern festgelegte Ereignisse stattgefunden haben (Othengrafen 2014: 202ff).

Eine strategische Abstimmung der raumbedeutsamen Interessen, unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes und der Klimafolgenbetrachtung, wird zunehmend wichtiger. Die Konzentration, der städtebaulichen Entwicklung auf den Planungsgrundsatz der „Innenentwicklung“, hat die Bedeutung des Flächennutzungsplans geschwächt, so dass viele Kommunalvertreter sich auf den Standpunkt zurückziehen, dass trotz des hohen Alters des Flächennutzungsplans, die Grundsätze der Planung, im gültigen, aber alten Plan, noch aktuell wären. Deswegen findet selten eine Neuaufstellung statt, die die geänderten Bedingungen und Darstellungsmöglichkeiten berücksichtigen könnte. Zusätzlich fühlen sich Gemeinden finanziell und personell überfordert, diese beiden Ausrichtungen zeitgleich umzusetzen.

	Maßnahmen	Darstellungsmöglichkeiten im Flächennutzungsplan
	<b>Gesamtstadt</b>	
Resiliente Stadt	Risiken durch Standortwahl vermeiden (v.a. Hochwasser und Stürme)	§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB, §5 Abs. 3. Nr. 1. BauGB
	vulnerable Einrichtungen in klimatischen Belastungsräumen vermeiden	§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB
	Redundanzen für kritische Infrastrukturen aufbauen	§ 5 Abs. 2 Nr. 2a-d BauGB, §5 Abs. 3. Nr. 1. BauGB
Wassersensible Stadt	Hochwasserrisiken kennzeichnen und einbeziehen	§5 Abs. 2 Nr. 4a BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB, § 5 Abs. 2. Nr.6 BauGB, §5 Abs. 3. Nr. 1. BauGB
	Retentionsflächen für den Hochwasserfall	§ 5 Abs. 2. Nr.6 BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB, §5 Abs.2 Nr. 9a und 9b BauGB
	Versickerungsflächen	§5 Abs.2 Nr. 9a und 9b BauGB
	Schutz versickerungsfähiger Böden	§ 5 Abs. 2 Nr. 2a, BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB
	Wasserrückhalt in der Fläche	§5 Abs.2 Nr. 9a und 9b
	Wasserabflussbahnen freihalten	§ 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB
	Baumaßnahmen in Hochwasserschutzgebieten vermeiden	§5 Abs. 3. Nr. 1. BauGB, § 5 Abs. 2. Nr.6 BauGB
	großflächige Entsiegelung	§ 5 Abs. 2a BauGB,
	Begrünung von Brachflächen	§5 Abs.2 Nr. 9a und 9b BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB
temperatursensible Stadt	Frischlucht- und Kaltluftschneisen erhalten und entwickeln	§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB,
	Schutz und Entwicklung von Kaltluftentstehungsgebieten ("Siedungsklimatischer Ausgleich")	§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB, §5 Abs.2 Nr. 9a und 9b, §5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB, §5 Abs. 2a BauGB
	Emissionsquellen in Frischluftschneisen vermeiden	§ 5 Abs. 2. Nr.6 BauGB
	Zugänglichkeit grüner, kühlender Freiräume ermöglichen	§5 Abs.2 Nr. 1 BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB, §5 Abs.2 Nr. 9a und 9b BauGB
Abkühlung durch Verdunstung (Wasser) und hohe Wärmeabstrahlung in klimatischen Belastungsräumen fördern	§ 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB	
biodiverse Stadt	Lebensräume (an Gewässern) für feuchtigkeitsliebende Arten schützen und entwickeln (Moore, Auen, Wälder)	§5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB, §5 Abs. 2 Nr. 4a BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB, §5 Abs. 2a BauGB
	Zusammenhängende Grünstrukturen	§ 5 Abs. 2 Nr. 2a BauGB,
	Bestehende Vegetationsstrukturen erhalten	§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BauGB, §5 Abs.2 Nr. 9a und 9b,
	Lebensräume für heimische Arten zum Erhalt der Artenvielfalt	§5 Abs. 2 Nr. 10 BauGB,
	Durchgrünung in klimatischen Belastungsräumen fördern	§5 Abs. 2a BauGB
	Waldflächen erhalten und entwickeln	§5 Abs.2 Nr. 9a BauGB
Berücksichtigung der landschaftlichen Eigenart und Schönheit bei technischen Schutzanlagen (Hochwasser)	§ 5 Abs. 2 Nr. 2c BauGB, § 5 Abs. 2 Nr. 7 BauGB	

Tabelle 9: Darstellungsmöglichkeiten von klimafolgenrelevanten Flächenausweisungen im FNP nach §5 BauGB



### 4.5.3 Rolle und Aufgabe des Bebauungsplans

Der Bebauungsplan (BPlan) ist als Satzung rechtlich bindend für alle. In ihm werden die Planungen des FNP in für Dritte verbindliche, parzellenscharfe Nutzungsvorgaben und in Festsetzungen für überbaubare und nichtüberbaubare Grundstücksflächen umgesetzt, indem alle Beläge gemäß den Grundsätzen der Bauleitplanung (§1 und 1a BauGB) miteinander abgewogen werden.

Die Geltungsdauer des BPlans ist bis zu seiner Änderung, Ergänzung, Aufhebung, oder Neuaufstellung unbegrenzt (Diepes 2017: 45). Gegen bauliche Vorhaben, die gemäß den Vorgaben des Bebauungsplans nicht zulässig sind, kann die Bauaufsicht vorgehen. Da es sich bei den BPlänen um rechtliche Schrankenbestimmungen handelt, die das Eigentumsrecht der Grundstücksbesitzer gegenüber der gemeindlichen Planungshoheit einschränkt, ist ihre Festsetzungstiefe begrenzt auf den Festsetzungskatalog in § 9 BauGB, der in der BauNVO konkretisiert wird (Stürer 2015: 80).

Die Planzeichenverordnung (PlanZVO) gibt die zeichnerischen Festsetzungsmöglichkeiten vor (§9a Nr. 4 BauGB). Um Inhalte zu konkretisieren, für die es in der PlanZVO keine Vorgaben gibt, kann die Gemeinde eigene, eindeutige Hinweise erstellen (Stürer 2015: 81). Qualifizierte Bebauungspläne setzen mindestens Art und Maß der baulichen Nutzung, die überbaubare Grundstücksfläche, sowie örtliche Verkehrsflächen fest und stellen diese in Form eines Plans und einer Begründung dar (§30 Abs. 1 BauGB).

### 4.5.4 Festsetzungsmöglichkeiten und Grenzen zur Klimaanpassung im Bebauungsplan

Die Ziele einer resilienten, wasser- und temperatursensiblen und biodiversen Stadtentwicklung lassen sich in den Bebauungsplan integrieren. Durch die Klimaanpassung gewinnen Gesichtspunkte der Strukturierung und der Gestaltung von öffentlichen und privaten Freiräumen an Bedeutung. Dabei ermöglichen sie die Durchlüftung des Gebiets, schaffen Abkühlung durch Verdunstung und ausreichend Schattenflächen, stellen Flächen für Rückhalt, Versickerung und Verdunstung von Regenwasser bereit, tragen durch ihre vielseitige Vegetation zur Artenvielfalt bei und halten besonders gefährdete Flächen von Bebauung frei. Zusätzlich ist es möglich, die Baustruktur durch die Festsetzung von „Art und Maß der baulichen Nutzung“ so zu steuern, dass die beschriebene Freiraumstruktur entstehen kann. Die Art der Bepflanzung (Dach- und Fassadenbegrünung, Bäume) öffentlicher und privater Flächen trägt zusätzlich zur Abkühlung durch Verdunstung und Verschattung bei. Pflanzbindungen und Flächen zum Naturschutz und der Landschaftspflege können den Biotopverbund insbesondere feuchtigkeitsliebender Arten stärken. Zur Vermeidung von Risiken werden besonders gefährdete Gebiete gekennzeichnet und Vorkehrungen an den Gebäuden getroffen, die sich in diesen von Naturereignissen betroffenen Gebieten befinden. Eine besondere Bedeutung spielt dabei, aufgrund der zunehmenden innerstädtischen Nutzungsdichte, die multifunktionale Flächennutzung. Diese Nutzungsdichte ermöglicht Freiräume unterschiedlicher Art, sowohl als Flächen für die Regenwasserbewirtschaftung, Erholung als auch als naturschutzrechtliche Ausgleichsflächen zu kennzeichnen (Benden et al. 2017: 39 und 53ff)

Im Folgenden wird ein Überblick gegeben, welche Festsetzungsmöglichkeiten gemäß BauGB und BauNVO möglich sind und welche Flächen im Sinne der Multifunktionalität genutzt werden können (Baumüller/Reuter 2004, Diepes 2017: 56, Deutscher Städtetag 2015: 36 und 37, Frommer et al. 2013: 142; Kemper et al. 2011, Lülff 2008, Rößler/Albrecht 2015: 248 ff., Reese 2016: 59, UBA 2014: 132ff., VDI 3787 Blatt 8 Entwurf 2019: 38):

**Die Bauweise und Festlegung der überbaubaren und nichtüberbaubaren Grundstücksfläche, sowie der Stellung der baulichen Anlagen und Nebenanlagen** nach §9 Abs. 1 Nr. 2, 3 und 4 BauGB sowie den §§ 22 und 23 BauNVO geben die Möglichkeit, Baugrenzen und Baulinien

festzulegen, und den Charakter der Bebauung als offene oder geschlossene Bebauung zu definieren. Zusätzlich kann die **bauliche Dichte** mit der Grundflächenzahl (GRZ), der Festlegung von Baugrenzen und Baulinien, oder mit Flächen für Nebenanlagen gesteuert werden, welche die überbaubare Grundstücksfläche begrenzt und nur ein grundstücksbezogenes Mindestmaß an Versiegelung durch bauliche Maßnahmen zulässt (§9 Abs. 1 Nr.1., 2 und 4 BauGB und §19, § 23 BauNVO).<sup>11</sup> Die Geschossflächenzahl (GFZ) steuert die Gebäudehöhe, die wiederum die stadtklimatische Barrierewirkung der Gebäude steuern kann (§§ 19 und 20 BauNVO) und damit die Durchlüftung des Plangebiets beeinflusst. Die räumliche Verteilung baulicher und nicht baulicher Nutzung, innerhalb der Baugrundstücke, sowie die Gebäudestellung und –Größe (Geschosshöhe und Baumasse) beeinflusst die mikroklimatische Durchlüftung, Windbildung und Besonnung der Gebäude im Inneren. Eine flächensparende Bauweise trägt zum vorsorgenden Hochwasserschutz bei und vermeidet Überflutungen, da so Flächen zur Sammlung, Versickerung und Verdunstung des Regenwassers zur Verfügung stehen können (DWA-M 553: 2016a: 36).

**Flächen, die von der Bebauung frei zu halten** sind (§9 Abs. 1 Nr. 10 BauGB) sowie **land- und forstwirtschaftliche Flächen** (§9 Abs. 1 Nr. 18 BauGB), können einen multifunktionalen Charakter haben (Benden et al. 2017: 53). Sie erfordern eine weitere Bestimmung im BPlan (z.B. nichtüberbaubare Flächen, öffentliche/private Grünflächen oder zur Umsetzung der Ziele des Naturschutzes und der Natur- und Landschaftspflege). Die Festsetzung der Flächen kann auch damit begründet sein, dass sie zur Oberflächenentwässerung (DWA A 119 2016c:48) oder siedlungsklimatischen Verbesserung beitragen (VDI 3787 Blatt 8. (Entwurf) 2019: 34 ff.). Zum Zweck des Regenwasserrückhalts in der Fläche (§9 Abs. 1 Nr. 16 c) und 16d) BauGB) kann eine temporäre Nutzung der Freiflächen textlich festgesetzt werden (Dickhaut/Andresen 2013: 33). Hierfür sollen die Rahmenbedingungen näher beschrieben werden.

Des Weiteren unterstützen **öffentliche und private Grünflächen** mit bestimmter Zweckbestimmung (§9 Abs. 1 Nr. 15 BauGB), sowie **Flächen und Maßnahmen zum Schutz und zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft** (§9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB) sowie **Wasserflächen** (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) das Ziel der Freiraumgestaltung, zugunsten multifunktionaler Flächen. Diese Freiräume verbessern und unterstützen sowohl die Niederschlagsversickerung (§9 Abs.1 Nr. 14 und 15 BauGB) und das Siedlungsklima durch Verdunstung und Verschattung, als auch die Biodiversität (Rößler/Albrecht 2015, BBSR 2015, Benden et al. 2017: 55).

Sowohl **Flächen zur Abwasserentsorgung** (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB), als auch **Wasserflächen und Flächen für die Wasserwirtschaft** (§9 Abs. 1 Nr. 16 BauGB) tragen zum Hochwasserschutz und zum Schutz vor Schäden durch Starkniederschläge bei. Dabei können Hochwasserschutzanlagen (Deichen und Dämmen), Anlagen zur Regelung des Wasserabflusses (Gräben, Kanäle, Retentionsflächen) und Versickerungsflächen (§9 Abs. 1 Nr. 14 d) BauGB) festgelegt werden (siehe auch DWA-M 553 2016a: 36-38). Nach DIN 1986-100 (2008) ist der Grundstückseigentümer dazu verpflichtet, auf Grundstücken über 800m<sup>2</sup>, einen

<sup>11</sup> Die Einführung der „Urbanen Gebiete“ in der BauGB-Novelle des Jahres 2017 und die Lockerung der Bestimmungen der Überschreitungsbedingungen der für die Gebietstypen vorgegebenen Dichten in § 17 BauNVO seit 2013 lassen höhere Gebäudedichten zu. Das Leitbild der „doppelten Innenentwicklung“ soll dies durch einen höheren Grünanteil im Gebiet kompensieren, damit gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse möglich sind und die Umwelt nicht beeinträchtigt wird.

Überflutungsnachweis für ein 5 bis 30-jähriges Niederschlagsereignis zu erbringen und entsprechende Vorkehrungen durch Rückhalt oder schadlosen Oberflächenabfluss zu treffen (BBSR 2015).

**Geh-, Fahr- und Leitungsrechten** (§ 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB) können, zugunsten der Gemeinde oder der Stadtentwässerung, definiert, freigehalten und gesichert werden. Diese können mit der Gesundheit und Sicherheit der Bevölkerung, Notwasserwege und Mulden-Rigolen-Versickerung zur Ableitung von Abflussspitzen, bei Starkniederschlägen begründet werden (SUBV 2014b: 38-41, DWA M 119 2016c:48, Benden et al. 2017: 56).

Im BPlan können Gebiete festgelegt werden, in denen Bauwerke nur errichtet werden können, wenn sie die vorgegebenen Anlagen errichten, die dem **„Schutz vor Hochwasser einschließlich Schäden durch Starkniederschlägen dienen“** (§9 Abs. 1 Nr. 16c) BauGB). Dies wird zusätzlich unterstützt durch §9 Abs. 5 Nr. 1 BauGB, welcher sich auf **bauliche Sicherungsmaßnahmen gegen Naturgewalten** bezieht. Zusätzlich kann die **Höhenlage der Gebäude**, durch die Vorgabe der Erdgeschoßoberkante, die Straßenoberkante oder die Zulassung von Kellergeschossen vorgegeben werden (§9 Abs. 3 BauGB). Das Ziel ist, die Gebäudenutzung im Fall einer Überflutung zu erhalten. Dazu sollen die Eingänge über der erwarteten Überflutungshöhe sein (VDI 3787 Blatt 8. (Entwurf) 2019: 38, DWA M 119 2016c:48, SUBV 2014b: 38, SCB 2008: 57). Wenn geringe Geländebewegungen einen Einfluss auf die Fließbewegung des Regenwassers haben können, kann es sinnvoll sein, genaue Angaben zur Geländeoberflächen zu machen (§ 9 Abs. 3 S. 1 BauGB), (Metropolregion Nordwest 2016).

Sowohl **die nachrichtliche Übernahme festgesetzter Überschwemmungsgebiete** (§9 Abs. 6a BauGB), als auch die **Festlegung von der Bebauung freizuhaltender Schutzstreifen** (§9 Abs. 1. Nr. 24 BauGB), kann zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen beispielsweise durch Überflutung bei Starkregen genutzt werden (SUBV 2014b: 40).

Durch das **„Baurecht auf Zeit“** (§9 Abs. 2. BauGB) können Festsetzungen im Bebauungsplan unter festgelegten Voraussetzungen flexibilisiert werden (Fischer 2013: 338). Auch wenn diese Festsetzung für die Einrichtung von befristeten Zwischennutzungen in das BauGB Einzug gefunden hat, sollte darüber nachgedacht werden, ob die Bedingungen für diese zeitlich befristeten Nutzungen auf mögliche Klimafolgen wie steigende Hochwasser oder den Anstieg des Meeresspiegels erweitert werden können. Dadurch könnte das Risiko benannt werden, das für die Nutzung bestimmter Flächen durch den Klimawandel entsteht (Reese et al. 2016: 378).

**Flächen oder Maßnahmen zum Ausgleich** (§9 Abs. 1a BauGB) zu erwartender Eingriffe konkretisieren vorgesehene Ausgleichsmaßnahmen im BPlan. Im Sinne der Klimaanpassung können neben der Artenvielfalt, auch die Schützgüter „Klima, Boden und Wasser“ in die Ausgleichsmaßnahmen einbezogen werden (Diepes 2017: 61). In der Regel werden kombinierte Maßnahmen festgelegt, die beispielsweise in Form einer Grabenentwässerung als Biotopfläche gestaltet sein können (SUBV 2014a: 39). Aus naturschutzfachlicher Sicht können Erfordernisse dezentraler Regenwasserbewirtschaftung aufgenommen werden (Mathey et al. 2011: 131).

Basierend auf §9 Abs. 1 Nr.20 BauGB kann in **textlichen Festsetzungen die Wasserdurchlässigkeit** des Bodenmaterials (Bodenmaterial und Stärke des Auftrags) beispielsweise auf Tiefgaragen, oder in Gärten, vorgegeben werden (SUBV 2014b: 37).

**Pflanzbindungen und Pflanzgebote** (§9 Abs. 1. Nr. 25 BauGB) ermöglichen es, vorhandene Baumbestände oder Pflanzungen entlang von Gewässern (Nr. 25b) zu erhalten, welche einen besonders großen Beitrag zur Abkühlung, Verdunstung und Niederschlagsspeicherung leisten. Dach- und Fassadenbegrünungen dienen der Dämmung, dem Regenwasserrückhalt, der Kühlung durch Verdunstung und sind Lebensraum für Tiere und Pflanzen (Baumüller 2019). Zusätzlich können hiermit über bestimmte Geltungsbereiche oder Teilbereiche Pflanzbindungen und Pflanzgebote festgelegt werden, die sich auf Dach-, Fassadenbegrünungen und Baumpflanzungen beziehen. Durch das Pflanzgebot in §178 BauGB können Grundstückseigentümer dazu verpflichtet werden, die Vorgaben des geltenden Bebauungsplans umzusetzen.

In Verbindung mit § 9 Abs. 4 BauGB, können landesrechtlichen Regelungen im Bebauungsplan aufgenommen werden, die wie im Fall Baden-Württembergs Vorgaben zur Fassadengestaltung machen oder im Fall Bremens Vorgaben zur Dachbegrünung, Versickerung und Begrünung des Straßenraums machen (UBA 2014: 80, SCB 2008). §74 Abs. 1 Nr.1 LBO-BW gibt den Kommunen die Möglichkeit, eine Satzung zu verabschieden, welche Dach- und Fassadenbegrünung und die Helligkeit der Farbe vorschreiben kann. In Bremen schreibt §4 des Begrünungsortsgesetzes eine Dachbegrünung auf Flachdächern vor. Zusätzlich unterstützen weitere örtliche Satzungen und Verordnungen die Vorgaben im BPlan, wie

- Stellplatzsatzungen die Aussagen zur Gestaltung der Stellplätze (Versiegelung, Wasserdurchlässigkeit und Begrünung) machen,
- Baumschutzsatzungen, die Aussagen zum Schutz des städtischen Baumbestandes machen,
- Gestaltungs- und Pflanzsatzungen, die Aussagen zur Fassadengestaltung und -Begrünung, Dachbegrünung und Verwendung von Pflanzen machen.

Tabelle 10 fasst die Festsetzungsmöglichkeiten bei der Erstellung eines BPlans zusammen.

Vereinbarungen, die über den Festsetzungskatalog hinausgehen, können in städtebaulichen Verträgen und Vorhaben- und Erschließungsplänen abgeschlossen werden. Hierzu gehören beispielsweise die Verpflichtungen der Planungsgesellschaft zu stadtklimatischen Untersuchungen, Entsiegelungsmaßnahmen, Bepflanzungen und die Übernahme von Folgekosten für Infrastrukturmaßnahmen.

Ziele	Maßnahmen	Festsetzungen im Bebauungsplan
Quartier		
resilientes Quartier	multifunktionale Freiflächen (Regenwasserrückhalt, Biotop, Erholung oder Verkehr)	§9 Abs. 1 Nr. 10, 14, 15, 16, 18, 20., 25 BauGB, §9 Abs. 1a BauGB, § 9 Abs. 6a BauGB
	hitzeresistente und überschwemmungs- und hochwasserangepasste Bauweise	§ 9 Abs.1 Nr. 14c BauGB, § 9 Abs. 5 Nr. 1 BauGB, § 9 Abs. 3 BauGB, § 9 Abs. 6a BauGB
wassersensibles Quartier	dezentrale Regenwasserbewirtschaftung	§9 Abs. 1 Nr. 14, 16, 20, 21, 25 BauGB, §9 Abs. 1a BauGB
	Regenwasserrückhalt durch stehende Gewässer, multifunktionale Flächen	§9 Abs.1 Nr. 14.,16 BauGB
	Regenwasserrückhalt durch Dachbegrünung	§9 Abs. 20, 25 BauGB
	Regenwasserrückhalt durch Zisternen	§9 Abs. 1. Nr. 14 BauGB
	Versickerung durch Versickerungsmulden (zentral/dezentral) oder Mulden-Rigolen-Versickerung	§9 Abs. 1 Nr. 14, 21 BauGB
	Wasserdurchlässige Böden und Beläge	§9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB
	Entwässerung durch Notwasserwege und Gräben	§9 Abs. 1 Nr. 4, 14, 21 BauGB
temperatursensibles Quartier	Vermeiden baulicher Barrieren (Gebäudehöhen, -breite und -stellung)	§9 Abs. 1 Nr.1- 4 BauGB
	Abkühlung durch Verdunstung (Grünvolumen und Wasserflächen)	§9 Abs. 1 Nr. 4, 5, 10. 14, 15, 16, 18, 20., 25 BauGB, §9 Abs. 1a BauGB, §9 Abs. 6a BauGB
	Wärmespeicherkapazität reduzieren (Albedo, Materialien, Grün, Wasser)	§9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB, § 9 Abs. 4 BauGB i.V.m. Landesverordnungen und – Gesetzen
	Verschattung durch großkronige Bäume	§9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB
	Fassadenbegrünung	§9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB, §9 Abs. 4 BauGB i.V.m. Landesverordnungen und - Gesetzen
biodiverses Quartier	kleinteilige Trittsteinbiotop	§9 Abs. 1 Nr. 1-4 BauGB, §9 Abs. 1. Nr. 20, Nr. 25 BauGB
	Erhalt und Entwicklung des Vegetationsbestands (z.B. Bäume und Hecken)	§9 Abs. 1 Nr. 25b BauGB
	Humusgehalt und Durchwurzelungsfähigkeit aufrecht erhalten	§9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB
	ganzjährige Bodendeckung	§9 Abs. 1 Nr. 20, 25 BauGB

Tabelle 10: Festsetzungsmöglichkeiten von klimafolgenrelevanten Flächenausweisungen im Bebauungsplan nach §9 BauGB

## 4.6 Möglichkeiten und Grenzen der Klimaanpassung in der Bauleitplanung

Die Integration der Klimafolgenbetrachtung ist zu einer wichtigen Aufgabe der Stadtentwicklung geworden. Dabei ist es möglich, sich an der übergeordneten Fach-, Landes- und Regionalplanung zu orientieren und Daten zu nutzen, die Klimafolgen auf Bundes- oder Landesebene beschreiben. Diese geben eine Orientierung, welche besonderen Betroffenheiten in den Kommunen vorliegen (Hitze, Trockenheit, Überflutungen, Hochwasser oder Meeresspiegelanstieg). Dabei können dort festgelegte Ziele und Bewertungsmaßstäbe als Grundlage genutzt werden, um eine vorausschauende Planung im Sinne des Vorsorgeprinzips umsetzen zu können (siehe Tabelle 4 und Tabelle 6). Alle Städte haben zunehmend, sowohl mit heißeren und trockeneren Sommern als auch feuchteren und wärmeren Wintern zu rechnen. Durch ihre Siedlungsstruktur verstärken sich diese Effekte. In Kapitel 4 werden basierend auf der Beschreibung in Kapitel 2 Ziele für eine klimaangepasste Stadtentwicklung sowie die dazu notwendigen, formellen und informellen Planungsgrundlagen und deren Darstellungs- bzw. Festsetzungsmöglichkeiten in der Bauleitplanung geschildert.

Die Bauleitplanung hat durch ihre Zweistufigkeit die Möglichkeit, für das gesamte Gemeindegebiet, Vorgaben zur räumlichen Klimaanpassung und für geplante, städtebauliche Vorhaben zu machen. Diese gehen sowohl auf siedlungsklimatische und wasserwirtschaftliche Ziele als auch auf Ziele für die Entwicklung von Natur und Landschaft ein. Bevor eine Strategie und deren Maßnahmen zur städtischen Klimaanpassung entwickelt werden, müssen die örtlichen Rahmenbedingungen, aus einer vorangehenden Vulnerabilitätsanalyse, erfasst werden (UBA 2014: 118).

Grundlagen für die Bauleitplanung sind, neben den Erfordernissen der Regionalplanung und den Grundsätzen der Bauleitplanung, fachrechtliche Regelungen, Inhalte der abgestimmten (umweltbezogenen) Fachplanung und informelle Planungen. Diese Grundlagen werden in die Bauleitplanung aufgenommen und miteinander abgestimmt, so dass die Gemeinde, durch ihre Planungshoheit, ihre städtebauliche Entwicklung selbst steuern kann. Dies geschieht sowohl auf der gesamtstädtischen Ebene, durch den Flächennutzungsplan, als auch auf einer großmaßstäblichen Ebene, durch den Bebauungsplan.

Der Einfluss der Bauleitplanung auf bestehende Siedlungsstrukturen ist relativ gering. Er ist entweder durch städtebauliche Sanierungsmaßnahmen oder die Änderung und Neuaufstellung von Bebauungsplänen im Bestand möglich. Als Planungsgrundlagen für eine Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Bauleitplanung stehen informelle und formelle Plandokumente zur Verfügung. Im Bereich der Stadtklimatologie steht die Gestaltung der städtebaulichen Struktur im Vordergrund. Modellierungen, die auf Wetterextremen basieren, zeigen räumliche Handlungsbedarfe auf und geben Hinweise für die Orte, die gegenüber dem Klimawandel besonders vulnerabel sind. Das Bewusstsein für den Umgang mit den Klimafolgen in der übergeordneten Wasserwirtschaft ist offensichtlich. Aufgrund der Vorgaben auf europäischer Ebene ist dies bereits in den Gewässerbewirtschaftungsplänen und Hochwasserrisikomanagementplänen integriert. Grundlagen für die Entwicklung von Natur und Landschaft zu einer biodiversen Stadt basieren auf internationalen Rahmenabkommen zur Biodiversität und zum Biotopschutz, den EU-Richtlinien zum Artenschutz und den Instrumenten des BNatschG, deren Inhalte und Ziele in der Landschaftsplanung auf den verschiedenen Ebene zusammengefasst sind. Die Zusammenhänge der Klimafolgen sind hier sehr komplex, so dass der Arten- und Biotopschutz auch auf Beobachtungsergebnissen beruht. Teilweise werden Annahmen für mögliche Veränderungen getroffen. Resiliente Siedlungsstrukturen zu schaffen, kann vor allem über die Landschaftsplanung, die Infrastrukturplanung und den Bevölkerungsschutz in gesamtplanerische Instrumente integriert werden.

Für die gesamtstädtische Flächennutzungsplanung bedeutet dies, die siedlungsklimatische Situation über die Darstellung der Art der Nutzungen zu steuern. Dazu sollen Flächen für die Kaltluftproduktion, die Durchlüftung, den Bodenschutz, den Regenwasserabfluss und den Hochwasserschutz freigehalten werden. Zusätzlich ist es wichtig, dass die Flächen gekennzeichnet werden, die besonders von Hitze, Hochwasser, Überflutung und Meeresspiegelanstieg betroffen sein können. Mögliche Risiken, die durch Naturgefahren entstehen, können dabei mit einbezogen werden, indem die betroffenen Gebiete in den Plänen gekennzeichnet werden und für andere Gebiete Vorgaben gemacht werden können, wie mit klimawandelbedingten Beeinträchtigungen umgegangen werden kann. Darüber kann die Lage kritischer Infrastrukturen angepasst werden.

Die Festsetzungen des Bebauungsplans orientieren sich an den baulichen und infrastrukturellen Maßnahmen, indem die städtebauliche Struktur so gestaltet wird, dass eine Durchlüftung des Gebiets und der natürliche Wasserhaushalt (Rückhalt, Versickerung, Verdunstung) erhalten bleiben. Der Bebauungsplan gibt dabei vor, in welchem Rahmen der Grundstückseigentümer sein Vorhaben umsetzen kann. Die Festsetzungen des Bebauungsplans können Einfluss auf die Bauweise (z.B. Dachneigung, Geschosshöhen, Zulassung von Kellergeschossen, Ausrichtung der Gebäude) und die Nutzung der nichtüberbaubaren Grundstücksflächen nehmen. Dies schließt die Gestaltung der Grünstrukturen mit ein, die Kühlung durch Verschattung und Verdunstung, sowie Rückhalt, Versickerung und Verdunstung des Regenwassers ermöglichen. Da die Grünflächen in der Regel dafür aber nicht ausreichen, können durch Pflanzgebote und Erhaltungsvorgaben Begrünungen an Gebäuden (Fassaden- und Dachbegrünung) und im Straßenraum (Bäume) festgelegt werden. Alte, großkronige Bäume sind dabei besonders wichtig, weil sie eine hohe Abkühlungskapazität und Wasseraufnahmekapazität haben, die das städtische Ökosystem stark beeinflusst. In Pflanzlisten können Angaben gemacht werden, welche Pflanzen im Gebiet zugelassen werden. Diese können dazu beitragen, auch auf privaten Flächen die Artenvielfalt zu fördern. Zeitgleich können sie verhindern, dass zu viele Neophyten in den Vorgärten angepflanzt werden. Infrastrukturen für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen und kritische Infrastrukturen, sollten dort vorgesehen werden, wo eine niedrige Belastung durch Hitze, und Gefährdung durch Hochwasser und Überflutungen möglich ist. Sind die Belastungen an diesen ausgewählten Standorten trotzdem zu hoch, müssen entsprechende bauliche Vorkehrungen vorgeschrieben werden.

Die Einflussmöglichkeiten der Bauleitplanung sind trotz allem gering, da nur ein Bruchteil des Stadtgebiets davon gesteuert werden kann. Beispielweise wurden in Hamburg zwischen 1989 und 2009 nur 11% des Stadtgebiets mit Bebauungsplänen überplant. Im Bestand kann die Bauleitplanung lediglich bei einer Aktualisierung und Neuauflistung der Bebauungspläne Einfluss auf das bestehende Siedlungsgebiet nehmen. Aufgrund des Bestandsschutzes entfalten sie ihre Wirkung aber nur dann, wenn ein genehmigungsbedürftiges Vorhaben umgesetzt werden soll. Zusätzlich ist der zeitliche Rahmen für die Umsetzung der Bebauungspläne sehr unterschiedlich. So kann es vorkommen, dass sie relativ zeitnah, innerhalb von wenigen Jahren, umgesetzt werden, oder im Fall einer Angebotsplanung innerhalb von Jahrzehnten, immer noch nicht umgesetzt wurden. Für diese Zeiten ein Monitoring vorzubereiten, wird als eher schwierig erachtet. Dies hat zusätzlich zur Folge, dass noch Bebauungspläne rechtskräftig sein können, die nicht mehr den aktuellen Bedarfen einer nachhaltigen, städtebaulichen Entwicklung und den aktuellen, wasserrechtlichen und naturschutzrechtlichen Vorgaben entsprechen. Zusätzlich sind den Festsetzungen in den Bebauungsplänen in ihrer Detaillierung Grenzen gesetzt. So bestimmen Flächennutzungspläne lediglich flächenscharf und BPläne lediglich parzellenscharf, aber nicht in allen Details, die entsprechende Flächennutzung. Genauere Vorgaben, wie sie möglicherweise für die Gebietsentwässerung und die Festsetzung von Ausgleichsmaßnahmen notwendig wären, können auf

---

dieser Planungsebene nicht gemacht werden. Die Umsetzung, der Gebietsentwässerung, erfolgt demnach in einem nachgeordneten Schritt im Rahmen der Umsetzungsplanung. Einige Ausgleichsmaßnahmen können nur über städtebauliche Verträge rechtlich vereinbart werden.

Die gesamtplanerische Konzeption wird durch informelle Konzepte, Gutachten und Fachplanungen auf gesamtstädtischer Ebene und Quartiersebene unterstützt. Nichtsdestotrotz bemängelt Fischer (2013: 324), dass die Erarbeitung umfassender Informationsgrundlagen, zur Entscheidungsvorbereitung, zu aufwändig wäre. Diese würden die personellen Kapazitäten einer Gemeinde in der Regel übersteigen, was eine Unterstützung durch andere Fachplanungsbehörden notwendig machen würde. Auch wenn der Nutzen räumlicher Klimaanpassung auf der Hand liegt, wird sie trotzdem nicht immer umgesetzt. Dies kann verschiedene Gründe haben. Es kann daran liegen, dass entweder die Verwaltungskapazitäten und/oder das Problembewusstsein bei den Beteiligten nicht vorhanden sind. Es kann auch daran liegen, dass die Aufklärung über Klimarisiken nicht transparent genug ist und kein Austausch und keine Zusammenarbeit der Fachressorts stattfindet. Eventuell liegt es auch daran, dass kurzfristige wirtschaftliche Interessen, die langfristigen notwendigen Interessen in der Raumentwicklung verhindern (Reese et al. 2016: 338).

Klimaanpassung muss demnach ein zentrales Gestaltungsziel der Stadtentwicklung sein, indem neue Erkenntnisse, Prognosen und Entwicklungen aufgenommen werden. Dies ist möglich durch eine effektive materielle und verfahrensmäßige Verzahnung mit anpassungsrelevanten Fachplanungen (Gewässerbewirtschaftung, Hochwassermanagement, Infrastrukturplanung), die normierte Festsetzungen möglich machen (Reese et al. 2016: 339). Sollten sich die städtebaulichen Rahmenbedingungen aufgrund des Klimawandels ändern, sollte dies zum Anlass genommen werden, um beschlossene aber noch nicht umgesetzte Bebauungspläne an diese Bedingungen anzupassen. Dafür wäre aber ein entsprechendes Monitoring notwendig, welches diese Veränderungen rechtzeitig erkennt. Ein regelmäßiges Monitoring hätte auch weitere Vorteile. Denn zusätzlich können diese Pläne anhand festgelegter Kriterien (z.B. Porosität, Dichte, Hitzebelastung und Hochwasserrisiko) auf ihre Empfindlichkeit gegenüber den eingetretenen Klimafolgen überprüft werden und gegebenenfalls an den aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik angepasst werden. Die Umweltprüfung kann hier durch die Vorgabe eines Monitoringkonzepts eine regelmäßige Überprüfung schaffen und im Vorfeld umweltrelevante und schutzgutbezogene Beeinträchtigungen identifizieren und bewerten. Im nachfolgenden Kapitel 5 wird beschrieben, wie diese Ziele durch die Stärkung der Umweltprüfung in die Bauleitplanung integriert werden können.





## 5 Die Umweltprüfung als Entscheidungsunterstützung zur Stadtentwicklung im Klimawandel

Die Umweltprüfung ermittelt, beschreibt und bewertet systematisch, welche Auswirkungen Pläne, Programme und Projekte auf die Umwelt haben können und trägt damit dem Vorsorgeprinzip Rechnung. Im Sinne der umweltpolitischen Grundprinzipien folgt sie dem Vorsorgeprinzip und der Gefahrenabwehr. Als Trägerverfahren fasst sie alle umweltrelevanten Prüfungen in einem Planungsverfahren zusammen. Sie verwendet analytische und partizipative Elemente, die eine umweltgerechte Entwicklung ermöglichen. Dabei werden Umweltziele aus Rechtsgrundlagen, Plänen, Programmen und Projekten und die Wechselwirkungen mit der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung miteinbezogen (OECD 2009, Wilekens 2009: 14). Zusätzlich werden Planungsalternativen in ihrer Umweltverträglichkeit verglichen, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen entwickelt und ein Monitoring (Umweltüberwachung) vorgeschlagen. Wie die Beschreibungen in Kapitel 3 zeigen, können diese Elemente eine Entscheidungsfindung unter Klimawandelunsicherheiten unterstützen.

Im Folgenden werden basierend auf der Beschreibung der Funktion und Struktur der Umweltprüfung die Ansatzpunkte der Integration einer Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung erläutert. Die Umweltprüfung in der Bauleitplanung dient hier als Anwendungsbeispiel, mit dem Möglichkeiten und Hemmnisse der Integration einer Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung identifiziert werden.

Das Vorsorgeprinzip der Umweltpolitik ist die Grundlage für die Umweltprüfung (vgl. §1 UVPG). Dieses geht von der Gefahrenabwehr aus und folgt damit dem Schutzauftrag des Umweltplanungsrechts, welches bisher die Auswirkungen von Projekten, Plänen und Programmen auf die Umwelt in den Vordergrund gestellt hat (Fischer 2013: 199). Mit zunehmendem Bewusstsein über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Umwelt und auf die geplanten Vorhaben wird der von Birkmann und Fleischhauer (2009) beschriebene Perspektivwechsel als ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt in der Umweltprüfung erörtert. Dieser Perspektivwechsel betrachtet zusätzlich, wie Extremereignisse und Katastrophen, die durch den Klimawandel verursacht werden können, auf das geplante Vorhaben einwirken können (siehe Abbildung 20). Birkmann und Fleischhauer (2009: 119) verwenden hierfür den Begriff des „Climate Proofing“ (siehe graue Pfeile in Abbildung 20). Dieser veränderte Blick auf die Umweltprüfung wurde mit der UVP-Änderungsrichtlinie 2014 und den letzten Gesetzesänderungen im UVPG und BauGB (2017) vollzogen. Die UVP-Änderungsrichtlinie 2014 erweitert das Selbstverständnis der Umweltverträglichkeitsprüfung und der Strategischen Umweltprüfung im UVPG, die bis dahin die Auswirkungen der Vorhaben auf die Schutzgüter erfasst, beschrieben und bewertet haben (Ahlhelm/Hinzen 2012).<sup>12</sup> Umfälle und Katastrophe, welche durch den Klimawandel verursacht werden, werden nun im UVPG explizit erwähnt (siehe Anlage 3 Nr.1.6 und Anlage 4 Abs. 4 Nr. hh) UVPG). Dabei werden Störfälle auf die Vorgaben in §2 Nr. 7 der *Störfall-Verordnung* (12. BImSchV) eingegrenzt. Die dort beschriebenen Störfälle beziehen sich insbesondere auf „*ernste Gefahren*“, die Leib und Leben gefährden, die menschliche Gesundheit sowie die Schutzgüter (Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre, Kultur- und Sachgüter) beeinträchtigen und die Nutzung für die Allgemeinheit einschränken würden. Die Risikobetrachtung geht demnach für die Umweltprüfung über ausschließlich vorhabenbezogene Risiken hinaus und konzentriert sich auf die Risiken für die Umwelt, die durch das

<sup>12</sup> Anlage 3 Nr.1.6 UVPG geht hier auf folgendes ein „*Risiken von Störfällen, Unfällen und Katastrophen, die für das Vorhaben von Bedeutung sind, einschließlich der Störfälle, Unfälle und Katastrophen, die wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge durch den Klimawandel bedingt sind, [...]*“. Und Anlage 4 Abs. 4 Nr. hh) UVPG geht auf „*die Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber den Folgen des Klimawandels (zum Beispiel durch erhöhte Hochwassergefahr am Standort)*“ ein.

Vorhaben in Verbindung mit dem Klimawandel entstehen (Fischer 2013, Balla et al. 2018). Im Zuge der Integration der UVP-Änderungsrichtlinie hat der Gesetzgeber diese Inhalte in Anlage 1 Nr. 2 b) ee) und 2 b) gg) des BauGB ergänzt. Schon seit der 2011 durchgeführten Klimaschutznovelle war die Klimaanpassung in der Bauleitplanung als Abwägungsbelang im „Planungsleitsatz“ in § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB und der „Klimaschutzklausel“ in § 1a Abs. 5 BauGB vorgesehen. Bauleitpläne, die seitdem verabschiedet wurden, beziehen sich auf unterschiedliche Weise auf die Klimaanpassung. Die „Klimaschutzklausel“ in §1a Abs. 5 BauGB hebt dabei den proaktiven Charakter der Bauleitplanung hervor (Jacoby 2014, Jacoby/Beutler 2013: 11). Sie weist darauf hin: „Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden“. Abbildung 20 gibt einen Überblick über den Wandel der Perspektiven von der klassischen Umweltprüfung, über das „Climate Proofing“ von Birkmann und Fleischhauer (2009) zur „Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung“. Dabei werden die Folgen des Klimawandels in die Überprüfung der Auswirkungen der zu realisierender Pläne auf die Umwelt miteinbezogen (z.B. Hochwassersicherheit oder touristische Nutzbarkeit) (Fischer 2013: 211). Die Einbeziehung des Klimawandels in die Umweltprüfung ist insofern von Bedeutung, als dass sie verstärkende Faktoren (von Klimawandel und Vorhaben) in den Blick nimmt und weiter untersucht. Die Umweltprüfung hat die Aufgabe zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten, ob sich die Auswirkungen des Klimawandels in Kombination mit den Auswirkungen der Bauleitpläne auf die Umwelt im Einzelfall verstärken können, und ob sich die Empfindlichkeit einzelner Schutzgüter erhöht.

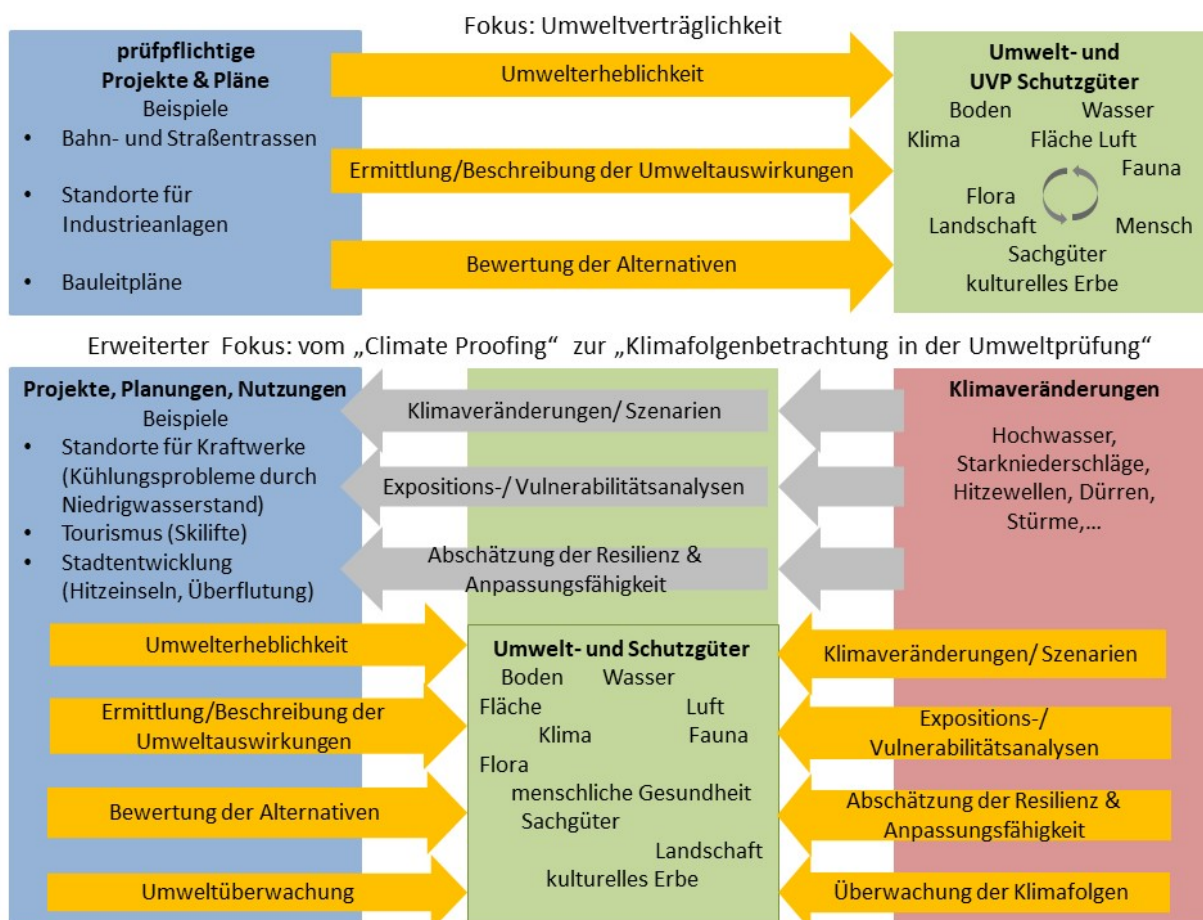


Abbildung 20: Perspektivwechsel von UVP/SUP über das „Climate Proofing“ (in grau) zur Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung (eigene Weiterentwicklung in Anlehnung an Birkmann/Fleischhauer 2009: 119)

Die praktische Anwendung der rechtlichen Vorgaben in der Bauleitplanung und der methodischen Herangehensweise ist unterschiedlich. Dies zeigen auch die beschriebenen Vorgehensweisen in Kapitel 6. Die bekannten Vorschläge zur Integration dieser in die Planungspraxis bedürfen weiterer methodischer und inhaltlicher Konkretisierung (Balla et al. 2018, Schönthaler et al. 2018). Eine besondere Herausforderung liegt darin, die mit Unsicherheiten behafteten langfristigen Auswirkungen des Klimawandels in die Umweltprüfung zu integrieren. Die langfristige Betrachtung geht davon aus, dass sich Schutzgüter nicht nur von den Auswirkungen des Plans sondern auch durch den Klimawandel verändern können (Fischer 2013: 200f). Die Umweltprüfung soll den Umgang mit Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung unterstützen und ist hierfür ein geeignetes Instrument, diese zu erfassen, zu beschreiben und zu bewerten (siehe Kapitel 3). Eine separate Risikoabschätzung im Sinne des „Climate Proofing“ für die geplanten Vorhaben soll damit nicht ersetzt werden (Fischer 2013). Heiland (2009: 50) sieht in der Planungspraxis den Bedarf, Planungsinstrumente dynamischer und ergebnisoffener zu gestalten, damit ein „flexibles Reagieren auf sich wandelnde Umstände“ erlaubt werden kann.

### 5.1 Europäische Sicht auf die Integration der Klimaanpassung in die Umweltprüfung

Die Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung wird auf internationaler Ebene schon länger diskutiert und praktiziert. Hierzu gibt es praktische Erfahrungsberichte und nationale Leitfäden. Mit einem Abgleich der deutschen Besonderheiten insbesondere in der Bauleitplanung werden die Möglichkeiten und Hemmnisse für die Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung der Bauleitplanung in diesem Kapitel erörtert.

Klimafolgen in Umweltprüfverfahren<sup>13</sup> zu integrieren, wird bereits seit der UN Klima-Konvention von 1992 (Artikel 4 Abs. 1) und dem Kyoto-Protokoll 1997 auf internationaler Ebene bedacht. Die ersten Ideen und Strategien wurden von Organisationen der Entwicklungszusammenarbeit für die Länder des Südens vorgeschlagen (z.B. CARICOM 2004, OECD/DAC 2009)<sup>14</sup> und von einzelnen Ländern wie Kanada, UK oder Niederlande in ersten Leitfäden zusammengefasst, in den Planungsverfahren verankert und umgesetzt (Lee 2000, ClimAdapt 2003, CA/IAAC 2003, Willows/Connell 2003). Die EU hat „Klima“ als Schutzgut in der UVP-Richtlinie aufgenommen (RL 85/337/EWG). Die Definition des „Klimas“ bezieht sich hierbei auf den Klimaschutz und siedlungsklimatische Themen. Die Autoren des 4. Berichts des IPCC haben die Umweltprüfung als ein effektives Instrument identifiziert, um Klimaschutz und Risiken des Klimawandels bewusst in politische Programme, Pläne und Projekte zu integrieren (Parry 2007). Klimaschutz und Klimaanpassung in die UVP- und SUP-Richtlinie zu integrieren, wurde im Grünbuch und darauf folgenden Weißbuch zur Anpassung an den Klimawandel der Europäischen Kommission als Umsetzungsziel formuliert (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2007, Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2009). Die Leitfäden, die hierzu erstellt wurden, geben erste Hinweise zur methodischen Herangehensweise, welche 2014 durch die UVP-Änderungsrichtlinie (2014/52/EU) für die Projekt-UVP konkretisiert wurden (Europäische Kommission 2013a, 2013b). Durch die UVP-Änderungsrichtlinie (2014/52/EU) ist dieser Ansatz für die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union verpflichtend. Hier wurde die Prüfung der Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt um die Prüfung der „Anfälligkeit des Projektes in Bezug auf den Klimawandel“ erweitert (UVPÄndRL Anhang IV Nr. 4 und Nr. 5 Buchstabe f) und geht über die Prüfung der „Auswirkungen der Projekte auf das Klima“ deutlich hinaus (UVPÄndRL 2014 Erwägungsgrund Nr. 13). Weitere Neuerungen unterstützen die Integration der

<sup>13</sup> Der Begriff der Umweltprüfung bezieht sich in dem Kapitel, das sich auf den internationalen Kontext konzentriert auf die strategische Umweltprüfung, die über die Betrachtungen in der Bauleitplanung hinausgehen.

<sup>14</sup> Hier werden Umweltprüfungen in der Regel durchgeführt, um den Förderbestimmungen der Entwicklungsbanken gerecht zu werden (Posas 2011b: 113).

Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung: Die Erweiterung der Schutzgüter um das „*Schutzgut Bevölkerung und menschliche Gesundheit*“ (UVPÄndRL 2014 Art. 3 Buchstabe a) verändert den Blickwinkel des vorgegebenen Prüfrasters. Neben den zu untersuchenden Auswirkungen auf die Umwelt werden die „*Risiken für die menschliche Gesundheit*“ durch mögliche „*Unfälle oder*“ (Natur-) „*Katastrophen*“ ergänzt (UVPÄndRL 2014 Anhang IV Nr. 5 Buchstabe d). Die zunehmende Häufung von Extremwetterereignissen und Naturkatastrophen durch den Klimawandel hat erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt, und beeinflusst die inhaltliche Ausrichtung von Plänen, Programmen und Projekten. Der Erwägungsgrund Nr. 13 bezieht sich nicht nur auf Umweltschäden, sondern zusätzlich auf die Gefährdung der wirtschaftlichen Entwicklung (UVPÄndRL2014: Erwägungsgrund Nr. 13). Die UVP-Änderungsrichtlinie geht hier über die bisherige inhaltliche Ausrichtung der Umweltprüfung hinaus und schließt auch wirtschaftliche Fragestellungen mit ein. Damit nehmen die Vorgaben der UVPÄndRL den von Birkmann und Fleischhauer (2009) skizzierten Perspektivwechsel mit vor (siehe Abbildung 20). Die Europäische Kommission und einige Länder in der EU haben hierzu Strategien entwickelt und die Integration in die Praxis umgesetzt.<sup>15</sup> Posas (2011b: 122) hat 2011 einen Überblick über die ersten Leitfäden erstellt. Die Auswertung einiger Untersuchungen zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in Umweltprüfverfahren (SUP und UVP) aus Spanien, den Niederlanden, Dänemark und Deutschland lassen den Fortschritt aber auch den weiteren Handlungsbedarf in der Umsetzung erkennen.<sup>16</sup> Im Folgenden wird aufgezeigt, wie der Klimawandel in den Umweltprüfverfahren bisher integriert wurde und welche Schwerpunkte in den Leitfäden der EU, Niederlande, England, Schottland und Irland gesetzt wurden.

### 5.1.1 Europäische Studien zur Integration des Klimawandels in die Umweltprüfung

Für UK, Dänemark, die Niederlande, Österreich und Spanien gibt es Untersuchungen, wie und ob die Umweltprüfung zu einer klimagerechten Entwicklung beitragen kann und den Umgang mit Unsicherheiten aus der Klimafolgenbetrachtung erleichtert. In den Studien wurden Dokumentenanalysen und Befragungen durchgeführt (Posas 2011a, Weiland 2010, Larsen et al. 2013, Jiricka et al. 2016, Enríquez-de-Salamanca et al. 2016, Egging 2013). Es wurde untersucht, in welchen Schritten der Umweltprüfung klimarelevante Inhalte bearbeitet wurden und welche Rolle die Unsicherheiten der Klimaprojektionen in den Prüfverfahren spielt. Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass der Klimawandel in UVP und SUP grundlegend in den einzelnen Planungsschritten erwähnt wird. Ansatzpunkte der Umweltprüfung, die den Umgang mit Unsicherheiten fördern könnten (z.B. Monitoring und Einführung von Zeithorizonten) spielen aber eine untergeordnete Rolle (Posas 2011a und 2011b, Weiland 2010, Larsen 2013, Jiricka et al. 2016, Enríquez-de-Salamanca et al. 2016, Egging 2013). Im Folgenden werden die zentralen Aussagen der Untersuchungen aus England, Dänemark und Österreich beschrieben.

In einer Analyse von 36 Verfahren zur Erstellung von „*lokal development frameworks*“ in **England** wurde untersucht, ob die Klimaanpassung in den methodisch verfahrensbezogenen Elementen der Umweltprüfung eine Rolle spielte. Es wurde folgende Elemente untersucht: die Entwicklung der Nullvariante, die Beachtung relevanter Politikdokumente und Vereinbarungen, die Entwicklung von Zielen, Indikatoren, Alternativen und daraus abgeleiteter Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen, das Beteiligungsverfahren sowie das Monitoring (Posas 2011b: 126 f.). Es stellte sich heraus, dass die

---

<sup>15</sup> 2017 wurden die Vorgaben der UVPÄndRL (2014) in Deutschland sowohl in das UVPG als auch in das BauGB übernommen, wobei die Prüfverfahren des UVPG auf Umweltauswirkungen ausgerichtet sind.

<sup>16</sup> Die beschriebenen Leitfäden und Länder wurden ausgewählt, weil hierfür englischsprachige Forschungsergebnisse und/oder Leitfäden vorliegen und die Klimawandelbetroffenheit vergleichbar sind mit den Betroffenheiten in Deutschland.

Mehrzahl der Umweltprüfungen in den abgefragten Elementen auf den Klimawandel eingegangen sind (Posas 2011b). Auffgefallen ist, dass der Klimawandel seltener während der Öffentlichkeitsbeteiligung thematisiert wurde. Trotzdem wird ihr eine wichtige Rolle beigemessen: In den Fällen, in denen der Bedarf, den Klimawandel stärker in der Planung zu beachten im Rahmen der Beteiligung geäußert wurde, hat dies zu einem erhöhten Bewusstsein für den Klimawandel und einer besseren Integration geführt. Allerdings bezogen sich die Erwartungen der Beteiligten in der Regel auf den Klimaschutz und nur in zwei von elf Fällen auf die Klimaanpassung. Posas (2011b) weist darauf hin, dass extern verfasste Umweltberichte stärker im Monitoringkonzept auf den Klimawandel eingehen als Umweltberichte, die von den Behörden eigenständig erstellt wurden. Der Klimaschutz spielt in den Umweltprüfungen eine größere Rolle als die Klimaanpassung.<sup>17</sup> Es zeigt sich, dass die Datenverfügbarkeit über die Klimafolgen auf lokaler Ebene für eine Bewertung nicht ausreicht. Dadurch ist die Integration der Klimafolgenbeobachtung in die Beschreibung der Nullvarianten und in das Monitoring erschwert. So bestätigten die Befragten, dass sie die Auswirkungen des Klimawandels im Scoping erörtern wurden. Nichtsdestotrotz kommt Posas (2011b: 147) zum Schluss, dass nicht die SUP hauptauschlaggebend sei, sondern dass *(Fach-)Pläne und Strategien*, wie Hochwasserrisikomanagementpläne oder Klimaschutzpläne einen größeren Einfluss auf eine klimagerechte Entwicklung hätten als die Umweltprüfung selbst.

In einer **dänischen Studie** wurden um die 150 SUPs hinsichtlich der Integration von Klimaschutz und Klimaanpassung in die Umweltprüfung und ihres Umgangs mit Unsicherheiten in der Klimafolgenbetrachtung untersucht (Larsen et al. 2013). Sie hatte zum Ergebnis, dass zum Zeitpunkt der Untersuchung (2009) noch keine Routine für die Integration des Klimawandels in die Durchführung der Umweltprüfungen und die Planungspraxis bestand. Trotzdem haben bis dahin mehr als die Hälfte der analysierten Umweltprüfungen den Klimawandel in ihren Untersuchungen erfasst. Dennoch wurden die kumulativen Effekte des Klimawandels in den Umweltberichten nicht thematisiert (Larsen et al. 2012). Während knapp die Hälfte der analysierten SUPs den Klimawandel thematisierte, integrierten nur fünf der untersuchten SUPs den Umgang mit Unsicherheiten bewusst in ihren Umweltberichten. Alle anderen vermieden diesen oder spielten ihn herunter. Gründe hierfür könnten sein, dass Konflikte vermieden werden oder die Unsicherheiten besser quantifiziert werden müssten. Darüber hinaus, beschreiben Larsen et al. (2013), dass auch die fünf Beispiele, die diese Unsicherheiten thematisierten, keine konkrete Strategie entwickelt haben, wie mit dieser umgegangen werden könnte. Sie gehen davon aus, dass sich die Beteiligten den Konsequenzen und Chancen nicht bewusst seien, die durch eine konkrete Definition vorhandener Unsicherheiten entstehen könnten. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt eine Untersuchung in den **Niederlanden** (Wardekker et al. 2008) und **Deutschland** (Weiland 2010). Zusätzlich wird davor gewarnt, dass das Verschweigen der Unsicherheiten zu Scheinwahrheiten führen könnte. Würden diese Unsicherheiten und die Spannbreiten möglicher Klimawandelfolgen in die Umweltprüfung integriert, könnte und müsste die Planung darauf reagieren.

Eine vergleichende Untersuchung in **Österreich und Deutschland** geht über die Analyse der Umweltberichte hinaus, in der zunächst 25 Experten aus Deutschland und Österreich befragt wurden (Jiricka et al. 2016). Dabei hat sich gezeigt, dass die Hemmnisse bei der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die UVP vor allem bei den fehlenden rechtlichen Grundlagen in Österreich und der fehlenden Genauigkeit der Daten und Unsicherheit über das Ausmaß der zu erwartenden Klimafolgen liegen. Zusätzlich fehlt teilweise das Bewusstsein über die langfristigen Auswirkungen des

<sup>17</sup> Klimaschutz (Energieeffizienz in neuen Gebäuden, erneuerbare Energien, Reduktion des MIV) Klimaanpassung (Hochwasserschutz oft, teilweise Biodiversität, selten Gesundheit, Schutz der gebauten Umwelt, Wasserressourcen, Wasserspeicherung).

Klimawandels bei einigen Berufsgruppen (Jiricka et al. 2016: 82ff). In einer weiteren Befragung betonten die Experten, dass sie für die Interpretation und Verwendung der Klimadaten in der UVP fachliche Unterstützung benötigen würden (Jiricka-Pürrier et al. 2018a: 65). Hierfür wurde in Österreich ein Informationsportal entwickelt, das durch themenbezogene Fachinformationen die Integration der Klimafolgenbetrachtung in der UVP unterstützen soll (Jiricka-Pürrier et al. 2018b).<sup>18</sup> In einer weiterführenden Untersuchung erfolgte die Analyse von 26 Umweltberichten und den dazugehörigen Dokumenten aus Österreich und Deutschland. Dabei wurde untersucht, welche meteorologischen Veränderungen in den Umweltberichten tatsächlich erwähnt wurden (Jiricka-Pürrier et al. 2018). Diese wurden in Österreich in die Beschreibung des Umweltzustandes verstärkt aufgenommen. Die häufigere Erwähnung und die höhere Anzahl an Stellungnahmen zu diesem Thema führen dabei zum Schluss, dass obwohl in Österreich die Datenlage schlechter ist, das Bewusstsein für die Auswirkungen von Naturgefahren höher ist als in Deutschland (Jiricka et al. 2016). Auch in der Öffentlichkeits- und Behördenbeteiligung wurden Klimafolgen in Österreich häufiger thematisiert (Jiricka-Pürrier et al. 2018a: 61). In Deutschland dagegen lag der Schwerpunkt stärker auf der Beschreibung von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen (Jiricka-Pürrier et al. 2018: 36).

Oft fehlte zum Zeitpunkt der Untersuchungen in vielen Verwaltungen die Erfahrung, wie der Klimawandel in die Umweltprüfung integriert werden könnte. Sowohl Posas (2011a) als auch Larsen et al. (2013) haben festgestellt, dass extern verfasste Umweltberichte den Klimawandel stärker betonen und stärker auf Monitoringkonzepte eingehen. Um die Folgen des Klimawandels in die Umweltprüfung zu integrieren, wird es zunehmend wichtiger, die Auswirkungen des Klimawandels genauer zu beschreiben. Dies schließt sowohl die Beschreibung der Wechselwirkungen des Klimawandels mit allen Schutzgütern als auch den Umgang mit den in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Unsicherheiten ein. Die Unsicherheit aufgrund fehlender Daten und der Variabilität der Klimaprojektionen wird in allen Untersuchungen als ein zentrales Hemmnis für die Integration einer Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung thematisiert. Dies betrifft sowohl die Formulierung der Nullvariante als auch die Entwicklung eines Umweltüberwachungssystems (Monitoring), welches die Auswirkungen der Klimaveränderungen mit einbeziehen sollte. Hier sehen die Befragten in den meisten Studien ein starkes Umsetzungshemmnis. Sofern vorliegende Normen, Strategien, Pläne und Programme Vorgaben und Ziele enthalten, die den Klimawandel mit betrachten, wird er in den Umweltprüfungen übernommen und angewandt. Wird dabei schon eine gewisse Risikokultur und –Planung sichtbar, lässt sich diese auf die nachfolgenden Planungen und Umweltprüfungen übertragen. Die Risikokultur ist außerdem stärker, wenn das Bewusstsein durch bereits aufgetretene Naturereignisse (wie in Österreich) geschärft ist. Eine ressortübergreifende Kommunikation während des Prüfverfahrens kommt der Erfassung der doch eher kumulativen Auswirkungen des Klimawandels entgegen. Werden die Klimafolgen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens thematisiert, gewinnen diese an Bedeutung im Umweltbericht.

### **5.1.2 Leitfäden zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung**

Die analysierten Leitfäden zur Integration, des Klimawandels in die Umweltprüfung haben die zuvor genannten Herausforderungen aufgenommen und Lösungsmöglichkeiten entwickelt, die beschreiben wie in den einzelnen Ländern mit den Folgen des Klimawandels in der Umweltprüfung umgegangen werden kann. Es handelt sich dabei um Leitfäden der Europäischen Kommission, aus den Niederlanden, UK mit Wales, Schottland und Irland. Die Leitfäden beziehen sich dabei in der Regel sowohl auf den Klimaschutz als auch auf die Klimaanpassung. Diese Analyse der Leitfäden konzentriert sich auf die

---

<sup>18</sup> Da sich dieses vor allem aktuell um eine Anleitung für UVP-Projekte handelt, wird das Infoportal nicht weiter ausgewertet.

Inhalte, die sich auf die Klimaanpassung beziehen. Sie hat zum Ziel, Hinweise zu finden, die sich auf das deutsche System übertragen lassen.

Die Leitfäden der EU (Europäische Kommission 2013b) und der Niederlande (NCEA 2015) unterscheiden sich von den Leitfäden aus dem UK mit Wales, Schottland und Irland. Der niederländische Leitfaden ist entstanden, um das Prinzip der Integration der Klimafolgenbetrachtung im internationalen Kontext für die niederländische Entwicklungszusammenarbeit zu verdeutlichen. Deswegen ist er mit zwei Seiten vergleichsweise kurz und beschreibt ausschließlich die methodischen Besonderheiten. Der Leitfaden der EU-Kommission hingegen spricht das Spezialthema der Wechselwirkungen zwischen der Veränderung der Biodiversität und dem Klimawandel an. Da beide Aspekte zentral sind für die Umweltentwicklung in Europa, werden diese gemeinsam beschrieben (Witt 2015). Dabei wird auf eine Vielzahl europäischer Daten und Informationsgrundlagen hingewiesen (Europäische Kommission 2013b). Die Leitfäden aus UK und Wales (UK: UKCIP 2004, Environment Agency 2011), Schottland (SCT: Scottish Executive Natural Scotland 2006, The Scottish Government 2010) und Irland (IRE: EPA2015) bauen aufeinander auf und beziehen sich gegenseitig aufeinander. Beim Vergleich dieser ist eine Weiterentwicklung der Strategien erkennbar.<sup>19</sup>

Ansatzpunkte für die Integration einer Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung sind sowohl im inhaltlichen Bezug der Schutzgüter als Prüfgegenstand zu finden (siehe Kapitel 2) als auch im Bezug auf die Prüfmethodik, welche den Aufbau des Umweltberichts und das Verfahren der Umweltprüfung strukturiert.

### **Methodisch verfahrensbezogene Empfehlungen**

Mit Ausnahme der Niederlande beschreiben alle nationalen Leitfäden die projizierten Auswirkungen des Klimawandels in ihren Ländern, auf die sich die ändernden Faktoren und Indikatoren, Ziele des Klimaschutzes und der Klimaanpassung beziehen und geben Empfehlungen ab, welche Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen besonders geeignet sind. Anknüpfungspunkte für die methodische Vorgehensweise zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die strategische Umweltprüfung finden die Leitfäden im Folgenden (Fischer 2010, Posas 2011a):

- Screening und Scoping (Vereinbarung des Untersuchungsrahmens (räumlich und inhaltlich) basierend auf Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung, Datengrundlagen und Politikdokumente),
- Beteiligung der Öffentlichkeit und der Behörden während des gesamten Planungsprozesses,
- Umweltbericht, dabei insbesondere in:
  - Ermittlung, Entwicklung und Bewertung einer „Nullvariante“ (Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung),
  - Entwicklung und Bewertung vergleichbarer Alternativen
  - Entwicklung von Anpassungs- und Ausgleichsmaßnahmen
  - Entwicklung eines Umweltüberwachungssystems (Monitoring)

**Screening und Scoping** werden nicht in allen Leitfäden getrennt voneinander beschrieben. Auch gehen die inhaltlichen Empfehlungen ineinander über (IRE, SCT). Im britischen Leitfaden werden diese beiden Schritte inhaltlich zusammengefasst. Im Screening sollen die Ziele der Pläne und Programme beschrieben werden. Die Probleme und Einschränkungen, die für den Plan oder das Programm durch

<sup>19</sup> Da die dort beschriebenen Inhalte so eng beieinanderliegen, wird von einer vergleichenden Analyse Abstand genommen.



den Klimawandel entstehen können, sollten aus den beschriebenen gegenwärtigen und zukünftigen Klimafolgen abgeleitet werden. Diese sollen sich auf die aktuellen und zukünftigen klimatischen Bedingungen beziehen und kumulative Effekte aus der veränderten Ausgangslage aufnehmen (IRE). Der irische Leitfaden erwähnt allein die Entwicklung einer Nullvariante, die auch die Veränderungen des Umweltzustands durch den Klimawandel bei Nichtdurchführung der Planung und die zentralen Auswirkungen, Vulnerabilitäten und Chancen hervorhebt. Es wird empfohlen, die aus den Projektionen resultierenden Unsicherheiten in die entwickelten (Klimawandel-)Ziele und Indikatoren zu integrieren.<sup>20</sup> Als entscheidende Datengrundlage werden vorhandene Klimaschutz- und Anpassungspläne (z.B. Flussgebietsbewirtschaftungspläne oder integrierte Küstenzonenmanagementpläne) im Scoping empfohlen.

Fast alle Leitfäden erachten es für wichtig, den **Beteiligungsprozess** zum Zeitpunkt des Screenings und des Scopings zu starten. Die beschriebene Methodik der Beteiligungsverfahren ist in den Leitfäden vergleichbar. Der schottische und der niederländische Leitfaden heben die Bedeutung der Öffentlichkeit besonders hervor. Die Leitfäden weisen darauf hin, dass neben den bisherigen Trägern öffentlicher Belange vom Klimawandel Betroffene und für Klimaanpassung und Klimaschutz Verantwortliche an allen Schritten der Umweltprüfung beteiligt werden sollten. Dies schließt eine frühzeitige Beteiligung mit ein, in der die Chancen und Risiken des Klimawandels für das Projekt und mögliche Alternativen diskutiert werden können (Europäische Kommission 2013b). Zusätzlich sollten mit ihnen auch die Ergebnisse und Empfehlungen der SUP erörtert werden. Dies ist nicht nur wichtig, um sie an den getroffenen Entscheidungen für eine favorisierte Alternative zu beteiligen, sondern auch um das Bewusstsein möglicher Auswirkungen des Klimawandels zu schärfen. Transparenz durch Öffentlichkeitsbeteiligung und qualitativ hochwertige Informationen sind Grundprinzipien des niederländischen Leitfadens.

Der **Umweltbericht** soll folgende Informationen über den Klimawandel enthalten (IRE, UK, SCT, NL):

- Zusammenfassung der signifikanten Auswirkungen der Pläne und Programme auf den Klimawandel
- Beschreibung der Erfassungs- und Analyse- und Beurteilungsmethoden in Bezug auf den Klimawandel und den damit verbundenen Unsicherheiten (IRE, UK)
- Empfehlung angemessener Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen und deren Integration in die Pläne und Programme (IR, SCT).

In den Niederlanden gibt es für alle Umweltprüfungen eine unabhängige Qualitätskontrolle (NCEA), welche auch hier empfohlen wird.

Zur Unterstützung der Formulierung der „**Nullvariante**“ (**Baseline-Scenario**) geben fast alle Leitfäden (außer NL) erste Hinweise auf bereits beobachtete Klimaveränderungen und daraus resultierende Umweltveränderungen und die dafür nutzbaren Quellen. Zusätzlich werden im schottischen Leitfaden Vorschläge gemacht, wie diese beeinflusst werden können und wie der Plan die bisherige Entwicklung der Umwelt beeinflussen kann (The Scottish Government 2010: 20). Im irischen Leitfaden wird hervorgehoben, dass Trendaussagen aufgrund der in Kapitel 3 beschriebenen Unsicherheiten hinsichtlich der Umweltveränderungen mit und ohne Durchführung der Pläne und Programme der richtige Weg sei. Der Leitfaden der Europäischen Kommission geht hier noch weiter, indem er die Bedeutungszunahme der Baseline-Szenarien (Nullvariante) erklärt. Die Entwicklung von Baseline-

---

<sup>20</sup> Da sich der niederländische Leitfaden nicht mit Indikatoren befasst, findet keine Empfehlung projektionsbedingte Unsicherheiten in die Ziel- und Indikatorenentwicklung zu integrieren keine Erwähnung.

Szenarien wird zunehmend wichtiger für Pläne und Programme mit einem längeren Planungshorizont als 20 Jahre, da hier sonst die Auswirkungen der Planung auf die sich in diesem Zeitraum verändernde Umwelt nicht mehr abgeschätzt werden kann (Europäische Kommission 2013b: 34). Es soll dabei darauf geachtet werden, dass

- bereits bekannte Trends und entwickelte Szenarien genutzt werden (z.B. Hochwasserentwicklung, Entwicklung von Extremwetterereignissen),
- direkte und indirekte Hauptimpulse (*drivers of change*) identifiziert werden,<sup>21</sup>
- Grenzwerte benannt werden, die sich an Kippunkten und nationalen oder regionalen Zielen orientieren,
- Kernbereiche erkannt werden, die durch eine Verschlechterung des Umweltzustands beeinträchtigt werden können,
- Gewinner und Verlierer identifiziert werden, die aus den beschriebenen Trendentwicklungen erkennbar werden.

Zusätzlich empfiehlt die Europäische Kommission die Durchführung einer Vulnerabilitätsanalyse, welche zu erwartende Klimaauswirkungen, Risiken und Anpassungskapazitäten einer Region bzw. eines Sektors analysieren. Wichtig ist hierbei die Anpassungskapazität (v.a. der Kritischer Infrastrukturen) kritischer Wirkzusammenhänge festzustellen und mögliche negative Kettenreaktionen zu erkennen (Europäische Kommission 2013b).

Angemessene **Planungsalternativen** sollen anhand der Treibhausgasemissionen, des Energiebedarfs, der Landnutzung und den Möglichkeiten der räumlichen Planung hinsichtlich der entwickelten Ziele für Klimaschutz und -Anpassung verglichen werden. Zusätzlich hebt die Europäische Kommission (2013b) die Möglichkeit hervor, Planungsalternativen zu entwickeln, die auf den unterschiedlichen Klimawandel-Projektionen und -Szenarien fußen. Dabei sollen Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen in die Planung integriert sein (UK, IRE). In Irland wird empfohlen, die Alternative auszuwählen, welche die geringsten Umweltauswirkungen aufzeigt und möglichst Win-Win- oder No-Regret-Optionen anbietet. Im Vergleich zum Baseline Szenario sollen angemessene Alternativen entwickelt werden, die sich an den Zielen der Pläne und Programme orientieren und eine maximale Resilienz ermöglichen. In Schottland sollen Alternativen entwickelt werden, die verschiedene Optionen und Möglichkeiten im Umgang mit dem Klimawandel beschreiben. Dabei wird darauf hingewiesen, dass die beste Möglichkeit der Klimaanpassung nicht immer die umweltverträglichste Alternative ist.

Grundlegend sind die beschriebenen Prinzipien zur Entwicklung von **Anpassungs- und Ausgleichsmaßnahmen** in allen Leitfäden miteinander vergleichbar. Sie unterscheiden sich in ihrer inhaltlichen Detailierung und der Kombination mit Maßnahmen zum Klimaschutz. Bezogen auf Klimaanpassungsmaßnahmen werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Entwicklung flexibler Optionen, die ein Adaptive Management System zu Grunde legen.
- Entscheidungen, die den Umgang mit zukünftigen Risiken erleichtern (Win-Win-, No-Regret- oder Low-Regret-Maßnahmen).

Im irischen Leitfaden wird darauf hingewiesen, dass die Auswirkungen der Klimaanpassungsmaßnahmen überprüft werden müssen. Beispielsweise, ob Hochwasserschutzmaßnahmen Lebensräume schützenswerter Arten beeinträchtigen. Der schottische Leitfaden geht hier weiter, indem dieser die

<sup>21</sup> Direkte Hauptimpulse sind beispielsweise Veränderungen der Landnutzung und der Emissionen. Indirekte Hauptimpulse sind der demographische und soziopolitische, wirtschaftliche, kulturelle und technologische Wandel.

Beachtung der Abschichtung von Zielen und Maßnahmen, die Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz und die Entwicklung von Klimaanpassungsmaßnahmen als Ausgleichsmaßnahmen hervorhebt.

Die **Umweltüberwachung (Monitoring)** ist für alle Leitfäden ein zentraler Bestandteil. Hierbei sollen folgende Aspekte beobachtet werden:

- Allgemeine Umweltveränderungen, die Veränderungen durch den Klimawandel dokumentieren.
- Mögliche Veränderungen und Beeinträchtigungen, die in Folge der Umsetzung der Pläne und Programme auftreten können (SCT).
- Beobachtung der Effektivität von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen (IRE, UK).

Im schottischen Leitfaden hat die Umweltüberwachung auch eine Managementfunktion, die klar vorgeben soll, mit welchen Indikatoren Veränderungen gemessen werden und in welchem zeitlichen Abstand die Effektivität der Maßnahmen und Umweltveränderungen dokumentiert und analysiert werden soll. Für den Fall negativer Auswirkungen wird entsprechend der EU-Richtlinie das Treffen entsprechender Vorkehrungen vorgeschlagen (IRE, UK).

Der Leitfaden der Europäischen Kommission hebt die vorherrschenden Schwächen der SUPs hervor, die sich dadurch auszeichnen, dass sie Schwierigkeiten haben, geeignete Indikatoren zu finden und die Anpassungsfähigkeit und Flexibilität von Plänen und Programmen zu steigern. Deswegen wird dort vorgeschlagen (Europäische Kommission 2013b),

- die Ziele der Pläne in einem regelmäßigen Überprüfungsprozess anzupassen und zu überdenken,
- Klimawandelindikatoren in das Überwachungskonzept aufzunehmen, um negative Auswirkungen abfangen zu können, Maßnahmen vorzusehen, die umgesetzt werden müssen, wenn Grenzwerte überschritten wurden,
- Umweltauswirkungen auch von Klimaschutzmaßnahmen zu beobachten.

Grundsätzlich wird die Umweltbeobachtung zum Umgang mit Unsicherheiten in den Leitfäden begrüßt, da dadurch unvorhergesehene Auswirkungen erkannt werden können und entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Dabei soll sie die Beurteilung möglicher Wahrscheinlichkeiten und die Signifikanz der Umweltauswirkungen für die gesamte Lebensdauer der umgesetzten Planung erlauben. Zusätzlich soll sie die Veränderungen dokumentieren, die seit der Anpassung der Planung erfolgt sind. Daten der Klimaveränderung in die Umweltüberwachung aufzunehmen, wird in den Leitfäden als eine große Herausforderung beschrieben, da diese für einen langen Zeitraum konzipiert sind, der sich über mehr als 30 Jahre erstreckt und in vielen Fällen nicht den Zeitspannen entspricht, die für Pläne und Programme (6-12 Jahre) vorgesehen sind. Eine thematische Abgrenzung muss demnach dennoch erfolgen, indem sich die Umweltbeobachtung auf signifikante Umweltauswirkungen der Pläne und Programme und deren Beitrag zum Klimaschutz und Klimaanpassung beschränkt.

#### **Inhaltliche Verwendung der Klimafolgenbetrachtung als Prüfgegenstand**

Inhaltliche Vorschläge in den Leitfäden beziehen sich auf

- Auswirkungen des Klimawandels,
- Indikatoren, die sowohl direkte Klimaveränderungen als auch Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen dokumentieren können,
- Klimaschutz- und –Anpassungsziele,

- Empfehlungen für Kompensations- und Ausgleichsmaßnahmen.

Tabelle 11 gibt Hinweise auf Kenngrößen, die für mögliche Indikatoren in einer Umweltprüfung zur Integration der Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen verwendet werden können.<sup>22</sup>

Kategorien	Kenngrößen
Ursachen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO<sup>2</sup> - Emissionen pro Kopf</li> <li>• Treibhausgasemissionen</li> </ul>
Klimawandel und Wetter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meeresspiegel</li> <li>• Niederschlag</li> <li>• Temperatur (Luft, Boden, Wasser)</li> <li>• Hochwasser in den Flüssen</li> <li>• Häufigkeit von Extremwetterereignissen</li> </ul>
Lokale Auswirkungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen auf Biodiversität/veränderte Lebensräume</li> <li>• Menschliche Gesundheit (Anzahl der Sterbefälle aufgrund von Hitze und Kälte)</li> <li>• Anzahl von Versicherungsfällen verursacht durch Hangrutschungen und Hochwasser</li> <li>• Flusswasser und Wasserqualität</li> </ul>
Irland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jährliches Verbot der Nutzung sommerlichen Gießens mit Trinkwasser</li> <li>• Neue Fälle wiederkehrender Überflutung</li> </ul>
UK und Wales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchschnittliche jährliche Überflutungs-, Hochwasser- und Trockenheitsereignisse</li> </ul>
Klima-anpassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl oder Anteil der Wohneinheiten in Überflutungs- und Überschwemmungsgebieten</li> <li>• Anzahl oder Anteil der Straßen/Schienenwege in Überflutungsgebieten</li> <li>• Anzahl der erteilten Baugenehmigungen entgegen der Empfehlungen des Hochwasserschutzes und der nachhaltigen Stadtentwicklung</li> </ul>
Irland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anteil der Fläche, mit grüner Infrastruktur in städtischem Gebiet (trockenheitsbeständig)</li> <li>• Weiterentwicklung des ökologischen Netzwerks durch Biotopentwicklung und – Wiederherstellung</li> </ul>
UK und Wales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserverbrauch pro Haushalt</li> </ul>
Schottland	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anzahl oder Anteil der Infrastruktur in überflutungsgefährdeten Gebieten.</li> <li>• Erweiterung der Biotope, die für die Klimaanpassung von Bedeutung sind.</li> </ul>

**Tabelle 11: Kenngrößen aus den nationalen Leitfäden zur Integration des Klimawandels in die Umweltprüfung (Environment Agency 2011: 5 f., The Scottish Government 2010: 16, EPA 2015: 33 f.)**

Die Leitfäden schließen sowohl ökologische als auch ökonomische Auswirkungen des Klimawandels mit ein. Dabei ist die Struktur der Leitfäden nicht identisch, was auf die geringfügig unterschiedlichen Betroffenheiten und spezifische Systematik der Umweltpfahrungen in den Ländern zurückgeführt werden kann. Im Allgemeinen beziehen sich die Schwerpunkte der Klimafolgenbeschreibungen auf die Land- und Forstwirtschaft, Gebäudestruktur, Land- und Bodennutzung, Biodiversität, Wasserqualität und Wasserquantität, Ökosysteme der Meere, Küsten- und den Hochwasserschutz, menschliche Gesundheit, Kritische Infrastrukturen, Wirtschaft und die gesellschaftliche Entwicklung. Alle Leitfäden beschreiben ähnliche Parameter für Klimaschutz- und -Anpassungsmaßnahmen. Darüber hinaus nennen der irische und englische Leitfäden Klimawandelkennwerte.

<sup>22</sup> Klimaschutz: Kenngrößen beziehen sich auf die Wasser- und Gasbenutzung, die Distanz, welche Menschen mit dem MIV/ÖPNV zurücklegen, dem Energiebedarf von Gebäuden (Effizienz, Versorgung über erneuerbare Energien), die Verwendung erneuerbarer Materialien in Entwicklungsgebieten.

Die **Ziele einer klimagerechten Entwicklung** sind in allen Leitfäden ähnlich. Klimaschutzziele beziehen sich auf Energieeffizienz, Reduktion des Verbrauchs klimaschädlicher Treibstoffe, erneuerbare Energien und Schutz der natürlichen Kohlenstoffsinken.

Klimaanpassungsziele beziehen sich in den Leitfäden auf die Biotopvernetzung, die Verringerung von Hochwasserrisiken und eine klimaangepasste Bauweise und Infrastruktur im Gesundheitswesen und der Regenwasserbewirtschaftung. In den UK und Irland werden eine robuste Verkehrsinfrastruktur und eine besondere Unterstützung und Weiterentwicklung der innerstädtischen grünen Infrastruktur hervorgehoben. In Schottland und Irland ist die Entwicklung einer ökologisch resilienten und abwechslungsreichen Landschaft wichtig. Ergänzend dazu wird im irischen Leitfaden der vorsorgende Hochwasserschutz hervorgehoben (Vermeidung städtebaulicher Entwicklung in Hochwassergebieten, Unterstützung grüner Infrastruktur, Technologien dezentraler Regenwasserbewirtschaftung und Trinkwasserschutz).

## **5.2 Besonderheiten der Entscheidungsunterstützung der Klimafolgenbetrachtung durch die Umweltprüfung im Bauleitplanverfahren**

In Deutschland wurden 2004 die EU-rechtlichen Vorgaben der SUP-Richtlinie (2001/42/EG) im UVPG, in den Fachplanungsgesetzen und dem BauGB übernommen. Die Umweltprüfung in Deutschland ist ein nichtselbständiger Teil eines verwaltungsbehördlichen Trägerverfahrens, welches dazu dient, mögliche Umweltauswirkungen umweltrelevanter Vorhaben, Pläne und Programme zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten (§4 UVPG, Gassner et al. 2010: Rn6). Die Aufmerksamkeit des Verfahrens ist frühzeitig auf „*mögliche Umweltauswirkungen*“ zu lenken, um diese im Entscheidungs- und Planungsprozess und der damit verbundenen Abwägung angemessen zu berücksichtigen (Fischer 2013: 196f). Im Gegensatz zu fachplanungsspezifischen Untersuchungen (z.B. Gewässer-, Hochwasser- oder Arten- und Biotopschutz) bezieht sich die Umweltprüfung auf alle relevanten Schutzgüter und deren Wechselwirkungen (Albrecht et al. 2018: 41). Dabei wird zwischen der projektbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) und der pläne- und programmebezogenen Strategischen Umweltprüfung (SUP) unterschieden.

Gesetzesgrundlage für beide Verfahren ist das UVPG, welches eine formal strukturierte Form der Untersuchung der Umweltbelange vorgibt. Im Gegensatz zur UVP und SUP ist ihre Umsetzung für die Bauleitplanung im BauGB geregelt. Ihre Prüfung hat sowohl strategische (FNP) als auch projektbezogene (BPlan) Prüfanteile (Jacoby/Beutler 2013). In diesem Fall wird in Deutschland von der Umweltprüfung (UP) für Flächennutzungspläne und Bebauungspläne gesprochen.

Diese Umweltprüfverfahren sollen Planungs- und Zulassungsentscheidungen unterstützen. Sie haben für sich genommen keine unmittelbar materielle Rechtswirkung. In ihrem Mittelpunkt stehen die „*Sachfolgenbewältigung*“, welche umfassend und systematisch die Umweltauswirkungen eines Projektes, Planes und Programms unter Einbeziehung der Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern unter Behördenbeteiligung und Öffentlichkeitsbeteiligung erhebt, beschreibt und bewertet (Gassner et al. 2010: Rn 5). Zu den Schutzgütern gehören zusammengefasst neben den natürlichen Ressourcen Fläche, Boden, Wasser, Luft und Klima, die Lebensräume von Tieren, Pflanzen und die menschliche Gesundheit, sowie das kulturelle Erbe (siehe auch §2 Abs. 1 UVPG oder im weiteren Sinne die Belange des Umweltschutzes in §1 Abs. 6 Nr. 7 und § 1a BauGB).<sup>23</sup> Die Umweltprüfungen ordnen sich in die Absichtung der Instrumente der räumlichen Gesamtplanung ein. Auf den entsprechenden

---

<sup>23</sup> Seit der Integration der UVP-Änderungsrichtlinie der EU (2014) in das UVPG und das BauGB 2017 wurde zusätzlich der Blick auf die Auswirkungen und Anfälligkeit für „schwere Unfälle oder Katastrophen“ und die Folgen des Klimawandels gelenkt.

Planungsebenen (Bund, Land, Region, Stadt, Quartier) werden hauptsächlich die Elemente geprüft, die auf diesen Ebenen entschieden werden können.

Des Weiteren folgen sie einer verfahrensbezogenen und methodischen Grundstruktur, welche in den Verfahrensschritten Beteiligung der Öffentlichkeit, Beteiligung der Behörden und Träger öffentlicher Belange, Screening und Scoping, Erstellung des Umweltberichts, Entscheidungsfindung und Umweltüberwachung erfolgt (Gassner et al. 2010: Rn 6, UNECE 1992). Die Umweltprüfung ist in das Bauleitplanverfahren integriert. Dabei wird das Screening und Scoping mit der Thematisierung der Umweltbelange mit der (frühzeitigen) Beteiligung der Öffentlichkeit, der Behörden und Träger öffentlicher Belange verknüpft. Die Ermittlung der Umweltauswirkungen, die Prüfung von Alternativen und die Entwicklung von Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen sind Bestandteile des Prozesses, welcher zur inhaltlichen Erstellung des Bauleitplans beiträgt. Die Beschreibung und Bewertung der Umweltauswirkungen werden im Umweltbericht zusammengefasst. Er ist Teil der Begründung des Bauleitplans. Die Umweltüberwachung spielt in der Umweltprüfung bisher eine untergeordnete Rolle, da hierfür der Bezug zur Bauleitplanung nur schwer herstellbar ist. Zum einen fehlen nutzbare Daten für die konkrete Umweltüberwachung und zum anderen gab es in den vergangenen Jahren keine Grundlage, die rechtliche Konsequenzen aus einer fehlenden Umweltüberwachung ziehen konnte (Weiland 2010: 213).

Die Beteiligung der Behörden und der Öffentlichkeit über Verwaltungsgrenzen hinaus ist ein zentrales Element des Bauleitplanverfahrens. Die Inhalte der Umweltprüfung und des Bauleitplans werden in den Planungsschritten, Abstimmungs- und Beteiligungsrunden kontinuierlich überarbeitet, verbessert und konkretisiert. Es sollen Fehlplanungen vermieden, Interessen gebündelt und Planungssicherheit hergestellt werden.

Der Umweltbericht ist Teil der Begründung des Bauleitplans und beschreibt die Ergebnisse der Umweltprüfung. Die Bestandteile des Umweltberichts werden in Anlage 1 zu §2 Satz 2 Nr. 2. BauGB vorgeben. Zusammengefasst handelt es sich dabei um

- die Kurzdarstellung des Inhalts,
- die Darstellung der einschlägigen Ziele des Umweltschutzes in den Fachgesetzen und Fachplänen,
- die Beschreibung und Bewertung der erheblichen Umweltauswirkungen durch
  - die Beschreibung des Umweltzustands und der voraussichtlichen Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung (Nullvariante),
  - die Prognose und Bewertung über die Entwicklung des Umweltzustands bei Durchführung der Planung,
  - die Beschreibung und der Vergleich möglicher Planungsalternativen,
  - die Beschreibung der Maßnahmen, die mögliche erhebliche Auswirkungen vermeiden, verhindern, verringern oder ausgleichen können, (gegebenenfalls) mögliche Ausgleichsmaßnahmen, die aufgrund der Umweltüberwachung erforderlich werden können,
- eine zusammenfassende Beschreibung und kritische Beurteilung der verwendeten technischen Verfahren bei der UP (Hinweis auf technische Lücken und fehlende Kenntnisse),
- die Beschreibung der Überwachung der erheblichen Auswirkungen der Umsetzung des Bauleitplans,
- eine Zusammenfassung und Referenzliste.

Die Umweltprüfung hat als nichtselbständiger Teil des Bauleitplanverfahrens die Aufgabe, erhebliche Umweltauswirkungen der Planung zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten. Die Inhalte der Umweltprüfung tragen zur Abwägung der umweltbezogenen Belange bei (§1a BauGB und §1 Abs. 7 BauGB). Die Umweltprüfung strukturiert und fasst diese Belange zusammen (§2 Abs. 4 BauGB).<sup>24</sup> Im Scoping und im Beteiligungsprozess der Bauleitplanung werden schwerpunktmäßig die Themen identifiziert, welche sich mit den Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Umweltgüter befassen. Kommen Themen der Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung und den Fachplänen vor, sind diese für die planende Gemeinde erkennbar und können in die Bauleitpläne integriert werden (Reese et al. 2016: 372).

In Deutschland wird die Art und Weise der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung schon seit längerem erörtert (Jacoby/Beutler 2013, Balla et al. 2018). Das Trägerverfahren und die methodische Herangehensweise der Umweltprüfung kann dafür genutzt werden, die Bauleitplanung dynamischer zu gestalten und den Umgang mit Unsicherheiten zu erleichtern (siehe Kapitel 3). In den beschriebenen Strukturen finden sich Ansätze, welche sich an den Inhalten der bereits vorgestellten Leitfäden der EU, Niederlande, UK und Wales, Irland und Schottland orientieren (Ahlhelm/Hinzen 2012). Jacoby und Beutler (2013) haben für die Umweltprüfung auf der Ebene des Flächennutzungsplans einen Leitfaden entwickelt, der die Integration einer Klimafolgenabschätzung möglich macht. Diese Ansätze wurden auch in einem vom UBA in Auftrag gegebenen Gutachten auf ihre Umsetzbarkeit für UVPs und SUPs in Deutschland untersucht (Balla et al. 2018). Dabei wird deutlich, dass sich das Prüfschema auf das Modell der Vulnerabilität von Füssel und Klein (2006) und dem „*adaptive enviromental assessment and management*“ von Holling (1978) bezieht. Mit ihrer Anwendung in der Umweltprüfung ist es möglich, auf die Empfindlichkeit des Umweltzustandes einzugehen, die möglichen Veränderungen durch den Klimawandel zu beschreiben und die daraus resultierende Betroffenheit durch den Klimawandel zu definieren. Sie geht damit über die Erfassung der Auswirkungen einer sich verändernden Landnutzung auf die betrachteten Schutzgüter hinaus. In diesem Zusammenhang wird vor allem auf die sich verstärkenden Einflüsse der sich verändernden Landnutzung mit dem Klimawandel auf die Schutzgüter eingegangen. Zusammengefasst gehören dazu folgende Schritte (siehe Abbildung 21):

- die Berücksichtigung der gesteigerten Verwundbarkeit der Schutzgüter durch den Klimawandel in Form einer Risiko- oder Vulnerabilitätsanalyse,
- die Entwicklung einer Nullvariante und möglicher Szenarien des Klimawandels als Grundlage für die städtebauliche Entwicklung,
- die Beschreibung von Umwelt- und Planungszielen, die die Wirkung des Klimawandels auf Umwelt und Stadt einbeziehen,
- eine Alternativenprüfung, welche die Wechselwirkungen des Klimawandels mit der Planung in verschiedenen Szenarien und Lösungsmöglichkeiten einbezieht,
- die Entwicklung von Ausgleichsmaßnahmen, die auf Klimawandelunsicherheiten (Win-Win-, No-Regret-, oder Low-Regret-Maßnahmen) und die Wechselwirkungen der Schutzgüter mit dem Klimawandel eingehen,

---

<sup>24</sup> Abwägungsbeachtlich sind diese Belange dann, wenn sie mehr als geringfügig sind, ihre Eintrittswahrscheinlichkeit zumindest wahrscheinlich ist und für die planende Stelle bei der Entscheidung über die Pläne als abwägungsbeachtlich erkannt werden (Reese et al. 2016: 372 im BVERWG 58, 87, 103).

- die Anwendung und Konkretisierung von Bewertungsmaßstäben aus Zielen des Umweltschutzes der Fachgesetze und –Pläne, die relevante Klimafolgen miteinbeziehen, im Rahmen der Ausgleichskonzeption,
- die Entwicklung eines Umweltüberwachungskonzepts, welches mögliche Entwicklungen durch den Klimawandel beobachtet und Handlungsstrategien vordenkt.

Durch den Klimawandel wird eine dynamischere Prüfsystematik in der Planung notwendig, welche in der Lage ist, auf eine sich verändernde Umwelt einzugehen. Bei der Betrachtung der rechtlichen Vorgaben werden die Möglichkeiten, Grenzen und Handlungsbedarfe deutlich.

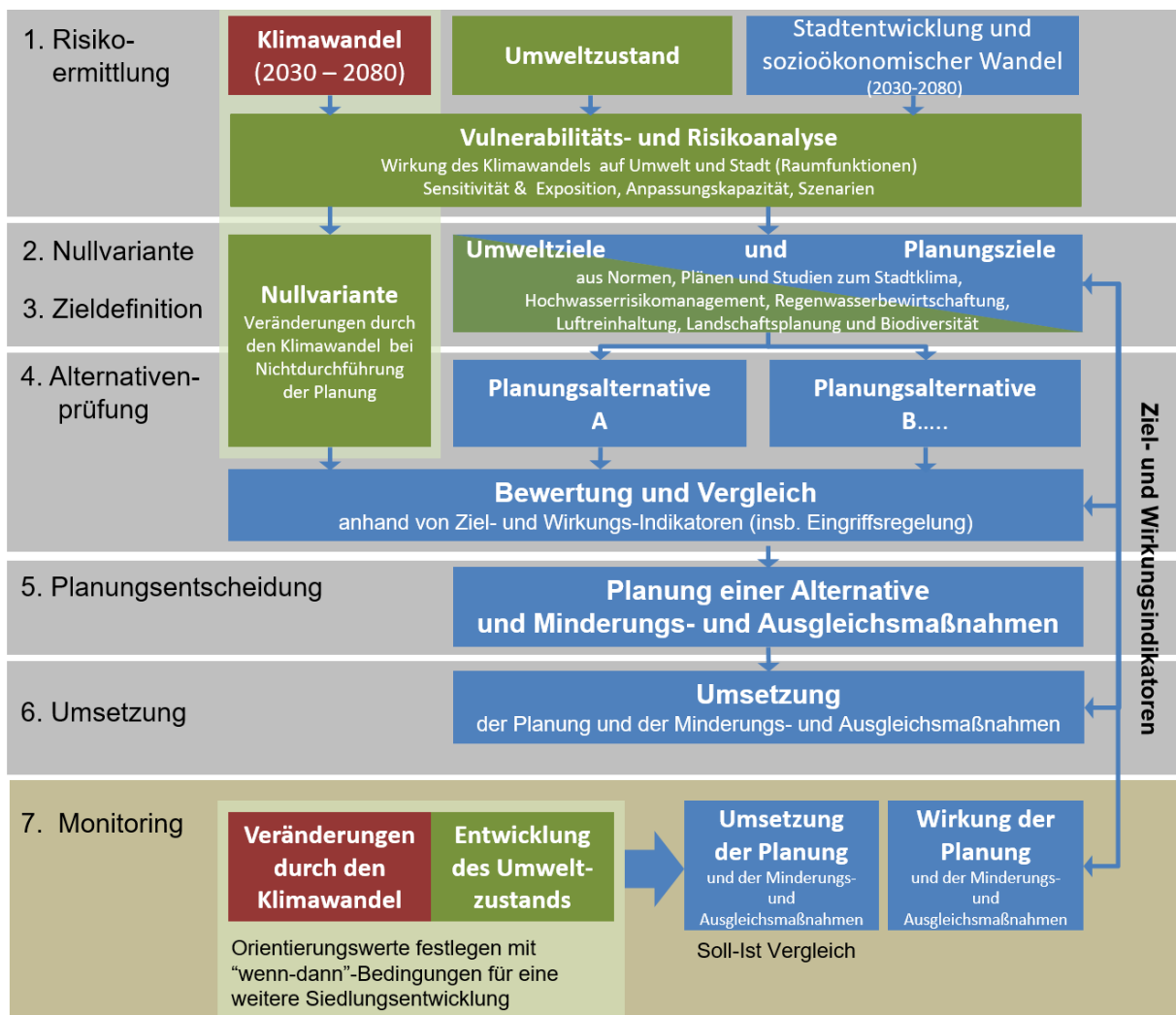


Abbildung 21: Prüfsystematik zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung (eigene Darstellung)

### 5.2.1 Absteckung des Untersuchungsrahmens (Screening und Scoping)

Da nicht alle Bebauungspläne einer Umweltprüfung unterzogen werden müssen, birgt die Integration der Umweltprüfung in das Bauplanungsrecht einige Lücken. Mit der BauGB Novelle 2007 ist das „beschleunigte Verfahren“ (§13a BauGB i.V.M. §13 Abs. 2 und 3 BauGB) für BPläne der Wiedernutzbarmachung, der Nachverdichtung und Maßnahmen der Innenentwicklung möglich, die eine Grundfläche von maximal 2ha nicht überschreiten. Dabei sind die planenden Gemeinden von der Umweltprüfung befreit (§ 13 Abs. 3 BauGB). Zusätzlich gilt eine Befreiung bei BPlänen mit einer Fläche von 2 – 7 ha, sofern „keine Anhaltspunkte für eine Beeinträchtigung“ der Schutzgüter bestehen (§13 Abs.



1 Nr. 2 BauGB) und „keine erheblichen Umweltauswirkungen“ in der Einzelfallvorprüfung (Screening) bekannt werden (§13a Abs. 1 S. 2 Nr. 1 und 2. BauGB). Auch wenn die Umweltprüfung und die Prüfung der Eingriffsregelung entfallen, müssen Belange des Umweltschutzes und des Naturschutzes und der Landschaftspflege nach §1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB in der Abwägung berücksichtigt werden (Bunge 2019: 107). Ein Umweltbericht würde hierbei die formale Erarbeitung umweltbezogener Inhalte (naturschutzbezogen, menschliche Gesundheit und immissionsschutzrechtliche Fragestellungen) erleichtern und strukturieren (Schwarz 2015). Ähnliches galt zeitlich befristet bis Ende 2019 für Außenbereichsflächen, die eine Fläche von 1ha nicht überschreiten und deren Wohnnutzung an im „Zusammenhang bebauete Ortsteile anschließt“ (§13b S. 1 BauGB). Trotz allem müssen auch diese BPläne die Planungsgrundsätze der §1 Abs. 5 und §1a BauGB beachten und die Umweltbelange in die Abwägung einbeziehen. Gerade in Bebauungsplänen der Innenentwicklung wird der Steuerungsbedarf aus mikroklimatischer Sicht zunehmen und sollte im Rahmen der Abwägung im Bauleitplanverfahren thematisiert werden (Ahlhelm/Hinzen 2012: 85). Ahlhelm und Hinzen (2012: 85) befürchten, dass durch das vereinfachte Verfahren Klimaschutz und Klimaanpassung nicht oder nur untergeordnet behandelt werden.

Zum Zeitpunkt des Screenings und Scopings wird empfohlen, die Verwundbarkeit der geplanten städtebaulichen Entwicklung gegenüber dem Klimawandel abzuschätzen, und erhebliche Risiken für bestimmte Nutzungen auf risikoreichen Standorten auszuschließen (Balla et al. 2018, Jacoby/Beutler 2013). Zusätzlich wird gefordert, vor allem die sich verstärkende Wirkung durch den Klimawandel und das Vorhaben auf die Umwelt abzuschätzen.

### 5.2.2 Frühzeitige Beteiligung

Im Rahmen der frühzeitigen Beteiligung (§4 Abs. 1 BauGB) gilt es, den Untersuchungsrahmen mit den Behörden, der Öffentlichkeit und den zu beteiligenden Trägern öffentlicher Belange für die Umweltprüfung festzulegen und zu erörtern. Ist zu erwarten, dass die Auswirkungen auf die Umwelt komplexer sind, empfiehlt Kuschnerus (2010) einen gesonderten Scoping-Termin zu veranstalten, an dem die Behörden beteiligt werden, die für die Umweltbelange verantwortlich sind. Reese (et al. 2016: 372 ff.) heben die Verpflichtung der Fachbehörden hervor, die gemeindliche Ermittlungsaufgabe durch Fachinformationen und die Abstimmung fachplanerischer Vorhaben zu unterstützen (§ 2 Abs. 4 S. 2 BauGB und §4 BauGB). §2 Abs. 4 S. 2 BauGB gibt vor, dass die Gemeinde „dazu für jeden Bauleitplan (...)“ den „Umfang und Detaillierungsgrad“ für die „Ermittlung der Belange für die Abwägung“ festlegt. Dabei müssen die betroffenen Behörden und Träger öffentlicher Belange informiert und beteiligt werden (vgl. §4 Abs. 1 BauGB). Ein expliziter Scoping-Termin ist im Rahmen der Bauleitplanung jedoch nicht vorgeschrieben und kann in die vorgesehene Behördenbeteiligung integriert werden (Spannowsky et al. 2018: 137). Für die Umweltprüfung sind die dort festgelegten Untersuchungen abwägungsrelevant. Diese sind aus der Sicht der Klimafolgenbetrachtung vor allem in der Landschaftsplanung, der Wasserwirtschaft und dem Gesundheitswesen zu finden. Balla et al. (2018: 38ff) plädieren für einen großen Teilnehmerkreis, der Klimaexperten und Stadtklimatologen einbezieht, welche Datenlücken erkennen und diese in das weitere Verfahren einbinden können.

### 5.2.3 Umweltbericht

Der Umweltbericht ist Teil der Begründung des Bauleitplans. Die BauGB-Novelle 2017 hat die Vorgaben der UVP-Änderungsrichtlinie aufgenommen. Diese richtet verstärkt den Blick auf die Folgen des Klimawandels. Im Gegensatz zum UVPG sind schon seit 2011 neben den Klimaschutzbelangen auch Klimaanpassungsbelange im BauGB in der Klimaschutzklausel in §1a Abs. 5 und den Grundsätzen in § 1 Abs. 5 S.2 BauGB enthalten. Damit sind sie als Abwägungsbelange für die Bauleitplanung zu

berücksichtigen. Mit der letzten BauGB-Novelle 2017 heben die Änderungen in Anhang 1 den methodischen Bezug zur Integration der Klimafolgen in der Umweltprüfung hervor. Nun werden auch dort die „Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt“ durch „Unfälle und Katastrophen“ und die „Anfälligkeit der geplanten Vorhaben gegenüber den Folgen des Klimawandels“ hervorgehoben. Zusammengefasst bedeutet dies, dass folgende Schritte im Sinne der Klimafolgenbetrachtung zusätzlich an Bedeutung gewinnen:

- die Darstellung der festgelegten Ziele des Umweltschutzes in den Fachgesetzen und -Plänen,
- die „Übersicht über die voraussichtliche Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung“ (Nullvariante),
- die Prognose „über die Entwicklung des Umweltzustandes bei Durchführung der Planung“:
  - infolge der „Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt“ ... „zum Beispiel durch Unfälle und Katastrophen“,
  - die Einbindung „der Anfälligkeit der geplanten Vorhaben gegenüber den Folgen des Klimawandels“,
- den „in Betracht kommenden anderweitigen Planungsmöglichkeiten“ (Planungsalternativen),
- die Beschreibung der „geplante(n) Maßnahmen, mit denen (erheblich nachteilige) Umweltauswirkungen vermieden, verhindert, verringert oder (...) ausgeglichen werden sollen“ (Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen),
- die „Hinweise auf (...) technische Lücken oder fehlende Kenntnisse“ (Wissenslücken) und die „Beschreibung der geplanten Maßnahmen zur Überwachung der erheblichen Auswirkungen (...) auf die Umwelt“ (Umweltüberwachung). die Beschreibung von Maßnahmen zur Überwachung der erheblichen Auswirkungen der Durchführung des Bauleitplans auf die Umwelt.

Auf diese Schritte wird nun im Folgenden eingegangen.

### **Darstellung der Ziele des Umweltschutzes aus den einschlägigen Fachgesetzen und Fachplänen**

Die Darstellung der Umweltschutzziele aus den einschlägigen Fachgesetzen und Fachplänen soll vor allem die für die Bauleitplanung bedeutsamen Umweltziele hervorheben. Tabelle 12 zeigt Beispiele bedeutsamer Rechtsgrundlagen und Fachpläne für die Klimafolgenbetrachtung. Hier wird deutlich, dass die rechtlichen und fachplanerischen Grundlagen für die Wasserwirtschaft und Biodiversität ein sehr starkes Gewicht haben. Der Umgang mit den Schutzgütern menschliche Gesundheit, Kultur- und Sachgüter sowie Klima und Luft beruht auf einer freiwilligen Vertiefung in der kommunalen Planung. Ihre Ausprägung hängt vom Ermessen der Gemeinde ab. Teilweise wurden stadtklimatische Untersuchungen in die gemeindlichen Landschaftspläne integriert oder in der übergeordneten Landes- und Regionalplanung verankert.

Schutzgüter	Rechtliche Rahmen (EU, Bund, Land)	Beispiele für räumliche Planungsgrundlagen, -Ziele und Instrumente	
Grundwasser	§§ 50 – 53 WHG (öffentliche Wasserversorgung)	Wasserschutzgebiete; Verantwortung bei den örtlichen Wasserbetrieben	Fachplanung
Hochwasser und Flut	HWRM-RL und §§ 72 - 81 WHG	Hochwassermodellierungen, Hochwasserrisikomanagement-Pläne (Überarbeitung alle 6 Jahre)	
Starkniederschläge	§5 Abs. 1 Nr. 3 und 4 WHG (allgemeine Sorgfaltspflicht zum Erhalt der Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes und Vermeidung der Vergrößerung und Beschleunigung des Wasserabflusses), § 55 Abs. 2 WHG (ortsnahe Versickerung des Regenwassers) § 56 WHG (Abwasserbeseitigungspflicht), Konkretisierung in Landeswassergesetzen Bestimmungen zur Niederschlagsbewirtschaftung in Landesverordnungen und kommunalen Satzungen (z.B. § 74 Abs. 3 Nr. 2 LBO-BW Satzung zur Regenwasserbewirtschaftung)	KOSTRA DWD; Abwasserbeseitigung, dezentrale Regenwasserbewirtschaftung, Grundstücksentwässerung vor Ort, Entwässerungskonzepte und –Satzungen für Baugebiete, Interpretation der Sorgfaltspflicht nach §5 Abs.1 Nr. 3 WHG ist unterschiedlich. (Grundlage und Systematik nach technischen Regelwerken wie DWA-Arbeits- und Merkblättern (z.B. DWA A 100, DWA A 102, DWA A 118, DWA A 531, DWA M 119, DWA M 153 und DIN 1986-100)	
Biodiversität	FFH-Richtlinie, § 37 ff, 44, 45 BNatschG (Artenschutz) §§ 14 – 18 BNatschG (Eingriffsregelung), Landes-NatschG, Schutzgebietsverordnungen, Baumschutzverordnungen und – Satzungen (z.B. §9 Abs. 1 LBO-BW: Begrünungspflicht nicht überbauter Grundstücke und § 74 Abs. 1 Nr. 3 LBPO-BW Begrünungssatzung nicht überbauter Grundstücke), etc.	Managementpläne für Natura 2000 Gebiete, Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Listen geschützter Arten, Landschaftspläne, Landschaftsrahmenpläne, Vorgaben zu einer Mindestdichte an Baumanpflanzungen und schützenswerten Bäumen, etc.	Gesamtplanung
Menschliche Gesundheit	§ 1 (4) Nr. 2 BNatSchG (Schutz der freien Landschaft zu Erholungszwecken)	Erholung und Wohlbefinden auch währenden Hitzeperioden, Erhalt des Landschaftsbilds: Vulnerabilitätsanalysen in Stadtklimagutachten und städtischen Klimaanpassungsstrategien, Gefahrenabwehr und Schutz für Leib und Leben, Hitzeaktionspläne, Katastrophenschutzpläne	
Kultur- und Sachgüter	(Landes-)Denkmalschutzgesetze KRITIS	Denkmalschutzpläne, Katastrophenschutzpläne	
Klima und Luft	§ 1 Abs. 5 und 6 Nr. 7a BauGB und nicht explizit: § 1a Abs. 5 BauGB, indirekte Bindung durch §1a Abs. 3 BauGB	Stadtklimatische Gutachten, Rahmenpläne, Klimafunktionskarten, Planungshinweiskarten, Integration der Ergebnisse eines Stadtklimagutachten in den Landschaftsplan oder den Umweltatlas ( <i>Grundlage u. Systematik nach VDI Richtlinie 3785 Blatt 1</i> )	
Boden	Bundesbodenschutzgesetz und –Verordnung, § 1a Abs. 2 BauGB “Bodenschutzklausel”	Landes- und Regionalpläne: nachhaltiger Schutz des Bodens vor Verunreinigung, Erosion und Versiegelung, Bodenschutzkonzepte, Altlastenkonzepte	

**Tabelle 12: Beispiele rechtlicher und fachplanerischer Grundlagen für die Erfassung klimaanpassungsbezogener Umweltbelange in der Bauleitplanung (eigene Zusammenstellung basierend auf Reese 2017, Hartlik/Machtolf 2018)**

### Entwicklung des Umweltzustandes bei Nichtdurchführung der Planung (Nullvariante)

In Anlage 1 Nr. 2a) des BauGB wird der Blick auf die zukünftige Entwicklung der Umwelt gerichtet. Dabei wird gefordert, dass „eine Übersicht über die voraussichtliche Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung“ (Nullvariante) erstellt werden soll. Unter Einbeziehung der Klimafolgen gewinnt dieser noch mehr an Bedeutung.

Bereits 2009 forderte Heiland (2009: 51), den Klimawandel in die Entwicklung der Nullvariante einzubeziehen. Auch das UBA geht (2016:76) davon aus, dass langfristige Folgen im Sinne des Vorsorgeprinzips mit einbezogen werden müssen. Eine Handhabung ist jedoch schwierig, da deren Verlauf nur im Groben erfassbar ist. Hinzu kommt, dass es für diese Ausführungen keine Vorgaben über die Begrenzung der Zeithorizonte gibt (Reese et al. 2016: 374 f.). Sie beziehen sich dabei auf das „Risikoverwaltungsrecht“, welches im Zusammenhang der so genannten „Altlastenrechtsprechung“ dem Vorsorgeprinzip einen Vorrang einräumt (Reese et al. 2016: 375). Dabei stellt sich die Frage, wie die Entwicklung des Klimawandels in die Nullvariante so einbezogen werden kann. Dies würde voraussetzen, dass vorhandene Unsicherheiten in den Projektionen thematisiert werden und dennoch mögliche klimawandelinduzierte Umweltveränderungen beschrieben werden können. Balla et al. (2018: 46ff) gliedern mögliche Veränderungen des Umweltzustands in folgende Schwerpunkte:

- Veränderung der Landnutzung
- Veränderung des regionalen Klimas
- Entwicklung der Schutzgüter (Empfindlichkeit gegenüber dem Klimawandel, Anpassungsfähigkeit)

Bezogen auf die Entwicklung der Schutzgüter legen Runge et al. (2010) ein Augenmerk auf die Entwicklung klimasensibler Lebensräume und Arten. Ihre Empfindlichkeit zeichnet sich zusätzlich durch ihre Fähigkeit der Neubesiedlung und Regenerierbarkeit aus. Der Ausgleich zerstörter oder beeinträchtigter Biotope wird in Zukunft auf die sich verändernden klimatischen Bedingungen eingehen müssen, wenn Lebensräume besonders vulnerabler Arten verloren insbesondere durch den Klimawandel bedroht sein können. Runge et al. (2010) gehen davon aus, dass dafür andere Maßnahmen erforderlich werden, die über die gängige Praxis hinausgehen.

Für die Beschreibung der Nullvarianten ist die Erfassung von Daten notwendig. Die Zumutbarkeit und Angemessenheit der zu erfassenden Daten (Zeitraum und Detaillierung) folgt der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts. Fischer (2013: 199) zitiert hierzu die Entscheidung: *Was „die Wissenschaft nicht hergibt, vermag auch eine UVP nicht zu leisten. Von der Behörde kann nicht mehr verlangt werden, als dass die die Annahmen zugrunde legt, die dem allgemeinen Kenntnisstand und den allgemein anerkannten Prüfmethode entsprechen. Die UVP ist nicht als Suchverfahren konzipiert, das dem Zweck dient, Umweltauswirkungen aufzudecken, die sich der Erfassung mit den herkömmlichen Erkenntnismitteln entzieht.“*<sup>25</sup> Dies bedeutet, dass die Verwaltung die Informationen nutzen kann, die bis zum Zeitpunkt der Planung zur Verfügung stehen. Damit wird der Wahrung der Verhältnismäßigkeit Rechnung getragen. Die Beschreibung der Veränderung des Umweltzustands auf der Ebene der Bauleitplanung kann dann eingeschränkt sein, wenn für die kommunale Ebene keine verwertbaren Informationen zur Verfügung stehen. Hier gilt es dann, mögliche Trends zu beschreiben und zu bewerten.

<sup>25</sup> BVerwGE 100 S. 238, 248 und BVerwGE 100 370, 377

In der Umweltprüfung wird Wissen über die Folgen der vorgenommenen Planung auf die Umwelt und den Menschen erfasst. Informationsgrundlage sind dabei vorliegende Umweltinformationsdienste sowie vorliegende Gutachten und Fachpläne. Fachplanerische Gutachten und entsprechende Fachpläne, die Informationen zur Veränderung des Umweltzustands durch das Klima haben könnten, liegen überwiegend für die Wasserwirtschaft, den Arten- und Biotopschutz und die Landschaftsplanung vor. Da es für Stadtklimagutachten kaum fachrechtliche Vorgaben gibt, werden diese nicht in allen Kommunen durchgeführt, obwohl sie einen wichtigen Beitrag zur Erfassung hitzeempfindlicher Räume leisten.

Die Beschreibung der Nullvariante kann auch mit Daten der Umweltinformationsdienste des Bundes, der Länder und der Kommune gespeist werden. Fachrechtliche Überwachungsmechanismen beispielsweise aus der Wasserwirtschaft, der Luftreinhaltung und dem Arten- und Biotopschutz können zusätzlich genutzt werden (Hanusch 2009: 142ff). Eine Übersicht möglicher Informationsquellen findet sich in Balla et al. (2018: 26f und 46ff). Allerdings ist die Schärfe der vorliegenden Klimadaten eher grob und nicht auf den Maßstab zugeschnitten, der für die Bauleitplanung hilfreich wäre (siehe Kapitel 3). Regionale Klimamodelle haben immer noch eine Auflösung von mehreren Kilometern. Allein eine Anwendung der Klimadaten auf die örtliche Situation lassen demnach nur grobe Abschätzungen zu, und müssen mit der vorgegebenen Bandbreite möglicher Entwicklungen interpretiert werden. Um die Erheblichkeit dieser Risiken abschätzen zu können, ist neben der Ermittlung der Vulnerabilität die Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit notwendig (Balla et al. 2018: 33ff). Dies wird von einigen Seiten als Schwäche der Klimainformationen gewertet, da sie dadurch keine „*Rechtsicherheit*“ herstellen können (Balla et al. 2018: 28). Die Planungspraxis konzentriert sich deswegen auf die Verwundbarkeiten des Raumes, welche in der Regel auf Bestands- und Beobachtungsdaten basieren können (BMVBS/BBSR 2013). Entsprechende Standards gibt es hierfür nur im Hochwasserschutz (Helbron et al. 2011: 91).

Fischer (2013: 212ff) sieht die Schwäche der Umweltprüfung darin, dass sie nur dann ein qualifiziertes Szenario für eine Nullvariante erstellen kann, wenn entsprechende Daten vorhanden sind. In der Klimafolgenbetrachtung ist das nicht immer der Fall. Hier müssen Entscheidungsträger mit Projektionen und Trends umgehen, die auf der Empfindlichkeit der Nutzung oder des Schutzgutes gegenüber dem Klimawandel vor Ort beruhen (Runge et al. 2010: 168). Der zeitliche Planungshorizont, welcher der Nullvariante zu grunde liegt, sollte sich nicht auf den Genehmigungszeitraum, sondern auf die Lebensdauer der Vorhaben beziehen (Runge et al. 2010, Balla et al. 2018: 28). Tabelle 3 zeigt die verwendbaren Wirkzusammenhänge für die Entwicklung einer Nullvariante.

### **Beschreibung und Bewertung der „Entwicklung der Umwelt bei Durchführung der Planung“**

In der BauGB-Novelle wurde 2017 in Anlage 1 (zu §2 Abs. 4 und den §§ 2a und 4c BauGB) die Liste der in der UVP-Änderungs-RL 2014 erwähnten Belange übernommen. Die mögliche Entwicklung der Umwelt bei Durchführung der Planung soll nun im Umweltbericht beschrieben werden. Dabei wird beschrieben, welche Auswirkungen die Durchführung des Bauleitplans auf die Umwelt haben kann. Diese beziehen sich sowohl auf den Bau, als auch auf die langfristige Nutzungsänderung. Dabei sind unter anderem in Nr. 2b) gg) die „*Anfälligkeit der geplanten Vorhaben gegenüber den Folgen des Klimawandels*“ und in Nr. 2b) ee) die zum Beispiel durch Unfälle und Katastrophen entstehenden „*Risiken für die menschliche Gesundheit, das kulturelle Erbe oder die Umwelt*“ erwähnt. Sie können sich in diesem Zusammenhang auf Katastrophen beziehen, die vom Klimawandel hervorgerufen werden aber auch das Störfallrecht miteinbeziehen (Spannowsky et al. 2018: RN 51f). Diese Schwerpunkte finden sich in den Grundsätzen der Bauleitplanung in §1 Abs. 6 Nr. 7j) BauGB und §1a Abs. 3 BauGB wieder. Balla et al. (2018: 31) teilen diese Prüfung in zwei Schritte. Im ersten Schritt wird geprüft, ob die geplanten Vorhabentypen grundsätzlich anfällig für Unfälle/Katastrophen sind, die in Folge des Klimawandels vermehrt auftreten

können. In einem zweiten Schritt wird geprüft, ob die gewählten Standorte für Klimafolgen besonders exponiert oder vulnerabel sind, und sich dadurch die Betroffenheit für die geplante Nutzung erhöht, beziehungsweise die Widerstandsfähigkeit des Schutzgutes durch das Vorhaben und den Klimawandel geschwächt werden kann. Balla et al. (2018) sind der Meinung, dass diese Risiken besonders relevant wären, wenn sich mögliche Schäden auf andere Umweltgüter auswirken. Sie plädieren dafür, diese Wechselwirkungen zwischen der Anfälligkeit der Schutzgüter und den möglichen Auswirkungen des Klimawandels näher zu betrachten. Diese können zum einen die Auswirkungen der bisher bekannten Klimafolgen auf die Schutzgüter (Balla et al. 2018: 40f) oder zum anderen die Anfälligkeit der Schutzgüter gegenüber den Klimafolgen in den Mittelpunkt stellen (siehe Tabelle 3).

### **Anderweitige Planungsmöglichkeiten (Alternativenprüfung)**

Die Alternativenprüfung ist ein grundsätzlicher Bestandteil des Abwägungsprozesses in der Bauleitplanung (Spannowsky 2006). Sie findet sich in allen Verfahren (FFH-Verträglichkeitsprüfung und Eingriffsregelung) wieder, die in die UP integriert sind. Aus rechtlicher Sicht erstreckt sich der Rahmen auf „*sich aufdrängende oder naheliegende Alternativen*“ (Stüer 2015: RN1106). Dabei müssen sie mit dem von der Gemeinde angestrebten Planungsziel übereinstimmen. Grundsätzlich lassen sich Umweltauswirkungen besser erkennen, wenn alternative Lösungen hinsichtlich des Standorts und der technischen Umsetzung miteinander verglichen werden können (Jacoby 2000: 434, Spannowsky 2006: 90, Gassner et al. 2010: RN14). Die Alternativenprüfung, wie sie in Anlage 1 Nr.2d) BauGB erwähnt ist, beschreibt in der aktuellen Praxis überwiegend raumrelevante Konzept- und Standortalternativen (Gassner et al. 2010: RN13). Sie schließt dabei die Nullvariante mit ein und erleichtert somit die Erfassung der Eingriffe in Natur und Landschaft (Stüer 2015: RN1106). Die getroffene Wahl soll im Umweltbericht begründet werden. Im Zuge der Abschichtung beziehen sich diese Alternativen auf den Geltungsbereich des Bauleitplans. Alternativen, die standortbezogen sind können also nur auf der Ebene des FNP untersucht werden. Auf der Ebene des BPlans werden „*Konzeptalternativen*“ miteinander verglichen (Spannowsky 2006).

Bisher spielte die Entwicklung vernünftiger Alternativen in der Umweltprüfung eine untergeordnete Rolle (Jacoby/Beutler 2013: 23). Wie von Stüer (2015: RN1106) beschrieben, ist die Gemeinde nicht zur Entwicklung eigener Alternativen verpflichtet, sofern keine „*sich aufdrängende und naheliegende Alternative*“ vorhanden ist. Eine verpflichtende Einbeziehung ist aus rechtlicher Sicht nur dann notwendig, wenn sie beispielsweise in übergeordneten Plänen oder in Fachplänen erwähnt, im Beteiligungsprozess gefordert oder als andere Alternative bereits erörtert wurde. Jacoby und Beutler (2013: 23) schlagen vor, die zu prüfenden Alternativen an der Entwicklung verschiedener Klimawandelszenarien und deren Fähigkeit Klimarisiken abzumildern, auszurichten. Dabei können alternative Lösungsmöglichkeiten erörtert und gegebenenfalls Wenn-Dann-Optionen entwickelt werden, die für ein bestimmtes Szenario vorbereitete Entwicklungsstrategien bereithalten.

### **Entwicklung von Anpassungs- und Ausgleichsmaßnahmen**

In der Bauleitplanung beziehen sich die Maßnahmen zur Vermeidung, Verringerung und zum Ausgleich nachteiliger Auswirkungen auf erhebliche Umweltauswirkungen und umweltschützende Belange (§1 Abs. 5 Nr. 7 und § 1a BauGB; siehe Anlage 1 Nr. 2c BauGB), die über Maßnahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung nach §§ 14, 15 BNatschG hinausgehen. Das Ausmaß des Ausgleichs legt dabei die Gemeinde im Rahmen der Abwägung fest (§1a Abs. 3 BauGB) (Stüer 2015: 198f).

Die Gemeinde kann Anpassungs- und Ausgleichsmaßnahmen bestimmen, die auf die Umweltwirkungen eingehen, welche aus der Überlagerung des Klimawandels mit der Stadtentwicklung entstehen. Dazu

kann sie die Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten nach §5 und §9 BauGB verwenden (siehe Kapitel 4). Diese kann sie innerhalb des Bauleitplans oder auf einem gesonderten Ausgleichs-Bebauungsplan festlegen. Ausgleichsmaßnahmen, die über diese Festsetzungsmöglichkeiten hinausgehen, sind nur durch vertragliche Vereinbarungen möglich.

Diese werden den Zielen einer resilienten Stadt gerecht (siehe Kapitel 4). Wie es dabei möglich ist, bisher noch unbekannte Entwicklungen und Auswirkungen in die Planungen einzubeziehen, beantworten Balla et al. (2018: 63) so: Maßnahmen sollten auch unter veränderten Klimabedingungen wirken und die Bandbreiten des Klimawandels miteinbeziehen. Dies ist möglich, indem Maßnahmen gewählt werden, die neben der Klimaanpassung auch andere Funktionen erfüllen und zum aktuellen Zeitpunkt der Planumsetzung nützlich und wichtig sind. Dabei sind Win-Win-, No-, oder Low-Regret-Lösungen möglich (Hallegatte 2009). Zum Ausgleich siedlungsklimatischer Eingriffe sind Vor-Ort-Maßnahmen wie die Erhöhung des Grünvolumens oder Durchlüftung zu empfehlen.

### **Beschreibung technischer Verfahren und Angaben zu technischen Lücken**

Unsicherheiten und Wissenslücken zu beschreiben, ist in Anlage 1 Nr. 3 a) BauGB ausdrücklich vorgesehen. Diese Wissenslücken beziehen sich vor allem darauf, dass Schwierigkeiten benannt werden, die bei der Datenerhebung aufgetreten sind. Die Umweltüberwachung könnte im Anschluss diese Unsicherheiten beobachten und Risiken dadurch minimieren. Diese Bestimmung eröffnet die Möglichkeit, Wissenslücken, die für die Planung relevant wären, zu benennen und im Rahmen der Umweltüberwachung zu schließen. Bezogen auf den Klimawandel wäre es möglich, auf die Bandbreiten und Klimawirkungen einzugehen, deren Genauigkeit explizit zu benennen und mögliche Szenarien und deren Konsequenzen für die Umweltentwicklung zu beschreiben. Reichen die Kenntnisse über die Auswirkungen des Klimawandels nicht aus, könnten No-Regret-Maßnahmen vorgeschlagen werden (Jacoby/Beutler 2013: 24). Bisher werden diese Wissenslücken in vielen Fällen durch die Erstellung von Gutachten vermieden oder nicht erwähnt.

### **Umweltüberwachung**

Mit der Umweltüberwachung sollen Prozesse und Entwicklungen beobachtet, überwacht und kontrolliert werden. Die Zwischenergebnisse dieser Beobachtung bilden durch ein regelmäßiges Auswerten und Interpretieren der Daten und Ereignissen eine Informationsgrundlage. Im Voraus definierte Indikatoren unterstützen eine Interpretation und Erfolgskontrolle, welche weitere Entscheidungen vorbereitet und erleichtert. Sie trägt sowohl der Dokumentation und Reflexion einer Entwicklung als auch der Kommunikation dieser Veränderungen zwischen planenden Stellen und politischen Entscheidungsträger bei (Jacoby 2011: 548).

In der Bauleitplanung ist eine Überwachung der *„erheblichen Umweltauswirkungen, die aufgrund der Durchführung der Bauleitpläne eintreten“* vorgeschrieben, *„um insbesondere unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen frühzeitig zu ermitteln und in der Lage zu sein, geeignete Maßnahmen zur Abhilfe zu ergreifen“* (§4c Satz 1 BauGB). Unvorhersehbare Ereignisse können Ereignisse sein, die aufgrund fehlender Informationen im Umweltbericht nicht erwähnt wurden (z.B. unbekannte Altlasten). Diese sind dann in die Umweltüberwachung aufzunehmen (Hanusch 2009: 39). Hauptgegenstand der Umweltüberwachung sind demnach Umweltauswirkungen, die sich aus möglichen *„Prognoseunsicherheiten“* ergeben (Fischer 2013: 207). Fischer (2013: 207) fordert, dass kontrolliert werden soll, *„ob die Prognosen über die klimawandelbedingte Fortentwicklung korrekt waren“*, und ob bei *„bereits erkannten Unsicherheiten Abweichungen festzustellen sind“*. Jedoch gibt es im BauGB keine Vorgaben, wie diese Überwachung zu erfolgen hat (UBA 2016: 379). Aktuell spielt die Umweltüberwachung in der Umweltprüfung eher eine unbedeutende Rolle (Weiland 2010). In der Praxis

wird sie meist auf eine untergeordnete Planungsebene abgeschichtet (Bebauungsplan) und kumulative Effekte, die besonders auf übergeordneten Ebenen sichtbar gemacht werden könnten, selten betrachtet. Der aktuelle Schwerpunkt der Umweltüberwachung liegt auf der Herstellungskontrolle, welche die Umsetzung der Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen überwacht.

Auch der Gesetzgeber setzt der Umweltüberwachung Grenzen. Diese liegen dort, wo die Verhältnismäßigkeit überschritten wird und aus dem Monitoring eine „Forschungsarbeit“ werden würde (Fischer 2013: 206 in Anlehnung an Hanusch 2009: 38). Dies bedeutet, dass in der Praxis auf ausschließlich vorhandene Daten zurückgegriffen wird. Diese ergeben sich aus den von der Gemeinde geplanten Überwachungsmaßnahmen und Informationen, welche von der Behörde gem.

§4 Abs. 3 BauGB auch nach Abschluss des Verfahrens bereitgestellt werden müssen. Hierzu gehören Daten aus Umweltinformationssystemen und anderen umweltbezogenen Untersuchungen der entsprechenden Fachbehörden.

Aus dem Blickwinkel einer Klimafolgenbetrachtung ist zu begrüßen, dass das BauGB auf bisher „unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen“ eingeht. Diese beziehen sich im ersten Teil des Satzes auf die Umweltauswirkungen, die durch die „Durchführung der Bauleitpläne eintreten“. Sie schließen demnach nicht die unvorhersehbaren Auswirkungen des Klimawandels auf die Stadtentwicklung und die Umwelt mit ein. Hanusch (2009: 38) beschreibt dies in ihren Ausführungen so, dass sich die „Durchführung der Pläne“ auf die direkte Realisierung des Plans und dessen umweltbezogenen Rahmenbedingungen bezieht (z.B. Ausgleichsmaßnahmen). Trotzdem sollte ernsthaft geprüft werden, ob es nicht sinnvoll wäre, die Wechselwirkungen von städtebaulicher Entwicklung und Folgen des Klimawandels in die Umweltüberwachung der Bauleitplanung aufzunehmen (siehe Abbildung 22).

Auf Überwachungsergebnisse und Änderungen kann nach aktuellem Recht nur eingegangen werden, wenn eine Fortschreibung oder Planänderung durchgeführt wird. Diese liegt in gewisser Weise im Ermessen der Planungsträger (Kommune), welche sich auf die „Erforderlichkeit (...) für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung“ in §1 Abs. 3 BauGB bezieht. Diese kann sich jedoch nicht auf bereits erteilte Genehmigungen oder umgesetzte Projekte beziehen. Diese genießen Bestandsschutz. Es gibt keine materielle Verpflichtung, Abhilfemaßnahmen zu ergreifen (Fischer 2013: 211). Reese et al. (2016: 379) gehen von einer periodischen Überprüfungspflicht für FNPs aus. Hier können die Auswirkungen der Planumsetzungen auf die Umwelt integriert werden. Dies könnte ebenfalls eine Alternative für ausgewiesene Gebiete mit „Baurecht auf Zeit“ sein, die damit begründet sind, dass es sich hierbei um besonders vulnerable Flächen handelt, die in FNPs oder Rahmenpläne als „Risikozonen“ identifiziert wurden. Dies funktioniert nur dann, wenn diese Flächen noch nicht bebaut wurden. Ansonsten würde der Bestandschutz für die vorhandenen Gebäude greifen. Für bestehende Gebäude könnte eine Verpflichtung ausgesprochen werden, sich an mögliche Klimafolgen anzupassen.

Bei einer längeren Verzögerung der Planumsetzung hat die Umweltüberwachung eine wichtige Aufgabe. Durch die Festlegung von Orientierungswerten, die bis zur Planumsetzung überwacht werden, kann überprüft werden, ob die Voraussetzungen für diese Planung noch bestehen, ob gegengesteuert werden muss oder eine Umsetzung unter den beobachteten Bedingungen unmöglich geworden ist. Fischer (2013: 206) sieht dabei die Umweltüberwachung in der Pflicht, Entwicklungen zu beobachten, die in der erstellten Prognose bei „Nichtdurchführung der Planung“ beschrieben wurden. Werden hier bestimmte Werte (aufgrund des Klimawandels) überschritten, sollten bereits alternative „Abhilfemaßnahmen“ vorliegen, um darauf schnell reagieren zu können (Fischer 2013: 206). Dies könnten beispielsweise Veränderungen der innerstädtischen Lufttemperatur oder die veränderte Betroffenheit klimasensibler Arten durch veränderte Grundwasserstände und Oberflächenabflüsse sein. Diese Wenn-Dann-



Bedingungen könnten verschiedene Entwicklungspfade vorskizzieren. „Unvorhersehbare nachteilige“ Ereignisse könnten dabei nach Art und Schwere unbekannt sein (Fischer 2013: 206). Zusätzlich könnten Anpassungsmaßnahmen entsprechend gestaffelt umgesetzt werden (Jacoby/Beutler 2013: 24). Diese veränderten Voraussetzungen müssten in den BPlänen als Bedingungen für die Planumsetzung und Vorhabengenehmigung sein.

Fischer (2013: 204f) sieht noch Grenzen für die Anwendung der Umweltüberwachung in der Umweltprüfung. Sie könnte ein Instrument sein, das eine „effektive Klimawandelanpassung“ erwirken kann. Dafür müsste die Umweltüberwachung neue, zu dem Zeitpunkt der Planentscheidung noch nicht vorhersehbaren Situationen erkennen, wie sie in Folge des Klimawandels eintreten können, um „geeignete, wirksame und ausreichende Maßnahmen zu ergreifen“ (Fischer 2013: 205). Sie ist aktuell nicht flexibel genug, da alle Umweltprüfungen nur einmal vor Beschluss oder vor der Änderung eines Plans durchgeführt werden (Fischer 2013: 204). Hierfür müsste sich die Rolle der Umweltprüfung in der Bauleitplanung so ändern, dass sie flexibler auf Veränderungen reagieren kann, die durch eine kommunale Umweltüberwachung erkannt wird. Die Umweltüberwachung könnte die Entwicklung der Umwelt durch den Klimawandel und daraus für die Planung und die Umwelt erhebliche Auswirkungen durch festgelegte Grenzwerte und Indikatoren identifizieren. Würden diese festgelegten Grenzwerte überschritten, müsste dies dann zu einem städtebaulichen Planungserfordernis führen. Bisher ist dies im Bauleitplanverfahren in dieser Form nicht vorgesehen.

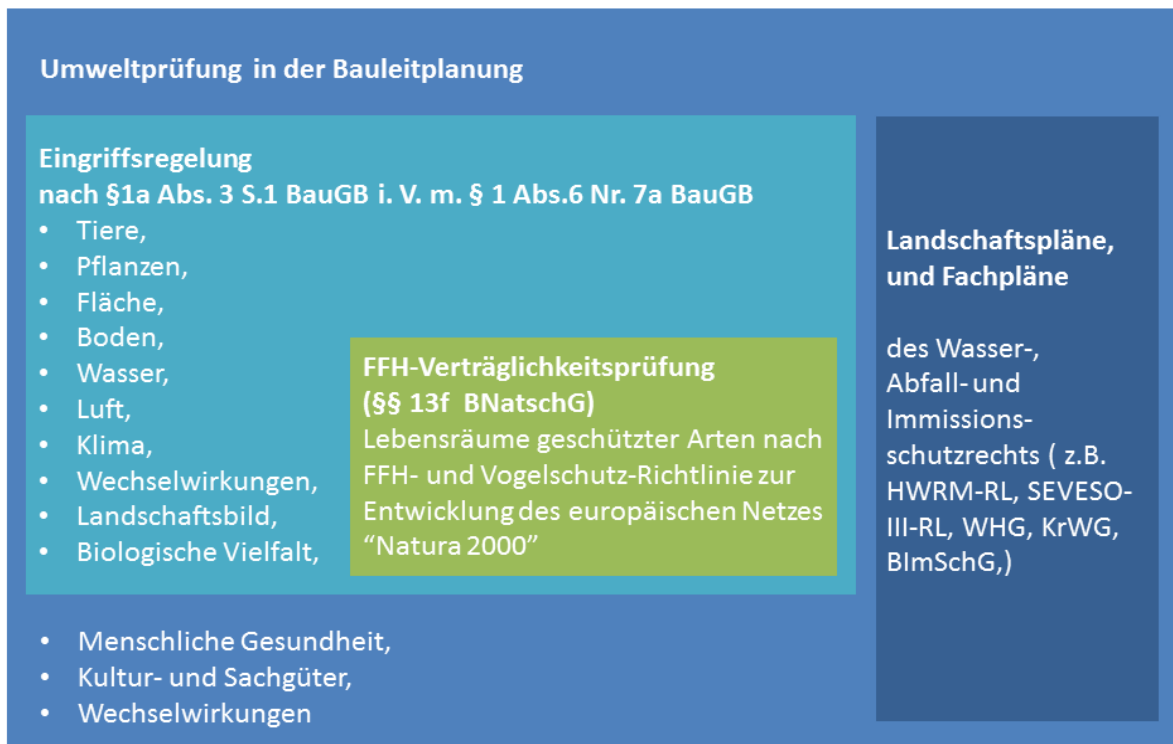
### **5.3 Besonderheiten der Umweltprüfung in der Bauleitplanung hinsichtlich der Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf die Schutzgüter**

Die Umweltprüfung in der Bauleitplanung nimmt eine Sonderrolle ein, da sie alle anderen naturschutzrechtlich relevanten Prüfverfahren in die Planung integriert. Die Umweltprüfung in der Bauleitplanung (UP) ist das „Trägerverfahren“ welches fachrechtliche Bestimmungen und Prüfverfahren zusammenfasst und integriert (Tändler 2006: 37f). Diese schließen Vorgaben

- des Bundesbodenschutzgesetzes durch die Bodenschutzklausel (§1a Abs. 2 BauGB)
- des Naturschutzrechts auf den Ebenen der Länder, des Bundes und der EU in Form
  - der Landschaftsplanung (§§1 Abs. 6 Nr. 7g; 2 Abs. 4 S. 6 BauGB)
  - der Eingriffsregelung (§1a Abs. 3 BauGB, §§14ff BNatschG)
  - des „strikten Naturschutzes“ in Form der Erhaltungsziele der Natura 2000 Gebiete (§1 Abs. 6 Nr. 7b) BauGB, §§ 31 ff BNatschG, FFH-Richtlinie (92/43/EWG), Vogelschutz-RL (2009/147/EG)) und gesetzlich geschützter Biotope (§ 30 BNatschG)
- des Wasser-, Abfall- und Immissionsschutzrechts und deren Fachpläne (§ 1 Abs. 6 Nr. 7g, 7h, und 7j BauGB) ein.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Allein für in der „Klimaschutzklausel“ des §1a Abs. 5 BauGB wird auf kein tiefergehendes Fachrecht eingegangen.



**Abbildung 22: Verhältnis der Schutzgüter von Umweltprüfung, Eingriffsregelung und FFH-Verträglichkeitsprüfung und anderen Fachplänen (eigene Darstellung in Anlehnung an Breuer 2016: 371)**

### 5.3.1 Landschaftsplan und Grünordnungsplan

Die Ergebnisse und Ziele der Landschaftspläne werden als Informationsgrundlage für die Umweltprüfung genutzt (siehe auch §2 Abs. 4 S 6 BauGB) und müssen in der Abwägung berücksichtigt werden (§1Abs. 6 Nr. 7g BauGB). Ihren inhaltlichen Schwerpunkt werden in Kapitel 4 beschrieben. Die Landschaftsplanung erleichtert dabei die Bearbeitung der Umweltprüfung, da sie die fachlichen Grundlagen und Ziele zur Entwicklung der Natur und Landschaft (§§ 9ff BNatschG) zusammenfasst. Aus ihr lassen sich zudem Maßnahmen zur Vermeidung, Minderung und Kompensation ableiten.

Haben Landschaftspläne und Grünordnungspläne sich bereits mit den Klimafolgen auseinandergesetzt, Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen für die Schutzgüter in ihre Bestandsaufnahme aufgenommen, erleichtert dies die Integration der Klimafolgen in die Umweltprüfung.

### 5.3.2 Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung

Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung (§§ 13 – 18 BNatschG) ist ein verpflichtender Bestandteil des Umweltberichts, und Teil der planerischen Abwägung nach §1 Abs. 7 BauGB. Das Bundesverwaltungsgericht hat der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung eine „*herausgehobene Bedeutung*“ gegenüber anderen Abwägungsbelangen zugemessen. Nach §1 Abs. 3 BauGB ist ein Ausgleichsmaßnahmenkonzept zu erstellen (Busse et al. 2013: 53f).<sup>27</sup>

Die Eingriffsregelung bezieht sich auf die Handhabung der Vorhaben und Nutzungsänderungen, welche die Funktionsfähigkeit der naturhaushaltsrelevanten Schutzgüter der „belebten Bodenschicht“ beeinflussen (Fläche, Boden, Wasser, Luft und Klima, biologische Vielfalt, Biodiversität, Tiere und Pflanzen) und das Landschaftsbild beeinträchtigen (§14 BNatschG und §1 Abs. 6 Nr. 7a BauGB), (Tändler 2006: 81). Inhaltlich sind die Vorgaben des BNatschG, der Landesnaturschutzgesetze und der Landes-

<sup>27</sup> BVerwG Beschl. Com 31.1.1997, 1213

und Regionalplanung für die Eingriffsregelung relevant. Dabei verfolgt sie die Grundprinzipien des Naturschutzes und der Landschaftspflege (Flächendeckungsprinzip, Vorsorgeprinzip und Verschlechterungsverbot) (Scholles 2008a: 117). Die Prüffolge des Umgangs mit Beeinträchtigungen werden in §15 und §18 BNatschG beschrieben, welche dem Prinzip der Vermeidung des Ausgleichs und des Ersatzes folgen. Dabei ist das Ziel, Eingriffe in die Natur zu vermeiden, indem die Alternative zur Umsetzung ausgewählt wird, welche vor Ort keine oder die geringste Beeinträchtigung verursacht (§15 Abs. 1. S. 1 und S. 2 BNatschG). Zudem sind unvermeidbare Eingriffe auszugleichen oder zu ersetzen. Dabei muss „*die Funktion des Naturhaushaltes in gleichartiger Weise wiederhergestellt (...) oder neugestaltet*“ werden (§15 Abs. 2 BNatschG).

Die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung bezieht sich im Gegensatz zur Vorhabenplanung auf mögliche Eingriffe in Natur und Landschaft, die aufgrund der in der Bauleitplanung vorgegebenen Entwicklung stattfinden können. Diese können im Gegensatz zur Eingriffsregelung des BNatschG zu einem anderen Zeitpunkt und an einem anderen Ort ausgeglichen werden (§1 Abs. 3 S. 3. BauGB, §135a Abs. 2 Satz 2 BauGB, §200a BauGB).<sup>28</sup> Mit diesen Möglichkeiten kann die Gemeinde ein „Ökokonto“ einrichten. Mit dem Ökokonto kann sie im Voraus Ausgleichsflächen ertüchtigen, auf die im Fall eines Eingriffs zurückgreifen kann. Dadurch werden Ausgleichsmaßnahmen in einen größeren räumlichen Zusammenhang gesetzt und eine räumlich abgestimmte Entwicklung von Natur und Landschaft ermöglicht. Hier können großflächige Klimaanpassungsmaßnahmen mit umgesetzt werden, die beispielsweise zusammenhängende Lebensräume in Frischluftschneisen ermöglichen.

Die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen müssen von der Gemeinde in einem nachvollziehbaren Konzept geregelt (Mengel 2019: 38) und in der Abwägung behandelt werden (§1a Abs. 3. S. 1 BauGB), (Stür 2015: RN1013, Tändler 2006: 81). Für die Bewertung und den Ausgleich der Eingriffe in Natur- und Landschaft gibt es verschiedene Bewertungsmethoden, die gleichwertig nebeneinanderstehen. In der Regel befassen sie sich mit dem Zustand der Natur und Landschaft vor und nach dem Eingriff und ermitteln die erforderlichen Kompensationsmaßnahmen (Mengel 2019). Die folgenden Methoden werden in den Bundesländern unterschiedlich angewandt (Mengel et al. 2018, Strothmann 2018: 277ff, Busse et al. 2013: 151):

- verbal-argumentative Bewertungsverfahren,
- Kompensationsverfahren (Einzel- und Gesamtbewertung),
- Biotopwertverfahren.

Um die Bewertungsmaßstäbe und –Verfahren für Vorhaben im Bereich der Bundesverwaltung zu vereinheitlichen, hat das Bundeskabinett 2013 erstmals einen Entwurf einer Bundeskompensationsverordnung (BKompV) beschlossen (BMU 2013), (§15 Abs. 7 BNatschG).<sup>29</sup> Seit September 2019 gibt es eine neue Fassung des Referentenentwurfs (BMU 2019a). Anfang 2020 wurde die BKompV im Bundeskabinet beschlossen. Die Methodik gibt Hinweise, wie die Bewertung von Eingriffen auch auf anderen Planungsebenen umgesetzt werden kann. Im Folgenden wird auf den Referentenentwurf vom September 2019 eingegangen.

---

<sup>28</sup> Im Rahmen des Baurechtskompromisses 1993/1998 wurde die Eingriffsregelung in die Bauleitplanung und die planerische Abwägung integriert (Tändler 2006: 80, Mengel 2019: 37). §18 Abs. 1 BNatschG gibt vor, dass „*über die Vermeidung, den Ausgleich und den Ersatz (von Eingriffen) das Baugesetzbuch (...) zu entscheiden hat*“.

<sup>29</sup> Die Umsetzung des BKompV-Entwurfs von 2013 ist an der notwendigen Zustimmung der Länder im Bundesrat gescheitert (Warnke et al. 2013).

Die Methodik des Biotopwertverfahrens liegt der Bewertung des Umweltzustandes der Schutzgüter Tiere, Pflanzen, Boden, Klima/Luft und Landschaftsbild zu Grunde (siehe Anlage 1 BMU 2019c). Nur das Schutzgut Wasser soll verbal-argumentativ bewertet werden. Dabei werden vorhandene Daten zum Gewässerzustand sowie Überflutungs- und Hochwasserrisiken genutzt. Im Referentenentwurf werden für die einzelnen Schutzgüter Themenschwerpunkte und Räume hervorgehoben, die auch durch den Klimawandel zunehmend empfindlicher sein werden. Vor allem die im Entwurf gezeigten Bewertungsgrundlagen für die Schutzgüter Boden, Wasser, Klima und Luft beziehen Themen mit ein, für die eine Klimafolgenbetrachtung relevant sein kann und über die Bewertung der Artenvielfalt hinausgeht. Dabei werden in Anlage 1 Wertstufen für die verschiedenen Schutzgüter festgelegt (BMU 2019c). Anlage 5 und 6 beschreiben Maßgaben für Ausgleich und Ersatz. Dabei wird erläutert, an welchem Ort die genannten Maßnahmen zu den zum Ausgleich führen und welche Mindestanforderungen zu erfüllen sind (BMU 2019b, BMU 2019d).

Für den **Boden** ist dies die Erfassung der natürlichen Bodenfunktionen (Regler- und Speicherfunktion, Filter- und Pufferfunktion) und der natürlichen Bodenfruchtbarkeit (Mengel et al. 2018: 89, BMU 2019c)

Im Schutzgut **Wasser** werden die wasserwirtschaftlichen Belange und die Funktion des Wassers hinsichtlich der Qualität und Quantität der Oberflächengewässer (Gewässergüte und ökologischer Zustand, einschließlich der natürlichen Selbstreinigungskraft) und des Grundwassers (entsprechend der vorhandenen Daten zu Art und Mächtigkeit des Grundwasserleiters, Grundwasserqualität, Grundwasserflurabstand, Art und Mächtigkeit der Deckschichten etc.) zusammengefasst. Zusätzlich wird die Hochwasserschutzfunktion und die Funktionen im Niederschlagsabflusshaushalt (Retentionsfunktion) bewertet. Diese orientieren sich an der Überflutungswahrscheinlichkeit der Fläche und deren vorgesehen Funktion im Hochwasserschutz (z.B. Polder). Dabei sollen vorhandene Datengrundlagen über Bemessungshochwasser, Überschwemmungsgebiete und –Flächen genutzt werden (BMU 2019c).

Für das **Schutzgut Klima und Luft** sind leistungsfähige Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete, Kaltluftabfluss- und Luftleitbahnen oder besonders leistungsfähige Luftaustauschbahnen (v.a. zwischen belasteten und frischluftproduzierenden Gebieten) von Bedeutung (BMU 2019c). Der Bewertung der klimatischen und lufthygienischen Ausgleichsfunktion liegt neben der Erfassung der genannten Räume die Erfassung der bioklimatisch bedeutsamen Freiräume zu Grunde. Ein besonderes Augenmerk wird im klimatischen und lufthygienischen Bereich auf die Ausrichtung der Luftleitbahnen im Verhältnis zum belasteten Siedlungsraum gelegt. Zusätzlich werden Treibhausgassenken wie intakte Moore, naturnahe Wälder sowie dauerhaft vegetationsbedeckte nasse Standorte sehr hoch bewertet. (BMU 2019c)

Ausgleichsmaßnahmen stehen oft dadurch in der Kritik, dass ihre Umsetzung nicht immer stattfindet und durch fehlende Ressourcen bei der Pflege und dem Erhalt der Flächen behindert wird. Reck (2013) schlägt vor, die Effektivität von Ausgleichsmaßnahmen zu steigern, indem sie Teil eines vielfältigen Lebensraumverbundsystems sind, Pufferflächen mit einem Sicherheitszuschlag bereithält und durch vielfältige Maßnahmenbündel (Redundanz) die Realisierung der Verknüpfung der Lebensräume ermöglicht. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Renaturierung von Fließgewässern und Mooren, da diese den lokalen Wasserhaushalt stabilisieren. Zusätzlich erhöhen geringer Pflege- und Realisierungsaufwand die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung und Instandhaltung von Ausgleichsflächen.

### 5.3.3 FFH-Verträglichkeitsprüfung und bundesrechtlicher „striker Naturschutz“

Für die Belange des Arten- und Biotopschutzes gibt es besondere Prüfverfahren, die im Zulassungsverfahren für Vorhaben relevant wird. Im Gegensatz zur Eingriffsregelung und der Landschaftsplanung unterliegen die Bestimmungen des „*strikten Naturschutzrechtes*“ nicht dem Abwägungsgebot, sondern dem „*Beeinträchtungsverbot*“ des gesetzlichen Biotopschutzes in §30 BNatschG (Mengel 2019: 43ff, Koch et al. 2015). Der besondere Schutzstatus der geschützten Arten und Lebensräume (gem. FFH-RL, Vogelschutz-RL und geschützte Biotope nach §30 BNatschG) machen eine Planung nur in Ausnahmefällen möglich, wenn sich daraus erheblich nachteilige Auswirkungen ergeben (siehe §34 Abs. 2 BNatschG). Eine Abwägung zu Ungunsten dieser „strikten“ Naturschutzregelung ist nicht möglich (Mengel 2019: 43ff). Dadurch erhält der Arten- und Biotopschutz in der Umweltprüfung ein größeres Gewicht als andere Belange, die sich auf die Auswirkungen auf die Umweltschutzgüter beziehen. Die Verträglichkeitsprüfung erfolgt in drei Schritten (Scholles 2008a:121):

- Vorprüfung: Identifizieren zu befürchtender Beeinträchtigungen von tatsächlichen und potenziellen „Natura-2000“-Gebieten,
- Verträglichkeitsprüfung dieser zu befürchtenden erheblichen Beeinträchtigungen,
- Ausnahmeprüfung im Fall erheblicher Beeinträchtigungen und Festlegung von Sicherungsmaßnahmen.

Für den Umgang mit dem Klimawandel wird sich für die der Entwicklung der Lebensräume besonders geschützter Arten ein erheblicher Forschungsbedarf ergeben. Durch die Klimaveränderung wandern Lebensräume nach Norden. Feuchtigkeitsliebende Arten sind besonders betroffen, weil die Gefahr besteht, dass ihre Lebensräume, während langanhaltender Trockenperioden verloren gehen. Dazu gehören unter anderem Niedermoore und Sümpfe, Grünland nasser bis wechselfeuchter Standorte, nährstoffarme Großseggenriede, Laub- und Mischwälder feuchter bis frischer Standorte (Herbert 2009). Sofern die dort lebenden Arten nicht mobil sind, wird ihnen dadurch ihre Lebensgrundlage entzogen (siehe Kapitel 2).

In der FFH-Richtlinie werden verpflichtende Vorgaben zur Überwachung des Erhaltungszustands der Lebensraumtypen und Arten gemacht. Zusätzlich gibt es stichprobenartige Beobachtungen verschiedener Ökosysteme und der Artenvielfalt (Jedicke 2016: 166). Klimafolgen müssen sich in der Umweltprüfung sowohl in der Landschaftsplanung, der FFH-Verträglichkeitsprüfung und der Anwendung der Eingriffsregelung wiederfinden, indem die verstärkenden Wirkungen des Klimawandels mit der städtebaulichen Planung erfasst werden. Der Vergleich der in der Bauleitplanung verwendeten Umweltprüfmechanismen macht deutlich, dass der rechtliche Schwerpunkt in der UP auf dem Immissionsschutz sowie dem Arten- und Biotopschutz liegt. Die Schutzgüter menschliche Gesundheit und Kultur- und Sachgüter werden oft geringer gewichtet, da sie im Gegensatz zu den anderen Schutzgütern in keinem anderen in die Umweltprüfung integrierten Prüfmechanismus enthalten sind (Abbildung 22). Da seit der letzten Novelle des Umweltprüfungsrechts Klimaanpassung und Katastrophenvorsorge Teil der Umweltprüfung sind, kann die Bedeutung der Schutzgüter menschliche Gesundheit und Kultur- und Sachgüter stärken.

Beim Umgang mit den Klimafolgen in der Bauleitplanung gibt es Lücken, die nicht durch die Umweltprüfung geschlossen werden können. In diesem Kapitel wurden Kriterien und Handlungsbedarfe festgestellt, die für die Weiterentwicklung der Umweltprüfung notwendig sein werden. Die rechtlichen Grundlagen und länderspezifischen Unterschiede lassen große Spielräume für kommunale Akteure in der Bauleitplanung zu. Im folgenden Kapitel wird der Umgang mit der Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung in Stuttgart, Bremen, Berlin und Hamburg untersucht.

## 6 Praxisbeispiele zur Integration der Klimafolgen in die Stadtentwicklung

Aufgrund ihrer hohen Bevölkerungsdichte, des hohen Versiegelungsgrads und der hohen Dichte an Sachwerten in Form von Infrastruktur (Gebäude, Leitungs- und Verkehrsnetze) sind Städte und Ballungsräume besonders empfindlich gegenüber den Folgen des Klimawandels (UBA 2015a:665ff). Dabei ist ein häufigeres Auftreten extremer Ereignisse wie Hitze, Trockenheit, Flusshochwasser, Sturzfluten und Sturmfluten entscheidend. Diese werden durch graduelle Veränderungen der Temperatur und des Wasserhaushalts verursacht. Durch Hitze und Trockenheit verstärkt sich beispielsweise der städtische Hitzeinseleffekt. Durch Starkniederschläge, Flusshochwasser und Sturz- und Sturmfluten erhöhen sich die Schadenspotenziale für die gebaute und natürliche Umwelt (UBA 2015a:665).

Großräumig interpretieren die ENSEMBLE-Auswertungen der Klimaprojektionen eine Zunahme der Niederschläge in Nordeuropa und eine Abnahme in Südwesteuropa (Jacob et al. 2014, Meinke et al. 2018: 32). Das „Netzwerk Vulnerabilität“ hat in seinem Bericht Regionen identifiziert, die besonders von diesen Temperatur- und Niederschlagsveränderungen betroffen sind oder in Zukunft betroffen sein werden (UBA 2015a: 668). Trockenheit und Hitze werden demnach in der näheren Zukunft im Osten und Südwesten Deutschlands erwartet. Der Nordwesten wird sich den Herausforderungen häufigerer und heftigerer Sturmfluten und Hochwasserereignisse stellen müssen. Schon heute treten dort vermehrt Hochwasser und Überflutungen auf. In der Vergangenheit haben sich nur wenige Städte diesen Herausforderungen in der Vergangenheit gestellt und diese in die städtebauliche Praxis integriert. Eine Expertenbefragung von Bubeck et al. (2016: 306) hat ergeben, dass das Thema Klimaanpassung in der Bauleitplanung bisher kaum eine Rolle spielt, obwohl Klimaanpassung durch die Klimaschutznovelle 2011 in das BauGB aufgenommen wurde. Ausnahmen sind hier Kommunen, die einerseits schon einschlägige Erfahrungen mit Extremwetterereignissen hatten oder im Rahmen von Forschungsvorhaben mit den Themenfeldern der Klimaanpassung konfrontiert wurden.

Die Bundesregierung und die Landesregierungen haben in den letzten Jahren zahlreiche Vorhaben unterstützt, die den Umgang mit den Folgen des Klimawandels in der Stadtentwicklung und Stadtplanung in Pilotvorhaben vorantreiben (z.B. ExWoST Modellvorhaben zur Anpassung an den Klimawandel in Stadtquartieren, BMBF KLIMZUG, Leuchtturmprojekte des BMU und weitere) (Knieling/Roßnagel 2015, BBSR/BBR 2016). Darüber hinaus haben einzelne Kommunen aufgrund ihrer eigenen Betroffenheit frühzeitig (teilweise schon seit den 1970er Jahren) stadtklimatologische Untersuchungen vorgenommen und diese in ihre städtebaulichen Planungen mit einbezogen (Frauenhofer IRB 2001). Dazu gehören unter anderem die Städte und Stadträume, die unter lufthygienischen Beeinträchtigungen leiden. Städte wie Stuttgart oder Berlin haben eine lange Erfahrung in stadtklimatologischen Beobachtungen und deren Anwendung in der gesamtträumlichen Planung. Dabei integrieren sie diese Belange in die Bauleitplanung. Ebenso setzt sich seit den 1990er Jahren eine Vielzahl an Kommunen mit den Herausforderungen zunehmender Starkniederschlagsereignisse und Überschwemmungen auseinander und integrieren diese in ihre städtebauliche Entwicklung. Die für eine weitere Untersuchung ausgewählten Städte Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart verfügen bereits über diese Erfahrungen im Umgang mit den Klimafolgen. Dabei treten Erfahrungen mit folgenden Extremen in den Vordergrund:

- Hitze und Trockenheit (Stuttgart und Berlin),
- Hochwasser und Meeresspiegelanstieg (Hamburg und Bremen) und
- Starkniederschläge (Hamburg, Berlin und Bremen).

Ihre Schwerpunkte und Herangehensweisen unterscheiden sich dabei aufgrund der räumlichen Betroffenheit und den rechtlichen und politischen Voraussetzungen. Bis auf Stuttgart sind alle Referenzstädte Stadtstaaten.<sup>30</sup> Es wurde davon ausgegangen, dass sie dadurch leichter Regelungen auf der Landesebene erlassen können, die Voraussetzungen für eine enge Verzahnung der Landesebene mit der kommunalen Ebene schaffen. Berlin, Bremen und Hamburg setzen sich überwiegend mit der städtischen Entwicklung und weniger mit der Entwicklung ländlicher Räume auseinander. Dadurch konzentrieren sich die Landesgesetze und Strategien auf die städtische Entwicklung. In den ausgewählten Städten ist das Bewusstsein für den Klimawandel sehr hoch, sodass sie alle Strategien zur Klimaanpassung in der Bauleitplanung umgesetzt haben. Dies war der Ausgangspunkt für die durchgeführte Analyse. Im Weiteren wird beschrieben, wie dort die Klimafolgenbetrachtung in die Stadtentwicklung integriert wird und welche Rückschlüsse daraus in der Umweltprüfung auf der Ebene des Bebauungsplans gezogen.

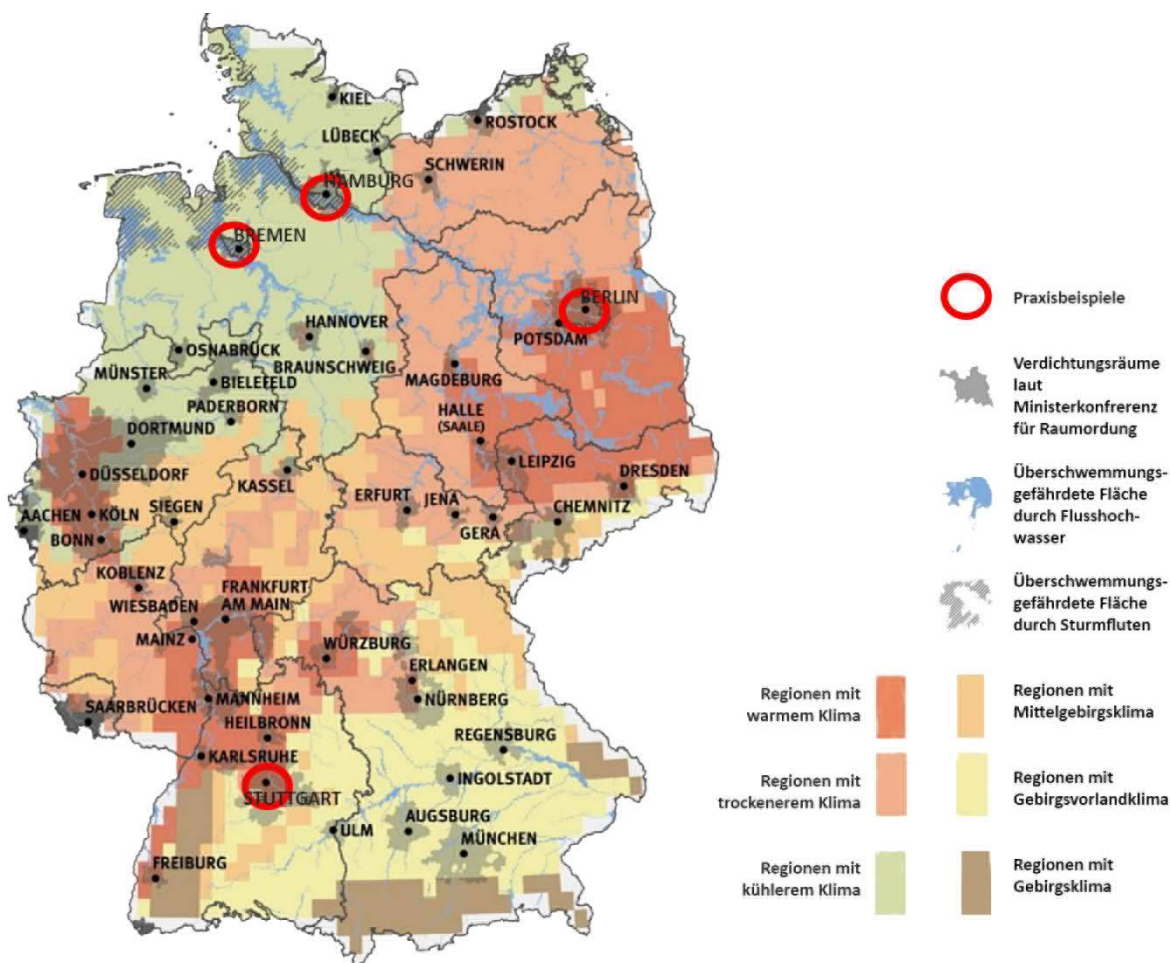


Abbildung 23: Einordnung der Praxisbeispiele anhand der im Bericht „Vulnerabilität Deutschlands“ klassifizierten Betroffenheiten (reduzierte Legende; UBA 2015a: 668)

Dabei liegt ein besonderes Augenmerk darauf, wie zu erwartende Klimafolgen in die Bauleitplanung integriert werden und welche Rolle dabei die Umweltprüfung spielt, den Umgang mit Unsicherheiten zu bewältigen und die vielseitigen Wechselwirkungen des Klimawandels mit den Schutzgütern und der Stadtentwicklung zu beachten. Im Speziellen stellt sich dabei die Frage, welche Kommunikations-,

<sup>30</sup> Bremen setzt sich aus Bremerhaven und der Stadt Bremen zusammen. Die folgende Analyse bezieht sich ausschließlich auf die Stadt Bremen.

Beteiligungs- und Kooperationsformate dafür genutzt werden, welche Planungsgrundlagen auf informeller und formeller Ebene diese unterstützen und mit welchen rechtlichen Grundlagen, Instrumenten und Methoden diese in die Umweltprüfung integriert werden. Die Beschreibung der praktischen Anwendung bezieht sich auf den Zeitraum von 2014 bis Ende 2018.

Die folgende Analyse der Praxisbeispiele geht im ersten Schritt auf die Integration der Klimafolgen in der Stadtentwicklung ein. Dabei werden die Schwerpunkte der vier Städte im Einzelnen vorgestellt. Zunächst erfolgt eine Beschreibung der Klimawandelbetroffenheit. Diese bildet die Grundlage für die Schwerpunkte der strategischen Entwicklung in Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart. Hierbei wird auf die Kooperation und Kommunikation der für die städtische Klimaanpassung relevanten Akteure eingegangen. Die darauffolgende Zusammenfassung zeigt, dass diese die Entwicklung der Planungsgrundlagen und die Vorgaben für die Bauleitplanung beeinflussen. In diesem Zusammenhang werden Schwerpunkte und Zielsetzungen der Integration der Klimafolgen in die Stadtentwicklung und die vorhandenen Datengrundlagen in Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart vorgestellt. Abschließend werden die Planungsvoraussetzungen für die Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Bauleitplanung in den vorgestellten Städten zusammengefasst. Die Analyse der praktischen Anwendung basiert sowohl auf Interviews mit Experten der Bauleitplanung, Umweltplanung, Landschaftsplanung, Klimaanpassung, Stadtklimatologie und Wasserwirtschaft als auch auf einer ausführlichen Literatur- und Dokumentenanalyse (siehe Tabelle 2 auf Seite 9).

Auf dieser Grundlage wird im zweiten Schritt eine vergleichende Analyse der Integration der Klimafolgenbetrachtung in ausgewählten Bebauungsplanverfahren durchgeführt, welche sich aus den Experteninterviews herauskristallisiert haben. Dabei stehen zum einen die inhaltliche Integration der zu untersuchenden Klimafolgen und zum anderen die Behandlung der Klimafolgenbetrachtung in den Verfahrensschritten der Umweltprüfung im Mittelpunkt. Diese bilden die Grundlage für die abschließende Einschätzung der Integrationsmöglichkeiten einer Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung. In Kapitel 7 werden diese näher erläutert.

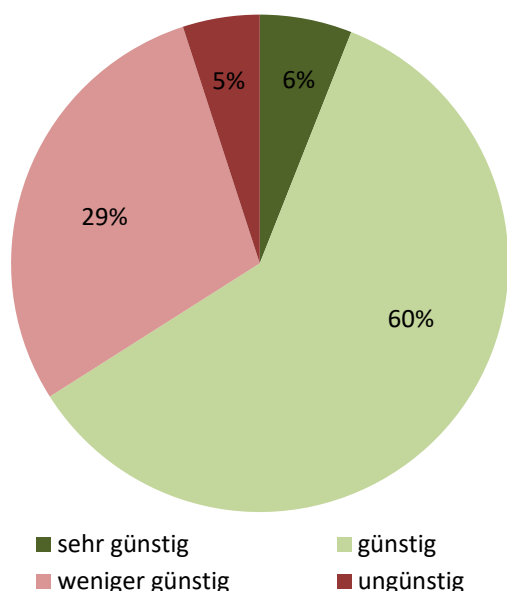


## 6.1 Bremen

### 6.1.1 Folgen des Klimawandels

Bremen liegt im nordwestdeutschen Tiefland. Sein Klima zeichnet sich durch gemäßigte Temperaturen aus und ist durch den Einfluss westlicher Winde geprägt, welche zu kühleren Sommern und milderen Wintern führen und einen häufigen Wechsel der Wetterlagen verursachen (DWD 2018: 13). In Zukunft wird die Stadt zunehmend von Starkniederschlägen, Stürmen, Hochwassern und Sturmfluten betroffen sein (UBA 2015a: 668). Die Aufzeichnungen des DWD dokumentieren zusätzlich eine Zunahme der Jahresniederschlagshöhe in allen Jahreszeiten um 15% seit 1882. Diese sind vermehrt durch Starkniederschläge geprägt. Die Saison konvektiver Niederschläge beginnt dabei früher im Jahr und endet später (DWD 2018: 41).

Bis zum Ende des Jahrhunderts kann die Jahresmitteltemperatur im Vergleich zu 2010 zwischen 2,7°C und 11,7°C ansteigen, die Anzahl der Sommertage (um ca. 20 Tage) zunehmen und die Anzahl der Frosttage abnehmen. Dies kann zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode führen (SUBV 2010: 7f, SUBV 2012: 19). Während im Sommer die Niederschlagsmengen zurückgehen werden, wird im Winter und Frühling eine Zunahme der Niederschlagsmengen erwartet (SUBV 2012: 22). Der Rückgang des Grundwassers während sommerlicher Trockenperioden kann durch den ansteigenden Tiedenhub und Meeresspiegelanstieg ausgeglichen werden. Es wird mit einem Meeresspiegelanstieg zwischen 20 und 140 cm gerechnet. Dieser kann aber auch zu vermehrten Überflutungen des Deichvorlands und zur Versalzung der betroffenen Böden führen. Es wird davon ausgegangen, dass Winterstürme zunehmen, die von der Nordsee aus bis zu 110cm höheren Sturmfluten führen können (SUBV 2012: 24). Annähernd 90% des Siedlungsgebiets in Bremen sind vom Meeresspiegelanstieg und Hochwasser betroffen. Die vom Tidenhub beeinflusste Weser und die überwiegend tiefliegenden Siedlungsgebiete verstärken das Hochwasserrisiko. Da nur ein Bruchteil der Bremer Gemeindefläche auf der höheren Geest liegt, ist zur Sicherung des Stadtgebiets der vorausschauende Bau von Deichanlagen unumgänglich.



**Abbildung 24: Verteilung der nächtlichen thermischen Belastungsklassen bezogen auf die Siedlungsfläche der Stadt Bremen (Daten aus SUBV 2018: 112 f.)**

Nächtliche thermische Belastungen im Bremer Stadtgebiet sind aktuell eher gering (). Der DWD hat 2012 einen vergleichbar geringen Hitzeinseleffekt von 1-2 °K gemessen (DWD 2018: 24). Trotzdem sind sich die Entscheidungsträger bewusst, dass die zukünftigen klimatischen Verhältnisse das menschliche Wohlbefinden beeinträchtigen werden (SUBV 2016b: 61).

Bereits heute wird eine phänologische Veränderung der Vegetationsperioden und Lebensräume beobachtet (SUBV 2016b: 62). Die Studie „KommKlima zur Entwicklung der Artenvielfalt im Klima-wandel“ beschreibt den Artenrückgang auf extensiv genutzten Feuchtgebieten und die Zunahme trockenheitsliebender Ökosysteme und Arten (SUBV 2010). Feuchtigkeitsliebende Arten sind durch die große Bandbreite möglicher Witterungsverhältnisse am stärksten gefährdet.

### 6.1.2 Kooperation und Kommunikation

Klimaanpassung zu betreiben, ging zunächst von den Forschungsreinrichtungen der Metropolregion Bremen-Oldenburg aus, die sich schon seit 1999 mit regionalen Klimafolgen und Anpassungsmöglichkeiten befassen. Diese beziehen sich sowohl auf die biologische Vielfalt als auch auf die ökonomische Entwicklung der Region (Schuchardt/Schirmer 2005). Das Projekt „*Klimawandel Unterweser*“ (2007-2009) beschäftigte sich mit der Kommunikation möglicher Klimafolgen und den Möglichkeiten, das Bewusstsein bei Akteuren aus dem Tourismus, der Landwirtschaft, Stadt- und Regionalplanung zu schärfen und erste Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln. In „*Nordwest 2050*“ wurden Klima-Projektionen entwickelt und eine regionale Vulnerabilitätsanalyse erarbeitet (Schuchardt et al. 2011). Dabei wurden die Auswirkungen für die Bereiche menschliche Gesundheit, Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz und Küstenschutz, Boden, Biodiversität und Naturschutz erfasst. Die Ergebnisse für die Stadt Bremen sind im „*SUBV-Fachkonzept*“ zusammengefasst (SUBV 2012).

Nach Ablauf des regionalen Verbundprojektes Nordwest 2050 haben Bremer Akteure aus Zivilgesellschaft, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik mit dem „*Klimapakt*“ eine Willensbekundung unterschrieben, weiterhin trotz Unsicherheiten Klimaschutz und –Anpassung in der Region zu betreiben, sich zu vernetzen und sich über neueste Entwicklungen auszutauschen (Nordwest 2050 2014). Diese sind die Grundlage für eine vernetzte Zusammenarbeit in der Region, zu der sich auch die Akteure der Stadt Bremen verpflichtet haben.

Die Starkniederschlagsereignisse im Jahr 2011 haben in verschiedenen Stadtteilen zu erheblichen Schäden geführt. Dies hat die Stadt Bremen dazu bewegt, das Projekt „*KlimaAnpassungsStrategie – Extreme Regenerenisse*“ (KLAS) ins Leben zu rufen. Ziel des Projektes war, die Betroffenheit durch Hochwasser und Überflutungen genauer zu spezifizieren und Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge sowohl in der Stadtplanung als auch im Objektschutz zu entwickeln (SUBV 2011).

Ein Teil des Projektes war die Gründung der Facharbeitsgruppe „*Umgang mit Starkregen in Bremen*“, die einerseits die Schaffung von Datengrundlagen zum Umgang mit Starkniederschlägen und andererseits Strategien und Maßnahmen zur Reduzierung der Risiken von Starkniederschlägen entwickeln sollte (SUBV 2011, Koch et al. 2015). In der Arbeitsgruppe waren das Referat „*Oberflächenwasserschutz, kommunale Abwasserbeseitigung, VAWS*“ des Senatsressorts für Umwelt, Bau und Verkehr der Freien Hansestadt Bremen, der Bereich „*Stadtentwässerung*“ des Umweltbetriebs Bremen und der Bremer Kanalnetzbetreiber hanseWasser Bremen GmbH vertreten (Koch et al. 2015).

Die Rolle der Projektkoordination war es, neben dem „*Überflutungssicherheits- und Risikomanagement*“, eine „*wasser- und klimasensible*“ Planungskultur über die Projektzeit hinaus in den Planungsverfahren zu verankern (HSB 2017, SUBV 2014b). Hierzu wurden Leitfäden und Informationsmaterialien entwickelt. Diese erklären, wie Überflutungsgefahren ermittelt werden können (HSB 2017) und wie Belange der Überflutungsvorsorge in die Stadtentwicklung und verbindliche Bauleitplanung integriert werden können (SUBV 2014b). Die Integration der wasser- und klimasensiblen Planungskultur wurde in Pilotprojekten erprobt. Die frühzeitige Beteiligung im Bebauungsplanverfahren eröffnete Chancen, Räume für eine sinnvolle Kombination der Funktion der Regenwasserbewirtschaftung mit weiteren Nutzungen herzustellen. Während dies im Pilotprojekt „*Neues Hulsberg-Viertel*“ noch nicht möglich war, wurden Aspekte der wassersensiblen Stadtentwicklung in den Projekten „*Gartenstadt Werdersee*“ oder „*Neuer Ellener Hof*“ von Anfang an berücksichtigt. Dabei wurden multifunktionale Flächen realisiert, die sowohl der Regenwasserbewirtschaftung als auch dem Biotopschutz, der Durchlüftung oder der Erholung dienen (Bre1, Niewelt 2018).

2016 wurde das Projekt fortgesetzt, mit dem Ziel, die Starkregenvorsorge im Planungs- und Verwaltungshandeln langfristig zu verankern. Ein Teilergebnis ist der „*Praxisleitfaden: Ermittlung von Überflutungsgefahren mit vereinfachten und detaillierten hydrodynamischen Modellen*“ (HSB 2017) und die Veröffentlichung eines „*Starkregenvorsorge-Portals*“<sup>31</sup> für die Stadt Bremen (SUBV 2019, Nitsch/Elpers 2018).

Mit dem „*Bremischen Klimaschutz- und Energiegesetz*“ hat sich das Land Bremen dazu verpflichtet, Klimaschutz- und Anpassung in ihr Handeln zu übernehmen (BremKEG). In Folge dessen wurde 2018 eine Klimaanpassungsstrategie für das Land Bremen und die Stadtgemeinden Bremerhaven und Bremen verabschiedet (SUBV 2018). Die in den vorangegangenen Jahren gewachsenen Akteursnetzwerke haben die Strategie in einem konsultativen Beteiligungsprozess gestaltet. Ergebnis des Prozesses ist eine Strategie, die Ziele und Maßnahmen entwickelt hat, die auf die Rahmenbedingung in Bremen und Bremerhaven zugeschnitten sind. Neben einer Beschreibung der Klimafolgen wurden Ziele und Maßnahmen für die Wirkungsfelder Mensch, Umwelt, Gebäude und Infrastrukturen entwickelt. Der Zielkatalog für die Stadtgemeinde Bremen enthält unter anderem folgende Punkte (SUBV 2018: 24):

- *Unterstützung der Bevölkerung bei der Bewältigung extremer humanbioklimatischer Belastungen und Vermeidung von Personenschäden bei Sturm- und Starkregenereignissen,*
- *Erhöhung der Resistenz sowie Schutz von Bäumen und anderen Anpflanzungen gegenüber Hitze- und Trockenstress sowie Sturmlasten,*
- *Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung invasiver wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten,*
- *Sicherung ausreichend großer Flächen und Korridore zur natürlichen Anpassung der Verbreitung von Arten,*
- *Schutz der Gewässergüte und des Gewässerzustandes zur Vermeidung und zum Ausgleich ökologischer Belastungen durch Trockenheit und Hitze,*
- *Stärkung der Bodenfunktionen und der Bodendiversität gegenüber Erwärmung und schwankenden Wassergehalten,*
- *Vermeidung von Schadstoffeinträgen bei Starkregenereignissen in Böden und Gewässer,*
- *Erhalt oder Verbesserung der Anlagenkühlung und des Klimakomforts in Gebäuden unter Vermeidung unnötiger Energieverbräuche,*
- *Vermeidung bzw. Reduzierung der Aufheizung exponierter Verkehrs- und Freiflächen,*
- *Verbesserung des Objektschutzes zur Reduktion extremwetterbedingter Schäden an Gebäuden, Anlagen und Gütern,*
- *Sicherung und Entlastung von Ableitungssystemen und Schutz von Gewässern bei außergewöhnlichen Starkregen,*
- *Sicherstellung der Funktionsfähigkeit technischer Infrastrukturen (Energie, Wasser, Telekommunikation) bei extremen Unwettern,*
- *Schutz von Verkehrsinfrastrukturen vor wetterbedingten Schäden und Sicherung des fluss- und landseitigen Verkehrsablaufes während und nach Extremwetterereignissen,*
- *Gewährleistung langfristiger Anpassungskapazitäten im Küstenschutz (inkl. Binnenentwässerung) vor dem Hintergrund der Meeresspiegelerhöhung.*

Darüber hinaus wird in Bremen das Ziel verfolgt, auf der Ebene der Klimafolgenkommunikation die fachressortübergreifende Zusammenarbeit zu stärken, Politik, Verwaltung und die Öffentlichkeit zu

---

<sup>31</sup> <https://www.gis.umwelt.bremen.de/starkregenvorsorge/>

informieren, zu sensibilisieren und den fachlichen Austausch auf nationaler und internationaler Ebene zu fördern. Dies zeigt sich auch bei der Beteiligung der Stadt an weiteren Forschungsprojekten zur Klimaanpassung (siehe Tabelle 31). Neben einer zunehmenden systematischen Integration der Belange der Klimaanpassung in der verbindlichen Bauleitplanung wird eine Bereitstellung aller klimarelevanten Grundlagendaten vorbereitet.

### 6.1.3 Vorhandene Planungsgrundlagen und Vorgaben für die Bauleitplanung

Über die bundesrechtlichen Vorgaben hinaus verankert die Freie und Hansestadt Bremen ihre Vorgaben im Bremischen Klimaschutz- und Energiegesetz, im Bremischen Wassergesetz, dem Landschaftsprogramm und dem Flächennutzungsplan und entsprechenden Ortsgesetzen (z.B. Begrünungsortsgesetz).

#### Landesrechtliche Vorgaben

Ein Ergebnis der im Abschnitt 6.1.2. beschriebenen netzwerkbezogenen Aktivitäten war die Verabschiedung des „*Bremischen Klimaschutz- und Energiegesetzes*“ im Jahr 2015 (BremKEG). Damit bekundete der Bremer Senat seinen politischen Willen und verpflichtete sich selbst dazu, Klimaanpassung als Ziel der Landesentwicklung zu verankern, eine Anpassungsstrategie zu verabschieden und Klimaschutz und –Anpassung in den städtebaulichen Konzepten und der Bauleitplanung zu verankern (vgl. § 1 Abs. 3 und §13 BremKEG).

Seit 2011 wird in §44 Abs. 1 Bremisches Wassergesetz (BremWG) der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und dem Erhalt des „*natürlichen Wasserkreislaufs*“ eine vorrangige Bedeutung beigemessen. Dies gilt vor allem bei Nutzungen, die eine geringe Belastung des Gewässers verursachen (z.B. Wohnen). Für diese Nutzungen ist keine wasserrechtliche Erlaubnis für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung erforderlich (§ 44 Abs. 2 BremWG), (Bre1, Bre2). Wichtiger Grund ist auch die Entlastung der Gewässer, die bei einer Mischwasserkanalisation im Fall eines Starkregenereignisses regelmäßig belastet werden.

Die Stadt Bremen hat 2019 die Pflicht zur grundsätzlichen Begrünung von Freiflächen und Flachdächern im „*Begrünungsortsgesetz*“ verankert (SUBV 2019b). Dies soll die innerstädtische Durchgrünung unterstützen. Da sich die Bremer Bürgerschaft auf verschiedene Ausnahmetatbestände zur Umsetzung dieser Pflicht geeinigt hat, bleibt abzuwarten, welche Wirkung das Gesetz haben wird.

#### Landschaftsprogramm und Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan (Stadtgemeinde 2014, SUBV 2014) und das Landschaftsprogramm (SUBV 2016b) wurden zeitgleich erstellt. Während der Flächennutzungsplan auf die städtebauliche Entwicklung eingeht, konzentriert sich das Landschaftsprogramm auf die Entwicklung von Natur und Landschaft (gem. §1 BNatSchG). Durch ihre parallele Aufstellung greifen diese beiden Pläne ineinander und stellen die Bedeutung von Freiflächen, Grünstrukturen und Biotopen in den Vordergrund. Der Prozess zur Aufstellung der Pläne begann 2008 und hatte zum Ziel, den ehemaligen Flächennutzungsplan von 1983 zu ersetzen und die räumliche Umsetzung des Leitbildes „*Bremen! lebenswert – urban – vernetzt*“ zu planen. Die in Bremen durchgeführten Projekte und die BauGB-Novellierung 2011 haben dazu geführt, den Klimawandel in den Planungsinstrumenten ausführlicher zu behandeln (Bre3).

Im Landschaftsprogramm werden Inhalte und Ziele vieler umweltbezogenen Fachplanungen zusammengefasst, die im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung schutzgutbezogen genutzt werden können. Dabei liegen die Schwerpunkte auf der biologischen Vielfalt, Boden, Wasser, Klima und Luft, Naturhaushalt und Landschaft. Diese werden um Ziele für spezifische Landschaftsräume ergänzt.



Gartenstadt Werdersee



Neuer Ellener Hof

### Siedlungsbereiche mit besonderen Freiraumfunktionen

<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, green 2px, green 4px); border: 1px solid green; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> <div style="font-size: 8px;">(65)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(-45deg, transparent, transparent 2px, green 2px, green 4px); border: 1px solid green; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 10px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, green 2px, green 4px); border: 1px solid green; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 5px;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px); border: 1px solid red; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, gray 2px, gray 4px); border: 1px solid gray; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></div> </div>	<p>Kulturhistorisch wertvolle Siedlungsgebiete (Grün-/Freiraumstrukturen alter Siedlungskerne und Hofstellen)</p> <p>Besondere Freiraumfunktionen im Siedlungsbereich (Ortsbild, Biotopvernetzung, Stadtklima im inneren Grünring/Alleering) mit Nummer (gem. Anhang B, Tabelle 3)</p> <p>Wertvolle Altbaumbestände</p> <p>Erhalt / Ausgleich besonderer Freiraumfunktionen (s. Karten A bis F) bei der Entwicklung neuer Wohn-, Misch- und Sondergebiete</p> <p>Erhalt / Ausgleich besonderer Freiraumfunktionen (s. Karten A bis F) bei der Entwicklung von Gewerbe-, Industrie-, Hafen- und Versorgungsgebieten</p>
--	--

Abbildung 25: Ausschnitte aus Plan 1 Maßnahmen und Zielkonzept im LaPro Bremen (für die Gebiete der untersuchten BPläne „Gartenstadt Werdersee“ und „Neuer Ellener Hof“ (Bremische Bürgerschaft (Landtag) 2015a)

Besonders hervorzuheben sind die im LaPro und FNP als Grünschräffur gekennzeichneten „Siedlungsbereiche mit besonderer Freiraumfunktion“ bzw. „Bauflächen mit zu sichernder Grünfunktion“ und Grünverbindungen zur Erhöhung des innerstädtischen Grünanteils (Plan 1 des Maßnahmen- und Zielkonzepts (Bremische Bürgerschaft (Landtag) 2015a). Die Grünschräffur beschreibt entweder ihre mikroklimatische Bedeutung, ihre besondere „ökologische und ästhetische Funktion der Freiflächen und Grünstruktur“ oder ihre Defizite bei der Entwicklung von Grünflächen im Innenbereich (SUBV 2014: 260). Die Flächen mit Freiraumdefizit sind in der Regel stark verdichtet und weisen einen niedrigen Sozialindex auf.<sup>32</sup> Der Sozialindex zeigt, dass vor allem in stadtklimatisch belasteten Gebieten besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen leben. Die verantwortliche Landschaftsplanerin fasst den Sachverhalt wie folgt zusammen:

*„Ja, es war ein Schwerpunkt, die klimatisch begünstigten Räume zu erhalten und zu entwickeln. Bei überwärmten Bereichen und den Bereichen mit mangelhafter Freiraumversorgung und gleichzeitig schlechtem Sozialindex wurde schwerpunktmäßig eine Verbesserung der*

<sup>32</sup> Der Sozialindex wird über 22 Einzelindikatoren aus den Bereichen Bildungsbeteiligung, Erwerbs- und Einkommensverhältnisse, Identifikation für die Stadtbezirke (z.B. durch die Wahlbeteiligung und Fortzüge) ermittelt (SUBV 2016a: 121).

*Freiraumsituation und damit auch der bioklimatischen Situation als Ziel verfolgt. Als Drittes ist die Erhaltung der Kaltluftleitbahnen und der Siedlungsbereiche, die auch klimatische Ausgleichsfunktionen haben, zu nennen.“ (Bre2)*

Der Bremische Senat hat am 30.11.2017 beschlossen, die Erstellung von Grünordnungsplänen für BPläne vorzuschreiben, wenn der Geltungsbereich der BPläne im Landschaftsprogramm bzw. Flächennutzungsplan mit einer „Grünschräffur“ gekennzeichnet sind (SUBV 2017: 7). In § 4 Abs. 2 Satz 2 BremNatG ist die Zuständigkeit der Aufstellung von Grünordnungsplänen den Stadtgemeinden zugeordnet. Die Aussagen der Grünordnungspläne erlangen erst eine rechtliche Verbindlichkeit, sobald sie in den Bebauungsplänen übernommen werden. Sie geben ergänzend zur städtebaulichen Konzeption Antworten auf Anforderungen des Naturschutzes, der Biotopvernetzung, der Klimaanpassung und der Erholungsvorsorge. Dies geschieht durch die Darstellung der Funktionen öffentlicher und privater Freiflächen und weiterer Grünstrukturen. Damit soll eine „soziale, umweltgerechte und klimaangepasste Stadtentwicklung“ erreicht werden (SUBV 2017: 5). Von den Interviewpartnern wird die Aufstellung von Grünordnungsplänen als ein Fortschritt bewertet, da dadurch Planungsinhalte beschrieben werden können, die über die Inhalte eines Bebauungsplans hinausgehen.

wassersensible Stadtentwicklung als Strategie zur Anpassung an extreme Regenwasserereignisse	temperatursensible Entwicklung zur Anpassung an extreme Hitzeereignisse
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherung der für die Wasserretention positiv wirksamen Strukturen,</li> <li>• Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit durch Entsiegelung oder offenporige oder teildurchlässige Befestigungen,</li> <li>• Schaffung von Versickerungsanlagen,</li> <li>• Erhöhung der Verdunstung durch Rückhaltung, offene Wasserflächen oder bewachsene Systeme, wie Dachbegrünungen oder begrünte Sickermulden,</li> <li>• gezielten Mitbenutzung von Verkehrs- und Freiflächen zum Rückhalt extremer Niederschlagsspitzen,</li> <li>• erhöhte Gebäudeanordnung,</li> <li>• Verhinderung baulicher Engstellen und Abflusshindernisse oder Anpassung von Geländeneigungen und Abflusswegen,</li> <li>• Schaffung von Niederschlagszwischen Speichern und Festsetzung von Notwasserwegen</li> <li>• Gezielter Objektschutz an besonders sensiblen Einrichtungen (etwa Stromversorgung und Rettungswesen).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhalt oder Schaffung von Freiflächen („Klimaoasen“) und Frischluftschneisen,</li> <li>• Flächenentsiegelung zur Begrünung (Verschattung) von Straßenzügen und Freiflächen,</li> <li>• Förderung von Dach- und Fassadenbegrünung sowie von bewachsenen Sickermulden,</li> <li>• Erhalt und Schaffung offener Wasserflächen und</li> <li>• Optimierung der Gebäudeausrichtung.</li> </ul>

**Tabelle 13: Ziele für Klimaanpassungsmaßnahmen in der Bauleitplanung aus dem FNP Bremen (SUBV 2014a: 91)**

Im Gegensatz zu den Festlegungen im Landschaftsprogramm wird Klimaanpassung im Flächennutzungsplan sehr allgemein durch die Nennung möglicher Anpassungsmaßnahmen dargestellt. Die vorgeschlagenen Maßnahmen sollen zur „frühzeitigen Orientierung“ dienen und im „Sinne einer „No-Regret“-Strategie (...) gefördert werden“ (SUBV 2014a: 90). Vielmehr legt der FNP einen stärkeren Schwerpunkt auf die Reduzierung des Flächenverbrauchs (SUBV 2014a: 89 und 184). Nichtsdestotrotz werden Maßnahmen zur wassersensiblen und stadtklimasensiblen Entwicklung genannt, die sich in den untersuchten Bebauungsplänen wiederfinden (siehe Tabelle 13).

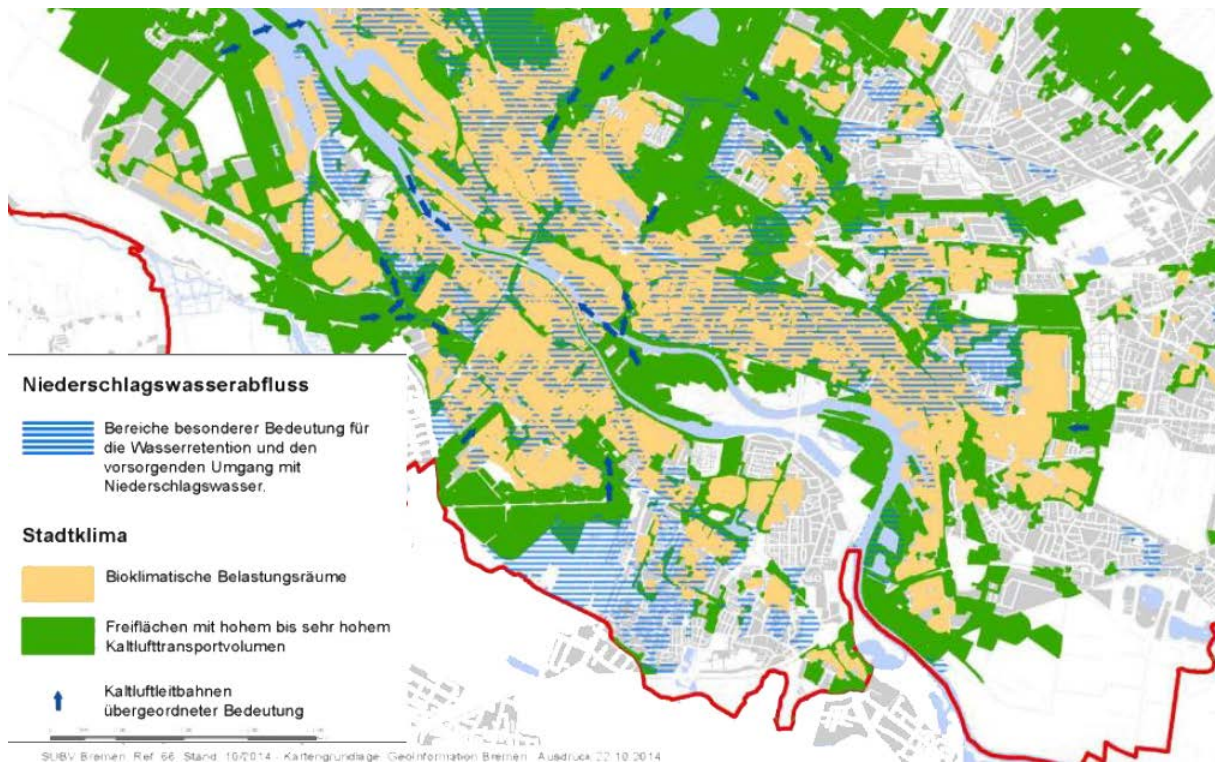
Ergänzend sind in den Beiplänen zum FNP weitere Informationen enthalten. Sie haben für die gesamtstädtische Planung einen Hinweischarakter und keine bindende Wirkung. Dadurch können sie jederzeit aktualisiert werden (Alhelm et al. 2014:125, Bre3). Diese Kennzeichnung besonders bedeutsamer Bereiche geht den Vertretern der Landschaftsplanung teilweise nicht weit genug, da die Formulierungen unverbindlich sind. Dadurch wird befürchtet, dass die Gewichtung dieser Belange in der Abwägung gering ausfallen könnte (Bre2). In der Begründung des FNP wird dies wie folgt beschrieben:

*„Mit dem Beiplan (16) wird der verbindlichen Bauleitplanung diesbezüglich eine erste Informations- und Entscheidungsgrundlage zur Berücksichtigung von Entwicklungspotenzialen zur Anpassung an den Klimawandel gegeben. Die beigegebenen Informationen lösen kein direktes Handlungsgebot aus, sondern geben den Planungsträgern erste Hinweise, wo der Anpassung an den Klimawandel künftig bei Flächennutzungsentscheidungen gegebenenfalls eine hervorgehobene Bedeutung beizumessen ist.“ (SUBV 2014a: 124)*

Klimawandelrelevant sind folgende Beipläne

- Der Beiplan 13 (Abwasserbeseitigung) gibt Hinweise auf den aktuellen Stand der **Abwassersysteme** in Bremen und zeigt, wo Trenn- und Mischwasserkanalisationen verlegt sind. Hinzu kommt, dass eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung vorgeschlagen wird, indem Versickerung, Verdunstung, Retention, die Nutzung sowie die Ableitung in Oberflächengewässern empfohlen werden (SUBV 2014a: 118f).
- Der Beiplan 14 (Hauptgewässernetz und Hochwasserschutz) informiert über die **Gebietsausweisungen für den Hochwasserschutz** (Stand 2013). Dazu gehören die festgelegten Bereiche für den Hochwasserschutz (§62 Abs. 3. BremWG), Überschwemmungsgebiete (§76 Abs. 3. WHG), hochwassergefährdete Gebiete im tidebeeinflussten Einzugsbiet (§ 57 Abs. 1 BremWG und §2 Hochwassergebietsverordnung Weser) sowie Sonderflächen (§2 Hochwassergebietsverordnung Weser) und binnendeichseitige Entwässerungsgräben (SUBV 2014a 120f).
- Der Beiplan 16 gibt Hinweise zu **Entwicklungspotenzialen zur Anpassung an den Klimawandel**, indem basierend auf dem Gutachten zum Stadtklima (GEO-NET 2013) bioklimatische Belastungsräume, Freiräume mit besonders hohem bis sehr hohem Kaltlufttransportvolumen und bedeutsame Kaltluftleitbahnen sowie basierend auf dem Gutachten zum Niederschlagsabfluss (2013) bedeutsame Flächen für die Wasserretention und Umgang mit Niederschlagswasser gekennzeichnet werden (SUBV 2016b:279). Darüber hinaus werden Empfehlungen gemacht, welche Maßnahmen zur Starkregenvorsorge und bioklimatischen Verbesserung sinnvoll sind. Die Formulierungen der Hinweise deuten darauf hin, dass gezögert wurde, verbindliche Vorgaben zu machen (SUBV 2014a: 124f).





**Abbildung 26: Ausschnitt aus der Kartendarstellung des Beiplans 16 „Entwicklungspotenziale zur Anpassung an den Klimawandel“ (ohne Maßstab, SUBV 2014a: 120f)**

#### 6.1.4 Vorhandene Datengrundlagen

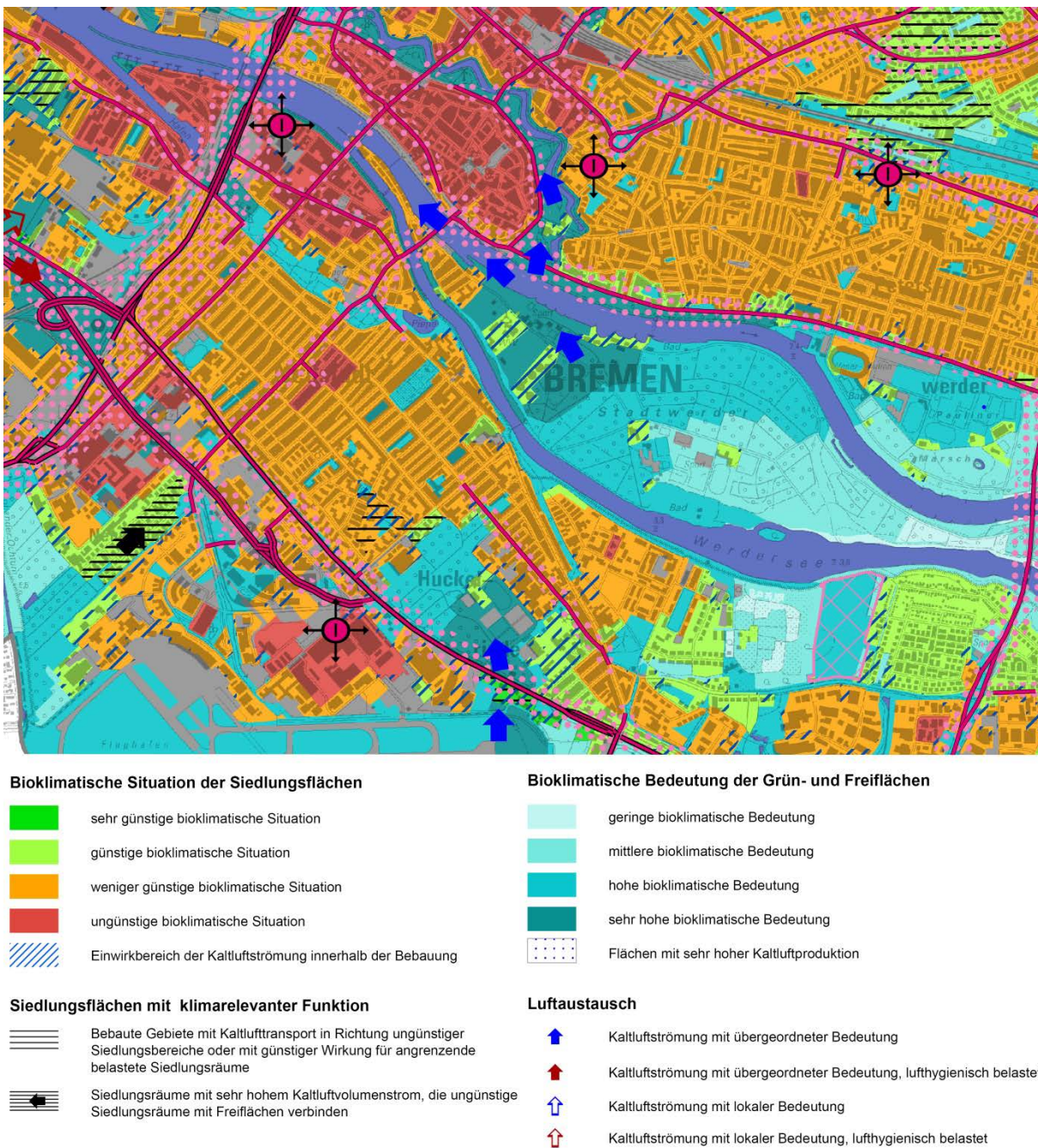
##### Erhebungen im Landschaftsprogramm

Eine wichtige Datengrundlage für die Bewertung der Klimafolgen auf die Stadtentwicklung in Bremen ist das Landschaftsprogramm und die dazu gehörigen Gutachten (Stadtklimagutachten und Niederschlagsabflussanalyse 2013).

Das Landschaftsprogramm geht in seiner Bestandserhebung auf Klimaveränderungen und deren Auswirkungen auf die Siedlungsstruktur, Natur und Landschaft ein. Dabei werden Herausforderungen des sich verändernden Wärmehaushalts, zunehmende Starkniederschläge, Meeresspiegelanstieg, sich verschiebende Vegetationsperioden, Veränderung der Artenvielfalt und deren Lebensräume und die wichtige Aufgabe und Belastung der Bäume in der Stadt hervorgehoben. (SUBV2016b: 60 ff.)

Im Landschaftsprogramm werden die Ergebnisse des stadtklimatologischen Gutachtens zusammengefasst (GEO-NET 2013). Grundlage für das Gutachten ist die durch FITNAH durchgeführte Simulation. In ihr werden bodennahe Lufttemperaturfelder, Kaltluftproduktionsraten, Kaltluftentstehungsgebiete, nächtliche Strömungsfelder und Kaltluftvolumenströme untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist eine Klimafunktionskarte mit der Beschreibung des Luftaustausches auf Grünflächen, Freiräumen und Siedlungsräumen einer Planungshinweiskarte zum Stadtklima, die für diese Raumtypen einen Maßnahmenkatalog enthält (SUBV2016a: 54ff). Dabei wurden bei den Luftleitbahnen je nach Lage und Verbindung unterschiedliche Wertigkeiten zugewiesen. Leitbahnen, die Kaltluftentstehungsgebiete mit besonders belasteten Gebieten mit ungünstiger siedlungsklimatischer Situation verbinden, wird eine besondere Bedeutung beigemessen. Ebenso setzt sich die Bedeutung der Grün- und Freiflächen aus dem Potenzial an zu produzierender Kaltluft und deren Nähe zu siedlungsklimatisch beeinträchtigten Gebieten zusammen. Die schraffierten „Siedlungsflächen mit klimarelevanter Funktion“ wurden im Landschaftsplan und Flächennutzungsplan übernommen.





**Abbildung 27: Ausschnitt und Legende der Karte D Klima / Luft – Bestand, Bewertung und Konfliktanalyse im Landschaftsprogramm Bremen (M: 1:35.000, Bremische Bürgerschaft (Landtag) 2015b)**

Für die Entwicklung des Landschaftsprogramms wurde darüber hinaus ein Gutachten erstellt, das die Auswirkungen des Klimawandels auf die Entwicklung der Flora und Fauna in Bremen einschätzt und begutachtet. Es ist geplant, die Entwicklung der Artenbestände in Bremen von einem Klimafolgenmonitoring zu begleiten (SUBV 2010).

In Bremen ist eine regelmäßige Aktualisierung des Landschaftsprogramms vorgesehen. Durch diesen Regelprozess können neue Ziele und Handlungsbedarfe in das LaPro übernommen werden.

**Starkregenvorsorgeportal als Weiterentwicklung der Niederschlagsabflussanalyse von 2013**

Seit März 2019 sind eine digitale Karte zur Starkregenvorsorge öffentlich über das Bremer Geoportal zugänglich (SUBV 2019a). Vergleichbar mit dem Stuttgarter Portal an der Glems können hier Private Gefährdungen für ihre Vorhaben abschätzen und Vorsorge betreiben. Auf Anfrage wird eine genauere Auskunft und Beratung angeboten.

**6.1.5 Zusammenfassung der Planungsvoraussetzungen**

In Bremen wurden in einem transdisziplinären Prozess auf allen Ebenen der Entscheidungsfindung und unter Einbindung betroffener Bevölkerungsgruppen Instrumente entwickelt, mit den Folgen des Klimawandels strategisch umzugehen. Leitfäden, die zeigen, wie Überflutungsvorsorge in die Bebauungsplanung integriert werden kann, bieten eine standardisierte Herangehensweise als Hilfestellung an und unterstützen deren Umsetzung.

Die Belange für den Überflutungsschutz und für den Erhalt eines komfortablen Mikroklimas konnten in den Flächennutzungsplan als Planungselement aufgenommen werden. Dafür wurden bekannte Informationen aufgearbeitet und die Bedeutung innerstädtischer Grünflächen und Freiräume herausgestellt. Der Flächennutzungsplan und das Landschaftsprogramm ermöglichen und fördern gemeinsam mit dem Begrünungsortsgesetz Festsetzungen in den Bebauungsplänen, welche die Belange der Klimaanpassung und deren Umsetzung steuern. Diese werden vor Ort durch Grünordnungspläne unterstützt.

Die frühzeitige und kontinuierliche Beteiligung der KLAS Projektleitung in den untersuchten Bauleitplanverfahren ermöglicht, die Belange des Überflutungsschutzes in die städtebauliche Planung zu integrieren und multifunktionale Lösungen zu entwickeln, die den Bedürfnissen einer wachsenden Stadt und den notwendigen Funktionen auf engem Raum gerecht werden können (Bre1).

Ein ressortübergreifendes Monitoring findet aktuell nicht statt. Die einzelnen Umweltressorts verfügen über eigenständige Umweltüberwachungssysteme, die aber an keiner zentralen Stelle zusammengefügt werden.

## 6.2 Hamburg

### 6.2.1 Folgen des Klimawandels

Nord- und Ostsee dämpfen mit milden Wintern und milden Sommern das Klima in Hamburg, indem die Anzahl von Schnee-, Sommer- und heißen Tagen vergleichsweise gering ausfallen (Meinke et al. 2018: 17 ff.). Durch ihre Lage an der tidebeeinflussten Elbe ist die Stadt besonders durch den Meeresspiegelanstieg vom Klimawandel betroffen. Küstenschutz zu betreiben war schon vor der großen Sturmflut von 1962, die verheerende Auswirkungen auf die Stadt hatte, im traditionellen Bewusstsein der Hamburger Bevölkerung. Zusätzlich muss sie sich auf steigende Temperaturen und intensivere Niederschläge einstellen. Veränderungen der Windverhältnisse lassen sich in der stark vom Wind geprägten Region nur schwer nachweisen (Meinke et al. 2018: 22). Wetterbeobachtungen seit 1893 zeigen die Zunahme von Extremen, wie kräftige kurzzeitige Sommerniederschläge, langanhaltende Niederschläge im Herbst, Winter und Frühjahr und seit 2007 das zeitweise Auftreten von Trockenperioden im Frühjahr (vor allem im April) (Meinke et al. 2018: 20).

Die Auswertungen der Klimaprojektionen zeigen für die Metropolregion Hamburg eine Zunahme jahreszeitlicher Niederschläge im Herbst, Winter und Frühjahr (Meinke et al. 2018: 26). Auch wenn sich die Klimatologen nicht sicher sind, können extreme Starkniederschläge im Sommer und reguläre Niederschläge in den Wintermonaten bis zum Ende des Jahrhunderts häufiger auftreten (Meinke et al. 2018: 31). Starkniederschläge können sich über den Siedlungsgebieten durch stadtklimatologische Effekte verstärken (Schlünzen et al. 2018: 47).

Die starken Westwindwetterlagen führen dazu, dass die für die Ausprägung von Hitzeinseln verantwortlichen austauscharmen Wetterlagen in Hamburg seltener auftreten als in anderen Regionen Deutschlands. Die Wasserflächen der Elbe, Alster und ihren Kanälen haben teilweise eine dämpfende Wirkung auf die Entwicklung von Hitzeinseln. Sie können aber durch ihre höhere Wärmespeicherkapazität eine nächtliche Abkühlung verhindern (Schlünzen et al. 2018: 42). Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Siedlungsentwicklung die räumliche Ausdehnung des Hitzeinseleffekts stärker beeinflusst als der Klimawandel (Hoffmann 2012). 1994 trat erstmals eine Hitzewelle auf, die länger als 14 Tage anhielt. Seitdem haben sich diese Hitzewellen mehrfach wiederholt und machen bewusst, dass auch der Umgang mit Hitze in Hamburg ein entscheidender Faktor der Stadtentwicklung sein wird (Imbery et al. Stand: 2015: 3, Meinke et al. 2018: 25). Die Auswertungen des Norddeutschen Klimaatlasses beschreiben eine deutliche Zunahme der Anzahl der Sommertage und heißen Tage bis zum Ende des Jahrhunderts (Meinke et al. 2018: 31). Dies führt zu einem früheren Einsetzen der thermischen Vegetationsperiode, die sich seit 1950 bis heute um ungefähr drei Wochen verlängert hat. Ende des Jahrhunderts wird erwartet, dass der Vegetationsbeginn voraussichtlich im Januar oder Februar liegen wird (Meinke et al. 2018: 30). Sommerliche Trockenperioden wie im Jahr 2018 gehören bisher zu Ausnahmeereignissen. Sie könnten aber bis zum Ende des Jahrhunderts regelmäßiger auftreten. Die Klimaforscher sind sich dabei noch nicht sicher, ob die dafür vorliegenden Daten zuverlässige Werte zur Verfügung stellen (Meinke et al. 2018).

### 6.2.2 Kooperation und Kommunikation

Aufgrund der engmaschigen Forschungslandschaft gibt es in Norddeutschland ein dichtes Informationsangebot zu den Klimaveränderungen in Hamburg (Meinke et al. 2018:16). Diese basieren auf regionalen Forschungsprojekten und Forschungsinstitutionen, wie dem Deutschen Wetterdienst, dem Climate Service Center Deutschland (GERICS), dem Norddeutsche Klimabüro und dem Regionale Klimabüro der Helmholtzgesellschaft, die regelmäßig Berichte und Projekte über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Region erarbeiten (z.B. Storch/Claußen 2011, Storch et al. 2018).

Auf der Ebene der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) beteiligt sich die Senatsverwaltung in enger Kooperation mit den Hamburger Hochschulen und Forschungseinrichtungen an transdisziplinären Projekten, die sich mit Klimaanpassung in der Stadtentwicklung befassen und direkt in die Entwicklung kommunaler Anpassungsstrategien eingebunden sind. Dabei liegen die Schwerpunkte auf der Bewältigung von Starkniederschlägen und Hitzeinseln in Form von wassersensibler Stadtentwicklung und Straßenraumgestaltung, städtischem Grün auf Dächern und Fassaden, Straßenbäume und multifunktionale Flächen (z.B. RISA; Gründachstrategie, KLIQ, SIK, „Bau nie ohne! Urbanes Grün in allen Dimensionen“, „Klimaschutz und Klimaanpassung clever kombiniert“ oder KLIMOPRAX). Dabei werden Anpassungsmöglichkeiten sowohl in vorhandenen Stadtquartieren als auch in neuen Quartieren wie in Oberbillwerder untersucht und entwickelt.

Die Leitstelle Klima der Hamburger Senatsverwaltung ist die koordinierende Stelle für die Umsetzung der Klimapolitik des Senats. Sie ist verantwortlich für die Weiterentwicklung und Umsetzung des Hamburger Klimaplanes, initiiert und finanziert Projekte, die sich mit den Herausforderungen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung befassen, und vertritt Hamburg in der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft "Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit" (KliNa).

Die erste Hamburger Klimaanpassungsstrategie (2011) wurde vom Hamburger Senat im „*Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel*“ konkretisiert (Bürgerschaft vom 25. 06.2013). Er beinhaltet Maßnahmen in den Handlungsfeldern Hafenwirtschaft, Küstenschutz, Wasserwirtschaft, Gesundheit, Stadtplanung, Verkehr, Natur- und Bodenschutz, Land- und Forstwirtschaft, Katastrophen- und Bevölkerungsschutz sowie Forschung und Bildung. Planerische Vorgaben des Aktionsplans waren:

- hochwasserangepasste Bauformen,
- Wasserrückhalt in der Fläche,
- Binnenhochwasserschutz,
- der Strukturplan Regenwasser 2030 (RISA),
- Klimamodellquartiere,
- die Stadtklimamodellierung 2050 (Klimawandel Szenario 2050),
- das stadtklimatische Konzept und „*Themenkarte Stadtklima/Naturhaushalt*“ im Landschaftsprogramm,
- die Gründachstrategie,
- das Entwicklungskonzept Hamburgs Straßenbaumbestand,
- die Entwicklung und Sicherung des Biotopverbunds,
- der Bodenschutz (Erhalt der Bodenfunktionen: Wasser- und Kohlenstoffspeicher sowie die Förderung der Evapotranspiration aus ungesättigten und gesättigten Bodenzonen).

2015 schließt der „*Klimaplan*“ an den „*Aktionsplan*“ an und fasst die Strategien zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung zusammen. Die Handlungsfelder des Klimaplanes sind Stadtentwicklung, Energie, Gebäude, Mobilität, Wirtschaft, Konsum und Entsorgung, Küstenhochwasserschutz, Wasserwirtschaft, Binnenhochwasserschutz, Natur- und Bodenschutz, menschliche Gesundheit, Infrastruktur, Katastrophenschutz und –vorsorge, Bildung und Forschung. Im Bereich der Klimaanpassung orientieren sich die Ziele stark an der Gefahrenabwehr und schließen Anpassungsmaßnahmen ein, die im Hochwasserschutz und Schutz vor Sturmfluten, im Ausbau und Förderung von Gründächern, in der Anpflanzung klimaresistenter Bäume und Pflanzen, in der Forschung zur Klimaanpassung und Umsetzung des RISA Projektes liegen (Bürgerschaft vom 08. 12. 2015: 6).

In der Wasserwirtschaft befasst sich das Projekt *RISA (RegenInfraStrukturAnpassung)* mit den Grundlagen der Regenwasserbewirtschaftung in Hamburg. Dabei sind Dokumente wie der *Strukturplan Regenwasser 2030* entstanden (HSE/BUE 2015).

Ein wichtiges Element des Klimaplanes ist zudem die *Gründachstrategie*, in der Hamburger Bauherren durch finanzielle Förderung zum Bau von Gründächern motiviert werden. Begleitend dazu wird die Regenwasserrückhaltekapazität von Gründächern erforscht und die Festsetzung von Gründächern in den Bebauungsplänen gefordert.

Seit 2015 verfügt Hamburg über ein *Klimafolgenmonitoring*, das die real gemessenen Klimaauswirkungen dokumentiert. Beispielhafte Indikatoren sind

- die Wärmebelastung der Stadt (Anzahl der jährlichen Tropennächte, heißen Tage und Trockenperioden),
- der Vegetationsbeginn (thermischer und phänologischer Vegetationsbeginn, Beginn der Apfel- und Forsythienblüte),
- der Bewässerungsbedarf (der landwirtschaftlichen Betriebe),
- Anzahl der Hitzewarnungen,
- Sturmfluten und Tideverhältnisse oder
- Mischwassersielüberläufe bei Starkregenereignissen.

In einem weiteren Schritt der Entwicklung des Monitoring-Konzepts sollen Indikatoren ergänzt werden, die die Aktivitäten der Klimaanpassung beschreiben können.

### **6.2.3 Vorhandene Planungsgrundlagen und Vorgaben für die Bauleitplanung**

Über die bundesrechtlichen Vorgaben hinaus verankert die FHH ihre Vorgaben im Hamburger Wasser- und Naturschutzrecht, dem Landschaftsprogramm und Flächennutzungsplan sowie den themenbezogenen Strategien, die sich aus dem Hamburger Klimaplan ergeben. Diese sind der Strukturplan Regenwasser 2030 und die Gründachstrategie. Diese werden durch Senatsbeschlüsse zur Regenwasserbewirtschaftung und Dachbegrünung verbindlich umgesetzt (H2, H3).

#### **Landesrechtliche Vorgaben**

Seit 1992 gibt es Verwaltungsanweisungen, welche die Versickerung, Verdunstung und den Rückhalt des Regenwassers in neuen Baugebieten fördern und die Ableitung in das Sielnetz verhindern soll (H3). In Hamburg unterstützen landesrechtliche Vorgaben die Festsetzung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und des Biotopschutzes in der Bauleitplanung. Nach Bauleitplanfeststellungsgesetz können Festsetzungen getroffen werden, die vorrangig abwasserrechtliche und naturschutzrechtliche Vorgaben nach dem Hamburgischen Abwassergesetz (HmbAbwG) oder dem Hamburgischen Gesetz zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes (HmbBNatschAG) machen. Damit besteht für die Bebauungspläne eine Rechtsgrundlage durch Festsetzungen im Bebauungsplan, die Regenwassereinleitung in das Regenwasser- oder Mischwassersiel zu untersagen und ein Versickerungsgebot oder ein Einleitungsgebot in Gewässer auszusprechen (HSE/BUE 2015: 54). Zusätzlich erlauben § 32a des Hamburgischen Wassergesetzes (HWaG) und §9 Abs. 4 sowie § 9a des Hamburgischen Abwassergesetzes (HmbAbwG) über die Niederschlagswasserversickerungsverordnung für Grundstückseigentümer eine erlaubnisfreie Regenwasserversickerung vor Ort (HSE/BUE 2015: 49ff).



Der *Biotopschutz* orientiert sich an den Flächen für den Biotopverbund. Im §9 Abs.1 und Abs. 2 HmbBNatschAG ist der Flächenanteil von 15% des Biotopverbunds an der Gesamtfläche Hamburgs als Zielgröße festgelegt. Zusätzlich soll der Biotopverbund über 7,5m breite Gewässerrandstreifen zu gewährleisten sein (FHH 2014).

### **Landschaftsprogramm und Flächennutzungsplan**

Der Hamburger Flächennutzungsplan und das Hamburger Landschaftsprogramm wurden 1997 verabschiedet (FFH 1997a und 1997b). Seitdem wird bei neuen städtebaulichen Entwicklungen der Flächennutzungsplan über das so genannte Parallelverfahren aktualisiert. Die Interviewpartner in Hamburg (Tabelle 2) sind überzeugt, dass eine Neuaufstellung des FNP in Hamburg nicht erforderlich sei, da die Fläche der FHH begrenzt und eine räumliche Entwicklung der Siedlungsflächen grundsätzlich nicht mehr möglich sei. Dies hat zur Folge, dass Themen, die seitdem in der Bundesgesetzgebung ergänzt wurden, nicht im Hamburger FNP vorkommen können.

Wichtige Themen im LaPro sind das Freiraumverbundsystem, Erholung, Naturhaushalt, Landschaftsbild und Artenschutz. Das Landschaftsprogramm macht Aussagen zu Naturhaushalt (Boden, Wasser, Klima/Luft), Landschaftsbild und Arten und Biotopschutz und wird regelmäßig aus aktuellen Anlässen angepasst. Stadtklimatische Themen sind in das Landschaftsprogramm integriert worden.

Das Hamburger Landschaftsprogramm stuft Siedlungsstrukturtypen ein und legt für diese sich unterscheidende Ziele fest. Dabei steht die Sicherung und Entwicklung der Freiraumstruktur, Durchgrünung und die Sicherung des Wasserhaushalts im Mittelpunkt, die durch die Förderung von Fassaden- und Dachbegrünung sowie anderen naturnahen Vegetationselementen erfolgen soll. Darüber hinaus wird in den dichter besiedelten Gebieten die Entsiegelung ungenutzter Flächen angestrebt, um Bodenfunktionen und den Wasserhaushalt zu schützen, zu entwickeln und aufrecht zu erhalten. Die Zugänglichkeit des öffentlichen Freiraums und das Schaffen zusammenhängender Freiräume wird betont (HSE/BUE 2015: 68).

Durch die Vielzahl an Projekten und Kooperationen der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) mit den Hamburger Hochschulen sind zahlreiche nutzbare Daten- und Informationsgrundlagen entstanden. Von Küster (2019: 56) wurden folgende unterstützende Studien, Leitfäden und Themenkarten erfasst:

- Dezentrale naturnahe Regenwasserbewirtschaftung: Leitfaden für Planer, Architekten, Ingenieure und Bauunternehmer,
- RISA – RegenInfrastrukturAnpassung, Strukturplan Regenwasser 2030,
- Stadtklimatische Bestandsaufnahme und Bewertung für das Landschaftsprogramm,
- Hinweise zur wassersensiblen Straßenraumgestaltung,
- Hamburger Gründachstrategie, Leitfaden zur Planung,
- KLIQ – Klimafolgenanpassung innerstädtischer hochverdichteter Quartiere in Hamburg,
- Stadtbäume im Klimawandel (SiK): Monitoring und Anpassung,
- Handlungshilfe für die Integration der Klimabelange in die Stadtentwicklung,
- Hydrologisches Modell,
- Klimafolgen-Monitoring.

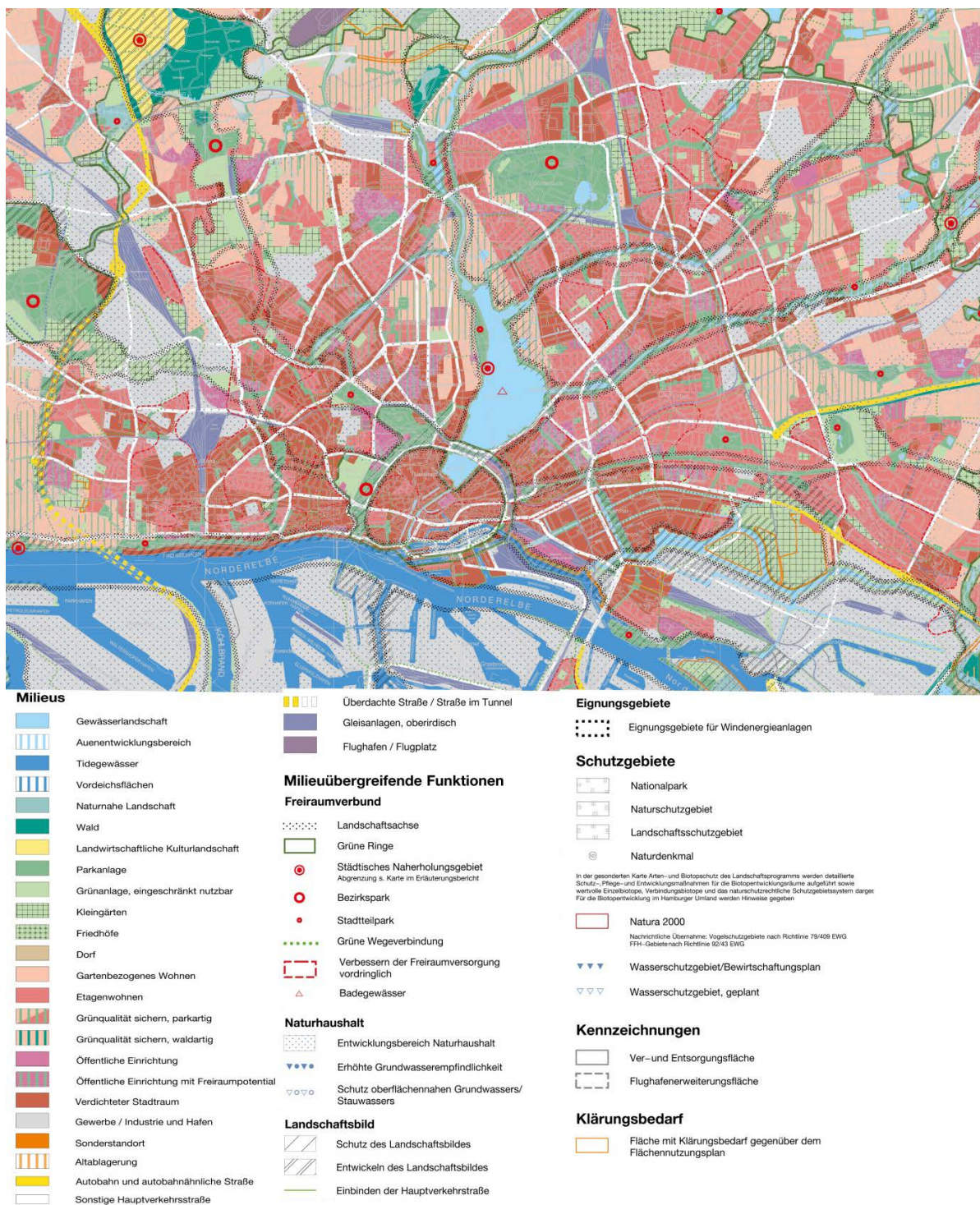
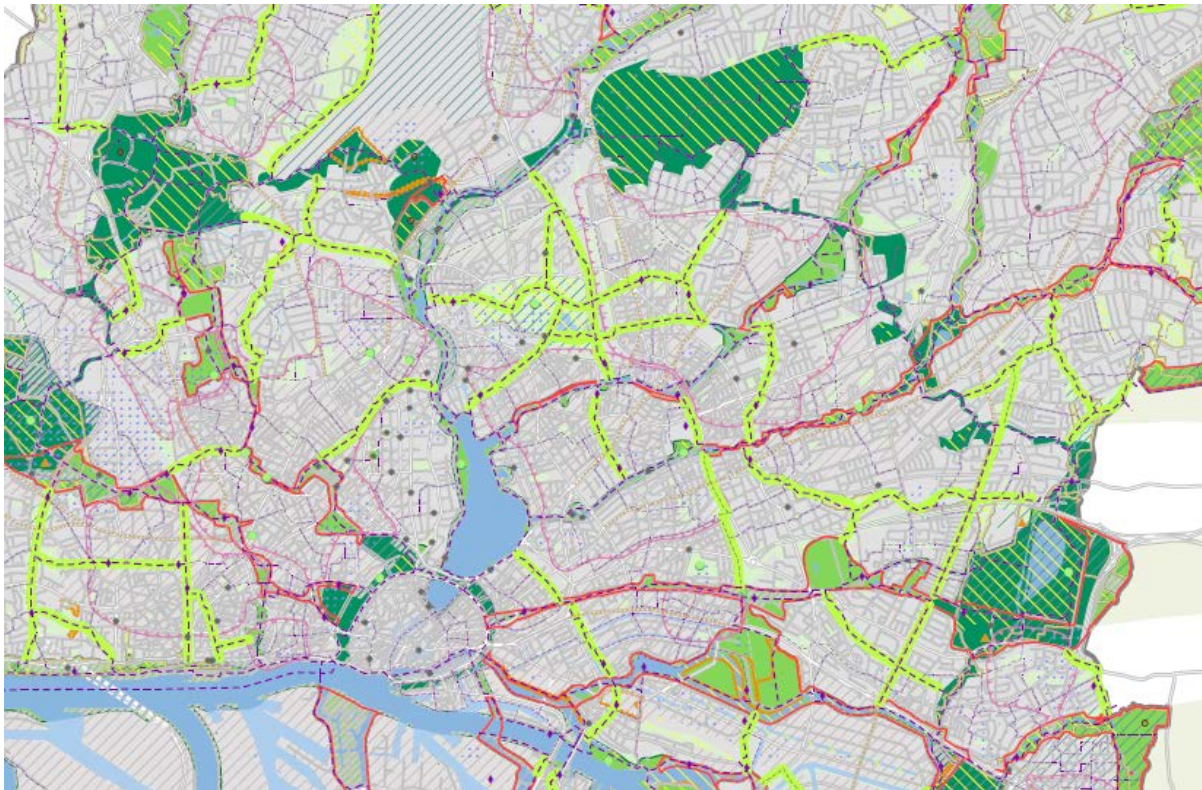


Abbildung 28: Landschaftsprogramm Hamburg (M: 1:100.000, FHH 2013)

In einer Befragung der Planer der Hamburger Bezirke wurde deutlich, dass in der Praxis überwiegend die stadtklimatische Bestandsaufnahme und der Leitfaden der Gründachstrategie als Hilfsmittel genutzt werden (Küster 2019: 65). Alle anderen Hilfsmittel wurden nicht oder selten genutzt. Dies liegt entweder daran, dass sie bei den Planern nicht bekannt sind, ihre Praxistauglichkeit angezweifelt wird oder die politischen Rahmenbedingungen eine Veröffentlichung der Inhalte verhindern, was dazu führt, dass Informationen an die Bezirke oder an die Öffentlichkeit nicht weitergegeben werden (Küster 2019).





**Abbildung 29: Fachkarte „Grün Vernetzen“ (M: 1: 100.000, BUE 2018a)**

Ein Beispiel ist die „*Themenkarte Stadtklima/Naturhaushalt*“ welche im Klimaplan 2015 und im „*Aktionsplan Anpassung*“ vorgesehen war. Sie hätte alle Klimaanpassungsthemen, die für die Stadtentwicklung eine Rolle spielen, zusammengefasst. Diese Themenkarte sollte in der Fortschreibung des Landschaftsprogramms integriert werden (FHH 25.06.2013: 7). Dazu sollten stadtklimatische Ausgleichsflächen (Freiflächen und Kaltluftleitbahnen), Handlungsschwerpunkte für Begrünung in stadtklimatischen Vorsorgebereichen (verdichtete Stadtquartiere), Empfehlungen für Klimamodellquartiere, Schutz klimarelevanter Böden, Entwicklungsbereiche zur Förderung von Versickerung, Verdunstung und weitere Maßnahmen zur Stabilisierung eines natürlichen Wasserhaushalts gezeigt werden. Grundlagen für diese Karte liegen bereits vor uns sind in der Stadtklimaanalyse und dem Klimawandel Szenario 2050 von 2012, den Informationen aus der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, den Ergebnissen aus RISA und den Informationen aus dem aktuellen Landschaftsprogramm zu finden (FHH 25.06.2013: 7, FHH 08.12.2015: 22).

Teile dieser im Klimaplan (2015) genannten Ziele und Informationen lassen sich in der Fachkarte „*Grün Vernetzen*“ wiederfinden. Die Fachkarte „*Grün Vernetzen*“ gibt erste Hinweise über die Bedeutung des „Grünen Netzes“ für den Biotopverbund und das Siedlungsklima in Hamburg (BUE 2018a). Hier werden sowohl Stadträume gekennzeichnet, in denen eine Durchgrünung aufgrund ihrer städtebaulichen Dichte gefördert werden muss als auch Freiräume hervorgehoben, die eine besondere Bedeutung als Kaltluftentstehungsgebiete oder für die Biotopvernetzung haben.



## 6.2.4 Vorhandene Datengrundlagen

### Informationen im Geoportal

Im Geoportal liegt ein breites Spektrum an Karten und Umweltinformationen vor, welche auch für Voruntersuchungen in der Bauleitplanung genutzt werden können. Das Geoportal stellt Informationen zur Wasserwirtschaft (Versickerungspotenzial, Grundwassergleichen und Grundwasserflurabstand, Sturmflutrisiko-, Hochwasserrisikomanagementkarten, Überschwemmungsgebiete, Wasserschutzgebiete, Verdunstungspotenzial, Bohrarchiv der Probebohrungen), zum Arten- und Biotopschutz (Biotop- und Freiraumverbund, Schutzgebiete), zu Mooren und schutzwürdigen Böden, öffentlich zur Verfügung. Zusätzlich sind sowohl das Landschaftsprogramm als auch das Straßenbaumkataster einsehbar.

Beispielsweise gibt die Verdunstungspotenzialkarte Auskunft über die Speicherkapazität von Regenwasser im Boden (Domroese 2011). Um Bodenfunktionen zu fördern, sollte die Evapotranspiration, Wasser- und Kohlenstoffspeicherung erhalten werden. Die Karte basiert auf Simulationen und Szenarien über ein Bodenwasserhaushaltsmodell. Zugrundeliegende Parameter sind mögliche und beobachtete Schwankungen des Grundwasserstands, die Wasserleitfähigkeit der Böden (kf-Werte aus den Versickerungspotenzialkarten), die nutzbare Feldkapazität (nFK)<sup>33</sup>, die Oberkante des Nichtleiters in den obersten Bodenschichten und der Grundwasseranschluss der Böden über niedrige Grundwasserflurabstände in Jahren mit hoher Feuchtigkeit.

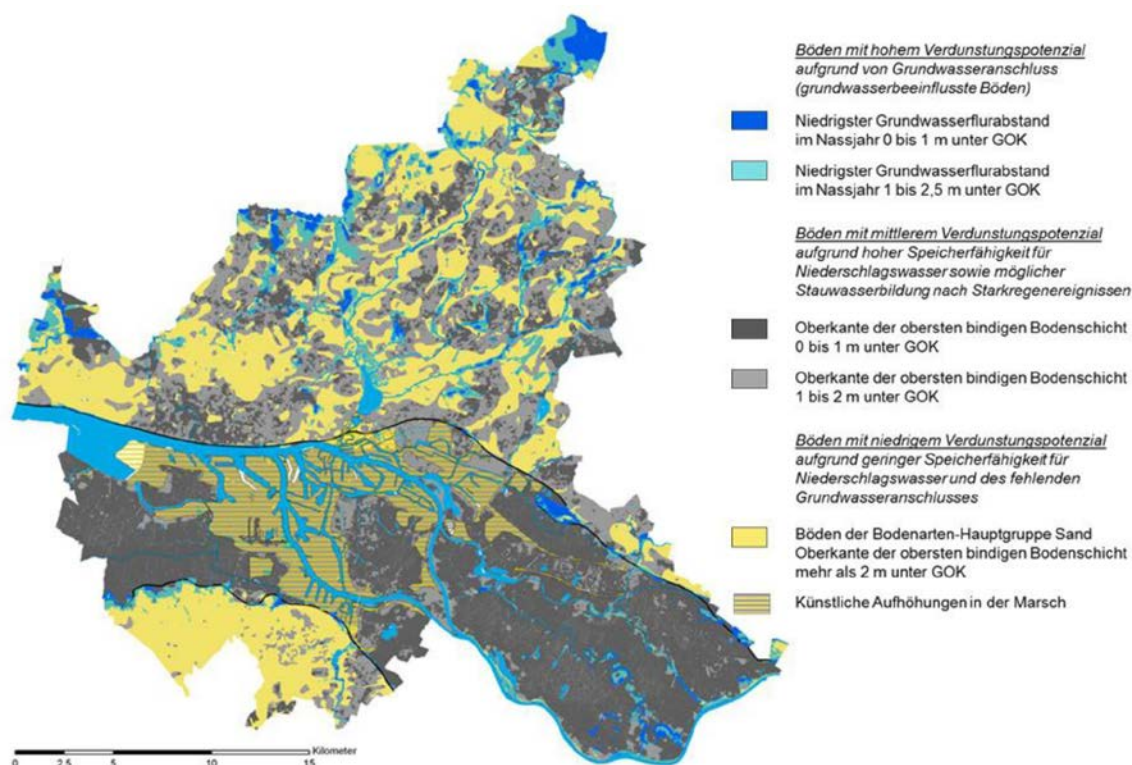


Abbildung 30: Verdunstungspotenzialkarte Hamburg (ohne Maßstab, Domroese 2011: 13)

<sup>33</sup> Böden mit niedriger nutzbarer Feldkapazität und hoher gesättigter Wasserleitfähigkeit eignen sich nicht dafür Niederschlagswasser zu speichern, da hier das Wasser sehr schnell in die tieferen Bodenbereiche abgeleitet wird. Dies hat zur Folge, dass während langanhaltender Trockenheit kein Wasser mehr an die Pflanzen vor Ort abgegeben werden kann. Die Fähigkeit Wasser zu speichern nimmt demnach mit einer Oberkante des Nichtleiters in der obersten Bodenschicht (0 – 1 m) zu.

### Strukturplan Regenwasser 2030

Der Strukturplan Regenwasser 2030 ist der Ergebnisbericht des Projektes RISA, in dem Hamburg Wasser gemeinsam mit der FHH ein integriertes Regenwassermanagementkonzept für Hamburg erarbeitet hat (HSE/BUE 2015).

Die Handlungsziele waren der naturnahe Wasserhaushalt, der Gewässerschutz sowie der Überflutungs- und Hochwasserschutz. Diese Ziele der Wasserwirtschaft wurden mit den Zielen der Landschaftsplanung und des Städtebaus zusammengeführt. Dabei sollte unter anderem eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung etabliert werden, die es ermöglicht, das bereits vorhandene Entwässerungsnetz bei extremen Regenereignissen zu entlasten. Darüber hinaus wurden Maßnahmen des Regenwassermanagements und deren rechtliche, finanzielle und kommunikative Umsetzung entwickelt. Eine umfassende Bestandsaufnahme beschreibt die technische, planerische und rechtliche Situation des Regenwassermanagements der FHH. Neben der Erarbeitung von Wissensdokumenten, Karten zum Grundwasserflurabstand, zu Grundwassergleichen, Versickerungspotenzialen, Abkopplungspotenzialen vom Sielnetz und anderen unterstützenden Instrumenten, wurden Planungsinstrumente und Standards für die Ebene der Gesamtstadt (Wasserplan), des Bebauungsplans (Wasserwirtschaftlicher Begleitplan (WBP)) und der Umsetzungsebene (Wasserpass) vorbereitet (Dickhaut/Andresen 2013: 28). Im Folgenden werden die Elemente des WBP beschrieben, der auf die Ebene des Bebauungsplans eingeht. Dabei sind zwei Stufen vorgesehen (HSE/BUE 2015: 180ff):

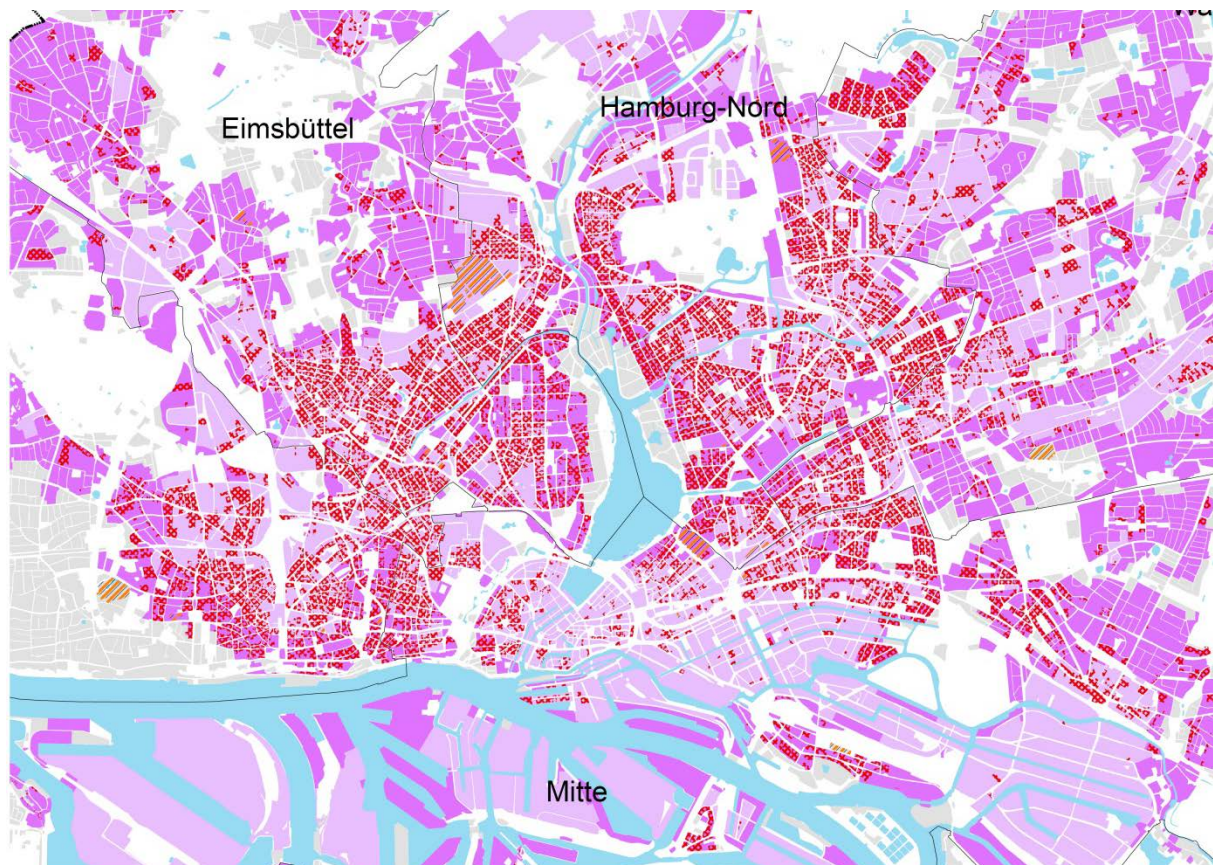
*Stufe 1: Ermittlung wasserwirtschaftlicher Konflikte (Vorplanung, Wettbewerb, Gutachterverfahren) anhand einer Checkliste.*

*Stufe 2: Entwicklung von Lösungen bei Problemlagen durch ein Fachbüro.*

Die Verfasser des Strukturplans Regenwasser 2030 empfehlen, den WBP in das Umweltprüfungsverfahren zu integrieren (HSE/BUE 2015). Dabei würde die Stufe 1 dazu dienen, im Scoping den Umfang und den Bedarf eines wasserwirtschaftlichen Gutachtens zu ermitteln, welches in Stufe 2 durchgeführt werden würde, indem (HSE/BUE 2015: 184):

- die **Aufgabenstellung** geklärt und das Bearbeitungsgebiet (Topographie, Gewässer- und Sielbestand, bauliche Grenzen und Barrieren) definiert wird,
- aus einer **Grundlagenanalyse** wasserwirtschaftliche Zielaussagen für das Plangebiet abgeleitet werden (Datengrundlagen: Digitales Geländemodell, Bodenprofile, Grundwassergleichenplan, Flurabstandsplan, Wasserschutzgebietskarte, Altlastenkarte, Gewässerbestandskarte, Leitungsbestandspläne, Versickerungspotenzialkarte, Landschaftsprogramm (inkl. Themenkarten zum Stadtklima, Naturhalt, Wasser und Boden (Entwurf 2015) Arten- und Biotopschutz, Hochwasser-Gefahren- und –Risikokarten, Gefährdungspotenzialkarte und Überflutungsrisikokarten (Hamburg Wasser), Abkopplungspotenzialkarte) (HSE/BUE 2015:195),
- diese **Zielaussagen** mit anderen Fachplanungen (Stadtplanung, Landschaftsplanung und Verkehrsplanung) geteilt und abgestimmt werden (notwendige Flächen, Höhengestaltung der Flächen, hydraulische Berechnungen, Notüberlaufmöglichkeiten bei Starkregenereignissen, Darstellung der Mitbenutzung (z.B. Einbindung der Situation der Frei- und Verkehrsflächen als temporäre Einstau-Möglichkeiten), Einschätzung der klimatischen Verbesserung und Wasserqualität, wasserwirtschaftliche Festsetzungen),
- eine **Entwässerungskonzeption** erarbeitet wird, die je nach Gebiet auch Alternativen haben kann, und mit dem städtebaulichen-landschaftsplanerischen Konzept abgestimmt ist,
- Genehmigungshemmnisse sowie Chancen und Grenzen der Realisierung geprüft werden sowie
- die Kosten abgeschätzt werden.

Diese zusätzlichen Anforderungen an Plangebiete werden in Wettbewerbsvorgaben (z.B. Neue Mitte Altona) oder in das Regenbewirtschaftungskonzept für den Bebauungsplan aufgenommen. Der WBP kann die Belange des Schutzgutes Wassers in der Umweltprüfung im Gebiet systematisch abdecken. Der „*Strukturplan Regenwasser 2030*“ empfiehlt, diese im Scoping als eine schriftliche Stellungnahme einzubringen. In einigen Praxisbeispielen wird dies bereits durchgeführt. Ergänzend dazu wird die frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung dafür genutzt, Themenfelder zu identifizieren, die weiter untersucht werden müssen. Diese Form ist nicht verpflichtend und wird aktuell nur bei Bebauungsplänen angewandt, deren Bearbeiter die Vorteile des WBP erkennen. Da hierzu ebenfalls ein Beschluss der Bürgerschaft fehlt, findet eine Anwendung des „*Wasserwirtschaftlichen Begleitplans*“ in den Bezirken in der Regel nicht statt (H2).



**Wärmebelastung am Tag - besonders betroffene Siedlungsflächen**  
Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt aller Freiflächen, Entseelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen, Fassaden und Dächern. Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Freien z.B. durch zusätzliche Straßenbäume.

■ Aktuell (Zeitraum 2001 bis 2010)

■ Voraussichtlicher Anstieg bis zum Zeitraum 2046 bis 2055

**Siedlungsflächen mit prioritärem Handlungsbedarf**

Bauliche Nutzungsintensivierung vermeiden und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt aller Freiflächen, Entseelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen, Fassaden und Dächern. Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Freien z.B. durch zusätzliche Straßenbäume vordringlich.

■ Öffentliche Einrichtung des Gesundheitswesens

■ Siedlungsfläche mit empfindlicher Einwohnerstruktur und überdurchschnittlicher Bebauungsdichte

■ Gewässer

■ Übriger Siedlungsraum

--- Stadtgrenze

**Abbildung 31: Stadtklimagutachten Hamburg: Entwicklung der Wärmebelastung am Tag, (M:1:100.000 GEO-NET 2012: Karte 2.9)**

### Stadtklimatische Bestandsaufnahme und Bewertung für das Landschaftsprogramm Hamburg in der Klimaanalyse und Klimawandelszenario 2050

2012 wurde ein erstes stadtklimatisches Gutachten für die FHH in Auftrag gegeben, um siedlungsklimatische Perspektiven in das Hamburger Landschaftsprogramm im Rahmen der laufenden Aktualisierung zu integrieren (BSU 2012). Neben dem klassischen stadtklimatischen Gutachten mit dem Ergebnis einer Planungshinweiskarte wurde die Entwicklung der Hitzebelastung für Hamburg durch die Rechenmodelle CLM und FITNAH ermittelt. Dabei wurden die Wärmebelastung in den Jahren 2001-2010 mit der Wärmebelastung in den 2046-2055 verglichen. Dabei wurde die räumliche Verteilung für folgende Werte berechnet (jährlich):

- Anzahl der Sommertage pro Jahr
- Anzahl der Hitzetage
- Anzahl der Tropennächte
- Anzahl der Tage mit PMV >2,5 am Tag (Wärmebelastung)





**Grün- und Vegetationsflächen (Ausgleichsraum)**

- **Hohe bis sehr hohe Klimaökologische Bedeutung**  
Kaltluftentstehungsgebiete mit Zuordnung zu belasteten Siedlungsräumen. **Höchste Empfindlichkeit** gegenüber Nutzungsintensivierung. Vermeidung von Austauschbarrieren gegenüber bebauten Randbereichen, Emissionen reduzieren, mit benachbarten Grünflächen vernetzen.
- **Mittlere bis hohe klimaökologische Bedeutung**  
Kaltluftentstehungsgebiete mit Zuordnung zu Siedlungsräumen mit weniger günstigem Kleinklima. **Hohe Empfindlichkeit** gegenüber Nutzungsintensivierung, Luftaustausch mit der Umgebung erhalten.
- **Geringe bis mittlere Klimaökologische Bedeutung**  
Freiflächen mit geringem Einfluss auf Siedlungsgebiete bzw. Zuordnung zu bioklimatisch günstigen Siedlungsflächen. **Geringe Empfindlichkeit** gegenüber Nutzungsintensivierung, wenn lokaler Luftaustausch nicht wesentlich beeinträchtigt.

**Luftaustausch**

- ↑ **Kaltluftleitbahnen**  
**Sehr hohe / hohe Wirksamkeit**  
Luftaustausch zwischen Kaltluftentstehungsgebieten und Siedlungsräumen. Vermeidung baulicher Hindernisse, die einen Kaltluftstau verursachen könnten. Bauhöhe möglichst gering halten, Neubauten möglichst strömungsparallel ausrichten, Randbebauung möglichst vermeiden, Erhalt des Grün- und Freiflächenanteils.
- **Hauptströmungsrichtung lokaler Flurwinde innerhalb von Grünflächen sowie lokaler Kaltluftabflüsse**  
Vermeidung baulicher Hindernisse, die einen Kaltluftstau verursachen könnten. Bauhöhe möglichst gering halten, Neubauten möglichst strömungsparallel ausrichten, Randbebauung möglichst vermeiden, Erhalt des Grün- und Freiflächenanteils.
- Einwirkbereiche von Flurwinden und Kaltluftabflüssen**  
Gute Durchlüftung im Siedlungsbereich  
Einwirkbereich von Flurwinden und Kaltluftabflüssen. Vermeidung baulicher Hindernisse, die den Luftaustausch beeinträchtigen könnten. Erhalt des Grün- und Freiflächenanteils.

**Siedlungsräume (Wirkungsraum)**  
Bioklimatische Belastungsbereiche<sup>1</sup>

- **Hohe bis sehr hohe bioklimatische Belastung**  
Siedlungsräume mit hoher bis sehr hoher bioklimatischer Belastung. **Sehr hohe Empfindlichkeit** gegenüber Nutzungsintensivierung. Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt von Freiflächen, Entsiegelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen. Gezielte klimaökologisch hoch wirksame Maßnahmen und Programme vordringlich. Verbesserung im Bestand z.B. durch Dach- und Fassadenbegrünung.
- **Mäßige bis hohe bioklimatische Belastung**  
Siedlungsräume mit mäßiger bis hoher bioklimatischer Belastung. **Hohe Empfindlichkeit** gegenüber Nutzungsintensivierung. Verbesserung der Durchlüftung und Erhöhung des Vegetationsanteils, Erhalt von Freiflächen, Entsiegelung und ggf. Begrünung von Blockinnenhöfen. Möglichst Verbesserungen im Bestand z.B. durch Dach- und Fassadenbegrünung.
- Bereiche mit prioritärem Handlungsbedarf**  
Überdurchschnittlich hoher Anteil empfindlicher Bevölkerungsgruppen (> 65 Jahre bzw. < 5 Jahre) sowie dichte Bebauungsstruktur (GFZ >1) innerhalb bioklimatischer Belastungsbereiche
- **Bioklimatisch günstige Bereiche**  
**Geringe bis mäßige bioklimatische Belastung**  
Siedlungsstruktur mit geringer bioklimatischer Belastung und günstigeren Bedingungen. **Mittlere Empfindlichkeit** gegenüber nutzungsintensivierenden Eingriffen bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Baukörperstellung beachten, Bauhöhen möglichst gering halten.
- **Sehr geringe bioklimatische Belastung**  
Vorwiegend offene Siedlungsstruktur mit guter Durchlüftung. Günstiges Bioklima erhalten. **Mittlere Empfindlichkeit** gegenüber nutzungsintensivierenden Eingriffen bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Baukörperstellung beachten, Bauhöhen möglichst gering halten.
- Potentielle Grenzwertüberschreitungen; sehr hohe verkehrsbedingte<sup>2</sup> NO<sub>2</sub>-Belastung der Siedlungsräume entlang von Hauptverkehrsstraßen reduzieren**
- Verkehrsbedingte Luftbelastung und Grenzwertüberschreitung<sup>3</sup> innerhalb von Grünflächen reduzieren**

**Abbildung 32: Planungshinweis Stadtklima Hamburg Klimaanalyse (M:1:100.000, GEO-NET 2012: Karte 1.12)**

Zusätzlich wurden besonders empfindliche Räume (durch ihre hohe Gebäude- und Bevölkerungsdichte sowie empfindliche soziale Infrastrukturen wie Schulen, Krankenhäuser) hervorgehoben.

2017 wurde ein neues Stadtklimagutachten erstellt, das mögliche Auswirkungen neuerer städtebaulicher Entwicklungen, wie in Oberbillwerder oder für die Trabrennbahn Bahrenfeld, mit untersucht hat (H2, GEO-NET 2018).

### 6.2.5 Zusammenfassung der Planungsvoraussetzungen

Die Senatsverwaltung setzt sich zusammen mit den Hamburger Forschungseinrichtungen intensiv mit der Integration der Klimaanpassung in die Stadtentwicklung auseinander. Dabei stehen vor allem der Schutz vor Sturmfluten und Flusshochwassern sowie der Überflutungsschutz durch Starkniederschläge im Mittelpunkt. Projekte wie KLIQ, KLIMOPRAX oder die Fortschreibung des Stadtklimagutachtens befassen sich zusätzlich mit einer möglichen Hitzeentwicklung in der Stadt.

Eine regelmäßige Erneuerung des Hamburger Klimaplanes, der die politischen Ziele der FHH bezogen auf den Klimawandel beschreibt, macht es möglich, auf neue wissenschaftliche Erkenntnisse einzugehen und den Stand der Technik zu aktualisieren. Das Monitoringkonzept der Leitstelle Klima ist ein erster Schritt für die Dokumentation der Klimafolgen in Hamburg. Damit diese für die Stadtentwicklung genutzt werden können, könnten diese um Indikatoren ergänzt werden, welche eine Relevanz für die Bauleitplanung haben.

Für bedeutsame Projekte wird in Hamburg der Masterplan genutzt um die städtebauliche Struktur und konzeptionelle Grundlagen zu entwickeln. Die Herausforderungen des Klimawandels sind in den Masterplänen neu zu entwickelnder Stadtgebiete (z.B. Oberbillwerder, Trabrennbahn Bahrenfeld oder HafenCity) ein wichtiges Thema (IBA Hamburg GmbH 2019). Diese Masterpläne bewegen sich auf einer Planungsebene zwischen dem Flächennutzungsplan und dem Bebauungsplan. Mit ihnen ist es möglich, die planungsrechtlichen Vorgaben in kleinräumigen Bebauungsplänen an die sich verändernden Bedürfnisse und den sich verändernden Stand der Technik und der Umwelt anzupassen (H2). Dies lässt sich sehr gut erkennen an der bisherigen Entwicklung der Bebauungspläne in der HafenCity. Der Masterplan der HafenCity wird stufenweise in kleinräumige Bebauungspläne umgewandelt, sodass eine Weiterentwicklung der Planinhalte nach dem Stand des Wissens und der Technik möglich ist und an aktuelle Bedürfnisse angepasst werden kann.

Sofern die Methodik des *wasserwirtschaftlichen Begleitplans* angewandt wird, bietet dieser eine strukturierte Integration der Regenwasserbewirtschaftung in die Bauleitplanung. Da die Informationen zu Topographie, Versickerung, Verdunstung oder Bodenbeschaffenheit im Hamburger Geoportal vorliegen, ist eine frühzeitige Abschätzung für die Niederschlagsbewirtschaftung möglich.

Transdisziplinäre Projekte und Initiativen der FHH entwickeln vielfältige Anpassungsmöglichkeiten und Informationen für die Stadtentwicklung. Jedoch fehlen oft politische Beschlüsse, durch die eine Anwendung der Informationen aus den Projekten in den Bezirken möglich wäre und die Ergebnisse in der Öffentlichkeit bekannter würden. Laut Untersuchungen, die im Rahmen von RISA stattgefunden haben, ist die Umsetzung der Möglichkeiten eines dezentralen Regewassermanagements in der Bauleitplanung schwierig, da entweder das Vorwissen bei den Behördenmitarbeitern fehlte oder andere Interessen überwiegen (HSE/BUE 2015: 69). Hinzukommen fehlende personelle und finanzielle Ressourcen in der Verwaltung (Küster 2019).

Es liegen also schon zahlreiche fachliche Grundlagen vor, die eine Klimaanpassung in der Bauleitplanung ermöglichen. In einzelnen städtebaulichen Projekten arbeitet die FFH explizit an ihrer Umsetzung. Entwickelte Strategien wurden jedoch nicht in politische Willensbekundungen umgesetzt. Diese hemmt eine Umsetzung der gemachten Ansätze für die gesamte FHH.

## 6.3 Berlin

### 6.3.1 Folgen des Klimawandels

Berlins Lage, im Nordosten Deutschlands, führt heute schon zu einem gemäßigten, eher trockenen Klima. Im Vulnerabilitätsbericht für Deutschland (2015) wird angenommen, dass diese Region in der näheren Zukunft (2021- 2050) durch ein trockenes und heißes Klima geprägt sein wird. Neben der Zunahme von heißen Tagen wird Berlin sowohl mit anhaltenden Trockenperioden als auch stark schwankenden Niederschlagsverhältnissen zu rechnen haben (UBA 2015a). Wie auch in anderen Städten, ist bis 2050 in Berlin mit einer steigenden Jahresdurchschnittstemperatur um 2,5°K, einer Zunahme der Sommertage, der heißen Tage und der Tropennächte, einer Abnahme der Frosttage, häufiger auftretenden und intensivere (heißere und längere) Hitzeperioden und einer leichten Abnahme der jährlichen Niederschlagsmengen zu rechnen. Dabei verschieben sich die Niederschläge vom Sommer in das Winterhalbjahr. Diese Entwicklung ist verbunden mit feuchteren Wintern und trockeneren Sommern, wobei die Häufigkeit von Starkregen zunehmen wird (SenSW 2011: 4).

Das weit verzweigte Flusssystem von Spree und Havel kann diese Regenereignisse aufnehmen und verhindert die Entstehung von Flusshochwassern (Süßbauer 2016: 132). Auch der Spreewald, der im Oberlauf Berlins liegt, nimmt einen Großteil des Wassers auf und sorgt durch sein hohes Verdunstungspotenzial für einen Ausgleich in den Flüssen. Bleibt der Regen jedoch aus, führt dies schon heute dazu, dass die Spree aufgrund des Wassermangels ihre Fließrichtung ändert. Zusätzlich tragen diese Trockenperioden und sommerlichen Starkniederschläge dazu bei, die Wasserqualität in den Vorflutern zu verschlechtern. Wenn die Niederschlagsmengen das Fassungsvermögen der Mischwasserkanalisation in der Berliner Innenstadt übersteigt, können diese sogar zu einem Fischsterben in den Kanälen führen (Ber2). Die hohe Versiegelung verstärkt diesen Effekt. In Berlin ist der Hitzeinseleffekt deutlich erkennbar. Dieser wird sich durch eine Zunahme der sommerlichen Trockenheit verstärken (GEONET 2016 entnommen aus SenUVK 2016: 5). Langanhaltende Hitzewellen führen vor allem in den stark versiegelten Innenstadtbereichen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen.

Die Berliner Senatsverwaltung schließt aktuell an den Erfahrungen an, die sie mit dem Bau von unterirdischen Regenwasserspeichern und dem Bau von Quartieren mit dezentraler Regenwasserbewirtschaftung in den 90er Jahren gemacht hat. Sie bindet den Regenwasserrückhalt im Sinne einer „Schwammstadt“ zugunsten der Kühlungspotenziale durch Verdunstung mit ein. Gerade von Seiten der Berliner Wasserwirtschaft wird auf mögliche langanhaltende Trockenperioden hingewiesen, denen die umgesetzten Lösungen der Regenwasserbewirtschaftung standhalten sollten (Ber2, SenSW 2018).

### 6.3.2 Kooperation und Kommunikation

Die Berliner Stadtentwicklung integriert seit den 80er Jahren stadtklimatische Belange in ihre städtebaulichen Planungen (Stülpnagel 1987). Zusätzlich hat 2007 die Veröffentlichung des IPCC-Berichts das Bewusstsein bei den Entscheidungsträgern geschärft, sich stärker mit Klimafolgen auseinander zu setzen (Ber4). 2009 wurden erste Studien zu den Auswirkungen des Klimawandels auf die Berliner Kulturlandschaft und das Berliner Klimamodell erstellt. Sie gaben erste Hinweise, welche Räume und Nutzungen besonders betroffen sein werden. Darüber hinaus wurden mit dem StEP Klima (2011) erstmals Strategien zur Klimaanpassung in der Stadtentwicklung entwickelt. Mit dem Senatsbeschluss vom 31. Mai 2011 wurde dieser für die städtebauliche Planung verbindlich. Unterstützt wurde dies durch die stadtklimatischen Untersuchungen des Flugfelds im Rahmen der (nicht realisierten) städtebaulichen Entwicklung des ehemaligen Tempelhofer Flughafens (Ber4). Hier wurde erstmals ein Gutachten erstellt und in den StEP Klima integriert, welches die stadtklimatische Bedeutung des Flugfeldes analysiert hat.

Allen Prozessen in Berlin ist gemein, dass sie die Verwaltung und die Fachöffentlichkeit in Workshops und Interviews beteiligen und wichtige Akteure miteinander vernetzen. Folgende Projekte geben einen Überblick darüber, welche Themenschwerpunkte dabei angesprochen werden.

- KURAS („Konzept für urbane Regenwasserbewirtschaftung und Abwassersysteme“),
- NACLIM („North Atlantic Climate Modell“-Region zur Untersuchung von Hitzeinseln in der Stadt,
- UCaHS („Urban Climate and Heat Stress“) Stadtklima und Hitzestress: Umgang mit Hitzestress unter anderem in Krankenhäusern, wie der Charité,
- Bezirksliche Aktivitäten: „green Moabit, Aktion „Schattenspender“ Klausenerplatz-Kietz von Charlottenburg Wilmersdorf; Kietzklima.

Dies sind nur einige Beispiele, die beschreiben, dass sich in Berlin durch den kontinuierlichen Dialogprozess neue Wege entwickeln, mit Klimawandelfolgen umzugehen. Wie der Dialogprozess durch ein transdisziplinär ausgerichtetes Projekt fortentwickelt werden kann, zeigt die Verstetigung des Projektes KURAS exemplarisch. Hier fand ein ressortübergreifender Ideenaustausch zum Umgang mit Starkniederschlägen und Hitzeprävention statt (Matzinger et al. 2017). Dieser wurde in Form der *"Koordinierungsrunde Bauen und Entwässern"* fortgesetzt. Sie setzt sich aus Vertretern der Stadtentwicklung, des Wohnungsbaus und der Wasserwirtschaft zusammen und entwickelt Strategien, wie eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in städtebaulichen Planungen so integriert werden kann, dass der natürliche Wasserhaushalt in den Baugebieten erhalten werden kann (Ber1). Ziel der Treffen soll die Umsetzung dezentraler Entwässerung in Neubaugebieten sein, um Hemmnisse in Genehmigungsverfahren und Kommunikation mit den Bezirken zu identifizieren und abzubauen. (Ber1, Ber2, Ber6)

2018 hat das Land Berlin mit der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK) und den Berliner Wasserbetrieben, die *„Regenwasseragentur“* gegründet. Diese soll die Umsetzung des Berliner Ansatzes (der Entkopplung der Regenwasserbewirtschaftung vom Kanalnetz) vorantreiben (Berliner Regenwasseragentur 2018). Die MitarbeiterInnen der Agentur sollen dabei über technische Lösungen und den rechtlichen Rahmen informieren und die Förderung von Projekten auf Quartiers- und Gebäudeebene unterstützen.

2016 wurden in Folge dieser Forschungsprojekte, das Berliner Klimaschutzteilkonzept *„Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin“* (AFOK) fertiggestellt. Das AFOK wurde in einem transdisziplinären Prozess entwickelt. Es ist wie folgt aufgebaut:

- Klimaprojektionen 2050/2100 für Berlin,
- Vulnerabilitätsanalyse für Berlin,
- Übergreifende Handlungsfelder der Risikovorsorge und Klimaanpassung,
- Interdisziplinärer Maßnahmenkatalog,
- Monitoring und Kommunikation.

Neben der Ermittlung der Klimadaten durch eine Ensemblerechnung wurden ein Maßnahmenkatalog unter anderem für die Handlungsfelder *„Gebäude, Stadtentwicklung, Grün- und Freiflächen“*, *„Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft“* und *„Umwelt und Natur“* entwickelt. Der Maßnahmenkatalog bezieht sich dabei auf Informationen des Umweltatlases Berlin, des StEP Klima KONKRET und des Forschungsprojektes KURAS. Des Weiteren wurden Indikatoren erstellt, um die Wirkung des Klimawandels in den Handlungsfeldern und den Fortschritt der Klimaanpassung messen zu können (Reusswig et al. 2016: 163ff).



Wirkungs-Indikatoren	Response-Indikatoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die klimatische Belastung in Stadtgebieten</li> <li>• Zustand der Straßenbäume</li> <li>• Todesfälle durch Hitzebelastung</li> <li>• Biotopkartierung und Artenvielfalt</li> <li>• Hochwasserereignisse</li> <li>• Biologische Gewässergüte</li> <li>• Grundwasserstand, Grundwassertemperatur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grünvolumen</li> <li>• klimatische Entlastungsräume und Wohlfühlorte</li> <li>• Luftqualität</li> <li>• Abflussmenge umgebauter oder neugebauter Gebiete</li> <li>• Trinkbrunnendichte</li> <li>• Überschwemmungs-, Überflutungs- und Verdunstungsflächen</li> <li>• entkoppelte Gebiete</li> </ul>

**Tabelle 14: Beispiele für Impact (Wirkungs-) Indikatoren und Response Indikatoren des AFOK Berlin, die für die städtebauliche Entwicklung zur Klimaanpassung relevant sein können (Reusswig al. 2016: 162 ff.)**

### 6.3.3 Vorhandene Planungsgrundlagen und Vorgaben für die Bauleitplanung

Über die bundesrechtlichen Vorgaben hinaus legt die Stadt Berlin ihre Vorgaben im Energiewendegesetz (EWG Berlin) und im Berliner Wassergesetz (BWG) fest. Das Landschaftsprogramm (LaPro), die themenbezogenen Stadtentwicklungspläne (StEPs) für das gesamte Stadtgebiet und die Bereichsentwicklungspläne (BEP) für Teilbereiche der Stadt sind verwaltungsintern bindend und damit ebenso abwägungsrelevant in der Bauleitplanung (§4 AGBauGB) (Difu 2012: 29). 2016 verabschiedet der Senat den StEP Klima KONKRET, der die Inhalte des StEP Klima (2011) für die Quartiersebene konkretisiert.

Für die Freiraumentwicklung sind neben dem Landschaftsprogramm folgende Planungen, Konzepte und Strategien von Bedeutung (Lapro 2016):

- Stadtentwicklungspläne (StEP Klima, StEP Klima KONKRET)
- Strategie Stadtlandschaft: Vernetzung der Funktion öffentlichen Grüns
- Konzept der Grünvernetzung: „20 grüne Hauptwege“ Wegenetze zu Erholungsgebieten und entlang der ehemaligen Mauer
- AFOK (Anpassungskonzept)

Gemeinsame Landesplanung für die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg					
Stadtentwicklungskonzept 2020/2030					
Flächennutzungsplan (FNP)			Landschaftsprogramm (LaPro)		
Stadtentwicklungspläne					
StEP Verkehr	StEP Industrie und Gewerbe	StEP Zentren	StEP Wohnen	StEP Klima	StEP Klima KONKRET
gesamtstädtische bzw. teilräumliche Planungen oder Strategien					
gesamtstädtische Strategien z.B.	Fachmarkt-konzeption	Strategie Stadtlandschaft	Kleingarten-entwicklungsplan	Friedhof-entwicklungsplan	
Planwerke (Teilräume)	Innere Stadt	Südostraum	Westraum	Nordostraum	
Stadtplanerische Konzepte z.B.	Masterplan Heidestraße	Masterplan Gateway BBI	Leitlinien City West	Strukturkonzept Zukunftsraum Tegel	
Bezirkliche Konzepte und Pläne					
Thematische Planung		Einzelhandelskonzepte (Standorte der Nahversorgung)			
Bezirksprofile /BEP		Konkretisieren die Rahmensezung			
Bebauungspläne		Müssen mit den Grundzügen des FNP vereinbar sein (Entwicklungsgebot)			

**Abbildung 33: Stellung der Bauleitplanung im Berliner Planungssystem (Difu 2012: 30 grafisch überarbeitet)**

Mit der Verabschiedung des *Berliner Energiewendegesetzes* 2016 verankert das Land Berlin den politischen Willen, dem Klimawandel auch durch Klimaanpassung zu begegnen, Strategien zu entwickeln und die Klimafolgen zu überwachen (§§ 12 und 13 EWG Bln). Mit der Anpassung des Landschaftsprogramms, dem AFOK und StEP Klima KONKRET hat der Senat dieser Idee Folge geleistet.

Das Berliner Wassergesetz unterstützt diese Strategie im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung, indem es ein Versickerungsgebot enthält, das dazu verpflichtet, wo es möglich ist, das Regenwasser vor Ort durch die belebten Bodenschichten zu versickern (§ 36a Abs. 1 BWG). Zusätzlich können Grundstückseigentümer durch eine Rechtsverordnung oder Festsetzungen im Bebauungsplan dazu verpflichtet werden, Regenwasser zu versickern, zu reinigen, rückzuhalten oder abzuleiten (§ 36 a Abs. 2 und 3 BWG).

### Flächennutzungsplan

Der Berliner FNP wurde seit 1994 regelmäßig auf die Aktualität seiner Leitlinien überprüft, Änderungen eingepflegt und alle fünf Jahre veröffentlicht (Difu 2012: 25). 2014 verabschiedete der Berliner Senat die letzte Zusammenfassung, die keine weitere strategische Neuausrichtung enthält.

## Landschaftsplanung

2016 wird parallel zum StEP Klima KONKRET das Landschaftsprogramm (LaPro) aktualisiert, das alle relevanten Umweltschutzbelange enthält und den Umgang mit dem Klimawandel in das Landschaftsprogramm integriert. Das Landschaftsprogramm konzentriert sich auf die Sachbereiche Naturhaushalt und Umweltschutz, Biotop- und Artenschutz, Freiraumnutzung und Erholung sowie die „Gesamtstädtische Ausgleichskonzeption“ (GAK), (SenStadtUm 2016c: 10).

In den Kapiteln zum „Naturhaushalt und Umweltschutz“ und zur „Gesamtstädtischen Ausgleichsfunktion“ beschreibt das LaPro Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung, die sich auf unterschiedliche Gebietstypen beziehen. Hierbei werden diese Ziele verfolgt (SenStadtUm 2016c: 29ff):

- **Grün- und Freiflächen und Kleingarten, Landwirtschaft, Gartenbau:** klimatische Ausgleichsfunktion, Rückhalt von Wasser in der Landschaft, Unterstützung der Grundwasserneubildung und Luftreinhaltung, klimagerechter Umbau und Vernetzung in Trockenperioden: Versorgung mit Wasser und Nutzung anpassungsfähiger (hitze- und trockenheitstolerante) Pflanzenarten.
- **Feuchtgebiete:** Regulation des Wasserhaushaltes und Kühlung durch Verdunstung, Treibhausgasenken, Hochwasserschutz und Wassermanagement.
- **Gewässer:** Schaffung von Stauräumen in der Kanalisation, um Mischwasserüberläufe zu verhindern, Bau zentraler Anlagen zur Regenwasserbehandlung.
- **Siedlungsgebiet:** dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (intensiv begrünte Dächer, Versickerungsmulden, Teiche, schilfbestandene Wasserbecken und klassische Regenspeicher), Entsiegelung und Begrünung der Dächer, Höfe und Fassaden zur Erhöhung des Anteils „naturhaushaltswirksamer Flächen im Siedlungsgebiet“ v.a. in bioklimatisch stark belasteten Gebieten mit einem Versiegelungsgrad über 70%, nachhaltige Sicherung von Stadtbäumen und Erhöhung der Albedo an Gebäudefassaden.
- **Industrie und Gewerbe:** flächensparendes Bauen und Begrünungsmaßnahmen.

Das Kapitel „Naturhaushalt und Umweltschutz“ misst dabei den Schutzgütern Luft, Klima, Grund- und Oberflächenwasser eine besondere Rolle bei. Es hebt die Funktion von Frisch- und Kaltluftentstehungsgebieten, Luftaustauschbahnen und anderen Flächen mit günstiger lufthygienischer oder klimatischer Wirkung hervor. Zusätzlich betont es die Belastung der Oberflächengewässer durch Starkniederschläge und die Bedeutung freiraumbezogener Nutzungen hinsichtlich der Klimaanpassung (SenStadtUm2016c: 20ff). Die schutzgutbezogenen Beschreibungen orientieren sich stark am Status Quo. Darüber hinaus legt das LaPro Berlin ein „Vorsorgegebiet Klima“ fest, das auf die bioklimatische „Optimierung des Bestandes“ und den „Erhalt klimatisch günstiger Strukturen“ abzielt.

In der „Gesamtstädtischen Ausgleichskonzeption“ (GAK) werden Räume und Bereiche festgelegt, in denen der Ausgleich für einen Eingriff in Natur und Landschaft möglich ist. Dabei orientiert sich das LaPro an den „Vorgaben der WRRL, Themen wie Klimaschutz und Anpassung, den Erhalt biologischer Vielfalt oder die allgemeine Strukturvielfalt“ (SenStadtUm2016c: 116). Eines der fünf Ziele der GAK zur Auswahl von Ausgleichsmaßnahmen ist die Entlastung „klimatisch stark belastete(r) Siedlungsräume durch geeignete Maßnahmen (...)“. Vor allem im Innenstadtbereich werden Maßnahmen vorgeschlagen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen können. Hierzu gehören die Verbesserung der Aufenthaltsqualität von Freiräumen, das Pflanzen von Straßenbäumen, die Erschließung und Vernetzung von Freiräumen, die Verbesserung der Wahrnehmbarkeit von Gewässern, die Entsiegelung und

Begrünung von Freiflächen, die Schaffung zusätzlicher Lebensräume für Flora und Fauna, und die Weiterentwicklung dezentrale Regenwasserbewirtschaftung.

Zur Erhöhung der Biomasse im Bestand kann der **Biotopflächenfaktor (BFF) in den Landschaftsplänen der Bezirke als Rechtsverordnung** genutzt werden. Im Fall einer Nachverdichtung kann dieser angewandt werden, um Biotopflächen zu erhalten. Dabei sollen folgende Ziele erreicht werden (Landschaft Planen & BGMR 1990: 2):

- Verbesserung des Kleinklimas und der Lufthygiene,
- Sicherung der Bodenfunktion und der Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts,
- Erhöhung der Verfügbarkeit von Flächen als Lebensraum von Tieren und Pflanzen.

Die Berechnungsgrundlage ist das Verhältnis der sich positiv auf den Naturhaushalt auswirkenden Flächen auf einem Grundstück (z.B. Gründächer, Fassadenbegrünung und Anpflanzungen) zur gesamten Grundstücksfläche. Die Systematik lehnt sich an der Berechnung der Grundflächenzahl in der Bauleitplanung (GRZ) an. Dabei gibt es keine inhaltlichen Vorgaben, wie die Bauherren den vorgeschriebenen Anteil an Biotopfläche umsetzen. Da die Aufstellung von Landschaftsplänen nicht verpflichtend ist, ist die Entwicklung eines BFF nur im Einvernehmen mit einem Investor gelungen. Bisher gibt es nur fünf Landschaftspläne in ganz Berlin, die einen BFF vorsehen (Mahlkow/Donner 2016: 6, Ber4).

#### **StEP KLIMA (2011) und StEP Klima KONKRET (2016)**

Zusammen mit dem LaPro sind der StEP Klima (2011) und der StEP Klima KONKRET (2016) richtungsweisend für die Klimaanpassung in der Stadtentwicklung in Berlin. Grundlage für die im StEP Klima beschriebenen Strategien sind: Die räumlich differenzierten Analysen der Klimafolgen für den Zeitraum 2001- 2010 und deren Verstärkung bis 2045 – 2055 und die Entwicklung von Anpassungsstrategien und –Maßnahmen (urbane Dichte, Bäume als Schattenspende, Erhöhung der Albedo und Fassaden und Dachbegrünung) sowie deren Umsetzung. Tabelle 15 zeigt die in der Analyse verwendeten Kriterien.

Analysekriterien zur räumlichen Belastung durch den Klimawandel
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bioklimatische Wärmebelastung bei Tag/Nacht; prioritärer Handlungsräume (unterschieden in Wohnen und Gewerbe)</li> <li>• Empfindlichkeit und Bedeutung von Grün- und Freiräumen (Kaltluftentstehungsgebiete, empfindliche Grün- und Freiräume ggü. Niederschlagsrückgang bzw. Änderungen des Grundwasserstands),</li> <li>• Gewässerqualität und Starkregen (belastete und sonstige Gewässer, hochversiegelte Siedlungsräume, Misch- und Trennwasserkanalisation),</li> <li>• Klimaschutzpotentiale.</li> </ul>

**Tabelle 15: Räumliche Analysekriterien im StEP Klima (SenSW 2011: 12ff)**

Jedoch wurde der StEP Klima (2011) von den Planungsverantwortlichen in den Berliner Bezirken in einer Befragung der TU Berlin (Mahlkow/Donner 2016) als zu wenig konkret bezeichnet. Den Befragten fiel es schwer, die Inhalte des StEPs Klima in der Praxis umzusetzen. Auch wenn der StEP Klima in alle Umweltprüfungen integriert werden muss und somit Teil der bauleitplanerischen Abwägung ist, unterliegen seine Ziele gegenüber anderen Belangen wie Lärmschutz oder ökonomischen Interessen in der Abwägung (Mahlkow/Donner 2016: 5f). Zusätzlich verhindert fehlendes Personal die Beurteilung klimarelevanter Belange in der Bauleitplanung.

Der StEP Klima KONKRET hat 2016 diese Lücken aufgegriffen und die Inhalte so weiterentwickelt, dass sie anwenderbezogen auf die Bedarfe der Quartiersentwicklung eingehen (Ber6). Der StEP Klima

KONKRET basiert auf den Analysen und Strategien des StEPs Klima, des AFOK und der weiterführenden Karten im Umweltatlas. Er konkretisiert für unterschiedliche Planungsebenen die Strategie der „hitzeangepassten und wassersensiblen Stadt“ im Prinzip der „Schwammstadt“. Zusätzlich erläutert er Lösungsmöglichkeiten und gute Beispiele aus Berlin und anderen Städten. Dabei beschreibt er folgende Anpassungsmaßnahmen, die auf fünf verschiedene Stadtstrukturtypen (Blockrandbebauung, Nachverdichtung von Zeilenbauten, Geschosswohnungsneubau, Gewerbe und Industrie, Infrastruktur/Schulen) und zwei Flächentypen (Straßen und Plätze; Grün- und Freiflächen) abgestimmt sind (SenUVK 2016: 51ff):

- Durchlüftung (Gebäudeausrichtung),
- Verschattung,
- Dachgestaltung (Albedo, blaue Dächer, Dachbegrünung, blaugrüne Dächer, Wassergärten etc.),
- Fassadengestaltung (Albedo, Verschattung, grüne Fassade, Blaugrüne Fassade, Anreize, Sonnenschutz),
- Erhöhung der Rückstrahlung (Albedo),
- Urban Wetlands zur Kühlung (Wasserflächen, pflanzenbestandene Wasserflächen, schwimmende Vegetationsinseln, wasserversorgte Grünflächen, Kühlbeete, Bäume),
- Regenwassermanagement zur Überflutungsvorsorge (Versiegelung vermeiden, Versickern statt Entwässern, Zurückhalten und Abflussverlangsamern, Notwasserwege, Objekte schützen),
- auf die Tageszeit abgestimmte Kühlung.

Die Handlungsempfehlungen beschreiben außerdem, wie die Klimaanpassung in der Bauleitplanung, in der Eingriffsregelung, im Biotopflächenfaktor und in Wettbewerbs- und Gutachterverfahren umgesetzt werden kann (SenUVK 2016: 82ff).

### **Berliner Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen nach BNatschG**

Eine weitere Konkretisierung zur Einbindung klimafolgenrelevanter Belange in die Bauleitplanung zeigt unter anderem das „Berliner Verfahren zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen im Land Berlin“. Das „Berliner Verfahren zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen im Land Berlin“ wird seit 1994 in der Bauleitplanung angewandt. 2012 wurde es fortgeschrieben und 2013 aktualisiert (Dolde 2016: 4). Aufgrund des „Wannseebahngrabenbeschlusses“ vom 24.09.2015 des Berliner Verwaltungsgerichts und neu entstandener Bedarfe der Klimaanpassung, wurde im November 2017 ein aktualisiertes Bilanzierungsverfahren verabschiedet (Dolde 2016: 7). Es beurteilt nun die Schutzgüter und Wertträger getrennt voneinander und bewertet vor allem Eingriff und Ausgleich schutzgutbezogen (SenUVK 2017). Zum Ausgleich der Eingriffe in den Naturhaushalt werden zusätzlich themenbezogene Zuschläge gewährt, die schutzgutbezogen eine bestmögliche Anpassung des städtebaulichen Entwurfs erzielen sollen. Dabei geht die Quantifizierung der Wertträger über die Beurteilung der Biotopwerte für Flora und Fauna hinaus und bezieht alle im BNatschG genannten Schutzgüter ein.<sup>34</sup> Für jedes Schutzgut werden Wertträger ausgewählt, die diese Qualitäten abbilden können und deren Daten, im Berliner Umweltatlas zur Verfügung stehen. Zusätzlich können Zuschläge gegeben werden, wenn die Planung Anpassungsmaßnahmen vornimmt, die nicht mit den vorhandenen Wertträgern abgebildet werden können. Folgende Abbildung aus dem Berliner Leitfaden zeigt die beschriebenen Wertträger und schutzgutbezogenen Zuschläge. Diese Zuschläge können beispielweise über dezentrale Maßnahmen der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung erfolgen. Rein technische Maßnahmen führen hingegen zu keinem Ausgleich. (SenUVK 2017: 56)

---

<sup>34</sup> Dies sind: Boden, Wasser, Klima und Luft, Landschafts- und Stadtbild, Erholung.

Vor allen bei den Schutzgütern „Wasser“ und „Klima“ wird auf Belange der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung sowie auf stadt- und mikroklimatische Zielsetzungen eingegangen, die den zukünftigen Umgang mit den Folgen des Klimawandels unterstützen. Zuschläge hierfür sind die Niederschlagswasserbewirtschaftung, die Überschirmung durch Bäume, die Fassadenbegrünung und die Porosität der Gebäudestellung (SenUVK 2017: 46).

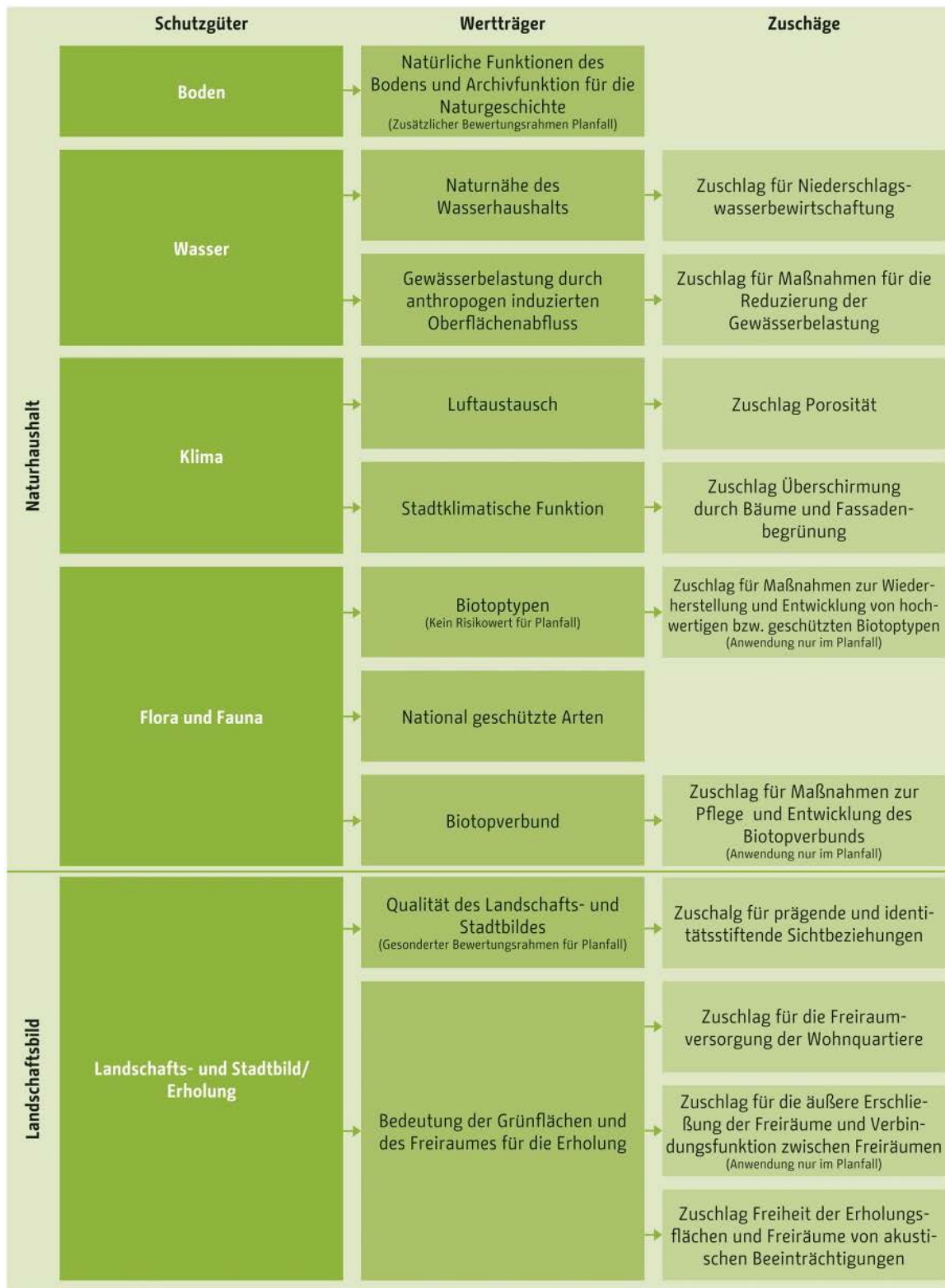


Abbildung 34: Übersicht Schutzgüter und Wertträger des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes einschließlich der Schutzgutbezogenen Zuschläge (SenUVK 2017: 48)

Die Bewertung des **Schutzgutes Wasser** erfolgt über die Naturnähe des Wasserhaushalts und die Belastung des Gewässers durch den anthropogen induzierten Oberflächenabfluss. Die Faktoren zur Bewertung des Wasserhaushalts konzentrieren sich auf wasserspeichernde Naturräume, die Förderung der Verdunstung und Versickerung durch die Schaffung wasserrückhaltender Strukturen, wasserdurchlässige Böden und offenporige Beläge. Zugschläge für Anpassungsmaßnahmen werden vergeben, wenn in den Planungen Maßnahmen einbezogen werden, welche die Verdunstung fördern (z.B. Bewässerung von Flächen und Fassaden, Regenspeicher), die Verdunstung ermöglichen (z.B. Flächenversickerung, Mulden- oder Mulden-Rigolen-Systeme, Tiefbeet-Rigolen) bzw. die Versickerung fördern (z.B. Rigole, Sickerschächte). Desto naturnäher die Maßnahme zur Regenwasserbewirtschaftung ist, desto höher wird ihr Zuschlag in der Eingriffs-Ausgleichs-Regelung bewertet.

Der anthropogene Einfluss auf die Gewässerbelastung orientiert sich am Anschluss des Gebiets an die Kanalisation und die Fließgewässer (SenUVK 2017: 59). Durch die Einführung dieser Bewertung kann die Umsetzung des Ziels, den natürlichen Wasserhaushalt bei städtebaulichen Entwicklungen aufrecht zu erhalten, geprüft werden indem Maßnahmen positiv bewertet werden, die den Niederschlagsabfluss reduzieren.

Kriterium – Naturnähe des Wasserhaushalts	Einstufung	Punktzahl
Wald und gehölzbestandene Bereiche, Wasser und Feuchtgebiete	sehr hoch	10
Gärten, Wiesen, Kulturland mit naturnahem Wasserhaushalt, intensive Begrünung auf Dächern und Tiefgaragen > 15 cm Substratstärke und Retentionsfunktion	hoch	8
Intensive Begrünung auf Dächern und Tiefgaragen > 15 cm Substratstärke	hoch - mittel	6
Extensive Begrünung auf Dächern und Tiefgaragen < 15 cm Substratstärke, wasser- und luftdurchlässige Beläge (z.B. Rasengittersteine, Schotterrasen, Sickersteine, Pflaster mit Sickerfugen, Kies), vegetationsfreier Boden, Flächen und Drainagen	mittel	4
Flachdach mit Kies, Pflasterbeläge (ohne Sickerfugen)	gering	2
Dächer mit Ziegeln, Dachpappe u.a. Asphalt, fugenloser Beton	nicht vorhanden	0

Tabelle 16: Einstufung Naturnähe des Wasserhaushalts (SenUVK 2017: 55,56)

Kriterium – Zuschläge Niederschlagswasserbewirtschaftung	Zuschlag
Verdunstungsfördernde Maßnahmen (z.B. Bewässerung von Flächen und Fassaden aus Regenwasserspeichern, straßenbegleitende Schilffilterrinne, oberflächlich überströmtes Feuchtgebiet)	3
Verdunstungsermöglichende Maßnahmen (z.B. Flächenversickerung, Mulden oder Mulden-Rigolen-System, Tiefbeetrigole)	2
Versickerungsfördernde Maßnahmen (z.B. Rigolen, Sickerschächte)	1

Tabelle 17: Zuschläge für Niederschlagswasserbewirtschaftung (SenUVK 2017: 55,56)

Das **Schutzgut Klima** wird über den Luftaustausch und die stadtklimatische Funktion bewertet. Dabei wird anhand der vorhandenen Analysekarten des Klimamodells Berlin (2015) im Umweltatlas die „bodennahen Windfelder“, der „Kaltluftvolumenstrom“ und die Kaltluftentstehung als Grundlage genommen, um die Wertigkeit des Gebietes zu ermitteln. Kriterien hierbei sind die Mächtigkeit des Kaltluftvolumenstroms ( $m^3/s$ ) und die Unterscheidung zwischen Grünflächen und Siedlungsbereich (SenUVK 2017: 61). Handelt es sich um eine städtebauliche Planung, welche die Durchlüftung des Gebietes ermöglicht, kann ein Zuschlag von zwei Wertpunkten gegeben werden. Die städtebauliche Planung wird darin beurteilt, ob die Stellung der Baukörper oder Bäume den Kaltluftvolumenstrom behindern bzw. unterstützen. Dies wird über den „Zuschlag Porosität“, der auch auf die Dichte der



Bebauung und Bepflanzung eingeht, gesteuert (SenUVK 2017: 59ff). Hierfür werden im Leitfaden folgende Kriterien genannt (SenUVK 2017: 62):

- Mindestens 50m breite Luftleitbahnen,
- Vermeidung einer Barrierewirkung durch geeignete Ausrichtung und Höhe der Bebauung und Baumpflanzungen.

Grundlage für die Bewertung der stadtklimatischen Funktion sind die Biotopkartierung und die Bewertung der Vegetationsstruktur (Wuchshöhe der Gehölze, Vegetationsdeckung, Vorkommen von Wasserflächen, Dachbegrünung und der Versiegelungsgrad). Diese geben Hinweise auf die thermische Be- und Entlastung vor Ort (SenUVK 2017: 63). Um in der Planung die thermischen Belastungssituationen zu reduzieren, können Zuschläge für die „Überschirmung durch Bäume“ und für die „Fassadenbegrünung“ gegeben werden. Dies ist möglich, wenn die Überschirmung der Bäume mindestens 10% des Plangebiets erfasst. Durch diesen Anreiz sollen bestehende Bäume erhalten und Neupflanzungen gefördert werden, die klimatisch entlastende städtische Strukturen schaffen können (SenUVK 2017: 64).

Kriterium - Luftaustausch	Einstufung	Punktzahl
Grünfläche mit sehr hohem und hohem Kaltluftvolumenstrom (> 90m <sup>3</sup> /s)	sehr hoch	10
Grünflächen mit geringem und mittlerem Kaltluftvolumenstrom (60-90 m <sup>3</sup> /s)	hoch	8
Siedlungsraum im Kaltlufteinwirkungsbereich bzw. Flächen mit einem mittleren und hohem Kaltluftvolumenstrom (>60m <sup>3</sup> /s)	mittel	4
Siedlungsraum mit einem geringen Kaltluftvolumenstrom (20-60 m <sup>3</sup> /s)	gering	2
Siedlungsraum mit einem geringen Kaltluftvolumenstrom bzw. Kaltluftvolumenstrom nicht vorhanden (<20m <sup>3</sup> /s)	sehr gering	0

**Tabelle 18: Wertstufen für den Werträger Luftaustausch (SenUVK 2017: 61)**

Kriterium – stadtklimatische Funktion	Einstufung	Punktzahl
Klimatisch stark entlastend wirkende Strukturen (Gehölz > 2,0m, Wasserflächen, Schilfflächen)	sehr hoch	10
Klimatisch entlastend wirkende Strukturen (Gehölz >1 ,0 – 2,0 m)	hoch	8
Klimatisch überwiegend entlastend wirkende Strukturen (Gehölz <1,0m, Wiesen, Ruderalvegetation , Rasen, intensive Dachbegrünung)	mittel	6
Klimatisch überwiegend entlastend wirkende Strukturen mit stark wechselnder Vegetationsbedeckung (Acker)	gering - mittel	5
Klimatisch bedingt entlastend wirkende Strukturen (extensive Dachbegrünung) (ggf. auch technische Flächen mit Vegetationsanteilen wie Rasengitterbeläge oder Pflasterflächen mit Fugenvegetation)	gering	3
Klimatisch belastend wirkende Strukturen (alle vegetationsfreien Flächen wie Dächer, Asphalt, Beton, Fassaden, Pflasterflächen)	nicht vorhanden	0

**Tabelle 19: Wertstufen für den Werträger stadtklimatische Funktion (SenUVK 2017: 63)**

Kriterium - Überschirmung durch Bäume	Zuschlag
Überschirmung des gesamten Plangebiets durch Bäume > 35%	3
Überschirmung des gesamten Plangebiets durch Bäume > 20 – 35%	2
Überschirmung des gesamten Plangebiets durch Bäume 10 – 20 %	1
Kriterium - Fassadenbegrünung	Zuschlag
Fassadenbegrünung (entsprechend Anteil begrünter Fassadenfläche)	max. 3

**Tabelle 20: Zuschlag durch Überschirmung durch Bäume oder Fassadenbegrünung (SenUVK 2017: 65)**



Für die **Schutzgüter Pflanzen und Tiere** werden die Wertträger über die Biotoptypen bestimmt. Von besonderer Bedeutung sind national geschützte Arten und der Biotopverbund. Der Leitfaden gibt hier eine Orientierung für die Bewertung vorhandener Biotopkartierungen und für eine eigene Erhebung national und europarechtlich besonders geschützter Arten und Biotope. Zuschläge können hier für Anpassungsmaßnahmen gemacht werden, die bereits im LaPro als Ziele definiert wurden oder den lokalen Biotopverbund unterstützen. Im Fall des Bebauungsplans „*Buckower Felder*“ (siehe Abbildung 40) wurde dabei auch auf die Dachbegrünung eingegangen (BGMR/SenSW 2017).

Das **Landschafts- und Stadtbild** wird durch die im BNatschG benannten Charakterisita (Schönheit, Eigenart und Vielfalt) beschrieben. Die Bewertung orientiert sich an diesen Wertträgern: Bedeutung der Grünflächen für die Erholung und die Qualität des Landschafts- und Stadtbildes (SenUVK 2017: 73). Im Planfall wird hier ein besonderer Schwerpunkt auf den Grünflächenanteil vor Ort gelegt und auf die Anlage quartierstypischer Bauungs- und Freiraumstrukturen. Die Bewertung der Erholungsfunktion von Freiflächen orientiert sich unter anderem an deren Nutzungsmöglichkeit und Flächengröße.

Mit der Berliner Eingriffsregelung können die Auswirkungen auf den Klimawandel reduziert werden. Sie bezieht sich stark auf die Funktionalität der städtischen und naturräumlichen Strukturen und ermöglicht eine angepasste Bauweise. Der Fokus liegt dabei auf den Schutzgütern „*Wasser*“ und „*Klima*“. Bei den biotischen Schutzgütern „*Flora und Fauna*“ bezieht sich der Leitfaden eindeutig auf den Schutz des Status quo und geht nicht auf mögliche zukünftige Veränderungen ein.

#### **6.3.4 Vorhandene Datengrundlagen**

In Berlin liegt ein **öffentlich verfügbarer Umweltatlas** vor, der so gut wie alle Umweltthemen abdeckt (SenSW Stand 2019c). Seit 1995 ist der Umweltatlas Berlin als FIS Broker über das Internet verfügbar. Mit dem FIS-Broker nutzt Berlin die Möglichkeit, Umweltdaten zeitnah, gebündelt und strukturiert veröffentlichen zu können. Der Umweltatlas wird regelmäßig durch neue Daten ergänzt, die in unterschiedlichen Projekten gewonnen werden. Dabei hat er den Anspruch, „*Belastungen, deren Verursacher und Wirkungen, Potenziale und Qualitäten, Empfindlichkeiten und Gefährdungen, Nutzungen und Nutzungsintensitäten*“ zu erfassen und zu bewerten (SenSW Stand 2019c). Die Inhalte sind Ergebnisse aus der regelmäßigen Umweltüberwachung. Die Verfahren der regelmäßigen Datenerfassung werden in einem Textteil beschrieben. Mit diesen Informationen kann die Stadtentwicklung erste Schlussfolgerungen für ihre Planung ziehen. Zusätzlich kann ein offener Diskussionsprozess über die Chancen und Risiken einer städtebaulichen Entwicklung geführt werden. Im Gegensatz zu Umweltprüfungsverfahren in anderen Städten basiert das Scoping in Berlin auf den umfangreichen Daten des Umweltatlases. Diese sind die Entscheidungsgrundlage für die Durchführung weiterer Untersuchungen.

Die wachsende Bedeutung der Klimafolgenbewältigung führte zu einer vielseitigen Datenerfassung in der Berliner Verwaltung. Dabei wurden regionaler Klimamodellierungen durchgeführt, ausgewertet und dokumentiert. Diese ermöglichen es, die Unsicherheiten in den Projektionen abzubilden und die heute bekannte Bandbreite der Klimaprojektionen zu illustrieren. In Vorgängerstudien, die ebenfalls im Umweltatlas Berlin festgehalten sind, wird anhand einer WETTREG-Projektion die Veränderungen der Kenntage (z.B. Sommertage, Hitzetage, Tropennächte und Hitzewellen) in unterschiedlichen Siedlungstypen beschrieben (SenStadtUm 2016b). Die aktuellere Ensemble-Auswertung enthält zudem weiterführende Aussagen über die Veränderung der Niederschlagsverteilung im Jahresverlauf. Über Stürme konnten bisher keine Aussagen getroffen werden.

Im Folgenden wird gezeigt, wie der Umweltatlas Berlin in der Beschreibung der Umweltgüter auf die Folgen des Klimawandels eingeht. Die Daten geben Auskunft über die Bodenbeschaffenheit, die Inhaltsstoffe des Bodens, bodenkundliche Kennwerte (z.B. nFK), die Entwicklung der städtischen Versiegelung, Geländehöhen, die Lage ehemaliger Rieselfelder oder auch die Entsiegelungspotentiale. Darüber hinaus fasst eine Planungshinweiskarte Informationen zur Schutzwürdigkeit bestimmter Böden zusammen. Hinzu kommen Messungen der Grundwassertemperatur in unterschiedlichen Tiefen, Informationen zur Grundwasserneubildung und zu erwartende Grundwasserstände. Die Darstellung grundwasserabhängiger Ökosysteme beschreibt wichtige Zusammenhänge zwischen Grundwasserverfügbarkeit und Biodiversität.

Basierend auf der EU-Wasserrahmenrichtlinie, dem WHG und dem Berliner Wassergesetz sind im Umweltatlas unter anderem Informationen zur Gewässerstrukturgüte und zur chemischen und biologischen Gewässergüte enthalten. Darüber hinaus werden Informationen zu Grundwasserflurabständen und Grundwasserständen im Einzugsgebiet von Wasserwerken regelmäßig erfasst. Seit 1999 gibt es Karten, die den Oberflächenabfluss, die Versickerung, den Gesamtabfluss und die Verdunstung aus Niederschlägen zeigen.

In den Jahren 1994/95, 2001, 2003, 2009 und 2015/16 wurden wiederholt Studien und Untersuchungen zur Entwicklung des Stadtklimas durchgeführt. Diese orientierten sich immer am aktuellen wissenschaftlichen und technischen Stand. Zum einen wurden die Daten an sechs verschiedenen Messstationen gesammelt und ausgewertet. Zum anderen wurden Klimamodelle mit zunehmend genauerer Auflösung entwickelt.

Das aktuelle Klimamodell basiert auf dem Analyseverfahren FITNAH-3D und ermöglicht eine Auflösung von 10m auf 10m. Die Angaben beziehen sich dabei auf Kaltluftvolumenströme bei austauscharmen Wetterlagen (Tag und Nacht), Anzahl der Sommertage, Hitzetage und Tropennächte in der Fläche für die Jahre 2001 bis 2010. Das Ergebnis dieser Analyse ist eine Karte, die den Luftaustausch, seine Auswirkungen auf die Siedlungsfläche, die verkehrsbedingte Luftbelastungen sowie den Wärmeineffekt in den Siedlungen und dem Straßenraum analysiert (GEO-NET /SenStadtUm 2015). Die Planungshinweiskarte gibt Hinweise für die Stadtplanung, indem die thermische Situation für die öffentlichen Räume und die Siedlungsräume beschrieben werden. Diese zeigen auch die Möglichkeiten des Luftaustausches und kategorisieren die Schutzwürdigkeit von Grünflächen. Ergänzend zeigen diese Karten besondere stadtklimatische Missstände auf und verorten Maßnahmen zu ihrer Verbesserung. Dabei zeigen sie, wo besondere Vulnerabilitäten aufgrund der demographischen Zusammensetzung, der besonders klimasensiblen Nutzung und der aktuellen Grünflächenunterversorgung zu finden sind (GEO-NET /SenStadtUm 2015).

Seit 1995 wird die Dokumentation der Biotopentwicklung alle 10 Jahre aktualisiert. 2017 wurde sie durch die Erfassung des Grünvolumens erweitert. Die Grünvolumenzahl (GVZ) wurde in den 80er Jahren von Schulze et al. (1984) entwickelt. Der Berliner Umweltatlas definiert sie folgendermaßen:

*„Die GVZ ist ein Maß für das Vorhandensein dreidimensionaler Vegetationskörper (Bäume, Sträucher, Gräser) auf einer Flächeneinheit und wird in der Einheit  $m^3$  pro  $m^2$  angegeben. In Berlin bilden einerseits die Block- und Blockteilstflächen der Blockkarte 1:5.000 (ISU5, Raumbezug Umweltatlas 2015) und andererseits Straßenabschnitte die Bezugsgrundlage.“ (SenSW 2017b).*

Das Grünvolumen und die Versiegelung wirken durch ihre Fähigkeit zur Verschattung und ihre Albedo auf die Oberflächentemperatur ein. Im Umweltatlas werden sie als entscheidende Faktoren genannt, welche das Stadtklima und die Entwicklung von Hitzeinseln beeinflussen (SenSW 2017b). Neben Informationen zu Nutzungsveränderungen und baulichen Veränderungen werden zunehmend Informationen zur Dachbegrünung, Gebäude- und Vegetationshöhen erfasst. Es werden Karten erstellt,

welche die wohnungsnaher Versorgung mit öffentlichen Grünanlagen beschreiben. Zusätzlich setzt sich der Berliner Umweltatlas im Bezug auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ mit den Themen Bioklima, Lärm- und Luftbelastung, Grünflächenversorgung, soziale Rahmenbedingung und Mehrfachbelastungen auseinander.

### **6.3.5 Zusammenfassung der Planungsvoraussetzungen**

Mit der Verabschiedung des Energiewendegesetzes (EWG Bln 2016) unterstreicht das Berliner Abgeordnetenhaus seinen Willen, den bereits 1980 gestarteten Prozess fortzusetzen und dem Klimawandel aktiv zu begegnen. Das Energiewendegesetz bildet hier die Grundlage für die ebenfalls 2016 fertiggestellten Instrumente, welche zur Klimaanpassung in der Stadtentwicklung beitragen. Dies sind die Klimaanpassungsstrategie (AFOK), der StEP Klima KONKRET, die Integration der Klimaanpassung in das Landschaftsprogramm und die ergänzenden Vorgaben der Eingriffsregelung. Dabei wurden nicht nur zahlreiche Experten und Stakeholder in unterschiedlichen Workshops konsultiert, sondern auch die Ergebnisse zahlreicher Forschungsprojekte zur Klimafolgenbetrachtung genutzt. Im AFOK ist ein ressortübergreifendes Monitoringkonzept vorgesehen. Das Monitoringkonzept wendet Indikatoren an, welche für die Stadtentwicklung relevant sind.

Der Anspruch, abflusslose Siedlungsgebiete zu gestalten, wurde mit dem Projekt KURAS verstärkt. Hier wurden in einem transdisziplinären Forschungsprozess Strategien der nachhaltigen Regenwasserbewirtschaftung erarbeitet. Der dabei gegründete Expertenkreis aus Vertretern der Berliner Stadtentwicklung und Wasserwirtschaft trifft sich über die Projektlaufzeit hinaus in der „*Koordinierungsrunde Bauen und Entwässern*“ und setzt dabei abflusslose städtebauliche Entwicklungen um. Seit 2018 wird dieser Kreis durch die „*Regenwasseragentur*“ unterstützt, die über technische Lösungen und den rechtlichen Rahmen für eine nachhaltige Regenwasserbewirtschaftung informiert und Umsetzungsprojekte fördert.

Mit der Integration der Klimaanpassung in die Eingriffsregelung wurde in Berlin eine Prüfsystematik entwickelt, welche eine klimaangepasste städtebauliche Entwicklung fördern kann. Ein weiterer Schritt könnte sein, den bisher auf der Ebene der Berliner Landschaftspläne mögliche Biotopflächenfaktor (BFF) auch in den Bebauungsplänen als Zielwert zu verwenden und damit spezifische Zielvorgaben für unterschiedliche Nutzungstypen vorgeben zu können. Eine Anwendung im Rahmen der Bauleitplanung könnte den „*naturhaushaltswirksamen*“ Anteil einer bebauten Fläche erhöhen (Ber6). Bisher wird der Biotopflächenfaktor nur im Bestand angewandt, um Vorhaben nach §29ff BauGB zu steuern.

## 6.4 Stuttgart

### 6.4.1 Folgen des Klimawandels

Stuttgart befindet sich in einer Region mit „warmem Klima“ (UBA 2015a: 668). Diese Regionen sind von Trockenheit und Hitze geprägt. Die Teilräume mit einer besonders deutlichen Zunahme von heißen Tagen und Tropennächte werden dort immer größer und breiten sich weiter aus. Bis zum Ende des Jahrhunderts werden in der Region Stuttgart stärkere Hitzewellen oftmals mit Trockenheit verbunden sein und sich weiter räumlich ausdehnen (UBA 2015a: 668). Hitzesommer wie in den Jahren 2003 oder 2018 könnten zukünftig regelmäßiger vorkommen (Landeshauptstadt Stuttgart 2012).

Der Klimaatlas für die Region Stuttgart (Verband Region Stuttgart 2008: 134) enthält eine Karte welche die „Wärmebelastung“ der Region beschreibt. Sie zeigt, wie sich die Gebiete mit einer Wärmebelastung von mehr als 30°C an mindestens 30 Tagen im Jahr vom 1971- 2000 mit 6% der Fläche bis zum Jahr 2100 auf 57% der Fläche der Region Stuttgart ausweiten werden. Für die Stadt Stuttgart ist die Wärmebelastung heute schon über diesem Wert (vgl. Abbildung 36). Dies bestätigt das im Jahr 2017 durchgeführte Gutachten des DWD (Schlegel et al. 2017). Im Vergleich zu den Jahren 1970-2001 werden sich in Stuttgart die Tage mit starker Wärmebelastung bis zur Mitte des Jahrhunderts verdoppeln (Schlegel et al. 2017). Diese sich durch den Klimawandel verstärkende Entwicklung hat Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, biologische Vielfalt, Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft und den Tourismus.

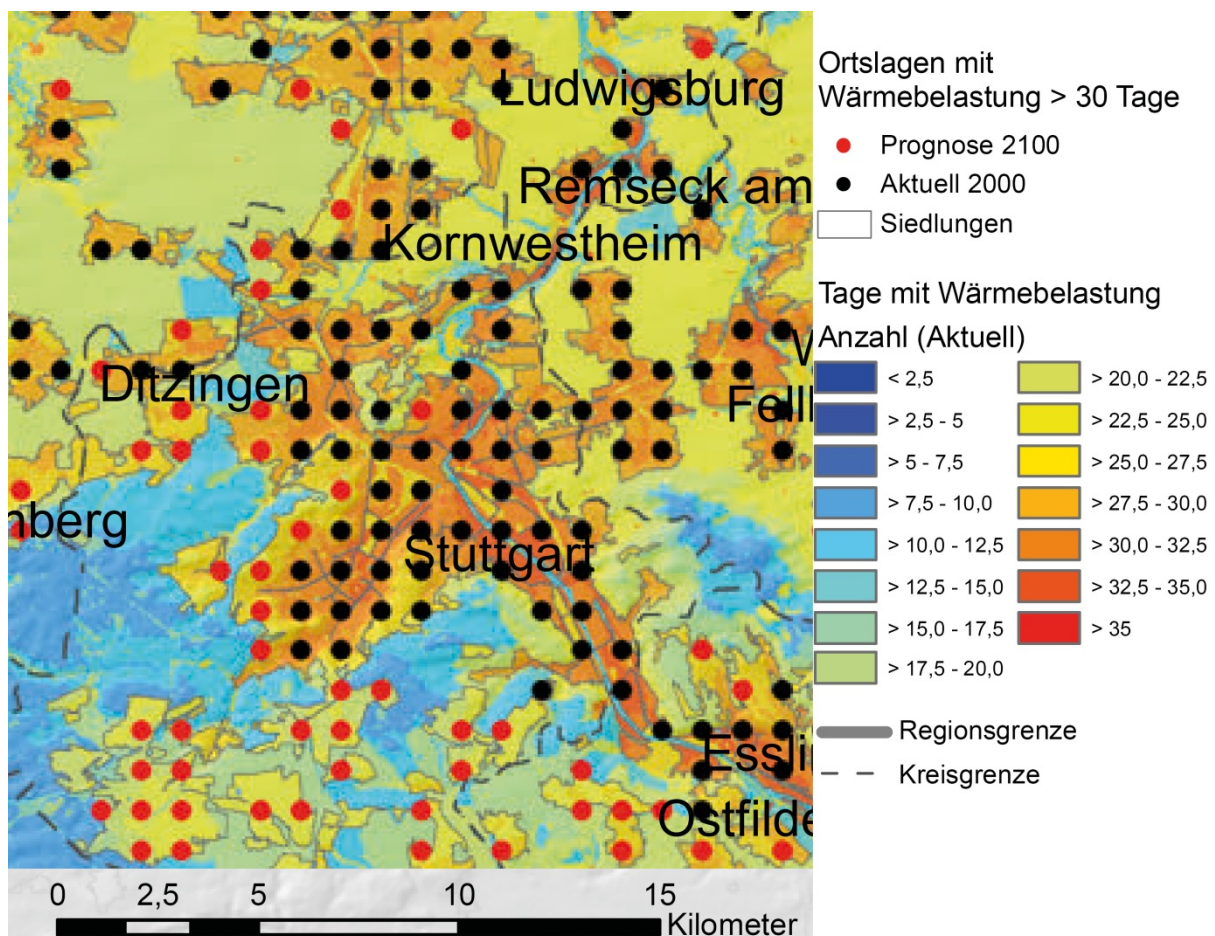


Abbildung 35: Projizierte Entwicklung wärmebelasteter Ortslagen (> 30 Tage über 30°C im Jahr) von 2000 (aktuell) bis 2100 (Prognose), (ohne Maßstab; Verband Region Stuttgart 2008: 135)

Stuttgart gehört wie Berlin zum Raumtyp einer wachsenden Stadt mit hohem Siedlungsdruck, Bevölkerungszuwachs und Flächeninanspruchnahme (BBSR 2017 (INKAR)). Die ausgeprägte Kessellage und geringe Durchgrünung der Innenstadt (6% ohne Grün in der Bebauung) verstärken den Wärmeinseleffekt, welcher durch den Luftaustausch mit Talwinden gemildert werden kann (Vortrag Baumüller bei der BSU 2011: 37f). Gerade in Stuttgart kommt den Frischluftkorridoren eine besondere Bedeutung zu. Durch die bebauten Hanglagen, welche zu den attraktiven Wohnstandorten gehören, werden die Talwinde gebremst. Dies beeinflusst die Luftqualität negativ, indem sich die belastenden Emissionen im Talkessel sammeln und nicht abgeleitet werden können. Diese häufig auftretenden Wetterlagen werden durch die Folgen des Klimawandels und die starke Temperaturzunahme zu einer stärkeren Gesundheitsbelastung durch größere Hitzeinseleffekte und Luftbelastung führen. Hier sind Kaltluftschneisen besonders wichtig, da sie die Kaltluftentstehungsgebiete in den umliegenden Hochlagen mit dem bebauten „Talgrund“ verbinden und für Frischluftzufuhr sorgen.

Zunehmend werden sowohl starke Hitzebelastungen und langanhaltende Trockenperioden im Sommer als auch starke Niederschläge im Winterhalbjahr beobachtet (Arbeitskreis KLIWA/KLIWA-Symposium 2010: 197, Landeshauptstadt Stuttgart 2010: 33 und S1, S2, S3). In den Sommermonaten hingegen ist eher ein Rückgang der Niederschläge zu erwarten. Hinzu kommt, dass die Gefährdung durch Starkniederschläge und Sturzfluten vor allem in den Siedlungsgebieten zunehmen wird (Landeshauptstadt Stuttgart 2012: 5).

Die Vulnerabilitätsanalyse der Region Stuttgart und das Stuttgarter Klimaanpassungskonzept (KLIMAKS) beschreiben, dass die Menschen und der Naturraum in der Region von häufigeren Hochwasserereignissen, von einer Zunahme der Erosionsgefahr, von einer stärkeren Belastung durch zunehmende Hitze betroffen sind. Zusätzlich ist zu befürchten, dass wärmeempfindliche Pflanzen und Tiere zunehmend verdrängt werden können (Weis et al. 2011, Landeshauptstadt Stuttgart 2012).

### 6.4.2 Kooperation und Kommunikation

#### **Abteilung für Stadtklimatologie im Amt für Umweltschutz**

Aufgrund seiner Kessellage und der notwendigen Förderung des Luftaustausches hat die Stadtklimatologie in Stuttgart eine langjährige Tradition. 1938 wurde das Arbeitsgebiet Stadtklimatologie in der Stuttgarter Verwaltung eingeführt mit dem Ziel, die Schadstoffbelastung in der Stadt zu reduzieren, indem die Zusammenhänge zwischen städtebaulicher Entwicklung und Luftbelastung offengelegt werden (Landeshauptstadt Stuttgart 2010: 13). Seit 1988 ist die Abteilung für Stadtklimatologie in das Amt für Umweltschutz eingegliedert. Die Mitarbeiter dieser Abteilung sind bei der Entwicklung von städtebaulichen und stadtplanerischen Projekten frühzeitig beteiligt und beraten die Stadtplaner kontinuierlich im Planungsprozess (S2 und Kranz 2018). Jährlich werden von ihnen bis zu 100 Bebauungspläne mit dem Modellierungsprogramm ENVI-met auf ihre mikroklimatische Wirkung analysiert und beurteilt (S2).

Der Einfluss der Abteilung für Stadtklimatologie auf die städtebaulichen Planungen ist groß. So wurde durch ihre Beurteilungen und Einschätzungen die Durchlüftung innenstadtnaher Gebiete aufrechterhalten. Der Erhalt wichtiger Kalt- und Frischluftkorridore spielt dabei eine entscheidende Rolle (Landeshauptstadt Stuttgart 2010: 55ff).

### Klimaanpassungskonzept Stuttgart

Die Stadtverwaltung hat mit dem Stuttgarter Klimaanpassungskonzept (KLIMAKS) eine ämterübergreifende Vereinbarung getroffen, die Projekte zur Anpassung an den Klimawandel umsetzen möchte (Landeshauptstadt Stuttgart 2012). Dafür haben sich die Beteiligten auf gemeinsame Ziele und projektbezogene Kooperationen geeinigt.

Die Anpassungsmaßnahmen bauen dabei auf die in Stuttgart gängige Praxis in der Stadtplanung, im Hochbau und in der Bewusstseinsbildung. Für die Stadtplanung bedeutet dies Entsiegelungsmaßnahmen, Begrünung und das Freihalten von Frischluftschneisen voran zu bringen. Die Stadtplanung beteiligt sich im KLIMAKS an folgenden Projekten (Landeshauptstadt Stuttgart 2012):

- Monitoring städtischer Wärmeinseln,
- Wärmeschutz- und Starkregenvorkehrungen in Gebäuden,
- Anpassung an Starkwindereignisse und Hagelereignisse,
- Leistungsfähigkeit der Straßenentwässerung,
- Ermittlung von Überflutungsgebieten im Stadtgebiet,
- Trinkwasserversorgung,
- Gefahrenabwehr bei Bodenerosion durch Starkniederschlag,
- Biotopvernetzung,
- Erweiterung des Rahmenplans Halbhöhenlagen,
- Stuttgarter Innenentwicklungsmodell (SIM) und Dichtekonzeption zur Sicherung städtebaulicher und stadökologischer Qualitäten,
- Schwerpunkträume zum klimagerechten Stadtumbau,
- Qualifizierung des Nachhaltigen Bauflächenmanagements (NBS) – Klimaplanungspass (KlippS),
- Baumschutzsatzung und Dachbegrünung,
- Klimagerechte Standorte für kritische Infrastruktur.

Die Projekte geben die raumbezogene Betroffenheit und die Handlungsmöglichkeiten der Stadtentwicklung Stuttgarts wieder. Diese bezieht sich vor allem auf den Umgang mit zunehmender Hitze, Flusshochwasser, Starkniederschläge und die Entwicklung der städtischen Biodiversität.

### 6.4.3 Vorhandene Planungsgrundlagen und rechtliche Vorgaben für die Bauleitplanung

#### Landesbauordnung Baden-Württemberg zu Gründächern

In der Landesbauordnung Baden-Württemberg gibt es seit 2015 in §9 LBO-BW eine Verpflichtung zur Umsetzung von Gründächern auf sehr dicht bebauten Grundstücken. Dadurch wird eine allgemeine Verpflichtung zur Umsetzung von Gründächern ausgesprochen. Diese wird darüberhinaus durch die Möglichkeit ergänzt, gemäß § 74 Abs. 3 LBO BW eine Satzung zu verabschieden, welche die Regenwasserbewirtschaftung genau regelt:

*§74 Abs. 3 LBO BW: „Die Gemeinden können durch Satzung für das Gemeindegebiet oder genau abgegrenzte Teile des Gemeindegebiets bestimmen, dass (...) 2. Anlagen zum Sammeln, Verwenden oder Versickern von Niederschlagswasser oder zum Verwenden von Brauchwasser herzustellen sind, um die Abwasseranlagen zu entlasten, Überschwemmungsgefahren zu vermeiden und den Wasserhaushalt zu schonen, soweit gesundheitliche oder wasserwirtschaftliche Belange nicht beeinträchtigt werden.“*

Im Fall des Praxisbeispiels *Neckarpark* wurde diese Satzung ergänzend aufgestellt (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a).



### Flächennutzungsplan

Der Stuttgarter Flächennutzungsplan wurde 2001 aufgestellt und wird seitdem bei Bedarf im Parallelverfahren aktualisiert (Landeshauptstadt Stuttgart 2004). Schon bei seiner Aufstellung war die besondere stadtklimatische Rolle der Halbhöhenlagen bekannt und in einer besonderen Siedlungsflächenkategorie als „Wohnbaufläche Kesselrand“ (W/GR) dargestellt (Landeshauptstadt Stuttgart 2004 und 2007: 27). Diese sind im Flächennutzungsplan als rot-grüne Schraffur gekennzeichnet (siehe Abbildung 37). Dabei wurde die besondere Bedeutung der Flächen für das Landschaftsbild, die Erholung und das Klima hervorgehoben. Zusätzlich wurde empfohlen, hierfür einen Rahmenplan zu erstellen, welcher 2007 verabschiedet wurde (Landeshauptstadt Stuttgart 2007).

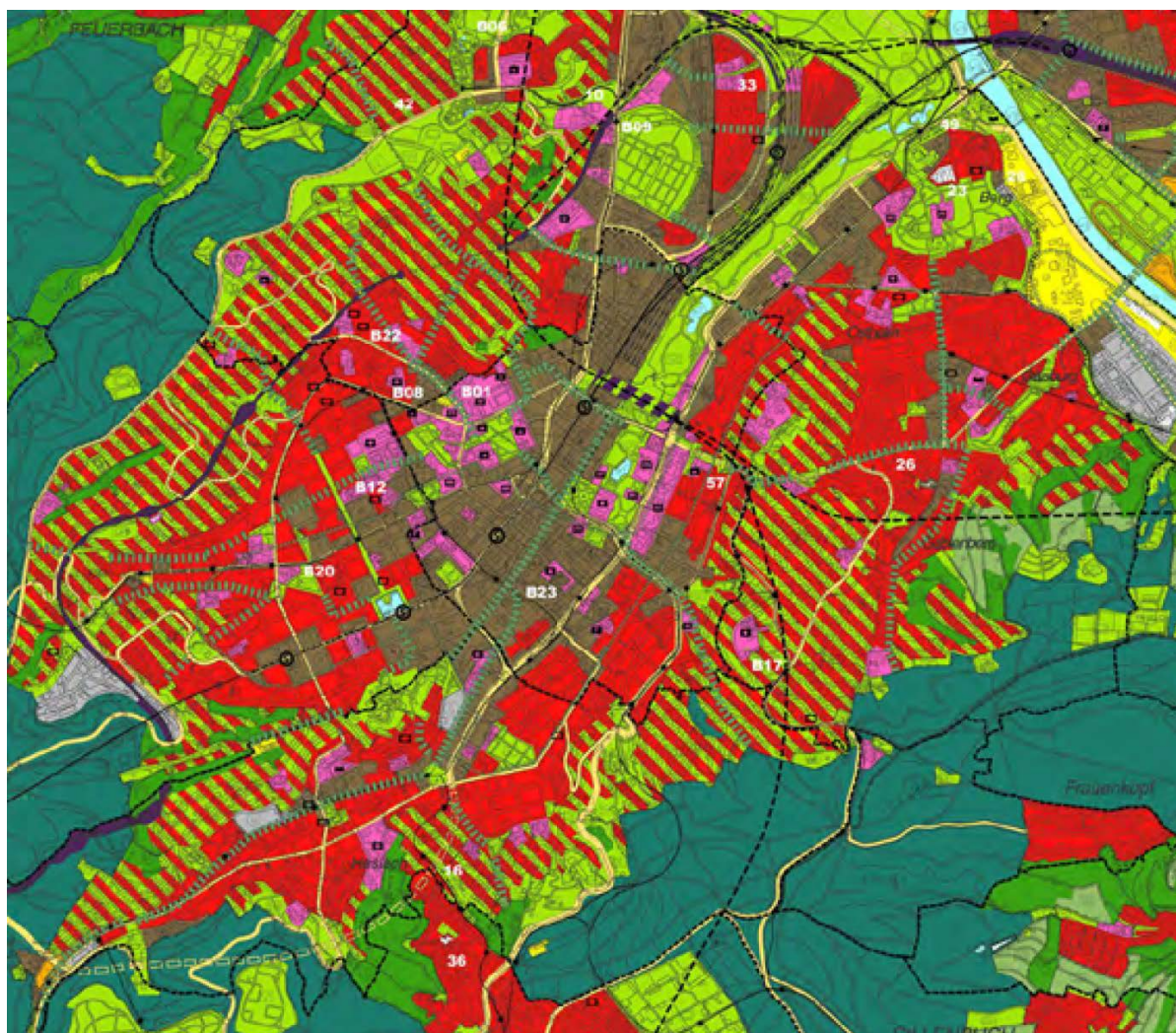


Abbildung 36: Ausschnitt aus dem Stuttgarter Flächennutzungsplan, der hier in rot-grüner Schraffur die „Wohnbaufläche Kesselrand“ kennzeichnet (ohne Maßstab; Landeshauptstadt Stuttgart 2016)

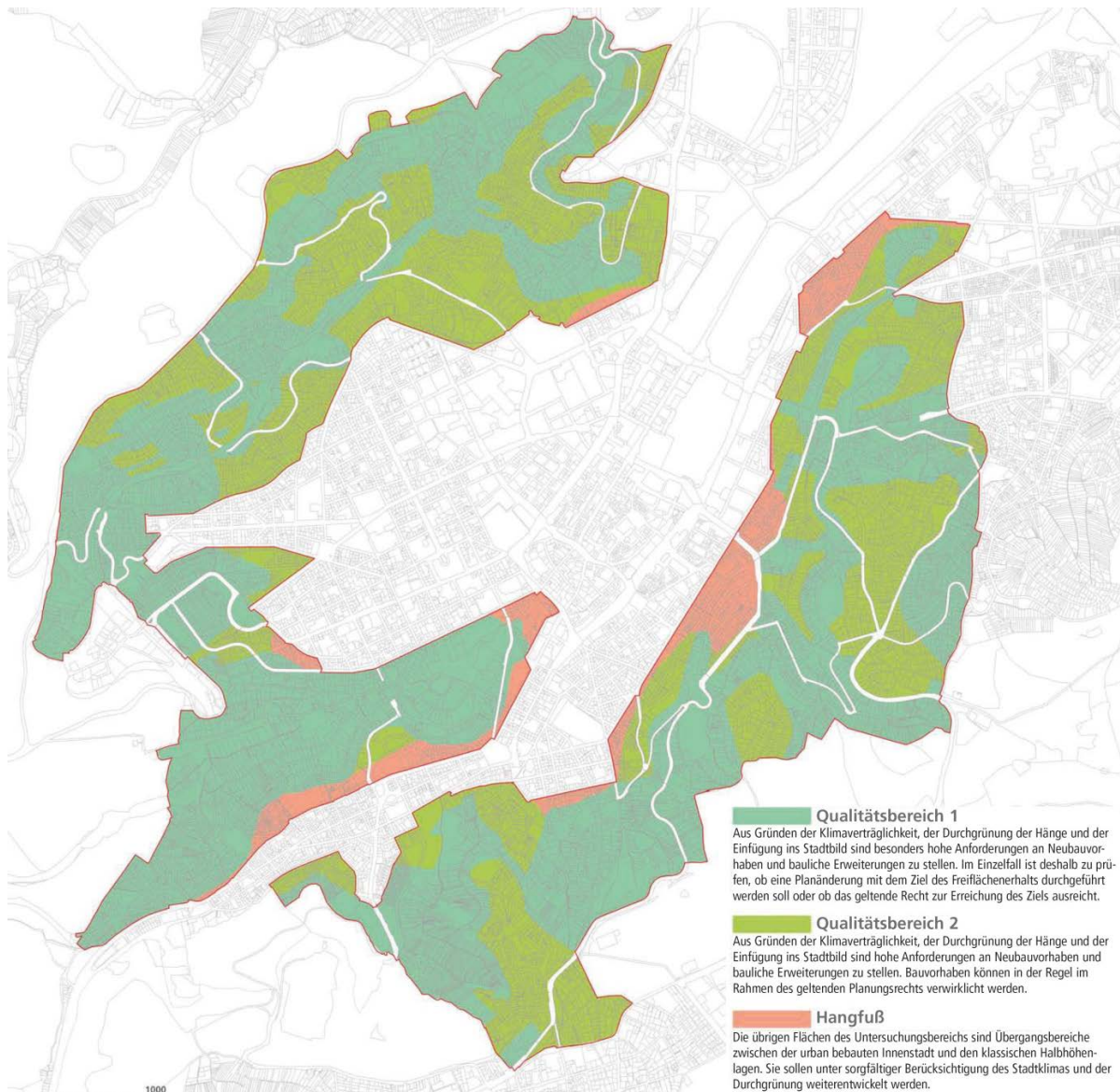
### Kommunale Rahmenpläne

**Der Rahmenplan Halbhöhenlagen** (2007) hebt die siedlungsklimatische Bedeutung der Halbhöhenlagen hervor. Hierbei handelt es sich um die für Wohnbebauung attraktiven Hanglagen des Stadtgebiets, welche die bewaldeten Höhenrücken mit der dicht bebauten Innenstadt im Talkessel verbinden. Dabei wurden nach weiterführenden Analysen des Stadtklimas (Kaltluftflüsse, tagesabhängige Oberflächentemperaturen) und Aussagen des Klimaatlases, Analysen der Grünzusammenhänge, Boden, Wasser, Stadt- und Landschaftsbild sowie der städtebaulichen und baurechtlichen Rahmenbedingungen,



Qualitätsbereiche festgelegt, welche die Rahmenbedingungen für eine bauliche Nutzung vor Ort vorgeben. Es wird zwischen folgenden Flächen unterschieden (Landeshauptstadt Stuttgart 2007: 34f):

- Kaltluftbahnen und klimabedeutsame Freiflächen,
- Klimarelevante Freiflächen,
- Klimarelevante und klimabedeutsame Bauflächen und
- Klimasanierungsflächen.



**Abbildung 37: Rahmenplan Halbhöhenlagen (ohne Maßstab, Landeshauptstadt Stuttgart 2007: 44)**

Der Rahmenplan Halbhöhenlagen wurde als Satzung vom Gemeinderat am 2.10.2007 einstimmig verabschiedet. Gemäß §6 Nr. 11 BauGB hat er als „sonstige städtebauliche Planung“ eine rechtlich bindende Wirkung (UBA 2014: 121). Durch den Rahmenplan hat die Stadtplanung die Möglichkeit, die stadtklimatische Wirkung von Bebauungsplanentwürfen einschätzen zu können. Richtungsgebende Anforderungen für die abgestuften Qualitätsbereiche sind die Klimaverträglichkeit, die Durchgrünung der Hänge und das Stadtbild. Sie legen fest, unter welchen Voraussetzungen ein Neubauvorhaben erfolgen oder ein Bebauungsplan aufgestellt werden darf (Landeshauptstadt Stuttgart 2007: 44):

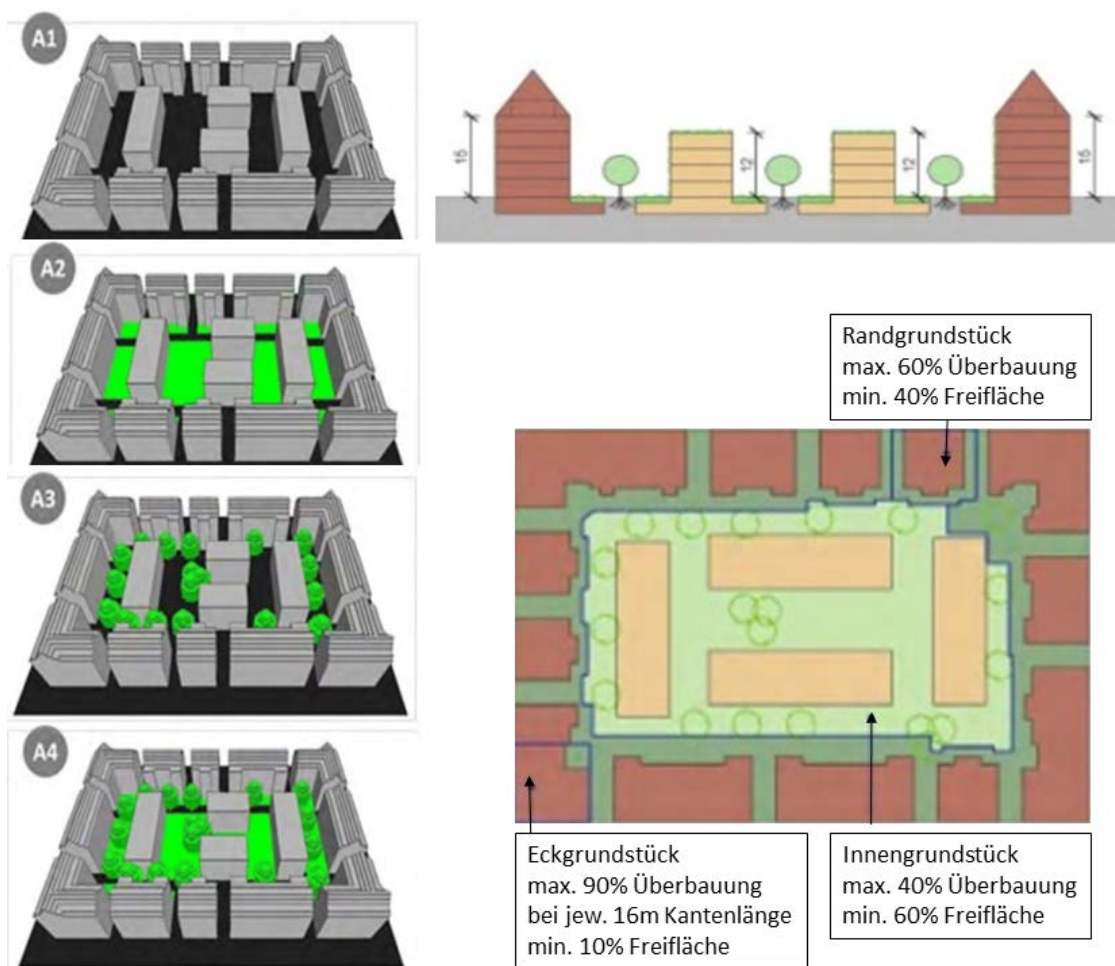


**Qualitätsbereich 1:** Neubauvorhaben sind nur im Einzelfall möglich. Zugunsten des Freiflächenerhalts können Planänderungen erfolgen.

**Qualitätsbereich 2:** Bauvorhaben können in der Regel im Rahmen des geltenden Planungsrechts verwirklicht werden.

**Hangfuß:** Besondere Berücksichtigung des Stadtklimas und der Durchgrünung im Übergangsbereich zwischen der urban bebauten Innenstadt und den klassischen Halbhöhenlagen.

Darüber hinaus wurden durch den Rahmenplan Halbhöhenlagen bereits verabschiedete aber noch nicht umgesetzte Bebauungspläne zurückgenommen, wenn sie die Durchlüftung der Innenstadt stark beeinträchtigt hätten. Die Rechtskraft dieses Rahmenplans ist so stark, dass seine Begründung ausgereicht hat, dass die Aberkennung des Baurechts für Bauwilligen auf den beschriebenen Flächen aus städtebaulichen Gründen gerichtlich bestätigt wurde (Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg 2014).



**Abbildung 38: Variantenvergleich in der Gestaltung eines Musterblocks im Rahmenplan Talgrund West (ohne Maßstab; Landeshauptstadt Stuttgart 2018: 12 und 30)**

2018 folgte der **Rahmenplan Talgrund West** (2018). Dieser strebt durch eine Begrünung und Entsiegelung der Stuttgarter Innenstadt eine Verbesserung der mikroklimatischen Situation an (Landeshauptstadt Stuttgart 2018). Um hier Frischluftschneisen zu öffnen, sollen in den Plänen Baulinien zurückverlegt werden. Über einen idealtypischen Musterblock soll das Grünvolumen im

Blockinnenbereich erhöht werden, um damit das Mikroklima der hitzebelasteten Stuttgarter Innenstadt zu verbessern. Dessen Wirkung wurde mit einer ENVI-met Simulation überprüft.

zeigt, wie für die verschiedenen Grundstückstypen in einem Block, die Anteile an überbaubarer Fläche und Freiflächen bestimmt werden. Diese gliedern sich in Randgrundstücke (max. 60% Überbauung, min. 40% Freifläche), Eckgrundstücke (max. 90% Überbauung, min. 10% Freifläche), Innengrundstücke (max. 40% Überbauung, min. 60% Freifläche). Der Rahmenplan soll eine Richtlinie für die Flächennutzung sein und Gestaltungshinweise geben für die weitere städtebauliche Innentwicklung im Stuttgarter Innenstadtbereich.

### **Klimaplanungspass als Teil des Flächenmanagements**

Der seit 2001 gültige Flächennutzungsplan der Stadt Stuttgart hat zum Ziel, die Innenentwicklung vor der Außenentwicklung zu fördern. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde 2003 in Stuttgart ein „*nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart*“ (NBS) eingeführt, das auf einer Internetplattform brachliegende Flächen im Innenbereich beurteilt und Empfehlungen für ihre zukünftige Nutzung gibt. Da die Entwicklung dieser Flächen zu einer Verdichtung im Innenbereich führt, wurde im Pilotprojekt KlippS (Klimaplanungspass Stuttgart) untersucht, welche mikroklimatischen Auswirkungen die unterschiedlichen Nutzungsvarianten einer NBS-Fläche auf den thermischen Komfort haben können. Ziel des Projektes war es, das Flächenmanagement vorhandener Freiflächen um den Faktor Stadtklima zu erweitern. (Mayer et al. 2015)

Ergebnis war der „*Klimaplanungspass*“, der im Vorfeld Informationen zu geeigneten Nutzungsstrukturen zur Verfügung stellt, indem er einen Index anfertigt. Dieser Index macht Aussagen darüber, welche Wertigkeit und welcher Handlungsbedarf aus humanbiometeorologischer Sicht besteht. Er beschreibt Faktoren wie den thermischen Komfort, die Luftqualität als Luftbelastungsindex und die dazugehörigen Untersuchungsergebnisse. Zusätzlich zeigt er einen Ausschnitt aus dem Klimaatlas und der humanbiometeorologischen Bewertung und des Kaltluftverhaltens der Umgebung. Die humanbiometeorologische Bewertung bezieht sich auf die Verbesserung der Aufenthaltsbedingungen (thermische Behaglichkeit) und die Verbesserung der Siedlungsdurchlüftung. Der Klimaplanungspass hat zudem zum Ziel, die Frischluftzufuhr durch lokale Windsysteme zu fördern, die zu erwartender Belastungen zu ermitteln, die Freisetzung von Luftschadstoffen zu mindern und die Nutzungskonzepte an die Belastungssituation sachgerecht anzupassen (Mayer et al. 2015).

Aktuell werden die Klimaplanungspässe verwaltungsintern genutzt und bieten eine erste Einschätzung für das Screening geeigneter Flächen. Genauere Aussagen zur stadtklimatischen Auswirkung der Flächenentwicklung werden basierend auf ENVI-met Simulationen getroffen, die mit den Varianten des städtebaulichen Entwurfs durchgeführt werden (S2).

**KlippS – Erfassungsmaske**

---

**NBS Name**
**NBS Nr. xxx**

---

Stadtbezirk: Quelle: Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (61-2), NBS Datenbank

Grundstücksfläche: ca. xx ha

Eigentümer: Adresse:

Verfügbarkeit:

Flächennutzung:

---

**Thermischer Komfort (TK)** Quelle: Forschungsbericht KLIMOPASS „KlippS-Klimaplanungspass Stuttgart“

**Bewertungsindikatoren:**

Lage / Umgebung:	; Bebauungsdichte Umgebung:	
Urbane Wärmeinsel:	; Kaltluftproduktion:	Vulnerabilität:
→	human-biometeorologische Wertigkeit: xx (.....) von max. 1.0	
→	human-biometeorologischer Handlungsbedarf: xx (.....) von max. 1.0	

---

**Luftqualität (LQ)**

**Bewertungsindikatoren:**

Feinstaubkonzentration (Jahresmittel): XX µg/m<sup>3</sup>

Stickstoffdioxidkonzentration (Jahresmittel): XX µg/m<sup>3</sup>

→ **Luftbelastungsindex: xx (.....)** (1.0 bedeutet Grenzwert erreicht!)

Quelle: Amt für Umweltschutz (36-4)

---

**Vertiefende Untersuchungen:**

TK: Quelle: Forschungsbericht KLIMOPASS „KlippS-Klimaplanungspass Stuttgart“; Material einsehen: (link - Medien/NBS)

LQ: Quelle: Amt für Umweltschutz (36-4); Material einsehen: (link - Medien/NBS)

---

**Fazit/ Planungshinweise:**

Quelle: Amt für Umweltschutz (36-4) und Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (61-2)

TK: Quelle: Forschungsbericht KLIMOPASS „KlippS-Klimaplanungspass Stuttgart“

LQ: Quelle: Amt für Umweltschutz (36-4)

---

**Ansprechpartner Stadtklima:**

Name

(0711) 216 – 88 xxx

Name@stuttgart.de

**Ansprechpartner Stadtplanung:**

Name

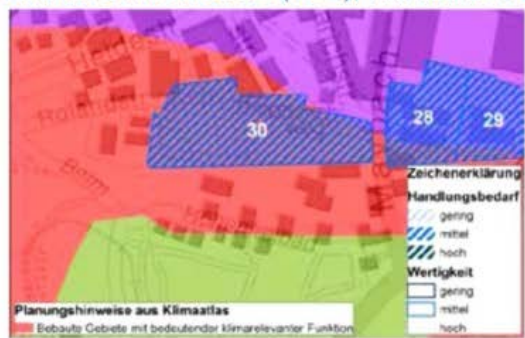
(0711) 216 – 20 xxx

Name@stuttgart.de

---

**Klimaatlas u. human-biomet. Bewertung**

Quelle: Forschungsbericht KLIMOPASS „KlippS-Klimaplanungspass Stuttgart“,  
Amt für Umweltschutz (36-4), Klimaatlas Region Stuttgart



**Kaltluftverhalten Umgebung**




Abbildung 39: Erfassungsmaske für den Klimaplanungspass (Mayer et al. 2015: 49)

#### 6.4.4 Vorhandene Datengrundlagen

Durch die Tradition der Stadtklimatologie verfügt die Stadt Stuttgart über eine breite Datengrundlage, die sie für die Bauleitplanung gebraucht. Diese sind unter anderem Klimaaufzeichnungen, der Klimaatlas, die Vulnerabilitätsanalyse der Region Stuttgart, Gutachten des DWD zur Stadtklimatologie, Ergebnisse aus Forschungsprojekten, regelmäßige Messungen und Modellierungen zum Stadtklima und Starkregengefahrenkarten.

##### Regelmäßige Messungen und Modellierungen zum Stadtklima

Seit den 1930er Jahren werden in Stuttgart regelmäßig Messungen zum städtischen Luftaustausch und zur Temperaturentwicklung durchgeführt. Hierzu gehören (Landeshauptstadt Stuttgart 2010):

- Rauchversuche zur Identifikation der Frischluftschneisen (seit den 1930er Jahren erweitert durch TracerGas-Kampagnen 1996/97)
- Messung der Luftbelastung (seit 1965/66),
- infrarot-thermographische Messflüge (seit 1976).

Darüber hinaus werden regelmäßige Messungen durchgeführt und dokumentiert, welche die klimatischen Veränderungen in der Stadt und im Umland dokumentieren (z.B. Temperatur, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Globalstrahlung und Niederschlag).

##### Stadtklimatologische Informationen und regionale Vulnerabilitätsanalysen

Der Klimaatlas wurde gemeinsam mit dem Verband Region Stuttgart 1988 für die Fortschreibung des Flächennutzungsplans 2010 konzipiert. In den darauffolgenden Jahren wurde ein erstes regionales Klimamodell erstellt, das auf einer flächendeckenden regelmäßigen Messung von Temperatur, Luftfeuchte und Wind an zwölf Stationen beruht. Ergebnis dieser Klimaanalyse war die Erstellung erster Planungshinweiskarten, die sowohl von Stuttgart als auch von den Umlandgemeinden genutzt werden (Landeshauptstadt Stuttgart 2010: 23). Mit der Planung von „Stuttgart 21“ wurde 1996 eine Stadtklimamodellierung eingeführt, welche die Windfelder und Kaltluftflüsse modelliert und die Grundlage für ein „*Stadtklima-Informationssystem*“ (Stadtklima21) war (Landeshauptstadt Stuttgart 2010: 26).

2008 hat der Klimaatlas der Region Stuttgart erstmals die Folgen des Klimawandels für die Region Stuttgart untersucht und diese in Karten zusammengefasst. Er wurde als Grundlage für die Fortschreibung des Regionalplans verwendet. Die dort aufgeführten Karten enthalten sowohl klimatische Basisinformationen (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Wind und Strahlung) als auch Aussagen zum thermischen Komfort, Hitzeinseln. Planungshinweiskarten fassen diese Informationen für die Stadtplanung zusammen. Detaillierte Ansichten und eine nicht grundstücksscharfe Planungshinweiskarte können im Geoportal der Region Stuttgart seit 2008 eingesehen werden (Baumüller 2008). Die Ergebnisse zur innerstädtischen Wärmebelastung wurden in einem Gutachten des DWD bestätigt, in dem bis zur Mitte des Jahrhunderts die Verdopplung der Tage mit Hitzebelastung, eine höhere Belastung der Industrie- und Gewerbegebiete und die besondere Bedeutung der bewaldeten Höhenlagen hervorgehoben wurden (Schlegel et al. 2017).

2011 wurde im Rahmen des Projektes Klima MORO eine Vulnerabilitätsanalyse für die Region Stuttgart durchgeführt. Sie untersuchte neben den Auswirkungen des Klimawandels auf Land-, Forstwirtschaft und Biodiversität die Verwundbarkeit der Region durch Wasser (Grundwasserveränderungen, Gewässerökologie und Hochwasser) und die gesundheitliche Verwundbarkeit gegenüber Hitze. Die dabei entstandenen Karten zeigen, dass die Stadt Stuttgart vor allem durch ihre dichtbebaute Kessellage und

der dort lebenden Bevölkerung ein besonderes Augenmerk auf die Hitzeentwicklung in der Stadt (nach dem Modell von Minnich 2010) und die Hochwassergefährdung entlang des Neckars legen muss (Weis et al. 2011).

### **Starkregengefahrenkarten**

In Folge wiederholter Starkniederschlagsereignisse an der Glems im Jahr 2010 haben sich die Anliegergemeinden dazu entschlossen, eine für die Öffentlichkeit zugängliche Starkregengefahrenkarte zu erstellen. Hierfür haben sie diese für das Einzugsgebiet der Glems mit weiterführenden Informationen auf der Internetplattform [www.starkregengefahr.de](http://www.starkregengefahr.de) veröffentlicht. Sie bezieht sich auf ein topographisches Rechenmodell. Darüber hinaus wurden Überflutungsgefahrenkarten und Geländesenkenkarten sowie Kanalnetzrechnungen für 19 Teilgebiete anhand von 20- und 30-jährigen Regenereignissen für das weitere Stadtgebiet erstellt, kritische Stellen identifiziert und im Rahmen der städtebaulichen Planung genutzt (S1). Ein detaillierteres hydraulisches Modell wird aktuell für Stuttgart erarbeitet (LUBW 2016: 22, S1).

Seit 2017 liegt ein Alarm- und Einsatzplan für Hochwasser nach Starkregenereignissen vor (abhängig von den Warnungen des DWD), der bisher noch nicht eingesetzt werden musste.

### **6.4.5 Zusammenfassung der Planungsvoraussetzungen**

Die aktive Einbindung der Fachämter in den Prozess der Bauleitplanung und ihre begleitende Beratung gibt den Stadtplanern die Möglichkeit, über ihre eigenen Kenntnisse hinaus fachgerechte Einschätzungen treffen zu können. Dies wird unterstützt durch einen ausführlichen Datensatz zur Stadtklimatologie und durch ENVI-met-Modellierungen für die einzelnen Planungen.

Die Datengrundlagen, die in der Form des regionalen Klimaatlasses, der Starkregengefahrenkarten und -Modellen, regelmäßiger Messkampagnen und Forschungsprojekten vorliegen, machen eine weitreichende Abschätzung der Situation möglich. Es lassen sich direkte Vorgaben für die Festsetzungen in den Bebauungsplänen aus den Qualitätsbereichen des „Rahmenplans Halbhöhenlagen“ ableiten.<sup>35</sup> Mit KLIPPS wurde eine Methodik zur stadtklimatischen Bewertung unterschiedlicher Planungsalternativen entwickelt.

Im Rahmen der verbindlichen Bauleitplanung werden diese Daten als Grundlage genutzt. Im Fall von stadtklimatisch besonders bedeutsamen Flächen werden die Auswirkungen der Planung auf die biometeorologische Situation durch eine ENVI-met Modellierung überprüft. Grundlage für die Einordnung der Flächen sind der regionale Klimaatlas und der Rahmenplan Halbhöhenlagen. Die Beratung durch die Mitarbeiter der Abteilung Stadtklimatologie kann planungsrelevante Vorgaben direkt weitergeben und die biometeorologischen Beeinträchtigungen eindämmen.

---

<sup>35</sup> siehe Bebauungsplan „Eberhard-Ludwig-Gynasium“; (Landeshauptstadt Stuttgart 2017b)

## 6.5 Praktische Anwendung der Integration der Klimafolgen im Bebauungsplanverfahren

In der Analyse der Praxisbeispiele wurde untersucht, wie im Planungsverfahren Klimafolgen angesprochen werden, welche Rolle Beteiligungsprozesse dabei spielen und welche Möglichkeiten genutzt werden, mit Unsicherheiten umzugehen. Durch die Dokumentenanalyse und die Befragungen wurde deutlich, dass der Klimawandel vor allem in der frühzeitigen Beteiligung und der Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen eine Rolle spielt.

Die Analyse erfolgte über eine Dokumentenanalyse und eine Expertenbefragung. Im Zeitraum zwischen Juni 2017 und April 2018 wurden Gespräche mit Experten geführt, die sich direkt mit der Umweltprüfung im Bebauungsplan bzw. mit spezifischen Fragen der Stadtklimatologie, der Wasserwirtschaft und Freiraumplanung beschäftigen (siehe Tabelle 2 auf S. 9). Vor dem Gespräch wurde den Interviewpartnern ein Fragebogen ausgehändigt, in dem sie Aussagen zur Anwendung der oben genannten Anknüpfungspunkte und zu den betroffenen Schutzgütern machen konnten. Zu den Befragten gehören neben Experten, die mit der Durchführung der Umweltprüfung befasst sind, auch Fachexperten, die im Rahmen der Behördenbeteiligung zu spezifischen Themen Stellung nehmen und deswegen nicht immer direkte Aussagen zu den Schutzgütern in der Umweltprüfung machen können.

In der Umweltprüfung werden die Schutzgüter Boden, Wasser, Klima (und Luft), biologische Vielfalt, Menschliche Gesundheit, Kultur- und Sachgüter regelmäßig thematisiert.<sup>36</sup> Deutlich wird, welche Schutzgüter im Umgang mit den Klimafolgen besonders wichtig sind und welchen Schutzgütern durch den Klimawandel eine besondere Bedeutung beigemessen wird.

	Regelmäßig in der Umweltprüfung untersucht	Hitze	Trockenheit	Starkniederschläge	Hochwasser	Stürme
Boden	9	2	3	5	2	0
Wasser	9	1	3	8	5	0
Luft	7	2	0	0	0	0
Klima	8	5	0	1	0	0
Landschaft	5	1	1	0	1	0
biologische Vielfalt	9	1	3	0	0	0
menschliche Gesundheit	9	5	2	4	1	1
Kultur-/Sachgüter	8	0	0	5	3	1
Wechselwirkungen	4	0	0	1	0	1

n=16

**Tabelle 21: Welche Schutzgüter spielen in Ihrer Stadt in der Umweltprüfung regelmäßig eine Rolle und sind besonders vulnerabel gegenüber den Folgen des Klimawandels? (Frage 1 aus den Interviews)**

In den Interviews wurde deutlich, dass der Umgang mit Hitze und Trockenheit und mit Starkregen in allen untersuchten Städten eine wichtige Rolle spielt und durch ihre regionale Lage verstärkt wird. Wie intensiv diese wiederum untersucht wurden hängt von den lokalen Begebenheiten ab. Durch die Beurteilung der Experten lässt sich erkennen, wie dort die Betroffenheit der Schutzgüter durch den

<sup>36</sup> Der Begriff der biologischen Vielfalt schließt in diesem Zusammenhang auch die Schutzgüter Tiere und Pflanzen mit ein. Da in Kapitel 2 festgestellt wurde, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf die Fläche nur indirekt über ihre Nutzungsänderung erfolgt, wurde die Fläche in der Befragung nicht thematisiert.



Klimawandel eingeschätzt wird. So werden für den Umgang mit Hitze vor allem die Schutzgüter Klima und menschliche Gesundheit genannt. Für den Umgang mit Starkniederschlägen und Hochwasser sind die Schutzgüter Boden, Wasser, menschliche Gesundheit sowie Kultur- und Sachgüter von Bedeutung. Im Umgang mit Trockenheit wurden die Schutzgüter Boden, Wasser sowie Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt hervorgehoben. Trotzdem scheinen der Umgang mit Trockenheit für die Befragten bisher weniger von Bedeutung zu sein. Ebenso sind Stürme für sie nicht so leicht einzuordnen, da ihre Intensität und Häufigkeit bisher noch nicht eindeutig modelliert werden kann. Zusätzlich gibt es nur begrenzte Möglichkeiten durch die Stadtentwicklung Vorsorge zu betreiben.

Für eine nähere Betrachtung wurden in Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart je zwei Bebauungsplanprozesse untersucht. Diese waren während des Untersuchungszeitraums entweder im Aufstellungsprozess oder wurden kürzlich verabschiedet. Es handelt sich hierbei um Wohnquartiere unterschiedlicher Größe. Die ausgewählten Beispiele stehen exemplarisch für das gängige Vorgehen der Bauleitplanung in den Städten und sollen beschreiben, welche Möglichkeiten genutzt werden, um eine Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung zu integrieren.

	Bebauungsplan	Gebietstyp nach BauNVO	Wohn-einheiten	Status
<b>Bremen</b>	Gartenstadt Werdersee	WA	590	Mai 2017 verabschiedet
	Neuer Ellener Hof	WA	500	Juli 2018 verabschiedet
<b>Hamburg</b>	Neue Mitte Altona	WA, MI	3600	Sept. 2014 verabschiedet
	Schnelsen 86	MU, WA	250 - 280	Sept. 2018 verabschiedet
<b>Berlin</b>	Buckower Felder	WA	900	Ende 2019 verabschiedet
	Schumacher Quartier	WA, MK, SO	5000	Entwurf in Auslegung (Dez. 2018)
<b>Stuttgart</b>	Neckarpark	MI, MK	450	Sept. 2016 verabschiedet
	Wohnquartier Palotti	WA	62	Juni 2018 verabschiedet

**Tabelle 22: Übersicht Praxisbeispiele (Steckbriefe hierzu befinden sich im Anhang.)**

Dabei liegt der Schwerpunkt der Analyse darauf, wie in diesen Fällen das Planungsverfahren und die Untersuchungsmethodik der Umweltprüfung den Umgang mit klimawandelbedingten Unsicherheiten unterstützt und welche Rahmenbedingungen einen besonderen Einfluss darauf haben. Dabei wurde besonders darauf geachtet, ob und wie die in Kapitel 3.3 aufgeführten Anknüpfungspunkte zur Integration der Unvorhersehbarkeit des Klimawandels in die Methodik der Umweltprüfung ihre praktische Anwendung finden. Zusammengefasst handelt es sich um folgende Schritte:

- Eine **Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse** zur Einschätzung der Folgen des Klimawandels vor Ort,
- die **Beschreibung der Nullvariante** im Umweltbericht,
- die Entwicklung und Anwendung von **Umweltzielen**
- für die Bewertung von **Planungsalternativen**,
- die Bewertung und Entwicklung von **Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen**;
- Anwendung der Umweltziele in einem Monitoringkonzept als Ziel- und Wirkungsindikatoren für die **Umweltüberwachung** und in der **Bewertung der naturschutzrechtlichen Eingriffe**.

Im Folgenden wird beschrieben, wie die untersuchten Städte im Rahmen der Umweltprüfung den Umgang mit den Klimafolgen in die Bauleitplanung integrieren.

### 6.5.1 Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse

Klimafolgen werden in manchen Umweltberichten allgemein beschrieben. Zusätzlich lassen sich Verwundbarkeiten und Risiken auch für einzelne Schutzgüter ablesen. Zur Abschätzung möglicher Risiken und Vulnerabilitäten stehen den untersuchten Städten unterschiedliche Daten aus Planungsgrundlagen der Fachplanung und der Umweltinformationssysteme zur Verfügung. Diese reichen von verbindlichen Hochwasserrisikokarten hinzu stadtklimatischen Analysen und naturwissenschaftlichen Auswertungen zur Entwicklung der Biodiversität. Teilweise wurde auf der gesamtstädtischen Ebene ein Sozialindex mit der zukünftigen Hitzebelastung überlagert, um hitzebedingte Vulnerabilitäten feststellen zu können. So haben alle untersuchten Städte basierend auf einer Vulnerabilitätsanalyse, Forschungsprojekte zu verschiedenen Herausforderungen des Klimawandels, Anpassungsstrategien sowie Umsetzungsprogramme entwickelt, die auch einen Schwerpunkt in der Stadtentwicklung haben. Dies sind beispielsweise folgende Projekte:

- Bremen: KLAS (SUBV 2018, hanseWasser 2014),
- Hamburg: RISA (HSE/BUE 2015), Klimabericht Hamburg (Storch et al. 2018), KLIMZUG Nord,
- Berlin: KURAS (Reusswig et al. 2016), AFOK (SenStadtUm 2016a), STEP Klima und STEP Klima KONKRET (SenSW 2011, SenUVK 2016),
- Stuttgart: Vulnerabilitätsanalyse Region Stuttgart (Weis et al. 2011, Landeshauptstadt Stuttgart 2012).

### 6.5.2 Beschreibung der allgemeinen Folgen des Klimawandels vor Ort

Sofern eine Beschreibung der Entwicklung des Klimawandels in den Umweltberichten explizit erfolgt, findet dies über die Darstellung und Beschreibung der aktuellen Trends statt. Genauere Aussagen zu treffen oder auch bestimmte Bandbreiten als Orientierungswerte zu wählen, wird von der Mehrzahl der Befragten abgelehnt und nicht als notwendig erachtet. Experten der Abteilung für Stadtklimatologie des Amtes für Umweltschutz in Stuttgart gehen darauf ein, dass mit den heute bekannten Informationen gearbeitet werden muss, die aktuell schon bestimmte Betroffenheiten und Handlungserfordernisse begründen können. Genauere Daten würden jedoch keinen noch konkreteren Handlungsbedarf aufzeigen können. Sie beschreiben dies so:

*„Ich denke, das ist jetzt zweitrangig, ob es eine Erwärmung von 1,5 Grad oder um 2,5 Grad gibt. Es geht in die Richtung und deswegen muss man eben ein bisschen aufpassen. Natürlich, alle Informationen, die man hat, sind wertvoll. Aber man kann jetzt nicht warten, bis man Sicherheit hat. Man muss einfach mit der Unsicherheit leben. Ich glaube, das kann man aber auch gut, weil es einfach nur auf die Tendenz ankommt.“ (S2)*

Den Entscheidungsträgern ist die räumliche Vulnerabilität und Betroffenheit bekannt. Es werdem dabei bereits erfasste räumliche Risiken dargestellt, die sich auf die Bedingungen vor Ort beziehen (natürlicher Wasserhaushalt und Abflusspotenziale, siedlungsklimatische Bedeutung des Gebiets etc.). Tabelle 23 fasst zusammen, welche klimawandelbezogenen Analysen für die betrachteten Umweltprüfungen genutzt wurden. Es wird deutlich, dass nicht alle vorliegenden Daten in den Umweltberichten erwähnt werden. Dies wird von Hamburger Experten damit begründet, dass ihre Relevanz für das Ergebnis der Planung gering sei und lediglich in der Gewichtung einzelner städtebaulicher Maßnahmen eine wichtige Rolle spielen würde (H2):

*„Aber der Klimawandel an sich ist dann eher nur noch so ein Halbsatz. (...) Es wird jetzt auch nicht aufgeschrieben, wie viele Hitzeereignisse wir (...) erwarten. Wir sagen: „Wir machen Dachbegrünung und das ist gut, aus folgenden Gründen...“. Das ist schon so ein Standardinstrument geworden, dass Begründungstexte da auch immer kürzer werden. Früher hat*



*man sich immer sehr umfangreich gerechtfertigt. Jetzt schreibe ich immer nur noch mit so ein paar Anstrichen.“ (H2)*

Die heute schon absehbaren Trends werden in die Umweltprüfung aufgenommen und in Bremen, Hamburg und Berlin als Handlungsbedarf dargestellt und teilweise explizit als zukünftige Herausforderung erwähnt (vgl. SUBV 2016b: 35 f.). In anderen Fällen wird nicht quantifiziert, welche Veränderungen der Klimawandel mit sich bringt, sondern ein Schwerpunkt auf die relevanten Handlungsfelder Hitzeprävention und Schutz vor Hochwasser und Starkniederschlägen gelegt. Bezugnehmend auf ein Starkregenereignis in Berlin im Sommer 2017 beschrieb dies ein Experte der BSW in Hamburg wie folgt:

*„Es ist dann auch völlig egal, ob so ein Ereignis wie in Berlin vor 10 Tagen alle 100, 50 oder 30 Jahre vorkommt. Ich muss einmal die Stadt dafür fit machen.“ (H2)*

Zur Bemessung des Niederschlagsabflusses oder der Hitzeentwicklung in einem Gebiet werden bisher bekannte Werte extremer Wetterereignisse als Datengrundlage genutzt. Diese beziehen sich auf Messwerte besonderer Hitzetage bzw. extremer Niederschlagsereignisse. Dies erleichtert die Argumentation, Klimaanpassungsmaßnahmen in der städtebaulichen Planung vorzusehen. Um ein klimaangepasstes Gebiet zu erreichen, setzen die Interviewpartner eher auf Kommunikation und Konsens (H2, Ber4).

### **6.5.3 Beschreibung des Umweltzustandes und die Empfindlichkeit der Schutzgüter gegenüber dem Klimawandel in den Umweltberichten**

Die Veränderungen des Siedungsklimas, der Wasserwirtschaft und der Biodiversität spielen in allen Beispielen eine zentrale Rolle. Dies machen die untersuchten Beschreibungen des Umweltzustandes in den Umweltberichten deutlich. Für alle Schutzgüter werden in den untersuchten Umweltberichten Daten erfasst, welche den Umweltzustand vor Ort untersuchen. In Tabelle 23. werden die Daten aufgeführt, die eine mögliche Verwundbarkeit gegenüber dem Klimawandel aufzeigen können und in den Umweltprüfungen und ihren zugrundeliegenden Gutachten erwähnt werden. (In der Tabelle wurden die Ergebnisse der Umweltberichte aus derselben Stadt zusammengefasst.) Die Umweltberichte konzentrieren sich auf gebietsrelevante Informationsquellen. Obwohl die Schwerpunkte und Datengrundlagen in den vier Städten voneinander abweichen, sind die entwickelten Anpassungsmaßnahmen in den Bebauungsplänen ähnlich.

Siedlungsklimatische Untersuchungen auf der Ebene des Bebauungsplans unterscheiden sich am deutlichsten. In Stuttgart erfolgt beispielsweise die Analyse der siedlungsklimatischen Auswirkungen einer städtebaulichen Planung ausführlicher und detaillierter als in den anderen Städten. Durch die Stellungnahme des Fachamtes für Stadtklimatologie kann ergänzend eine fundierte Beurteilung der siedlungsklimatischen Situation und Auswirkungen mit einbezogen werden, welche schon fast standardisiert Aussagen zur thermischen Belastung, Durchlüftung und Kaltluftentstehung macht. In Berlin liegen mit dem aktuellsten stadtklimatischen Gutachten von 2016 sehr detaillierte Daten über die aktuelle siedlungsklimatische Situation im städtischen Umweltatlas vor. Diese Daten haben eine Auflösung von bis zu zehn Metern. Grundlage für die Bewertung der siedlungsklimatischen Situation ist die Planungshinweiskarte. Deutet die Lage der stadtklimatischen Planungshinweiskarte darauf hin, dass große städtebauliche Planungen Gebiete betreffen, die für das Siedlungsklima bedeutend sein können, werden die Auswirkungen auf die Kaltluftentstehung und Durchlüftung des Gebiets in einem Gutachten tiefergehend untersucht (GEO-NET 2014). Ähnlich wurde dies in Hamburg im Fall der „Neuen Mitte Altona“ gehandhabt (GEO-NET 2012b). Das aktuelle Stadtklimagutachten Hamburgs integriert zusätzlich

städtebauliche Planungen in seine Modellierung (GEO-NET 2018: 6ff). Damit können die stadtklimatischen Einflüsse der Planungen auf der gesamtstädtischen Ebene überprüft werden. Eine Aussage über die mikroklimatische Entwicklung der Gebiete selbst kann damit nicht getroffen werden. Die vorliegenden Bremer Beispiele orientieren ihre siedlungsklimatischen Aussagen an den Ergebnissen, die im Rahmen des stadtklimatischen Gutachtens ermittelt und im Landschaftsprogramm und Flächennutzungsplan als Planungsziele festgehalten wurden (GEO-NET 2013).

Schutzgut	verwendete Datengrundlagen	Bremen	Hamburg	Berlin	Stuttgart
Fläche	Versiegelungsgrad				
Boden	Wasserrückhaltevermögen				
	Feldkapazität				
	Bodenversiegelung				
	Bodenbeschaffenheit				
	Altlasten				
Wasser	Hochwassergefahren u. Überschwemmungsgebiete				
	Niederschlagsentwicklung				
	Überschwemmungspotenzialkarten				
	Starkniederschlagsauswertung				
	Bohrlochkataster und -analysen				
	Versickerungspotenzial				
	Versickerungsbedarf				
	Verdunstungspotenzial				
	Aufnahmekapazität der Vorfluter				
	Wasserschutzgebiete & Heilquellenschutzgebiete				
	Hydrogeologie				
	Grundwasserflurabstand & Grundwassergleichen				
	Grundwassermonitoring				
	Grundwasserneubildungsraten (im Gebiet)				
Klima	KlimaAtlas / stadtklimatische Gutachten				
	Informationen zur Durchlüftung				
	Kaltluftentstehung				
	Thermalkarte				
	Überwärmung				
	Langj. Mittel der Lufttemperatur (räuml. Verteilung)				
	engmaschiges meteorologisches Monitoring				
Luft	Luftqualität / -belastung				
biologische Vielfalt	Schutzgebiete				
	Wertvolle Flächen für Flora und Fauna				
	Biotopkartierungen				
	Baumkataster				
menschliche Gesundheit	Bevölkerungsstruktur und Altersstruktur				
	Erholungswerte				
Kultur und Sachgüter	Denkmalpflegekataster				

Wechselwirkungen beziehen sich in den Beispielen nicht auf den Klimawandel.

**Tabelle 23: Übersicht über die für die Auswertung der Auswirkungen des Klimawandels genutzten Daten in den analysierten Umweltberichten (eigene Darstellung)**

Um vorsorgenden Hochwasserschutz zu betreiben und Schäden durch Starkregenniederschläge zu vermeiden, wurde in Hamburg der „*wasserwirtschaftliche Begleitplan*“ (WBP) entwickelt (siehe Abschnitt 6.2.3.). Für die Entwicklung eines Niederschlagsbewirtschaftungskonzepts werden nicht nur in Hamburg, sondern auch in Bremen und Berlin Daten zum Grundwasserstand sowie zu Versickerungs- und Verdunstungspotenzialen genutzt. In den Stuttgarter Umweltberichten spielt dies jedoch eine untergeordnete Rolle.

Biotopkartierungen und der Zustand der Artenvielfalt sind allein aufgrund der EU-rechtlichen Vorgaben allgemein vorgeschrieben und werden in allen Umweltberichten erläutert. Dokumente, die für die Erfassung von Kultur- und Sachgütern relevant sind, werden in den untersuchten Bebauungsplänen nicht erwähnt, da in den Gebieten keine besonderen Kultur- und Sachgüter vorhanden waren. Die Bevölkerungs- und Altersstruktur spielen auf überwiegend auf der Ebene des Flächennutzungsplans eine Rolle. Sie sind selten Gegenstand der Umweltprüfung auf der Ebene des Bebauungsplans.

#### **6.5.4 Beschreibung der Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung (Nullvariante)**

Die Beschreibung der Entwicklung des Umweltzustandes bei Nichtdurchführung der Planung (Nullvariante) bezieht sich, sofern sie in den Bebauungsplänen erfolgt, auf die Weiterentwicklung der aktuellen naturräumlichen Funktion des Gebiets. Dabei werden Veränderungen der Wertigkeit für Natur, Landschaft, Artenvielfalt oder das Siedlungsklima beschrieben. Veränderungen, die sich durch den Klimawandel ergeben, werden aktuell nicht in die Beschreibung mit einbezogen. Die Beschreibung der Nullvariante spielt in allen Beispielen eine untergeordnete Rolle.

Auf der Ebene des Flächennutzungsplans halten die Befragten die Verwendung von Zukunfts-Szenarien für relevant. Auf der Ebene des Bebauungsplans sehen die Praktiker jedoch keinen Mehrwert (H2, H3, Ber6). Dort wird die Nullvariante allein dafür genutzt, die Entwicklung der Wertigkeit von nicht genutzten Flächen zu beschreiben oder darauf hinzuweisen, dass bestehende Funktionen und Nutzungen weiterhin bestehen würden. Nur wenige der untersuchten Umweltberichte beziehen sich im weiteren Betrachtungsfeld direkt auf die Auswirkungen des Klimawandels. Beispielsweise wird im Grünordnungsplan zum Bebauungsplan für die „*Gartenstadt Werdersee*“ auf Trends hingewiesen, wie die „*Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen*“, die „*Zunahme von Hitzeperioden*“ und die damit verbundene „*Gesundheitsgefährdung sensibler Bevölkerungsgruppen und Belastung für Pflanzen und Tieren*“. Damit wird für die Regenwasserbewirtschaftung vor Ort begründet, welche den natürlichen Wasserhaushalt des Gebiets so gut wie möglich erhält (SUBV 2016c: 16, SUBV 2016d: 35 f).

Der Bezug zu den Folgen des Klimawandels fehlt in den Umweltberichten, obwohl sie in den Planungsgrundlagen (z.B. Gutachten und Strategien) vorkommen. In den Umweltberichten werden lediglich die daraus resultierenden Handlungsbedarfe thematisiert. Begründet wird dies damit, dass sich die Bemessung der Auswirkungen durch die Zunahme der Häufigkeit extremer Wetterereignisse an den Werten einzelner Extremereignisse orientieren sollte (H2, S2, Bre2). Die Zunahme der Häufigkeit würde die Dringlichkeit erhöhen, diese Extreme in der Planung zu beachten.<sup>37</sup> Die befragten Experten stellen die Sinnhaftigkeit der Verwendung von Klimawandelszenarien in der Nullvariante in Frage und zweifeln deren Nutzen für die Qualität der Planung an. In Stuttgart waren die Experten der Meinung, dass die Entwicklung des Klimas hin zu häufigeren Extremereignissen vergleichbare Maßnahmen erfordere, wie sie in Stuttgart seit Jahrzehnten mit dem Ziel einer gesunden Durchlüftung und Frischluftzufuhr

---

<sup>37</sup> siehe auch DWA-M 119, (2016c) und Entwurf der DWA-A 102 (2016b).

umgesetzt werden (S2). Demzufolge wäre in der Bebauungsplanung eine weitere Auseinandersetzung mit möglichen Szenarien unverhältnismäßig aufwändig. Die bioklimatische Belastung und der thermische Komfort werden in Stuttgart anhand der Werte besonders heißer Tage (z.B. aus dem Sommer 2007) in ENVIMET berechnet. Niederschlagswerte des Starkregenereignisses im Jahr 2010 werden zur Ermittlung von Überflutungsrisiken verwendet. Die durch den Klimawandel ausgelösten Veränderungen werden lediglich als eine Zuspitzung angesehen, die an den Lösungsmöglichkeiten nichts ändern würden. Dadurch sei auch keine Überlegung notwendig, wie der Klimawandel in die Nullvariante einbezogen werden könnte (S2, S1).

Die Folgen des Klimawandels in der Nullvariante einzubeziehen, scheint aufgrund der vagen, wenig greifbaren Projektionen für den Großteil der Befragten schwierig zu sein, da sich aus den getroffenen Aussagen ihrer Meinung nach keine verbindlichen Konsequenzen ergeben würden. Projektionen für die Zukunft sollten sich nicht nur auf die Entwicklung des Klimawandels beziehen, sondern immer die Wechselwirkungen mit den städtebaulichen Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Schutzgüter einbeziehen (H2).

### 6.5.5 Umweltziele

Die in den Umweltberichten formulierten Ziele ergeben sich zum einen aus den Umweltbedingungen vor Ort, die in der räumlichen Analyse, den Gutachten und der Beschreibung des Umweltzustandes des vorliegenden Gebietes erläutert werden, und zum anderen aus den vorgegebenen übergeordneten Umweltzielen der Gesetze, Normen, Landschaftspläne, -programme, Strategien, Leitfäden, Master- und Rahmenpläne. Im Folgenden wird beschrieben, welchen Einfluss übergeordnete Vorgaben auf die getroffenen Umweltziele zur Klimaanpassung in den untersuchten Bebauungsplänen haben.



















Die Umweltziele in den Umweltberichten basieren auf technischen Normen, landesrechtlichen Vorgaben oder kommunalen gesamtstädtischen Instrumenten. Dabei haben diese unterschiedlichen Stellenwerte, die sich in folgenden Punkten unterscheiden (Stratmann et al. 2007: 118, Scholles 1997):



- **Grenzwerte:** In Gesetzen, Verordnungen oder Verwaltungsvorschriften werden verbindliche Standards vorgegeben. Diese können auch restriktiv wirken. Hierzu gehören in der Bauleitplanung Vorgaben aus dem Naturschutzrecht und dem Wasserrecht. Beide können entsprechende Schutzgebietsbestimmungen eine weitere Siedlungsentwicklung ausschließen. Außerdem kann das Vorkommen europarechtlich geschützter Arten die städtebauliche Entwicklung einer Fläche ausschließen. Zusätzlich schreibt die 16. BImSchV für Gebietstypen aus der BauNVO entsprechende Lärm-Grenzwerte vor.
- **Richtwerte:** Einzuhaltende Standards werden von einem autorisierten Gremium gesetzt. Dabei orientieren diese sich am aktuellen Stand der Technik, der in den technischen Regelwerken beschrieben wird (z.B. die VDI Richtlinien 3785 und 3787 zum Stadtklima oder die DWA-Arbeitsblätter und die DIN 1986-100 zur Regenwasserbewirtschaftung).
- **Politisch-programmatische Ziele:** Stadtentwicklungspläne und Strategien haben eine geringere rechtliche Verbindlichkeit. Im Rahmen der Stadtentwicklung geben sie Ziele der räumlichen Entwicklung vor und beschreiben Handlungsoptionen zur Klimaanpassung.
- **Fachplanerische Ziele:** Diese Ziele sind Ergebnisse raumbezogener umwelt- und naturschutzfachlicher Planungen (Landschaftsplanung, Wasserwirtschaftliche Planungen). Sofern sie auf einer übergeordneten Ebene entwickelt werden, muss sich die Bauleitplanung an ihnen orientieren.

Auf der Landesebene beruhen die Umweltziele zur Klimafolgenbetrachtung auf folgenden Instrumenten:

- Gesetze zum Umgang mit dem Klimawandel (Bremen und Berlin),
- landesspezifische Bestimmungen in den Umweltgesetzen (z.B. Wasser oder Naturschutz) oder in der Landesbauordnung (Gründachpflicht in BW und Bremen),
- politische Beschlüsse, wie die Koalitionsvereinbarung des Berliner Senats vom 6. Juni 2017 zur abflusslosen Gestaltung neuer Siedlungsgebiete.

Alle vier Städte haben ihre Ziele in Landschaftsprogrammen (Berlin und Bremen), Strategien (RISA, Stadtklimagutachten, Klimaplan in Hamburg), Entwicklungsprogrammen (StEP Klima, StEP Klima KONKRET in Berlin) und Rahmenplänen (Rahmenplan Halbhöhenlagen und Talgrund West, Klimaatlas in Stuttgart) verankert. In Bremen hat der Flächennutzungsplan diese Ziele aufgenommen und gibt ihnen einen verwaltungsinternen Orientierungsrahmen.

	Bremen	Hamburg	Berlin	Stuttgart
Flächennutzungsplan				
Landschaftsprogramm				
Planungshinweiskarten				
Stadtentwicklungspläne Rahmenpläne, Strategien				
Kooperations- und Forschungsprojekte				
Eingriffsregelung				

 temperatursensible Stadtentwicklung  
 wassersensible Stadtentwicklung

**Tabelle 24: Instrumente der Stadtentwicklung, die Umweltziele zur Klimafolgenbetrachtung in der verbindlichen Bauleitplanung vorgeben (eigene Erhebung)**

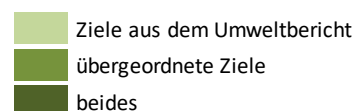
Gemeindegebietsbezogene, siedlungsklimatische Ziele finden sich in den Planungshinweiskarten (siehe Kapitel 4) und den dazu gehörigen Gutachten. Teilweise sind sie in der Bestandsaufnahme und den Festlegungen der Landschaftsprogramme (Bremen), Rahmenpläne (Stuttgart), Stadtentwicklungspläne (Berlin) integriert oder liegen als eigenständige Gutachten (Hamburg, Berlin, Stuttgart) vor.

Mit dem „*Berliner Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen*“ wurden Umweltziele entwickelt, die schutzgutbezogen den vorhandenen Umweltzustand mit den Auswirkungen des Eingriffs vergleichen lassen (SenUVK 2017). Klimaanpassungsrelevant sind hier vor allem Ziele der „*Naturnähe des natürlichen Wasserhaushalts*“ und „*Durchlüftungs- und Verschattungspotenziale*“ im Gebiet (SenUVK 2017: 48).

Tabelle 25 gibt einen Überblick über die in den Bebauungsplänen genannten klimawandelrelevanten Umweltziele. Die Ziele der wassersensiblen Stadtentwicklung haben in allen acht Beispielen einen hohen Stellenwert. Dies liegt zum einen daran, dass sich das Bewusstsein für die Schadenspotenziale durch Starkniederschläge erhöht hat. Zum anderen ist eine Versickerung des Niederschlagswassers in den Gebieten aufgrund des Grundwasserstands, der Bodenbeschaffenheit und vereinzelt

Altlastenvorkommen eingeschränkt. Diese finden sich neben den Informationen zur Abschätzung der Betroffenheit in den Flächennutzungs-, Landschaftsplänen oder Landschaftsprogrammen, in Strategien und (Management-)Plänen zum Stadtklima, Hochwasserrisikomanagement, Luftreinhaltung oder zur Entwicklung der Biodiversität wieder.

	Bremen		Hamburg		Berlin		Stuttgart	
	Gartenstadt Werdersee	Neuer Ellener Hof	Schnelsen 86	Neue Mitte Altona	Buckower Felder	Schumacher Quartier	Pallotti Areal	Neckarpark
<b>Resiliente Stadtentwicklung</b>								
Einbeziehung von Hochwasserrisiken in die Planung								
Überflutungsvorsorge und Hochwasserschutz								
Mehrfachnutzung von Freiflächen								
Erhöhung/Erhalt des Grünanteils								
<b>Wassersensible Stadtentwicklung</b>								
Erhalt des natürlichen Gebietswasserhaushalts								
wassersensible Stadtentwicklung								
Entwicklung eines abflusslosen Gebietes								
Begrenzung des Einleitungsvolumens in den Vorfluter								
Vorbehalt zentraler Flächen für Regenwasserrückhalt								
Einbeziehung von Dach- und Fassadenbegrünung								
Verdunstung ermöglichen								
Versickerung ermöglichen								
Versiegelung vermeiden (Eingriffsregelung)								
<b>Temperatursensible Stadtentwicklung</b>								
Erhalt/Entwicklung siedlungsklimatischer Funktionen der Grün- und Freiflächen								
Erhalt der Kaltluftentstehung								
Erhalt des Luftaustauschs								
Sicherung des mikroklimatischen Komforts								
Erhalt und Pflanzung von Bäumen								
Verdunstung ermöglichen								
<b>Biodiverse Stadtentwicklung</b>								
Biotopvernetzung aufgrund übergeordneter Grünverbindungen erhalten								
Auswahl gebietstypischer und klimaresistenter Pflanzen								



**Tabelle 25: Ziele der klimagerechten Stadtentwicklung, die in den Umweltberichten oder in übergeordneten Dokumenten genannt wurden (eigene Erhebung)**

Die Zielsetzungen in den analysierten Umweltberichten gehen über die in den übergeordneten Instrumenten vorgegebenen Umweltziele hinaus. Dabei ist offensichtlich, dass sie auf bereits heute auftretende und absehbare Betroffenheiten eingehen und diese bearbeiten. Die Experten weisen darauf hin, dass die vereinbarten Ziele zur Klimaanpassung bewusst nicht quantifiziert werden, um die bis dahin

noch unsichere Datenlage einbeziehen zu können (Ber3, H2). Dies hat zur Folge, dass vergleichbare Kenn- und Richtwerte für die Niederschlagsbewirtschaftung auf Grundlage der DWA-Vorgaben erstellt werden können. Für die Stadtklimatologie existieren bisher jedoch noch keine vergleichbaren Orientierungswerte. Zusätzlich werden diese groben Ziele damit begründet, dass diese fachplanerischen Zielvorgaben im Anschluss der Abwägung im Rahmen der Bauleitplanung unterliegen würden. Dadurch würden sie abgeschwächt, was eine genaue Quantifizierung im Vorfeld obsolet machen würde (Ber2). Die Einschätzung der Lage finde mehr auf der Grundlage der fachlichen Qualifikation der beurteilenden Personen statt. Sie orientiere sich weniger an konkreten Ziel- und Richtwerten (S2, S3).

Beispielsweise ist erkennbar, dass Ziele der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in allen vier Städten in den Bebauungsplänen verfolgt werden. Dies liegt nicht nur an den Zielen aus den vorliegenden Normen, Plänen und Strategien, sondern auch an den Umweltbedingungen vor Ort. So hat die Untersuchung des Gebietswasserhaushalts, der Grundwasserverhältnisse und der Wasserschutzgebiete in den Praxisbeispielen zum Ergebnis, dass eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung bevorzugt wurde. Teilweise wurden diese sogar als abflusslose Gebiete entwickelt, da eine Einleitung aufgrund mangelnder Kapazitäten in die Vorfluter nicht oder nur eingeschränkt möglich gewesen wäre. Hinzu kommt, dass in fast allen Gebieten eine Versickerung des Niederschlagswassers nur bedingt möglich ist, da entweder der Verdacht auf Altlasten, die mangelnde Versickerungsfähigkeit des Bodens, oder der hohe Grundwasserstand den Rückhalt des Niederschlagswassers vor Ort erforderlich machen. Befand sich das Gebiet im Hochwassergefahrenbereich, hat dies zu Hinweisen auf notwendige Vorsorgemaßnahmen an den Gebäuden geführt (z.B. Vorgabe für die Höhe der „*Oberkante des ersten Vollgeschosses*“ im Bebauungsplan „*Gartenstadt Werdersee*“ (SUBV 2016c)). Im Fall des Stuttgarter *Neckarparks* wird auch die besondere Rolle übergeordneter Daten, Planungsgrundlagen und fachplanerischer Ziele deutlich. Hier haben die Aussagen der Hochwassergefahrenkarten dazu geführt, dass im Bebauungsplan festgesetzt wurde, dass an den Gebäuden Schutzvorkehrungen vorzunehmen sind und Fluchtwege eingeplant werden müssen (Landeshauptstadt Stuttgart 2016b: 34). Die Lage des Gebiets in der Kernzone des Heilquellenschutzgebiets macht eine Regenwasserbewirtschaftung erforderlich, die sich auf Rückhalt und Verdunstung des Regenwassers konzentriert.

Stadtklimatische Ziele leiten sich aus gesamtstädtischen Gutachten und Zielen der Landschaftsplanung ab, welche vor Ort umgesetzt werden sollen. Gerade in Stuttgart geben der städtebauliche „*Rahmenplan Halbhöhenlage*“ und der 2018 aufgestellte „*Rahmenplan Talgrund West*“ klare Ziele vor, wie Bebauungspläne in den dort festgelegten Zonen zu gestalten sind (Landeshauptstadt Stuttgart 2007 und 2018). Dies betrifft vor allem die Gewährleistung der Durchlüftung und Durchgrünung. Für den „*Rahmenplan Halbhöhenlagen*“ wurden drei verschiedene Qualitätsbereiche definiert, die anzeigen, ob und in welcher Weise gebaut werden darf. Grundlegendes Ziel der städtebaulichen Entwicklung in diesen Bereichen ist das Aufrechterhalten der Durchlüftung des durch die Stuttgarter Kessellage belasteten Stadtgebiets. Die Beispiele zeigen, dass mikroklimatische Themen auf der Ebene des Bebauungsplans angesprochen werden und mit anderen Zielen der Freiraumentwicklung verknüpft werden. Diese werden auch als multifunktionale Ziele bezeichnet (Ber6, H2, Bre1). In Bremen und Stuttgart wird die multifunktionale Bedeutung der Grünstrukturen im Stadtgebiet durch eine Grünschräffur im FNP und besondere Hinweise im Landschaftsprogramm (2015) hervorgehoben. Hieraus entsteht die Anforderung, sich intensiver mit der Grünstruktur auseinanderzusetzen und einen Grünordnungsplan für den Bebauungsplan aufzustellen, der ein besonderes Augenmerk auf den Umgang mit Hitze und Starkniederschlägen legt (siehe Bremen und Stuttgart). Durch eine „*Grünschräffur*“ wurden im Bremer FNP und im LaPro Gebiete mit einem besonderen grünordnerischen Bedarf gekennzeichnet (SUBV 2014a). In diesen Gebieten muss bei der Erstellung eines Bebauungsplans ein

besonderes Augenmerk auf eine gute Durchgrünung des Gebiets gelegt und durch die Aufstellung eines Grünordnungsplans gesichert werden.

*„Die Grünordnungsplanung in Bremen soll der freiraumplanerische und naturschutzfachliche Beitrag für eine integrierte Stadtentwicklung sein. Schwerpunkte der Sicherung und gestalterischen Entwicklung sind: (...) - die für das Stadtklima und den Umgang mit Niederschlagswasser wichtigen Räume und Flächenfunktionen (bioklimatische Ausgleichsräume, Kaltluftschneisen, Versickerungs- und Verdunstungsräume für Niederschlagswasser, inkl. der Anpassung an den Klimawandel) (...)“ (SUBV2017: 3)*

Damit wurden für die Folgen des Klimawandels besonders bedeutsame Flächen räumlich eingegrenzt und der Bedarf eines besonderen Umgangs mit diesen Flächen festgelegt.

### 6.5.6 Entwicklung, Vergleich und Bewertung von Alternativen

Alternativen auf der Ebene des Bebauungsplans werden oft auf der Grundlage städtebaulicher Wettbewerbe oder als technische Lösungen im Rahmen der Infrastrukturplanung (z.B. Regenwasserbewirtschaftung), entwickelt (z.B. Sieker/Neidhart 2017 und 2018). Die Alternativenprüfung als eine grundlegende Methode der städtebaulichen Planung (Spannowsky 2006) wurde in den analysierten Umweltberichten und Begründungen selten erwähnt, obwohl sie Teil der Planungsprozesse war. Dies zeigte sich darin, dass städtebauliche Wettbewerbe und frühzeitige Beteiligungsverfahren durchgeführt und Planungen mehrfach an die städtebaulichen Bedürfnisse und Erkenntnisse aus technischen Gutachten angepasst wurden. Dabei wurden je nach Möglichkeiten und Größe unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt, die sich entweder auf den städtebaulichen Entwurf oder technische Lösungen bezogen. Wie technische Alternativen der Regenwasserbewirtschaftung miteinander verglichen werden können und welchen Einfluss diese auf den städtebaulichen Entwurf haben zeigen die Beispiele „*Neuer Ellener Hof*“ und „*Buckower Felder*“.

	Bremen	Hamburg	Berlin	Stuttgart
	Gartenstadt Werdersee	Neuer Ellener Hof	Schnelsen 86	Neue Mitte Altona
			Buckower Felder	Schumacher Quartier
				Pallotti Areal
				Neckarpark
Alternativenprüfung				
Städtebaulicher Wettbewerb				
Technische Alternativen (Regenwasserbewirtschaftung und Stadtklima)				

**Tabelle 26: Genutzte Schwerpunkte der Alternativenprüfung (eigene Erhebung)**

#### Wettbewerbsalternativen

Grundlage für die Bewertung und die Auswahl dieser Alternativen sind Planungsziele, die auf übergeordneten Planungen, Wettbewerbszielen und Schwerpunkten, die die Mitglieder der Fachjury bei der Beurteilung der Alternativen setzen, basieren (H1, H2, Ber4).

Klimaanpassungsziele können dabei in die zu Grunde liegenden Umweltziele miteinbezogen werden. In den Wettbewerbsunterlagen für die Gebiete „*Neuen Mitte Altona*“ und „*Schumacher Quartier*“ haben



Ziele der Regenwasserbewirtschaftung und der Stadtklimatologie eine entscheidende Rolle gespielt (z.B. SenSW 2016a und 2016b, BSU 2010).

Der StEP Klima KONKRET erwähnt städtebauliche Wettbewerbe als ein Mittel, durch das schon sehr frühzeitig Ziele einer klimaangepassten Entwicklung in die Planung eingebracht werden können (SenUVK 2016: 84). Diese machen es möglich, die dafür notwendigen Räume an den richtigen Stellen bereitzuhalten. Der städtebauliche Wettbewerb im „*Schumacher Quartier*“ ist dafür ein gutes Beispiel: Die in der Wettbewerbsausschreibung aufgeführten Ziele beziehen sich explizit auf Ziele der Stadtklimatologie und Ziele der Regenwasserbewirtschaftung. Dadurch wurde gewährleistet, dass im ausgewählten Entwurf ausreichend Flächen zur Durchlüftung und Regenwasserbewirtschaftung zur Verfügung stehen.

Die Bewertung der Wettbewerbsbeiträge erfolgt im Rahmen eines Gutachterverfahrens. Nach Aussagen der Experten (H2, S2, Ber1, Ber2) ist es wichtig, die Gutachter so auszuwählen, dass sie über ein Fachwissen zur Stadtklimatologie und wassersensiblen Stadtentwicklung verfügen. Die Intention ist dabei die, dass die Experten in der Lage sein sollten, die Multifunktionalität der Freiraumstruktur des Entwurfs bestmöglich beurteilen zu können (z.B. Durchlüftung, Regenwasserbewirtschaftung, Erholung und Freizeit) (H2). Die Bewertungskriterien für die Entwürfe waren dabei in der Regel (Ber1, Ber2, H2):

- die Breite und Richtung der Frischluftschneisen,
- die Verwendung von Dachbegrünung,
- die Größe und Funktion öffentlicher Parkanlagen,
- der Anteil von Schulhofflächen oder
- der Regenwasserrückhalt und die Anlage von Versickerungsflächen.

Die Qualität eines Entwurfs zeichnet sich demnach auch darüber aus, wie trotz Flächenknappheit für alle notwendigen Funktionen eine bestmögliche Anordnung entsteht (H2). Die Entscheidung findet in einem gemeinsamen Abstimmungsprozess statt, der von den Fachbehörden begleitet wird (H2).

### Berichte aus der Praxis

#### Schumacher Quartier, Berlin

Im **Schumacher Quartier** treffen die für den Wettbewerb zugrundeliegenden Voruntersuchungen Aussagen zu den siedlungsklimatischen Auswirkungen einer städtebaulichen Entwicklung und deren Auswirkung auf die umgebenden Siedlungsgebiete. In den Wettbewerbsunterlagen werden Informationen zur siedlungsklimatischen Funktion zur Verfügung gestellt und Ziele zur Durchlüftung und Durchgrünung des Gebiets vorgegeben. Die Beurteilungskriterien in der Wettbewerbsphase schließen „*ökologische und klimarelevante Qualitäten*“ sowie „*Flexibilität und Realisierbarkeit*“ des städtebaulichen Entwurfs als Beurteilungskriterien ein (SenSW 2016a). Dabei soll die klimatische Ausgleichsfunktion des Flugfeldes als Kaltluftentstehungsgebiet erhalten bleiben (SenSW 2016a: 35, 64, 65). Darüber hinaus wurde im Wettbewerb auf den Einfluss des Entwurfs auf das Bioklima und die Durchgrünung (Vernetzung von Freiflächen, Öffnung der Gebäude zu kühlen Flächen, Fassaden, Dachbegrünung) geachtet (SenSW 2016a: 63). Rahmengebend waren zwei vorgegebene Grünzüge als Frischluftschneisen und ausreichend Versickerungsflächen und Dachbegrünung.

Ergänzend hierzu waren die städtebaulichen Strukturen so zu gestalten, dass eine Regenwasserbewirtschaftung und Rückhalt auf Dächern und in der Fläche möglich ist (SenSW 2016a:

63f). Im Wettbewerb 15 Entwürfe eingereicht und in der Vorprüfung auf ihre Eignung geprüft. Dabei wurde in den Entwürfen die nutzungsbezogene BGF, GRZ, GFZ und die Größe öffentlicher Grünflächen miteinander verglichen. Wichtige Kriterien bei der Auswahl der Preisträger waren unter anderem die Tragfähigkeit und Robustheit des städtebaulichen Entwurfs und seiner Freiraumstruktur (SenSW 2016a).

### **Neue Mitte Altona, Hamburg**

In der **Neuen Mitte Altona** bezogen sich die Beurteilungskriterien für den städtebaulichen und landschaftsplanerischen Wettbewerb auf eine zusammenhängende Grünfläche von 8 – 10 ha, den Wasserhaushalt und die Entwässerung des Gebiets (BSU 2010: 27 ff.). In den Wettbewerbsunterlagen werden Vorgaben zur Regenwasserbewirtschaftung gemacht. Das Entwässerungskonzept hat sich an der maximalen Einleitkapazität in den Vorfluter von 300l/s (= 10l/s\*ha) zu orientieren. Da der Abfluss von den öffentlichen Flächen eine höhere Verschmutzung aufweisen würde, ist eine Trennung der Niederschlagsentwässerung privater und öffentlicher Flächen vorgesehen. Darüber hinaus wurde das absolute Volumen des rückzuhaltenden Regenwassers für einzelne Teilflächen und die Gesamtfläche angegeben. Basierend auf den Ergebnissen des RISA-Projektes wurden Vorschläge gemacht, in welcher Form Niederschlagswasser in der Fläche zurückgehalten werden kann (BSU 2010: 28ff, siehe Kapitel 6.2.2.). Aufgrund des Klimawandels soll der Regenwasserrückhalt über Mulden/Rigolen-Versickerung, die Vermeidung von Versiegelung, den Einstau von Wasser auf privaten Stellplätzen, Dachbegrünung, der Ableitung von Regenwasser und Regenwassernutzung als Brauchwasser in den Gebäuden erfolgen (BSU 2010: 27 ff.).

Für den städtebaulichen Wettbewerb wurden zehn Planungsbüros zur Teilnahme eingeladen. Ihre Zwischenergebnisse wurden in Workshops mit der interessierten Öffentlichkeit diskutiert. Das Preisgericht hat am Ende drei Preisträger ausgewählt. Ausschlaggebend für den städtebaulichen Entwurf waren neben dem Lärmschutz auch die zusammenhängende Grünfläche (FHH 2014: 15). Sachverständige im Preisgericht waren auch Vertreter des RISA Projektes und Hamburg Wasser.

### **Siedlungsklimatische Bewertung von Wettbewerbsbeiträgen, Stuttgart**

In **Stuttgart** werden die Auswirkungen städtebaulicher Entwürfe und auch von Wettbewerbsbeiträgen durch eine mikroklimatische Simulation in ENVI-met bewertet (S2). Die bereits vorhandenen Entwürfe werden auf ihre mikroklimatische Tauglichkeit überprüft. Da hier schon im Voraus stadtklimatische Ziele vorgegeben sind, kann dies als eine weitere Kontrolle gesehen werden.

### **Alternativen technischer Lösungen**

Alternativen sind auch bei der Entwicklung technischer Lösungen zu Fragestellungen der Regenwasserbewirtschaftung und siedlungsklimatischen Situation sinnvoll. Da dadurch verschiedene Möglichkeiten miteinander verglichen werden können. Das erleichtert die Abwägung.

Werden die entwickelten Alternativen transparent im Beteiligungsprozess kommuniziert, können diese Alternativen offen zu diskutiert werden und für alle die bestmögliche Lösung gefunden werden. Zusätzlich erleichtern vorhandene Alternativen technischer Lösungen die Anpassung an unvorhergesehene Veränderungen der Rahmenbedingungen. Dies ist geschehen im Planungsverfahren der *Buckower Felder* (siehe Praxisbeispiel Abbildung 40).

In Fachgutachten und Konzepten können unterschiedliche (technische) Alternativen entwickelt und beschrieben werden. Diese beziehen sich in der Regel auf Lösungen, welche die Umsetzung des städtebaulichen Entwurfs ermöglichen sollen. die Gutachten bereiten dabei eine grundsätzliche

Planungsentscheidung vor. Beispielsweise werden Möglichkeiten für eine Regenwasserbewirtschaftung vor Ort ermittelt, die in städtebaulichen Entwurf integriert werden kann.

Die Gutachten werden meist in einem iterativen Verhandlungsprozess immer wieder herangezogen und bis zum Satzungsbeschluss an den aktuellen Stand angepasst. Die Beispiele haben gezeigt, dass dadurch ein gemeinsamer Planungsprozess entsteht, in dem die Stadtplaner, die Erschließungsplaner, die Grünplaner, die Hydrologen und die Stadtklimatologen im ständigen Austausch über die städtebauliche Entwicklung der Flächen sind. Ziel ist es, die bestmögliche Variante für die Umsetzung auf der Grundlage eines Bebauungsplans zu finden.

### Berichte aus der Praxis

#### Stadtklimatische Gutachten, Hamburg, Berlin, Stuttgart

In den stadtklimatischen Gutachten der **Neuen Mitte Altona** und dem **Schumacher Quartier** wurden zwei verschiedene Varianten untersucht, die sich auf die Realisierungsstufen der beiden Bebauungspläne beziehen und diese mit dem aktuellen Zustand verglichen (GEO-NET 2012b). Dabei konzentrierten sich die Gutachten auf die Geltungsbereiche der Bebauungspläne. Dabei wird die Differenz der Lufttemperaturen in 2m Höhe, die Veränderung der Strömungsgeschwindigkeiten, des Kaltluftvolumens und der bioklimatischen Situation (PMV-Werte) zwischen dem Ursprungszustand und dem geplanten Zustand berechnet. Da sich die Varianten lediglich durch die Umsetzung zweier Bauabschnitte unterscheiden, kann dabei nicht von einem effektiven Variantenvergleich gesprochen werden, der es ermöglicht den unter Klimagesichtspunkten optimalen Entwurf zu finden.

Die Abteilung für **Stadtklimatologie in Stuttgart** geht hier in ihrer Beratung der Bauleitplanung weiter. Hier wird die Wirkung städtebaulicher Entwürfe durch eine humanbiometeorologische Simulation in ENVI-met bewertet (S2). Eine weitere Grundlage ist das Projekt KLippS, in dem Flächen auf denen eine städtebauliche Entwicklung stattfinden soll in ENVI-met auf ihre bioklimatische Eignung überprüft wurden (Mayer et al. 2015).

#### Gutachten zur Regenwasserbewirtschaftung, Bremen, Berlin

Im Gutachten zur Regenwasserbewirtschaftung des Bebauungsplans **Neuer Ellener Hof** in Bremen wurden drei Alternativen miteinander verglichen. Dazu gehörte die Versickerung vor Ort, die direkte Einleitung in ein Gewässer und die Einleitung in die Kanalisation. Da das Konzept der Versickerung vor Ort mit dem geringsten technischen Aufwand realisierbar war, wurde dieses weiterverfolgt und Raum für Versickerungsmulden im Bebauungsplan vorgesehen (BWS GmbH 2017: 7 f.).

Die Umsetzungsvariante der Regenwasserbewirtschaftung im Gebiet **Buckower Felder** wurde aufgrund der Anmerkungen im Beteiligungsprozess angepasst. Dies war möglich, da bereits im ersten Gutachten zwei verschiedene Varianten des Regenwasserrückhalts vorlagen. Die erste Variante ging davon aus, das anfallende Regenwasser kaskadenartig in einem Mulden-Rigolen-System zu verdunsten oder zu versickern und dann in mehreren „*Constructed Wetlands*“ zu sammeln. Die zweite Variante sollte dieses Wasser auf einer größeren multifunktional genutzten Fläche verteilen, die zeitweise eingestaut werden würde (Sieker/Neidhart 2017 und 2018). Im ersten Entwurf des Bebauungsplans wurde die erste Variante eingearbeitet und eine „*Anlage zur Regenwasserbewirtschaftung*“ festgesetzt (SenSW 2017c). Der trockene Sommer im Jahr 2018 hat hier bei den Beteiligten zu einem Bewusstseinswandel geführt. Bis dahin haben langanhaltende Trockenperioden in den Planungen eine untergeordnete Rolle gespielt. Die Erfahrungen aus dem Sommer 2018 führten dazu, dass im Rahmen der öffentlichen Auslegung und

TÖB-Beteiligung Bedenken zur dauerhaften Nutzbarkeit der bevorzugten Variante einer semizentralen Lösung (*urban wetlands*) geäußert wurde. Es wurde befürchtet, dass gerade die erste Variante mit zunehmender Hitzebelastung im Sommer verstärkt zu Geruchsbelästigungen führen würde, und nicht garantiert werden kann, dass die dort vorgesehenen Biotope eine trockene Periode überstehen können. Infolgedessen haben sich die Entscheidungsträger für die zweite Variante entschieden (SenSW 2018: 15ff: Stellungnahme des Bezirksamts Neukölln für Natur und Umwelt und der Berliner Wasserbetriebe).

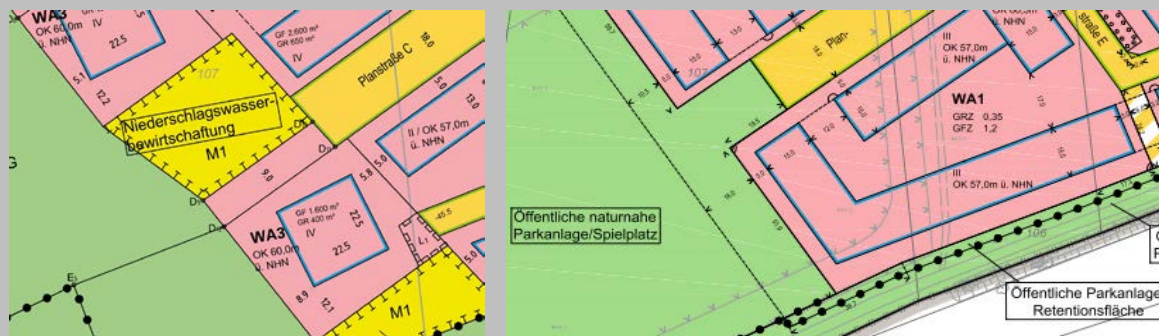


Abbildung 40: Beispiel Buckower Felder (B-Plan Entwurf vor dem Beteiligungsverfahren Stand Juli 2017 (links) und nach dem Beteiligungsverfahren Stand Januar 2019 (rechts) M: 1:2.000, SenSW 2017c, 2019)

### 6.5.7 Festsetzen von Maßnahmen zur Minderung der Auswirkungen des Klimawandels und der geplanten städtebaulichen Entwicklung

Die Entwicklung von Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen für den städtebaulichen Entwurf hat für die Befragten eine größere Bedeutung als die Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels und der Planung auf das Lokalklima. Den Klimawandel als Argumentationsgrundlage für spezifische Klimaanpassungsmaßnahmen zu verwenden, wird in manchen Fällen sogar vermieden. Vielmehr wird dafür stärker auf die Bewältigung möglicher Wetterextreme eingegangen. Um diesen zu begegnen, seien sogenannte Win-Win-Lösungen bzw. No- oder Low-Regret-Maßnahmen wichtig und ausreichend. In überwiegend allen Bebauungsplänen sind für eine resiliente, wasser- und temperatursensible Stadtentwicklung der Schutz von Freiräumen zur Sicherung von Frischluftbahnen, Dach- und Fassadenbegrünung, Versickerungs- und Verdunstungsflächen und schattenspendende Straßenbäume vorgesehen.

#### Resiliente Stadtentwicklung

Festsetzungen zur Überflutungsvorsorge orientieren sich an der Risikolage des Gebiets. Aufschüttungen und Straßennivellierungen können die Fließrichtung des Niederschlagswassers lenken. Im „Neckarpark“ sind die Geländemodellierungen im Bebauungsplan gekennzeichnet. Da einige Bereiche des Neckarparks bei einem Deichversagen von einem 100jährigen Hochwasser betroffen sein könnten, sind in diesen „Fluchtwege“ zu sichern und „Tiefgaragen, Keller- und Erdgeschosszonen (...) entsprechend zu schützen“ (Landeshauptstadt Stuttgart 2016b: 34). Anders verhält sich dies in Bremen. Im Fall eines  $HQ_{\text{extrem}}$  würde das Gebiet der „Gartenstadt Werdersee“ gefährdet sein. Dies spielt in den Festsetzungen keine Rolle. Trotzdem werden Vorkehrungen für eine Überflutung durch Starkniederschläge getroffen, indem eine Mindesthöhe der Erdgeschossoberkante vorgeschrieben wird.

### **Wassersensible Stadtentwicklung**

Die Versickerung und der Regenwasserrückhalt in der Fläche sowie die Ableitung über Mulden-Rigolen-Systeme soll durch die Begrenzung der Versiegelung auf Zufahrten, Stellplätze oder privaten Flächen über einen Mindestanteil an Grünflächen unterstützt werden.

Teilweise werden Maßnahmen vorgesehen, die einen Regenwasserabfluss aus dem Gebiet überflüssig machen (*Neuer Ellener Hof, Schumacher Quartier*) oder eine Versickerung des Niederschlagswassers aufgrund des hohen Schutzstatus des Grundwassers verhindern (*Neckarpark*). Dafür wird der Regenwasserabfluss über Zisternen und über Dachbegrünung, die auf Gebäuden und Tiefgaragen in unterschiedlichem Ausmaß vorgesehen ist, gedrosselt. Gründächer werden in fast allen untersuchten Fällen mit ihrer Retentionsfunktion für Niederschlagswasser und vereinzelt mit ihrer siedlungsklimatischen Funktion begründet.

### **Temperatursensible Stadtentwicklung**

An das Schumacher Quartier, die Buckower Felder und die Gartenstadt Werdersee schließen sich Freiräume an, die aus siedlungsklimatischer Sicht der Frischluftproduktion und Durchlüftung dienen. Ziel der städtebaulichen Planung war es, diese Freiräume in den Entwürfen zu erhalten. Der Druck, Wohnraum zu entwickeln, hat im Fall der Buckower Felder jedoch dazu geführt, von der offenen Bauweise am Siedlungsrand abzuweichen. Diese wurden im Laufe des Planungsprozesses in geschlossene Siedlungsränder umgewandelt.

Die Anpflanzung und der Erhalt von *standortgerechten* Bäumen ist in allen Bebauungsplänen eine wichtige Minderungsmaßnahme. Die Festsetzung dieser Bäume erfolgt über folgende Möglichkeiten:

- eine genaue Verortung der Baumstandorte durch Pflanzbindung und Pflanzgebote,
- eine Mindestdichte auf einem Grundstück (je 250 – 300m<sup>2</sup> Grundfläche),
- eine Mindestdichte zwischen Stellplätzen (für 4 bzw. 6 Stellplätze ein großkroniger ortstypischer Baum).

In Bremen basiert diese Bestimmung auf §10 Abs. 4 Stellplatzortsgesetz. Die Anpassungsfähigkeit dieser Baumarten spielt dabei keine Rolle. Angaben zu einem Mindestanteil an Fassadenbegrünung zur Erhöhung des Verdunstungsanteils lassen sich in den Berliner Bebauungsplänen und im stuttgarter Bebauungsplan *Neckarpark* finden. Die Verwendung heller Baumaterialien zur Erhöhung der Albedo spielt nur in der *Neuen Mitte Altona* eine Rolle.

	Bremen		Hamburg		Berlin		Stuttgart	
	Gartenstadt Werdersee	Neuer Ellener Hof	Schnelsen 86	Neue Mitte Altona	Bukower Felder	Schumacher Quartier	Pallotti Areal	Neckarpark
<b>Resiliente Stadtentwicklung</b>								
Multifunktionale Grünflächen								
"Entwicklungsbereich für Natur und Landschaft" (inklusive Retentionsraum für Niederschlag, Feuchtbiotope)								
Solaranlagen auf begrünten Dächern								
Überflutungsvorsorge am Gebäude (Fluchtwege...)								
Mindesthöhe der Fußbodenoberkante des ersten Vollgeschosses								
Geländeneivellierung im Straßenverlauf zur Steuerung der Fließrichtung								
Grundwasserschonende Bauweise								
<b>Wassersensible Stadtentwicklung</b>								
Wasserrückhaltenden Strukturen								
(regenwasser-)abflussfreies Gebiet								
Sammeln des Niederschlagswassers in Zisternen auf dem privaten Grundstück								
Mulden(/Rigolen) zur Regenwasserretention								
Dachbegrünung mit Retentionsfunktion								
Extensive Dach- und Tiefgaragenbegrünung								
Grünflächen als Regenwassernotüberlauf								
Begrenzung der Versiegelung								
Wasserdurchlässige Böden / offenporige Beläge bei Zufahrten und Stellplätzen								
<b>Temperatursensible Stadtentwicklung</b>								
Freihalten von Kaltluftschneisen und Frischluftschneise								
Gebäudestellung und -Höhe								
Ränder von Grünflächen offen gestalten								
Grünflächen und Baumpflanzung zur Verbesserung des Mikroklimas (Verschattung und Verdunstung)								
Vegetationsstruktur mit vereinzelt Sträuchern und Bäumen								
Straßenbegleitendes Grün								
Baumpflanzungen an Stellplätzen								
Fassadenbegrünung								
Verdunstungsstarke Laubbaumarten verwenden								
Erhalt von Gehölzbeständen / Schaffung von Begleitgrün								
Verwendung heller Baumaterialien								
<b>Biodiverse Stadtentwicklung</b>								
Biotopvernetzung mit dem Landschaftsraum								
Anpflanzung standortgerechter, heimischer (Straßen-)Bäume und Pflanzen								
Ausgleichsmaßnahmen werden überwiegend vor Ort durchgeführt								
Hitze und trockenheitsresistente Pflanzen (Grünordnungsplan)								
Ersatz von Bäumen vor Ort								
Neupflanzung von Bäumen								
Nutzung anpassungsfähiger Baumarten								
Extensive Dachbegrünung								
Pflanzgebot mit Mindestanteil an Grünflächen								
Biotopflächenausgleich außerhalb des Gebiets								

**Tabelle 27: Explizite Nennung von Anpassungsmaßnahmen in den Festsetzungen der Bebauungspläne (SenSW Stand 2018a: 93, SUBV 2016c: 27-29,46, Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) 2018: 49f, FHH 2014a: 28, 93f., FHH 2014b, FHH/MIX 2016: 55, BSW 2017a, Landeshauptstadt Stuttgart 2018c, Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 5 ff.)**



### Entwicklung der Biodiversität durch multifunktionale Festsetzungen

Alle acht Bebauungspläne weisen multifunktionale Flächen aus. Diese haben zum Ziel, mehrere Bedarfe gleichzeitig zu erfüllen. Dazu gehört Regenwasser zurückzuhalten und zu versickern und kühlende oder schattenspendende öffentliche Grün- und Biotopflächen auf engem Raum zu entwickeln. Pflanzgebote mit einem Mindestanteil an Grünflächen, der Ersatz und Neupflanzung von Bäumen unterstützen den Rückhalt des Niederschlagswassers und eine kühlende Verdunstung vor Ort sowie die Entwicklung der Biodiversität. In der *Gartenstadt Werdersee* wurden durch die Festlegung von „*Entwicklungsbereichen für Natur und Landschaft*“ Biotopflächen geschaffen, die sowohl Niederschlagswasser zurückhalten als auch den naturschutzrechtlichen Ausgleich vor Ort ermöglichen sollen (Freie Hansestadt Bremen (Stadtgemeinde) 2017).

Tabelle 27 zeigt die in den Bebauungsplänen festgesetzten Anpassungsmaßnahmen.

### Form der Festsetzung im Bebauungsplan

Die Festsetzung der beschriebenen Maßnahmen erfolgt im Rahmen des BauGB und der Landesgesetze. Die Landesgesetze lassen weitere Bestimmungen durch die Vorgabe ortsgebundener Satzungen zu (z.B. § 74 LBO BW). In der Praxis werden die Spielräume der Festsetzungstiefe der Bebauungspläne, die zu Hilfenahme ortsgebundener Satzungen und informelle Planungen unterschiedlich ausgeschöpft (H2, Ber2).

Gerade die Stadtstaaten Berlin und Hamburg haben Flächennutzungspläne mit einem sehr großen Maßstab. Der Maßstab des Hamburger FNP ist mit 1:20.000 sehr groß. Deswegen wurden in Hamburg Masterpläne als informelle Zwischenebene für größere Entwicklungsgebiete eingefügt (z.B. *HafenCity*, *Bahrenfelder Trabrennbahn*, *Oberbillwerder*), die auf einem kleineren Raum die Entwicklung steuern und je nach Realisierungsstand durch kleinteilige Bebauungspläne ergänzt werden (H2). In Berlin ist das ähnlich (Ber3). Für die Nachnutzung des Flughafens Berlin Tegel wurde ein Masterplan entwickelt, der die städtebauliche Entwicklung in groben Zügen vorgibt (SenSW/Tegel Projekt 2017).



Abbildung 41: Ausschnitt aus dem Masterplan für die Nachnutzung des Flughafen Tegels (ohne Maßstab, SenSW/Tegel Projekt 2017)

Die Festsetzungsmöglichkeiten der Bebauungspläne schaffen einen Rahmen für mögliche Anpassungsmaßnahmen. Die zugrundeliegenden Planungs- und Umsetzungshorizonte haben dazu geführt, dass die Festsetzungen entweder

- zu groben, rahmengebenden Festsetzungen führen, die in der Ausführungsplanung konkretisiert werden (siehe *Schumacher Quartier*), oder
- zu detaillierten Festsetzungen und Darstellungen führen (siehe *Neckarpark*).

Bebauungspläne sollen Flächen für die Umsetzung des städtebaulichen Vorhabens bestimmen. Dabei sollen außerdem Flächen für technische und soziale Infrastruktur vorgehalten werden. Hierzu gehört auch die Regenwasserbewirtschaftung, welche im städtebaulichen Entwurf zunehmend an Bedeutung gewinnt, da sie mehr Fläche in Anspruch nimmt als die klassische Kanalisation. Deswegen ist es wichtig, sie von Anfang an in die Planung einzubeziehen. Grundsätzlich bedeutet dies, dass öffentliche Flächen für Verkehr und Grünanlagen größer bemessen werden müssen. Die endgültige Machbarkeit der Regenwasserbewirtschaftung wird jedoch erst in der nachgeordneten Genehmigung geprüft und umgesetzt. Die Kommunen reagieren darauf, indem sie die Festsetzungen auf Flächen, die der öffentlichen Hand gehören, flexibler gestalten. Dadurch sollen dort größere Gestaltungsspielräume offengehalten werden (Ber3, Bre4). Einen höheren Steuerungsbedarf gibt es auf Flächen in privatem Besitz. Hier ist es erforderlich, die Festsetzungen genauer zu formulieren, um die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen (Dach- und Fassadenbegrünung oder Baumpflanzungen) zu sichern. Die beiden Bebauungspläne „*Schumacher Quartier*“ und „*Neckarpark*“ zeigen diese Unterschiede deutlich. Vertragliche Vereinbarungen sollen deren Umsetzung steuern (H2, Ber2). In beiden Fällen ist eine Umsetzung der Pläne im Sinne der Ziele dann möglich, wenn allen Beteiligten die Notwendigkeit der Maßnahmen bewusst ist. Durch personelle Wechsel oder Ausnahmetatbestände in den Genehmigungsverfahren können deren Umsetzung gefährdet werden (H2, Ber2). Maßnahmen zur Verbesserung der mikroklimatischen Situation lassen sich durch die groben Festsetzungen im Bebauungsplan nur bedingt steuern. Die Mitarbeiter der Abteilung für Stadtklimatologie in Stuttgart sind hier der Meinung, dass für eine Sicherung der geplanten Maßnahmen detaillierte Vorgaben notwendig sind (S2).



Berichte aus der Praxis

Rahmengebende Darstellung zum flexiblen Umgang und Steigerung der Anpassungsfähigkeit

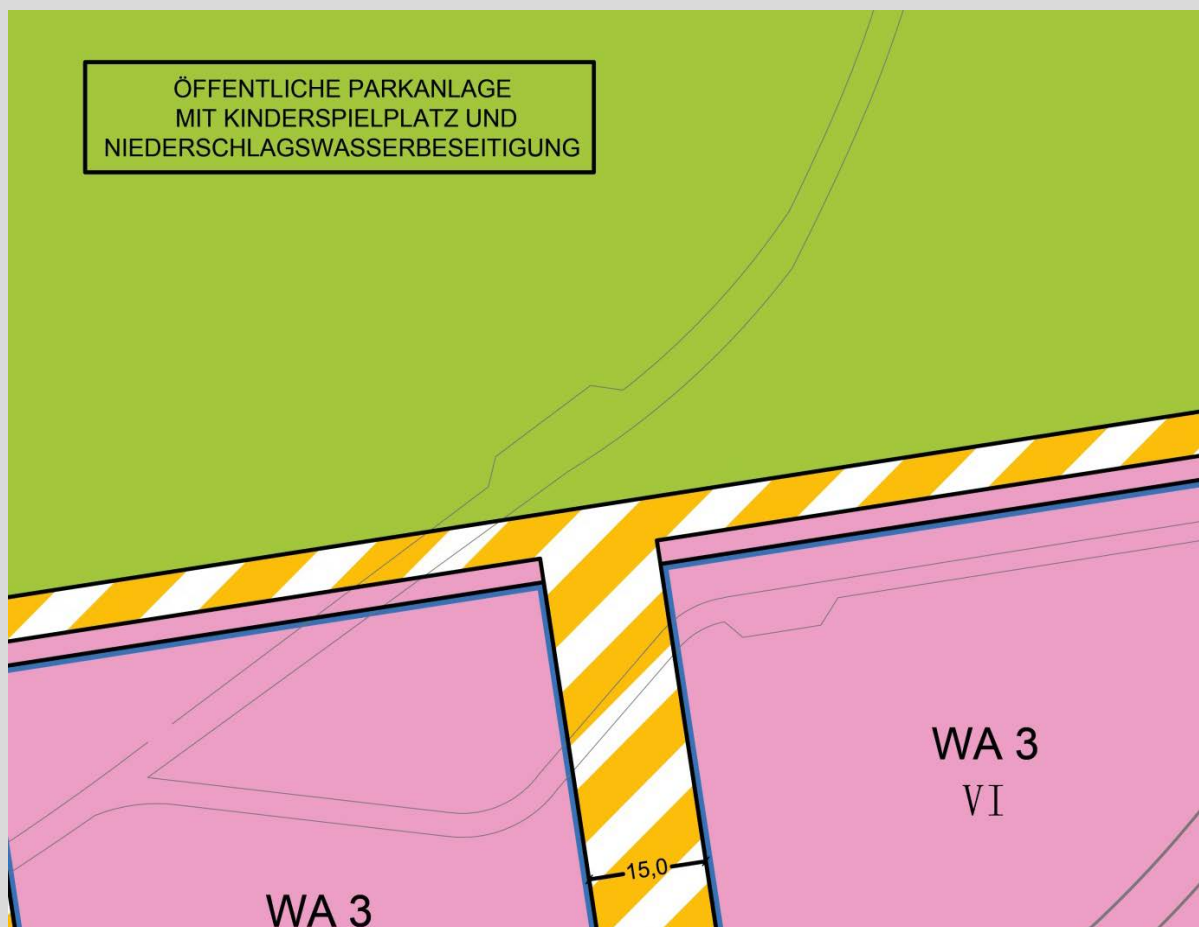
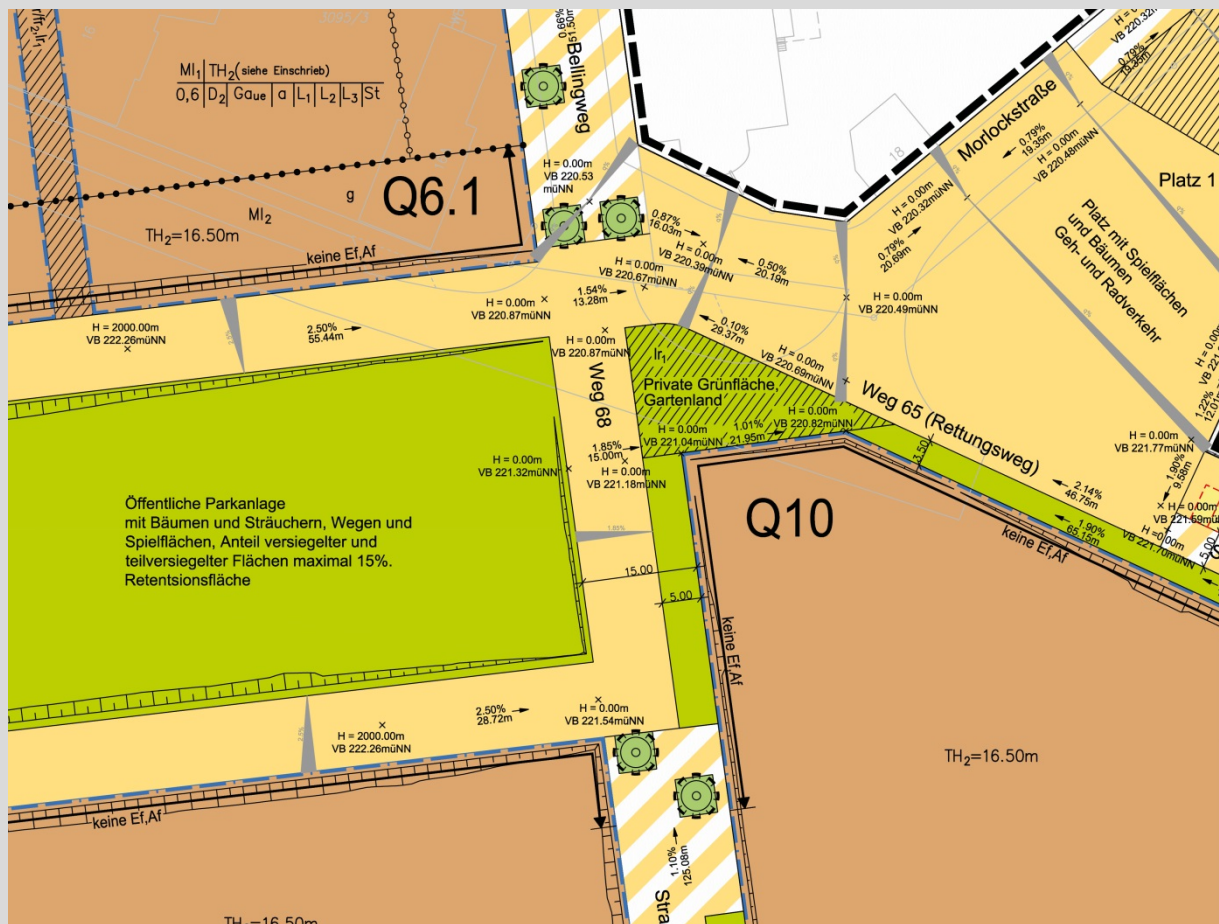


Abbildung 42: Ausschnitt aus Planzeichnung des Bebauungsplanentwurfs „Schumacher Quartier“ in Berlin (M 1:1.000, SenSW Stand 2018b)

Ein Beispiel für einen rahmengebenden Bebauungsplan ist der Entwurf für das **Schumacher Quartier** in Berlin. Von Praktikern, die an der Aufstellung beteiligt sind, wurde hervorgehoben, dass sich diese Flexibilität der Planvorgaben nicht nur auf Klimafolgen, sondern auch auf andere sozioökonomische Veränderungen bezieht. Sie zielt darauf ab, auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren zu können, ohne den Bebauungsplan ändern zu müssen. Im Schumacher Quartier erfolgt dies durch einfache Festsetzungen von Art und Maß der baulichen Nutzung sowie der öffentlichen Verkehrsflächen. Die Straßenbreite sollen Anpassungen zulassen und ein straßenbegleitendes Mulden-Rigolen-System integrieren, ohne am städtebaulichen Grundgerüst etwas ändern zu müssen. Trotzdem sind in den Festsetzungen und Planungen Ziele und Maßnahmen formuliert, welche für alle Bereiche gelten. Weitere Festsetzungen zur Gestaltung der Straßenräume und zur Integration des Regenwasser-Bewirtschaftungskonzepts sind in den textlichen Festsetzungen beschrieben und in einem informellen „Leitplan Regenwasser und Hitzeanpassung“ konkretisiert (Tegel Projekt GmbH 2017). Da sich das Gelände des Flughafens Tegel im Besitz des Landes Berlin befindet und die Bauausführung durch landeseigene Wohnungs-unternehmen erfolgen soll, kann eine Steuerung und Anpassung noch während der Bauausführung erfolgen (Ber3).

### Detaillierte Vorgaben zur Risikominimierung



**Abbildung 43: Ausschnitt aus der Planzeichnung des Bebauungsplans „Neckarpark“ in Stuttgart (M:1.000, Landeshauptstadt Stuttgart 2016a)**

Im Vergleich dazu sind die Festsetzungen im **Stuttgarter Neckarpark** detaillierter und versuchen mögliche Risiken durch entsprechende Vorgaben zu reduzieren. In der Planzeichnung erfolgt eine genaue Zuordnung der Baublöcke, der bestehenden Bäume in Straßen mit besonderer Zweckbestimmung und der zu begrünenden Fläche. Zusätzlich sind die Darstellung und Hinweise nachrichtlicher Übernahme der Geländehöhen und Straßenneigungen aus Planungen des Tiefbauamts in die Planzeichnung integriert. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass bei einem  $HQ_{100}$  bzw.  $HQ_{\text{extrem}}$  und dem Ausfall der Hochwasserschutzanlage des Neckars Teile des Gebietes unter Wasser stehen könnten und deswegen Schutzvorkehrungen zu treffen sind.

Hinzu kommt, dass die Möglichkeiten des §74 Abs.1 Nr. 1 und 3 LBO BW und des §74 Abs.3 Nr. 2 LBO BW genutzt wurden. Diese gehen über die Festsetzungsmöglichkeiten des § 9 BauGB hinaus. So wurden Vorgaben zur Fassadengestaltung (Farbe und Begrünung von 30% der Fassadenflächen), Begrünung nicht überbauter Flächen und dem Rückhalt von Niederschlagswasser gemacht (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 9 f.).

Anfallendes Regenwasser auf privaten Flächen (gem. § 74 Abs. 3 Nr. 2 LBO BW) soll sowohl von den Dachflächen als auch von den anderen versiegelten Grundstücksflächen in einem *"kombinierten Zisternenspeicher mit anteiliger Zwangsentleerung in den öffentlichen Regenwasser- bzw.*

*Mischwasserkanal*“ (Drosselleistung max. 0,5l/(s\*ha)) abgegeben werden und das Niederschlagswasser privater Grundstücke (Gründächer und Zufahrten) aufnehmen (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 9 f.).

Der Rückhalt und die Versickerung des Niederschlagswassers von öffentlichen Flächen (§9 Abs. 1 Nr. 14 BauGB) findet auf öffentlichen Grünflächen statt. Diese dienen als *„Retentionsflächen und sind Bestandteil des Rückhaltungs- und Versickerungskonzeptes des Niederschlagswassers“* (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 6).

Sowohl für Gründächer als auch für Stellplätze, Zufahrten und Tiefgaragen werden Angaben zur Wasserdurchlässigkeit, zu Abflussbeiwerten (0,35 (Gründächer) und 0,3 (Zufahrten)) und der Ableitung und Zuführung des Sickerwassers in Zisternen auf dem Grundstück gemacht. Darüber hinaus wird die Substratstärke und Vegetation auf Gründächern und Tiefgaragen sowie die Beschaffenheit des Belags von Stellplätzen und Zufahrten vorgegeben (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 5,6).

Eine Pflanzverpflichtung/Pflanzbindung mit standortgerechten Laubbäumen und Sträuchern ist auf gekennzeichneten Flächen vorgesehen. Hierzu gibt es eine Pflanzliste. Für Stellplätze ist alle sechs Stellplätze ein großkroniger Laubbaum festgesetzt (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 9).

Da sich das Gebiet im Geltungsbereich der *„Kernzone“* des Quellschutzgebiets für *„staatlich anerkannte Heilquellen“* befindet, bedürfen Maßnahmen, die das Grundwasser berühren, einer wasserrechtlichen Erlaubnis (Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 11).

### **6.5.8 Bewertung der Umweltauswirkungen des Bebauungsplans im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung**

Die Eingriffsregelung bietet eine systematische Herangehensweise an die Bewertung erheblicher Eingriffe in Natur und Landschaft (Siehe Kapitel 5.2.1.). Bremen, Hamburg, Berlin und Baden-Württemberg (Stuttgart) binden die Eingriffsregelung nach § 1a Abs. 3 BauGB i. V. m. § 14 Abs. 1. und §18 BNatschG unterschiedlich in die Bauleitplanung ein. Zur Bewertung der Eingriffe werden verschiedene Verfahren angewandt. Dazu gehören die verbal-argumentative Kompensationsermittlung, das Biotopwertverfahren, das Erstellen von Kompensationsfaktoren und der Herstellungskostenansatz (Busse et al. 2013: 151f). In allen vier Bundesländern wird für Eingriffe das Biotopwertverfahren für die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und Boden überwiegend angewandt und für die Schutzgüter Wasser, Klima, Luft und Landschaft mit einer verbal-argumentativen Kompensationsermittlung im Rahmen des Umweltberichts ergänzt.

Das **Hamburger Staatsrätemodel** von 1991 geht auf die Eingriffe ein, die sich auf die *„Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes“* und der damit betroffenen Tier- und Pflanzenwelt und die Bodenbeschaffenheit beziehen. Diese werden in den Verfahren getrennt ermittelt. Beurteilungsmaßstäbe für Gewässer und das Landschaftsbild erfolgen nicht über ein gesondertes Rechenmodell und spielen in der Bauleitplanung eine untergeordnete Rolle. (FHH 1991, FHH 1999).

Die **„Handlungsanleitung Eingriffsregelung Bremen“** beschreibt die unterschiedlichen Bereiche, welche im Rahmen der Eingriffsregelung geprüft werden (SUBV 2006). Diese beziehen sich sowohl auf die Bewertung über das Biotopwertverfahren als auch auf die Bewertung der Eingriffe der abiotischen Faktoren nach BNatschG (Boden, Wasser, Klima und Landschaft). Auch wenn das Biotopwertverfahren diese Faktoren aktiv nicht mit einbezieht, werden mögliche Eingriffe in biotische Ertragsfunktionen, Grundwasserschutzfunktionen, bioklimatische Funktionen und Landschaftserlebnisfunktionen erläutert

(SUBV 2006: 39). Die Biotopwertliste wird regelmäßig aktualisiert. Eine Besonderheit im Bewertungsverfahren für den Bebauungsplan „*Gartenstadt Werdersee*“ war der besondere Biotopwert für großkronige Bäume (SUBV 2016a). Zusätzlich ist der Baumbestand grundsätzlich durch die Bremer Baumschutzverordnung und das Landeswaldgesetz geschützt.

In **Baden-Württemberg** basiert die Eingriffsregelung auf der „**Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung**“ (LUBW 2005). Auch wenn die Bilanzierung der Biotoptypen nicht explizit auf Klima, Wasser und Boden eingeht, werden Faktoren bewertet, welche durch die Folgen des Klimawandels an Bedeutung gewinnen werden. So werden Baumbestände wie Alleen, Baumreihen oder Einzelbäume höher bewertet. Entscheidend hierbei ist eine zusätzliche Skalierung über das Durchschnittsalter und die Mittelstämmigkeit. Die Bewertung von Verkehrswegen orientiert sich vor allem an ihrem Versiegelungsgrad, der Versickerungsfähigkeit des Untergrunds und des vorgewiesenen Bewuchses. Ähnlich wie in Hamburg und Bremen hat die Dachbegrünung einen höheren Biotopwert. Allerdings orientiert sich dieser an der Art des Bewuchses und kann entweder mit „*grasreicher ausdauernder Ruderalvegetation*“ oder „*Zierrasen*“ gleichgestellt werden. Die Fassadenbegrünung erhält einen besonderen Stellenwert, indem die vorgesehene Fassadenfläche separat in der Flächenbilanz angegeben werden kann (Vogel/Breunig 2005: 62). Die Eingriffsregelung (§ 1 a BauGB i. V. mit § 21 BNatSchG) spielt zur Festsetzung von Dachbegrünungen in der Bauleitplanung in Baden-Württemberg eine besondere Rolle. Es wird argumentiert, dass die

*„(...) Dachbegrünungen stadtklimatische Defizite in Bezug auf den Feuchtigkeitshaushalt und das thermische Milieu mindern. Dächer bieten im Siedlungsraum vielfach ungenutzte Flächenreserven für die Schaffung von Grünflächen. Für eine mit geringem Aufwand mögliche Begrünung mit Schaffung einer vielgestaltigen Vegetation eignen sich Gebäude jedweder Art mit flachen oder gering geneigten Dachflächen (bis ca. 15 Grad), insbesondere auch Garagen und Nebengebäude. Auch wenn begrünte Dächer nicht immer aktiv nutzbar sind, z. B. als Sitzplatz im Grünen, so erbringen im Gegensatz zu monotonen Kies-, Bitumen- oder Blechdächern begrünte Dächer stets klimatisch-lufthygienische Vorteile. Darüber hinaus tragen sie zur Verschönerung des Stadtbildes bei, was für Stuttgart mit seinen Aussichtslagen besonders wichtig ist.“*

(Landeshauptstadt Stuttgart 2010: 70f)

Im Jahr 2017 wurde der „**Berliner Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen**“ aktualisiert (SenUVK 2017). Dieser schenkt der Klimafolgenbetrachtung und der Bewertung der Eingriffe und Ausgleichsmaßnahmen der Faktoren des Naturhaushalts Boden, Wasser, Klima, Flora und Fauna und das Landschaftsbild besondere Aufmerksamkeit, indem diese getrennt voneinander bewertet werden. Jeder Bereich hat jeweils zwei Wertträger und einen Zuschlagsfaktor, mit dem die Ausgleichsmaßnahmen der städtebaulichen Planung zusätzlich bewertet werden. Der Zuschlagsfaktor wird zum errechneten Wert addiert, wenn entsprechende Maßnahmen zur Niederschlagsbewirtschaftung, Reduzierung der Gewässerbelastung, Erhalt der siedlungsklimatischen Porosität, die Überschilderung durch Bäume oder Fassadenbegrünung geplant und vorgesehen sind (SenUVK 2017). Auslöser für die erst 2013 neu entwickelte Methodik war der „*Wannseebahngrabenbeschluss*“ des Berliner Verwaltungsgerichts<sup>38</sup>, der die Berliner Verwaltung dazu verpflichtete, die im BNatSchG aufgeführten Faktoren des Naturhaushalts getrennt voneinander zu bewerten und nicht mehr gemeinsam zu bilanzieren (SenUVK 2017:11f). Es wurde versucht für jeden Faktor ein treffendes Indikatorenset zusammenzustellen, das verschiedene

<sup>38</sup> Beschluss des Berliner Verwaltungsgerichts vom 24.09.2015 (24 L 63.15 – juris Rn. 16)

Faktoren abbilden kann. Dies kann dazu führen, dass eine Maßnahme in diesen Bereichen mehrfach unter unterschiedlichen Blickwinkeln angerechnet wird. Ein Beispiel sind hierfür Gründächer, die sowohl dazu beitragen, die Naturnähe des Wasserhaushalts als auch die stadtklimatische Funktion und die Biodiversität im Gebiet zu verbessern.

Während sich das **Hamburger Modell** überwiegend am Biotopwert und der Bodenbeschaffenheit der Fläche orientiert, ist das **Berliner Modell** breiter auf eine spezifische Bewertung der Eingriffe in die Schutzgüter Wasser, Klima und Luft, Landschaft und Erholung ausgerichtet. Die Faktoren Klima und Wasser gehen explizit auf klimaanpassungsrelevante Maßnahmen ein und unterstützen die Bewertung dieser in der Bauleitplanung (siehe Kapitel 6.3.3.).

Die Eingriffsregelung bietet für die Bewertung der Eingriffe und die Bewertung des Ausgleichs Möglichkeiten, Bewertungsmaßstäbe für eine klimagerechte Siedlungsentwicklung in die Bauleitplanung zu integrieren. Auch wenn diese in der Bauleitplanung der Abwägung unterliegen, wurden sie in Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart für die Bewertung der Umweltauswirkungen und die Ermittlung möglicher Ausgleichsmaßnahmen im Gebiet genutzt.

### 6.5.9 Rolle der Klimafolgenbetrachtung im Monitoring

Grundsätzlich hat das Monitoring in der Bauleitplanung die Rolle, „*erhebliche Umweltauswirkungen*“ zu überwachen „*(...), die auf Grund der Durchführung der Bauleitpläne eintreten, um insbesondere unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen frühzeitig zu ermitteln und in der Lage zu sein, geeignete Maßnahmen zur Abhilfe zu ergreifen*“ (§4c BauGB). Das Ziel, unvorhersehbare nachteilige Auswirkungen zu ermitteln und dafür Überwachungsmaßnahmen vorzusehen, spielt in den untersuchten Beispielen eine untergeordnete Rolle. Zum einen wird davon ausgegangen, dass die „*Erheblichkeitsschwelle*“ der Umweltauswirkungen der untersuchten Bebauungspläne nicht überschritten wird. Und zum anderen wird damit gerechnet, dass „*unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen*“ entweder in begleitenden Gutachten ermittelt und durch entsprechende Anpassungsmaßnahmen ausgeschlossen wurden oder über das allgemeine Umweltüberwachungssystem der Stadtstaaten und Länder erfasst werden können. Diese sind verpflichtet basierend auf dem Wasserhaushaltsgesetz, dem Bundesimmissionsschutzgesetz (Luftqualität und Lärm), dem Bundesbodenschutzgesetz und dem Bundesnaturschutzgesetz, regelmäßige Umweltbeobachtungen vorzunehmen (Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) 2018: 65, SUBV2016c: 62, 19, H3). Im Umweltbericht des Bebauungsplans „*Neue Mitte Altona*“ wird dies wie folgt beschrieben:

*"Die Überwachung erfolgt im Rahmen von fachgesetzlichen Verpflichtungen zur Umweltüberwachung nach Wasserhaushalts-, Bundesimmissionsschutz- (Luftqualität, Lärm), Bundesbodenschutz- (Altlasten), Bundesnaturschutzgesetz (Umweltbeobachtung) sowie ggf. weiterer Regelungen. Damit sollen unvorhergesehene erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen, die infolge der Planrealisierung auftreten, erkannt werden."*  
(FHH 2014a: 38)

Das vorgesehene Monitoring zum Bebauungsplan konzentriert sich demnach in den meisten Fällen auf die Überwachung der Umsetzung der vorgesehenen Ausgleichsmaßnahmen, die in vielen Fällen zusätzlich durch städtebauliche Verträge gesichert wurden. Ein Beispiel hierfür ist die Umweltüberwachung in der „*Gartenstadt Werdersee*“:

„Die Umsetzung der grünordnerischen Maßnahmen der Gartenstadt Werdersee wird planungsrechtlich durch Festsetzungen des Bebauungsplans und ergänzend durch Regelungen eines städtebaulichen Vertrags gesichert. In dem städtebaulichen Vertrag sollen auch Regelungen zu einer ganzflächigen ökologischen Baubegleitung während des Herstellungszeitraumes sowie einer Evaluierung der Maßnahmen auf den privaten Grundstücken fünf Jahre nach Fertigstellung enthalten sein.“ (SUBV 2016d: 53)

Weiterer Bedarf wird von der Praxis hier nicht gesehen. Außerdem wird angemerkt, dass der Aufwand, Rückschlüsse aus der Umweltüberwachung auf die städtebauliche Entwicklung zu ziehen, unverhältnismäßig groß wäre (H2).

## 6.6 Behandlung der Klimafolgenbetrachtung in den Verfahrensschritten

Den Klimawandel in die Bauleitplanung zu integrieren, bedeutet einerseits, mit den Risiken und Folgen des Klimawandels umzugehen, und andererseits, den Planungsprozess so zu gestalten, dass mit erkennbaren und nicht erkennbaren Unsicherheiten im Planungsprozess umgegangen werden kann. Dazu gehört, mögliche Klimafolgen im Scoping, im Umweltbericht, in der Planentscheidung und dem Monitoring einzubeziehen, die Beteiligung transparent zu gestalten und Unsicherheiten bewusst einzubinden. Anknüpfungspunkte für Klimaanpassung und Umgang mit Unsicherheiten im Planungsprozess werden in Kapitel 3.3. genannt.

### 6.6.1 Integration in den Umweltprüfungsprozess

Klimafolgen werden in den Prüfschritten der Umweltprüfung der untersuchten Städte unterschiedlich stark thematisiert (siehe Kapitel 6.5). Dabei wird deutlich, dass der Klimawandel sowohl im Scoping als auch beim Formulieren von Anpassungsmaßnahmen in allen Städten eine entscheidende Rolle spielt. Nullvarianten und Planungsalternativen tauchen selten in den Umweltberichten auf. Die Befragten erkennen keinen praktikablen Mehrwert für eine Beschreibung der Nullvariante im Umweltbericht. Dagegen ist die Entwicklung von Alternativen Teil der vorbereitenden Planung und wird in den Umweltberichten selten beschrieben.

	Bremen	Hamburg	Berlin	Stuttgart
Scoping				
Indikatoren				
Nullvariante				
Alternativen				
Maßnahmen				
Monitoring				

**Tabelle 28: Integration der Klimaanpassung in den genannten Schritten der Umweltprüfung verteilt auf die Nennungen in den verschiedenen Städten (Fragebogen und Dokumentenanalyse, n =4)<sup>39</sup>**

Im Vorfeld der Planung ist es wichtig, Hochwasserrisiken und hitzebedingte Risiken frühzeitig für eine weitere städtebauliche Entwicklung auszuschließen. Dafür sollten Informationsgrundlagen und Daten, die Planer bei ihrer Abschätzung unterstützen zur Verfügung stehen (Ber6). Im Scoping (gem. §4 S. 2 BauGB) wird der Untersuchungsrahmen abgestimmt, indem der Untersuchungsraum, die Themen und Untersuchungstiefe festgelegt werden. Dabei wird zudem entschieden, in welcher Form eine Alternativenprüfung stattfindet, welche Maßstäbe und Indikatoren der Bewertung zu Grunde liegen und ob weitere Akteure einzubinden sind. Hierzu werden vorhandene Umweltdaten und Wirkfaktoren untersucht, überprüft, welche Inhalte für die betroffene Planungsebene relevant sind (Abschichtung)

<sup>39</sup> Die Auswertung erfolgt städteweise.

und für welche Schwerpunkte vertiefende Gutachten durchgeführt werden müssen (Jacoby 2000: 72, 471f). Die Vertreter der Umweltfachämter in Bremen, Hamburg und Stuttgart schätzen die Durchführung eines Scoping-Termins, da dieser eine frühzeitige Abstimmung zwischen den verantwortlichen Fachämtern und die Identifikation kritischer Punkte, welche genauer untersucht werden müssen, ermöglicht. In Hamburg werden die frühzeitige Beteiligung und das Scoping zusammengefasst. Im Rahmen dessen findet eine Vorstellung und Erörterung stadtklimatischer und wasserwirtschaftlicher Themen statt (H3). Das Scoping in Berlin basiert auf den Daten des Umweltatlases. Ein expliziter Abstimmungstermin findet dort nicht statt. Welche Gutachten noch relevant sind, wird basierend auf den vorhandenen Daten entschieden. Die Befragten bemängeln dies, da dadurch Querschnittsthemen, die nicht im Umweltatlas abgebildet werden, zu kurz kommen und nicht mehr in der Umweltprüfung erfasst werden können (Ber2, Ber6).

Eine systematische Einbindung der Klimafolgen in die Bauleitplanung findet teilweise nur themenbezogen statt. In Hamburg hat dies zu strukturierten Vorgaben geführt, welche in Form des „*Wasserwirtschaftlichen Begleitplans*“ umgesetzt werden können und eine Entscheidungsgrundlage für das Scoping sein können (Dickhaut/Andresen 2013, siehe Kapitel 6.2.4.).

Eine verwaltungsinterne Checkliste unterstützt in Stuttgart die Abstimmung der erforderlichen Informationen. Sie ermöglicht es den Beteiligten, sich einen Überblick über die wichtigsten Themen zu verschaffen (z.B. Landeshauptstadt Stuttgart 2017a). Die Checkliste ist mit den Fachämtern abgestimmt und gibt dem Planungsamt eine Orientierung, welche Daten verfügbar sind und für die Umweltprüfung genutzt werden können. Zusätzlich gibt sie Hinweise, wie die zusammengestellten Informationen in die Bewertung der schutzgutbezogenen Betroffenheit eingehen können. Ob eine weitere Prüfung erforderlich ist, wird in Abstimmung mit den Fachämtern entschieden. (S3, S2)

### **6.6.2 Beteiligung während des gesamten Planungsprozesses**

Für die Betrachtung der Klimafolgen sind verschiedene Sichtweisen notwendig, die im Rahmen der Beteiligung der Öffentlichkeit und der Träger öffentlicher Belangen (TÖB) möglich sind. Beteiligung im Bauleitplanverfahren kann im Rahmen von Stellungnahmen, Beratung, Arbeitskreisen, interdisziplinären Projekten und Bürgerveranstaltungen erfolgen. Grundvoraussetzung ist ein transparentes und interdisziplinäres Vorgehen, indem allen Beteiligten alle zur Verfügung stehenden Informationen zugänglich sind und Absichten und fachbezogene Ziele miteinander abgestimmt werden.

In Berlin, Bremen und Hamburg hat sich der Stellenwert der Regenwasserbewirtschaftung stark gewandelt. Soll eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in der städtebaulichen Planung umgesetzt werden, ist eine frühzeitige Einbindung der Fachkompetenz von Seiten der Wasserwirtschaft notwendig. Der dafür vergleichsweise hohe Flächenanspruch erhöht den interdisziplinären Abstimmungsbedarf mit der Biotop-, Verkehrs- und Freiraumentwicklung und ist nicht nur an wasserwirtschaftliche Bedarfe und Orientierungswerte gebunden, wie die Einleitkapazität in den Vorfluter (Ber1, Ber2, H1, Bre1, Bre6).

Im Gegensatz zu anderen Kommunen hat sich Stuttgart im Einzugsgebiet der Glems an einer Initiative beteiligt, die Starkregengefahrenkarten für die Bevölkerung öffentlich zugänglich macht, um damit ein Bewusstsein für diese Gefahren zu schaffen. Im Rahmen dessen werden die lokalen Risiken offen dokumentiert (siehe auch Kapitel 6.4.4.). Dadurch ist eine gleichwertige Einschätzung aller am Stadtentwicklungsprozess Beteiligten möglich (S1).

Oft werden stadtklimatische Bedenken von Betroffenen im Beteiligungsverfahren vorgeschoben mit dem Ziel, diese Vorhaben zu verhindern. In den meisten Fällen konnten die beauftragten Gutachter und

Behördenmitarbeiter diese Bedenken nach einer genaueren Untersuchung nicht bestätigen. Dies wurde unabhängig voneinander von Seiten unterschiedlicher Interviewpartner aus Bremen und Berlin erwähnt. Die Motivation läge nicht immer bei der Veränderung des Siedlungsklimas, sondern darin, eine weitere Siedlungsverdichtung im Umfeld zu verhindern. Eine transparente Kommunikation der Untersuchungsergebnisse könnte dies eindämmen (Bre6, Bre4 und Ber6).

Ein Experte aus Berlin sieht die Rolle der Umweltprüfung darin, mit allen Beteiligten in den Austausch über die Auswirkungen auf die Schutzgüter zu treten und Strategien gemeinsam zu entwickeln (Ber6). Eine kontinuierliche und übergreifende Kooperation der Ressorts Stadtklimatologie, Wasserwirtschaft, Umwelt-, Landschafts- und Bauleitplanung und der Austausch über Umweltauswirkungen verbessert die Qualität der Planung (H3). Zusätzlich übertragen die Beteiligten ihre Erfahrungen auf nachfolgende Planungsverfahren (Bre1, H2).





## 7 Praktische Anwendung der Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung

Die Untersuchungen zeigen, dass die Umweltprüfung ein förderliches Instrument ist, um Klimafolgen in der Stadtentwicklung zu erfassen und zu bewältigen. Die Vorgehensweisen in Bremen, Hamburg, Berlin und Stuttgart sind mit den Ergebnissen der Analysen aus Großbritannien, Dänemark und Österreich vergleichbar. Dabei lässt sich erkennen, welche Aspekte in das System der Bauleitplanung integriert werden können und welche Hindernisse noch überwunden werden müssen.

Hindernisse haben sich dabei durch die Variabilität der Klimafolgen und die geringe Datenverfügbarkeit ergeben. Zusätzlich fällt den Akteuren der Umgang mit den Klimafolgen schwer, da hierzu noch die persönlichen Erfahrungen fehlen. Dies wirkt sich auch auf die Risikokultur und die Umsetzung des Monitorings aus. Für das Monitoring fehlen oft die notwendigen personellen und fachlichen Ressourcen, sodass die Prioritäten überwiegend auf der Umsetzung von Maßnahmen liegen. Hinzu kommt, dass eingefahrene Kommunikationsstrukturen und sektorales Denken hinderlich dafür ist, eine für die Klimafolgenbetrachtung notwendige, ressortübergreifende Kommunikation und Kooperation zu etablieren.

Förderlich waren hingegen die frühzeitige Setzung des Themas im Planungs- und Beteiligungsprozess und unterstützende Konzepte, Strategien und Programme. Dadurch wurde das Bewusstsein für den Klimawandel bei den Beteiligten geschärft. Unterstützende Informationen und Planungsvorgaben brachten erfahrungsgemäß Hintergrundinformationen und Zielsetzungen (Hochwasserschutz, Hitzeprävention) als Planungsgrundlage mit ein. Durch die Querauswertung der Leitfäden der EU, der Niederlande, Großbritanniens, Irlands und Schottlands lassen sich weitere Faktoren einer erfolgreichen Integration der Klimafolgenbetrachtung identifizieren. Diese sind sowohl inhaltlicher Art als auch prozess- und verfahrensbezogen. In Kapitel 5 wurde ein Ablauf für Umweltprüfungen vorgeschlagen, der die Klimafolgen durch folgende Schritte in seinen Prüfmechanismus integriert (siehe Abbildung 21 auf S.109):

- Vulnerabilitäts- und Risikoanalyse
- Beschreibung der Klimafolgen in der Nullvariante,
- Umwelt- und Planungsziele aus vorhandenen Konzepten, Programmen und Fachplanungen nutzen,
- Entwicklung von Planungsalternativen,
- Festsetzungen zur Klimaanpassung in der Bauleitplanung (No-Regret-Maßnahmen und Win-Win-Lösungen),
- Frühzeitige Beteiligung der Öffentlichkeit und der Träger öffentlicher Belange und Nutzen von Expertenwissen zum Klimawandel,
- Entwicklung eines Monitoringkonzepts (Einbindung der Veränderung des Umweltzustands und des Klimawandels)
- Nutzen von Ziel- und Wirkungsindikatoren im Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichskonzept und im Monitoring.

Die in Kapitel 6 beschriebenen Ergebnisse zeigen, dass der vorgeschlagene Ablauf nur bedingt umgesetzt wird. Dieses Kapitel fasst anhand der Praxisbeispiele zusammen, wie die Klimafolgenbetrachtung bisher in die Umweltprüfung integriert wurde. Zusätzlich wird ermittelt, welche Lücken dabei noch bestehen. Es wurden vor allem Lücken bei der Benennung und Beschreibung der Klimafolgen, in den Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen, bei der Nullvariante, bei der Entwicklung von Alternativen und in der Umweltüberwachung festgestellt. Im folgenden Kapitel werden diese Erkenntnisse zusammengefasst.

## **7.1 inhaltliche Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Umwelt**

Die Untersuchungsmethodik der Umweltprüfung unterscheidet zwischen der Beschreibung einer Entwicklung auf der Sachebene und der Bewertung anhand eines Werte- und Zielsystems (Scholles 1997). Auf der Sachebene werden die Vorhaben und deren Auswirkungen auf die Umwelt beschrieben. Dabei wird darauf eingegangen wie sich die Schutzgüter mit und ohne die Durchführung des Vorhabens entwickeln würden. Die Bewertung ordnet eine Entwicklung anhand eines Zielsystems ein, welches auf rechtlichen, technologisch-wissenschaftlichen, politisch-programmatischen und fachplanerischen Vorgaben basiert. Im Folgenden wird beschrieben, welche Daten in der Praxis vorhanden sind und welche Umweltziele genutzt werden. Zusätzlich werden Empfehlungen gemacht, welche Daten und Zielsysteme notwendig wären, um eine Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung zu ermöglichen.

Die untersuchten Städte sind auf unterschiedliche Weise vom Klimawandel betroffen. Während Bremen und Hamburg im atlantischen Einflussbereich stehen sind Berlin und Stuttgart überwiegend vom kontinentalen Klima beeinflusst. Letztere haben dadurch in Zukunft mit noch heißeren und trockeneren Sommern zu rechnen. Zu Beginn der Untersuchungen wurde davon ausgegangen, dass Bremen und Hamburg dadurch stärker von Starkniederschlägen betroffen wären. Und im Gegensatz dazu Stuttgart und Berlin durch ihre höhere Hitzebelastung im Sommer bereits ausgeprägte Strategien zur Hitzebewältigung entwickelt hätten. Es hat sich aber gezeigt, dass alle vier Städte in den letzten zwanzig Jahren von Starkniederschlägen betroffen waren, und dementsprechend Überflutungsanalysen durchgeführt sowie Pläne und Strategien zur Starkregenvorsorge entwickelt haben.

Mit Hitze und Trockenheit haben sich Stuttgart und Berlin schon früh auseinandergesetzt und Stadtklimamodelle entwickelt, welche besondere Handlungserfordernisse für die räumliche Planung hervorheben. In Stuttgart gehen die Erfahrungen sogar bis in die 1930er Jahre zurück. Damals wie heute liegen die Schwerpunkte der Stadtklimatologie nicht nur auf der Hitzeprävention, sondern auch auf der Luftreinhaltung, welche in Stuttgart durch die Industriestandorte im Talkessel einer besonderen Aufmerksamkeit bedarf.

### **7.1.1 Datengrundlagen auf der Sachebene**

Um die Sensitivität und Gefährdung der Umweltfaktoren abschätzen zu können, die sich durch eine städtebauliche Entwicklung verstärken können, lassen sich vorhandene Datengrundlagen und Dokumente zur Vorbereitung des Scoping-Termins nutzen. Oft werden im Vorfeld der Planungen Voruntersuchungen durchgeführt (siehe Tabelle 23 S. 175). Allen untersuchten Städten steht ein Datensatz zur Verfügung, der Auskunft über den Zustand der Umweltfaktoren gibt. Dazu zählen Stadtklima, Boden, Wasser, Luft, Lärm, Artenvielfalt und Biotopentwicklung. Teilweise sind die Daten öffentlich zugänglich und transparent für alle Beteiligten. Daten und Informationen zum Umweltzustand und der Empfindlichkeit der Schutzgüter lassen sich aus vorhandenen Informationen der Fachämter entnehmen. Größere Städte, insbesondere Berlin, haben diese Daten in einem Geoportal öffentlich zugänglich gemacht. In Bremen hingegen müssen sie bei den Fachämtern eingeholt werden. Darüber hinaus können übergeordnete Planungen bereits Vulnerabilitätsanalysen und Risikoabschätzungen enthalten, die für eine vereinfachte Einordnung genutzt werden können. Übergeordnete Planungen und Analysen sind, dem Subsidiaritätsprinzip entsprechend, die Grundlage für die Bauleitplanung und geben einen inhaltlichen Rahmen vor.

Für die Überprüfung des Umweltzustands der Schutzgüter stehen Informationen aus den fachrechtlichen Überwachungsmechanismen zur Verfügung (z.B. Wasser, Luft, Lärm, Arten- und Biotopschutz).

Datenreihen aus Messstationen und regelmäßige Messkampagnen dokumentieren Veränderungen der Niederschlagsmengen, der Luftqualität und Temperatur. Dadurch kann die bisherige Entwicklung ausgewertet und mit Klimaprojektionen verglichen werden. Auf regionaler Ebene liegen Informationen über die Entwicklung des Klimas in Form von Informationsportalen vor (Balla et al. 2018: 26). Dabei lassen sich trotz der Vielzahl der Klimaprojektionen Entwicklungstrends erkennen. Hinzu kommen die Informationen, die den Hochwasserrisikomanagementplänen entnommen werden können. Aufgrund EU-rechtlicher Vorgaben sind diese in den Flussgebieten alle sechs Jahre zu aktualisieren. Auch wenn keine regelmäßige Erfassung schützenswerter Habitate gemäß der FFH- und Vogelschutzrichtlinie gefordert sind, liegen Informationen über das aktuelle NATURA 2000 Netz vor. In den Kommunen herrscht Uneinigkeit darüber, ob Daten zu Überflutungsrisiken veröffentlicht werden sollen. In Bremen und Stuttgart (Glems) haben sich die Behörden dazu entschlossen, dies zu tun.

	Bremen	Hamburg	Berlin	Stuttgart
<b>Umweltzustand</b>	Stadtklimagutachten und Klimafolgenbetrachtung (im LaPro), Starkregen-Vorsorgeportal, Überstaumeldungen und Feuerwehreinsätze	Stadtklimagutachten für das Landschaftsprogramm, Geoportal (Versickerung, Verdunstung, Grundwasser, Biotope, Boden, Baumkataster etc.), Dachbegrünungskataster durch Befliegungen	FIS Broker (Geoportal) Klimafolgenmonitoring des Landes Berlin, Messwerte aus Berliner Luftgüte Meßnetz (BLUME), Messung des Grünvolumens, Auswertung der Klimastationen, Klimamodell	Geoportal Stadtklima; Klimaatlas Region Stuttgart, Karten zu Niederschlagsabflüssen (teilweise öffentlich) (2016)
<b>Klimawandel und seine Folgen</b>	Vorbereitende Analysen zur Klimaanpassungsstrategie	Stadtklimagutachten: Hitzebelastung und Vulnerabilität der Bevölkerung ggü. Hitze	Vulnerabilitätsstudie im AFOK und StEP KLIMA, durch WETTREG Auswertung	Vulnerabilitätsstudie zur Region Stuttgart (2011), DWD Studie

**Tabelle 29: Überblick über Datengrundlagen zum Klimawandel in den Praxisbeispielen (Beispiele in Auszügen Stand 2019)**

Die Beschreibung der Klimaveränderungen ist nur auf einer übergeordneten Maßstabsebene möglich. Damit können auf kommunaler Ebene nur grobe Informationen und grundsätzliche Risiken zu Grunde gelegt werden.

Für eine tiefere Beurteilung der Betroffenheit der Schutzgüter durch den Klimawandel sind in einigen Fällen Fachgutachten notwendig, welche diese Informationen mit den örtlichen Bedingungen konfrontieren. Basierend auf dem stattgefundenen Scoping sollten diese prozessbegleitend und schrittweise,

- die Vulnerabilität der betroffenen Schutzgüter beurteilen,
- Ziele für eine Minderung der Auswirkungen definieren und
- Konzepte entwickeln, die in die umweltgerechte Planung der städtebaulichen Entwürfe integriert werden können.

Tabelle 30 zeigt, welche Inhalte zur Beurteilung der Klimawandelbetroffenheit auf der Ebene des Bebauungsplans genutzt werden können und notwendig sind.

Schutzgut	Beschreibung des Umweltzustands	Datengrundlagen	Fachgutachten
<b>Boden</b>	Topographie, Bodenbeschaffenheit, Wertigkeit der Böden, Altlastenrisiken	Altlastengefahrenkarten (mit Wechselwirkungen), Versiegelungskarten, Karten zur Versickerungsfähigkeit und Wasserspeicherfähigkeit, nutzbare Feldkapazität, Erosionsgefahr, topographische Karten, Biotopkartierung	Untersuchungen bei einem Altlasten- und Erosionsverdachts (Altlastengutachten)
<b>Wasser</b>	natürlicher Wasserhaushalt des Gebietes, Grundwasserstand, Versiegelungsgrad, Versickerungsfähigkeit des Bodens (Kartierung der Versickerungspotenziale), Grundwasserflurabstände, Verdunstungspotenziale im Gebiete (Vegetationsstruktur), Topographie, Einleitpotenziale in Vorfluter oder Regenwasserkanalisation, Zustand vorhandener Oberflächengewässer, Hochwasserrisiken, Lage der Überschwemmungsgebiete; Topographie und Bodenbeschaffenheit vom Regenwasserabfluss betroffener Gebiete	Wasserwirtschaftliche Begleitpläne (Ziele für Zustand und Entwicklung der Gewässer), Hochwasserrisikomanagementpläne (Definition der Hochwasserrisiken und Ziele und Maßnahmen zum Hochwasserschutz), Festsetzen von Wasserschutzgebieten (Ziele für den Grundwasserschutz), Starkregengefahrenkarten, Überstaummeldungen und Feuerwehreinsätze	Untersuchung der Versickerungsfähigkeit und Grundwasserneubildung des Bodens, Anschluss der Fläche an das Entwässerungssystem
<b>Luft und Klima</b>	aktuelle stadtklimatische Funktion des Gebietes (Durchlüftung, Barrieren, Luftströmung (Richtung, Volumen und Geschwindigkeit), Abkühlungspotenziale (Verdunstungspotenziale und Durchgrünung), Belastungs- oder Entlastungsgebiet)	Daten aus regelmäßigen Messkampagnen, stadtklimatische Gutachten, und Planhinweiskarten zum Stadtklima, Klimaanpassungsstrategien, Landschaftsprogramme und Flächennutzungspläne: Aussagen zur Entwicklung, Stadtentwicklungskonzepte zur Klimaanpassung	mikroklimatische Gutachten zur Durchlüftung
<b>Biodiversität</b>	Zustand der der Biotope, Artenvielfalt, (geschützte Arten, vor allem Arten, die durch klimatische Veränderungen gefährdet sind (hitze- und trockenheitsempfindliche Arten und aquatische Lebensräume), Wanderungsmöglichkeiten (Vorkommen von Trittsteinbiotopen)	Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete, Artenschutzmonitoring	Arten- und Biotopkartierung (insb. trockenheitsempfindliche Arten und aquatische Systeme)
<b>Menschliche Gesundheit</b>	besonders vulnerable Bevölkerungsgruppen (Kinder und Senioren) und Einrichtungen dieser Bevölkerungsgruppen (Seniorenresidenzen, Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser)	Überlagerung von Hitzeinseln mit Daten aus der Bevölkerungsstatistik und Prognosen zur Bevölkerungsentwicklung und Verortung empfindlicher Einrichtungen (Stadtklimagutachten Hamburg, Berlin)	thermischer Komfort und thermische Beeinträchtigung, Hochwasserrisiken
<b>Kultur- und Sachgüter</b>	Zustand der Kultur- und Sachgüter, denkmalgeschützte Bauwerke	Hochwasserrisikomanagementpläne, Topographische Karten	abhängig von den Kulturgütern

Tabelle 30: Nutzbare Informationen zur Vulnerabilitätschätzung gegenüber dem Klimawandel (eigene Zusammenstellung)

Einige Bundesländer haben ein Klimafolgenmonitoring entwickelt. Dieses soll durch den Klimawandel verursachte Veränderungen in den verschiedenen Handlungsfeldern dokumentieren. Oft beziehen sich diese auch in den Stadtstaaten auf die Landesebene und bieten so gut wie keine verwertbaren Informationen für die kommunale Ebene (BLAG KliNa 2012).

Um weitere Entwicklungen bewerten zu können empfiehlt es sich, auf die Wechselwirkungen einzugehen, die sich aus den Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung ergeben. Die in Kapitel 2 beschriebene Matrix gibt einen Überblick über mögliche Wechselwirkungen, die in der Umweltprüfung untersucht werden können (siehe Tabelle 3).

Darüber hinaus sollte das Klimafolgenmonitoring so weiterentwickelt werden, dass für die Stadtentwicklung verwendbare Daten erfasst werden. Dazu gehört beispielsweise die regelmäßige Auswertung einer flächenbezogenen Temperaturentwicklung, die Auswertung radargestützter Niederschlagsmessungen, die Beobachtung der Entwicklung der Artenvielfalt, der Biotopzustände, der Grundwasserstände und der Grundwasserqualität.

### **7.1.2 Klimaanpassungsziele als vorsorgende Umweltziele**

Der politische Wille sich mit bestimmten Themen auseinanderzusetzen, wird in den Umweltzielen deutlich. Entscheidend für einen strukturierten Umgang mit den Klimafolgen scheint in der Praxis die Verwendung von Standards zu sein. Die Integration von Klimafolgen in der strategischen Umweltprüfung hängt stark von vorhandenen Datengrundlagen, rechtlichen Grundlagen, Strategien und Plänen ab (siehe Kapitel 5.1.2.). Klimaanpassungsziele als vorsorgende Umweltziele sind sowohl in den rechtlichen Vorgaben und formellen Instrumenten als auch in den informellen Strategien und Konzepten zu finden. Dabei werden zum Teil Standards und Indikatoren benannt, welche eine Bewertung der Auswirkungen und der Minderungsmaßnahmen ermöglichen (siehe Kapitel 6).

Gesetzen und Normen geben bestenfalls Grenz- und Schwellenwerte vor. In einigen Bereichen werden diese durch nachgeordnete Verordnungen und fachplanerischen Vorgaben konkretisiert, an denen sich die Planung orientieren kann und die als Bewertungsgrundlage genutzt wird. Tabelle 12 gibt einen Überblick, welche rechtlichen Rahmen auf EU-, Bundes- und Landesebene zu den Schutzgütern vorhanden sind und wie diese in einzelnen Fachplanungen konkretisiert werden. Für die Belange der menschlichen Gesundheit, gibt es in den seltensten Fällen klimawandelbezogene Zielwerte, die in der Umweltprüfung genutzt werden können. Bisher geht die Umweltprüfung hier überwiegend auf die Ziele des Immissions- und Lärmschutzes ein (Hartlick/Machtholf 2018).

Mit dem Energiewendegesetz in Berlin (§§ 12, 13 EWG Bln) und dem Bremischen Klimaschutz- und Energiegesetz (BremKEG) haben sich die Bremische Bürgerschaft und der Berliner Senat dazu verpflichtet, Klimaschutz und –Anpassung ressortübergreifend umzusetzen. Die Gesetze drücken die Selbstverpflichtung der Bundesländer aus, Klimaanpassung zu betreiben, indem eine Anpassungsstrategie aufgestellt wird (§ 3 BremKEG), die sich im Bremischen Fall mit der Umsetzung der Klimaanpassung in der Bauleitplanung befasst (§13 BremKEG). Zusätzlich konkretisieren die Landeswassergesetze die Aussagen des WHG zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. In Baden-Württemberg macht die Landesbauordnung Vorgaben zur Dachbegrünung.

Alle vier Städte haben eine Klimaanpassungsstrategie verabschiedet, welche eine hitze-, wasser-sensible und biodiverse Stadt zum Ziel haben. In Berlin, Bremen und Hamburg werden in den Strategien Ziele und Indikatoren für die Quartiersentwicklung genannt. Durch die übergeordneten Planungsgrundlagen und

durch die Erfassung der gebietsbezogenen Eigenschaften wurden in allen untersuchten Bebauungsplan-Verfahren Ziele formuliert, die für eine klimaangepasste Siedlungsentwicklung notwendig sind.

Vulnerabilitätsanalysen stehen als Grundlagendaten für die Beschreibung der Beschaffenheit der Umweltgüter zur Verfügung. Die Übertragung der Analysen in Ziele des Flächennutzungsplans oder des Landschaftsprogramms ist vor allem in Bremen und Berlin erkennbar. Diese gehen besonders auf die Bedeutung des Grünanteils in besonders verdichteten Gebieten und die Bedeutung zusammenhängender Grünstrukturen ein. Flächennutzungsplan und das Landschaftsprogramme bzw. Landschaftsplan bieten Möglichkeiten, Ziele der Klimaanpassung in der Stadtentwicklung zu verankern und diese als verwaltungsintern verbindliche Vorgabe auf der Ebene des Bebauungsplans umzusetzen. Die Anwendung des Flächennutzungsplans und des Landschaftsprogramms als Steuerungsinstrument ist in den untersuchten Städten verschieden. In Bremen werden der Flächennutzungsplan und das Landschaftsprogramm eingesetzt, um Klimaanpassungsziele darzustellen. Im Gegensatz dazu haben sich Hamburg und Berlin dafür entschieden, themenbezogene Beschlüsse, Entwicklungspläne und Strategien zu verabschieden, die ebenfalls verwaltungsintern verbindlich umzusetzen sind. Dabei wird die Meinung vertreten, dass aus diesem Grund keine Neuaufstellung des Flächennutzungsplans notwendig sei (Ber4, H2, S2).

Die Landschaftsplanung übernimmt in allen Städten wichtige Aufgaben der Freiraumentwicklung. Sie steuert die Entwicklung von Natur und Landschaft, zu der auch die Schutzgüter Wasser, Klima, Luft, Boden und Artenvielfalt gehören. Die neu aufgestellten Landschaftsprogramme in Bremen und Berlin beziehen die Klimafolgen im Umgang mit dem Siedlungsklima und der Artenvielfalt ein. Das Berliner Landschaftsprogramm setzt auf stadtstrukturabhängige Ziele und beschreibt beispielsweise für den innerstädtischen Bereich Ausgleichsmaßnahmen, die Freiflächen entwickeln und das Grünvolumen erhöhen. In Bremen wurde basierend auf dem Landschaftsprogramm eine Grünschraffur im Flächennutzungsplan verwendet. Diese hat das Ziel, „*Freiraumfunktionen im Siedlungsbereich*“ zu fördern. Eine ähnliche Schraffur ist im Stuttgarter Flächennutzungsplans für die Kategorie „*Wohnbaufläche Kesselrand*“ zu finden. Hier soll die Durchlüftungsfunktion aufrechterhalten werden, indem die Gebiete am Hang nicht zu dicht bebaut werden.

Zusätzlich haben die Städte fachplanerische Konzepte, Strategien und Rahmenpläne zur Stadtklimatologie oder Wasserwirtschaft erstellt, die Ziele und Grundlagen für die städtebauliche Entwicklung bzw. Umweltprüfung bereitstellen. Zur Stadtklimatologie sind dies zum Beispiel der kommunale Rahmenplan „*Halbhöhenlagen*“ in Stuttgart oder der StEP KLIMA und der StEP Klima KONKRET in Berlin. In Hamburg und Bremen sind dies in der Wasserwirtschaft der „*Strukturplan Regenwasser 2030*“ (Hamburg) oder die Ergebnisse des Projektes KLAS (Bremen). Hier muss deutlich erwähnt werden, dass die inhaltliche Konkretisierung und die Betrachtung des Klimawandels in allen Konzepten sehr unterschiedliche sind. Diese werden durch Leitfäden ergänzt, die entweder die kommunale Planungspraxis oder die privaten Vorhabenträger ansprechen sollen.

Die beschriebenen Instrumente enthaltenen Klimaanpassungsziele wurden in den untersuchten Bebauungsplänen angewandt. Klimafolgen werden in den Praxisbeispielen heute schon in die Bauleitplanung integriert und lassen sich in den Umweltberichten teilweise wiederfinden. Dies gilt vor allem für Informationen zu den Schutzgütern menschliche Gesundheit, Kultur- und Sachgüter, sowie Klima und Luft. Diese finden sich in informellen Stadtentwicklungskonzepten, in Katastrophenschutzplänen oder in der Landschaftsplanung wieder. Siedlungsklimatische Analysen oder Klimaanpassungsstrategien identifizieren innerstädtische Belastungsräume und klimatisch bedeutsame Bereiche im Stadtgebiet.

	Bremen	Hamburg	Berlin	Stuttgart
<b>Umwelt-überwachungs-elemente</b>	Stadtklimagutachten als Teil des Landschaftsprogramms, allgemeines Umweltüberwachungssystem (im Aufbau)	Stadtklimagutachten, Monitoring auf FHH- Ebene, Geoportal (z.B. Versickerungspotenzialkarte, Probebohrungen)	StEP Klima, Geoportal (FIS Broker), Regelmäßige Überwachungsstrukturen	Geoportal, Vulnerabilitätsanalyse Region Stuttgart, Landschaftsrahmenplan Region Stuttgart
<b>Normen zur Klima-anpassung</b>	Bremisches Klimaschutz- und Energiegesetz		Berliner Energiewendegesetz	Rahmenplan Halbhöhenlagen (2007);Rahmenplan Talgrund West (2018)
Niederschlagswasserbewirtschaftung	Bremisches Wassergesetz	Hamburgisches Wassergesetz, Niederschlagswasser-versickerungsverordnung	Berliner Wassergesetz, Senatsbeschluss zur Regenwasserbewirtschaftung, Niederschlagswasserfreistellungsverordnung	Regenwasserbewirtschaftungs-satzung (§74 Abs.3. LBO BW)
Gründächer	Begrünungsortsgesetz (u.a. bzgl. Gründächer)	Gründachstrategie	Gründach PLUS	Verpflichtung zur Umsetzung von Gründächern (§ 9 LBO BW)
Baumschutz	BaumschutzVO	BaumschutzVO	BaumschutzVO	Baumschutzsatzung
<b>Kommunikation und Koordination</b>	KLAS; standardisierte Stellungnahmen zu Fragen der Regenwasserbewirtschaftung KLAS Arbeitsgruppe	Leitstelle Klima, RISA (Wasserwirtschaft)	Berliner Regenwasseragentur, Koordinierungsgruppe Bauen und Entwässern	Amt für Umweltschutz Abteilung Stadtklimatologie (Beratung und Stellungnahme)
<b>Stadtentwicklungs-konzept/-programm, Strategie</b>	Anpassungsstrategie Bremen und Bremerhaven	Klimaplan Hamburg, Strukturplan Regenwasser 2030, Gründachstrategie	StEP Klima, StEP Klima konkret, AFOK Berliner Anpassungsstrategie, Gründach PLUS, Smart City Strategie, Strategie Stadtlandschaft, Berliner Strategie zur biologischen Vielfalt	Klimaanpassungskonzept Stuttgart (KLIMAKS)
<b>Interdisziplinäre Projekte (Beispiele)</b>	NordWest 2050, KLAS, KommKlima, Bresilient	KLIMZUG Nord, RISA, SIQ, KLIQ, "Clever kombiniert: Klimaschutz und Klimaanpassung – Flächensynergien am Gebäude und im Quartier“, KLIMOPRAX	KURAS, KiezKlima, KLIMOPRAX	KLIPPS (Klimaplanungspass Stuttgart), KLIMOPRAX
<b>Leitfäden (Beispiele)</b>	Leitfäden zum Umgang mit Starkniederschlägen	Wissensdokumente u.a. aus KLIQ, RISA	StEP Klima KONKRET, Leitfaden zur Eingriffs-Ausgleichsbilanzierung	Handbuch Stadtklima, Checkliste für Umweltprüfungen (zur amtsinternen Verwendung) , Starkregenleitfaden des Landes Baden Württemberg

**Tabelle 31: Dokumente & Instrumente mit Klimaanpassungszielen für die untersuchten Bebauungspläne (eigene Erhebung)**



Jedoch ist die Umweltprüfung in der Bauleitplanung Teil des Abwägungsprozesses. Die dort erfassten Belange können zugunsten anderer Belange an Bedeutung verlieren. Dadurch ist ihr Gewicht im Vergleich zum Arten- und Biotopschutz oder Hochwasserschutz geringer. Hier sind EU-rechtliche Vorgaben (siehe FFH-RL, Hochwasserrisikomanagement-RL) bindend und führen zu einer vorrangigen Beachtung im Bebauungsplan. Die Vorgaben der FFH- und Vogelschutzrichtlinie können sehr restriktiv Planungen verhindern.

Es wird deutlich, dass sich die Praxisbeispiele an den vorgegebenen Zielen orientieren. Nichtsdestotrotz ist es sinnvoll im Weiteren zu erörtern, ob und welche Standards für eine resiliente Stadtentwicklung notwendig wären. Die Diskussion sollte sich dabei vor allem mit der Hitzebelastung in der Stadt oder die Vorsorge gegenüber Starkniederschläge auseinandersetzen. Hierzu gibt es bereits Orientierungswerte, die aus den Normen der Fachverbände DWA und VDI entnommen werden können. Eine Einordnung der betroffenen Gebiete und Beschreibung notwendiger Maßnahmen zur Klimaanpassung wäre dadurch einfacher. Zusätzlich können wie im Hochwasserschutz, Regelungen getroffen werden, die eine Siedlungsentwicklung ausschließen oder unter vorgegebenen Bedingungen zulassen.

### **7.1.3 Bewertung der Umweltauswirkungen in den Umweltberichten**

In der Umweltprüfung werden in den analysierten Praxisbeispielen unterschiedliche Bewertungsmethoden angewandt. Die Expertenbefragung und die Analyse der Umweltberichte haben gezeigt, dass überwiegend eine verbalargumentative Bewertung gewählt wurde, um mögliche Umweltauswirkungen zu beschreiben und zu bewerten und die Komplexität der Zusammenhänge leichter zu beschreiben. Experten aus Bremen und Berlin haben weitere Bewertungsmethoden (Nutzwertanalyse, Szenarien-Entwicklung, Risiko- und Vulnerabilitätsanalyse) genannt, die in der Umweltprüfung genutzt werden. In Stuttgart wurde in Abstimmung mit den Fachämtern eine standardisierte Checkliste entwickelt, die darauf hinweist, welche Daten für eine Erfassung des Umweltzustands und die Bewertung der Umweltauswirkung genutzt werden können. Einige Interviewpartner haben ein Bewertungsschema für städtebauliche Planungen begrüßt, welches die Klimafolgen und deren Auswirkungen auf die Umwelt in die Planung miteinbezieht.

Eine quantitative Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf die städtebauliche Entwicklung und die Umwelt findet nicht statt. Die Schwerpunkte liegt auf Risikoabschätzungen und Vulnerabilitätsanalysen im vorbeugenden Hochwasserschutz und teilweise in der Stadtklimatologie. Der Klimawandel hat jedoch zusammen mit der städtebaulichen Entwicklung einen größeren Einfluss auf die Schutzgüter (siehe Kapitel 2). Dies spiegelt sich nur begrenzt in den analysierten Dokumenten wieder. Wenn Klimafolgen in ihrer Gänze erfasst werden sollen, müssten sich diese auf alle Schutzgüter der Umweltprüfung beziehen. Beispielsweise spielen Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die menschliche Gesundheit bisher nur dann eine Rolle, wenn in den Landschaftsplänen und Stadtklimagutachten entsprechende Analyseergebnisse vorliegen.

Die Methode der Biotopwertbilanzierung schafft die Möglichkeit, Risiken und Beeinträchtigungen, die durch den Klimawandel erfolgen können, zu reduzieren und mit Umweltziele zu verbinden. Hierfür hat Berlin (2017) einen Leitfaden entwickelt, der Klimaanpassungsmaßnahmen, stadtklimatische Funktionen und Maßnahmen einer wassersensiblen Stadtentwicklung in der Eingriffsbilanzierung positiv bewertet. Dadurch lassen sich entsprechende Messgrößen und Stellschrauben verankern, die eine klimaangepasste Stadtplanung erleichtern.

#### 7.1.4 Festsetzungen zur klimaangepassten Siedlungsentwicklung in den Bauleitplänen

Klimaanpassungsmaßnahmen können in Bauleitplänen dargestellt bzw. festgesetzt werden. Eine Integration ist vor allem dann möglich, wenn es sich um No-Regret-Maßnahmen handelt, die mehrere Ziele gleichzeitig verfolgen. Beispiele hierfür sind der Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts oder die multifunktionale Nutzung von Grün- und Freiflächen, die Festsetzung von Dach- und Fassadenbegrünungen und der Erhalt und die Entwicklung des Baumbestands (siehe auch Tabelle 25 und Tabelle 27).

Es ist wichtig, nach den erfassten Planungsvorgaben Maßnahmen zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung und Aufwertung des Mikroklimas in die Festsetzungen zu integrieren, oder den Flächenbedarf für diese Maßnahmen im städtebaulichen Rahmen mit einzuplanen. Eine Maßnahme, die bereits in vielen Projekten geplant und erprobt wird, ist die Speicherung des Niederschlagswassers vor Ort, um es in Trockenperioden nutzen zu können. Die Stadt Berlin propagiert in ihrem StEP Klima KONKRET das Konzept der „Schwammstadt“. Dabei versucht sie auf verschiedenen Ebenen den natürlichen Wasserhaushalt zu erhalten.

Es lassen sich Unterschiede in der Festsetzungstiefe der untersuchten Bebauungspläne erkennen. Entweder geben die Bebauungspläne sehr genau vor, wie die Umweltvorsorge und Risikominimierung durchgeführt werden soll, oder sie legen nur einen Rahmen fest. Dabei grenzen sie öffentliche Verkehrsflächen und die baulichen Nutzung voneinander ab ohne weitere inhaltliche und räumliche Spezifizierung (z.B. im „Schumacher Quartier“). Die Umsetzungsverantwortlichen lassen unterschiedliche Optionen offen, die sie im Rahmen der Umsetzungsplanung und weiterführenden Genehmigung an die aktuellen Bedürfnisse und auch den aktuellen Stand der Technik anpassen können. Dies ist allerdings nur möglich, wenn die öffentliche Hand die Eigentümerin der Flächen ist.

Darüber hinaus werden in allen Fällen **multifunktionale Nutzungen der öffentlichen oder halböffentlichen Freiflächen** in den Bebauungsplänen festgesetzt, die Funktionen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, Biotopentwicklung und Erholung miteinander vereinen. Dadurch wird die Akzeptanz für notwendige Maßnahmen erhöht (H2). Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen können so gestaltet sein, dass sie sich an den Bandbreiten der Klimaprojektionen orientieren, mehrere Funktionen gleichzeitig erfüllen, und dadurch in jedem Fall einen Mehrwert für die Freiraumentwicklung des beplanten Gebietes generieren können. Der zeitnahe Ausgleich in räumlicher Nähe des Eingriffs ist vor allem aus wasserwirtschaftlichen und siedlungsklimatischen Gesichtspunkten sinnvoll (Heiland 2009: 52). Zusätzlich muss sichergestellt werden, dass diese einen Spielraum für zukünftige, noch nicht endgültig bekannte Entwicklungen offen lassen.

Um mögliche Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, werden in der Weiterentwicklung der Vorzugsalternative in den Festsetzungen des Bebauungsplans **Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen** benannt und verbindlich festgesetzt (siehe auch Kapitel 4.3.). Die Analyse der untersuchten Pläne zeigt, dass der Bebauungsplan nicht immer das geeignete Steuerungsinstrument zu sein scheint, um Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen effektiv vorzubereiten. Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen können sowohl durch Festsetzungen im Bebauungsplan als auch durch Maßnahmen außerhalb des Regelungskanons des Bauleitplans geplant und umgesetzt werden. Anpassungs- und Ausgleichsmaßnahmen sind teilweise so detailliert, dass es für sie keine Festsetzungsmöglichkeit im Bebauungsplan gibt. In diesen Fällen werden städtebauliche Verträge für die Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen genutzt (z.B. „Gartenstadt Werdersee“, „Schumacher Quartier“).

### **7.1.5 Weiterentwicklung der inhaltlichen Einbindung der Klimafolgen in die Umweltprüfung**

Eine nachvollziehbare Klimafolgenabschätzung ist nur dann möglich, wenn Standards geschaffen werden, welche definieren, wie Wirk- und Zielindikatoren zur Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung (UP) integriert werden können. Wenn die Wechselwirkungen des Klimawandels und der Siedlungsentwicklung auf die Umwelt in ihrer Gänze erfasst werden sollen, sollten sich diese in der Umweltprüfung wiederfinden. Die vergleichende Analyse der Praxisbeispiele macht deutlich, dass weiterhin Entwicklungsmöglichkeiten und Verbesserungspotenziale bei der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung bestehen, obwohl bereits Klimaanpassungsstrategien entwickelt wurden und Daten vorhanden sind. Hierfür ist eine Strategie notwendig, die sowohl Indikatoren als auch Prüfschemata für die verschiedenen Schutzgüter miteinbezieht. Hierfür wünschen sich die Beteiligten eine bessere Datenlage, die es möglich macht, die Entwicklung des Umweltzustandes leichter zu beschreiben und die Umweltüberwachung für die Bauleitpläne weiterzuentwickeln. Darüber hinaus erleichtern standardisierte Indikatoren die Bewertung der Umweltauswirkungen, die Definition von Planungszielen auf festgelegten Flächen und deren Beobachtung im Monitoring. Es bieten sich verschiedene Schwerpunkte an, diese Indikatoren in die Prüfsystematik zu integrieren.

Indikatoren sollen einerseits transparent und offen von allen Beteiligten entwickelt werden und andererseits auf einer praktikablen wissenschaftlichen Begründung basieren. Aufgabe eines Indikators ist es, Entwicklungen eines bestimmten Zeitraums messbar zu machen. Zeithorizonte könnten sich gegebenenfalls an den Geltungszeiträumen der Plandokumente orientieren. Hierbei kann zwischen Indikatoren unterschieden werden, welche die Bewertung der Belastung (Belastungsindikatoren) und die Zielerreichung (Zielindikatoren) erleichtern können.

Belastungsindikatoren sollten sich auf die Schutzgüter beziehen und deren verstärkte Betroffenheit hervorheben. Mögliche Belastungsindikatoren können aus Tabelle 3 weiterentwickelt werden. Ihre Anwendung hängt von der Datenverfügbarkeit in den Kommunen ab. Zusätzlich sollte die Empfindlichkeit und die Betroffenheit der Schutzgüter gegenüber dem Klimawandel mit in die Beschreibung und Bewertung mit einbezogen werden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Faktoren der Siedlungsentwicklung welche die Folgen des Klimawandels verstärken können. Die Datenblätter im Anhang geben einen schutzgutbezogenen Überblick über die in der Umweltprüfung zu betrachtenden Faktoren unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels (siehe S.251 ff). Dabei gehen sie auf folgende Punkte ein:

- Klimatischer Einfluss auf das Schutzgut
- Umweltzustand:
  - Empfindlichkeit (Sensitivität)
  - Betroffenheit durch den Klimawandel
  - Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels
- Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen
- Planungsziele
- Notwendige Datengrundlagen und Informationen
- Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung
  - Elemente im Flächennutzungsplan
  - Elemente im Bebauungsplan

Tabelle 4 leitet zudem Vorsorgeziele für die Schutzgüter ab. Diese orientieren sich an den verstärkenden Einflüssen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Schutzgüter. Deutlich wird hierbei, dass

vor allem eine multifunktionale Nutzung von Grünstrukturen die Eingriffe durch die Stadtentwicklung reduzieren können. Dies wird in folgender Tabelle 32 beschrieben, welche Indikatoren hinsichtlich ihrer Zielerreichung miteinander vergleicht.

Die Bedeutung der Grünstrukturen im Umgang mit den Klimafolgen ist entscheidend, da sie sowohl zur mikroklimatischen Abkühlung durch Verdunstung, zum Wasserrückhalt in der Fläche und zum Erhalt der Artenvielfalt beitragen können. Zur Bemessung der Multifunktionalität der Grünstrukturen wurden bereits Bewertungsmodelle mit verschiedenen Schwerpunkten entworfen (Baden-Württemberg 2012: 196ff, BMVBS 2013: 39).

Wasserwirtschaftliche Indikatoren wie das Entwässerungspotenzial oder das Rückhaltevolumen einer Fläche können Auskunft über deren Potenziale zum Schutz vor Starkniederschlägen geben. Berliner Experten gehen von Zielwerten von 2-10l/s Entwässerung in das Kanalnetz aus (Ber1). Der Abflussbeiwert geht darüber hinaus, indem er das Verhältnis des wirksamen Niederschlagsabflusses zum tatsächlichen Niederschlag auf einer Fläche beschreibt (z.B. für DIN 1986-100 (2008), DWA A 118 (2006b)). Dieser ist je nach Beschaffenheit des Untergrundes unterschiedlich und basiert unter anderem auf der Verdunstungs- und Versickerungsfähigkeit des Bodens. Je stärker die Fläche versiegelt ist, umso größer ist der Wert.

Schutzgüter	Wasser			Klima			Gesundheit: Erholung	Biotopvernetzung
	Notwasserablauf	Wasserrückhalt	Versickerung	Verdunstung	Verschattung	hohe Albedo		
<b>Ziele</b>								
<b>Indikatoren</b>								
<b>Entwässerungspotenzial</b> (l/ha*s)								
<b>Rückhaltevolumen</b> (m <sup>3</sup> )								
<b>Abflussbeiwert</b> ( $\Psi$ = abflusswirksamer Niederschlag in m <sup>3</sup> /Niederschlag m <sup>3</sup> )								
<b>Versiegelungsgrad</b> (Anteil der nicht versiegelten Fläche)								
<b>Baukörperstruktur</b> Höhe, Breite, Gebäudestellung								
<b>Grünvolumen</b> (Grün m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> Gesamtfläche)								
<b>Biotopflächenfaktor</b> (naturhaushaltswirksame Fläche in m <sup>2</sup> /Grundstücksfläche in m <sup>2</sup> )								
<b>Dichte von Bäumen</b> (Baum/m <sup>2</sup> -Grundstück, Anzahl Stellplätze/Baum)								
<b>Freifläche</b> (m <sup>2</sup> /Wohneinheit im Umkreis von x m)								
<b>Anschluss an übergeordnete Grünstrukturen</b> Wohneinheiten bzw. Einwohner im x m-Radius eines grünen Freiraums								

**Tabelle 32: Beispiele für Zielindikatoren, die durch ihre Multifunktionalität die Zielerreichung fördern können (eigene Darstellung)**

Indikatoren, die Grünstrukturen abbilden, beschreiben diese entweder in ihrem Volumen oder in ihrer Flächenausbreitung. Das Vegetationsvolumen kann als Grünvolumenzahl (GVZ) und Bodenfunktionszahl

(BFZ) beschrieben werden (Schulze et al. 1984). Die Grünvolumenzahl zeigt das Verhältnis des Grünvolumens zur Grundfläche. Allerdings ist es hier schwierig einen genauen Wert festzulegen, da das Grünvolumen je nach Vegetationsperiode schwanken kann. Der Biotopflächenfaktor (BFF) bezieht sich hingegen auf das Verhältnis naturhaushaltswirksamer Flächen zur Grundstücksfläche (Landschaft Planen & Bauen/BGMR 1990: 2). Diese schließen Vegetationsflächen auf befestigten Flächen mit ein, die sich entweder an Fassaden oder auf Dächern befinden können.

Sowohl die Bau- als auch die Freiraumstruktur beeinflussen aus stadtklimatischer Sicht die Durchlüftung eines Gebiets. Dies zeigt sich in den Indikatoren Baukörperstruktur, Biotopflächenfaktor, Dichte von Bäumen und Freiflächen am deutlichsten. Mathey (et al. 2011) beschreiben die Wirksamkeit von Freiflächen und Grünvolumen, welche anhand der Vegetationsstrukturen und des Grünvolumens (bezogen auf ihre Mindestgröße) deren Temperaturabsenkungspotenzial erfasst haben (S2).

Tabelle 32 zeigt die Bedeutungszunahme multifunktionaler Grünstrukturen, die wasserwirtschaftliche und stadtklimatische Funktionen mit dem Schutz und Erhalt der Artenvielfalt vereinen. Hilfreich könnte in diesem Zusammenhang die Einführung einer neuen Kennzahl in der Bauleitplanung sein, welche die Funktion der innerstädtischen Freiflächen und Grünstrukturen hervorheben und aktiv in die Planung einbeziehen kann. Dafür eignet sich sowohl die Grünvolumenzahl als auch der Biotopflächenfaktor, welche dem aktuellen Konzept in der Bauleitplanung an GFZ und GRZ gegenüberstehen könnten. In Berlin wird in den bezirklichen Landschaftsplänen bereits mit einem Biotopflächenfaktor gearbeitet (z.B. im Bezirk Friedrichshain 1999), der zu einer Erhöhung des Grünvolumens in bereits bebauten Gebieten führt (Ber6, Ber1, Landschaft Planen & Bauen/BGMR 1990: 2). Auch in Hamburg, Bremen und Stuttgart diskutieren die Umweltverbände sowie die Stadt- und Landschaftsplaner über die Einführung einer Grünvolumenzahl in der Landschaftsplanung und damit Vorsorgeziele der Klimaanpassung zu unterstützen (Pro Stadtnatur 2018, Schulze et al. 1984, Bre3, S3). Bisher wird dies aber in der Planungspraxis nicht umgesetzt.

Mit der Einbindung der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung können die planenden Kommunen abschätzen, welche Auswirkungen die Stadtentwicklung auf die Umwelt hat und welche Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Auswirkungen auf die Schutzgüter ausgleichen zu können. Sie ist in der Form notwendig, dass sie die besondere Bedeutung der Schutzgüter hervorhebt, die unter dem Einfluss des Klimawandels einen positiven Effekt auf die Umwelt haben.

Folgendes vereinfachtes Prüfschema zeigt, wie Klimafolgen im Screening und Scoping inhaltlich integriert werden können:

- 1. Liegen generelle Risiken für den zu beplanenden Raum durch die Folgen des Klimawandels vor?** (Hitze, Trockenheit, Sturm, Starkregen, Hochwasser, Meeresspiegelanstieg)  
**Verstärkt eine bauliche Entwicklung die Risiken für die Schutzgüter erheblich?**

**Sind diese Risiken erheblich, so dass eine bauliche Entwicklung des Gebietes ausgeschlossen ist?**

**Wenn ja:** Ausschluss einer weiteren baulichen Entwicklung

**Wenn nein:**

**Welche Schutzgüter in welchen Bereichen (örtlich) sind aufgrund welcher Klimafolgen besonders vulnerabel und müssen weiter untersucht werden?**

- 2. Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf die Entwicklung des Umweltzustands?**  
Entwicklung des Umweltzustandes bei Nichtdurchführung der Planung (Nullvariante) in Form von Szenarien, die beschreiben welche Auswirkungen der Klimawandel auf den Status der vorhandenen Schutzgüter haben kann.
- 3. Mit welchen Zielvorgaben lassen sich die negativen Auswirkungen des Klimawandels in der städtebaulichen Entwicklung eindämmen?**  
Umweltziele aus Gesetzen und Normen, politischen Beschlüssen, anerkannten Regeln der Technik; Programmen und Pläne
- 4. Alternativenprüfung: Gibt es eine bestmögliche Variante, welche die geringsten Risiken (schutzgutbezogen und räumlich) birgt und die Auswirkungen des Klimawandels eindämmt?**
  - a. Entwicklung verschiedener Lösungsvorschläge
  - b. Vergleich dieser Lösungsvorschläge
  - c. Anwendung von Kriterien und Standards (Umweltqualitätsziele) zum Vergleich der Planungsalternativen
- 5. Ist eine Reduzierung der Auswirkungen durch Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen möglich?**
  - a. Multifunktionalität, Win-Win und Low - und No-Regret Lösungen
  - b. Anwendung der Eingriffsbilanzierung
- 6. Bezieht das Monitoring-Konzept (Umweltüberwachung) die Folgen des Klimawandels mit ein?**
  - a. Gibt es ein regionales/kommunales Umweltüberwachungssystem?
  - b. Überwacht es die Umsetzung der Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen?
  - c. Überwacht es die Veränderungen des Klimawandels in der Stadt/Region?
  - d. Überwacht es die unvorhersehbaren und vorhersehbaren Veränderungen im

Abbildung 44: Vereinfachtes Prüfschema in Kürze

## **7.2 Die Umweltprüfung als (Lern-) Prozess im Umgang mit den Folgen des Klimawandels**

Die Umweltprüfung gibt als nichtselbständiger Teil der Bauleitplanung eine Prüfmethode vor, wie Umweltbelange erfasst, und in einem Bericht zusammengefasst werden. Als Mittel, um die Folgen des Klimawandels in diesen Prozess zu integrieren, eignen sich vor allem im Scoping und während der frühzeitigen Beteiligung eine Risikoabschätzung und Vulnerabilitätsanalyse, eine Beschreibung der Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung und die Bewertung von Planungsalternativen. Abbildung 45 zeigt, wie die Klimafolgenbetrachtung in das Bauleitplanverfahren integriert werden kann. Diese Schritte werden nun näher beschrieben.

### **7.2.1 Frühzeitige Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung**

Eine frühzeitige Einbindung der Klimafolgen in den Planungsprozess wird von allen Seiten als notwendig erachtet. Die genannten Gründe hierfür gehen darüber hinaus, ein Bewusstsein für den Klimawandel bei den Planenden zu schaffen. Vielmehr erweitert sich der Kreis der betroffenen und beteiligten Akteure um Experten aus der Stadtklimatologie, -Hydrologie während des gesamten Planungsprozesses. Sind bereits in städtebaulichen Wettbewerben Personen in der Jury, die sich mit den Belangen der Klimaanpassung auskennen, wird diese in die Beurteilung der Entwürfe einbezogen und schafft bestmögliche Voraussetzungen eine klimaangepasste städtebauliche Struktur zu schaffen.

Eine ressortübergreifende Kommunikation und Einbindung von Klimaexperten in den Prozess ist förderlich, um die Bandbreite der Klimafolgen und deren Wechselwirkungen mit den Schutzgütern erfassen zu können (Larsen et.al. 2013, Posas 2011b). Zu den Akteuren gehören beispielsweise Fachbehörden wie die Stabsstelle Klimaanpassung/Stadtklimatologie, Bauleitplaner, Grünflächenamt/Landschaftsplanung, Planjuristen, Wasserbehörde (Hochwasserschutz, Regenwasserbewirtschaftung) und die Wasserbetriebe (Kontrolle der Entwässerungsflächen, Anwendung neuer Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung, Überwachung der eigenen Systeme).

Permanente Arbeitsgruppen wie in Berlin können den Prozess erleichtern, da dadurch Erfahrungen ausgetauscht und gegenseitige Ansichten bekannt sind. In Stuttgart wird eine frühzeitige Einbindung siedlungsklimatischer Belange in die städtebauliche Entwicklung durch die Kommunikation der Abteilung Stadtklimatologie gefördert, indem sie für das Stadtklima sensibilisieren, Schulungen für Kollegen aus der Stadt- und Bauleitplanung durchführen, die städtebaulichen Entwürfe und Alternativen hinsichtlich ihrer stadtklimatischen Eigenschaften untersuchen und zu Bebauungsplänen Stellung nehmen.

Oft werden Themen, die das Siedlungsklima betreffen, in Beteiligungsprozessen durch betroffene Bürger instrumentalisiert, um andere Interessen durchsetzen zu können. Dies könnte zum Anlass genommen werden, um gemeinsam mit ihnen den Umgang mit diesen auszuschließen zu können. Dadurch kann das Bewusstsein für diese gesteigert werden und Konflikte bewältigt werden. Durch einen ressortübergreifenden Beteiligungsprozess können Alternativen entwickelt werden und auf ihre Tauglichkeit hinsichtlich zukünftiger klimatische Bedingungen überdacht werden, wie es im Praxisbeispiel „*Buckower Felder*“ der Fall war.

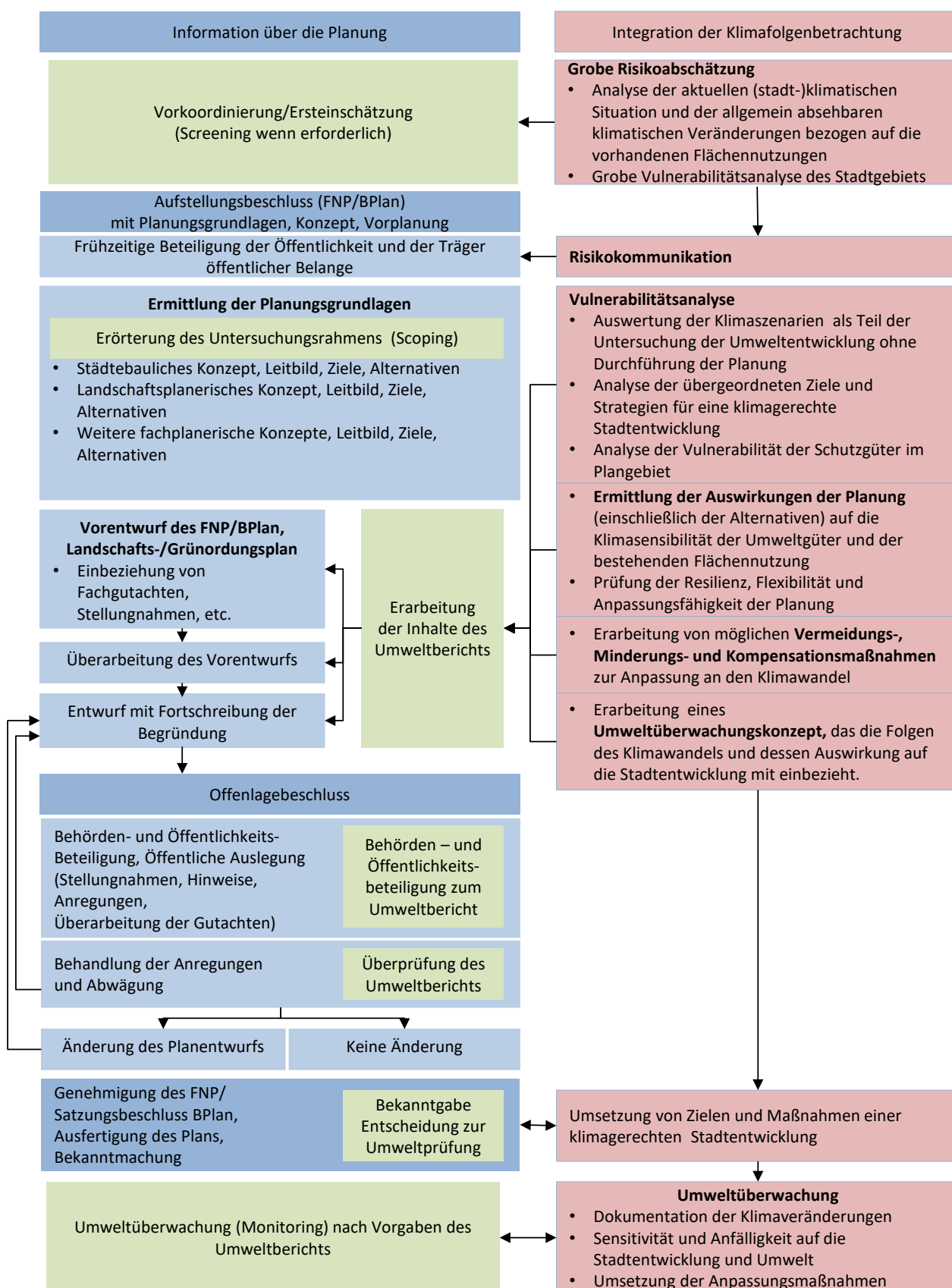


Abbildung 45: Berücksichtigung der Klimafolgenbetrachtung im Bauleitplanverfahren und im Umweltprüfungsverfahren (eigenen Darstellung in Anlehnung an Jacoby/Beutler 2013: 22, HLUg 2017: 9)



### 7.2.2 Erstellen von Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen

Auch wenn die Wirkungszusammenhänge möglicher Folgen des Klimawandels weitgehend bekannt sind, lassen sich seine Auswirkungen in verschiedenen Trends und Bandbreiten beschreiben (Greiving et al. 2018). Nichtsdestotrotz steht der planenden Kommune ein Beurteilungsspielraum zu, der auf einer bestverfügbaren Wissensgrundlage beruht und die Erforderlichkeit einer „städtebaulichen Entwicklung und Ordnung“ gemäß §1 Abs. 3 BauGB im Sinne des Vorsorgeprinzips belegt (BMVI 2017:29). Hierfür kann in der Praxis auf Risiko- oder Vulnerabilitätsanalysen zurückgegriffen werden.

In der **Risikoanalyse** ist die Erheblichkeit möglicher Risiken festzustellen. Grundlage hierfür sollte die Vermeidung von Risiken sein, die irreversible Gefahren für die Schutzgüter mit sich führen. Entscheidungsgrundlagen sind hier Grenzwerte aus Richtlinien, Normen und Gesetzesgrundlagen, die zu absoluten Restriktionen führen. Vor allem der Hochwasserschutz bindet eine Risikoanalyse mit ein. Um mögliche Risiken an den aktuellen Wissens- und Entwicklungsstand anpassen zu können, werden die Hochwasserrisikomanagementpläne alle sechs Jahre neu aufgestellt oder angepasst. Dadurch werden die Grundlagen des Plans überprüft und dynamisch an die aktuelle Situation angepasst. Die Festlegung von Überschwemmungsgebieten schließt eine weitere Siedlungsentwicklung grundsätzlich aus.

Die **Vulnerabilitätsanalyse** ermöglicht es im zweiten Schritt, Betroffenheiten zu identifizieren, die sich aus den Folgen des Klimawandels ergeben, und Planungsziele zur Eindämmung der Beeinträchtigung der Klimafolgen zu benennen. Die Schutzgüter werden sowohl von den Folgen des Klimawandels als auch durch die Stadtentwicklung beeinflusst (siehe Tabelle 3 und 4). Ihre Empfindlichkeit gegenüber diesen Einflüssen setzt sich aus ihrer Lage und Sensitivität zusammen. Durch eine angepasste Stadtentwicklung und entsprechend gesetzten Zielen lassen sich die Auswirkungen auf die Empfindlichkeit des Schutzgutes mildern. Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen unterstützen die Abmilderung der Eingriffe durch die Siedlungsentwicklung und die Folgen des Klimawandels.

Vulnerabilitätsanalysen beziehen sich sowohl auf die Veränderung des Klimas, der Umwelt als auch auf sozioökonomische Veränderungen im Bezugszeitraum. Eine Risiko- und Vulnerabilitätsbetrachtung auf örtlicher Ebene kann nur in einem geringen Maße spezifische Aussagen machen, die sich auf Kennwerte des sich verändernden Klimas berufen. Die generierbaren Daten für die zu projizierenden Zeiträume von 50 bis 100 Jahren würden auf der für die Bauleitplanung notwendigen Maßstabebene kaum verwertbare Informationen zur Verfügung stellen. Nichtsdestotrotz werden Empfindlichkeiten gegenüber den spezifischen Klimafolgen in fachbezogenen Analysen formuliert. Diese Vulnerabilitätsanalysen basieren auf vorhandenen Daten, die der Umweltfachplanung zur Verfügung stehen. Kapitel 6.5.1. und 6.5.2. zeigen, welche Daten- und Planungsgrundlagen genutzt werden können, um die Vulnerabilität eines Plangebiets schutzgutbezogen zu erfassen.

Für stadtklimatische Fragestellungen werden in heute schon kritischen Situationen Gutachten erstellt, welche die Veränderung des Stadtklimas durch die Bebauung erfassen. Beispiele hierfür sind die „*Neue Mitte Altona*“, das „*Schumacher Quartier*“, die „*Buckower Felder*“ und der „*Neckarpark*“. In Stuttgart ist dies sogar in besonders kritischen Fällen zum Regelfall geworden (siehe Kapitel 6.4.3.). Ein anderes Beispiel ist die Erfassung möglicher Risiken für Schäden durch Hochwasser und Starkniederschläge. Die Ergebnisse einer Vulnerabilitätsanalyse müssen sich in der Beschreibung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung wiederfinden.

### 7.2.3 Einbeziehung der Nullvariante (Entwicklung des Umweltzustands bei Nichtdurchführung der Planung)

Durch eine bewusste Verwendung der Nullvariante, könnten im Umweltbericht Szenarien beschrieben werden, wie sich die Umwelt im betroffenen Gebiet entwickeln kann. Im Gegensatz zur bisherigen Handhabung spielt die **Nullvariante** unter Einbeziehung der Klimafolgen, eine wichtige Rolle. Um die Umweltveränderungen durch den Klimawandel abzubilden, müsste die Nullvariante einen größeren Zeithorizont in den Blick nehmen. Hierfür könnten Projektionen genutzt werden, die auf Klimawandelszenarien basieren. Eine Möglichkeit ist, verschiedene Szenarien zu beschreiben, welche eine Entwicklung in zwei verschiedenen Zeiträumen (z.B. 2030-2050 und 2070-2100) darstellen. Durch die Verwendung der Nullvarianten könnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Besonders vulnerable Schutzgüter werden hervorgehoben und mögliche Anpassungsbedarfe identifiziert. (z.B. tiefliegende Gebiete, Feuchtbiotop, verdichtete Siedlungsräume)
- Die Empfindlichkeit heute besonders beeinträchtigter Schutzgüter könnte abgeschwächt werden. (Trockenbiotop)
- Besondere ökologische oder auch siedlungsklimatische Funktionen der Fläche könnten in Zukunft verloren gehen (Kaltluftentstehung und –Korridor, Verlust von Feuchtbiotopen).

Die sich daraus ergebende Beeinträchtigungen werden identifiziert und können in die Entwicklung der Planungsalternativen einbezogen werden. Zusätzlich ist die Nullvariante eine Grundlage, um Planungsalternativen bewerten und vergleichen zu können. Wichtig ist dabei, dass für die Betrachtung der Klimafolgen immer die Bandbreiten möglicher Entwicklungen zugrunde gelegt werden müssen. Dies würde bedeuten, mit erheblichen saisonalen Verschiebungen zu rechnen, die in einigen Regionen einerseits zu verstärkten Niederschlägen in den Herbst- und Wintermonaten, zu Starkniederschlägen, Hochwasser aber andererseits auch zu Dürren und längerer Trockenheit in den Sommermonaten führen können.

In einigen Regionen und größeren Städten können vorhandene Vulnerabilitätsanalysen als Grundlage genutzt werden, da sie die Bandbreite möglicher Klimafolgen und Betroffenheiten aufzeigen (z.B. SenStadtUm 2016a). Für mittlere und kleinere Kommunen wird es besonders schwer sein, auf eigene Daten und Studien wie in Berlin, Stuttgart oder Hamburg zurückzugreifen. Hier bieten allgemeine und auch regionsspezifische Informationen zu Klimaveränderungen eine Orientierung:

Klimasignal	Datengrundlagen
Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeine Informationen zur Klimaveränderung (z.B. (Nord-)Deutscher Klimaatlas)</li> <li>• Regionale Klimaprojektionen</li> <li>• Regionale oder auch städtische Vulnerabilitätsanalysen</li> <li>• Regionale oder auch städtische Anpassungsstrategie</li> </ul>
Hitze und Trockenheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeine Klimaatlanten (Deutscher Klimaatlas, Norddeutscher Klimaatlas, Regionaler Klimaatlas)</li> <li>• Stadtklimagutachten und Planhinweiskarten</li> </ul>
Sturm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimaatlanten</li> </ul>
Starkniederschläge und Hochwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regenmessreihen (z.B. KOSTRA DWD)</li> <li>• Hochwasserrisikomanagementpläne</li> <li>• Starkregengefahrenkarten</li> </ul>
Meeresspiegelanstieg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrierte Küstenschutzkonzepte</li> </ul>

**Tabelle 33: mögliche Informationen zur Erfassung der Klimaveränderungen**

Die Betrachtung der Klimafolgen in der Nullvariante gehört in der Bauleitplanung nicht zur gängigen Praxis (Bre6, H2, H3, Ber6, Ber3, Ber2, S3). In ihr wird lediglich der Zustand beschrieben, welcher sich durch andere Faktoren, als den Klimawandel verändern könnte. Keines der untersuchten Beispiele geht auf konkrete Veränderungen durch den Klimawandel in der Beschreibung der Nullvariante ein. Diese werden nur allgemein benannt, ohne einen Bezug zum betroffenen Gebiet herzustellen. Einige Beispiele erwähnen die Folgen des Klimawandels in einem anderen Abschnitt. Dabei wird die besondere Betroffenheit eines Schutzgutes hervorgehoben. Themenschwerpunkte sind hierbei die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen und Hitzeperioden (Gesundheitsgefährdung sensibler Bevölkerungsgruppen) (Gartenstadt Werdersee: SUBV2016d: 35f.). Die Aussagen der befragten Experten haben ein ähnliches Bild ergeben. Die Möglichkeiten, einen Blick in die Zukunft durch die Beschreibung in der Nullvariante zu wagen, wurde von den Interviewpartnern nicht als Mehrwert erkannt und deren Erstellung als zu komplex beschrieben.

Methodisch richtig wäre es, mögliche Umweltentwicklungen als Szenarien in die Ausarbeitung verschiedener Planungsalternativen einzubeziehen. Wird die im Vorfeld entwickelte Nullvariante als Grundlage für die Alternativenprüfung genutzt, können dadurch Veränderungen beschrieben werden, die sich auf die vorhandenen Nutzungen beziehen. Aus den allgemeinen Informationen zu Klimaveränderungen werden vor allem Daten zu Niederschlags- und Temperaturveränderung benötigt. Hierbei geht die Bewertung der Flächen auf einen möglichen Einfluss des Klimawandels auf die betroffenen Schutzgüter ein. Dabei könnten besonders vulnerable Schutzgüter hervorgehoben und mögliche Anpassungsbedarfe identifiziert werden (z.B. tiefliegende Gebiete, Feuchtbiotope, verdichtete Siedlungsräume).<sup>40</sup> Um die Auswirkungen des Klimawandels für die Stadtentwicklung abschätzen zu können, reicht es nicht aus, den statischen Umweltzustand in der Umweltprüfung zu beschreiben. Hierfür kann die entwickelte Matrix (in Tabelle 3) als erste Orientierung zu Grunde gelegt werden. Sie gibt Hinweise darauf, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Schutzgüter haben kann. Besondere Veränderungen könnten bei der Bodenbeschaffenheit, Biodiversität, menschlichen Gesundheit durch Hitzebelastung und Hochwassergefährdung erwartet werden.

Im Gegensatz zum ursprünglichen Ansatz, der ausschließlich den aktuellen Zustand der Umwelt als Nullvariante beschreibt, sollte nun der Blick in die Zukunft gewagt werden, um auf langfristige zu erwartende Klimafolgen in der Umwelt eingehen zu können. Es wird diskutiert, dass entgegen der aktuellen Praxis die Lebensdauer des Vorhabens als Grundlage für die zu beschreibende Umweltentwicklung genommen wird. Geht man davon aus, dass sich die Entwicklung einer Siedlung über mehrere Jahrzehnte erstreckt, ist es einfacher, Klimaprojektionen in die entwickelten Szenarien einzubinden. In Zukunft gilt es hierfür ein geeignetes Konzept zu entwickeln, das beschreibt, wie dieser Schritt umgesetzt werden kann. Hierbei ist die Einbindung einer Vulnerabilitätsanalyse notwendig, die Aussagen über die Anfälligkeit der Flächen gegenüber Unfällen und Katastrophen, die Vulnerabilität der Standorte und die Schwäche des vorherrschenden Schutzgutes gegenüber den zu erwartenden Klimafolgen trifft.

Aufgrund fehlender Genauigkeit der Klimadaten auf der kommunalen Ebene, sieht die Planungspraxis von einer weiteren Verwendung der Nullvariante ab. Ob die Nullvariante die angedachte Funktion übernehmen kann, ist offen. Vielmehr wird in der Praxis auf Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen zurückgegriffen. Durch das Einbeziehen unterschiedlicher Alternativen wird es trotzdem möglich,

---

<sup>40</sup> Dies wäre für die Schutzgüter: Boden, Fläche, Wasser, Luft, Flora, Fauna; Landschaftsbild und Kultur- und Sachgüter möglich. Eine Ausnahme bildet das Schutzgut „menschliche Gesundheit“, welches die zukünftige städtebauliche Entwicklung einbeziehen muss.

flexibler auf mögliche Entwicklungen zu reagieren und die Bandbreite der Klimafolgen miteinzubeziehen. Dies wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

#### 7.2.4 Bewerten von Planungsalternativen

Die Entwicklung von Planungsalternativen gehört zum Selbstverständnis der Bauleitplanung.

**Planungsalternativen** schaffen die Möglichkeit, Planungen zu diversifizieren, kreative Lösungen zu finden oder unterschiedliche Szenarien abzubilden. Ausgehend von den vorgegebenen Planungszielen kann daraufhin die bestmögliche Variante zur Erreichung des Planungsziels ausgewählt werden. Klimafolgen können auch in die Alternativenprüfung eingebunden werden, die Handlungsstrategien und –Varianten für verschiedene Eintrittsszenarien anbieten. Prenger-Berninghoff (2017: 199) fordert, Risiken- und Gefährdungsanalysen in die Alternativenprüfung einfließen zu lassen. Verzögert sich die Planumsetzung, könnten die verwendeten Szenarien genutzt werden, um die für die dann vorherrschenden Bedingungen angepasste Bauweise umzusetzen.

Mit Entwicklung von Planungsalternativen kann den Unsicherheiten begegnet werden, die durch die Projektion des Klimawandels entstehen. Dadurch können unterschiedliche Entwicklungen in Betracht gezogen oder verschiedene Lösungsvarianten miteinander verglichen werden. Beim Vergleich der Alternativen ist es wichtig, dass sie auf mögliche Klimaveränderungen eingehen und mögliche Risiken (Hochwasser, Überflutung und Hitze) in die Planung mit einbeziehen. Dafür sind feste Orientierungswerte notwendig, um mögliche Zielerreichungsgrade erkennen zu können. Diese sollten sich an den Bandbreiten der Klimawandelfolgen orientieren (z.B. zu erwartende Starkniederschläge, Hitzeextreme bzw. extreme Hochwasser).

In den analysierten Beispielen werden, Planungsalternativen in den Begründungen der Bebauungspläne selten beschrieben. Auch gibt es keine Einbindung der Klimafolgen in die Entwicklung von Planungsalternativen. Im Rahmen der städtebaulichen Entwicklung werden Alternativen entweder in der Vorentwurfs- und Wettbewerbsphase angewandt, um einen bestmöglichen Entwurf zu finden, oder in der Entwicklung alternativer technischer Lösungen in der Bereitstellung der Infrastruktur. Mit der UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU und der BauGB Novelle von 2017 ist die Beschreibung der Alternativen in den Umweltberichten vorgeschrieben (siehe Anlage 1 zu §2 Abs. 4 und §2a BauGB). Diese sollen sich auf den räumlichen Geltungsbereich und Festsetzungsmöglichkeiten des Bauleitplans beziehen (z.B. Art und Maß der baulichen Nutzung, Gebäudehöhe und Gebäudestellung, Flächenverbrauch, Freiflächen).

In den Wettbewerbsunterlagen (Ausschreibung und Dokumentation des Verfahrens) ist erkennbar, welche Kriterien für die Bewertung der Entwürfe zugrunde gelegt wurden. Die daraus entwickelten Alternativen werden jedoch selten auf ihre Eignung in einem zukünftigen Klima geprüft. In den Beispielen der „*Neuen Mitte Altona*“ und dem „*Schumacher Quartier*“ wurden Qualitätsziele als Bewertungsgrundlage genutzt, die Aussagen zur Durchlüftung, der Funktion der Freiraumstruktur, der Durchgrünung und der Regenwasserbewirtschaftung enthalten.

Alternativen werden aber auch für die Entwicklung technischer Lösungen zu Fragestellungen der Regenwasserbewirtschaftung und siedlungsklimatischen Situation genutzt, da dadurch verschiedene Möglichkeiten abgewägt werden können. Bisher binden Bewertungsmethoden und –Modelle die Klimafolgenbetrachtung selten in die Alternativenprüfung ein. Es wurde trotzdem ein Beispiel gefunden, in dem aufgrund der vorliegenden Alternativen der Regenwasserbewirtschaftung in der Beteiligung der Träger öffentlicher Belange auf eine andere Alternative zurückgegriffen werden

konnte.<sup>41</sup> Ansonsten finden sich selten Beschreibungen zu den erörterten technischen Alternativen in den untersuchten Dokumenten und Gutachten. Werden diese in der Form entwickelt, dass die vorgeschlagenen Alternativen dasselbe Ziel anstreben, bieten sie die Chance, flexibel auf veränderte Bedingungen reagieren zu können.

### **7.3 Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten der Klimafolgenabschätzung in der Bauleitplanung**

Mit dem Klimawandel planen bedeutet: Planen mit Unsicherheiten. Der Umgang mit Unsicherheiten im Klimawandel erfordert je nachdem, ob die Eintrittswahrscheinlichkeit oder die Wirkzusammenhänge unbekannt sind, unterschiedliche Strategien, die entweder durch eine einfache Risiko- und Vulnerabilitätsanalyse (Vorsorgender Hochwasserschutz) abgedeckt werden können oder ein weitreichenderes *Adaptive Management* (Biotopentwicklung) notwendig machen, welches ein flexibles Reagieren auf eine sich verändernde Umwelt beschreibt (siehe Kapitel 3).

Heiland (2009: 51) stellt die bisher verwendeten Zeiträume zur Erstellung von Ausgleichsmaßnahmen in Frage. Was passiert, wenn sich die für den Ausgleich bestimmten Lebensräume so verändern, dass sie diese Funktion gar nicht mehr übernehmen können? Beispielsweise können heute noch funktionierende Feuchtgebiete durch einen gesunkenen Grundwasserspiegel austrocknen und nur mit einem sehr großen Aufwand erhalten werden. Andererseits könnte diese Sichtweise auch zu einer „*Bagatellisierung*“ führen, indem die vorgenommenen Eingriffe und Ausgleichsmaßnahmen nicht mehr ernstgenommen werden (Heiland 2009: 52). Ein kontinuierliches Monitoring könnte die Veränderung der Umwelt beschreiben und die langfristige Auswirkung des Planes anhand von Schlüssel-Indikatoren überprüfen. Dies bedeutet, sowohl langfristige Ziele zu formulieren als auch eine ergebnisoffenere Planung zu ermöglichen (Heiland 2009: 50ff). Bezogen auf die Bauleitplanung würde dies ein weitreichendes adaptives Management erfordern, welches mit weniger starren Umweltzielen eine ergebnisoffene Planung mit flexiblen, anpassungsfähigen Festsetzungen entwickelt und die verschiedenen Entwicklungsalternativen einbezieht. Hier besteht die Gefahr, dass diese sich in der Beliebigkeit verlieren können und die Genauigkeit der Bauleitplanung verloren geht (Heiland 2008: 50). Eine Flexibilisierung der Planung wäre möglich, wenn eine regelmäßige Überprüfung der Pläne stattfinden würde. Eine zeitliche Frist, die eine Neuaufstellung oder Überprüfung der Bauleitpläne fordert, gibt es nicht. Für schutzgutbezogene Fachplanungen und Gutachten ist dies möglich. Ein Beispiel hierfür sind die Hochwasserrisikomanagementpläne, die alle sechs Jahre überarbeitet werden müssen. Ähnlich wird dies in Hamburg mit der Aktualisierung des Stadtklimagutachtens gehandhabt. Dabei orientiert es sich an Informationen zur städtebaulichen und klimatischen Veränderungen und am aktuellen Stand der Technik. Würden hier neue Erkenntnisse eine Aktualisierung der Bauleitplanung notwendig machen, müsste dies städtebaulich begründet werden.

Die Integration der UVP-Änderungsrichtlinie 2014/52/EU in das BauGB eröffnet Chancen, die Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung zu stärken. Hier sollten mögliche weitere Veränderungen durch den Klimawandel miteinbezogen werden. Durch die Integration der Klimafolgen in die Umweltprüfung wird das Bewusstsein für die sich verändernden Lebensbedingungen in der Stadt geschärft. Dies zeigt sich inhaltlich durch die Einbindung von „*Risiken für die menschliche Gesundheit und das kulturelle Erbe, durch Unfälle und Katastrophen*“ sowie der Betrachtung der „*Anfälligkeit des Vorhabens gegenüber den Folgen des Klimawandels*“ (Anhang 1 BauGB Nr. 2 b) ee) und gg)). Dabei geht

---

<sup>41</sup> Im Bebauungsplanverfahren „*Buckower Felder*“ ist die Abwägung zwischen zwei verschiedenen technischen Lösungen der Regenwasserbewirtschaftung und ihre Auswirkungen ausführlich dokumentiert (SenSW 2018).

die Änderung des BauGB über die inhaltliche Erweiterung hinaus, die den Blick auf die Wechselwirkungen des Klimawandels mit dem Vorhaben und der Umwelt lenkt, und stärkt die Schritte der Umweltprüfung, die den Umgang mit Unsicherheiten erleichtern. Anlage 1 des BauGB geht nun explizit darauf ein, dass folgende Inhalte unter anderem Teil des Umweltberichts sein sollen (siehe auch Kapitel 5.2.3 S.110).

Die Umweltprüfung hat heute schon die Aufgabe, Umweltrisiken zu vermeiden, zu reduzieren und Ausgleichsmaßnahmen für sie zu finden. Dafür werden diese ermittelt, beschrieben und bewertet. Mögliche Entwicklungen sollen dabei ebenfalls erfasst werden. Die Planungspraxis hat zum Umgang mit Unsicherheiten im Klimawandel Strategien entwickelt. Dazu gehört es, Trends über mögliche Entwicklungen zu verwenden, Wissenslücken durch Gutachten und Forschungsprojekte zu schließen, Lernprozesse durch eine breite Beteiligung zu ermöglichen, Umweltveränderungen im Rahmen einer Umweltüberwachung zu erkennen, aus Erfahrungen zu lernen und diese in neue Prozesse einzubinden.

### **7.3.1 Nutzen von Trends aus Vorhersagemodellen und Prognosen**

Sofern eine Betroffenheit durch Klimafolgen in den Umweltberichten genannt wird, werden diese in Form von Trends beschrieben, die auf Beobachtungsdaten und der Dokumentation extremer Wetterereignisse beruhen (z. B. Daten extremer Hitzetage in 2003 oder Kostra DWD-Daten). Bereits vorliegende Erfahrungswerte (besondere Hitzetage oder extreme Niederschlagsereignisse) werden dafür als Datengrundlage genutzt.

Klimafolgenszenarien in der Stadtentwicklung als Planungsgrundlage zu verwenden, wird von den Experten nicht für sinnvoll erachtet, da die daraus generierten Daten für die Siedlungsentwicklung keine weiterführenden Informationen enthalten. Einzelne Befragte sehen Schwierigkeiten darin, absolute Werte aus Modellrechnungen zu verwenden, da genauere Abgrenzungen nicht möglich seien und sich durch die einzelnen Rechenmodelle Scheingenauigkeiten ergeben würden, die in einer rechtsverbindlichen Planung nicht einsetzbar wären und dadurch Bebauungspläne rechtlich angreifbar machen würden. Auch beziehen die Folgeanalysen keine Zuschläge für die Niederschlagsbemessung oder die Hitzeentwicklung in einem Vorhaben mit ein, da diese aus Sicht der Experten rechtlich nicht abbildbar wären. Um die Ziele einer klimaangepassten Stadtentwicklung zu erreichen, setzen die Interviewpartner auf Kommunikation und Konsens. Zusätzlich berufen sie sich auf allgemeine Handlungsbedarfe, die sich aus gebietsbezogenen Vulnerabilitätsanalysen ergeben. Entscheidungsrelevant sind hierfür Informationen aus Stadtklima- und Abflussmodellen, die Hitzeinseln oder Stauplätze identifizieren und Handlungsbedarfe entwickeln.

### **7.3.2 Schließen von Wissenslücken**

Im Umweltbericht müssen Wissenslücken dokumentiert werden (Anlage 1 Nr.3. a zu §2 Abs. 3 BauGB). In der Praxis werden entscheidungsrelevante Wissenslücken durch Gutachten geschlossen oder basierend auf dem aktuellen Stand des Wissens und der Technik Entscheidungen gefällt (GEO-NET 2012). In allen untersuchten Städten finden transdisziplinäre Forschungsprojekte statt, die sich mit der Entwicklung von Strategien zur Minderung der Auswirkungen von Starkniederschlägen (KLIQ, RISA, KLAS, KURAS) beschäftigen, siedlungsklimatische Auswirkungen verschiedener Nutzungsalternativen für zu entwickelnde Flächen (KlippS) oder die Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Biotope (KommKlima) erforschen. In diesen Themenfeldern wird versucht, Wissenslücken zu schließen, die für die Stadtentwicklung genutzt werden können.

Unsicherheiten spielen aktuell in der Umweltprüfung eine untergeordnete Rolle. Die allgemeine Datenlage über dezidierte Klimafolgen und explizit aufgeschlüsselte Betroffenheiten durch den

Klimawandel ist auf kommunaler Ebene schwach. Obwohl Wissenslücken, sofern sie bekannt sind, benannt werden müssten, ist ihre Erwähnung in den Umweltberichten eher selten. Risiken des Klimawandels werden bisher nicht behandelt oder miteinbezogen. Hierfür gibt es keine Vorgaben in der Umweltüberwachung. Zusätzlich ist es schwierig, unvorhersehbare Ereignisse in einem Umweltüberwachungssystem zu erfassen und Indikatoren für diese zu entwickeln. Das gleiche gilt für die Anwendung und Entwicklung von Szenarien. Es ist nur möglich, die Entwicklung der Umwelt bei Nichtdurchführung der Planung zu beschreiben und darauf ein Monitoring aufzubauen, sofern bereits Daten in entsprechender Schärfe vorliegen.

Die Betroffenheiten in der Stadtentwicklung können leichter erfasst werden, wenn die Folgen des Klimawandels und die Wechselwirkungen mit dem städtischen Umfeld weiter erforscht werden. Zusätzlich ist es wichtig zu wissen, welche Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern eine besondere Rolle spielen. Die Integration des Klimawandels in die Umweltprüfung bietet die Chance, das Selbstverständnis der Umweltprüfung, weg von einem Verfahren, das stark vom Expertenwissen geprägt ist, hin zu einem Verfahren zu bewegen, das das Wissen der Öffentlichkeit miteinbezieht und damit einen Lernprozess bei den Beteiligten bewirkt.

### **7.3.3 Lernprozesse und Bewusstseinswandel durch Beteiligung und transdisziplinäre Kooperation**

Der Umgang mit Starkniederschlägen in der städtebaulichen Entwicklung ist in den Städten Berlin, Bremen und Hamburg schon seit mehreren Jahren im Bewusstsein der Plandenden. In den 1990er Jahren entstanden beispielsweise in Berlin und Hamburg die Gebiete „*Rummelsburger Bucht*“, „*Adlershof*“, „*Kleiner Horst*“ oder „*Trabrennbahn Farmsen*“ mit dezentraler Regenwasserbewirtschaftung. Obwohl Bremen und Hamburg Stadtklimagutachten in Auftrag gegeben haben, spielen siedlungsklimatische Aspekte und die Auseinandersetzung mit den Auswirkungen langanhaltender Hitze, heute noch eine untergeordnete Rolle. Der Hitzesommer 2018 hat dieses Thema aber auch im Norden stärker in das Bewusstsein gerückt.

Weitere Auslöser, sich mit neuen Themen zu befassen und auf andere Gebiete zu übertragen, sind zum einen Extremereignisse, welche die Notwendigkeit der Maßnahmen deutlich machen (siehe „*Buckower Felder*“ in Berlin in Kapitel 6.5.4.), und zum anderen die Planung, Entwicklung und Durchführung von inter- und transdisziplinären Pilot- und Forschungsprojekten, welche Möglichkeiten eines Umgangs mit Starkniederschlägen und Hitze aufzeigen.

Transdisziplinäre Projekte in der Klimafolgenforschung oder in der Wasserwirtschaft haben Betroffenheiten identifiziert und Anpassungsstrategien für die Stadtentwicklung entwickelt. Diese Projekte haben in den Städten einen Kommunikationsprozess gestartet, der teilweise nicht nur zwischen Wissenschaft und einzelnen Verwaltungseinheiten stattfand, sondern die Öffentlichkeit miteinbezog und den ressortübergreifenden Austausch zwischen den Referaten förderte. Leitstellen koordinieren diese Kommunikation in Bremen, Hamburg und Berlin. Das Berliner Beispiel KURAS zeigt, wie Pilotprojekte Auslöser sein können, Muster in Entscheidungsprozessen zu verändern und neue Anstöße für sich ändernde Rahmenbedingungen zu bieten (siehe Kapitel 6.3.2.). Dessen interdisziplinäre Arbeitsgruppe hat sich nach Abschluss des Projektes zu einem ressortübergreifenden Arbeitskreis weiterentwickelt. Hier werden regelmäßig Klimaanpassungsbedarfe einzelner Bebauungspläne zwischen Wasserwirtschaft, Landschaftsplanung und Stadtplanung abgestimmt. Ähnliche Beispiele finden sich auch in Bremen, Hamburg und Stuttgart. Diese Projekte sind vor allem dann wirksam, wenn politische Entscheidungsträger eingebunden werden und sie sich in allgemeines Verwaltungshandeln übersetzen

lassen, indem bindende Entscheidungen getroffen werden können (politische Beschlüsse, Verwaltungsanweisungen), die sich in aktuelles Handeln übertragen lassen. Zusätzlich haben sie von Seiten der Fachplanungsbehörden und den Wasserbetrieben Informationen zur Überflutungsgefährdung und Leitfäden zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung angeboten.

Durch den direkten Erfahrungswert der beteiligten Akteure werden Lernprozesse angestoßen, die eine Anpassung an Veränderungen möglich macht (Bre1, Bre3, H2). Darüberhinaus können diese Erfahrungen als gute Beispiele mit anderen ausgetauscht werden. Die Befragten sind sich einig, dass eine frühzeitige Einbeziehung der Fachbehörden und der Öffentlichkeit vor allem in den Bereichen Siedlungsklima und Wasserwirtschaft wichtig ist, um die räumlichen Anforderungen an die Vorsorgemaßnahmen einzubeziehen. Dadurch kann die negative Konnotation des Begriffs Klimaanpassung überwunden werden.

### 7.3.4 Integration der Klimafolgen in der Umweltüberwachung

Die Umweltüberwachung gibt die Möglichkeit, die Umsetzung der Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen zu überwachen, unvorhersehbare Auswirkungen zu beobachten und vor allem die Auswirkungen der nicht vorhersehbaren Bandbreiten der Klimawandelfolgen beobachten zu können. Aktuell beinhaltet das Monitoring im Rahmen der Bauleitplanung die Überwachung der Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen. Weitere Faktoren finden sich nicht in der Umweltbeobachtung wieder. Es wird oft damit argumentiert, dass alle notwendigen Informationen bekannt wären und keine unbekannteren Ereignisse eintreten könnten.

Mit der Umweltüberwachung könnte ein kontinuierlicher Lernprozess zu ermöglicht werden. Dies ist aktuell nicht der Fall, da lediglich die Wirkungen verpflichtender Ausgleichsmaßnahmen überprüft werden (siehe Kapitel 6.5.7.). Würde die Umweltüberwachung ihre Funktion als bloße „Herstellungskontrolle“ überwinden würde sie überprüfen, ob sich die angenommenen Klimaprojektionen eintreten oder ob die Umsetzung des Vorhabens angepasst werden müsste. Falls dadurch neue Daten generiert würden, könnten diese in das Umweltinformationssystem übernommen werden. Wechselwirkungen zwischen Klima und Stadt könnten in einem allgemeinen Monitoring thematisiert werden. Schließt die *„Erforderlichkeit für die städtebauliche Entwicklung“* Klimaveränderungen mit ein, könnten diese als Grund dienen, Pläne zu erneuern oder neu aufstellen zu müssen. Einen solchen Lernprozess zu etablieren ist schwierig, da die Planerstellung und die Planumsetzung in den meisten Fällen nicht vom gleichen Ressort durchgeführt werden, sodass eine persönliche Rückkopplung über Stärken und Schwächen des Bebauungsplans so gut wie nicht stattfindet (H2). Hinzu kommt, dass der Bebauungsplan in der Regel unbefristet gilt und selten angepasst wird. Weitere Maßnahmen zur Umweltüberwachung werden als zu aufwändig erachtet.

Regelmäßige Aktualisierungen der Begleitkarten und Umweltinformationen, können trotzdem eine Überprüfung der Umweltauswirkung ermöglichen und als Planungsgrundlagen verwendet werden (H3). Bisher haben die meisten Bundesländer ein Klimafolgenmonitoring eingeführt. Dies geht nicht immer auf die Auswirkungen des Klimawandels auf die Stadtentwicklung ein. Wäre dies der Fall, könnten die im Monitoring erfassten Daten für die Stadtentwicklung bewusst eingesetzt werden. Dies könnte hilfreich sein, um bestehende Siedlungskörper besser an die Veränderungen des Klimawandels anzupassen. Falls Bebauungspläne, wie im Fall des „Schumacher Quartiers“ eine sehr niedrige Detailschärfe haben, könnten diese Daten helfen, Teilgebiete an die aktuellen und zukünftigen Umweltbedingungen anzupassen.



Demnach sollte die Umweltüberwachung über die aktuelle Überprüfung der Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen hinausgehen und neben den unvorhersehbaren Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt die Wechselwirkungen des Klimawandels und des Vorhabens miteinbeziehen. Von den Praktikern wird dieser Ansatz aufgrund fehlender personeller Ressourcen als sehr schwierig erachtet. Zusätzlich ist es schwierig, unvorhersehbare Ereignisse in das Monitoring in Form messbarer Indikatoren zu integrieren. Indikatoren müssten hierfür quantifizierbar, messbar und reproduzierbar sein. Sie sollten sich an den Umweltmedien und Umweltzielen orientieren und zudem kompatibel mit vorhandenen Indikatoren-Systemen sein. Hinzu kommt, dass sie wissenschaftlich untermauert und nachvollziehbar sein müssen. Langfristige Beobachtungen müssen mit verhältnismäßig geringem Aufwand und Kosten benutzerfreundlich umgesetzt lassen (Helbron 2008:87). Nichtsdestotrotz wäre eine regelmäßige Überprüfung der Pläne mindestens bis zur Planumsetzung notwendig. Würde der Fall eintreten, dass die Umsetzung aufgrund sich veränderter Umweltbedingungen zu riskant wäre, könnte diese überdacht und angepasst werden. Eine vergleichbare Regelung, wie beim „Baurecht auf Zeit“ (§9 Abs. 2 BauGB), könnte dies unterstützen. Eine praktikable Herangehensweise wird darin gesehen, gesamtstädtische Gutachten vergleichbar mit einer Hochwasserrisikomanagementplanung alle fünf bis sechs Jahre neu zu erstellen (H2, Ber3). Dadurch würde eine Bewertung der Umsetzung der Planung aus einem neuen Blickwinkel möglich.

### **7.3.5 Zyklisches Lernen aus Erfahrungen**

Fischer (2013) beschreibt, dass die Umweltprüfung einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel leiste, aber nicht in der Lage sei, auf neue Erkenntnisse oder nicht vorgesehene Sachlagen im Bereich der Klimawandelfolgen flexibel zu reagieren. Grund hierfür sei, dass sie sich auf die Entscheidungsvorbereitung bezieht und nicht auf die Planumsetzung. Dadurch sei sie nicht besonders effektiv. Demnach ist eine dynamische Anpassung und Nachsteuerung der Bauleitpläne nicht möglich. Dies wäre nur über eine Neuaufstellung möglich. Die Gemeinde entscheidet dabei über eine Neuaufstellung und Überarbeitung der Bauleitpläne. Innerhalb der im Bebauungsplan festgelegten Schranken wird in der Regel zeitlich uneingeschränkt Baurecht für Dritte hergestellt. Dadurch ist eine Änderung oder Anpassung des Baurechts im Rahmen einer Neuaufstellung eines Bebauungsplans nur begrenzt möglich. Im Fall der Bauleitpläne entscheidet die Kommune, ob eine städtebauliche Erforderlichkeit vorliegt, um einen Bebauungsplan neu aufzustellen. Das Beispiel des städtebaulichen Rahmenplans „Halbhöhenlagen“ in Stuttgart zeigt, dass noch nicht bebaute Baugebiete zurückgenommen werden können (siehe Kapitel 6.4.3.). Im Gegenzug dazu behelfen sich die Städte damit, für große Entwicklungsflächen sehr kleinteilige Bebauungspläne zu verabschieden, die auf einem großmaßstäblicheren Masterplan basieren, der zwischen der FNP- und Bebauungsplan-Ebene angesiedelt ist (H2). Dadurch wird die Umsetzung dieser Planung stark flexibilisiert und anpassungsfähiger gemacht (siehe HafenCity in Hamburg). Eine andere Strategie ist es, die Festsetzungstiefe im Bebauungsplan so gering wie möglich halten, wie dies im „Schumacher Quartier“ angedacht wurde (siehe Kapitel 6.5.5.). Dadurch werden Nachsteuerungsmöglichkeiten offengelassen, die sich durch Änderungen der Planungsziele, den Klimawandel oder neue technische Lösungen ergeben können.

Um die Effekte städtebaulicher Entwicklungen zu erfassen, wäre eine Evaluation oder eine regelmäßige Überprüfung der Auswirkungen auf die Umwelt notwendig. Diese Rückkopplung findet aktuell nur in Ausnahmefällen statt. Dies liegt dran, dass die an der Bauleitplanung beteiligten Akteure nicht mit der Umsetzung oder der Umweltüberwachung befasst sind. Die Kommunikation mit den verantwortlichen Landschaftsplanern, die auf einer kleinräumigeren Ebene die Umsetzung und den Bau der Gebiete beaufsichtigen, findet nur sehr selten statt (H2). Eine Wirkungskontrolle ist damit schwer möglich. Aus

Personalmangel kann die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (Dach-, Fassadenbegrünung oder Baumpflanzungen) auf privaten Grundstücken selten überwacht werden. Hinzukommt, dass auf der Umsetzungsebene das allgemeine Verständnis für Gesamtzusammenhänge fehlt und die Notwendigkeit für Anpassungsmaßnahmen nicht immer erkannt wird (H2, Bre2). Mit der Folge, dass die Vorgaben im Bebauungsplan durch Ausnahmetatbestände umgangen werden. Um eine Umsetzung der Ausgleichsmaßnahmen zu sichern, wird diese in städtebaulichen Verträgen geregelt (siehe „Gartenstadt Werdersee“ und Kapitel 6.6.1.)

In der Praxis der Bauleitplanung ist es nur schwer möglich aus dem Umgang mit Unsicherheiten einen Lernprozess zu entwickeln, der durch regelmäßiges Überprüfen möglicher Auswirkungen Informationen weitergeben kann. Trotzdem werden Strategien entwickelt, Unsicherheiten zu reduzieren, indem Risiken ausgeschlossen, Trendentwicklungen zugrunde gelegt, Planungsalternativen entwickelt und eine intersektorale Kommunikation mögliche Wechselwirkungen ermittelt.

Obwohl die aktuelle Praxis der Umweltprüfung in der Bauleitplanung nur wenige Spielräume bietet, Klimawandelunsicherheiten in die Planung zu integrieren, haben die Praktiker Möglichkeiten gefunden, mit diesen Unsicherheiten umzugehen. Dies zeigt sich darin, dass mögliche Trends beschrieben werden, Klimafolgen in der Öffentlichkeitsbeteiligung und TÖB-Beteiligung angesprochen werden. Zudem werden Bebauungspläne so spät und so kleinteilig wie möglich erstellt, um auf aktuelle Ereignisse reagieren zu können oder durch eine geringen Festsetzungstiefe Umsetzungsspielräume für eine spätere Entwicklung offen zu lassen.



## 8 Schlussfolgerungen, Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf

### 8.1 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit bestätigt die zu Beginn aufgestellten Forschungsthesen:

1. **Umgang mit Unsicherheiten:** Die Integration der Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung ermöglicht es der Bauleitplanung, mit Unsicherheiten umzugehen und die Anpassungsfähigkeit der Stadtentwicklung an sich verändernde Umweltbedingungen zu steigern.
2. **Inhalt:** Die inhaltliche Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung geht über die Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter hinaus und zielt darauf ab, die Wechselwirkungen zwischen den Folgen des Klimawandels und der Stadtentwicklung zu erfassen.
3. **Prozess:** Trotz einiger Anwendungsbeispiele ist die allgemeine Integration der Klimafolgenabschätzung in das Verfahren der Umweltprüfung noch nicht abschließend geklärt.

Im folgenden Kapitel 8.1. werden die Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Forschungsthesen getroffen und erleutert.

#### 8.1.1 Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten der Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung

Die Wechselwirkungen zwischen dem menschengemachten Klimawandel und der Umwelt sind komplex und nur teilweise erforscht. Sie sind immer noch mit unterschiedlichen Unsicherheiten verbunden. Zur Beschreibung dieser Wechselwirkungen gibt es sowohl stabilisierende als auch destabilisierende Elemente. Die komplexe Entwicklung sozioökologischer Systeme durch den Klimawandel lässt sich anhand des Modells der Resilienz abbilden (Holling 1973). Das Modell macht deutlich, dass der Übergang von einem stabilen, vorhersehbaren Zustand in einen instabilen und unsicheren Zustand abhängig von Kippunkten ist. Bezogen auf unsere Umwelt macht das Modell deutlich, dass das Überschreiten dieser Kippunkte die Lebensräume maßgeblich und unwiderruflich verändern kann. Die Unsicherheiten werden auch dadurch verstärkt, dass sich die Auswirkungen des Klimawandels nur in gewissen Bandbreiten projizieren lassen, da sie von der Entwicklung der Treibhausgasemissionen und verschiedenen Unsicherheiten in den Projektionen der Klimamodellierungen abhängen.

Nichtsdestotrotz müssen wir uns mit den Folgen des Klimawandels auseinanderzusetzen und ihnen entgegenwirken. Deswegen wird in der Stadtentwicklung die Anwendung von Planungsmethoden immer wichtiger, welche den Umgang mit Unsicherheiten ermöglichen. Unsicherheiten entstehen entweder aufgrund fehlender Informationen über Wirkzusammenhänge oder fehlender Informationen über das Ausmaß oder die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses (BMVBS 2013).

Das Risikomanagement, die Szenario-Planung und das Adaptive Management eignen sich dazu, Unsicherheiten in die räumliche Planung einzubinden und besser abschätzen zu können. Dies wird im folgenden Abschnitt erklärt.

Die Datengrundlagen über die Auswirkungen des Klimawandels auf die verschiedenen Schutzgüter sind sehr unterschiedlich. Sind die Wirkungen bekannt und das Ausmaß dieser noch nicht absehbar, können sie durch eine Abschätzung der Risiken und das Festlegen von Grenzwerten und Handlungsstrategien gesteuert werden. Beispielsweise sind die Wirkungszusammenhänge und Tendenzen für die Entstehung und die Auswirkungen von vor Hochwasser, Starkniederschlägen und Hitzebelastungen in Städten bekannt. Hier werden bereits Risikoabschätzungen und Projektionen für die Planung genutzt (Heiland 2009). So genannte „no-regret“-Maßnahmen helfen zusätzlich im Vorfeld, die potenziellen

Auswirkungen besonders extremer Ereignisse abzumildern. Ihre Akzeptanz wird durch ihre Multifunktionalität gesteigert.

Sind im Gegensatz dazu die Wirkungen nicht ausreichend bekannt, wie dies beispielsweise für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Artenvielfalt und die Entwicklung der Lebensräume der Fall ist, reicht das Risikomanagement nicht aus (Heiland 2009). Aufgrund der erhöhten Unsicherheiten wird es zunehmend wichtiger, diese Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Dies bedeutet, die Veränderungen der Lebensräume zu beobachten und zu dokumentieren. Dadurch kann rechtzeitig nachjustiert werden. Dies ist möglich, indem Planungsprozesse zyklisch gestaltet sind. Zyklische Planungsprozesse zeichnen sich dadurch aus, dass sie im Voraus unterschiedliche Szenarien berücksichtigen, Handlungsalternativen entwickeln und Veränderungen dokumentieren können. Dafür eignen sich die Methoden der Szenario Planung und des Adaptive Managements, welche die Entwicklung kreativer Lösungen und die Lernfähigkeit städtebaulicher Planungen erhöhen und damit dem Umgang mit unbekanntem Klimafolgen erleichtern.

Die Umweltprüfung enthält Elemente dieser Methoden und könnte den Umgang mit Unsicherheiten in der Bauleitplanung erleichtern. Dies sind beispielsweise die Entwicklung von Szenarien in der Nullvariante und der Alternativenprüfung, die Zielbestimmung, die Entwicklung von „No-Regret“- und „Win-Win“-Lösungen, das Monitoring und eine frühzeitige und kontinuierliche Beteiligung.

Die Untersuchung der praktischen Anwendung hat hingegen gezeigt, dass Unsicherheiten in der Umweltprüfung selten in den Vordergrund gestellt werden. Die Planungspraxis versucht die Benennung von Unsicherheiten zu vermeiden, um weitere unverhältnismäßig aufwändige Prüfungen und Umweltüberwachungen zu umgehen. Die in den Bebauungsplänen vorausgesetzte Rechtsicherheit für Dritte erschwert dies zusätzlich. Umweltprüfungen sind Teil eines Verfahrens, das im Spannungsfeld zwischen der Notwendigkeit steht, einerseits schnell Entscheidungen treffen zu müssen, um Planungsprozesse nicht zu verzögern, und andererseits Informationen zu generieren, die mögliche Umweltauswirkungen festhalten, deren langfristigen Auswirkungen noch nicht absehbar sind (Birkmann/Blätgen 2015).

Der zyklische Charakter des Adaptive Management lässt sich aufgrund der Linearität des Aufstellungsverfahrens von Bebauungsplänen nur bedingt umsetzen, da es mit einer auch für Dritte verbindlichen Planentscheidung endet, die eine Adaption der Planinhalte nur begrenzt zulässt. Eine regelmäßige Prüfung der Planinhalte und ihrer Auswirkungen ist hier bisher nicht vorgesehen. Die Entwicklung und Anwendung eines Konzepts zur Umweltüberwachung und Monitorings könnte helfen, diese Auswirkungen zu erfassen und Anpassungsstrategien vorzubereiten. Aktuell führt das Monitoring nicht dazu, mögliche Auswirkungen der Planentscheidung regelmäßig zu überprüfen. Sogar in der Flächennutzungsplanung gibt es keine Verpflichtung, diese Planinhalte regelmäßig zu reflektieren. Ob eine Neuaufstellung der Bauleitpläne durchgeführt wird, liegt im Ermessen der Planungsträger und wird mit der Erforderlichkeit der „*städtebaulichen Entwicklung und Ordnung*“ begründet (§1 Abs. 3 BauGB).

Ein kontinuierliches Monitoring der Veränderung der Schutzgüter durch den Klimawandel im städtebaulichen Kontext könnte als Warnsystem genutzt werden, um frühzeitig eine Planungserforderlichkeit zu erkennen. Dafür sollte die Umweltüberwachung Indikatoren und Schwellenwerte vorsehen, welche die Erforderlichkeit für eine Neuaufstellung der städtebaulichen Pläne begründen könnten. Es wurden erste Ideen für Indikatoren zur Betrachtung der Klimafolgen in der räumlichen Planung entwickelt (Helbron et al. 2011). Für die Planungsebene der Bauleitplanung gibt es jedoch keine verwendbaren Vorschläge, die Daten für die Umweltüberwachung mit einem

angemessenen Aufwand generieren können, ohne daraus eine „Forschungsarbeit“ zu machen (vgl. Hanusch 2009). Ein Rückgriff auf vorhandene Daten ist akutell nur begrenzt möglich.

### 8.1.2 Inhalt: Abschätzung der Auswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung auf die Umwelt

Mit der Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung wird ein Perspektivwechsel notwendig, der nicht mehr nur die Wirkung des geplanten Vorhabens auf die Umwelt in den Mittelpunkt stellt, sondern auch die Wechselwirkungen des Klimawandels mit den Projekten und Planungen und der Umwelt beschreibt (siehe Kapitel 5). Hinzu kommen Risiken, die sich durch den Klimawandel für die geplanten Vorhaben ergeben können.

Saisonale Verschiebungen, vermehrte Niederschläge und Hochwasser in den Herbst- und Wintermonaten sind Extreme, die durch den Klimawandel verstärkt werden. Zugleich steigt die Häufigkeit für Starkniederschläge, Hitzewellen, langanhaltenden Trockenperioden und Dürren im Frühjahr und Sommer. Es wird deutlich, dass alle Schutzgüter, die in der Umweltprüfung untersucht werden, vom Klimawandel betroffen sind.<sup>42</sup> Eine städtebauliche Entwicklung kann die Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter verstärken. Ihre Wechselwirkungen sind vielseitig und werden in dieser Arbeit zusammengefasst. Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Schutzgüter können selten quantifiziert werden. Tabelle 3 beschreibt die Auswirkungen des Klimawandels und ihrer Wechselwirkungen mit der Stadtentwicklung auf die betroffenen Schutzgüter. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf folgende Schutzgüter und Räume gelegt werden:

- Grünstrukturen, die sowohl für das Siedlungsklima als auch für den Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts notwendig sind,
- fruchtbare Böden mit einer hohen Grundwasserneubildungsrate oder Wasserspeicherkapazität und
- Lebensräume für feuchtigkeitsliebende Arten.

Hierbei ist es wichtig, für diese Schutzgüter und Räume, Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln. Aus den Auswirkungen des Klimawandels lassen sich Ziele und Maßnahmen einer klimaangepassten Stadt- und Quartiersentwicklung ableiten (Tabelle 4), welche eine resiliente, wasser-, temperatursensible und biodiverse Stadt- und Quartiersentwicklung anstreben (Tabelle 6). Die entwickelten Zielbilder sind aufgrund der Komplexität der Wechselwirkungen nicht trennscharf und bedingen sich gegenseitig. Auf allen Planungsebenen sind Instrumente und Fachinformationen vorhanden, die eine Ermittlung der Aussagen einer Klimafolgenbetrachtung unterstützen. Einige gesamtplanerischen und fachplanerischen Vorgaben, Normen und Informationsgrundlagen enthalten Bemessungsgrundlagen, Orientierungs- oder Richtwerte. Sie dienen der Risikovermeidung und Risikominderung. Wasserwirtschaftliche und stadtklimatische Schwerpunkte stehen dabei bisher im Vordergrund.

Obwohl der Schutzstatus der Biodiversität hoch ist, ist die Beurteilung der Entwicklung der Artenvielfalt im Klimawandel vergleichsweise schwierig. Dies liegt an der Komplexität der Systemzusammenhänge, die nicht immer abschließend bekannt sind. Bisher wird davon ausgegangen, dass vor allem feuchtigkeitsliebende Lebensräume besonders empfindlich sind. Welche Habitate im Einzelnen durch den Klimawandel am höchsten gefährdet sind, ist Forschungsgegenstand zahlreicher Studien.

<sup>42</sup> Das Schutzgut „Fläche“ nimmt hier eine gesonderte Stellung ein, da es sich vor allem damit befasst, für den Flächenverbrauch durch die städtebauliche Entwicklung, ein Bewusstsein zu schaffen und dadurch einzudämmen.

Die Bauleitplanung verfügt über Möglichkeiten, die Ziele einer klimaangepassten Stadt- und Quartiersentwicklung mit den in §5 und §9 BauGB vorgegebenen Darstellungs- und Festsetzungsmöglichkeiten zu steuern (Diepes 2017, Kapitel 4). Durch multifunktionale Festsetzungen und Darstellungen kann die Begründung für Maßnahmen erleichtert werden, welche Flächen für die Anpassung an noch nicht quantifizierbare Klimafolgen reservieren. Sofern sie sich auf anpassungsrelevante Fachplanungen berufen können, erleichtert dies die Planentscheidung (z.B. Hochwasserrisikomanagementpläne). In anderen Bereichen ist es Aufgabe der Kommunen, Risiken und Vulnerabilitäten zu ermitteln. Technische Richtlinien und Anleitungen bieten hierfür themenbezogen standardisierte Prüfmethode an. Im Fall der Starkregenvorsorge können Starkregengefahrenkarten, Schadenspotenzial- und Risikokarten erstellt werden, die auf den Vorgaben technischer Regelwerke basieren (z.B. DWA, VDI, DIN). Für die Entwicklung von Stadtklimagutachten gibt es basierend auf VDI-Richtlinien standardisierte Vorgaben zur Darstellung der Stadtklimakartierung und Planhinweiskarten. Für die Bestimmung von Gebieten und Bevölkerungsgruppen im Stadtgebiet, die besonders von Hitze betroffen sind, werden unterschiedliche Indikatoren angewandt. Diese beziehen sich oft auf die aktuelle Altersstruktur, soziale Einrichtungen oder die allgemeine Sozialstruktur der Stadtteile.

Die Steuerungsmöglichkeiten der Bauleitpläne beschränken sich auf die Vorgaben in §5 und §9 BauGB und eignen sich unter anderem dafür:

- ausreichend Flächen für Hochwasserrisikobereiche, Regenwasserbewirtschaftung, Durchlüftung und Biotopentwicklung freizuhalten und
- Gebäudehöhen und –Stellung, Mindesterdgeschosshöhen, Grünstrukturen (Dach- und Fassadenbegrünung, Bepflanzungen) festzulegen.

Werden Regewasserbewirtschaftungskonzepten und mikroklimatische Gutachten von Anfang an in die Planung eingebunden, lassen sich diese mit geringem Aufwand in den städtebaulichen Entwurf integrieren.

Die Umweltprüfung ermittelt, beschreibt und bewertet erhebliche Umweltauswirkungen einer Flächennutzungsplanung oder eines Bebauungsplans. Als Trägerverfahren fasst sie in der Bauleitplanung alle umweltrelevanten Prüfverfahren zusammen (FFH-Verträglichkeitsprüfung, Eingriffsregelung und Umweltprüfung; siehe Kapitel 5). Dabei werden die Schutzgüter Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima, Pflanzen, Tiere, Biodiversität, menschliche Gesundheit, Kultur- und Sachgüter und ihre Wechselwirkungen betrachtet. Der Arten- und Biotopschutz wird im Sinne der EU-rechtlichen Vorgaben der FFH- und Vogelschutzrichtlinie vorrangig behandelt. Im Gegensatz dazu ist die Prüfung der Schutzgüter der menschlichen Gesundheit und der Kultur- und Sachgüter ausschließlich Teil der Umweltprüfung. Alle anderen Schutzgüter werden zusätzlich in der Eingriffsregelung des BNatschG thematisiert, welche den Ausgleich für die Eingriffe in die Schutzgüter Tiere, Pflanzen, Klima, Luft, Boden, Flächen, Wasser und Landschaft ermitteln soll. In der Praxis liegt der inhaltliche Schwerpunkt überwiegend auf den Lebensräumen für Tiere und Pflanzen. Zusätzlich wird von den Interviewpartnern bemängelt, dass die negative Konnotation des Begriffs Klimaanpassung hinderlich für die Umsetzung notwendiger Anpassungsmaßnahmen sei. Dadurch kommt es vor, dass der Belang der Klimaanpassung in der Abwägung häufig unterliegt. Das fehlende Bewusstsein für die Bedeutung der festgesetzten Anpassungsmaßnahmen und deren Zusammenhänge zeigt sich auch darin, dass die Vorgaben der Bebauungspläne durch Ausnahmetatbestände in den Baugenehmigungen umgangen werden.

Zur Ermittlung, Beschreibung und Bewertung erheblicher Umweltauswirkungen, die zusätzlich durch den Klimawandel verstärkt werden können, steigt der Bedarf, schutzgutbezogene Prüfstandards zu

entwickeln und Datengrundlagen bereitzustellen. Für die Bauleitplanung werden bisher Informationen aus vorliegenden Fachplänen, Gutachten oder Umweltinformationsdiensten der Länder und Kommunen genutzt. Die dort vorhandenen Daten zur Klimaveränderung beziehen sich meist auf die regionale Ebene (siehe Kapitel 6). Standardisierte Kennzahlen, welche auf kommunaler Ebene eine Orientierung bieten können, werden in der Planungspraxis selten genutzt. Dabei würden sie die Integration der Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung erleichtern.

Die Eingriffsregelung des BNatschG trägt dazu bei, Eingriffe für alle Schutzgüter gleichwertig zu untersuchen. Für die Eingriffsregelung ist es hilfreich, eine Bewertungsmethode zu nutzen, welche die Schutzgüter im Hinblick auf eine resiliente Umwelt in der Stadt prüft. Das Ziel ist dabei die Vulnerabilität der einzelnen Schutzgüter zu reduzieren und ihre Resilienz gegenüber den Klimafolgen zu erhöhen. Mit dem Entwurf der Bundeskompensationsverordnung (2013 und 2019) wurde versucht, einen ersten Schritt vorzunehmen, den Ausgleich bei anderen Schutzgütern nachvollziehbar ermitteln zu können. Dabei ist Bedeutung der Schutzgüter im Klimawandel erkennbar. Auch das Land Berlin hat ein Bewertungssystem entwickelt, welches Aussagen zum Stadtklima, zur Durchlüftung, zur Verschattung, zur Durchgrünung, zur Versickerung und zur Verdunstung in der Eingriffs- und Ausgleichsbewertung macht (SenUVK 2017, siehe Kapitel 6).

Landschaftspläne können zusätzlich die Umweltprüfung in der Bauleitplanung unterstützen. Sie fassen die Belange des Umwelt- und Naturschutzes zusammen und formulieren Zielvorstellungen für ihre Entwicklung. Dadurch wird die Integration der Klimafolgenbetrachtung in der Bauleitplanung unter Einbeziehung der Schutzgüter gestärkt (Reese et. al. 2016). Ihre Bestandsaufnahme und Bewertung wird in der Umweltprüfung genutzt (§2 Abs. 4 S. 6 BauGB). Sie bezieht sich auf alle bodengebundenen Schutzgüter. Unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels wird der Bedarf steigen, alle Schutzgüter gleichwertig in die Landschaftsplanung zu integrieren (Riedel et al. 2016: 438). Eine regelmäßige Aktualisierung und Überarbeitung der Pläne würde helfen, eine schutzgutbezogene Klimafolgenbetrachtung auf kommunaler Ebene durchzuführen. Da die Entwicklung von Natur und Landschaft im direkten Konflikt mit dem steigenden Wohnraumbedarf in schnellwachsenden Kommunen steht, kann dies dazu führen, dass schnellwachsende Kommunen mit einer Neuaufstellung des Landschaftsplans zurückhalten sind (siehe Kapitel 6.2.). Auch hier zeigt sich wieder, dass die Veränderungen durch den Klimawandel regelmäßig durch Planungszyklen erfasst werden sollten, da nur so Handlungsbedarfe benannt und umgesetzt werden können.

### **8.1.3 Prozess: Umweltprüfung als (Lern-)Prozess im Umgang mit den Folgen des Klimawandels**

Die Umweltprüfung enthält Elemente, welche den Umgang mit Unsicherheiten, Lernprozesse und damit die Betrachtung der Klimafolgen in den räumlichen Planungsprozessen erleichtern können. Die Praxisbeispiele haben gezeigt, dass in der Bauleitplanung nicht alle für die Klimafolgenbetrachtung notwendigen Elemente genutzt werden.

Nichtsdestotrotz wurden erste Ansätze gefunden, die ohne große Anpassung des Systems umsetzbar waren. Diese sind in Abbildung 47 mit einem grünen Rahmen hervorgehoben. Dabei werden Klimafolgen in der frühzeitigen Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung thematisiert, Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen für den Schutz vor Hitze, Hochwasser und Starkniederschlägen angewandt, Maßnahmen zur Minderung und zum Ausgleich sich verstärkender Umweltauswirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung in den Bauleitplänen dargestellt und festgelegt sowie die Ziele in die Bewertungsmethodik der Eingriffsregelung eingebunden (siehe Kapitel 6). Die Entwicklung und der



Vergleich von Alternativen findet im Rahmen der frühzeitigen Beteiligung, der Durchführung von städtebaulichen Wettbewerben oder der Entwicklung technischer Lösungen statt.

Obwohl die Nullvariante erwähnt wird, ist ihre Anwendung bezogen auf die Klimafolgenbetrachtung ungeklärt. Grundsätzlich beziehen sich die Analysen der Umweltprüfungen auf die Weiterentwicklung des Status-Quo. Mögliche Auswirkungen des Klimawandels spielen keine Rolle. Begründet wird dies damit, dass die Daten nicht in der Form vorliegen, dass aus ihnen eine Nullvariante entwickelt werden kann, welche die Veränderungen der Schutzgüter durch den Klimawandel mit einbezieht. Die Kommunen behelfen sich deswegen mit groben Trendaussagen und Vulnerabilitätsanalysen, welche eine Orientierung für eine mögliche Entwicklung geben können. Gerade die Alternativenprüfung, welche Möglichkeiten bieten, Unsicherheiten durch die Beschreibung einer Bandbreite an verschiedenen Zukünften zu begegnen, spielt in der Bauleitplanung eine untergeordnete Rolle. Alternativen werden nicht dazu genutzt, gezielt mögliche Szenarien in die Planung einzubinden. Die Chancen, die sich aus einer dieser Sichtweisen ergeben kann, werden in der Planungspraxis nicht erkannt. Planspiele dazu könnten die Möglichkeiten und Hindernisse für die Bauleitplanung erfassen. Ziele der Klimaanpassung und Szenarien-Entwicklung bereits in das Wettbewerbsverfahren zu integrieren, könnten den Vergleich alternativer Lösungen ermöglichen.

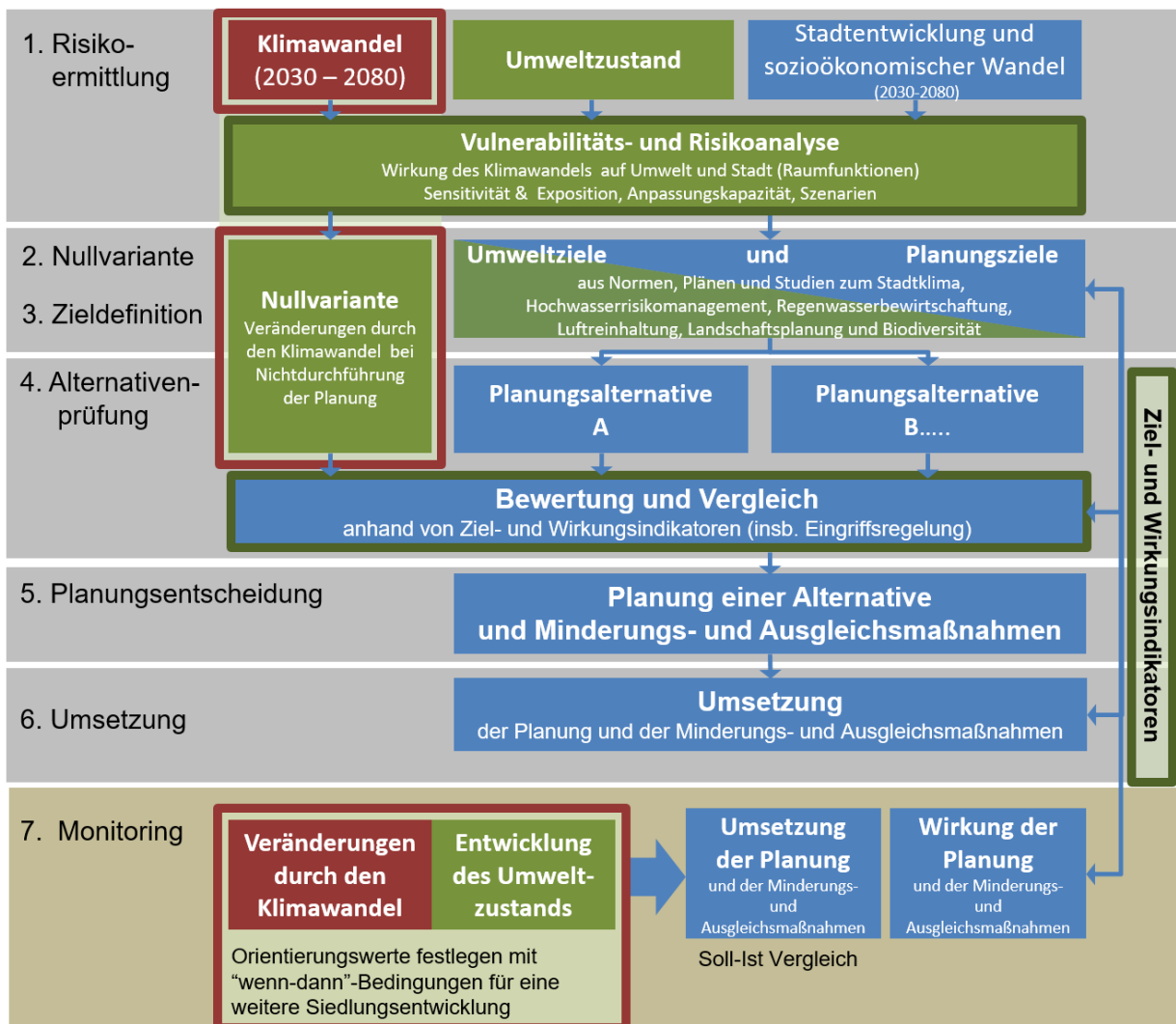


Abbildung 46: Handlungsbedarfe zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung, gute Beispiele vorhanden (grüner Rahmen) und zu überwindende Hemmnisse (roter Rahmen) (eigene Darstellung)

Hemnisse bestehen darin, Planungshorizonte weiter in die Zukunft auszudehnen und damit mögliche klimawandelbedingte Entwicklungen der Schutzgüter in die Betrachtung der Nullvariante zu integrieren. Für die Praktiker ist unklar, welche Zeithorizonte und Inhalte in die Nullvariante einbezogen werden sollten. Balla (et al. 2018) schlagen vor, den Planungshorizont auf die maximale Lebensdauer der Vorhaben auszuweiten. Damit könnten alle möglichen Risiken eingebunden und im Nachgang überwacht werden. Sinnvoll wäre es dafür auf der Ebene der Gesamtstadt, Szenarien zu entwickeln, die für die Betrachtung der Nullvariante als Grundlage genommen werden können.

Würde die Umweltüberwachung über die Umsetzung und Wirkung der Planung hinausgehen und die Veränderung des Umweltzustandes durch den Klimawandel mit einbeziehen, könnten Strategien umgesetzt werden, welche eine Anpassung an diese Veränderungen zulassen. Wissenslücken über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Umwelt und deren Wechselwirkungen mit dem Vorhaben werden in den Praxisbeispielen nicht thematisiert und sind damit für die Umweltüberwachung nicht relevant. Hanusch (2009) hebt die besondere Funktion der Umweltüberwachung hervor. Anlage 1 des BauGB und §4c BauGB erwähnen die Umweltüberwachung als ein Instrument, das „die Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen und die erheblichen Umweltauswirkungen“ der „Durchführung der Bauleitpläne“ kontrollieren soll. Bisher beschränkt sie sich auf eine Umsetzungskontrolle der Ausgleichsmaßnahmen. Würde die Umweltüberwachung weiterentwickelt und der erwähnte Perspektivwechsel vorgenommen, würde dies bedeuten, auch die Wechselwirkungen des Klimawandels mit der Durchführung der Bauleitplanung zu beobachten. Durch eine gesamtstädtische Umweltüberwachung könnte auch die Funktionsfähigkeit der Flächendarstellungen im Flächennutzungsplan regelmäßig überprüft werden. Die Ausweitung auf ein Klimafolgenmonitoring könnte eine Entscheidungsgrundlage für die Neuaufstellung bzw. Anpassung eines Bebauungsplans sein. Die Umweltüberwachung sollte so gestaltet sein, dass sie die in der Umweltprüfung zu untersuchenden Schutzgüter mit einbezieht.

Wie bereits erwähnt sind zyklische Anpassungen an sich verändernde Umweltbedingungen für Bebauungspläne auf den ersten Blick nicht vorgesehen und bedürfen einer ausführlichen Prüfung. Ein Hemmnis hierfür ist die Rechtsnatur der verbindlichen Bauleitplanung, welche im Gegensatz zu weniger verbindlichen Entwicklungsstrategien (z.B. Stadtentwicklungskonzepte oder städtebauliche Rahmenpläne), eine Rechtsverbindlichkeit gegenüber Dritten aufweist und eine Neuaufstellung bzw. Überarbeitung nur unter bestimmten Voraussetzungen ermöglicht. Eine Anpassung kann nur bei einer Fortschreibung oder Änderung des Bebauungsplans erfolgen. Wären die Aussagen der Bebauungspläne flexibler und anpassungsfähiger, könnte dies den Charakter der Bebauungspläne verändern und ihre Steuerungskraft gegenüber Dritten beschneiden.

Auch Flächennutzungspläne werden selten fortgeschrieben. Die Entscheidung darüber liegt im Ermessen der Gemeinde, da es keine vorgeschriebenen Fristen für eine Neuaufstellung oder Überarbeitung der Pläne gibt. Ein Großteil der Kommunen verwendet zur Aktualisierung der Flächennutzungspläne das Parallelverfahren und meidet damit die Prüfungen der gesamtstädtischen Situation. Eine Einbindung neuer Erkenntnisse zu besonders vulnerablen Flächen ist dadurch nicht möglich.

Auch wenn keine Umweltüberwachung durchgeführt werden kann, sollte die Funktionsfähigkeit der Flächendarstellungen im Flächennutzungsplan regelmäßig überprüft werden. Die Neuaufstellung eines Flächennutzungsplanes könnte neue Flächenkategorien beinhalten, welche im Sinne eines „Baurechts auf Zeit“ genutzt werden könnten. Fischer (2013: 206) schlägt hierfür die Darstellung von „Risikozonen“ vor, die mit verbundenen Auflagen im Flächennutzungsplan umsetzbar wären. Durch die Darstellung von „Risikozonen“ im Flächennutzungsplan könnten besonders vulnerable Bereiche gekennzeichnet werden, die eine besondere Betroffenheit aufweisen. Die dort entwickelten Bebauungspläne könnten unter

bestimmten Vorbehalten, die einer regelmäßigen Überprüfung unterliegen würden, umgesetzt werden. Diese würden an Richtwerten und Fristen gebunden sein, welche im Fall einer Überschreitung entsprechende Abhilfemaßnahmen vorsehen.

Die vorgeschlagenen Elemente zur Einbindung der Klimafolgen in die Umweltüberwachung stoßen in der Praxis an die Grenzen der Verhältnismäßigkeit in der gemeindlichen Umsetzung. Eine Dokumentation der erwähnten Wissenslücken, der Entwicklung des Umweltzustandes und der Veränderungen durch den Klimawandel würde den machbaren Aufwand den Kommunen übersteigen. Hier sind andere Stellen gefordert, den Kommunen durch eine geeignete übergeordnete Umweltüberwachung, Erforschung der Klimaauswirkungen auf Tiere und Pflanzen und der Wechselwirkungen mit der Stadtentwicklung für die Bauleitplanung nutzbare Daten zur Verfügung zu stellen.

## **8.2 Handlungsempfehlungen**

Eine Intergration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung kann von den Kommunen nicht im Alleingang bewerkstelligt werden. Vielmehr sind alle Entscheidungsebene und Forschungseinrichtungen und die Wissenschaftskommunikation gefordert. Im Folgenden wird auf die Entscheidungsebenen der Kommunen, der Länder, des Bundes und der Forschungseinrichtungen eingegangen.

### **8.2.1 Umgang mit Unsicherheiten und prozessuale Anpassung**

#### Kommunale Ebene

Der Umgang mit Unsicherheiten bedeutet vielerorts, auf Trendaussagen zurückzugreifen und die Folgen des Klimawandels bewusst in die Umweltberichte einzubinden. Damit werden mögliche Entwicklungen transparent kommuniziert. Gerade dadurch, dass sich die Umwelt durch den Klimawandel schneller verändert, gewinnen kommunikative Elemente in der Planung an Bedeutung. Umso mehr Personengruppen an einer Planung beteiligt werden, umso größer ist der Lerneffekt im Umweltprüfungsprozess (Fischer et. al. 2009). Der Austausch zwischen den Beteiligten, Experten und Betroffenen über mögliche Auswirkungen und Erfahrungen aus bisher gemachten Prozessen stärkt dabei die Lernfähigkeit des Systems in der städtebaulichen Planung. Im Hinblick auf den Klimawandel ist ein Wissensmanagement mit größtmöglicher Transparenz erforderlich, das entscheidende Informationen schnell und einfach zugänglich und anwendbar macht.

Im Umgang mit Unsicherheiten werden Planungsmethoden wichtiger, welche Lernprozesse ermöglichen. Das Prinzip des Adaptive Management ist geeignet, Lernprozesse in die Planung zu integrieren, da es analytisch-planende und kommunikative Elemente miteinander vereint. Dies bedeutet auch aus vorangegangenen Planungsprozessen zu lernen, die gemachten Erfahrungen zu reflektieren und zu kommunizieren. Kommunikation und Kooperation sind Schlüsselfaktoren für die Beschleunigung einer strukturierten Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Bauleitplanung. Beteiligungsverfahren sind wichtig, um ein Bewusstsein für Klimafolgen zu schaffen und in die Umweltprüfung zu übernehmen. Die Erfahrungen geben Hinweise darauf, welche Handlungserfordernisse für die Umweltprüfung in der Bauleitplanung erforderlich sein können. Gute Erfahrungen werden außerdem durch die Zusammenarbeit mit anderen Facharbeitsstellen und Netzwerken gemacht, welche eine ressortübergreifende Strategieentwicklung möglich macht. Regelmäßige Vernetzungstreffen, Facharbeitsgruppen und transdisziplinäre Projekte erweitern den Kenntnisstand. Dadurch können alle Handlungserfordernisse der Klimaanpassung und der Stadtentwicklung abgestimmt bearbeitet werden. Fehlende Erfahrungen und Fachkompetenz bei der Umsetzung und Einschätzung der Klimafolgen in den

Verwaltungen hingegen erschweren den Prozess. Das Verständnis für Gesamtzusammenhänge ist größer, wenn in den Verwaltungen bereits Erfahrungen durch mögliche Anpassungsmaßnahmen gemacht wurden und ein entsprechendes Fachwissen darüber vorliegt. In Stuttgart stellt die Abteilung Stadtklimatologie beispielsweise ihr Fachwissen für die Bauleitplanung zur Verfügung. Die Mitarbeitenden beraten und erstellen stadtklimatologische Simulationen für geplante Baugebiete. In einer Dänischen Studie hat sich gezeigt, dass externe Büros durch ihre Erfahrung aus anderen Projekten den Umgang mit den Klimafolgen und die Anwendung eines Monitorings systematisch in die Umweltprüfung integrieren können (Larsen et al. 2013).

Um klare Ziele in der Umweltprüfung zu formulieren, die auf die Klimafolgen eingehen, muss darauf eingegangen werden, dass sich der Umweltzustand bei Nichtdurchführung der Planung (Nullvariante) verändern kann. Dazu kommt, dass es notwendig wird, die zeitlichen Planungshorizonte bis 2100 zu erweitern und Planungsalternativen zu untersuchen, die sich auf unterschiedliche Szenarien beziehen können, welche Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern betrachten (Wilson/Piper 2011: 164).

Ein Monitoringsystem mit festen Fristen und zeitlichen Anpassungsvorgaben würde offenlegen, ob die vorgenommene Planung immer noch von den zum Beginn der Planung angenommenen Rahmenbedingungen ausgehen kann (Fischer 2013). Diese Aussage bezieht sich vor allem auf Bebauungspläne, die als Angebotsplanungen aufgestellt werden und deren Umsetzung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt. Zwischen dem Zeitpunkt der Planaufstellung und dem Zeitpunkt der Umsetzung könnten sich die Voraussetzungen für eine Umsetzung der Planung verändert haben. Diese veränderten Voraussetzungen entstehen durch neu gewonnene Erkenntnisse der Klimafolgenforschung, durch die Entwicklung von Umweltstandards oder durch die direkte Betroffenheit der Fläche (von bisher nicht vorhergesehenen Ereignissen). In diesen Fällen wäre eine schrittweise Anpassung an die sich veränderten Umweltbedingungen notwendig. Zusätzlich können bauliche Entwicklungen anpassungsfähiger gemacht werden, indem die Bandbreite möglicher Risiken als Planungsgrundlage genutzt werden. Ein indikatorenbasiertes Monitoring kann Erfahrungen dokumentieren und reflektieren. Die weitere Planung könnte daraus Konsequenzen ziehen und sich fortentwickeln. Die Beschreibung von Wissenslücken im Umweltbericht mit einem klimawandelintegrierten Ziel- und Indikatoren-System der nachhaltigen Stadtentwicklung würde die Beobachtung der Umweltveränderungen erleichtern. Damit können die Verantwortlichen Anpassungsbedarfe identifizieren und die Wirkung der umgesetzten Maßnahmen überprüfen, anpassen und aktiv nach Lösungen suchen (Schlipf 2018).

Die Auswirkungen der Siedlungsentwicklung und des Klimawandels auf die Umwelt gehen über die bisher zu Grunde gelegten Planungszeiträume hinaus. Planungszeiträume, die der Lebensdauer der geplanten Vorhaben entsprechen, können die Bedeutung der Klimaanpassung in der Abwägung gegenüber dem aktuellen Wohnraumbedarf erhöhen. Da Klimaanpassungsmaßnahmen, die sich an langfristigeren Klimaveränderungen orientieren, gravierender ausfallen müssen, sollten sie in die städtebauliche Planung einbezogen werden.

#### Landes- und Bundesebene

Im Allgemeinen sind kleine und mittlere Kommunen mit der Integration der Klimafolgenbetrachtung personell, finanziell und zeitlich überfordert. Gerade für diese Kommunen ist ein Beratungsangebot zu einem nachhaltigen Umgang mit den Klimafolgen in der Stadtentwicklung hilfreich, das Methoden vermittelt, wie mit Unsicherheiten in der Planung umgegangen werden kann. Ein gegenseitiger Austausch zwischen den Kommunen ermöglicht es, aus den Erfahrungen der Netzwerkpartner zu lernen. Zusätzlich können Informationen zum Umgang mit Unsicherheiten zur Verfügung gestellt werden. Diese sollten gute Umsetzungsbeispiele enthalten. Auch kleine und mittlere Gemeinden sollten dazu befähigt

werden, Klimaanpassungskonzepte, Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen zu erstellen. Dies ist nur über eine Förderung dieser Netzwerke machbar.

Nichtsdestotrotz ermöglicht der aktuelle Rechtscharakter des Bauleitplans nur bedingt eine zyklische Betrachtung der Planung, welche einerseits die Anpassungsfähigkeit städtebaulicher Plaungen und Entwicklungen erhöhen würde und andererseits die Rechtsverbindlichkeit für Dritte nur noch begrenzt ermöglichen würde. Hier sind die Gesetzgeber gefordert, das Für und Wider flexibler und anpassungsfähiger Bauleitpläne zu erörtern und gegebenenfalls die Gesetzesgrundlagen anzupassen.

Kommune	Land & Bund
Unsicherheiten	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sofern keine weiteren Daten vorhanden sind, auf Trendaussagen zurückgreifen,</li> <li>• die Klimafolgen bewusst in die Umweltberichte einbinden und damit Transparenz schaffen,</li> <li>• eine transparente Kommunikationskultur im Bauleitplanverfahren,</li> <li>• den ressortübergreifenden Erfahrungsaustausch fördern,</li> <li>• Erfahrungen aus vorangegangenen Planungsprozessen weitergeben,</li> <li>• Fachexperten an Planungsprozessen beteiligen,</li> <li>• zeitliche Planungshorizonte erweitern,</li> <li>• Win-Win, No-Regret- oder Low-Regret-Maßnahmen als Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen verwenden und multifunktionale Nutzungen festlegen,</li> <li>• die Klimafolgen so frühzeitig, wie möglich in den Planungsprozess einbinden,</li> <li>• Regewasserbewirtschaftungskonzepte und mikroklimatische Gutachten so früh wie möglich in die Planung einbinden,</li> <li>• Alternativen in die städtebauliche Planung einbinden, die die Bandbreite der möglichen Klimafolgen mit einbeziehen,</li> <li>• eine indikatorenbasierte Umweltüberwachung, welche die Folgen des Klimawandels auf die Stadt und ihre Umwelt beobachtet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beratungsangebote für kleine und mittlere Kommunen entwickeln,</li> <li>• Netzwerke und den Erfahrungsaustausch zwischen den Kommunen fördern.</li> <li>• Informationen zu Klimafolgen und Guten Beispielen zur Verfügung stellen,</li> <li>• Kommunale Klimaanpassungskonzepte kleiner und mittlerer Gemeinden fördern,</li> <li>• Kommunen bei Risiko- und Vulnerabilitätsanalysen durch eine finanzielle Förderung und ein standardisiertes Vorgehen unterstützen,</li> <li>• das Für und Wider flexiblerer anpassungsfähiger Bauleitpläne erörtern und gegebenenfalls die Gesetzesgrundlagen anpassen.</li> </ul>

**Tabelle 34: Handlungsbedarf im Umgang mit Unsicherheiten**

Forschungseinrichtungen

Eine konsequente Umsetzung der beschriebenen Komponenten in der Umweltprüfung macht die Stadtplanung anpassungsfähiger an die sich durch den Klimawandel verändernde Umwelt und Gesellschaft. Williams & Brown (2014:474) empfehlen dementsprechend, die Trends der Umweltveränderung in sich unterscheidende Szenarien aufzunehmen, entsprechende Planungsalternativen zu entwickeln (siehe Kapitel 3.2.2.), um diese im Fall einer unerwarteten Entwicklung anwenden zu können. Gerade im Umgang mit Unsicherheiten ist es für die Kommunen wichtig, einen Zugang zu neuen Forschungsergebnissen zu haben, die für eine klimasensible

Stadtentwicklung relevant sind. Hier wird es zunehmend wichtiger sein, Forschungsergebnisse zum Klimawandel für Betroffene transparent und in einfacher Sprache zu kommunizieren und zur Verfügung zu stellen.

### **8.2.2 Inhaltliche Integration**

#### Kommunale Ebene

Wird die Bedeutung und Relevanz der Stadtentwicklung anerkannt, ist eine inhaltliche Integration der Klimafolgenbetrachtung möglich. Die Praxisbeispiele zeigen, dass konkrete Klimaanpassungsziele für die Bauleitplanung in fachplanerischen und informellen Planungsinstrumenten ergänzt werden (Beiplan Klimaanpassung, Stadtklimaanalysen, Strategien zur Regenwasserbewirtschaftung oder einer Checkliste zur Abdeckung der relevanten Themen in der Umweltprüfung).

Dafür können schon heute bekannte Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels genutzt werden. Die in Kapitel 2 beschriebenen Wechselwirkungen können als Grundlage genutzt werden, um die Auswirkungen einer städtebaulichen Entwicklung in Zeiten des Klimawandels abschätzen zu können. Vulnerabilitäts- und Risikoanalysen unterstützen die Abschätzung möglicher Entwicklungen.

Die Klimafolgenbetrachtung frühzeitig in den Planungsprozess zu integrieren, ist förderlich. Dabei sollte ein stärkeres Gewicht auf der Entwässerungsplanung (z.B. Retentionsflächenpotenziale) und der siedlungsklimatischen Beurteilung (z.B. Durchlüftungspotenziale) liegen. Die Akzeptanz notwendiger Maßnahmen wird durch eine Integration in multifunktionale Nutzungen erhöht. In der Bauleitplanung sollte eine resiliente, wassersensible, temperatursensible und biodiverse Stadtentwicklung verfolgt werden. Die Landschafts- und Grünordnungsplanung kann als Instrument genutzt werden, um die besondere Bedeutung der städtischen Freiräume und Landschaftselemente hervorzuheben und Grundlagen für eine weiterführende Umweltprüfung im Einzelnen bereitzuhalten. Besonders sensible Räume können zudem in den Flächennutzungsplänen dargestellt werden (siehe auch Bremen oder Berlin).

#### Landes- und Bundesebene

Hinderlich für eine Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung ist für die Kommunen eine fehlende oder unübersichtliche Datenverfügbarkeit. Diese schränkt die Beschreibung der Nullvariante und die Entwicklung der Umweltüberwachung ein. Bisher ist für die Ebene der Bauleitplanung die Bandbreite der von den Bundes- und Landesämtern zur Verfügung gestellten Daten über die Temperatur- und Niederschlagsentwicklung zu groß. Die Umweltinformationsdienste können dazu momentan keine genaueren Daten zur Verfügung stellen. Wird ein Klimafolgenmonitoring auf übergeordneter Ebene aufgebaut, sollten für die Stadtentwicklung verwendbaren Informationen erfasst werden, welche aus den vorhandenen Umweltinformationen entsprechende Planungsziele ableiten lassen. Beispielsweise können im Stadtgebiet verteilte Klimamessstationen (unterstützt durch ein Stadtklimamodell) genauere Veränderungen der Hitzebelastung dokumentieren. Desweiteren sind Informationen zur Temperatur- und Niederschlagsentwicklung, Hangrutschungsgefahren, die Versickerungsfähigkeit der Böden und die Entwicklung der Biodiversität von Bedeutung. Eine kurze und leicht verständliche Beschreibung der Informationen erleichtert deren Anwendung.

Einer stärkeren Gewichtung des Belangs der klimagerechten Stadtentwicklung wird durch das Setzen von Zielen in Bundes- und Landesgesetzen, Strategien und politischen Beschlüssen Ausdruck verliehen. Hierzu gehört die Forderung einer dezentralen Regenwasserbewirtschaftung im den Landeswassergesetzen oder einer Dach- und Fassadenbegrünung im Bauordnungsrecht. Es wird

empfohlen eine Eingriffregelung zu entwickeln, welche die Veränderungen der Schutzgüter durch den Klimawandel miteinbezieht.

Kommune	Land	Bund
Inhalte		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Bedeutung und die Relevanz der Klimafolgenbetrachtung für die Stadtentwicklung anerkennen,</li> <li>• bekannte Informationen über die Auswirkungen des Klimawandels zu nutzen,</li> <li>• Wechselwirkungen erkennen,</li> <li>• Vulnerabilität und Risiken der Schutzgüter ermitteln,</li> <li>• die Landschafts- und Grünordnungsplanung nutzen und die städtische Durchgrünung fördern,</li> <li>• die Ziele einer wassersensiblen, temperatursensiblen, biodiversen und resilienten Stadtentwicklung in der Bauleitplanung verfolgen,</li> <li>• standardisierte Prüfmechanismen anwenden, die Teil der Eingriffsregelung sein können,</li> <li>• Win-Win, No-Regret- oder Low-Regret-Maßnahmen als Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen verwenden und multifunktionale Nutzungen festlegen,</li> <li>• Flächennutzungspläne auf die aktuellen Bedarfe der Klimafolgenbetrachtung überprüfen und gegebenenfalls neu aufstellen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umweltinformationen unter anderem zur Temperatur- und Niederschlagsentwicklung, Hangrutschungs-gefahren, Versickerungsfähigkeit der Böden, Entwicklung der Biodiversität zur Verfügung zu stellen, welche die Kommunen in der Bauleitplanung nutzen können,</li> <li>• eine klimagerechte Stadtentwicklung in den Landesgesetzen als politisches Ziel verankern,</li> <li>• eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung in den Landesgesetzen unterstützen,</li> <li>• Klimaanpassungsmaßnahmen, wie Dach- und Fassadenbegrünung, im Bauordnungsrecht verankern,</li> <li>• eine Eingriffsregelung entwickeln, die die Veränderungen der Schutzgüter durch den Klimawandel mit einbezieht.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Stadtklimatologie als eine weitere Fachplanung entwickeln,</li> <li>• die Bedeutung multifunktionaler Flächen als Festsetzungsmöglichkeit in den Bauleitplänen hervorheben,</li> <li>• die Bedeutung des Grünvolumens und der Biotopflächen hervorheben, indem dafür eine Kennzahl in den Bebauungsplänen festgelegt werden kann (z.B. Grünvolumenzahl, Biotopflächenfaktor),</li> <li>• die Erweiterung des „Baurechts auf Zeit“ um klimawandelbezogene Themen und das Festsetzen von „Risikogebieten“ welche nur unter bestimmten Voraussetzungen bebaut werden dürfen (Schüsselfaktoren sind hier Hitze, Hochwasser, Bedeutung für die Biotopentwicklung),</li> <li>• die Entwicklung einer Bundeskompensationsverordnung unterstützen</li> </ul>

**Tabelle 35: inhaltlicher Handlungsbedarf auf Ebene der Kommunen, Länder und des Bundes**

Zusätzlich sollte die Stadtklimatologie von einem informellen Gutachterstatus zu einer weiteren Fachplanung mit den entsprechenden rechtlichen Grundlagen entwickelt werden. Die Entwicklung des

Stadtklimas wird eine zentrale Stellschraube sein, welche die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen in der städtischen Umwelt bestimmt.

Darüberhinaus würde mit einer Erweiterung des Festsetzungskatalogs die Umsetzung klimaangepasster Quartiere erleichtert (z.B. multifunktionale Flächen, Grünvolumenzahl oder Biotopflächenfaktor). Wird die Festsetzung multifunktionaler Flächen in der Bauleitplanung als eine weitere Festsetzungsmöglichkeit hervorgehoben, lassen sich „No-Regret“-Maßnahmen leichter planen und umsetzen. Das städtische Grün und die städtischen Biotope sollten in der Bauleitplanung neben der Grund- und Geschossflächenzahl durch eine weitere Kennzahl (z.B. Grünvolumenzahl, Biotopflächenfaktor) in den Bebauungsplänen an Bedeutung gewinnen.

Das „Baurecht auf Zeit“ in §9 Abs. 2 BauGB stellt Bedingungen für eine vorgesehene Nutzung. Diese beziehen sich bisher überwiegend auf Zwischennutzungen. Im Sinne der Klimafolgenbetrachtung sollten hier Bedingungen angepasst werden, welche sich an einer möglichen Gefährdung (Hochwasser, Hangrutschungen) oder Beeinträchtigung (Hitze und Trockenheit) orientieren könnten (Fischer 2013). Diese sollten eine Grundlage für eine risikobasierte Bauleitplanung werden. Bei einer Überschreitung bestimmter Richtwerte wären Vorhabenträger dazu verpflichtet, entsprechende Maßnahmen (z.B. Fassadengestaltung, Dachbegrünung, Starkregenvorsorge, Entsiegelung) umzusetzen.<sup>43</sup>

### Forschungseinrichtungen

Eine inhaltliche Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung wird nur dann gelingen, wenn die Kernthemen der Stadtklimatologie und Wasserwirtschaft in die Ausbildung der Stadtplaner, Landschaftsplaner und Raum- und Umweltplaner eingehen. Darüberhinaus muss der Zugang zu aktuellen Forschungsergebnissen erleichtert werden. Daten zu Klimaveränderungen sollten so aufbereitet sein, dass sie für die Stadtentwicklung genutzt werden können. Gerade im Blick auf die Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt unter dem Einfluss des Klimawandels sowie die Entwicklung von Methoden und Technologien, die eine resiliente, wassersensible, temperatursensible und biodiverse Stadtentwicklung fördern, besteht weiterhin Forschungsbedarf, auf den im Folgenden näher eingegangen wird.

## **8.3 Weiterer Forschungsbedarf**

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, wie die Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung integriert werden kann. Dabei geht sie auf die Unsicherheiten ein, die in diesem Zusammenhang bestehen. Es wurde untersucht welche inhaltlichen und methodischen Handlungsbedarfe bestehen. Hierfür wurde eine Prüfsystematik entwickelt, welche auf einer Analyse von Praxisbeispielen beruht. Im Zeitraum von 2014 bis 2018 wurden Interviews durchgeführt und Dokumente zum Umgang mit Klimafolgen in Bauleitplanung und Umweltprüfung analysiert. Die Erfahrungen im Umgang mit den neuen Festsetzungsmöglichkeiten und Rahmenbedingungen für die Umweltprüfung waren damals noch gering. Für die Untersuchung der Entwicklung und Lernprozesse in der Bauleitplanung kann diese Arbeit als Grundlage dienen.

Die zentralen Faktoren zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung wurden in dieser Arbeit bestätigt. Diese sind die Entwicklung eines Bewusstseins für die Auswirkungen des Klimawandels auf die Umwelt, der politische Wille Klimaanpassung als eine wichtige Priorität anzuerkennen, die Fachkompetenz vor Ort, die Einbindung lernender Strukturen durch den Austausch in

<sup>43</sup> Möglicherweise ist dafür auch eine Vorgabe in den Landesbauordnungen sinnvoll, da diese die (öffentliche) Sicherheit und den Objektschutz in den Mittelpunkt stellen können.



Netzwerken und Facharbeitsgruppen, die Datenverfügbarkeit und die Entwicklung von Standards und Orientierungswerten. Entscheidend sind dabei nicht nur die Weiterentwicklung von Standards und Methoden, sondern auch die Zusammenarbeit und das Bewusstsein für die Klimafolgen unter den Akteuren. Extremereignisse haben das Handeln der Entscheidungsträger in allen Beispielen beeinflusst und ein Bewusstsein für den Bedarf geschaffen. Darüber hinaus hat die Entwicklung guter Beispiele vor Ort oder in anderen Kommunen zu einer Weiterentwicklung geführt.

Zusätzlich wird ein Überblick über die Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, der Stadtentwicklung und den in der Umweltprüfung zu untersuchenden Schutzgütern hergestellt. Die hierfür zusammengestellten Informationen zeigen Handlungsziele auf, die mit dem aktuellen Stand des Wissens angestrebt werden können. Es wird deutlich, dass die Zusammenhänge insbesondere im Bezug auf den Einfluss des Klimawandels auf die Entwicklung der Lebensräume und Artenvielfalt noch nicht hinreichend bekannt sind.

Aktuell werden Methoden entwickelt, wie die Entwicklung des Siedlungsklimas durch eine städtebauliche Entwicklung einfach bewertet werden kann (DWD o.J.). Die Weiterentwicklung der zur Verfügung stehenden Informationen, wird die Integration der Klimafolgenbetrachtung in der Stadtentwicklung unterstützen. Hier wird es weiterhin notwendig sein, die beschriebenen Wechselwirkungen genauer zu untersuchen. Dadurch können Kennwerte entwickelt werden, welche die Erfassung der Zusammenhänge und eine kommunale Umweltüberwachung erleichtern können.

Die Wirkung multifunktionaler Nutzungen durch entsprechende Festsetzungen in der Bauleitplanung wird aktuell diskutiert. Eine Analyse der bisher angewandten und umgesetzten multifunktionalen Maßnahmen bezogen auf ihre Funktionen und ihre Wirkung würde die Akzeptanz notwendiger Maßnahmen erhöhen. Die Entwicklung und Anpassung von Technologien und Nutzungsformen in der Stadtlandschaft tragen dazu bei, den Konflikt um die Flächenressourcen in den Städten zu lösen.

Die Entwicklung verbindlicher Standards, die eine strukturierte Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung ermöglichen, ist notwendig. Gut formulierte Ziele in Normen, Strategien, Pläne und Programmen unterstützen die Einschätzung von Risiken und die Entwicklung von Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen. Bisher gibt es keine gemeinsamen Standards für die Beurteilung der siedlungsklimatischen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Das Biotopwertverfahren in der Eingriffsregelung bietet sich an, Eingriffs- und Zielwerte in die Umweltprüfung zu integrieren, die über die Betrachtung der Lebensräume für Tiere und Pflanzen hinausgehen. Dieses sollte durch festgelegte Orientierungswerte für öffentliches Grün (Grünvolumenindex, Biotopflächenfaktor, Bodenfunktionszahl) im Bebauungsplan oder Grünordnungsplan ergänzt werden. Diese ersten Ideen, sollten durch weitere Untersuchungen gefestigt werden. Dazu gehört auch die Beantwortung der Frage, wie Eingriffe in besonders klimasensitive Schutzgüter beurteilt werden können. Diese können in „Risikogebieten“ im Flächennutzungsplan dargestellt werden. Zusätzlich könnten (Hochwasser-/Hitze-) Risikogebiete dazu dienen, unter vorgegebenen Bedingungen ein „Baurecht auf Zeit“ zu erhalten. Diese Voraussetzungen beziehen sich vor allem auf klimatische Veränderungen, welche eine Anpassung der Festsetzungen erforderlich machen werden.

Des Weiteren werden Stärken und Schwächen der Umweltprüfung angesprochen, Lernprozesse anzustoßen, um mit Unsicherheiten in der Bauleitplanung umgehen zu können. Eine transparente Kommunikation und Beteiligung spielt hierbei eine zentrale Rolle. Im Sinne eines Adaptive Managements wird eine regelmäßige Reflektion der Planungen an Bedeutung gewinnen. Dies entspricht aktuell nicht dem Selbstverständnis eines Bebauungsplans. Die Umweltüberwachung könnte dazu genutzt werden,

*„erhebliche Umweltauswirkungen“ zu überwachen „(...), die auf Grund der Durchführung der Bauleitpläne eintreten, um insbesondere unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen frühzeitig zu ermitteln und in der Lage zu sein, geeignete Maßnahmen zur Abhilfe zu ergreifen“ (§4c BauGB).* Inwiefern Veränderungen durch den Klimawandel eine Rolle spielen können und welche Möglichkeiten eine Umweltüberwachung in dem Zusammenhang haben kann wurden hier nicht weiter vertieft. Zusätzlich lassen sich die hier für die Bauleitplanung gemachten Schlussfolgerungen auf Verfahren, welche eine Umweltverträglichkeitsprüfung oder Strategische Umweltprüfung anwenden, übertragen.

Eine zentrale Frage wird dabei sein, wie die entwickelten Ideen in der Praxis umgesetzt werden können. Der Schwerpunkt der Arbeit lag auf Städten, die durch ihre Größe und Erfahrung Kapazitäten haben, erste Ansätze zur Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung zu entwickeln. Selbst für diese ist die Umsetzung der Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung begrenzt. Eine Umsetzung dieser wird sich in kleinen und mittleren Kommune noch schwieriger gestalten, da dort die Kapazitäten und der Umsetzungswille, neue Herausforderungen anzugehen und experimentell zu erproben aufgrund der geringen Ressourcen und auch der geringeren Betroffenheit selten vorhanden sind. Dies wird eine Aufgabe für weitere Untersuchungen sein.

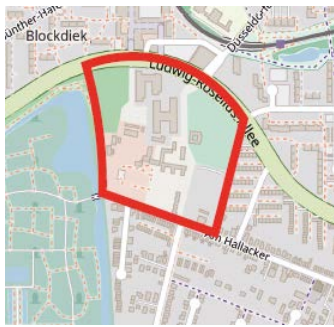


---

## Anhang

<b>Stechbriefe der untersuchten Bebauungspläne.....</b>	<b>243</b>
<b>Datenblätter zur Bewertung der Schutzgüter im Rahmen der Umweltprüfung unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels.....</b>	<b>251</b>
Schutzgut Boden.....	252
Schutzgut Wasser - Vorsorge für Schäden durch Hochwasser und Starkniederschläge.....	253
Schutzgut Wasser - ökologische und chemische Beschaffenheit der Oberflächengewässer.....	255
Schutzgut Wasser - chemischer Zustand und Menge des Grundwassers .....	256
Schutzgut Luft und Klima.....	258
Schutzgut Pflanzen, Tiere und Biodiversität .....	260
Schutzgut menschliche Gesundheit .....	262
Schutzgut Kultur- und Sachgüter .....	264
<b>Interviewleitfaden.....</b>	<b>265</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>268</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>270</b>
<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>272</b>





## Neuer Ellener Hof – Bremen

Nachnutzung des Geländes der Bremer Heimstiftung

Lage: Bremen Osterholz

Größe: 10 ha

Planung von 500 Wohneinheiten

Status: Der Bebauungsplan ist seit Juli 2018 rechtskräftig.

Das Gebiet wird bereits bebaut.

Durch die Nutzungsänderung des Geländes eines ehemaligen Jungenwohnheims zu einem Wohngebiet war die Aufstellung eines neuen Bebauungsplans notwendig. Im Flächennutzungsplan und Landschaftsprogramm wurde die Fläche mit einer *Grünschraffung* versehen, die dazu führte, dass hier ein ergänzender Grünordnungsplan zu erstellen war, der sich mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzt. Begründet wird dies unter anderem aus der bioklimatischen Bedeutung des Gebiets, das über einen sehr großen und alten Baumbestand verfügt. Aufgrund der hohen Grundwasserneubildungsrate haben sich die Planenden nach der Prüfung unterschiedlicher Varianten für eine Regenwasserversickerung der öffentlichen Flächen vor Ort entschieden. Die privaten Grundstücke müssen diese auf dem eigenen Grundstück gewährleisten. Zusätzlich soll das Regenwasser auf Gründächern zurückgehalten werden. Wie in anderen Bebauungsplänen orientieren sich die Baumpflanzungen an dem des Bremer Stellplatzortsgesetzes, der Bremer Baumschutzverordnung und dem Bremischen Waldgesetz, die eine Mindestdichte von Baumpflanzungen auf Stellplätzen und den Ersatz von Bäumen vorgeben.



Abbildung 47: Planzeichnung des Bebauungsplans „Neuer Ellener Hof“  
(ohne Maßstab, Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) 2018: 70)



**Gartenstadt Werdersee - Bremen**

Entwicklung als Teil des „Sofortprogramms Wohnungsbau 2016“

Lage: zwischen Habenhausen und Huckelried

Größe: 15,7 ha

Planung von 590 Wohneinheiten.

Status: Der Bebauungsplan ist seit Mai 2017 rechtskräftig.

Das Gebiet wird bereits bebaut.

Das Gebiet liegt südlich des Werdersees in einer Senke zwischen Huckelried und Habenhausen. Im Flächennutzungsplan und Landschaftsprogramm wurde die Fläche mit einer Grünschraffung versehen, die dazu führt, dass hier ein ergänzender Grünordnungsplan erstellt wurde, der sich mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzt. Die Umsetzung des naturschutzrechtlichen Ausgleichs im Gebiet selbst wird über einen städtebaulichen Vertrag geregelt. Dabei ist vorgesehen, im westlichen Teil des Plangebiets ein Feuchtbiotop zu realisieren, das vom Regenwasserabfluss des Gebiets über ein Mulden-Rigolen-System gespeist wird. Zusätzlich übernimmt diese Freifläche Funktionen der Frischluftzufuhr und Freizeit. Dach- oder Fassadenbegrünung spielt aus städtebaulichen Gründen eine untergeordnete Rolle. Durch die Festlegung der Wege- und Nutzungsrechte wird die Pflege der Regenwasseranlagen gesichert.



**Abbildung 48: Planzeichnung des Bebauungsplans „Gartenstadt Werdersee“ (ohne Maßstab, Freie Hansestadt Bremen (Stadtgemeinde) Bearbeitungstand 2017)**





### Neue Mitte Altona (Altona Nord 26) –Hamburg

Nachnutzung des Güterbahnareals in Altona.

Lage: Altona

Größe: 15,2 ha

Planung von 3.600 Wohnungen und Gewerbeflächen.

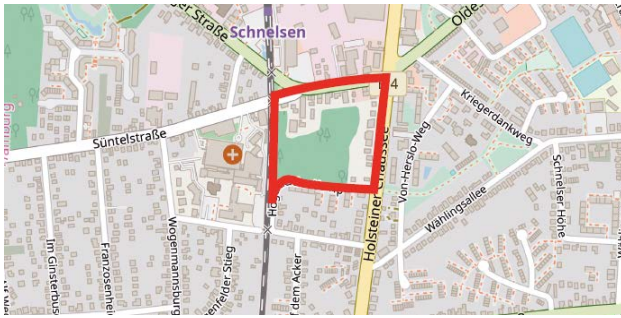
Status: Der Bebauungsplan ist seit September 2014 rechtskräftig.

Ein zentraler Park dient als Ausgleich für die dichte Bebauung und nimmt das Niederschlagswasser der öffentlichen Flächen auf. Privatgrundstücke haben das Niederschlagswasser auf dem eigenen Grundstück zu bewirtschaften. Für die „Neue Mitte Altona“ wurde ein stadtklimatisches Gutachten (GEO-NET 2012b) erstellt, das die Veränderungen der Durchlüftung und des bioklimatischen Komforts beschreibt. Die verwendeten Varianten beschreiben die Realisierungsstufen des Bebauungsplans. Der Planungsprozess wurde von einem veranstaltungsintensiven Beteiligungsverfahren und einem städtebaulichen Wettbewerb begleitet.



Abbildung 49: Planzeichnung des Bebauungsplans „Neue Mitte Altona“ (ohne Maßstab, FHH 2014c)





**Schnelsen 86 – Hamburg**  
Nachverdichtung in zweiter Reihe.

Lage: Schnelsen  
Größe: 6,4 ha  
Planung von ca. 280 Wohnungen.

Status: Der Bebauungsplan wurde im September 2018 verabschiedet.

Eine zentrale Freifläche dient als Ausgleich für die dichte Bebauung und nimmt das Oberflächenwasser auf, um es dort zuurückzuhalten, zu verdunsten und zu versickern. Während des Planungsprozesses spielte die Regenwasserbewirtschaftung eine wichtige Rolle und wurde in einem wasserwirtschaftlichen Begleitplan zusammengefasst (BSW 2014). Da das Siedlungsklima eine geringe Rolle spielte, wurde das lediglich über entsprechende Maßnahmen der Durchgrünung aufgefangen und thematisiert.



Abbildung 50: Planzeichnung des Bebauungsplans „Schnelsen 86“ (ohne Maßstab, FHH 2018b)





### Buckower Felder - Berlin

Entwicklung eines Wohngebiets, das aufgrund seiner Stadtrandlage nur in einem geringen Maße stadtklimatische Belastungen aufzeigen würde.

Lage: Neukölln

Größe: 15 ha.

Planung von 800 – 900 Wohnungen.

Status: Der angepasste Bebauungsplanentwurf befindet sich seit Januar 2019 in der zweiten Offenlage

Das Ziel war, das Gebiet so gut wie möglich abflussfrei zu gestalten, da eine Versickerung oder Ableitung des Regenwassers nur begrenzt möglich ist. Die Entwässerung des Gebiets erfolgt über ein Straßenbegleitendes Baum- und Mulden-Rigolen-System, das in einer multifunktionalen Freifläche endet (Sieker/Neidhart 2018). Aufgrund großer Widerstände durch die Anwohner wurden in einem groß angelegten Dialogprozess gemeinsame Ziele entwickelt (z.B. Bericht zur Informationsveranstaltung am 10. März 2016 (Westermann/SenStadtUm 2016). Im ersten frühzeitigen Beteiligungsverfahren wurden Bedenken zu den damals vorgesehenen „Constructed Wetlands“ geäußert, die im zweiten Entwurf durch die zweite bereits im Regenwasserbewirtschaftungskonzept entwickelte Variante (Sieker/Neidhart 2018) ersetzt wurde (Stand 2018).

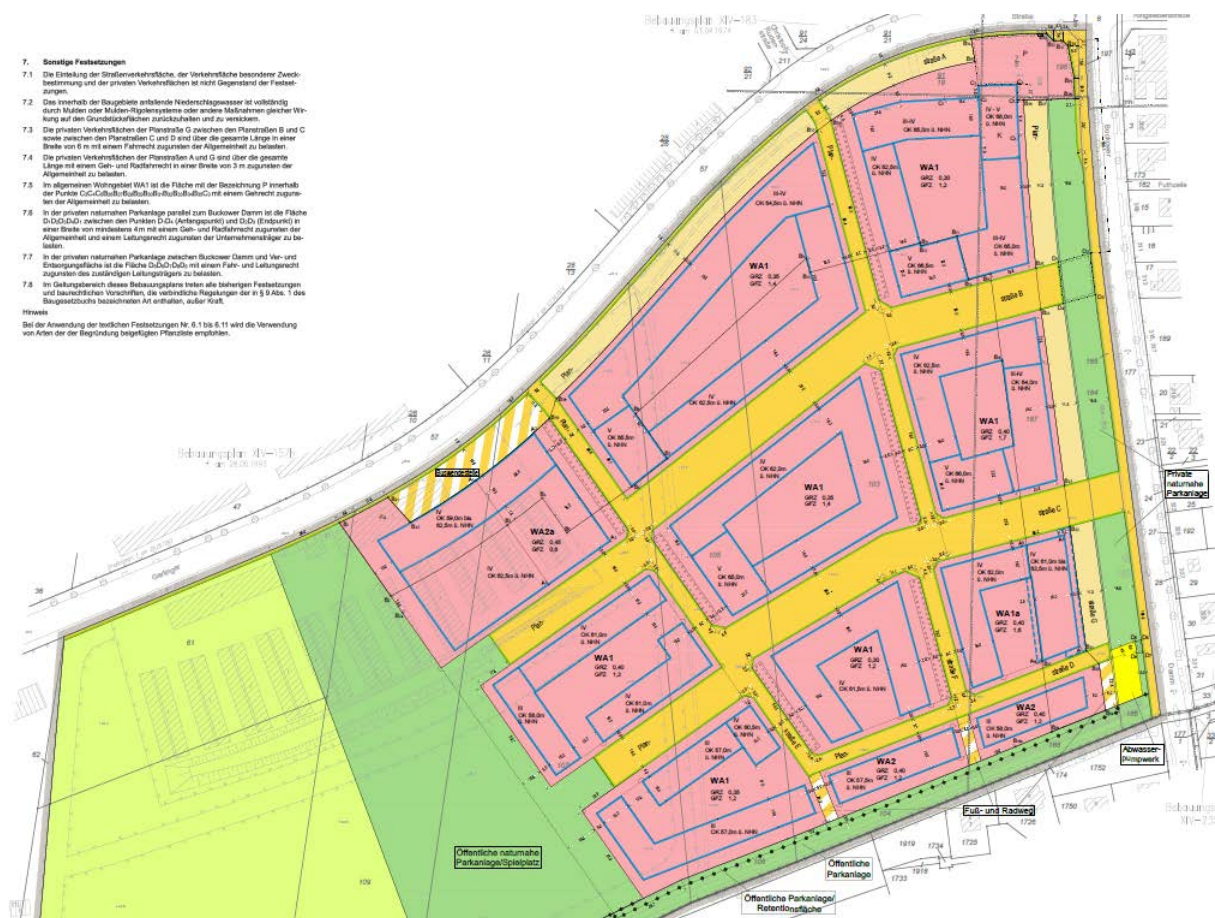


Abbildung 51: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplanentwurfs „Buckower Felder“ (ohne Maßstab, SenSW Stand 2019b)



**Schumacher Quartier - Berlin**

Modellquartier im STEP Klima KOMPAKT und Teil des Masterplans zur Nachnutzung des Flughafens Tegels.

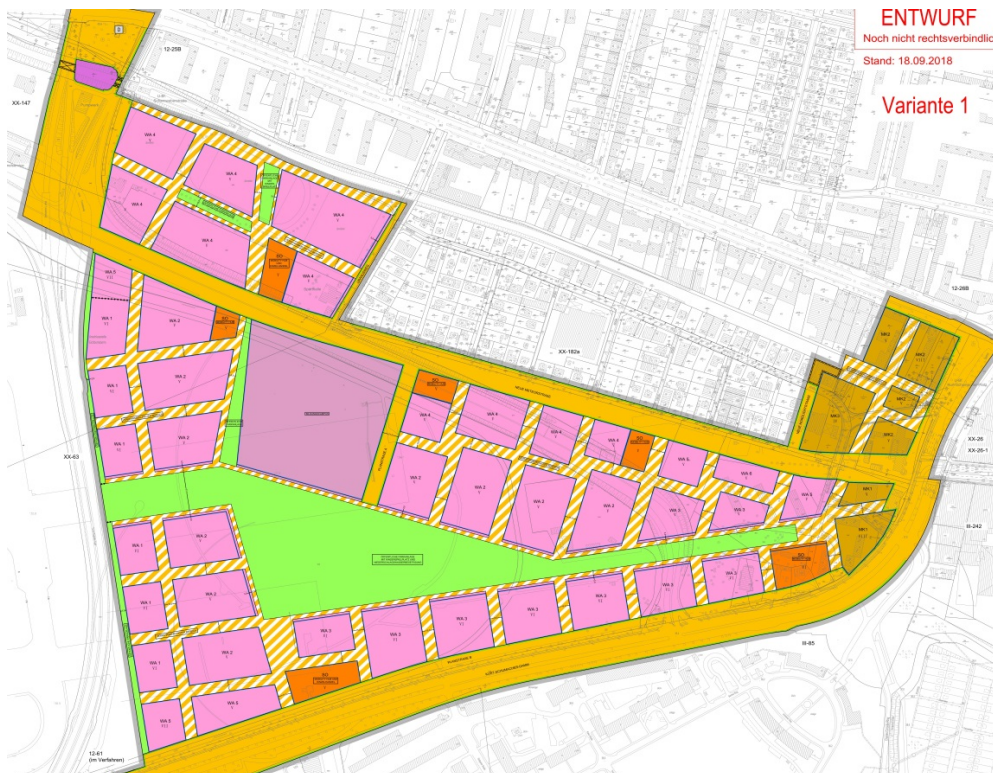
Lage: Reinickendorf /Tegel

Größe: 48ha

Planung von 5.000 Wohneinheiten

Status: Die erste Offenlage des Bebauungsplanentwurfs fand im Dezember 2018 statt, welche die Grundlage für die aktuelle Untersuchung ist.

Die Stadt Berlin und der Bezirk Charlottenburg streben die Entwicklung eines klimaangepassten Gebiets an, das sowohl abflusslos als auch hitzeresistent gebaut ist (Tegel Projekt GmbH 2017). Der Planung ging ein ausführlicher Beteiligungsprozess voraus, dessen Ergebnis in der „Charta Schumacher Quartier“ zusammengefasst wurde (SenStadtUm 2016c). Diese schließen Ziele für eine „klimagerechte und wassersensible Quartiersentwicklung“ nach dem Prinzip der „Schwammstadt“ ein (SenSW 2017a: 11). Die Voruntersuchungen gaben Ziele für den städtebaulichen Wettbewerb vor, welche eine klimaangepasste Entwicklung ermöglichen sollen (Durchlüftung, Mikroklima, Regenwasserbewirtschaftung). Im Entwurf und im „Leitplan Regenwasser und Hitzeanpassung“ ist vorgesehen, dass das Regenwasser kaskadenartig zurückgehalten wird (Tegel Projekt GmbH 2017). Die Umsetzung des Gebiets soll über eine stadteigene Entwicklungsgesellschaft realisiert werden, die die Gestaltung des Gebiets steuert.



**Abbildung 52: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplanentwurfs „Schumacher Quartier“ Variante 1 (ohne Maßstab, SenSW Stand 2018b (18.9.2018))**





### Neckarpark – Stuttgart

Nachnutzung des Güterbahnhofs in Bad Cannstatt.

Lage: Bad Cannstatt

Größe: 22 ha

Planung von 450 Wohneinheiten und Gewerbeflächen

Status: Der Bebauungsplan ist seit September 2016 rechtskräftig.

Da sich das Gebiet im Bad Cannstatter Heilquellenschutzgebiet befindet, muss besonders auf eine reduzierte Versickerung des Regenwassers geachtet werden, indem es zurückgehalten (in Zisternen und Mulden-Rigolen-Systemen) und verdunstet wird. Ein zentraler Park (Veielbrunnenpark) dient als Ausgleich für die dichte Bebauung und nimmt das Niederschlagswasser auf, um es dort zu speichern und zu versickern. Durch den hohen Grünanteil, Dach- und Fassadenbegrünung wird die Umsetzung der Planung aus siedlungsklimatischer Sicht in der Umweltprüfung als eine positive Entwicklung bewertet. Im Gegensatz zu anderen Gebieten ist der Detaillierungsgrad der Festsetzungen im Bebauungsplan vergleichsweise hoch (Begrünung, Dachbegrünung, Fassadenbegrünung und Straßenerhebungen).



Abbildung 53: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplans „Neckarpark“ (ohne Maßstab, Landeshauptstadt Stuttgart 2016a)



**Wohnquartier ST Vincent Palotti – Stuttgart**  
Nachnutzung eines ehemaligen Kirchengeländes

Lage: Birkach  
Größe: 8 ha  
Planung von 62 Wohneinheiten und eines Kindergartens auf einem ehemaligen Gelände der Kirche.

Status: Der Bebauungsplan ist seit Juni 2018 rechtskräftig.

Hierfür wurde ein standardisiertes Verfahren angewandt. Der Umweltbericht ist auf einem checklistenartigen Prüfschema aufgebaut, das es erleichtert, alle relevanten Daten miteinzubeziehen und zu bewerten (Landeshauptstadt Stuttgart Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung 2018a).

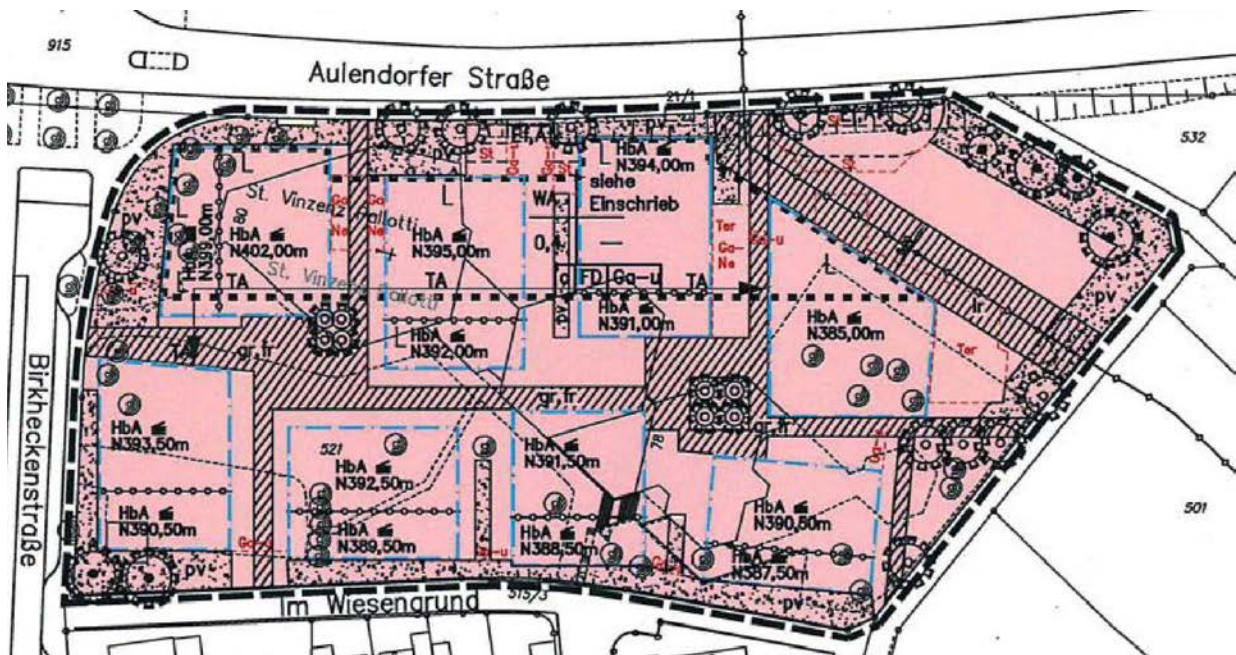


Abbildung 54: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplans „Wohnquartier ST Vincent Palotti“ (ohne Maßstab, Landeshauptstadt Stuttgart 2018b)

**Datenblätter zur Bewertung der Schutzgüter im Rahmen der  
Umweltprüfung unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels**

## Schutzgut Boden

### Klimatischer Einfluss:

- Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden (UBA 2015a: 333)
- Änderung der Niederschläge (starke Winterniederschläge können niedriger Sommerniederschläge kompensieren)
- Änderung der Verdunstung durch höhere Temperaturen

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

- Hangneigung
- Bodenbeschaffenheit (Chemie, Biologie, Struktur, Wärme und Wassergehalt)
- Vegetation/Bodenbedeckung
- Landnutzung (Wasserbedarf)

#### Betroffenheit durch den Klimawandel

Erosion und Austrocknung der Böden führt zur Veränderung der

- Vegetationsstruktur an exponierten Hängen (z.B. Wald, Grünland, intensive Landwirtschaft)
- Veränderung der nutzbaren Feldkapazität
- Bodenfunktion (Fruchtbarkeit und Festigkeit)
- Bodenbiodiversität

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Versiegelungsgrad
- Vegetationsstruktur (an Hängen)
- Bodenbeschaffenheit (Bodenbiodiversität - mikrobielle Aktivität; organische Bodensubstanz, Stickstoff- und Phosphorhaushalt, Stoffein- und -austräge)
- Effektive Wasserbilanz der Hauptvegetationsperiode
- Jährliche Sickerwasserrate
- potenzielle Erosionsgefährdung der Böden durch Wind und Wasser. (UBA 2015a: 174)

---

### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- Bundesbodenschutzgesetz und –Verordnung: nachhaltiger Schutz des Bodens vor Verunreinigung, Erosion und Versiegelung
- BauGB: Bodenschutzklausel §1a Abs. 2 BauGB

### Planungsziele:

- Vermeiden von Bodenerosion
- Schutz wertvoller Böden
- Humusgehalt und Durchwurzelungsgrad aufrechterhalten

### Notwendige Datengrundlagen und Informationen:

- Topographie und Geländemodellierung
- Bodenbeschaffenheit
- Vegetationsstruktur

---

### Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung

- Schaffen einer bepflanzten Bodendecke bei nicht versiegelten Böden
- Versiegelung geringhalten

### Elemente im FNP

- Hinweis auf Durchgrünung
- Risikogebiete kennzeichnen

### Elemente im BPlan

- Pflanzgebote



---

## Schutzgut Wasser - Vorsorge für Schäden durch Hochwasser und Starkniederschläge

### Klimatischer Einfluss:

- Häufigkeit und Stärke von Flusshochwassern / Starkniederschlägen / Sturzfluten abhängig von Niederschlagsmengen und ihre Häufigkeit (Veränderungen des Bemessungsregens)
- Definition eines Starkniederschlags nach DWD:
  - Regensmengen  $\geq 10$  mm/ 1 Std. oder  $\geq 20$  mm/ 6 Std. (Markante Wetterwarnung)
  - Regensmengen  $\geq 25$  mm/ 1 Std. oder  $\geq 35$  mm/ 6 Std. (Unwetterwarnung)

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität):

- Überschwemmungsgebiete
- Hochwassergefahren und -Risiken
- Versickerungs- und Speichercapazität der vorhandenen Böden
- topographische Begebenheiten (Senken und Tiefpunkte im Gelände auf denen sich das Wasser sammeln könnte, natürliche Fließwege von Oberflächenwasser)
- Abflussverhalten
- Vegetationsstruktur und Verdunstungspotenzial

#### Betroffenheit durch den Klimawandel

- Hochwasserrisikogebiete
- Schadenspotenziale
  - Überbauung von überflutungsgefährdeten Bereichen,
  - Reduktion von Flächen mit hohem Versickerungspotenzial (Waldflächen)

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Zuordnung zum Entwässerungsgebiet nach Misch- oder Trennsystemen,
- Nähe zu Gewässern,
- Lage verrohrter Gewässer mit dem Potenzial einer Freilegung,
- Ergebnisse einer Oberflächenabflussanalyse (potenzielle Wasserstände bei Starkregen),
- Verortung von Kanalüberstaupotenzialen,
- Versickerungspotenziale (Bodenbeschaffenheit) und Verdunstungspotenzial,
- Synergien zum Stadtklima (z.B. Dachbegrünung),
- Verlust von wassergebundenen Habitaten wie Auwälder oder Moore (UBA 2015a: 217)

---

### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- Hochwasserrisikomanagementrichtlinie
- Wasserhaushaltsgesetz
- Hochwasserrisikomanagementpläne
- Gewässerentwicklungspläne bzw. Bewirtschaftungspläne der Flusseinzugsgebiete
- Vorranggebiete für Hochwasserschutz in den Regionalplänen
- Niederschlagsabflussmodelle der Landeswasserbehörden
- DWA Regelwerke, Leitlinien und Merkblätter (z.B. DWA A-117, DWA-A-153, DWA A-531)



### Planungsziele:

- Vorsorgender Hochwasserschutz: Reduktion der Schadenspotenziale bei Hochwasserereignissen (Hochwasserschutz) und bei Starkniederschlägen und Sturzfluten (UBA 2014)
- Erosionsmindernde Gestaltung der Gewässerauen und Einzugsgebiete (DWA 2010)
- Wassersensible Stadtentwicklung
- Erhalt des natürlichen Wasserhaushalts:
  - Erhöhung der Verdunstungsrate innerhalb des Stadtgebiets
  - Erhöhung der Versickerungspotenziale
  - Wasserspeicherung vor Ort

### Notwendige Datengrundlagen und Informationen:

- Projektionen zukünftiger Niederschlagsereignisse
- Bemessungsregen (z.B. Kostra DWD bzw. Erhebungen eigener Regenmessreihen)
- Radarermittlungen für Niederschlagsereignisse
- Karten zur klimatischen Wasserbilanz (BMVBS/BBSR 2013: 51)
- Hydrologischer Atlas Deutschland (Grundwasserneubildung und Wasserbilanz) (UBA 2015a: 339)
- Digitales Geländemodell (Senken, Tiefpunkte, Fließrichtung)
- Oberflächenabflussanalysen (z.B. LISFLOOD Burek/van Knijff der/Roo de 2013)
- Bodenbeschaffenheit (Geologischer Dienst: Versickerungspotenzialkarte)
- Karte mit Gewässerreaktivierungspotenzialen
- Generelle Entwässerung (Kanalnetz) und Kanalüberstau
- Oberflächengewässer

---

### Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung

#### Gesamtstädtisch:

- Risikogebiete freihalten oder besondere Schutzvorkehrungen treffen
- Erhalt von Freiräumen zum Sammeln, Verdunsten und Versickern von Niederschlagswasser
- Sicherung versickerungsfähiger Böden
- Förderung der Durchgrünung

#### Quartier

- Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung
- Dachbegrünung
- Trennwassersysteme
- nachhaltige Entwässerungskonzepten (z.B. Mulden-Rigolen-Systeme)
- Begrenzung der Bodenversiegelung
- Kompensation der Versiegelung mittels Versickerungsanlagen
- Maßnahmen zur extensiven oder intensiven Dachbegrünung
- multifunktionale Maßnahmen  
siehe auch (UBA 2014)

### Elemente im FNP

- Förderung der innerstädtischen Durchgrünung (Grünschraffur)
- Festlegung von Poldern und Hochwasserschutzmaßnahmen
- Festlegung von Risikogebieten

### Elemente im BPlan

- Straßenbreiten, die Raum für Rückhalt- und Versickerungsmöglichkeiten bieten
- Verdunstungs- und Versickerungsflächen
- Rückhalt auf (Blau-)Grünen Dächern, Mulden-Rigolen, Baumrigolen
- multifunktionale Flächen (z.B. Grün und Regenwasserrückhalt)
- Mindesthöhe für die Oberkante des Erdgeschosses festlegen

---

## Schutzgut Wasser - ökologische und chemische Beschaffenheit der Oberflächengewässer

### Klimatischer Einfluss

- Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden (UBA 2015a: 333)
- Änderung der Niederschläge (starke Winterniederschläge können niedriger Sommerniederschläge kompensieren)
- Änderung der Verdunstung durch höhere Temperaturen

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

- Hydrologische Daten (Speicherkapazität des Grundwassers oder Verunreinigung durch Landwirtschaft oder Hochwasser) (UBA 2015a: 344)
- Gewässerstruktur
- Nutzung von Auen und Gewässern

#### Betroffenheit durch den Klimawandel:

Veränderung der Gewässer durch Trockenperioden (Wasserknappheit bei Fließgewässer und Stillgewässer)

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Verschmutzung durch Erosion
- Schadstoffeintrag durch Überlauf der Kanalisation
- Algen- und Keimentwicklung durch Überwärmung und fehlenden Abfluss

---

### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- EU Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) Art. 2 Nr.1 (Oberflächengewässer) und (2008/105/EG)
- Blueprint Water (Europäische Kommission 2012)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Gewässerentwicklungspläne

### Planungsziele

- Verschlechterungs-/Verbesserungsverbot mit dem Ziele eines sehr guten Gewässerzustands (Art. 4 Abs. 1 WRRL)
- Verminderung der Keim- und Bakterienbelastung (DWA 2010)
- Abwasserbeseitigungspflicht (§56 WHG)
- Verringerung des Schadstoffeintrags, Grenzwerte für den chemischen Zustand der Gewässer
- Erosionsmindernde Gestaltung der Gewässerauen und Einzugsgebiete (DWA 2010)

### Datengrundlagen

- klimatischen Wasserbilanz (DWD)
- Gewässerentwicklungspläne bzw. Bewirtschaftungspläne der Flusseinzugsgebiete
- Altlastenrisikokarten

---

### Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung

- Entwicklung der Vegetation an Uferlandstreifen
- Bodendeckende Bepflanzung und Durchgrünung
- Trennwasserkanalisation
- Niederschlagsversickerung vor Ort

### Elemente im Flächennutzungsplan und Bebauungsplan

- Großflächige Durchgrünung
- Versiegelung vermeiden
- Niederschlagsversickerung vor Ort

## Schutzgut Wasser - chemischer Zustand und Menge des Grundwassers

### Klimatischer Einfluss

- Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden (UBA 2015a: 333)
- Änderung der Niederschläge (starke Winterniederschläge können niedriger Sommerniederschläge kompensieren)
- Änderung der Verdunstung durch höhere Temperaturen

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

Grundwasserverfügbarkeit und -Neubildung

- Bodenbeschaffenheit
- Bodenart
- geologischer Aufbau des Untergrundes
- Topographie
- Tiefe des Grundwassers und Größe des Grundwasservorkommens
- Lage der Gewässer (UBA 2015a: 333)

#### Betroffenheit durch den Klimawandel:

- Sinkender Grundwasserspiegel bei geringer Grundwasserneubildung mit einem eher kleinen Grundwasservorkommen (DWA 2010)
- steigende Grundwasserspiegel bei niedrigem Grundwasserflurabstand und hohem Grundwasservorkommen.
- Bei höheren Niederschlägen im Winter können niedrige Sommerniederschläge kompensiert werden.
- sinkende Grundwasserqualität in bereits heute strapazierten Gebieten (UBA 2015a: 343)
- Versalzung des Grundwassers durch Eindringen von Meerwasser
- Zunahmen der Grundwasserbelastung durch Verunreinigungen im versickernden Niederschlagswasser

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

Bei steigendem Grundwasserspiegel:

- Vernässung von Ackerflächen
- Auswaschen von Nitrat und Schadstoffen

Bei sinkendem Grundwasserspiegel:

- Geringe Wasserverfügbarkeit
- Hohe Versiegelung reduziert Grundwasserneubildung

---

### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- Wasserrahmenrichtlinie ((2000/60/EG) Art. 2 Nr.1 (Oberflächengewässer) und Art. 2 Nr. 2 (Grundwasser) und Richtlinie (2008/105 EG): Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik (ABI.EU Nr. L 348: 48)
- Grundwasserrichtlinie (2006/118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (ABI.EU Nr. L 372: 19)
- Blueprint Water (Europäische Kommission vom November 2012)

### Planungsziele

- Schutz des Grundwasservolumens
- Förderung der Grundwasserneubildung
- Erhalt der natürlichen Versickerungsfähigkeit
- Flächenverbrauch eindämmen
- Erhalt bestehender Vegetationsstrukturen

### Datengrundlagen

- Hydrologischer Atlas Deutschland (Grundwasserneubildung und Wasserbilanz) (UBA 2015a: 339)
- Bodenbeschaffenheit (geologischer Dienst) Versickerungspotenzialkarte

### **Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung**

- Steuerung der Grundwassernutzung
- Grundwassersensible Bauweise
- Maßnahmen der wassersensiblen Stadtentwicklung
- Filterung des zu versickernden Niederschlagswassers
- Entwicklung trockenheitsliebender und feuchtigkeitsliebender Biotope

### **Elemente im Flächennutzungsplan**

- Zusammenhängende Grünstrukturen
- Vermeidung des Flächenverbrauchs
- Erhalt von Vegetationsstrukturen

### **Elemente im Bebauungsplan**

- Versickerungsflächen
- Rückhalt des Niederschlagswassers in Zisternen
- Versiegelung vermeiden
- Angepasste Nutzung des Grundwassers

## Schutzgut Luft und Klima

### Klimatischer Einfluss

- Anzahl heiße Tage/ Jahr
- Anzahl Sommertage / Jahr
- Anzahl Tropennächte / Jahr

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

Makroklimatische Bedingungen:

- Klimatotypen
- Siedlungsflächentypisierung nach BauNVO oder Stadtstrukturtypen
- Kalt- und Frischluftentstehungsgebiete
- Kalt- und Frischluftschneisen
- Grünstrukturen

Mikroklimatische Bedingungen:

- Albedo / Strahlungsbedingungen
- Verschattung
- Vegetationsstruktur
- Durchlüftung
- Baumaterialien (Wärmespeicherkapazität)
- Luftaustausch (Lage zu Frischluftentstehungsgebieten und Luftleitbahnen)
- Wärmespeichervermögen der Baustoffe
- Versiegelung des Bodens
- Unterschiedliches Absorptionsvermögen der Bodenoberfläche / Albedo abhängig von (Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Verdunstungsfähigkeit)
- Wasserhaushalt des Gebiets
- Abwärme (Durch Heizen und andere Energienutzung 30W/m<sup>2</sup>)
- Gebäudeanordnung und Gebäudehöhe (Veränderte Durchlüftung, Verschattung)
- Horizontverengung in Straßen - verringerte nächtliche Abkühlung

#### Betroffenheit durch den Klimawandel:

- Verlängerte Vegetationsperioden
- Hitzeinseleffekt zum Umland bis zu 10 Grad Celsius
- Reduzierter Heizenergiebedarf

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Grünflächenanteil in belasteten Gebieten entscheidend (Landeshauptstadt Saarbrücken 2012: 48) Vor allem Freiflächen ab einer Größe von 5 ha tragen zur Durchlüftung der umgebenden Bebauung bei (Landeshauptstadt Saarbrücken 2012).
- Lage, Mächtigkeit und Geschwindigkeit von Kaltluftvolumenströmen (siehe auch in Klimafunktionskarten) (Landeshauptstadt Saarbrücken 2012: 48)

---

#### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

Es gibt keine Rechtsgrundlagen, die eine Beurteilung des Stadtklimas im Rahmen der Fachplanung vorschreiben. Ziele basieren ausschließlich auf dem

- Bundesnaturschutzgesetz (Schutzgut Klima und Luft)
- UVP-Gesetz
- Baugesetzbuch
- VDI Richtlinien zur Erstellung von Stadtklimagutachten

Weitere Beispiele

- Rahmenplan Halbhöhenlagen (Stuttgart)

- Rahmenplan Talgrund West (Stuttgart)
- Landschaftsprogramm Bremen
- Flächennutzungsplan Stuttgart
- Flächennutzungsplan Bremen
- Planungshinweiskarten in den Landschaftsprogrammen (Berlin, Hamburg, Bremen)

### Planungsziele

- Schutz von Kaltluftentstehungsgebieten
- Schutz von Frischluftschneisen
- Erhalt, Optimierung und Neuschaffung klimatisch entlastender Freiräume
- maximale Bebauungsdichte und minimale Vegetationsdichte durch GRZ und GFZ (auch im Siedlungsbestand)
- Erhöhung des Vegetationsanteils
- Albedo (Rückstrahlwerte) erhöhen bei Dächern, Fassaden und anderen Flächen. Vermeiden einer Aufheizung der rückgestrahlten Energie
- Durchlüftung, Verschattung und Verdunstung auf mikroklimatischer Ebene

### Datengrundlagen

- Deutscher Klimaatlas / regionale Klimaatlanten: Klimaatlas des DWD zu den wichtigsten Klimaparametern
- Stadtklimagutachten (Gunsträume, Belastungsräume, Kaltluftentstehungsgebiete, Kaltluftbahnen)
- Landschaftsprogramme und –Pläne

---

### Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung

- Klimafunktionsflächen (Kaltluft- und Frischluftentstehungsgebiete, Kaltluftbahnen, Luftleitbahnen, innerstädtische Grünflächen, Grünverbindungen und -Vernetzungen)
- Grünzüge entlang von Talauen und Fließgewässern
- Verbindung regionaler und innerörtlicher Grünstrukturen
- siedlungsklimatische Sanierungszonen (in überhitzungsgefährdeten Stadtgebiete)
- Anpassung baulicher Strukturen (Dichte, Gebäudestellung, Form, Volumen)
- Maßnahmen zur Grün- und Freiraumentwicklung (Baumbestand erweitern, Versickerungs- und Verdunstungsmöglichkeiten schaffen, Fassaden- und Dachbegrünung)
- hitzeangepasster Gebäudebestand
- Klimatische Ausgleichs- und Entlastungsräume schützen um eine nächtliche Abkühlung zu ermöglichen

### Elemente im Flächennutzungsplan

- zu erhaltende und neu zu schaffende Grünflächen und Grünzüge in überwärmten Gebieten (Klimaoasen: Straßenbegleitendes Grün, Gründächer, Fassadenbegrünung), Vegetationselemente mit mikroklimatischer Wirkung zur Verdunstung und Verschattung (z.B. Grünschraffuren im FNP Bremen), (UBA 2014: 81f)
- Darstellungen über bauliche und sonstige Vorkehrungen zur Vermeidung und Minderung sonstiger Umwelteinwirkungen. (aktiver bzw. passiver Immissionsschutz) z.B. Schutzflächen, die von Bebauung freizuhalten sind (§ 9 Abs. 1. Nr. 24 BauGB)

### Elemente im Bebauungsplan

- Bauflächen mit Vorgaben zur Flächenentsiegelung
- Sicherung, Verbesserung der Belüftungssituation durch die Verzahnung von Grün- und Siedlungsflächen (Grünfinger),
- Festsetzung der Grünausstattung (z.B. Grün- und Wasserflächen, Bepflanzung, Dachbegrünung)
- Sicherung von Kaltluftbahnen und Kaltluftentstehungsgebieten, (Freihalten von durchströmten Bereichen, Sicherung des Volumens der Kaltluftflüsse durch Vermeidung von Barrieren durch Bebauung und Vegetation)
- Festsetzung der Bebauungsdichte, Gebäudestellung z.B. durch Art und Maß der baulichen Nutzung, Baulinien und Baugrenzen
- Festsetzung heller Gebäudefarben und Fassadenbegrünung im Rahmen landesrechtlicher Bestimmungen oder örtlichen Satzungen

## Schutzgut Pflanzen, Tiere und Biodiversität

### Klimatischer Einfluss

Frequenz und Stärke von Flusshochwassern / Starkniederschlägen / Sturzfluten abhängig von:  
Niederschlagsmengen und ihrer Häufigkeit

Häufigkeit und Dauer von Trockenperioden und Hitzewellen

- Sommerniederschläge (Wasserbilanz)
- Temperaturen (UBA 2015a: 215)

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

- wassergebundene Arten und Biotope mit geringer Pufferkapazität (Moore, Quellen, kleinere Fließgewässer, Tümpel)
- Veränderung des Grundwasserhaushalts (räumliche, zeitliche Mengenbilanz, Grundwasserströmung, Grundwasserneubildung, Grundwasserabfluss, Grundwasserflurabstand) (BMVBS/BBSR 2013: 87)
- pflanzenverfügbares Bodenwasser in den Vegetationsperioden
- nutzbare Feldkapazität
- Evapotranspiration in Abhängigkeit von der Vegetationsart (Bäume Ackerfrüchte, Gras) Siehe (BMVBS/BBSR 2013: 87)

#### Betroffenheit durch den Klimawandel:

- sensitive Arten- und Biotoptypen in stark von klimawandelbedingten Veränderungen betroffenen Gebieten (Wassergebundene Arten und Biotope mit geringer Pufferkapazität)
- an kühle Temperaturen angepasste Biotope und Habitate z.B. in Gebirgen (UBA 2015a: 215)
- Zunahme invasiver Arten

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Zusammensetzung von Biotopen
- räumliche Ausdehnung von Biotopen mit ihren Leitarten
- Vernetzung von Freiräumen

Bei sinkendem Grundwasserspiegel (Trockenheit):

- Gefährdung grundwasserabhängiger Landökosystem wie Moore, Feuchtwiesen und Auwälder

Bei steigendem Grundwasserspiegel:

- Vernässung von Ackerflächen,
- Auswaschen von Nitrat,
- Staunässe in Wäldern und Biotopen,
- Überflutung tiefliegender Flächen

---

### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- Flora-Fauna-Habitat-Richtlinien
- Vogelschutzrichtlinie
- Bundesnaturschutzgesetz (Eingriffsregelung)
- Baumschutzsatzungen
- Landschaftsprogramme
- Landschaftspläne und Grünordnungspläne

### **Planungsziele**

- durchgehende Biotopvernetzung um eine Artenwanderung zu ermöglichen
- Trittsteinbiotop schaffen
- möglichst hohe Vielseitigkeit von Biotoptypen (trockene und feuchte Standorte)
- Erhalt von Mooren, Auen und Wäldern
- Reduktion des Flächenverbrauchs
- Wassersensible Stadtentwicklung
- Schaffen von Feuchtbiotopen und Lebensräumen an Fließgewässern

### **Datengrundlagen**

- Landschaftsprogramme und -Pläne
- Biotopkartierungen
- Auswertung der Schutzgebiete
- Artenmonitoring

---

### **Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung**

- Biotopvernetzung
- Trittsteinbiotop
- Trocken-/Feuchtbiotop (Lebensräume an Fließgewässern)

### **Elemente in der Flächennutzungsplanung**

- Vernetzung von Grünstrukturen und Biotopen
- Trittsteinbiotop

### **Elemente im Bebauungsplan**

- Pflanzgebote heimischer Arten
- Dachbegrünung
- multifunktionale Flächen mit Biotopfunktion



## Schutzgut menschliche Gesundheit

### Klimatischer Einfluss

- Anzahl heiße Tage/ Jahr
- Anzahl Sommertage / Jahr
- Anzahl Tropennächte / Jahr
- Häufigkeit und Stärke von Flusshochwassern / Starkniederschlägen / Sturzfluten
- Veränderung der Artenvielfalt (Zunahme allergener Arten z.B. Ambrosia)

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

- Hitzeinseln (Definition bestimmen)
- Altersstrukturen
- Soziale Infrastruktur (Senioreneinrichtungen, Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten)
- siedlungsnaher Erholungsraum

#### Betroffenheit durch den Klimawandel:

Betroffenheit entsteht nur durch Verschneidung der Schutzbereiche Klima und Luft mit menschlicher Gesundheit:

- Anzahl betroffener Einrichtungen und Personen(gruppen)
  - höhere Hitzebelastung für empfindliche Bevölkerungsgruppen (Alterstruktur: unter 15 Jahre oder über 65 Jahre alt)
  - Siedlungsflächen typisiert nach demographischen Merkmalen (Bevölkerungsstruktur, Einwohnerzahl, -Dichte /z.B. >250 EW/km<sup>2</sup> und –Entwicklung) (Landeshauptstadt Saarbrücken 2012: 36)
  - Sensible Einrichtungen (Krankenhäuser, Kindergärten, Schulen, Senioreneinrichtungen; Verortung von Sensitivität und Vorbelastung der Bevölkerung (Belastungs- und Risikogruppen: Alte, Kinder, Kranke) Wohnfolgeeinrichtungen (Altersheime, Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser, ...)
- Art und Intensität von Erholungsnutzungen innerörtlicher und siedlungsnaher Freiflächen, Erholungs- und Freizeitfunktionen und ausgewiesene Erholungsgebiete
- landschaftsgebundene Erholung
- Inner- und zwischenörtliche Funktionsbeziehungen (Wohnen – Erholung – Bildung...)
- Zunahme von Allergien (z.B. durch Ambrosia)

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung für die Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Veränderungen der bioklimatischen Bedingungen (siehe Klima Michel und PVT)
- Anstieg der Tropennächte
- Ausdehnung der Hitzeinseln
- Möglichkeiten zu Freizeitaktivitäten im Freien
- Vorbelastungen durch Industrie, Verkehr, Gewerbe

---

#### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- Pflegegesetze
- Notfall- und Katastrophenpläne
- Bundes- und Landesnaturschutzgesetze

#### Planungsziele

- Vermeiden von Hitzeinseln
- Guter thermischer Komfort
- Hitzeresistente Bauweise
- Vermeidung von vulnerablen Einrichtungen in klimatischen Belastungsräumen
- Erhalt der Artenvielfalt zum Schutz vor dominierend allergenen Arten
- Vermeidung gesundheitsschädlicher Emissionen

- 
- Restriktive Nutzung von Hitze-, Hochwasser- und Sturmrisikogebieten
  - Schutz bioklimatisch begünstigter Räume
  - Dezentrale Regenwasserbewirtschaftung

#### **Datengrundlagen**

- Lage soziale Infrastrukturen
- Bevölkerungsstruktur und -Prognosen für einzelne Stadtgebiete
- Sozialindizes
- Stadtklimatische Belastungsräume
- Hochwasserrisikomanagementpläne
- städtisches Artenmonitoring

---

#### **Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung**

- soziale Einrichtungen in stadtklimatischen Gunsträumen
- Verbesserung der wohnungsnahen Grünflächenversorgung

#### **Elemente in der Flächennutzungsplanung**

- Überwärmungsbereiche im FNP darstellen als „*Siedlungsfläche mit Überwärmungsgefahr*“ oder „*Urbane Hitzeinsel*“ oder „*Überwärmungsbereich hoher Intensität*“ (UBA 2014)
- Biotopvernetzung fördern
- stadtklimatische Funktionen fördern

#### **Elemente im Bebauungsplan**

- mikroklimatische Funktionen fördern
- multifunktionale Flächen ausweisen
- Zugang zu Freiflächen ermöglichen
- hitzeresistente Bauweise festsetzen

## Schutzgut Kultur- und Sachgüter

### Klimatischer Einfluss

Frequenz und Stärke von Flusshochwassern / Starkniederschlägen / Sturzfluten abhängig von Niederschlagsmengen und ihre Häufigkeit (Veränderung des Bemessungsregens)

---

### Umweltzustand

#### Empfindlichkeit (Sensitivität)

- Anzahl wichtiger Kultur- und Sachgüter in Risikogebieten bzw. vom Deich geschützter Überschwemmungsbereich
- Anzahl von Verkehrswegen und Größe, Bedeutung und Anzahl kritischer Infrastruktureinrichtungen in Gefahrengebieten bzw. vom Deich geschützten Überschwemmungsbereich
- Lage und Größe gefährdeter Siedlungsbereiche in Gefahrengebieten bzw. vom Deich geschützter Überschwemmungsbereich

#### Betroffenheit durch den Klimawandel

- Bei steigendem Grundwasserspiegel: Schäden an Gebäuden (Keller und Fundamente)
- Bei sinkendem Grundwasserspiegel: Setzungen an Gebäuden

#### Faktoren der Siedlungsentwicklung zur Verstärkung der Folgen des Klimawandels

- Bauen in Risikogebieten

---

### Umweltziele in Gesetzen, Programmen und Plänen

- Denkmalschutzgesetze der Länder

### Planungsziele

- Schutz kritischer Infrastrukturen durch angepasste Bauweise
- Vermeidung von Risiken durch passende Standortwahl

### Datengrundlagen

- Kartierung denkmalgeschützter Gebäude und kritischer Infrastruktur

---

### Maßnahmen im Rahmen der Baulandentwicklung

- Schutz von Kultur- und Sachgütern

### Elemente in der Flächennutzungsplanung

- kritische Infrastrukturen kennzeichnen
- redundante Systeme aufbauen

### Elemente im Bebauungsplan

- Festsetzen der Mindesthöhe des Erdgeschosses
- bauliche Schutzvorkehrungen festsetzen

## Interviewleitfaden

### 1. Verständnis von Klimawandel / Klimaschutz / Klimaanpassung in der Stadtentwicklung

1. Bezugnehmend auf die Betrachtung des Klimawandels (z.B. Umgang mit Hitze/Wasser):
  - Welche **Schwerpunkte** werden in Ihrer Kommune in der Stadtentwicklung (insb. Flächennutzungsplanung und Bebauungsplanung) gelegt?
  - Können Sie hierfür **Positiv- und Negativ-Beispiele aus Ihrer Stadt** nennen?
    - Flächennutzungsplan:
    - Bebauungsplan:
2. Was sind die direkten und indirekten **Auswirkungen dieser Planungen auf die Umwelt** und auf die **Folgen des Klimawandels**? Bitte beschreiben Sie dies anhand eines gewählten Beispiels und der **Schutzgüter**. Warum wurde der Schwerpunkt in dieser Weise gewählt?
3. Welche Aspekte der Klimafolgenbetrachtung werden Ihrer Meinung momentan in der Stadtentwicklung bzw. der Bauleitplanung **noch nicht ausreichend thematisiert**? Warum nicht?
4. (Bitte beschreiben Sie Ihre Aufgabenbereiche im Rahmen der Umweltprüfung.)

Eine Übersicht über die Wechselwirkungen zwischen den Folgen des Klimawandels und den Umweltgütern finden Sie in **Anlage 1 (Wirkungsmatrix Auswirkungen der Folgen des Klimawandels auf einzelne Schutzgüter)**.

### 2. inhaltlichen und formellen Integration des Klimawandels

1. Wie geht die Stadtentwicklung und Bauleitplanung in Ihrer Stadt auf die prognostizierten Folgen des Klimawandels und die damit verbundenen **Unsicherheiten** ein?
  - Wurden dazu bereits Strategien entwickelt?
  - Lassen sich diese Ihrer Meinung nach auf die Bauleitplanung übertragen?
  - Welche Konsequenzen haben Unsicherheiten im Klimawandel für die Bewertung der Folgen des Klimawandels für die Bauleitplanung? Bezogen auf folgende Blickwinkel:
    - Unsicherheit durch fehlende Daten und Parameter in einer angebrachten Auflösung
    - Risiko durch Modellungenauigkeiten (-> Risiko),
    - Nichtwissen und Unvorhersagbarkeit durch chaotische Elemente im System (Variabilität des Klimas)
2. Wie schätzen Sie die Möglichkeit ein, durch die Umweltprüfung, beteiligten Personen das **Bewusstsein** für die Betrachtung der Folgen des Klimawandels zu wandeln?

### 3. Nullvariante und Alternativenprüfung in der Umweltprüfung

1. Bitte beschreiben Sie, welche Rolle für Sie die „Nullvariante“ und „Alternativenprüfung“ Ihrem Fall in der Umweltprüfung hat.
2. Welche Klimafolgen werden dabei angesprochen?

3. Werden bei der Beschreibung der „Nullvariante“ und der „Alternativenprüfung“ unterschiedliche Bewertungsmethoden angewandt?
- 4.

#### 4. Indikatoren, Messgrößen, Datengrundlagen

1. Welche Datengrundlagen, Indikatoren und Messgrößen nutzen Sie für die Einschätzung zukünftiger Folgen des Klimawandels und dessen Einfluss auf Umwelt und Stadtentwicklung? Worauf basierend die in der Umweltprüfung verwendeten Indikatoren **und Messgrößen**?
2. Welche Daten wären außerdem notwendig, um für Sie eine angemessene Prüfung durchführen zu können?
3. Spielen Ihrer Meinung in der Umweltprüfung und den zugrundeliegenden Informationen bestimmte **zeitliche Betrachtungshorizonte** vor allem unter dem Gesichtspunkt der Risikoermittlung möglicher Umweltauswirkungen eine Rolle?

Ansätze zur Weiterentwicklung von Indikatoren werden in der **Anlage 3 (mögliche Inhalte für Messgrößen und Grenzwerte)** beschrieben.

#### 5. Monitoring / kommunale Umweltüberwachung

1. Welche Themenfelder werden in den genutzten Umweltüberwachungssystemen angesprochen?
  - Wird im Umweltbericht auf Dokumente oder Umweltüberwachungssysteme verwiesen, die die Umweltveränderungen durch den Klimawandel thematisieren?
  - Wie werden diese dokumentiert?
2. Bezieht die Umweltüberwachung die Folgen des Klimawandels mit ein?
  - Werden Indikatoren verwendet, die die Folgen des Klimawandels thematisieren?
  - Wenn ja: Welche **Indikatorentypen** werden im Rahmen der Umweltbeobachtung unterschieden?
    - Pressure: Klimawandelverursachende Faktoren
    - State: Beschreibung des Umweltzustandes
    - Response: Beobachtung der Umsetzung der Mitigations- und Anpassungsmaßnahmen
3. Welche **Schlussfolgerungen** werden aus der Umweltüberwachung gezogen? Beeinflussen diese die zukünftige Stadtentwicklung?
4. Wie könnten die Prozesse im Monitoring erleichtert werden?

#### 6. Darstellung von Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen

1. Welche Rolle spielen die Folgen des Klimawandels bei der Entwicklung und Umsetzung von Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen?
2. Wann werden die in der Bauleitplanung vorgesehen Maßnahmen in der Regel umgesetzt?
3. Falls sich die Rahmenbedingungen durch den Klimawandel ändern, wäre gegebenenfalls eine Anpassung dieser Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen bei der Umsetzung der

Planung notwendig und möglich? (Beispielsweise, wenn der Bebauungsplan erst nach Jahren umgesetzt wird?)

## **7. Beteiligung**

1. Wie wird der Beteiligungsprozess in der Regel im Rahmen der Umweltprüfung durchgeführt?
2. Wurden der Klimawandel und seine Folgen thematisiert? Wie ist das Bewusstsein der Beteiligten gegenüber den Folgen des Klimawandels und den angesprochenen Planungsprozessen?
3. Sollte das Thema stärker verankert werden? Wenn ja: Was sollte unterstützend unternommen werden?

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgangslage für die Auswahl der Praxisbeispiele (eigene Erhebung).....	8
Tabelle 2: organisationale Zugehörigkeit der Experteninterviews .....	9
Tabelle 3-1: Matrix über die Wechselwirkungen des Klimawandels mit der Stadtentwicklung (eigene Darstellung in Anlehnung an May et al. 2016: 112ff, für Zeilen 1 – 5 7-11, 13, 14, 22-36, 38-42: für die Zeilen 1-6: LABO 2010).....	33
Tabelle 4-1: Schutzgutbezogene Vorsorgeziele und Beispiele für Ausgleichs- und Minderungsmaßnahmen in der Bauleitplanung (abgeleitet aus den Wirkungen des Klimawandels und der Stadtentwicklung) (Eigene Darstellung).....	35
Tabelle 5: Matrix Risikoabschätzung zwischen Schaden und Eintrittswahrscheinlichkeit (in Anlehnung an Gassner et al. 2010: 60f).....	52
Tabelle 6: Ziele und Maßnahmen der klimaangepassten Stadt- und Quartiersentwicklung und deren Einfluss auf die Schutzgüter (eigene Darstellung basierend auf Rößler/Albrecht 2015: 248, Baden-Württemberg 2012)	65
Tabelle 7: Instrumente der räumlichen Entwicklung, die der Klimaanpassung dienen können, (eigene Darstellung in Anlehnung an Mathey et al. 2011: 90, Korbel/Kurth 2016, Jacoby/Beutler 2013, VDI 3787 Blatt 8. 2020: 29 ff.).....	66
Tabelle 8: Vergleich der Verfahren zur Ermittlung der Überflutungsgefährdung (weiß: nicht geeignet; grau: weniger gut geeignet; hellgrün: gut geeignet; dunkelgrün: sehr gut geeignet), (Vereinfachte Darstellung: DWA 2013: 10 ff., DWA M 119 2016c, Metropolregion Nordwest 2016: 11) .....	71
Tabelle 9: Darstellungsmöglichkeiten von klimafolgenrelevanten Flächenausweisungen im FNP nach §5 BauGB.	85
Tabelle 10: Festsetzungsmöglichkeiten von klimafolgenrelevanten Flächenausweisungen im Bebauungsplan nach §9 BauGB.....	90
Tabelle 11: Kenngrößen aus den nationalen Leitfäden zur Integration des Klimawandels in die Umweltprüfung (Environment Agency 2011: 5 f., The Scottish Government 2010: 16, EPA 2015: 33 f.) .....	105
Tabelle 12: Beispiele rechtlicher und fachplanerischer Grundlagen für die Erfassung klimaanpassungsbezogener Umweltbelange in der Bauleitplanung (eigene Zusammenstellung basierend auf Reese 2017, Hartlik/Machtolf 2018) .....	112
Tabelle 13: Ziele für Klimaanpassungsmaßnahmen in der Bauleitplanung aus dem FNP Bremen (SUBV 2014a: 91) .....	131
Tabelle 14: Beispiele für Impact (Wirkungs-) Indikatoren und Response Indikatoren des AFOK Berlin, die für die städtebauliche Entwicklung zur Klimaanpassung relevant sein können (Reusswig al. 2016: 162 ff.) .....	150
Tabelle 15: Räumliche Analysekriterien im StEP Klima (SenSW 2011: 12ff).....	153
Tabelle 16: Einstufung Naturnähe des Wasserhaushalts (SenUVK 2017: 55,56) .....	156
Tabelle 17: Zuschläge für Niederschlagswasserbewirtschaftung (SenUVK 2017: 55,56) .....	156
Tabelle 18: Wertstufen für den Wertträger Luftaustausch (SenUVK 2017: 61) .....	157
Tabelle 19: Wertstufen für den Wertträger stadtklimatische Funktion (SenUVK 2017: 63) .....	157
Tabelle 20: Zuschlag durch Überschildung durch Bäume oder Fassadenbegrünung (SenUVK 2017: 65).....	157
Tabelle 21: Welche Schutzgüter spielen in Ihrer Stadt in der Umweltprüfung regelmäßig eine Rolle und sind besonders vulnerabel gegenüber den Folgen des Klimawandels? (Frage 1 aus den Interviews).....	171
Tabelle 22: Übersicht Praxisbeispiele (Steckbriefe hierzu befinden sich im Anhang.) .....	172
Tabelle 23: Übersicht über die für die Auswertung der Auswirkungen des Klimawandels genutzten Daten in den analysierten Umweltberichten (eigene Darstellung).....	175
Tabelle 24: Instrumente der Stadtentwicklung, die Umweltziele zur Klimafolgenbetrachtung in der verbindlichen Bauleitplanung vorgeben (eigene Erhebung) .....	178
Tabelle 25: Ziele der klimagerechten Stadtentwicklung, die in den Umweltberichten oder in übergeordneten Dokumenten genannt wurden (eigene Erhebung) .....	179
Tabelle 26: Genutzte Schwerpunkte der Alternativenprüfung (eigene Erhebung).....	181
Tabelle 27: Explizite Nennung von Anpassungsmaßnahmen in den Festsetzungen der Bebauungspläne (SenSW Stand 2018a: 93, SUBV 2016c: 27-29,46, Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) 2018: 49f, FHH 2014a: 28, 93f., FHH 2014b, FHH/MIX 2016: 55, BSW 2017a, Landeshauptstadt Stuttgart 2018c, Landeshauptstadt Stuttgart 2016a: 5 ff.).....	187

---

Tabelle 28: Integration der Klimaanpassung in den genannten Schritten der Umweltprüfung verteilt auf die Nennungen in den verschiedenen Städten (Fragebogen und Dokumentenanalyse, n =4) .....	195
Tabelle 29: Überblick über Datengrundlagen zum Klimawandel in den Praxisbeispielen (Beispiele in Auszügen Stand 2019) .....	201
Tabelle 30: Nutzbare Informationen zur Vulnerabilitätschätzung gegenüber dem Klimawandel (eigene Zusammenstellung).....	202
Tabelle 31: Dokumente & Instrumente mit Klimaanpassungszielen für die untersuchten Bebauungspläne (eigene Erhebung).....	205
Tabelle 32: Beispiele für Zielindikatoren, die durch ihre Multifunktionalität die Zielerreichung fördern können (eigene Darstellung) .....	209
Tabelle 33: mögliche Informationen zur Erfassung der Klimaveränderungen .....	215
Tabelle 34: Handlungsbedarf im Umgang mit Unsicherheiten .....	234
Tabelle 35: inhaltlicher Handlungsbedarf auf Ebene der Kommunen, Länder und des Bundes .....	236



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hypothesen zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung (UP), Eigene Darstellung.....	5
Abbildung 2: Forschungsmethodik basierend auf dem Forschungsstil der „Grounded Theory“ nach Corbin & Strauss (1990) .....	10
Abbildung 3: Schema der Wirkzusammenhänge zwischen Klimawandel, Stadtentwicklung und deren Auswirkungen auf die Umwelt (Schutzgüter) (Eigene Darstellung).....	13
Abbildung 4: Einfluss des Klimawandels auf den Boden und Bodenfunktionen und seine Rückwirkungen auf das Klima (eigene Darstellung in Anlehnung an: Marx et al. 2016: 14 und UBA 2015a: 173).....	19
Abbildung 5: Veränderung des Wasserhaushalts durch zunehmende Versiegelung vereinfacht (übernommen aus: DWA M 153 2007).....	20
Abbildung 6: Einfluss des Klimawandels auf Oberflächengewässer und Grundwasser und seine Rückwirkungen auf die Umwelt (eigene Darstellung in Anlehnung an UBA 2015a: 323, MNULV 2010: 136) .....	21
Abbildung 7: Einflussgrößen des urbanen Wärmehaushalts (in Anlehnung an Robel et al. 1978 in Baumüller et al. 2008) .....	24
Abbildung 8: Einfluss des Klimawandels auf die biologische Vielfalt (eigene Darstellung in Anlehnung an Schliep et al. 2017: 29 und UBA 2015a: 173) .....	26
Abbildung 9: Einfluss des Klimawandels auf die menschliche Gesundheit und Bevölkerung im städtischen Umfeld (eigene Darstellung in Anlehnung an UBA 2015a: 173).....	28
Abbildung 10: Klima Michel (Baumüller et al. 2008 entnommen aus Jendritzky et al 1990).....	29
Abbildung 11: Einordnung der Planungsansätze in das Modell der Resilienz anhand des vereinfachten „Adaptive Cycles“ von Walker/Salt (2012: 47).....	44
Abbildung 12: Eigenschaften einer resilienten Stadtentwicklung (eigene Darstellung).....	45
Abbildung 13: Übersicht über Entscheidungsprozesse unter Unsicherheit (vgl. Birkmann et al. 2017: 274, Allen et al. 2011, Kuhlicke/Kruse 2009, Peterson et al. 2003, Willow/Gamelle 2003, Willows/Connell 2003, Jaeger 2000) .....	47
Abbildung 14: Vereinfachtes Vulnerabilitätsmodell (eigene Darstellung in Anlehnung an: UBA 2015a: 39) .....	49
Abbildung 15: Klimabezogenes Risikomodell des IPCC unter Einbeziehung gefährdender Ereignisse und Trends, Vulnerabilität und Exposition menschlicher und natürlicher Systeme, beeinflusst durch den Klimawandel und andere sozioökonomische Prozesse (IPCC 2014: 3 19.2, Abb. 19-1) .....	50
Abbildung 16: Risk-Governance-Prozess (Darstellung in Anlehnung an Overbeck et al. 2008 und IRGC 2005) .....	51
Abbildung 17: Szenarien-Trichter (eigene Darstellung in Anlehnung an Geschka/Hammer 1990).....	53
Abbildung 18: Adaptive-Management-Zyklus (eigene Darstellung in Anlehnung an Allen et al. 2011, Williams/Brown 2014, 2018, Walker et al. 2013, Mirfenderesk/Corkill 2009).....	55
Abbildung 19: Elemente des Überflutungsschutzes und des Starkregenmanagements (eigene Darstellung in Anlehnung an: DWA M 119 2016c: 20 und 14, LUBW 2016, Stadt Köln 2017: 11).....	70
Abbildung 20: Perspektivwechsel von UVP/SUP über das „Climate Proofing“ (in grau) zur Klimafolgenbetrachtung in der Umweltprüfung (eigene Weiterentwicklung in Anlehnung an Birkmann/Fleischhauer 2009: 119) .....	96
Abbildung 21: Prüfsystematik zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung (eigene Darstellung).....	109
Abbildung 22: Verhältnis der Schutzgüter von Umweltprüfung, Eingriffsregelung und FFH-Verträglichkeitsprüfung und anderen Fachplänen (eigene Darstellung in Anlehnung an Breuer 2016: 371).....	119
Abbildung 23: Einordnung der Praxisbeispiele anhand der im Bericht „Vulnerabilität Deutschlands“ klassifizierten Betroffenheiten (reduzierte Legende; UBA 2015a: 668) .....	124
Abbildung 24: Verteilung der nächtlichen thermischen Belastungsklassen bezogen auf die Siedlungsfläche der Stadt Bremen (Daten aus SUBV 2018: 112 f.) .....	126
Abbildung 25: Ausschnitte aus Plan 1 Maßnahmen und Zielkonzept im LaPro Bremen (für die Gebiete der untersuchten BPläne „Gartenstadt Werdersee“ und „Neuer Ellener Hof“ (Bremische Bürgerschaft (Landtag) 2015a) .....	130
Abbildung 26: Ausschnitt aus der Kartendarstellung des Beiplans 16 „Entwicklungspotenziale zur Anpassung an den Klimawandel“ (ohne Maßstab, SUBV 2014a: 120f) .....	133

Abbildung 27: Ausschnitt und Legende der Karte D Klima / Luft – Bestand, Bewertung und Konfliktanalyse im Landschaftsprogramm Bremen (M: 1:35.000, Bremische Bürgerschaft (Landtag) 2015b) .....	134
Abbildung 28: Landschaftsprogramm Hamburg (M: 1:100.000, FHH 2013) .....	140
Abbildung 29: Fachkarte „Grün Vernetzen“ (M: 1: 100.000, BUE 2018a) .....	141
Abbildung 30: Verdunstungspotenzialkarte Hamburg (ohne Maßstab, Domroese 2011: 13) .....	142
Abbildung 31: Stadtklimagutachten Hamburg: Entwicklung der Wärmebelastung am Tag, (M:1:100.000 GEO-NET 2012: Karte 2.9).....	145
Abbildung 32: Planungshinweis Stadtklima Hamburg Klimaanalyse (M:1:100.000, GEO-NET 2012: Karte 1.12) ..	146
Abbildung 33: Stellung der Bauleitplanung im Berliner Planungssystem (Difu 2012: 30 grafisch überarbeitet) ...	151
Abbildung 34: Übersicht Schutzgüter und Wertträger des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes einschließlich der Schutzgutbezogenen Zuschläge (SenUVK 2017: 48) .....	155
Abbildung 35: Projizierte Entwicklung wärmebelasteter Ortslagen (> 30 Tage über 30°C im Jahr) von 2000 (aktuell) bis 2100 (Prognose), (ohne Maßstab; Verband Region Stuttgart 2008: 135).....	161
Abbildung 36: Ausschnitt aus dem Stuttgarter Flächennutzungsplan, der hier in rot-grüner Schraffur die „Wohnbaufläche Kesselrand“ kennzeichnet (ohne Maßstab; Landeshauptstadt Stuttgart 2016).....	164
Abbildung 37: Rahmenplan Halbhöhenlagen (ohne Maßstab, Landeshauptstadt Stuttgart 2007: 44) .....	165
Abbildung 38: Variantenvergleich in der Gestaltung eines Musterblocks im Rahmenplan Talgrund West (ohne Maßstab; Landeshauptstadt Stuttgart 2018: 12 und 30).....	166
Abbildung 39: Erfassungsmaske für den Klimaplanungsspass (Mayer et al. 2015: 49).....	168
Abbildung 40: Beispiel Buckower Felder (B-Plan Entwurf vor dem Beteiligungsverfahren Stand Juli 2017 (links) und nach dem Beteiligungsverfahren Stand Januar 2019 (rechts) M: 1:2.000, SenSW 2017c, 2019).....	185
Abbildung 41: Ausschnitt aus dem Masterplan für die Nachnutzung des Flughafen Tegels (ohne Maßstab, SenSW/Tegel Projekt 2017) .....	188
Abbildung 42: Ausschnitt aus Planzeichnung des Bebauungsplanentwurfs „Schumacher Quartier“ in Berlin (M 1:1.000, SenSW Stand 2018b).....	190
Abbildung 43: Ausschnitt aus der Planzeichnung des Bebauungsplans „Neckarpark“ in Stuttgart (M:1.000, Landeshauptstadt Stuttgart 2016a) .....	191
Abbildung 44: Vereinfachtes Prüfschema in Kürze.....	211
Abbildung 45: Berücksichtigung der Klimafolgenbetrachtung im Bauleitplanverfahren und im Umweltprüfungsverfahren (eigenen Darstellung in Anlehnung an Jacoby/Beutler 2013: 22, HLUg 2017: 9) .....	213
Abbildung 47: Handlungsbedarfe zur Integration der Klimafolgenbetrachtung in die Umweltprüfung, gute Beispiele vorhanden (grüner Rahmen) und zu überwindende Hemmnisse (roter Rahmen) (eigene Darstellung).....	230
Abbildung 47: Planzeichnung des Bebauungsplans „Neuer Ellener Hof“ (ohne Maßstab, Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) 2018: 70) .....	243
Abbildung 48: Planzeichnung des Bebauungsplans „Gartenstadt Werdersee“ (ohne Maßstab, Freie Hansestadt Bremen (Stadtgemeinde) Bearbeitungstand 2017) .....	244
Abbildung 49: Planzeichnung des Bebauungsplans „Neue Mitte Altona“ (ohne Maßstab, FHH 2014c).....	245
Abbildung 50: Planzeichnung des Bebauungsplans „Schnelsen 86“ (ohne Maßstab, FHH 2018b) .....	246
Abbildung 51: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplanentwurfs „Buckower Felder“ (ohne Maßstab, SenSW Stand 2019b).....	247
Abbildung 52: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplanentwurfs „Schumacher Quartier“ Variante 1 (ohne Maßstab, SenSW Stand 2018b (18.9.2018)) .....	248
Abbildung 53: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplans „Neckarpark“ (ohne Maßstab, Landeshauptstadt Stuttgart 2016a).....	249
Abbildung 54: Ausschnitt der Planzeichnung des Bebauungsplans „Wohnquartier ST Vincent Palotti“ (ohne Maßstab, Landeshauptstadt Stuttgart 2018b).....	250

## Quellenverzeichnis

- Adger, W.N. (2000): Social and ecological resilience: are they related? In: *Progress in Human Geography* 24, 3, 347–364. doi: 10.1191/030913200701540465.
- Adger, W.N.; Hughes, T.P.; Folke, C.; Carpenter, S.R.; Rockström, J. (2005): Social-ecological resilience to coastal disasters. In: *Science*, 309, 5737, 1036–1039.
- AG Qualitätsmanagement der UVP-Gesellschaft (2006): Leitlinien für eine gute UVP-Qualität. Version 1.1.
- Ahlhelm, I.; Hinzen, A. (2012): Klimaschutz und Klimaanpassung: noch (k)ein Thema in der Strategischen Umweltprüfung bei der räumlichen Planung? In: *UVP-Report 2012*, 26(2), 82–88.
- Albrecht, F.M. (2006): Langzeitverhalten der Starkniederschläge in Baden-Württemberg und Bayern. KLIWA-Projekt A 1.1.3 "Trenduntersuchungen extremer Niederschlagsereignisse in Baden-Württemberg und Bayern". KLIWA-Berichte, 8, Offenbach.
- Albrecht, J.; Schanze, J.; Klimmer, L.; Bartel, S.; Kuchel, L.; Kuchta, L. (2018): Klimaanpassung im Raumordnungs-, Städtebau- und Umweltfachplanungsrecht sowie im Recht der kommunalen Daseinsvorsorge.
- Allen C.R., Garmestani A.S. (Hrsg.) (2015): *Adaptive management of social-ecological systems*. Springer, Dordrecht
- Allen, C.R.; Fontaine, J.J.; Pope, K.L.; Garmestani, A.S. (2011): Adaptive management for a turbulent future. In: *Journal of environmental management* 92, 5, 1339–1345. doi: 10.1016/j.jenvman.2010.11.019.
- Amelung, W.; Blume, H.-P.; Fleige, H.; Horn, R.; Kandeler, E.; Kögel-Knabner, I.; Kretzschmar, R.; Stahr, K.; Wilke, B.-M. (Hrsg.) (2018): *Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde*. Berlin, Heidelberg.
- Arbeitsgruppe "Klimafolgenmonitoring" der Arbeitsgemeinschaft Bund/Länder "Klima, Energie, Mobilität - Nachhaltigkeit" (BLAG KliNa) (Hrsg.) (2012): Bericht über den Stand des Klimafolgenmonitorings in den Ländern. Anlage 2. [https://www.blag-kliNa.de/documents/BLAG\\_KliNa\\_UMK\\_UV\\_Klimafolgenmonitoring\\_Anlage\\_2\\_neu.pdf](https://www.blag-kliNa.de/documents/BLAG_KliNa_UMK_UV_Klimafolgenmonitoring_Anlage_2_neu.pdf).
- Arbeitskreis KLIWA (KLIWA) (Hrsg.) (2010): Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft. 4. KLIWA-Symposium am 3. und 4. Dezember 2009 in Mainz; Fachvorträge. KLIWA-Berichte. Karlsruhe. = KLIWA-Berichte, 15.
- Architektur- und Planungsgesellschaft mbH (2015): Abschlussbericht Rahmenplanung "Wohnen an den Buckower Feldern".
- ARGEBAU, Fachkommission Städtebau (2011): Muster-Einführungserlass zum Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes bei der Entwicklung in den Städten und Gemeinden (BauGBÄndG 2011 – Mustererlass). Beschlossen durch die Fachkommission Städtebau am 16. Dezember 2011
- Augustin, J.; Sauerborn, R.; Burkart, K.; Endlicher, W.; Jochner, S.; Koppe, C.; Menzel, A.; Mücke, H.-G.; Herrmann, A. (2017): Gesundheit. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöllner, S. (Hrsg.): *Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. Berlin, Heidelberg, 137–149.
- Aven, T.; Renn, O. (Hrsg.) (2010): *Risk management and governance. Concepts, guidelines and applications*. Risk, Governance and Society. Risk, Governance and Society, 16. Berlin, Heidelberg.
- Baccini, M.; Kosatsky, T.; Analitis, A.; Anderson, H.R.; D'Ovidio, M.; Menne, B. (2011): Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. In: *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65, 64–70.
- Bachfischer, R. (1978): *Die ökologische Risikoanalyse*. Diss., TU München
- Baden-Württemberg, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau (Hrsg.) (2012): *Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung*. Stuttgart.
- Balla S., Peters H. (2015): Die novellierte UVP-Richtlinie und ihre Umsetzung. *NuR* 37(5):297–305. doi: 10.1007/s10357-015-2824-7
- Balla, S.; Schönthaler, K.; Wachter, T.F.; Peters, H.-J. (2018): Überblick zum Stand der fachlich-methodischen Berücksichtigung des Klimawandels in der UVP. UBA-Climate Change. Dessau.
- Battis, U.; Krautzberger, M.; Löhr, R.-P. (Hrsg.) (2009): *Baugesetzbuch: BauGB. Kommentar*. 11. Auflage.
- Battis, U.; Moench, C.; Uechtritz, M.; Mattes, C.; Groeben, C. von der (2015): *Gutachterliche Stellungnahme zur Umsetzung der UVP-Änderungsrichtlinie im Baugesetzbuch*. Endbericht.
- Bauer A, Pregernig M (2013): Wissen für eine vorausschauende Politik: Der Umgang mit Unsicherheiten in Strategischer Umweltprüfung, Technikfolgenabschätzung und Foresight. In: Detten R von (Hrsg.): *Unberechenbare Umwelt: Zum Umgang mit Unsicherheit und Nicht-Wissen*. Springer VS, Wiesbaden, 121–155
- Baumüller, J. (2008): Stadtklima und Stadtplanung im Klimawandel. In: *UVP-Report* 22, 5, 205–214.
- Baumüller, J. (2019): Grüne Stadt in heißen Zeiten - grüne Infrastruktur als Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel. In: *UVP-Report* 2018, 34 (4), 168–176. doi: 10.17442/uvp-report.032.22.
- Baumüller, J.; Hoffmann, U.; Reuter, U. (Hrsg.) (2008): *Städtebauliche Klimafibel Online. Hinweise für die Bauleitplanung*. Stuttgart.

- Baumüller, J.; Reuter, U. (2004): Umweltmeteorologie und Planung. In: UVP-Report, 18(1), 6–12.
- BBK, Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (Hrsg.) (2013): Abschätzung der Verwundbarkeit von Bevölkerung und Kritischen Infrastrukturen gegenüber Hitzewellen und Starkregen. [http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis\\_Bevoelkerungsschutz/Band\\_11\\_PraxisBS\\_Hitzewellen-Starkregen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/Band_11_PraxisBS_Hitzewellen-Starkregen.pdf?__blob=publicationFile).
- BBSR, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2015): Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bonn.
- BBSR, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2018): Stresstest Stadt – wie resilient sind unsere Städte? Unsicherheiten der Stadtentwicklung identifizieren, analysieren und bewerten. Bonn.
- BBSR/BBR, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (2016): Querauswertung zentraler Verbundvorhaben des Bundes zur Anpassung an den Klimawandel mit Fokus Stadt- und Regionalentwicklung. BBSR-Online-Publikation Bonn.
- Becker, J. (2016): Klimaanpassung Aktive Städte und Landkreise in Deutschland. Klimaanpassung leicht gemacht! Informations- und Beratungsangebot der Metropolregion Hamburg zur Initiierung von Projekten.
- Beierkuhnlein, C.; Jentsch-Beierkuhnlein, A.; Reineking, B.; Schlumprecht, H.; Ellwanger, G. (Hrsg.) (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf Fauna, Flora und Lebensräume sowie Anpassungsstrategien des Naturschutzes. Ergebnisse des gleichnamigen F+E-Vorhabens (FKZ 3508 85 0600). Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bonn - Bad Godesberg. = Naturschutz und Biologische Vielfalt, 137.
- Benden, J.; Broesi, R.; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T.G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen Teil 1; Wissenschaftliche Grundlagen. MURIEL Publikation.Osnabrück.
- Benden, J.; Broesi, R.; Illgen, M.; Leinweber, U.; Lennartz, G.; Scheid, C.; Schmitt, T. G. (2017): Multifunktionale Retentionsflächen. Teil 3: Arbeitshilfe für Planung, Umsetzung und Betrieb. MURIEL Publikation. Köln
- Berkley J, Gunderson L (2015): Practical Resilience: Building Networks of Adaptive Management. In: Garmestani AS (Hrsg.): Adaptive Management of Social-Ecological Systems. Springer, Dordrecht, 201–216
- Berliner Regenwasseragentur (2018): Auftaktveranstaltung zum Fachdialog: Reden wir über Regen – Berlin koppelt ab! Dokumentation | 11.10.2018, Berlin.
- Bezirk Friedrichshain von Berlin (1999): Verordnung über die Festsetzung des Landschaftsplans V-L-2 Frankfurter Allee-Süd im Bezirk Friedrichshain von Berlin, 791–1–125. [http://fbinter.stadt-berlin.de/fb\\_daten/sachdaten/lplan/pdf/V-L-2.pdf](http://fbinter.stadt-berlin.de/fb_daten/sachdaten/lplan/pdf/V-L-2.pdf).
- BfN, Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2016): Daten zur Natur 2016. Bonn.
- BGMR im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (BGMR/SenSW) (2017): Eingriffsbilanz Bebauungsplan 8-66 (TöB). Berlin.
- BGMR im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (BGMR/SenSW) (2018): Bebauungsplan 8-66 Gerlinger Straße / Buckower Damm, Berlin-Neukölln, Eingriffsbilanz. Berlin.
- Birkmann J., Fleischhauer M (2009): Anpassungsstrategien der Raumentwicklung an den Klimawandel: "Climate Proofing" – Konturen eines neuen Instruments. In: Raumforschung und Raumordnung (67) 2, 114-127.
- Birkmann, J. (2018): Risikomanagement. In: Blotevogel, H.H.; Döring, T.; Grotefels, S. (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung, 2085–2095.
- Birkmann, J.; Blätgen, T. (2015): Raumplanung im Klimawandel Erkenntnisse des IPCC und Veränderungsbedarfe in Prüf- und Bewertungsverfahren räumlicher Planung. In: Knieling, J.; Müller, B. (Hrsg.): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalplanung. Ansätze, Instrumente, Massnahmen und Beispiele. München, 27–56. = Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten, 7.
- Birkmann, J.; Böhm, H. R.; Büscher, D.; Fleischhauer, M.; Frommer, B.; Janssen, G.; Overbeck, G.; Schanze, J.; Schlipf, S.; Stock, M.; Vollmer, M. (2010): Planungs- und Steuerungsinstrumente zum Umgang mit dem Klimawandel. Arbeitskreis Klimawandel und Raumplanung der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Materialien der Interdisziplinären Arbeitsgruppen IAG Globaler Wandel – Regionale Entwicklung, Diskussionspapier 8. Berlin.
- Birkmann, J.; Cutter, S.L.; Rothman, D.S.; Welle, T.; Garschagen, M.; van Ruijven, B.; O'Neill, B.; Preston, B.L.; Kienberger, S.; Cardona, O.D.; Siagian, T.; Hidayati, D.; Setiadi, N.; Binder, C.R.; Hughes, B.; Pulwarty, R. (2015): Scenarios for vulnerability. Opportunities and constraints in the context of climate change and disaster risk. In: Climatic Change 133, 1, 53–68. doi: 10.1007/s10584-013-0913-2.
- Birkmann, J.; Fleischhauer, M. (2009): Anpassungsstrategien der Raumentwicklung an den Klimawandel: "Climate Proofing" – Konturen eines neuen Instruments. In: Raumforschung und Raumordnung 67, 2, 114–127.
- Birkmann, J.; Greiving, S.; Serdeczny (2017): Das Assessment von Vulnerabilitäten, Risiken und Unsicherheiten. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 267–276.

- BMI, Bundesministerium des Inneren (Hrsg.) (2009): Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie), Berlin.  
<http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Themen/Sicherheit/SicherheitAllgemein/kritis.html>  
(17.06.2009)
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2013): Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft (Bundeskompensationsverordnung - BKompV). (Bundeskompensationsverordnung - BKompV).
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2019a) Referentenentwurf: Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung (Bundeskompensationsverordnung -BKompV). Bonn.
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2019b): Referentenentwurf Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung. Anlage 6 (zu § 8 Absatz 2 Satz 4, § 11 Absatz 1, 2 Satz 1 und Absatz 3 Satz 1) Maßnahmen im Sinne des § 15 Absatz 3 des Bundesnaturschutzgesetzes. Bonn
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2019c): Referentenentwurf Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung. Anlage 1: (zu § 3 Absatz 3 Satz 1 und § 5 Absatz 1) Bestandserfassung und -bewertung weiterer Schutzgüter und Funktionen. Bonn.
- BMU, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) (2019d): Referentenentwurf Verordnung über die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung. Anlage 5 (zu § 9 Absatz 3, Absatz 4 Satz 2 und Absatz 6) Anforderungen an den Ausgleich und den Ersatz mindestens erheblicher Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sowie erheblicher Beeinträchtigungen besonderer Schwere sonstiger Schutzgüter. Bonn
- BMVBS, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.)(2013): Doppik-gestützter Informationsgewinn für Grün- und Freiflächen im Kontext der klimagerechten Stadtentwicklung. BMBVBS-Online-Publikation, Bonn.
- BMVBS/BBSR, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Bundesamt für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2013): Methodenhandbuch zur regionalen Klimafolgenbewertung in der räumlichen Planung. Berlin/Bonn.
- BMVI (Hrsg.) (2017): Handlungshilfe Klimawandelgerechter Regionalplan: Ergebnisse des Forschungsprojektes KlimREG für die Praxis. MORO Praxis 6/2017.
- Böhm, J.; Böhme, C.; Bunzel, A.; Kühnau, C.; Landua, D.; Reinke, M. (2016): Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben „Entwicklung von naturschutzfachlichen Zielen und Orientierungswerten für die planerische Umsetzung der doppelten Innenentwicklung sowie als Grundlage für ein entsprechendes Flächenmanagement“. Bonn. = BfN-Skripten, 444.
- Bowyer, P.; Schaller, M.; Bender, S.; Jacob, D. (2015): Adaptation as Climate change Risk Management. Methods and Approaches. In: Leal Filho, W. (Hrsg.): Handbook of Climate Change Adaptation. Berlin Heidelberg, 71–92.
- Breuer, W. (2016): Eingriffsregelung. In: Riedel, W.; Lange, H.; Jedicke, E.; Reinke, M. (Hrsg.): Landschaftsplanung. Heidelberg, 357–380.
- Breuste, J.; Haase, D.; Pauleit, S.; Sauerwein, M. (2016): Wie verwundbar sind Stadtökosysteme und wie kann mit ihnen urbane Resilienz entwickelt werden? In: Breuste Jürgen; et al. (Hrsg.): Stadtökosysteme, 165–200.
- Bronstert, A.; Bormann, H.; Bürger, G.; Haberlandt, U.; Hattermann, F.; Heistermann, M.; Huang, S.; Kolokotronis, V.; Kindzewicz, Z.; Menzel, L.; Meon, G.; Merz, B.; Meuser, A.; Paton, E.N.; Petrow, T. (2017): Hochwasser und Sturzfluten an Flüssen in Deutschland. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöllner, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 87–102.
- Brookes, A. (2009): Environmental risk assessment and risk management. In: Morris, Peter; Therivel, Riki (Hrsg.): Methods of environmental impact assessment. The natural and built environment series, [2]. Abingdon, 415–433.
- BSU, Freie und Hansestadt Hamburg; Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) (2010): Städtebaulicher und landschaftsplanerischer Realisierungswettbewerb mit Ideenteilen Mitte Altona Auslobung zum kooperativen Verfahren. Hamburg.
- BSU, Freie und Hansestadt Hamburg; Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) (2011): Hamburgs Klima kein Problem? Die Bedeutung von Grünflächen und Grünstrukturen für das Stadtklima. Dokumentation der Fachtagung im Bürgerhaus Wilhelmsburg am 11. Mai 2011. Hamburg.
- BSU, Freie und Hansestadt Hamburg Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) (2012): Stadtklimatische Bestandsaufnahme und Bewertung für das Landschaftsprogramm Hamburg Klimaanalyse und Klimawandelszenario 2050. Hannover.

- BSW, Freie und Hansestadt Hamburg; Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2014): Bebauungsplanverfahren, Schnelsen 86, Wasserwirtschaftlicher Begleitplan (WBP), Stufe 1 (Stand 21.08.2014 unveröffentlicht)
- BSW, Freie und Hansestadt Hamburg; Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2017a): Freiraumplanerischer Funktionsplan Bebauungsplan Schnelsen 86. Hamburg.
- BSW, Freie und Hansestadt Hamburg; Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2017b): Originalstellungnahmen zum Bebauungsplan Schnelsen 86 Ausgedruckt am 28.11.2017. Hamburg.
- Bubeck, P.; Klimmer, L.; Albrecht, J. (2016): Klimaanpassung in der rechtlichen Rahmensezung des Bundes und Auswirkungen auf die Praxis im Raumordnungs-, Städtebau- und Wasserrecht. In: Natur und Recht, Nr. 38 vom 2016.
- BUE, Freie und Hansestadt Hamburg; Behörde für Umwelt und Energie, Abt. Landschaftsplanung und Stadtgrün(Hrsg.) (2018a): Fachkarte Grün Vernetzen. Fachkarte für das Landschaftsprogramm der Freien und Hansestadt Hamburg. Hamburg.
- BUE, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt und Energie; Abt. Landschaftsplanung und Stadtgrün (Hrsg.) (Stand 2018b): Grün Vernetzen. Fachkarte für das Landschaftsprogramm - Erläuterungen -. Hamburg.
- Bundeskabinett (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- Bundesregierung (2017): Stadtentwicklungsbericht der Bundesregierung 2016: Gutes Zusammenleben im Quartier. Berlin.  
[http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Nationale\\_Stadtentwicklung/stadtentwicklungsbericht\\_breg\\_2016\\_bf.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Nationale_Stadtentwicklung/stadtentwicklungsbericht_breg_2016_bf.pdf).
- Bunge, T. (2019): Umweltprüfung in der Bauleitplanung: ein wirksames Instrument für den Naturschutz? In: Mengel, A. (Hrsg.): Naturschutzrecht und Städtebaurecht. Bundesfachtagung Naturschutzrecht 2017. Kassel, Hess, 102–116. = Schriftenreihe des Fachgebietes Landschaftsentwicklung/ Umwelt- und Planungsrecht, 4.
- Burek, P.; van Knijff der, J.; Roo de, A. (2013): LISFLOOD, distributed water balance and flood simulation model. Revised user manual 2013. Luxembourg. = EUR, Scientific and technical research series, 26162.
- Busse, J.; Dirnberger, F.; Pröpstel-Haider, U.; Schmid, W. (2013): Die Umweltprüfung in der Gemeinde. Mit Ökokonto, Umweltbericht, Artenschutzrecht, Energieplanung und Refinanzierung. Heidelberg, München [u.a.].
- BWS GmbH (2017): Stiftungsdorf Ellener Hof Entwässerungskonzept.Bremen
- Campe, S.; Katzschner, L.; Kupski, S. (2015): Klimafunktionskarten als Instrument der Klimaanpassung in der Bauleitplaung. In: Knieling, J.; Müller, B. (Hrsg.): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalplanung. Ansätze, Instrumente, Massnahmen und Beispiele. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten, 7. München, 343–354.
- Cardona, O.D. (2004): The need for rethinking the concepts of vulnerability and risk from a holistic perspective: A necessary review and criticism for effective risk management. In: Bankoff, G., G. Frerks, and D. Hilhorst (Hrsg.) Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People London, UK, 37-51.
- CARICOM, Caribbean Community Secretariat (Hrsg.) (2004): adapting to a changing climate in the caribbean and south pacific regions. Guide to the Integration of Climate Change Adaptation into the Environmental Impact Assessment (EIA) Process.
- Carpenter, RA (1995): Risk Assessment. In: Vanclavy F & Bronstein DA (Hrsg.): Environmental and social impact assessment, John Wiley & Sons, Chichester. 193-219
- Carpenter, S.; Walker, B.; Anderies, J.M.; Abel, N. (2001): From metaphor to measurement: resilience of what to what? In: Ecosystems, 4, 765–781.
- ClimAdapt, Nova Scotia's Climate Change Adaptation Initiative (Hrsg.) (2003): Pracaticioner's Guide - Incorporating Climate Change into the Environmental Impact Assessment Process.  
[https://web.law.columbia.edu/sites/default/files/microsites/climate-change/canada\\_nova\\_scotia\\_2003\\_guidance.pdf](https://web.law.columbia.edu/sites/default/files/microsites/climate-change/canada_nova_scotia_2003_guidance.pdf). (16.11.2019)
- Depietri, Y.; McPhearson, T. (2017): Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. In: Kabisch, N.; Korn, H.; Stadler, J.; Bonn, A. (Hrsg.): Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Cham, 91-110.
- Derby Lewis, A.; Moseley, R.K.; Hall, K.R.; Hellmann, J.J.(2015): Conservation of Urban Biodiversity Under Climate Change: Climate-Smart Management for Chicago Green Spaces. In: Filho, L. (Hrsg.): Handbook of Climate Change Andatpation, Berlin, Heidelberg. 277–296.
- Deutscher Städtetag (2012): Positionspapier Anpassung an den Klimawandel - Empfehlungen und Maßnahmen der Städte. Berlin/Köln
- Deutscher Städtetag (Hrsg.) (2015): Starkregen und Sturzfluten in Städten Eine Arbeitshilfe. Berlin/Köln.

- Deutscher Städtetag (Hrsg.) (2019): Anpassung an den Klimawandel in den Städten Forderungen, Hinweise und Anregungen. Handreichung des Deutschen Städtetages beschlossen vom Hauptausschuss vom 20. Februar 2019. Berlin und Köln.
- Deuschländer, T.; Mächel H. (2017): Temperatur inklusive Hitzewellen. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 47–56.
- Dickhaut, W.; Andresen, S. (2013): Integriertes Regenwassermanagement in Hamburg: Veränderungsnotwendigkeiten und Handlungsoptionen für Planung und Verwaltung. Abschlussbericht der HCU Hamburg Fachgebiet „Umweltgerechte Stadt- und Infrastrukturplanung“ und der RISA-AG Stadt- und Landschaftsplanung. Hamburg.
- Dickhaut, W.; Eschenbach, A. (Hrsg.) (2018): Entwicklungskonzept Stadtbäume. Anpassungsstrategien an sich verändernde urbane und klimatische Rahmenbedingungen. Hamburg. [http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2019/492/pdf/SIK\\_Entwicklungskonzept\\_Stadtbaeume\\_final\\_gepixelt\\_einseitig.pdf](http://edoc.sub.uni-hamburg.de/hcu/volltexte/2019/492/pdf/SIK_Entwicklungskonzept_Stadtbaeume_final_gepixelt_einseitig.pdf).
- Diepes, C. (2017): Klimaschutz und Klimaanpassung in der verbindlichen Bauleitplanung. Eine vergleichende Analyse ausgewählter Städte. Dissertation, Technische Universität Darmstadt.
- Difu, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Hrsg.) (2012): Die Flächennutzungsplanung - Räumlicher Ordnungsrahmen der Stadtentwicklung. Reichweite und Aktualität am Beispiel Berlin.
- Dobler A., Feldmann H., Ulbrich U., Jacob D., Kottmeier C (2017): Grenzen und Herausforderungen der regionalen Klimamodellierung. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 37–44.
- Dolde, K.-P. (2016): Funktionsbezug von Ersatzmaßnahmen im Sinne von § 15 Abs. 2 BNatSchG. Rechtliche Stellungnahme. arbeitet im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt – Abteilung Stadt- und Freiraumplanung des Landes Berlin. Stuttgart.
- Domroese, J. (2011): Entwicklung der Verdunstungspotenzialkarte Hamburg. Erläuterungsbericht. Hamburg.
- Dosch, F. (2015): Wie sich Städte auf den Klimawandel vorbereiten können. Modellvorhaben einer klimawandelgerechten Stadtentwicklung. In: Knieling, J.; Müller, B. (Hrsg.): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalplanung. Ansätze, Instrumente, Massnahmen und Beispiele. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten, 7. München, 77–102.
- Dressler, H. von (2010): Das Bundesnaturschutzgesetz 2010. In: Garten + Landschaft, Heft 2, S. 10–13.
- Duinker, P.N.; Greig, L.A. (2007): Scenario analysis in environmental impact assessment. Improving explorations of the future. In: Environmental Impact Assessment Review 27, 3, 206–219. doi: 10.1016/j.eiar.2006.11.001.
- DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) (2010): Klimawandel - Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft. DWA-Themen. Hennef.
- DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) (2013): Starkregen und urbane Sturzfluten - Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. DWA-Themen. Hennef.
- DWD, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2015): KOSTRA-DWD-2010 Starkniederschlagshöhen für Deutschland (Bezugszeitraum 1951 bis 2010)- Abschlussbericht. Offenbach am Main.
- DWD, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2017): Nationaler Klimareport Klima – Gestern, heute und in der Zukunft. Offenbach.
- DWD, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (2018): Klimaanpassungsstrategie Bremen. Bremerhaven. Begleitstudie Wetter und Klima in Bremen. Bremen.
- DWD, Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) (o.J.): Urbane Räume nachhaltig gestalten. Entscheidungshilfe für eine klimagerechte Stadtentwicklung. Offenbach. [http://www.dwd.de/SharedDocs/broschueren/DE/klima/urbane\\_raeume\\_nachhaltig\\_gestalten.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](http://www.dwd.de/SharedDocs/broschueren/DE/klima/urbane_raeume_nachhaltig_gestalten.pdf?__blob=publicationFile&v=1). (16.11.2019)
- EEA, European Environment Agency (Hrsg) (2012): Urban adaptation to climate change in Europe; Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. Office for Official Publications of the European Union, Luxembourg.
- EEA European Environment Agency (2016b): Urban sprawl in Europe — Scattered urban areas continue to expand. Joint EEA-FOEN report. EEA Report 11/2016. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Egging, M. (2013): Climate change in Strategic Environmental Assessment. Climate change in Strategic Environmental Assessment. MSC Thesis, Wageningen University.
- Endlicher, W.; Kress, A. (2008): "Wir müssen unsere Städte neu erfinden". Anpassungsstrategien für Stadtregionen. In: Informationen zur Raumentwicklung 2008, 6-7, 437–445.

- Enríquez-de-Salamanca, Á.; Martín-Aranda, R.M.; Díaz-Sierra, R. (2016): Consideration of climate change on environmental impact assessment in Spain. In: Environmental Impact Assessment Review 57, 31–39. doi: 10.1016/j.eiar.2015.11.009.
- Environment Agency (of the UK and Wales) (Hrsg.) (2011): Strategic environmental assessment and climate change: guidance for practitioners.
- EPA, Environmental Protection Agency (Hrsg.) (2015): Integrating Climate Change into Strategic Environmental Assessment in Ireland. A Guidance Note. Wexford, Ireland.
- Essl, F.; Rabitsch, W. (Hrsg.) (2013): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa. Berlin.
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2009): Anpassung an den Klimawandel. Ein europäischer Aktionsrahmen. Weißbuch, KOM(2009) 147 April 2009 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:DE:PDF> (9.1.2015)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2012): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen - Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen. Brüssel.
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2013a): Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment. Luxemburg, <http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA%20Guidance.pdf>. (9.1.2015)
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2013b): Guidance on integrating climate change and biodiversity into strategic environmental assessment. Luxembourg <http://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/SEA%20Guidance.pdf>. (9.1.2015)
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (1997a): Flächennutzungsplan. Neubekanntmachung vom Oktober 1997. Erläuterungsbericht. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (1997b): Landschaftsprogramm einschließlich Artenschutzprogramm Gemeinsamer Erläuterungsbericht. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg; Umweltbehörde Naturschutzamt (Hrsg.) (1999): Hinweise zur Handhabung des Staatsrätemodells. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2013): Neudruck\* Arten- und Biotopschutz vom Juli 1997 einschließlich der 1. bis 110. Änderung, der 3. Berichtigung und aktualisierter nachrichtlicher Übernahmen ergänzt um die von Hamburg gemeldeten Natura 2000 Gebiete. Landschaftsprogramm. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2014a): Begründung zum Bebauungsplan Altona-Nord 26.Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2014b): Landschaftsplanerischer Fachbeitrag zum Bebauungsplan Altona-Nord 26.Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2014c): Planzeichnung zum Bebauungsplan Altona-Nord 26. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2014d): Verordnung über den Bebauungsplan Altona-Nord 26 In: Hamburgisches Gesetz- und Verordnungsblatt, Teil 1 vom 26. September 2014. 423- 426 Hamburg. <https://www.hamburg.de/contentblob/4385888/d5fb33839a56e5b42bf29198838db86e/data/2014-10-an26-verordnung-feststellung.pdf> (16.11.2019)
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2017): Begründung zum Bebauungsplan Schnelsen 86 Öffentliche Auslegung.Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg.) (2018a): Verordnung über den Bebauungsplan Schnelsen 86. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg, Bezirk Eimsbüttel (Hrsg.) (2018b): Planzeichnung zum Bebauungsplan Schnelsen 86. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg, Umweltbehörde Amt für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.) (1991): Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. Ergebnis des Staatsräte-Arbeitskreises am 28. Mai 1991. Staatsrätebeschluss. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg; Bürgerschaft (Hrsg.) (25. 06.2013): Aktionsplan Anpassung an den Klimawandel. Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft. Drucksache 20/8492. Hamburg.
- FHH, Freie und Hansestadt Hamburg; Bürgerschaft (Hrsg.) (08. 12. 2015): Hamburger Klimaplan. Hamburg, Drucksache 21/2521. Hamburg
- FHH/MIX, Freie und Hansestadt Hamburg, MIX landschaft & freiraum (Hrsg.) (2016): Landschaftsplanerischer Fachbeitrag zur Ausweisung von Wohnbauflächen am Hogenfelder Kamp in Schnelsen. <https://bauleitplanung.hamburg.de/file/59f961d0-d0a0-4d42-a4ba-52525cb09483>.
- Fina, S. (2013): Indikatoren der Raumentwicklung. Flächeninanspruchnahme und Landschaftszersiedelung. Tübingen (Eberhard-Karls-Universität).



- Fischer, C. (2013): Grundlagen und Grundstrukturen eines Klimawandelanpassungsrechts. Recht der Nachhaltigen Entwicklung, 12.Tübingen.
- Fischer, T.B. (2010): The Theory and Practice of Strategic Environmental Assessment. London.
- Fleischhauer, M. (2008): The role of spatial planning in strengthening urban resilience. In: Pasman, H.J.; Kirillov, I.A. (Hrsg.): Resilience of cities to terrorist and other threats. Learning from 9/11 and further research issues. Berlin, Heidelberg, 273–298.
- Fleischhauer, M.; Bornefeld, B. (2006): Klimawandel und Raumplanung: Ansatzpunkte der Raumordnung und Bauleitplanung für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel. In: Raumforschung und Raumordnung 64, 6, 161–171.
- Folke, C. (2016): Resilience (Republished). In: Ecology and Society 21, 4. doi: 10.5751/ES-09088-210444.
- Folke, C.; Carpenter, S.R.; Walker, B.; Scheffer, M.; Chapin Terrv, Rockstrom, Johan (2010): Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. In: Ecology and Society 15, 4, 20.
- Frauenhofer IRB (Hrsg.) (2001): Stadtklima in Großstädten. Literaturdokumentation. Stuttgart.
- Freie Hansestadt Bremen; Bremische Bürgerschaft (Landtag) (2015a): Landschaftsprogramm Plan 1: Ziel und Maßnahmenkonzept, Beschluss der Bremischen Bürgerschaft (Landtag) vom 22.04. 2015. Bremen.
- Freie Hansestadt Bremen; Bremische Bürgerschaft (Landtag) (2015b): Landschaftsprogramm Karte D Klima/Luft – Bestand, Bewertung und Konfliktanalyse, Beschluss der Bremischen Bürgerschaft (Landtag) vom 22.04.2015. Bremen.
- Freie Hansestadt Bremen; Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) (2014): Fächennutzungsplan Bremen. [http://downloads.fnp-bremen.de/Plan/FNP\\_2025\\_30000\\_2014\\_12\\_04AeneoA.pdf](http://downloads.fnp-bremen.de/Plan/FNP_2025_30000_2014_12_04AeneoA.pdf) (19.01.2016). Bremen.
- Freie Hansestadt Bremen, Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) (2017): Bebauungsplan 2452. für ein Gebiet in Bremen - Neustadt/Obervieland zwischen Hanbehauser Landstraße, Fellendsweg, Habenhauser Deich und Friedhof Huckelried, 2452. [http://www.bauleitplan.bremen.de/bplan/bp\\_02452.pdf](http://www.bauleitplan.bremen.de/bplan/bp_02452.pdf) (24.09.2018).
- Freie Hansestadt Bremen, Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) (2018): Bebauungsplan 2459 für ein Gebiet in Bremen-Osterholz zwischen Ludwig-Roselius-Allee, westlich Krefelder Straße, Am Hallacker und dem Osterholzer Friedhof – Neuer Ellener Hof (Bearbeitungsstand: 07.05.2018). Bremen.
- Freie Hansestadt Bremen; Bremische Bürgerschaft (Stadtgemeinde) (2019): Entwurf eines Ortsgesetzes über die Begrünung von Freiflächen und Flachdachflächen in der Stadtgemeinde Bremen (Begrünungsortsgesetz Bremen) Begründung. Anhörungsfassung vom 25.06.2018. Bremen.
- Frerichs, S.; Hinzen, A.; Janssen, G.; Riegel, C.; Trum, A. (2014): Klimaanpassung in Kommunen und Regionen - eine Praxishilfe des Umweltbundesamts. In: UVP-Report 2014(28 (3+4)):133–138.
- Frommer, B. (2008): Handlungs- und Steuerungsfähigkeit von Städten und Regionen im Klimawandel. Der Beitrag strategischer Planung zur Erarbeitung und Umsetzung regionaler Anpassungsstrategien. = 17. FRU-Förderpreis-Wettbewerb, 1. Preisträgerin des Werner-Ernst-Preises.
- Frommer, B.; Schlipf, S.; Böhm, H.R.; Janssen, G.; Sommerfeldt, P. (2013): Die Rolle der räumlichen Planung bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels. In: Birkmann, J.; Vollmer, M.; Schanze, J. (Hrsg.): Raumentwicklung im Klimawandel - Herausforderungen für die räumliche Planung. Hannover, 120-148. = 2.
- Füssel, H.-M.; Klein, R.J.T. (2006): Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. In: Climate Change 75, 301–329.
- Garrelts, H.; Lange, H.; Flitner, M. (2008): Anpassung an den Klimawandel: Siedlungsplanung in Flussgebieten. Wandel und Herausforderungen im Politikfeld Hochwasserschutz. In: Raumplanung, 137, 72–76.
- Gassner, E.; Winkelbrandt, A.; Bernotat, D. (Hrsg.) (2010): UVP und strategische Umweltprüfung. Rechtliche und fachliche Anleitung für die Umweltprüfung. Heidelberg.
- GEO-NET /SenStadtUm, GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Berlin III D) (2015): Begleitdokument zur Planungshinweiskarte 2015. (SenStadtUm III D 1, Informationssystem Stadt und Umwelt, Umweltatlas). Berlin.
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2012a): Stadtklimatische Bestandsaufnahme und Bewertung für das Landschaftsprogramm Hamburg. Klimaanalyse. Hannover.
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2012b): Fachbeitrag Stadtklima zum städtebaulichen Entwurf „Mitte Altona“ in Hamburg. Hannover.
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2013): Klimaanalyse für das Stadtgebiet der Hansestadt Bremen. Hannover. [http://www.lapro-bremen.de/assets/Lapro-Plan/FB\\_Stadtklima\\_2013/2\\_12\\_013\\_Bremen\\_Klimaanalyse\\_rev02\\_Aug2013.pdf](http://www.lapro-bremen.de/assets/Lapro-Plan/FB_Stadtklima_2013/2_12_013_Bremen_Klimaanalyse_rev02_Aug2013.pdf).
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2014): Fachbeitrag Stadtklima für Bebauungspläne zur Nachnutzung des Flughafens Tegel. Hannover.
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH (2018): Analyse der klimaökologischen Funktionen und Prozesse für die Freie und Hansestadt Hamburg. Aktualisierte Klimaanalyse 2017 - Dokumentation. Hannover.

- Geschka, H.; Hammer, R. (1990): Die Szenario-Technik in der strategischen Unternehmensplanung. In: Hahn, D.; Taylor, B. (Hrsg.): *Strategische Unternehmensplanung / Strategische Unternehmensführung: Stand und Entwicklungstendenzen*. Heidelberg, 311–336.
- Gill, S.; Rahman, M.; Handley, J.; Ennos, A. (2013): Modelling water stress to urban amenity grass in Manchester UK under climate change and its potential impacts in reducing urban cooling. In: *Urban Forestry & Urban Greening* 12, 3, 350–358. doi: 10.1016/j.ufug.2013.03.005.
- Gill, S.E.; Handley, J.F.; Ennos, A.R.; Pauleit, S. (2007): Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. In: *Built Environment* 22, 1, 115–133.
- Gonser, M.; Eckart, J.; Eller, C.; Köglberger, K.; Häußler, E.; Piontek, F.M. (2019): Unterschiedliche Handlungslogiken in transdisziplinären und transformativen Forschungsprojekten – Welche Risikokulturen entwickeln sich daraus und wie lassen sie sich konstruktiv einbinden? In: Defila, R.; Di Giulio, A. (Hrsg.): *Transdisziplinär und transformativ forschen, Band 2: Eine Methodensammlung*. Wiesbaden, 39–83.
- Greiving, S. (2016): Welche Probleme ergeben sich aus der Verwendung von Projektionen in der Klimafolgenbewertung. In: BMVBS (Hrsg.): *Was leisten Klimamodelle für die Regionalplanung? Ergebnisse eines Expertengesprächs vom 18.02.2013 im Rahmen des Netzwerks Vulnerabilität*. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 31/2013, 14-18.
- Greiving, S.; Arens, S.; Snowdon-Mahnke, A.; Flex, F. (2016): Ein ganzheitlicher Ansatz zur Abschätzung der hitzeinduzierten Gesundheitsbelastungen durch Klimawandel und demographischen Wandel in der Umweltprüfung. In: *UVP-Report* 2016, 30 (4), 212–221. doi: 10.17442/uvp-report.030.32.
- Greiving, S.; Fleischhauer, M. (2008): Raumplanung: in Zeiten des Klimawandels wichtiger denn je! Größere Planungsflexibilität durch informelle Ansätze einer Klimarisiko-Governance. In: *Raumplanung*, 137, 61–68.
- Greiving, S.; Arens, S.; Becker, D.; Fleischhauer, M.; Hurth, F. (2018): Improving the Assessment of Potential and Actual Impacts of Climate Change and Extreme Events Through a Parallel Modeling of Climatic and Societal Changes at Different Scales. In: *Extreme Events*. Doi:10.1142/S2345737618500033
- Gstach, D.; Berding, U. (2016): Doppelte Innenentwicklung – zur Wiederentdeckung eines alten Prinzips unter erschwerten Bedingungen. In: *Informationen zur Raumentwicklung* 2016, 6.2016, 661-674.
- Guerreiro, S.B.; Dawson, R.J.; Kilsby, C.; Lewis, E.; Ford, A. (2018): Future heat-waves, droughts and floods in 571 European cities. In: *Environmental Research Letters* 13, 3, 34009. doi: 10.1088/1748-9326/aaaad3.
- Gunderson, L. (2015): Lessons from Adaptive Management: Obstacles and Outcomes. In: Garmestani, A.S. (Hrsg.): *Adaptive Management of Social-Ecological Systems*. Dordrecht, 27–38.
- Gunderson, L.H.; Holling, C.S. (2002): *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington.
- Hallegatte, S. (2009): Strategies to adapt to an uncertain climate change. In: *Global Environmental Change*, Nr. 19 vom 2009.
- Hamburg Wasser (2012): Bericht zum Werkstattgespräch Regenwasserbewirtschaftung Mitte Altona a, 31.08.2012. Begleitdokument zum Ergebnisbericht Regenwasser 2030. RISA Veröffentlichungsreihe. Hamburg.
- hanseWasser (2014): *KlimaAnpassungsStrategie Extreme Regenereignisse (KLAS) Schlussbericht des Projektes „Umgang mit Starkregenereignissen in der Stadtgemeinde Bremen“*. Bremen.
- Hansch, M. (2009): *SUP-Monitoring in der Regionalplanung. Anspruch, Realität und operationalisierte Vorschläge für das Monitoring gemäß der EU-Richtlinie zur Strategischen Umweltprüfung*. Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Dissertation, Beiträge zur Umweltgestaltung A, 166.2009. Berlin.
- Hartlik, J.; Machtolf, M. (2018): Gesundheit in der Umweltprüfung. In: *Planung für gesundheitsfördernde Städte*. Hannover, 168 bis 195. = Forschungsberichte der ARL.
- Heiland, S. (2009): Wandel des Klimas Wandel von Planung und Umweltprüfung? In: Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.): *Umwelt im Wandel - Herausforderungen für die Umweltprüfungen (SUP / UVP)*. Internationales Symposium 11. April 2008 Umweltbundesamt Dessau. Berlin, 41–55. = Berichte 1/09: 41–55
- Heiland, S. (2010): *Landschaftsplanung*. In: Henckel, D.; Besecke, A.; Schäfer, R. (Hrsg.): *Planen-Bauen-Umwelt. Ein Handbuch*. Wiesbaden.
- Helbron, H. (2008): *Strategic Environmental Assessment in Regional Land Use Planning. Indicator System for the Assessment of Degradation of Natural Resources and Land Uses with Environmental Potential for Adaptation to Global Climate Change (LUCCA)*.
- Helbron, H.; Schmidt, M.; Glasson, J.; Downes, N.; Helbron, H.; Schmidt, M.; Glasson, J.; Downes, N. (2011): Indicators for strategic environmental assessment in regional land use planning to assess conflicts with adaptation to global climate change. In: *Ecological Indicators* 11, 1, 90–95. doi: 10.1016/j.ecolind.2009.06.016.
- Herbert, M. (2009): *Klimaänderung und Eingriffsregelung am Beispiel der Straßenverkehrswegeplanung. KLIK - Klimaschutz und Kompensationsmaßnahmen Bremen*.

- HLUG, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.) (2005): INKLIM 2012 - Integriertes Klimaschutzprogramm, Flächendifferenzierte Untersuchung zu möglichen Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Grundwasserneubildung in Hessen - Abschlussbericht für den Bereich Grundwasser. Wiesbaden.
- HLUG, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (Hrsg.) (2017): Hitze in der Stadt und kommunale Planung. Wiesbaden. = Klimawandel in Hessen - Schwerpunktthema.
- Hoffmann T. (2015): Monitoring – Instrument für Raum- und Regionalplanung, In: RaumPlanung 177, 1-2015, Dortmund, 49-55,
- Hoffmann, P. (2012): Quantifying the influence of climate change on the urban heat island of Hamburg using different downscaling methods. Dissertation, Universität Hamburg.
- Hoheisel, D.; Mengel, A.; Heiland, S.; Mertelmayer, L.; Meurer, J.; Rittel, K. (2017): Planzeichen für die Landschaftsplanung Fachlich-methodische Grundlagen. BfN-Skripten, 461/1.Bonn - Bad Godesberg.
- Holling C.S. (1978): Adaptive environmental assessment and management. A Wiley-interscience-publication, vol 3. Wiley, Chichester
- Holling, C.S. (1973): Resilience and Stability of Ecological Systems. In: Annual Review of Ecology and Systematics, 4, Vancouver, 1–23.
- HSB, Hochschule Bremen (Hrsg.) (2017): Praxisleitfaden Ermittlung von Überflutungsgefahren mit vereinfachten und detaillierten hydrodynamischen Modellen. erstellt im Rahmen des DBU-Forschungsprojekts "KLASII". Bremen.
- HSE/BUE, Hamburger Stadtentwässerung und Behörde für Umwelt und Energie (Hrsg.) (2015): Strukturplan Regenwasser 2030. Zukunftsfähiger Umgang mit Regenwasser in Hamburg. Hamburg.
- IBA Hamburg GmbH (2019): The Connected City Masterplan Oberbillwerder. Hamburg.
- Imbery, F.; Friedrich, K.; Koppe-Schaller, C.; Rösner, S.; Bissolli, P.; Schreiber, K.-J. (Stand: 2015): Klimatologische Bewertung der Hitzewelle Juli 2015.  
[https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20150702\\_klimatologischebewertung\\_hitzewelle.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20150702_klimatologischebewertung_hitzewelle.pdf?__blob=publicationFile&v=5) (16.11.2019).
- IPBES, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Hrsg.) (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services - ADVANCE UNEDITED VERSION –. Paris.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2007): Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2012): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, USA.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2013): Working group I, Contribution to the IPCC fifth assessment report (AR5), Climate Change 2013: The physical science basis. Cambridge.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2014a // op. 2014): Annex II: Glossary. In: IPCC (Hrsg.): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes. A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Climate change 2014. Impacts, adaptation, and vulnerability: summaries, frequently asked questions, and cross-chapter boxes. Geneva, 117–130.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2014b // op. 2014): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes. A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Climate change 2014. Impacts, adaptation, and vulnerability: summaries, frequently asked questions, and cross-chapter boxes. Geneva.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2015): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Volume 1, Global and Sectoral Aspects. Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Cambridge.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (Hrsg.) (2018): Summary for Urban Policy Makers. What the IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C means for Cities. Cambridge.
- Jacob, D.; Kottmeier, C.; Petersen, J. (2017): Regionale Klimamodellierung. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 27–35.
- Jacob, D.; Petersen, J.; Eggert, B.; Alias, A.; Christensen, O.B.; Bouwer, L.M.; Braun, A.; Colette, A.; Déqué, M.; Georgievski, G.; Georgopoulou, E.; Gobiet, A.; Menut, L.; Nikulin, G.; Haensler, A.; Hempelmann, N.; Jones, C.;

- Keuler, K.; Kovats, S.; Kröner, N.; Kotlarski, S.; Kriegsmann, A.; Martin, E.; van Meijgaard, E.; Moseley, C.; Pfeifer, S.; Preuschmann, S.; Radermacher, C.; Radtke, K.; Rechid, D.; Rounsevell, M.; Samuelsson, P.; Somot, S.; Soussana, J.-F.; Teichmann, C.; Valentini, R.; Vautard, R.; Weber, B.; Yiou, P. (2014): EURO-CORDEX. New high-resolution climate change projections for European impact research. In: *Regional Environmental Change* 14, 2, 563–578. doi: 10.1007/s10113-013-0499-2.
- Jacoby, C. (2000): Die Strategische Umweltprüfung (SUP) in der Raumplanung. Instrumente, Methoden und Rechtsgrundlagen für die Bewertung von Standortalternativen in der Stadt- und Regionalplanung. Zugl.: Kaiserslautern, Univ., Dissertation, 1999. Berlin.
- Jacoby, C. (2011): Monitoring, Evaluation und Cotrolling. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hrsg.): *Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung*. Hannover, 547–566.
- Jacoby, C. (2014): Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung – Leitfaden für die Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. In: *UVP-Report 28 (1)S7-13: 2014*.
- Jacoby, C.; Beutler, K. (2013): Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan Integration einer Klimafolgenabschätzung in die Umweltprüfung zum Flächennutzungsplan. am Beispiel der Flächennutzungsplanung mit integrierter Landschaftsplanung der Stadt Regensburg. Entwurf der lokalen Forschungsassistenz für das vom BMVBS/BBSR geförderte Stadtklima ExWoSt-Vorhaben der Stadt Regensburg. München
- Jaeger, J. (2000): Bedarf nach Unsicherheits-Unterscheidungen. Eine empirische Untersuchung mit Unsicherheit bei der Eingriffsbewertung. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 32 (7), 204–212.
- Janssen, G. (2012): Rechtsinstrumente der Klimaanpassung. In: Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): *Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung - Grundlagen, Strategien, Instrumente*. Hannover, 106–120. = E-Paper der ARL, 13.
- Jedicke, E. (2016): Monitoring, Erfolgskontrolle und Beobachtung von Natur und Landschaft. In: Riedel, W.; Lange, H.; Jedicke, E.; Reinke, M. (Hrsg.): *Landschaftsplanung*. Heidelberg, 163–173.
- Jendritzky G., Menz G., Schmidt-Kessen W., Schirmer H. (1990): Methodik zur räumlichen Bewertung der thermischen Komponente im Bioklima des Menschen, Fortgeschriebenes Klima-Michel-Modell Beiträge der Akademie für Raumforschung und Landesplanung Nr. 114, Hannover
- Jendritzky, G. (2007): Folgen des Klimawandels für die Gesundheit. In: Endlicher, W.; Gerstengarbe, F.-W. (Hrsg.): *Der Klimawandel. Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*. Potsdam, 108–118.
- Jiricka, A.; Formayer, H.; Schmidt, A.; Völler, S.; Leitner, M.; Fischer, T.B.; Wachter, T.F. (2016): Consideration of climate change impacts and adaptation in EIA practice — Perspectives of actors in Austria and Germany. In: *Environmental Impact Assessment Review* 57, 78–88. doi: 10.1016/j.eiar.2015.11.010.
- Jiricka, A.; Völler, S.; Leitner, M.; Formayer, M.; Fischer, T. B.; Wachter T. F. (2014): Herausforderungen von Klimafolgen und –anpassung in Umweltverträglichkeitsprüfungen – ein Blick in die Planungspraxis in Österreich und Deutschland; In *UVP-report 28 (3+4) S. 179-187*
- Jiricka-Pürerer, A.; Czachs, C.; Formayer, H.; Wachter, T.F.; Margelik, E.; Leitner, M.; Fischer, T.B. (2018): Climate change adaptation and EIA in Austria and Germany – Current consideration and potential future entry points. In: *Environmental Impact Assessment Review* 71, 26–40. doi: 10.1016/j.eiar.2018.04.002.
- Jiricka-Pürerer, A.; Wachter, T.; Margelik, E.; Leitner, M.; Czachs, C.; Formayer, H.; Fischer, T.B. (2018a): Konkrete Rahmenbedingungen zur Bearbeitung der Klimafolgenanpassung in der Umweltverträglichkeitsprüfung. In: *UVP-Report 32, 32 (2)*, 58–67. doi: 10.17442/uvp-report.032.08.
- Jiricka-Pürerer, A.; Wachter, T.; Margelik, E.; Leitner, M.; Völler, S.; Czachs, C.; Formayer, H. (2018b): "UVPKlimafit-Infoportal" - Ein Wegweiser zur Bearbeitung der Klimafolgenanpassung in der Umweltverträglichkeitsprüfung. In: *UVP-Report 32, 32(4)*, 189–197.
- Kabisch, N.; Korn, H.; Stadler, J.; Bonn, A. (Hrsg.) (2017): *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas*. Cham.
- Kahn, H.; Wiener, A. J. (1967): *The year 2000: A framework for speculation on the next thirty-three years*. London.
- Kallaos, J.; Wyckmans, A.; Mainguy, G. (2013): D2.1: Synthesis review on resilient architecture and infrastructure indicators. WP 2: Taxonomy of architecture and infrastructure indicators. Berlin.
- Kemper, T.; Riechel, R.; Schuller, T. (2011): *Kommunen im Klimawandel – Wege zur Anpassung*. Darmstadt.
- Klemm, W.; Lenzholzer, S.; van den Brink, A. (2018): Developing green infrastructure design guidelines for urban climate adaptation. In: *Journal of Landscape Architecture* 12, 3, 60–71. doi: 10.1080/18626033.2017.1425320.
- Klotz, S.; Settele, J. (2017): Biodiversität. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöllner, S. (Hrsg.): *Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. Berlin, Heidelberg, 151–160.

- Knapp, S.; Klotz, S. (2017): Stadtnatur. In: Marx, A. (Hrsg.): Klimaanpassung in Forschung und Politik. Wiesbaden, 215-236.
- Knieling, J.; Roßnagel, A. (2015): Welche Governance brauchen Städte und Regionen für die Anpassung an den Klimawandel? – Fragestellungen und Zugänge aus der Forschungsinitiative „KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten“. In: Knieling, J.; Roßnagel, A. (Hrsg.): Governance der Klimaanpassung; Akteure, Organisation und Instrumente für Stadt und Region, München, 9-28.
- Koch, H.-J.; Hendler, R.; Appel, I.; Ewer, W.; Jankowski, K.; Kerkmann, J.; Nicolai, H.v. (Hrsg.) (2015): Baurecht, Raumordnungs- und Landesplanungsrecht. Stuttgart, München, Hannover, Berlin, Weimar, Dresden.
- Koch, M.; Behnken, K.; Schneider, B.; Gatke, D.; Thielking, K.; Wurthmann, J.; Hoppe, H.; Kirschner, N.; Benden, J. (2015): KLimaAnpassungsStrategie Extreme Regenereignisse (KLAS) Schlussbericht des Projektes „Umgang mit Starkregenereignissen in der Stadtgemeinde Bremen“. Bremen.
- Köck, W. (Hrsg.) (2005): Rechtliche Aspekte des vorbeugenden Hochwasserschutzes. Baden-Baden.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2007): Grünbuch der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Anpassung an den Klimawandel in Europa - Optionen und Maßnahmen der EU. Brüssel. = SEK(2007) 849.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2009): Weißbuch - Anpassung an den Klimawandel: Ein europäischer Aktionsrahmen. Brüssel.
- Koppe, C.; Jendritzky, G. (2008): Die Auswirkungen von thermischen Belastungen auf die Mortalität. In: Lozán, J.L.; Graßl, H.; Karbe, L.; Jendritzky, G. (Hrsg.): Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. Hamburg.
- Korbel, J.; Kurth, D. (2016): Klimaanpassung als Aufgabe der Stadtentwicklung. Neue Leitbilder und Anpassungskonzepte am Beispiel der Region Stuttgart. In: Raumplanung, 184/2-2016, 16–23.
- Kranz, V. (2018): Kesselblick. In: Garten + Landschaft 2018, Mai, 42-45.
- Kruse, E.; Rodríguez Castillejos, Z.; Dickhaut, W.; Dietrich, U. (2017): Überflutungs- und Hitzevorsorge in Hamburger Stadtquartieren. Wissensdokument. Hamburg.
- Kuhlicke, C.; Kruse, S. (2009): Nichtwissen und Resilienz in der lokalen Klimaanpassung: Widersprüche zwischen theoriegeleiteten Handlungsempfehlungen und empirischen Befunden am Beispiel des Sommerhochwassers 2002. In: GAIA 18, 3, 247–264.
- Kunz, M.; Mohr, S.; Werner, P.C. (2017): Niederschlag. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 57–66.
- Kupski, S.; Kirchhof, W. (2019): Stadtklimaanalysen zur Förderung von Klimaschutz und Klimaanpassung. In: UVP-Report 2018, 32 (4), 177–181. doi: 10.17442/uvp-report.032.23.
- Kuschnerus, U. (2010): Der sachgerechte Bebauungsplan. Handreichungen für die kommunale Planung. Bonn.
- Küster, I. (2019): Berücksichtigung des Klimawandels bei Planungs- und Bauvorhaben in Hamburg. Vorgesehener Zweck und tatsächlicher Nutzen von Hilfsmitteln zur Klimafolgenanpassung. Masterthesis, HafenCity Universität Hamburg. (unveröffentlicht)
- Kuttler, W. (2004): Stadtklima. Teil 2: Phänomene und Wirkungen. In: Zeitschrift Umweltchemie und Ökotoxologie 16, 4, 263–274.
- Kuttler, W.; Oßenbrügge, J.; Halbig, G. (2017): Städte. In: Brasseur, G.P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (Hrsg.): Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Berlin, Heidelberg, 225–234.
- LABO, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (2010): LABO-Positionspapier - Klimawandel - Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes.
- Landeshauptstadt Saarbrücken (Hrsg.) (2012): Städtische Freiraumplanung als Handlungsfeld für Adaptionsmaßnahmen. Abschlussbericht des Saarbrücker Modellprojekts im Rahmen des ExWoSt-Forschungsprogramms „Urbane Strategien zum Klimawandel – Kommunale Strategien und Potenziale“. Saarbrücken.
- Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) (2004): Flächennutzungsplan 2010 Landeshauptstadt Stuttgart. Text und Erläuterungsbericht. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) (2007): Rahmenplan Halbhöhenlagen. Stuttgart. [https://www.stadtklima-stuttgart.de/stadtklima\\_filestorage/download/Rahmenplan-Halbhoeohenlagen-2008.pdf](https://www.stadtklima-stuttgart.de/stadtklima_filestorage/download/Rahmenplan-Halbhoeohenlagen-2008.pdf).
- Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) (2010): Der Klimawandel – Herausforderung für die Stadtklimatologie. = Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) (2012): Klimaanpassungskonzept Stuttgart. KLIMAKS. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) (2016): Flächennutzungsplan. wirksam seit 27. Juli 2001. Rechtswirksame Änderungen Stand 2016. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) (2018): Rahmenplan Talgrund West Stuttgart-West. Anlage 1. Stuttgart.

- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2016a): Bebauungsplan mit Bauvorschriften Reichenbachstraße Bad Cannstatt (Ca 283/1) mit den Teilgeltungsbereichen 1-4. (Ca 283/1). = 2016/0. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2016b): Bebauungsplan mit Satzung über örtliche Bauvorschriften Reichenbachstraße Bad Cannstatt (Ca 293/1) mit Teilgeltungsbereichen 1-4. Anlage 2 Begründung mit Umweltbericht. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2017a): Bebauungsplan mit Satzung über örtliche Bauvorschriften Jugendfarm Schlotwiese Zuffenhausen (Zu 261). Allgemeine Ziele und Zwecke. Scopingergebnisse. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2017b): Stadtbezirk Stuttgart-Nord - Herdweg/Lenzhalde (Eberhard-Ludwigs-Gymnasium). Bebauungsplan. Stuttgart, Stgt 279. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2018a): Bebauungsplan mit Satzung über örtliche Bauvorschriften Wohnquartier Pallotti / Aulendorfer Straße Birkach (Bi 65). Begründung mit Umweltbericht. Anlage 2. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2018b): Wohnquartier Pallotti/Aulendorfer Straße im Stadtbezirk Birkach. Bebauungsplan Verkleinerung. Anlage 3. Stuttgart.
- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung (Hrsg.) (2018c): Bebauungsplan Wohnquartier Pallotti/Aulendorfer Straße i. Bi 65. Stuttgart.
- Landschaft Planen & Bauen/BGMR (1990): Der Biotopflächenfaktor als ökologischer Kennwert - Grundlagen zur Ermittlung und Zielgrößenbestimmung - Auszug -. Berlin.
- LANUV NRW, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Extremwertstatistische Untersuchung von Starkniederschlägen in NRW (ExUS) – Veränderung in Dauer, Intensität und Raum auf Basis beobachteter Ereignisse und Auswirkungen auf die Eintretenswahrscheinlichkeit. Abschlussbericht. Recklinghausen.
- Larsen, S.V.; Kjørnø, L.; Wejs, A. (2012): Mind the gap in SEA. An institutional perspective on why assessment of synergies amongst climate change mitigation, adaptation and other policy areas are missing. In: Environmental Impact Assessment Review 33, 1, 32–40. doi: 10.1016/j.eiar.2011.09.003.
- Larsen, S.V.; Kjørnø, L.; Driscoll, P. (2013): Avoiding climate change uncertainties in Strategic Environmental Assessment. In: Environmental Impact Assessment Review 43, 144–150. doi: 10.1016/j.eiar.2013.07.003.
- Lass, W.; Reusswig, F. (2018): Summer in the City. Berlin im Spannungsfeld von Stadtwachstum und Klimawandel. In: Raumplanung 2018, 199/6-2018, 16–21.
- LAWA, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder. beschlossen auf der LAWA-Sondersitzung am 07. Dezember 2017 in Berlin. Stuttgart.
- LAWA, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2018): LAWA-Strategie für ein effektives Starkregenrisikomanagement. Erfurt.
- Lee, H. ; Oertel, A.; Mayer, H.; Kapp, R.; Reuter, U.; Schmid, M.; Schulze Dieckhoff, R.; Steinerstauch, B.; Lampen, T. (2016): Evaluation method for the humanbiometeorological quality of urban areas facing summer heat. In: Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, 7/8, 275–282.
- Lee, R.J. (2001): Climate Change and Environmental Assessment. Part 1: Review of Climate Change Considerations in Selected Past Environmental Assessments. For the The Canadian Institute for Climate Studies. Quebec
- Lenton, T.M.; Held, H.; Kriegler, E.; Hall, J.W.; Lucht, W.; Rahmstorf, S.; Schellnhuber, H.J. (2008): Tipping elements in the Earth climate system. In: Proceedings of the National Academy of Sciences 105, 6, 1786. doi: 10.1073/pnas.0705414105.
- LUBW, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2005): Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung. Karlsruhe.
- LUBW, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2016): Leitfaden kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- Luhmann, N. (1991): Soziologie des Risikos. Berlin.
- Lülf, M. (2008): Bewältigung von Klimaschutz und Klimaanpassung in Städten und städtischen Agglomerationen durch die Raumplanung? In: Klee, A. (Hrsg.): Städte und Regionen im Klimawandel. Hannover, 68–86.
- Lutz, K. (2010): Faunistische Bestandserfassung und artenschutzfachliche Betrachtung für das Projekt B-Plan Schnelsen Hogenfelder Kamp Gutachten im Auftrag von Mix - Landschaftsplanung, Barnstedt. (26.01.2018).
- Mahlkow, N.; Donner, J. (2016): From Planning to Implementation? The Role of Climate Change Adaptation Plans to Tackle Heat Stress: A Case Study of Berlin, Germany. In: Journal of Planning Education and Research 2016. doi: 10.1177/0739456X16664787.
- Marx, M.; Schilli, C.; Rinklebe, J.; Kastler, M.; Molt, C.; Kaufmann-Boll, C.; Lazar, S.; Lischeid, G.; Körschens, M. (2016): Erarbeitung fachlicher, rechtlicher und organisatorischer Grundlagen zur Anpassung an den

- Klimawandel aus Sicht des Bodenschutzes. Teil 3: Bestimmung der Veränderungen des Humusgehalts und deren Ursachen auf Ackerböden Deutschlands. TEXTE 57/2014, Dessau-Rosslau
- Mathey, J.; Rößler, S.; Lehmann, I.; Bräuner, A.; Goldberg, V.; Kurbjuhn, C.; Westbeld, A. (2011): Noch wärmer; noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel // Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel; Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben (FKZ 3508821800). Naturschutz und Biologische Vielfalt, 111.Bad Godesberg.
- Matovelle, A.; Klöckler; Heike; Simon, K.-H. (2014): Die Relevanz von Unsicherheiten und Zeithorizonten in Klimaprojektionen für die räumliche Anpassungsplanung. In: Altrock, U. (Hrsg.): Die Anpassungsfähigkeit von Städten. Zwischen Resilienz, Krisenreaktion und Zukunftsorientierung. Reihe Planungslandschaft, 22, Berlin, 129–152.
- Matzarakis, A. (2013): Stadtklima vor dem Hintergrund des Klimawandels. In: Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, 73.
- Matzarakis, A.; Koppe, C. (2016): Hitzewellen – eine zunehmende Gesundheitsgefahr. In: internistische Praxis, 56/3, 585–592.
- Matzinger, A.; Riechel, M.; Remy, C.; Schwarzmüller, H.; Rouault, P.; Schmidt, M.; Offermann, M.; Strehl, C.; Nickel, D.; Pallasch, M.; Sieker, H.; Köhler, M.; Kaiser, D.; Möller, C.; Büter B.; Leßmann, D.; Tils, R.v.; Säumel, I.; Pille, L.; Winkler, A.; Bartel, H.; Heise, S.; Heinzmann, B.; Joswig, K.; Rehfeld-Klein, M.; Reichmann, B.; (2017): Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.
- May, A.; Arndt, P.; Radtke, L.; Heiland, S. (2016): Kommunale Klimaanpassung durch die Landschaftsplanung. Ein Leitfaden. Stuttgart.
- Mayer, H.; Lee, H.; Oertel, A.; Schulze Dieckhoff, R.; Schmid, M.; Steinerstauch, B.; Lampen, T.; Kapp, R.; Reuter, U.; Oediger, H.-L. (2015): KlippS - Klimaplanungspass Stuttgart. Stuttgart.
- Meinel, G.; Krüger, T.; Schumacher, U.; Hennersdorf, J.; Förster, J.; Köhler, C.; Walz, U.; Stein, C. (2014): Aktuelle Trends der Flächennutzungsentwicklung, neue Indikatoren und Funktionalitäten des IÖR-Monitors. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M. (Hg.) (2014): Flächennutzungsmonitoring VI. Innenentwicklung - Prognose - Datenschutz. Berlin: rhombosVerlag, 35-44
- Meinke, I.; Rechid, D.; Tinz, B.; Maneke, M.; Lefebvre, C.; Isokeit, E. (2018): Klima der Region - Zustand, bisherige Entwicklung und mögliche Änderungen bis 2100. In: Storch, H. von; Meinke, I.; Claußen, M. (Hrsg.): Hamburger Klimabericht - Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. Berlin, Heidelberg, 15–36.
- Mengel, A. (2019): Naturschutzbelange in der Bauleitplanung. In: Mengel, A. (Hrsg.): Naturschutzrecht und Städtebaurecht. Bundesfachtagung Naturschutzrecht 2017. Schriftenreihe des Fachgebietes Landschaftsentwicklung/ Umwelt- und Planungsrecht, 4. Kassel, Hess, 24–47
- Mengel, A.; Müller-Pfannenstiel, K.; Schwarzer, M.; Wulfert, K.; Strothmann, T.; Haaren, C.v.; Galler, C.; Wickert, J.; Pieck, S.; Borkenhagen, J. (2018): Methodik der Eingriffsregelung im bundesweiten Vergleich. Ergebnisse des gleichnamigen F+E-Vorhabens des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ 3510 82 2900). Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 165.Bonn-Bad Godesberg.
- Metropolregion Nordwest (2016): Leitfaden zur Starkregenvorsorge. Ein Nachschlagewerk für Kommunen der Metropolregion Nordwest. Bremen.
- Meyer, K. (2014): Adaptionsplanung. Wie die Raumordnung auf die Herausforderung Klimawandel reagieren kann. Baden-Baden. = Leipziger Schriften zum Umwelt- und Planungsrecht, 24.
- Mirfenderesk, H.; Corkill, D. (2009): The need for adaptive strategic planning. Sustainable management of risks associated with climate change. In: International Journal of Climate Change Strategies and Management 1, 2, 146–159.
- Mitschang, S (2009): Klimaschutz und Energieeinsparung als Aufgaben der Regional- und Bauleitplanung, In: Mitschang, S (Hrsg.): Klimaschutz und Energieeinsparung in der Stadt- und Regionalplanung, Berliner Schriften zur Stadt- und Regionalplanung Band 7, Frankfurt am Main, 15-66.
- Mitschang, S. (2013): Städtebauliche Planungsinstrumente für die Innenentwicklung. In: ZfBR Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht, 324-337.
- MKRO, Ministerkonferenz für Raumordnung (Hrsg.) (2013): Raumordnung und Klimawandel, Umlaufbeschluss vom 6. Februar 2013. mit dem Handlungskonzept der Raumordnung zu Vermeidungs-, Minderungs- und Anpassungsstrategien in Hinblick auf die räumlichen Konsequenzen des Klimawandels vom 23.01.2013.
- MNULV, Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2010): Handbuch Stadtklima Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel. Langfassung. Essen.
- Müller EN; Pfister, A. (2011): Increasing occurrence of high-intensity rainstorm events relevant for the generation of soil erosion in a temperate lowland region in Central Europe. In: J Hydrol, 411 (3), 266–278.

- Munich RE (2019): NatCatSERVICE Relevant weather-related loss events in Europe 1980 – 2018.
- Nayak, S.G.; Shrestha, S.; Kinney, P.L.; Ross, Z.; Sheridan, S.C.; Pantea, C.I.; Hsu, W.H.; Muscatiello, N.; Hwang, S.A. (2018): Development of a heat vulnerability index for New York State. In: *Public health* 161, 127–137. doi: 10.1016/j.puhe.2017.09.006.
- NCEA, Netherlands Commission for Environmental Assessment (Hrsg.) (2015) *Climate change adaptation and Strategic Environmental Assessment: Key Sheet*
- Neumann, I. (Hrsg.) (2005): *Szenarioplanung in Städten und Regionen*. Dresden.
- Niewelt, K. (2018): *Klimaanpassung in der gesamträumlichen Planung. Entwicklung und Wirkung von Strategien am Beispiel von Lübeck*. Masterthesis, HafenCity Universität (unveröffentlicht)
- Nilson, E.; Krahe, P.; Klein, B.; Lingemann, I.; Horsten, T.; Carambia, M.; Larina, M.; Maurer, T. (2014): *Auswirkungen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen und die Binnenschifffahrt in Deutschland*. Schlussbericht KLIWAS-Projekt 4.01.
- Nitsch, J; Elpers, F-G (2018): *Starker Pakt gegen Starkregen: Bürger und Senat in einem Boot* Bremen entwickelt Auskunft- und Informationssystem zur Starkregenvorsorge – DBU gibt 121.400 Euro. Pressemitteilung. Osnabrück.
- Nordwest 2050 (Hrsg.) (2014): *Klimapakt. Anpassung an den Klimawandel in der Metropolregion Bremen-Oldenburg gemeinsam gestalten*. Bremen.
- OECD/DAC (Hrsg.) (2006): *Applying Strategic Environmental Assessment. GOOD PRACTICE GUIDANCE FOR DEVELOPMENT CO-OPERATION. DAC Guidelines and Reference Series. = DAC Guidelines and Reference Series*.
- OECD/DAC (Hrsg.) (2009): *Strategic Environmental Assessment and Adaptation to Climate Change* (21.04.2015).
- OECD/DAC (Hrsg.) (2010): *Strategic environmental assessment and adaptation to climate change* (11.06.2015)
- Oke, T.R. (1973): *City size and the urban heat island*. In: *Atmospheric Environment* 7, 8, 769–779.
- Oke, T.R. (1993): *Boundary layer climates*. London and New York.
- Oke, T.R.; Mills, G.; Christen, A.; Voogt, J.A. (Hrsg.) (2017): *Urban Climates*. Cambridge.
- Othengrafen, M. (2014): *Anpassung an den Klimawandel: Das formelle Instrumentarium der Stadt- und Regionalplanung*. Hamburg. = *Studien der Stadt- und Verkehrsplanung*, 14.
- Overbeck, G.; Hartz, A.; Fleischhauer, M. (2008): *Ein 10-Punkte-Plan „Klimaanpassung“*. Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel im Überblick. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, 6/7.
- Parry, M.L. (Hrsg.) (2007): *Climate change 2007 - impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge.
- Peterson, G.D.; Cumming, G.S.; Carpenter, S.R. (2003): *Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world*. In: *Conservation Biology* 17, 2, 358–366.
- Pfister, A.; Treis, A.; Teichgräber, B. (2015): *Der Einsatz von Radardaten für wasserwirtschaftliche Zwecke bei Emschergenossenschaft und Lippeverband*. In: *Korrespondenz Wasserwirtschaft (KW)* 8. Jahrgang, 3/2015, 108–144. doi: 10.3243/kwe2015.02.005.
- Posas, P.J. (2011a): *Climate change in SEA: learning from English local spatial planning experience*. In: *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29, 4, 289–302.
- Posas, P.J. (2011b): *Exploring climate change criteria for strategic environmental assessments*. In: *Progress in Planning* 75, 3, 109–154. doi: 10.1016/j.progress.2011.05.001.
- Potthast, T. (2013): *Bewertungsmaßstäbe des Klimawandels im Naturschutz*. In: *Essl F. & Rabitsch W. (Hrsg.): Biodiversität und Klimawandel. Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa*: 312.
- Prenger-Berninghoff, K. (2017): *Integration von Risikoabschätzung und Risikomanagement in die Umweltprüfung von Bauleitplänen*. In: *UVP-Report 2017*, 31 (3), 192–201. doi: 10.17442/uvp-report.031.21.
- Pro Stadtnatur, Projektgruppe Stadtnatur Hamburg (Hrsg.) (2018): *Das Grünvolumen als Umweltindikator und Steuerungsinstrument in Zeiten des Klimawandels*. [http://www.isebek-initiative.de/uploads/sn/ProStadtnatur\\_180606\\_Gruenvolumen\\_mAnl.pdf](http://www.isebek-initiative.de/uploads/sn/ProStadtnatur_180606_Gruenvolumen_mAnl.pdf) (11.07.2018).
- Reck, H. (2013): *Klimawandel, Biodiversität und Kompensation – Maßnahmen für die Zukunft*. In: *Natur und Landschaft* 88, 11, 447–452.
- Reese, M. (2016): *Hochwasserschutz*. In: *Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. -Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente-*, 36–84. = *Climate Change*.
- Reese, M. (2017): *Rechtliche Aspekte der Klimaanpassung*. In: *Marx, A. (Hrsg.): Klimaanpassung in Forschung und Politik*. Wiesbaden, 74–88.
- Reese, M.; Köck, W.; Möckel, S. (2016): *Räumliche Gesamtplanung*. In: *Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. -Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente-*, 336–402. = *Climate Change*.



- Repp, A.; Dickhaut, W. (2017): „Fläche“ als komplexer Umweltfaktor in der Strategischen Umweltprüfung? Begriffliche Komponenten, gegenwärtige Bewertungspraxis und Optionen einer Ausgestaltung als Schutzgut. UVP-report 31 (2): 136-144.
- Repp, Annegret (2019): Environmental Assessment procedures addressing resource efficient land use: The role of learning and options in framing 'land' as an environmental factor A comparative analysis of case studies in England and Germany, Hamburg
- Reusswig, F.; Becker, C.; Lass, W.; Haag, L.; Hirschfeld, J.; Knorr, A.; Lüdeke, M.K.; Neuhaus, A.; Pankoke, C.; Rupp, J.; Walther, C.; Walz, S.; Weyer, G.; Wiesemann, E. (2016): Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin - AFOK. Klimaschutz Teilkonzept. Hauptbericht. Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Sonderreferat Klimaschutz und Energie (SRKE). Potsdam, Berlin.
- Riedel, W.; Lange, H.; Jedicke, E.; Reinke, M. (Hrsg.) (2016): Landschaftsplanung. Heidelberg.
- Riedel, W.; Stolz, C. (2016): Landschaftsplanung. In: Riedel, W.; Lange, H.; Jedicke, E.; Reinke, M. (Hrsg.): Landschaftsplanung. Heidelberg, 107-.
- Rößler, S.; Albrecht, J. (2015): Umsetzung freiraumplanerischer Klimaanpassungsmaßnahmen durch stadt- und umweltplanerische Instrumente. In: Knieling, J.; Müller, B. (Hrsg.): Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalplanung. Ansätze, Instrumente, Massnahmen und Beispiele. München, 243–270. = Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten, 7.
- Runge, K.; Wachter, T.F.; Rottgardt, E. (2010): Klimaanpassung, Climate Proofing und Umweltprüfung – Untersuchungsnotwendigkeiten und Integrationspotenziale. In: UVP-Report 24, 4, 165–170.
- Runge, K.; Wachter, T. (2010): Umweltfolgenprüfung von Klimaanpassungsmaßnahmen, Ansätze zur Berücksichtigung in SUP, UVP und Eingriffsregelung, In: Natur und Landschaft 42 (5), S. 141-147
- Sánchez, L.E.; Mitchell, R. (2017): Conceptualizing impact assessment as a learning process. In: Environmental Impact Assessment Review 62, 195–204. doi: 10.1016/j.eiar.2016.06.001.
- Schanze, J.; Sauer, A. (2012): Bedeutung möglicher Folgen des Klimawandels für die räumliche Planung. In: Birkmann, J.; Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung - Grundlagen, Strategien, Instrumente. Hannover, 15–27. = E-Paper der ARL, 13.
- Schlegel, I.; Koßmann, M.; Matzarakis, A. (2017): Stadtklimatische Untersuchungen der sommerlichen Wärmebelastung in Stuttgart als Grundlage zur Anpassung an den Klimawandel. Ergebnisbericht der Kooperation zwischen der Landeshauptstadt Stuttgart und dem Deutschen Wetterdienst. Freiburg.
- Schliep, R.; Bartz, R.; Dröschmeister, R.; Dziock, F.; Dziock, S.; Fina, S.; Kowarik, I.; Radtke, L.; Schäffler, L.; Siedentop, S.; Sudfeldt, C.; Trautmann, S.; Sukopp, U.; Heiland, S. (2017): Indikatorensystem zur Darstellung direkter und indirekter Auswirkungen des Klimawandels auf die biologische Vielfalt. Bonn. = BfN-Skripten.
- Schlipf, S. (2018): Die Einbeziehung der Folgen des Klimawandels in die Umweltprüfung als Beitrag zu einer resilienten Stadtentwicklung. In: Knieling, J. (Hrsg.): Wege zur großen Transformation; Herausforderungen für eine nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung. München, 217-234
- Schlünzen, K.H.; Riecke, W.; Bechtel, B.; Boettcher, M.; Buchholz, S.; Grawe, D.; Hoffmann, P.; Petrik, R.; Schoetter, R.; Trusilova, K.; Wiesner, S. (2018): Stadtklima in Hamburg. In: Storch, H. von; Meinke, I.; Claußen, M. (Hrsg.): Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. Berlin, Heidelberg, 37-53.
- Schmitt, T.G. (2011): Risikomanagement statt Sicherheitsversprechen — Paradigmenwechsel auch im kommunalen Überflutungsschutz? Korrespondenz Abwasser, Abfall, Abfall 2011 (58), Nr. 1, S. 40–49
- Scholles, F. (1997): Abschätzen, Einschätzen und Bewerten in der UVP: Weiterentwicklung der ökologischen Risikoanalyse vor dem Hintergrund der neueren Rechtslage und des Einsatzes rechnergestützter Werkzeuge. Dortmund. = UVP-Spezial, 13.
- Scholles, F. (2008a): Das System der Projektzulassung in Deutschland. In: Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmund, 100-132.
- Scholles, F. (2008b): Die ökologische Risikoanalyse und ihre Weiterentwicklung. In: Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmund, 458–479.
- Scholles, F. (2008c): Szenarioplanung. In: Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg.): Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmund, 380–392.
- Schönthaler, K.; Balla, S.; Wachter, T.; Peters, H.-J. (2018): Grundlagen der Berücksichtigung des Klimawandels in UVP und SUP. Dessau. = Climate Change.
- Schuchardt, B.; Schirmer, M. (2005): Klimawandel und Küste. Die Zukunft der Unterweserregion. Berlin, Heidelberg. = Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften.
- Schuchardt, B.; Wittig, S.; Spiekermann, J. (2011): Klimawandel in der Metropolregion Bremen-Oldenburg Regionale Analyse der Vulnerabilität ausgewählter Sektoren und Handlungsbereiche. 11. WERKSTATTBERICHT. Bremen.

- Schulze Dieckhoff, V.; Becker, D.; Wiechmann, T.; Greiving, S. (2018): Raummuster. Demographischer Wandel und Klimawandel in deutschen Städten. In: Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning 76, 3, 211–228. doi: 10.1007/s13147-018-0530-7.
- Schulze, H.-D.; Pohl, W.; Großmann, M. (1984): Grünvolumenzahl (GVZ) und Bodenfunktionszahl (BFZ) in der Landschafts- und Bauleitplanung. Schriftenreihe SR. Hamburg.
- Schwarz, T. (2015): Leitbild Innenentwicklung – Anforderungen und Umsetzung in der Bauleitplanung. In: UVP-Report, 29 (2):, 76–81.
- Scottish Executive, natural Scotland (2006): Strategic Environmental Assessment Tool Kit. Edinburgh.
- SenStadtUm, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) (2016a): Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin – AFOK. Zusammenfassung. Berlin.
- SenStadtUm, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) (2016b): 04.12 Klimamodell Berlin - Entwicklung der Anzahl klimatologischer Kenntage in der Zukunft (Ausgabe 2016). Berlin.
- SenStadtUm, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (Hrsg.) (2016c): Landschaftsprogramm Artenschutzprogramm. Begründung und Erläuterung 2016. Berlin.
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Hrsg.) (2011): Stadtentwicklungsplan Klima. Urbane Lebensqualität im Klimawandel sichern. (StEP Klima). Berlin.
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Abteilung Städtebau und Projekte (Hrsg.) (2016a): Wettbewerb Schumacher Quartier Berlin Reinickendorf - Tegel Auslobung. Berlin.  
[http://www.stadtentwicklung.berlin.de/aktuell/wettbewerbe/ergebnisse/2016/schumacher\\_quartier/auslobung.pdf](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/aktuell/wettbewerbe/ergebnisse/2016/schumacher_quartier/auslobung.pdf).
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Abteilung Städtebau und Projekte (Hrsg.) (2016b): Wettbewerb Schumacher Quartier Ergebnisprotokoll. Berlin.  
[https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dd209\\_01.htm](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dd209_01.htm) (09.05.2019).
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2017a): Schumacher Quartier Die Charta. Gemeinsame Erklärung für eine zukunftsweisende Quartiersentwicklung. Entwurf. Berlin
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2017b): Umweltatlas Berlin 05.09 Grünvolumen. Berlin. [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d509\\_04.htm](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d509_04.htm) (29.04.2019).
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2017c): Planzeichnung Bebauungsplan 8-66 / Material Träger öffentlicher Belange (TöB). 8-66. für das Gelände zwischen Gerlinger Straße, Buckower Damm, der Landesgrenze Berlin - Brandenburg und der östlichen Grenze des Grundstücks Gerlinger Straße 25/29 Vom Juli 2017. Berlin
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2018): Umweltbezogene Stellungnahmen zum Bebauungsplanentwurf Buckower Felder. Berlin
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2018a): Umweltatlas Berlin 02.09 Entsorgung von Regen- und Abwasser. Berlin. SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (2018b): Begründung zum Bebauungsplan 8-66 zur öffentlichen Auslegung gemäß § 3 Abs. 2 BauGB für das Gelände zwischen Gerlinger Straße, Buckower Damm, der Landesgrenze Berlin - Brandenburg und der östlichen Grenze des Grundstücks Gerlinger Straße 25/29. Berlin.
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (Stand 2019a): Umweltatlas Berlin. <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/> (20.03.2019).
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (Stand 2019b): Bebauungsplan 8-66 im Bezirk Neukölln, Ortsteil Buckow. Berlin.
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (Hrsg.) (Stand 2019c): Umweltatlas Berlin. Vorwort. <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/vorwort.htm> (29.04.2019). Berlin.
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Abteilung II F (Hrsg.) (Stand 2018a): Begründung zum Bebauungsplan 12-62 "Schumacher Quartier". Berlin.
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Abteilung II F (Hrsg.) (Stand 2018b): Bebauungsplan 12-62. Variante 1. Entwurf. Berlin
- SenSW, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Abteilung II F (Hrsg.) (Stand 2018c): Bebauungsplan 12-62. Variante 2. Entwurf. Berlin.
- SenSW/Tegel Projekt, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Abteilung II F; Tegel Projekt GmbH (Hrsg.) (2017): MASTERPLAN BERLIN TXL Nachnutzung Flughafen Tegel. Fortschreibung Entwurf. Berlin.
- SenUVK, Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Hrsg.) (2016): Stadtentwicklungsplan Klima KONKRET Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt. (StEP Klima KONKRET). Berlin. = berlinbaut Klimastadt. Berlin
- SenUVK, Senatsverwaltung für Umwelt; Verkehr und Klimaschutz (Hrsg.) (2017): Berliner Leitfaden zur Bewertung und Bilanzierung von Eingriffen. Berlin.

- Sieker, H.; Neidhart, N. (2017): Regenwasserbewirtschaftungskonzept für die Buckower Felder in Berlin  
Endbericht 08.2017.
- Sieker, H.; Neidhart, N. (2018): Fortschreibung Regenwasserbewirtschaftungskonzept für die Bukower Felder in  
Berlin. Endbericht. Hoppegarten.
- Slootweg, R.; Jones, M. (2011): Resilience thinking improves SEA: a discussion paper. In: Impact Assessment and  
Project Appraisal 29, 4, 263–276. doi: 10.3152/146155111X12959673795886.
- Spannowsky, W. (2006): Anforderungen an Alternativenprüfungen im Rahmen von Umweltprüfverfahren. In:  
Mitschang, S. (Hrsg.): Umweltprüfverfahren in der Stadt- und Regionalplanung. Berliner Schriften zur Stadt-  
und Regionalplanung, Bd. 1. Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien, 89–106.
- Spannowsky, W.; Uechtritz, M.; Birk, H.-J.; Busse, J.; Dirnberger, F. (Hrsg.) (2018): Baugesetzbuch. Kommentar.  
München.
- Spiekermann, J; Frank, E (Hrsg.) (2014): Anpassung an den Klimawandel in der räumlichen Planung -  
Handlungsempfehlungen für die niedersächsische Planungspraxis auf Landes- und Regionalebene;  
Arbeitsbericht der ARL 11; [http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/ab/ab\\_011/ab\\_011\\_gesamt.pdf](http://shop.arl-net.de/media/direct/pdf/ab/ab_011/ab_011_gesamt.pdf)  
(9.1.2015)
- Stadt Köln (2017): Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln. Empfehlungen und  
Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und für die Überflutungsvorsorge bei  
extremen Niederschlagsereignissen.
- Stock, M.; Walkenhorst, O. (2012): Einführung: Klimawandel, Auswirkungen und Unsicherheiten. In: Birkmann, J.;  
Schanze, J.; Müller, P.; Stock, M. (Hrsg.): Anpassung an den Klimawandel durch räumliche Planung -  
Grundlagen, Strategien, Instrumente. E-Paper der ARL, 13. Hannover, 1–14.
- Storch, H. von; Claußen, M. (Hrsg.) (2011): Klimabericht für die Metropolregion Hamburg.
- Storch, H. von; Meinke, I.; Claußen, M. (Hrsg.) (2018): Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel  
und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland. Berlin, Heidelberg.
- Sträter, D. (1988): Szenarien als Instrument der Vorausschau in der räumlichen Planung In: Akademie für  
Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Regionalprognosen. Methoden und ihre Anwendung, ARL-  
Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 175. Hannover.
- Stratmann L., Heiland S., Reinke M., Hauff M., Bölit D., Helbron H., Schmidt M. (2007): Strategische  
Umweltprüfung für die Regionalplanung – Entwicklung eines transnationalen Prüf- und Verfahrenskonzeptes  
für Sachsen, Polen und Tschechien. Endbericht. Dresden.
- Strauss, A.L.; Corbin, J. (1996/1990): Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung. Weinheim:
- Strothmann, T. (2018): Bewerten im Naturschutzrecht - untersucht am Beispiel der naturschutzrechtlichen  
Eingriffsregelung. Schriftenreihe des Fachgebietes Landschaftsentwicklung/ Umwelt- und Planungsrecht, v.3.  
Kassel.
- Stüer, B. (2015): Der Bebauungsplan. Städtebaurecht in der Praxis. München.
- Stülpnagel, von A. (1987): Klimatische Veränderungen in Ballungsgebieten unter besonderer Berücksichtigung der  
Ausgleichswirkung von Grünflächen, dargestellt am Beispiel von Berlin-West, Diss. am Fachbereich 14 der  
Technischen Universität Berlin.
- Sturm, G. (2018): Halböffentliche Stadträume - eine Annäherung im Forschungsstil der Grounded Theorie. In:  
Stadtforschung und Statistik: Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker, 31(1), 55–62.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Bau, Umwelt und Verkehr (Hrsg.) (2006): Handlungsanleitung  
Eingriffsregelung Bremen 2006 Hauptteil. Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2010): Auswirkungen des  
Klimawandels auf Arten und Biotope in der Stadtgemeinde Bremen. Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2011): Bericht der Verwaltung  
für die Sitzung der Deputation für Umwelt, Bau und Verkehr, Stadtentwicklung und Energie (S) am 24.  
November 2011 Starkregen im August 2011 - Bewertung, Folgen und Strategien. Starkregen im August 2011 -  
Bewertung, Folgen und Strategien. Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2012): Klimawandel in  
Bremen – Auswirkungen und Anpassungskonzepte. SUBV-Fachkonzept. Bremen
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2014a): Begründung zum  
Flächennutzungsplan Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2014b): Merkblatt für eine  
wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige  
Regenwasserbewirtschaftung und eine Überflutungsvorsorge bei extremen Regenereignissen in. Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2016a):  
Landschaftsprogramm Bremen 2015 Teil Stadtgemeinde Bremen. Anhang A (Methoden). Bremen.

- [http://www.lapro-bremen.de/assets/Lapro-Plan/Karten\\_Plaene/02\\_Lapro\\_Anhang-A\\_Pub\\_1604-2.pdf](http://www.lapro-bremen.de/assets/Lapro-Plan/Karten_Plaene/02_Lapro_Anhang-A_Pub_1604-2.pdf). (16.11.2019)
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2016b): Landschaftsprogramm Bremen 2015 Teil Stadtgemeinde Bremen. Textband. Ziele, Maßnahmen und Begründung. Bremen. [https://www.lapro-bremen.de/assets/Lapro-Plan/Karten\\_Plaene/01\\_Lapro\\_Textband\\_Pub\\_1604\\_small.pdf](https://www.lapro-bremen.de/assets/Lapro-Plan/Karten_Plaene/01_Lapro_Textband_Pub_1604_small.pdf) (16.11.2019)
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2016c): Begründung zum Bebauungsplan 2453 für ein Gebiet in Bremen - Neustadt / Obervieland zwischen Habenhauser Landstraße, Fellendsweg, Habenhauser Deich und Friedhof Huckelriede. Bremen, 2453. Bremen
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2016d): Grünordnungsplan zum Bebauungsplan Nr. 2452 der Freien Hansestadt Bremen Gartenstadt Werdersee. Bremen
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2017): Verankerung der Grünordnungsplanung in Bremen. Deputationsvorlage für die Sitzung der Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung, Energie und Landwirtschaft (S) am 30.11.2017. Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2018): Klimaanpassungsstrategie Bremen. Bremerhaven. Bremen.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2019a): Bremen geht neue Wege in der Starkregenvorsorge. Informationsportal veröffentlicht Starkregenkarte und bietet Auskunft und Beratung.
- SUBV, Freie Hansestadt Bremen; Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Hrsg.) (2019b): Deputationsvorlage für die Sitzung der Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung, Energie und Landwirtschaft (S) am 21.03.2019, Ortsgesetz über die Begrünung von Freiflächen und Flachdachflächen in der Stadtgemeinde Bremen (Begrünungsortsgesetz). Deputationsvorlage, Vorlage Nr. 19/ 531. Bremen.
- Süßbauer, E. (2016): Klimawandel als widerspenstiges Problem. Wiesbaden.
- Sustainability Center Bremen (2008): Klimaanpassung in Planungsverfahren. Leitfaden für die Stadt- und Regionalplanung. Bremen.
- Tändler, M. (2006): Umweltprüfung und Umweltkontrolle in der Bauleitplanung. Eine Bewertung aus juristischer und kommunalpolitischer Sicht. Frankfurt am Main, New York. = Regensburger Beiträge zum Staats- und Verwaltungsrecht, Bd. 5.
- Tegel Projekt GmbH (2017): Berlin TXL - Schumacher Quartier - Leitplan Regenwasser und Hitzeanpassung. The Federal-Provincial-Territorial Committee on Climate Change and Environmental Assessment (CA/IAAC) (Hrsg.) (2003): Incorporating Climate Change Considerations in Environmental Assessment: General Guidance for Practitioners. Quebec.
- The Scottish Government (2010): Consideration of Climatic Factors within Strategic Environmental Assessment (SEA).
- UBA, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2014): Praxishilfe – Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Raum- und fachplanerische Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel. Dessau.
- UBA, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015a): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Langfassung. Dessau.
- UBA, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2015b): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Dessau.
- UBA, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016): Rechtlicher Handlungsbedarf für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels. -Analyse, Weiter- und Neuentwicklung rechtlicher Instrumente-. Climate Change. Dessau.
- UBA, Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017): Leitfaden für Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalysen. Empfehlungen der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassung an den Klimawandel der Bundesregierung. Dessau.
- UKCIP, UK Climate Impact Programme (2004): Strategic Environmental Assessment and Climate Change: Guidance for Practitioners.
- UNECE, United Nations Economic Commission for Europe (Hrsg.) (1992): Application of Environmental Impact Assessment to Policies, Plans and Programmes. UNECE Environmental Series No. 5. Genf.
- Vandentorren, S.; Bretin, P.; Zeghnoun, A.; Mandereau-Bruno, L.; Croisier, A.; Cochet, C.; Ribéron, J.; Siberan, I.; Declercq, B.; Ledrans, M. (2006): Heat-related mortality. August 2003 heat wave in France: Risk factors for death of elderly people living at home. In: European Journal of Public Health 16, 583–591.
- Verband Region Stuttgart (2008): Klimaatlas Region Stuttgart Schriftenreihe Verband Region Stuttgart, 26. Stuttgart.
- Verwaltungsgericht Stuttgart (2012): Halbhöhenlage Stuttgart - Gericht weist Klagen von Bauherren auf Erteilung von Baugenehmigungen ab. Stuttgart.

- Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg (2014): Stuttgart: Normenkontrollanträge gegen Bebauungsplan "Oberer Hasenberg/Nordhang Stgt 230" erfolglos; Einschränkung bisheriger Baurechte zur Bewahrung des Stadtklimas gemäß Rahmenplan "Halbhöhenlage" rechtmäßig. Stuttgart.
- Vogel, P.; Breunig, T. (2005): Bewertung der Biotoptypen Baden-Württembergs zur Bestimmung des Kompensationsbedarfs in der Eingriffsregelung. Karlsruhe.
- Wachter, T.; Balla, S.; Schönthaler, K. (2017): Methodische Empfehlungen zur Berücksichtigung des Klimawandels in der Umweltverträglichkeitsprüfung 31, 213–223. doi: 10.17442/uvp-report.031.24.
- Walker, B.; Holling, C.S.; Carpenter, S.R.; Kinzig, A. (2004): Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. In: *Ecology and Society* 9, 2.
- Walker, B.; Salt, D. (Hrsg.) (2012): Resilience practice. Building capacity to absorb disturbance and maintain function. Washington, DC.
- Walker, B.; Salt, D.A. (2006): Resilience thinking. Sustaining ecosystems and people in a changing world; [how can landscapes and communities absorb disturbance and maintain function?]. Washington, DC.
- Walker, W.; Haasnoot, M.; Kwakkel, J. (2013): Adapt or Perish. A Review of Planning Approaches for Adaptation under Deep Uncertainty. In: *Sustainability* 5, 3, 955–979. doi: 10.3390/su5030955.
- Walters, C. J. (1986). Adaptive management of renewable resources. NY Macmillan Publishing Co. New York
- Wardekker, J.A.; van der Sluijs, J.P.; Janssen, P.H.; Klopogge, P.; Petersen, A.C. (2008): Uncertainty communication in environmental assessments. Views from the Dutch science-policy interface. In: *Environmental Science & Policy* 11, 7, 627–641. doi: 10.1016/j.envsci.2008.05.005.
- Warnke, M.; Wittrock, E.; Schütte, P. (2013): Was bringt uns die Bundeskompensationsverordnung? Der Verordnungsentwurf des BMU aus Sicht des Planers. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 45(7), 207–212.
- WBGU, Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (1999): Welt im Wandel: Strategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken. Jahresgutachten 1998. Berlin Heidelberg New York.
- Weiland, U. (2010): Strategic Environmental Assessment in Germany — Practice and open questions. In: *Environmental Impact Assessment Review* 30, 3, 211–217. doi: 10.1016/j.eiar.2009.08.010.
- Weis, M.; Siedentop, S.; Minnich, L. (2011): Vulnerabilitätsbericht der Region Stuttgart. Stuttgart.
- Wende W, Bond A, Bobylev N, Stratmann L (2012) Climate change mitigation and adaptation in strategic environmental assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 32(1):88–93. doi: 10.1016/j.eiar.2011.04.003
- Wende, W. (2015): Umweltprüfung zur Flächennutzungsplanung und Anpassung an den Klimawandel. In: Knieling, J.; Müller, B. (Hrsg.): *Klimaanpassung in der Stadt- und Regionalplanung. Ansätze, Instrumente, Massnahmen und Beispiele*. München, 271–284. = *Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten*, 7.
- Westermann/SenStadtUm, Büro Stephan Westermann im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hrsg.) (2016): Bericht zur Informationsveranstaltung Buckower Felder vom 10. März 2016.
- Wetzel, G. (2017): Der Umweltbelang "Anpassung an den Klimawandel" am Beispiel eines Fachlayers zum Flächennutzungsplan der Stadt Esslingen am Neckar. In: *UVP-Report*, 31 (3), 202–208.
- Wilby, R.L.; Perry, G.L.W. (2006): Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK. In: *Progress in Physical Geography* 30, 1, 73–98.
- Wilke, C.; Bachmann, J.; Hage, G.; Heiland, S. (2011): Planungs- und Managementstrategien des Naturschutzes im Lichte des Klimawandels. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben (FKZ 3508 82 0800) "Planungs- und Managementstrategien des Naturschutzes im Lichte des Klimawandels". Bonn- Bad Godesberg. = *Naturschutz und Biologische Vielfalt*, 109.
- Willekens, M (2009): *Adaptation to Climate Change and Strategic Environmental Planning*, Ghent <https://imcore.files.wordpress.com/2009/10/adaptation-to-climate-change-and-sea-draft1.pdf> (letzter Zugriff 11.06.2015)
- Williams, B.K.; Brown, E.D. (2014): Adaptive management: from more talk to real action. In: *Environmental Management* 53, 2, 465–479. doi: 10.1007/s00267-013-0205-7.
- Williams, B.K.; Brown, E.D. (2018): Double-Loop Learning in Adaptive Management. The Need, the Challenge, and the Opportunity. In: *Environmental Management*. doi: 10.1007/s00267-018-1107-5.
- Willows, R.; Connell, R. (Hrsg.) (2003): *Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making*. UKCIP Technical Report. Oxford.
- Wilson, E.; Piper, J. (2011): *Spatial planning and climate change. The natural and built environment*. Milton Park, Abingdon, Oxon, New York.
- Winterrath, T.; Brendel, C.; Hafer, M.; Junghänel, T.; Klameth, A.; Walawender, E.; Weigl, E.; Becker, A. (2017): Erstellung einer radargestützten Niederschlagsklimatologie. Abschlussbericht. Offenbach.

- Witt, A. (2015): Klimawandel und biologische Vielfalt als wichtiger Bestandteil von Umweltverträglichkeitsprüfungen. In: UVP-Report 29, 29(4), 185–190.
- Wolf, T.; McGregor, G. (2013): The development of a heat wave vulnerability index for London, United Kingdom. In: Weather and Climate Extremes 1, 59–68. doi: 10.1016/j.wace.2013.07.004.
- Zahn, K.v. (2011): Bewertung der Umweltqualität von Bebauungsplänen vor dem Hintergrund umweltbezogener Regelungen im Baugesetzbuch. Ergebnis einer Längsschnittstudie. Hamburg. = Schriftenreihe Umweltrecht in Forschung und Praxis, 55.

### **EU-Richtlinien**

- EU Wasserrahmenrichtlinie: (Richtlinie 2000/60/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRRL)
- EU Wasserrahmenrichtlinie: (Richtlinie 2008/105/EG) über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG (WRRL)
- EU UVP-Änderungsrichtlinie: (Richtlinie 2014/52/EU) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten, vol 57 (UVPÄndRL)
- EU Hochwasserrisikomanagementrichtlinie: (Richtlinie 2007/60/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken (HWRL)
- EU-Grundwasserrichtlinie: (Richtlinie 2006/118/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung
- EU-Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie: (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7), die zuletzt durch die Richtlinie 2013/17/EU (ABl. L 158 vom 10.6.2013, S. 193) geändert worden ist (FFH-RL)
- SUP-Richtlinie: Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme (ABl. L 197 vom 21.7.2001, S. 30),
- EG-Vogelschutzrichtlinie: Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (ABl. L 20 vom 26.1.2010, S. 7), die zuletzt durch die Richtlinie 2013/17/EU (ABl. L 158 vom 10.6.2013, S. 193) geändert worden ist, (Vogelsch.-RL)
- UVP-Richtlinie: Richtlinie 2011/92/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (ABl. L 26 vom 28.1.2012, S. 1), die zuletzt durch die Richtlinie 2014/52/EU (ABl. L 124 vom 25.4.2014, S. 1) geändert worden ist.
- SEVESO III-Richtlinie: Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates Text von Bedeutung für den EWR (SEVESO III – RL)

### **Bundesgesetze und Verordnungen**

- Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010 (BGBl. I S. 94), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2749) geändert worden ist Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. Februar 2010
- Wasserhaushaltsgesetz: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585), in Kraft getreten am 07.08.2009 bzw. 01.03.2010; zuletzt geändert durch Gesetz vom 04.12.2018 (BGBl. I S. 2254) m.W.v. 11.06.2019 (WHG)
- Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634) (BauGB)
- Bundesnaturschutzgesetz: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 13. Mai 2019 (BGBl. I S. 706) geändert worden ist (BNatSchG)
- Bundes-Bodenschutzgesetz: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 3 Absatz 3 der Verordnung vom 27. September 2017 (BGBl. I S. 3465) geändert worden ist (BBodSchG)

### **Landesgesetze und Verordnungen**

- Bremisches Waldgesetz: Waldgesetz für das Land Bremen vom 31. Mai 2005 (Brem.GBl. 2005, 207), zuletzt § 18 geändert durch Artikel 2 Abs. 2 des Gesetzes vom 25. Mai 2010 (Brem.GBl. S. 349) (BremWaldG)
- Bremisches Klimaschutz- und Energiegesetz vom 24. März 2015. (Brem.GBl. 2015, 124) (BremKEG).

- Bremisches Wassergesetz vom 12. April 2011 (Brem.GBl. 2011, 262), zuletzt Inhaltsübersicht, §§ 59, 60 und 64 geändert, § 106 neu gefasst durch Gesetz vom 18. Dezember 2018 (Brem.GBl. S. 644), (BremWG)
- Bremisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 27. April 2010 (Brem.GBl. 2010, 315), zuletzt § 37 geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Dezember 2018 (Brem.GBl. S. 651), (BremNatG)
- Bremisches Stellplatzortsgesetz: Ortsgesetz über Kraftfahrzeugstellplätze und Fahrradstellplätze in der Stadtgemeinde Bremen vom 18. Dezember 2012 (Brem.GBl. 2012, 555), (StellplOG)
- Bremische Baumschutzverordnung: Verordnung zum Schutze des Baumbestandes im Lande Bremen vom 17. September 1979 (Brem.GBl. S. 345 - 790-a-1), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 28. Mai 2002 geändert worden ist (Brem.GBl. S. 103)
- Bremisches Begrünungsortsgesetz: Ortsgesetz über die Begrünung von Freiflächen und Flachdachflächen in der Stadtgemeinde Bremen vom 14. Mai 2019 (Brem.GBl. 2019, 313)
- Hamburgische Niederschlagswasserversickerungsverordnung: Verordnung über die erlaubnisfreie Versickerung von Niederschlagswasser auf Wohngrundstücken vom 23. Dezember 2003, Fundstelle: HmbGVBl. 2004, S. 6 Auf Grund von § 32 a des Hamburgischen Wassergesetzes (HWaG) vom 20. Juni 1960 (HmbGVBl. S. 335), zuletzt geändert am 17. Dezember 2002 (HmbGVBl. S. 347, 351)
- Hamburgisches Wassergesetz in der Fassung vom 29. März 2005 letzte berücksichtigte Änderung: zuletzt geändert durch Artikel 12 des Gesetzes vom 4. Dezember 2012 (HmbGVBl. S. 510, 519) (HWaG)
- Hamburgisches Gesetz zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes in der Fassung vom 11. Mai 2010 letzte berücksichtigte Änderung: zuletzt geändert durch Gesetz vom 13. Mai 2014 (HmbGVBl.S. 167) (HmbBNatSchAG)
- Hamburgisches Abwassergesetz in der Fassung vom 24. Juli 2001 letzte berücksichtigte Änderung: zuletzt geändert durch Artikel 5 des Gesetzes vom 23. Januar 2018 (HmbGVBl. S. 19, 27), (HmbAbwG)
- Hamburgisches Denkmalschutzgesetz Hamburg vom 5. April 2013 (HmbGVBl. 2013, S. 142) (DSchG)
- Berliner Energiewendegesetz. (EWG Bln) letzte Änderung vom 26.10.2017.
- Berliner Wassergesetz (BWG) in der Fassung vom 17. Juni 2005 letzte Änderung vom 25.09.2019
- Landesbauordnung für Baden-Württemberg in der Fassung vom 5. März 2010 (GBl. Nr. 7, S. 358) zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. Juli 2019 (GBl. Nr. 16, S. 313) in Kraft getreten am 1. August 2019. (LBO-BW)
- Wassergesetz für Baden-Württemberg in der Fassung vom 3. Dezember 2013 zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. November 2018 (GBl. S. 439, 446) (WG BW)

### Technische Normen und Richtlinien

- ISO 31000 (2009) Risk management – principles and guidelines. [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=43170](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43170)
- DIN 1986-100: Deutsches Institut für Normung e. V. (2016): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056:2016-12 (09.10.2017).
- DIN EN ISO 14090: Deutsches Institut für Normung e. V. (2018): Anpassung an den Klimawandel – Grundsätze, Anforderungen und Leitlinien. Berlin ISO/DIS 14090:2018).
- DIN EN 752:2017: Deutsches Institut für Normung e.V. (2017): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden – Kanalmanagement; Berlin.
- DWA M 553: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V (2016a): Merkblatt DWA-M 553. Hochwasserangepasstes Planen und Bauen. Hennef. = Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. Hennef
- DWA M 102: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2016b): Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer. (Entwurf). Hennef
- DWA-M 119: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2016c): Merkblatt DWA-Regelwerk Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. Hennef.
- DWA-A 100: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2006a): Arbeitsblatt Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE). Hennef.
- DWA-A 118: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (2006b): Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Hennef
- DWA-M 153: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2007): Merkblatt. Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. Hennef.
- VDI Richtlinie 3787 Blatt 2. Verein Deutscher Ingenieure (2008a): Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung - Teil I: Klima. Düsseldorf.

VDI Richtlinie 3785 Blatt 1(Bestätigt 2015). Verein Deutscher Ingenieure (2008b): Umweltmeteorologie Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima. Düsseldorf ICS 07.060, 13.040.01.

VDI Richtlinie 3787 Blatt 1Verein Deutscher Ingenieure (2015): Umweltmeteorologie Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, Düsseldorf.

VDI Richtlinie 3787 Blatt 8. Verein Deutscher Ingenieure (2020): Umweltmeteorologie Stadtentwicklung im Klimawandel. Düsseldorf.





