



Dissertation

Hitze in der Stadt Ausrichtung der Planungsinstrumente auf den Umgang mit sommerlicher Hitze

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der
technischen Wissenschaften unter der Leitung von

Ao. Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Ing. Andreas Voigt

Technische Universität Wien, Fachbereich Örtliche Raumplanung (IFOER)

und externer Begutachtung durch

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Walter Schönwandt

Universität Stuttgart, Institut für Grundlagen der Planung

und

Prof. Dipl.-Ing. Markus Neppl

Karlsruher Institut für Technologie, Fachgebiet Stadtquartiersplanung

im Rahmen des internationalen Doktorandenkollegs *Forschungslabor Raum –
Curriculum 2013-2016* zum Rahmenthema *Urbane Transformationslandschaften*
(www.forschungslabor-raum.info) eingereicht an der Fakultät für Architektur und
Raumplanung der Technischen Universität Wien

von

Florian Stadtschreiber

Mat. Nr. 9912459

Wien, Oktober 2017

An aerial photograph of a city at sunset. The sky is a warm, golden-orange color. In the foreground, there are various rooftops, including a large, dark, curved roof with skylights. In the middle ground, a dense cluster of buildings is visible, with a prominent, tall, Gothic spire rising above the rest. To the left of the spire, there is a large building with a complex, patterned roof. In the background, more modern buildings and a distant horizon are visible under the sunset sky.

HITZE IN DER STADT

Ausrichtung der Planungsinstrumente
auf den Umgang mit sommerlicher Hitze

Ich erkläre ehrenwörtlich, die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht zu haben.

Titelbild: Andrew Nash, Stephansdom vom Hochhaus Herrengasse

Vorwort

Anstoß für die vorliegende Arbeit waren meine ersten beruflichen Erfahrungen in der Raumplanung: Als Hochschulabsolvent nähert man sich raumbezogenen Aufgabenstellungen zunächst mit einer idealistischen Vorstellung von Eingriffsmöglichkeiten, die die Instrumente der Raumplanung leisten können. Sehr schnell tritt an die Stelle idealistischer Vorstellungen die Erkenntnis, dass die Beweggründe planerischer Festlegungen in der Praxis sehr selten dem aus wissenschaftlich-theoretischer Sicht gebotenen Ideal entsprechen. Aus meiner akademischen Vorbildung waren für mich der Klimawandel und die damit verbundenen Auswirkungen zudem immer von besonderem Interesse. Nach mehreren Jahren Berufserfahrung und vielen Gesprächen über Theorie und Praxis der Raumplanung entstand letztlich der Wunsch, mich intensiv mit einem, für die urbane Zukunft bedeutenden Thema der Raumplanung zu befassen. Vor allem trieb mich der Gedanke, ausgehend von persönlicher Erfahrung auch die praktische Orientierung und Anwendbarkeit einfließen lassen zu können.

Der organisatorische Rahmen des Doktorandenkollegs Forschungslabor Raum – Curriculum 2013-2016 bot hierfür eine gute Möglichkeit: Neben dem freien Forschen und Abfassen der Dissertation war auch eine sehr intensive und inspirierende Auseinandersetzung mit zentralen Themenfeldern anderer Dissertationen erforderlich. Der persönliche Austausch unter Studienkolleginnen und -kollegen, mit den Professorinnen und Professoren und auch das Coaching durch eine Kommunikationstrainerin – dies alles in einer geschützten klausurartigen Atmosphäre – haben meiner Ansicht nach viel zur Qualität der unterschiedlichen Dissertationsvorhaben und vor allem auch zur persönlichen Entwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer beigetragen.

Eine Dissertation zu verfassen bedeutet zunächst, Klarheit über das zu bearbeitende Problem bzw. die Aufgabenstellung zu gewinnen. Im seinem Buch *Komplexe Probleme lösen* plädiert Walter Schönwandt für mehr *Problemorientiertheit* anstatt *Lösungsfixiertheit*. Er plädiert dafür, öfter die Frage zu stellen, um was es denn wirklich geht, anstatt sich ohne genaue Kenntnis des Problems mit vertrauten Methoden an die Arbeit zu machen. Diesem Apell folgend diente die erste Phase des Doktorandenkollegs daher einer Fokussierung und ausführlichen Problemdefinition. Dies spiegelt sich auch im Aufbau der vorliegenden Arbeit wider. Da die urbane Bevölkerung im Mittelpunkt der Arbeit stehen sollte, stellten sich folgende zentrale Fragen: Was sind eigentlich gravierende Auswirkungen des Klimawandels in urbanen Räumen? Welche unmittelbaren Auswirkungen hat das auf die Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt? Wodurch wird die Lebensqualität in diesen zukünftig wirklich eingeschränkt? Diese Fragen lenkten das Forschungsinteresse auf die Auswirkungen von Hitze in der Stadt und die Frage, wie man dieses Problem durch den abgestimmten und multiskalaren Einsatz der Planungsinstrumente in den Griff bekommen kann. Auch die immer häufiger erscheinenden Presseberichte über das Thema bekräftigten meine Einschätzung, dass die subjektive Betroffenheit stark zunimmt und das Thema langfristig auf der planerischen Agenda an Relevanz gewinnen wird.

Welche Ursachen zur urbanen Überwärmung und Hitzewellen führen, welche Herausforderungen sich daraus für die Planungsinstrumente ergeben und wie weit diese angemessen sind oder ergänzt werden können, kann man in der vorliegenden Arbeit erfahren. Deren primäres Ziel ist es, Impulse und Ideen für eine bessere Ausrichtung der Stadt an die sommerliche Hitze zu liefern, um eine hohe Lebensqualität für jene Bevölkerungsteile zu sichern, die in den Städten leben.

Ich möchte mich bei Allen sehr herzlich bedanken, die mir das Studium und das Verfassen der vorliegenden Arbeit ermöglicht haben, sei es durch konstruktive Gespräche, Lektorat, Motivation oder Ruhe und Zeit zum Arbeiten. Ein berufsbegleitendes Doktoratsstudium ist eine enorme Herausforderung, die ohne Unterstützung und Verständnis des persönlichen Umfeldes nicht gelingen kann. Besonderer Dank gilt zudem meinem Betreuer Ao. Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Ing. Andreas Voigt und allen Professoren und Organisatoren des Doktorandenkollegs, die mit viel persönlichem Einsatz ein in der Raumplanungsausbildung einzigartiges Format des gemeinsamen Forschens und Lernens geschaffen haben.

Kurzfassung

Die Hitzewelle im Sommer 2003 zählt mit rund 70.000 Todesopfern zu den schwersten Naturkatastrophen der letzten 100 Jahre in Europa. Sie hat vor Augen geführt, mit welchen Auswirkungen bei derart extremen Wetterereignissen zu rechnen ist. Vor allem hat sich in diesem Sommer Folgendes gezeigt: Die Brennpunkte liegen in urbanen Räumen. Hitze schränkt nicht nur die Lebensqualität in der Stadt ein, sondern führt zudem auch zu signifikant steigenden Morbiditäts- und Mortalitätsraten sowie zu negativen Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit. Neben den körperlichen und physiologischen Folgen sind auch die Auswirkungen auf die Lebenswelten der Menschen mit zu betrachten. Im Jahr 2014 lebten bereits 54% der Weltbevölkerung in Städten. In Europa wird der Anteil der urbanen Bevölkerung im Jahr 2050 voraussichtlich bereits 73% betragen (vgl. United Nations 2015,1). Unter Berücksichtigung der fortschreitenden Urbanisierung sind erhebliche Probleme für europäische Städte zu erwarten.

Aufgrund ihrer dichten Bebauung weisen Städte ausgeprägte urbane Wärmeinseln auf. Der Klimawandel wird dieses Phänomen in den kommenden Jahrzehnten zusätzlich verstärken. Städte erwarten neben jährlich steigenden Durchschnittstemperaturen vor allem hinsichtlich Intensität und Häufigkeit zunehmende Hitzeperioden, die sich durch hohe Tagestemperaturmaxima bei gleichzeitig reduzierter nächtlicher Abkühlung auszeichnen. Speziell die Nächte sind jedoch für die thermische Entlastung der Stadtbewohnerinnen und -bewohner und die Erholung im Schlaf von großer Bedeutung. Im Durchschnitt wird sich die Stadt Wien, auf welcher der Fokus der Arbeit liegt, in diesem Jahrhundert auf eine Zunahme der jährlichen Durchschnittstemperatur von 2 bis 4° Celsius einstellen müssen. Die Ursachen sind dabei nicht nur in der geographischen Lage zu finden, sondern vor allem im physischen Erscheinungsbild der Stadt.

Die räumliche Verteilung von thermischen Be- und Entlastungsgebieten ist unter anderem das Ergebnis raumbezogener Planungsprozesse. Über welche Möglichkeiten aber verfügt die Raumplanung in ihren formellen Instrumenten (zum Beispiel Bebauungsplan, Flächenwidmungsplan, Entwicklungskonzept), um die Folgen der zunehmenden Erwärmung zu minimieren? Sind die Instrumente in Anbetracht der erforderlichen Anpassungsmaßnahmen ausreichend oder ist eine Ergänzung durch informelle Instrumente erforderlich? Welcher Beitrag kann durch die Ausrichtung – das heißt durch organisatorische Maßnahmen im Bereich von Vereinigungen, Behörden und Betrieben – oder durch Verhaltensänderungen geleistet werden? Diesen Fragen geht die vorliegende Arbeit auf den Grund. Vor allem der Umgang mit Unsicherheit und Dynamik stellt dabei eine große Herausforderung dar, da die Raumplanung hier mit sehr ausgedehnten Prognose und Planungshorizonten konfrontiert wird. Die Vielschichtigkeit der Ursachen und Wirkungen macht die Anpassung der Stadt an die sommerliche Hitze zu einer komplexen Schwerpunktaufgabe für die Planung.

Im wissenschaftlichen Diskurs steht die Notwendigkeit der Anpassung an die wandelnden klimatischen Gegebenheiten außer Frage, in der Planungspraxis stellt sie dennoch ein junges Thema dar. Sicher ist, dass die Anpassung in den nächsten Jahren

ein Anstoß für einen graduell verlaufenden Transformationsprozess sein wird, der das Gesicht unserer Städte verändern wird. Berücksichtigt man die Bestandskraft städtebaulicher Strukturen von rund 100 Jahren und die absehbare Intensivierung der genannten Auswirkungen zu Mitte dieses Jahrhunderts, so besteht jetzt die Chance, die Anpassung an diese thermischen Veränderungen noch zeitgerecht als festen Bestandteil in den formellen und informellen Planungsinstrumenten zu integrieren.

Ein wichtiges Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die bestehenden Planungsinstrumente auf ihre Eignung zur Anpassung an die städtische Hitze zu prüfen und allenfalls ergänzende Instrumente vorzuschlagen. Letztlich geht es um eine hohe Lebensqualität in der Stadt, die auch zukünftig hochgehalten werden soll. Hierzu wird es eines gezielten multiskalaren Einsatzes von Planungsinstrumenten bedürfen, um den stattfindenden Transformationsprozess in die richtigen Bahnen zu lenken.

Summary

The heatwave in summer 2003, with around 70,000 casualties, was one of the most devastating natural disasters in the last 100 years in Europe. It showed what an impact such extreme weather conditions can have. It also showed, however, that the most severely affected areas are European cities. On the one hand, heat leads to significantly higher mortality rates, on the other hand it also compromises the quality of life, including the quality of public spaces. In 2014 a share of 54% of the worlds population lived in cities. For Europe this share will rise to 73% until 2050 (see United Nations 2015,1). In view of ongoing urbanisation, this entails significant problems for European cities.

Owing to their dense development, cities have urban heat islands that will intensify considerably in forthcoming decades due to climate change. Apart from increasing average temperatures every year, cities can expect prolonged periods of heat in terms of intensity and frequency, characterised by high maximum daytime temperature and at the same time reduced nocturnal cooling. The city of Vienna, for example, the focus of this work, will have to be prepared for an annual average temperature increase of two to four degrees over the course of this century. This is caused not only by the geographical location, but also by the physical characteristics of the city.

The spatial distribution of hot and cool areas is the result of spatially related planning processes. What options does spatial planning have in terms of its formal tools (development plan, land allocation plan, development concept), in order to minimise the consequences of increased thermal stress? Are these tools sufficient, in terms of the required adaptation measures, or is it necessary to supplement them with informal tools? What contribution can be made by associations, authorities or organisations, as well as by behaviour change? This thesis seeks to examine these questions critically and takes the spatial planning requirements from the point of view of climate research into account.

The need to adapt to changing climatic conditions is not being questioned in scientific discourse, but it is still a novel topic in planning practice. What is certain is that adaptation will be an impulse for a gradually unfolding transformation process in forthcoming years, which will change the face of our cities. If one takes into account the durability of urban structures of around 100 years and the foreseeable intensification of the aforementioned effects until the middle of this century, it is now high time to integrate adaptation to these thermal changes into planning tools as an integral aspect as quickly as possible.

The aim of the thesis in hand is to analyse whether current planning instruments are suitable to adapt to intensifying urban heat and to suggest further instruments where necessary. Eventually, the high quality of life has to be maintained in the future. In order to do so, a multiscalar application of planning instruments is necessary to bring the transformation process onto the right track.

Inhaltsverzeichnis

1	Problems first!	1
1.1	Ziel der Arbeit	1
1.2	Problemstellung und These	3
1.3	Anpassung an die sommerliche Hitze als Aufgabe der Raumplanung	6
1.4	Konzentrationsentscheid	7
1.5	Die Forschungsfrage im Kontext der nachhaltigen Raumentwicklung	8
1.6	Forschungsmethode	10
1.7	Informationsquellen	13
2	Raumrelevante Merkmale des Laborraumes Wien	16
2.1	Verwaltung und Flächengliederung	16
2.2	Bevölkerungsentwicklung und -struktur	17
2.3	Natürliche Merkmale und Grün- und Freiräume	21
3	Stadtklima und städtische Wärmeinsel	31
3.1	Ursachen und Einflussgrößen des Stadtklimas	31
3.2	Die städtische Wärmeinsel	35
3.3	Stadtklimatische Funktionen von Grün- und Freiräumen	38
3.4	Einfluss der Albedo auf die städtische Wärmeinsel	43
3.5	Ausprägung der städtischen Wärmeinsel in Wien	47
4	Klimawandel	48
4.1	Allgemeine Klimatrends für Österreich	49
4.2	Klimamodellierung und Klimaszenarien	50
4.3	Entwicklung der Jahresmitteltemperatur	52
4.4	Entwicklung von Hitzetagen	53
4.5	Entwicklung von Hitzeperioden	54
4.6	Entwicklung nächtlicher Temperaturminima	56
4.7	Auswirkungen des Klimawandels auf die städtische Wärmeinsel	57
5	Die Folgen von Hitze in der Stadt	58
5.1	Thermische Behaglichkeit	58
5.2	Auswirkungen auf die Gesundheit	61
5.3	Die soziale Dimension sommerlicher Hitze	64
5.4	Exkurs: Energiebedarf und Kosten für Raumkühlung	69

6	Zentrale Erkenntnisse für das Handlungsfeld Stadtplanung aus stadtklimatischer Sicht	71
6.1	Räumliche Verteilung der Effekte	71
6.2	Verteilung und Öffentlichkeit von Grün- und Freiräumen	72
6.3	Folgen sommerlicher Hitze für die Stadtbevölkerung	74
7	Einordnung in den planungstheoretischen Kontext	75
7.1	Instrumente der Raumplanung	75
7.2	Anpassung an die sommerliche Hitze als komplexe Schwerpunktaufgabe	78
7.3	Planungsmodell zur Beschreibung des Anpassungsprozesses	83
7.4	Systematisierung von Eingriffen in die räumliche Entwicklung	86
8	Übersicht und Systematisierung möglicher Eingriffe nach der Quadriga	90
8.1	Standorte ausweisen	92
8.2	Anlagen errichten	93
8.3	Einrichtungen ausrichten (Organisation anpassen)	100
8.4	Verhaltensweisen steuern	102
9	Stadtklimatische Aspekte in den Wiener Planungsinstrumenten	104
9.1	Smart City Rahmenstrategie Wien	104
9.2	Stadtentwicklungsplan 2025	109
9.3	Urban Heat Islands – Strategieplan Wien	112
9.4	Fachkonzept Grün- und Freiraum	118
9.5	Fachkonzept Mobilität	122
9.6	Fachkonzept Hochhäuser	125
9.7	Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan	129
9.8	Das Gestaltungskonzept nach § 63 Abs. 5 BO für Wien	138
9.9	Städtebauliche Verträge nach §1a BO für Wien	140
10	Stadtklimatische Aspekte im Raumordnungsrecht	143
10.1	Bauordnung für Wien	143
10.2	Exkurs: Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz 2014	145
10.3	Exkurs: Klimaschutz und Klimawandelanpassung in den österreichischen Raumordnungsgesetzen	146
10.4	Empfehlungen für die Anpassung der Rechtsinstrumente	147
11	Umfrage und Interviewergebnisse	149
11.1	Online-Befragung	149
11.2	Zusammenfassung der qualitativen Experteninterviews	156

12	Good-Practice-Beispiele	159
12.1	Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe	159
12.2	Biotopflächenfaktor Berlin	169
12.3	Exkurs: GREENpass	175
13	Vorschläge für ergänzende Instrumente	178
13.1	Vulnerabilitätsanalyse	178
13.2	Urban quality factor	185
13.3	Urbanes Flächen- und Maßnahmenregister	191
14	Offene Forschungsfragen	194
15	Fazit	197
16	Quellenverzeichnis	204
17	Anhang: Fragebogen	216

Abkürzungsverzeichnis

AIT	Austrian Institute of Technology GmbH
ARL	Akademie für Raumforschung und Landesplanung
BFF	Biotopflächenfaktor
BGF	Bruttogeschossfläche
BMGF	Bundesministerium für Gesundheit und Frauen
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft
BO für Wien	Bauordnung für Wien
FWP	Flächenwidmungsplan
FNP	Flächennutzungsplan (Deutschland)
GIS	Geographisches Informationssystem
GFZ	Geschossflächenzahl
GRZ	Grundflächenzahl
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NHW-Fläche	Naturhaushaltwirksame Fläche
NÖ ROG 2014	Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz 2014
MA	Magistratsabteilung (Wien)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ML	<i>Mixing layer</i>
m.ü.A.	Meter über Adria
ÖEK	Örtliches Entwicklungskonzept
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PCI	<i>Park cool island</i>
PET	Physiologisch äquivalente Temperatur
PMV	<i>Predicted mean vote</i>
pT	<i>Perceived temperature</i> (gefühlte Temperatur)
RNK	Realnutzungskartierung
ROG	Raumordnungsgesetz
SL	<i>Surface layer</i>
STEP 2025	Stadtentwicklungsplan 2025 - Wien
STEK	Stadtentwicklungskonzept
SUP	Strategische Umweltprüfung
TU	Technische Universität
UCL	<i>Urban canopy layer</i>
UHI	<i>Urban heat island</i>
UHI-STRAT	<i>Urban heat island</i> –Strategieplan Wien
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VfGH	Verfassungsgerichtshof
WMO	<i>World meteorological organisation</i>
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

1 Problems first!

Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit ist eine zunehmend bedeutende Anpassungsherausforderung an europäische Metropolen. Auch die Präsenz in den Medien weist darauf hin, dass das Thema längst bei Bevölkerung, Forschung und Politik angekommen ist: Die Tageszeitung *Die Presse* berichtete beispielsweise am 05.07.2015 über das Phänomen der städtischen Hitzeinsel, deren Ursachen und Auswirkungen unter dem Titel »heiß, heißer, Großstadt« (Die Presse 2015). Wie mit Dach- und Fassadenbegrünung dagegen angegangen werden kann, erörterte wenig zuvor *Der Standard* am 17.06.2015 unter dem Titel: »Leben wie Dornröschen gegen die Gluthitze in Wien« (Der Standard 2015). Diese beiden Beispiele, an die sich noch unzählige weitere reihen ließen, umreißen dieselbe Frage, nämlich wie man mit dem speziellen Stadtklima¹ und der Hitze in der Stadt umgehen soll und was unternommen werden muss, um die Situation nicht weiter zu verschlimmern. Diese mediale Aufmerksamkeit lässt unter anderem auf ein stetig steigendes Belastungsempfinden der urbanen Bevölkerung schließen, dokumentiert andererseits aber auch die zunehmende Aufmerksamkeit, die dem Problem von der wissenschaftlichen Gemeinschaft gewidmet wird.

1.1 Ziel der Arbeit

Die Frage der Anpassung² an das Stadtklima und den Klimawandel ist vielschichtig und stellt eine neue Herausforderung an die Stadtplanung dar, denn es treffen hier zwei Phänomene aufeinander: Die städtische Wärmeinsel einerseits, die aufgrund des Wärmespeichungsvermögens des Stadtkörpers entsteht. Der Klimawandel andererseits, der für eine generelle Steigerung der Durchschnittstemperaturen und immer häufiger auftretende Hitzeperioden verantwortlich ist. Beim Klimawandel ist nicht vollständig sicher, wann und in welchem Ausmaß dieser auftreten wird. Die Schwankungsbreite der Prognosen stellt hier sozusagen die Leitplanken dar. Die städtische Wärmeinsel ist jedoch bereits heute mess- und fühlbar.

¹ Der Begriff Stadtklima beschreibt im Wesentlichen das im urbanen Raum aufgrund von Bebauung, Abwärme und freigesetzten Luftschadstoffen gegenüber dem Umland modifizierte Klima (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,372).

² Nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist somit der Klimaschutz (Mitigation) im Sinne von Strategien und Maßnahmen zur Minderung der Emission von Treibhausgasen. Die vorliegende Arbeit befasst sich primär mit der Adaption im Sinne einer technischen und gesellschaftlichen Ausrichtung an das Stadtklima, das sich aufgrund des globalen Klimawandels und des Phänomens der städtischen Wärmeinsel gleichermaßen zunehmend verändert.

Für die Raumordnung³ ist der Umgang mit solchen komplexen Schwerpunktaufgaben und unvollständiger Information grundsätzlich nicht neu. Neu ist jedoch der Prognosehorizont der Klimaforschung, der sich mit rund 100 Jahren ungefähr mit der Bestandskraft unserer baulichen Umwelt deckt. Um das Jahr 2050 wird von Klimaforschern eine rapide Zunahme der Auswirkungen des Klimawandels vor allem in Form von Hitzeperioden prognostiziert. Demnach ist es jetzt an der Zeit, Maßnahmen zur Transformation der Städte zu treffen, damit diese angesichts der zu erwartenden Entwicklungen auch in den Jahren nach 2050 noch so lebenswert sind, wie man sie seinen Kindern übergeben möchte.

Die Stadt Wien hat sich zum Ziel gesetzt, eine Stadt mit hoher Lebensqualität zu sein. In diesem Zusammenhang spielen Qualitäten und die Verteilung von Frei- und Grünräumen eine wesentliche Rolle, da sie bedeutend für die thermische Erholung der Bevölkerung in den Grätzeln⁴ sind und einen Ort für die Produktion von Kaltluft zur Abkühlung des Stadtkörpers darstellen. Auch aus diesem Grund soll gemäß Stadtentwicklungsplan 2025 die »Erhaltung und Schaffung qualitativvoller Frei- und Grünräume ... hervorragende Aufgabe der Politik« (STEP 2025,9) sein.

Der Verfasser möchte mit der vorliegenden Arbeit eine Entscheidungsgrundlage und Impulse für eine klimagerechte Transformation der Stadt durch eine bessere Ausrichtung der Planungsinstrumente anbieten, um damit einen Beitrag zu diesem Ziel der *lebenswerten Stadt* zu leisten. Es soll aber auch vorweggeschickt sein, dass es hierbei nicht darum geht, Nutzungen in der Stadt auszuschließen oder aus der Stadt zu verdrängen. Eine maßvolle Nachverdichtung ist hinsichtlich der Umweltauswirkungen noch immer die vorteilhafteste Siedlungsentwicklung. Vielmehr soll ein Beitrag geleistet werden, dass die zu erwartende, erforderliche Nachverdichtung auch entsprechend qualitativvoll und den Erfordernissen des Stadtklimas angemessen erfolgt. Im Fokus stehen die Planungsinstrumente und die Frage *How to make it happen?*

Die aus klimatischen Gründen erforderliche Transformation des Stadtkörpers bildet dabei den Anknüpfungspunkt zum Rahmenthema *urbane Transformationslandschaften*⁵ des internationalen Doktorandenkollegs *Forschungslabor Raum* (Curriculum 2013-2016), in dessen Rahmen sich der Verfasser mit dem Thema über vier Jahre beschäftigt und die vorliegende schriftliche Arbeit verfasst hat.

³ Unter Raumordnung werden in Österreich die Gesamtheit der Maßnahmen öffentlicher Gebietskörperschaften hoheitlicher und privatwirtschaftlicher Art verstanden, die darauf abzielen, das Staatsterritorium (den Raum) nach bestimmten politischen Zielvorstellungen zu gestalten (zu ordnen). Hierzu zählen vor allem auch Fachplanungen. Raumplanung hingegen bezeichnet die Planung der Nutzungsstruktur des Raumes im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinde (vgl. Schindegger 1999,32). Die Gemeinden bedienen sich hierzu der Instrumente der Örtlichen Raumplanung. Anmerkung: In Deutschland und der Schweiz wird dieses Begriffspaar jeweils anders definiert.

⁴ Wiener Bezeichnung für ein *Stadtviertel*, ähnlich der Bezeichnung *Quartier*. Grätzeln umfassen mehrere Häuserblocks und es gibt keine offizielle Grenzziehung. Ein Bezirksteil kann mehrere *Grätzeln* haben (vgl. Tschirk 2012,22).

⁵ Transformationsraum beschreibt einen Ort im Übergang von bestehenden zu neuen Strukturen.

Aufgrund der speziellen Herausforderungen in diesem Themenkomplex wird zudem die Meinung vertreten, dass es unentbehrlich ist, Anpassungsmaßnahmen auch in das Planungsrecht und in die rechtsverbindlichen, formellen Planungsinstrumente⁶ zu integrieren. Anpassungsleistungen dürfen nicht dem Engagement von Bauherrinnen und Bauherren oder privaten Initiativen überlassen werden. Das Bewusstsein für diese komplexe Schwerpunktaufgabe muss geschärft werden, indem auf die zu erwartenden Konsequenzen kontinuierlich hingewiesen wird. Denn die Anpassung an das Stadtklima ist eine zentrale Aufgabe auf dem Weg zu einer lebenswerten, nachhaltigen, resilienten und sozial inklusiven⁷ Stadt im nächsten Jahrhundert.

1.2 Problemstellung und These

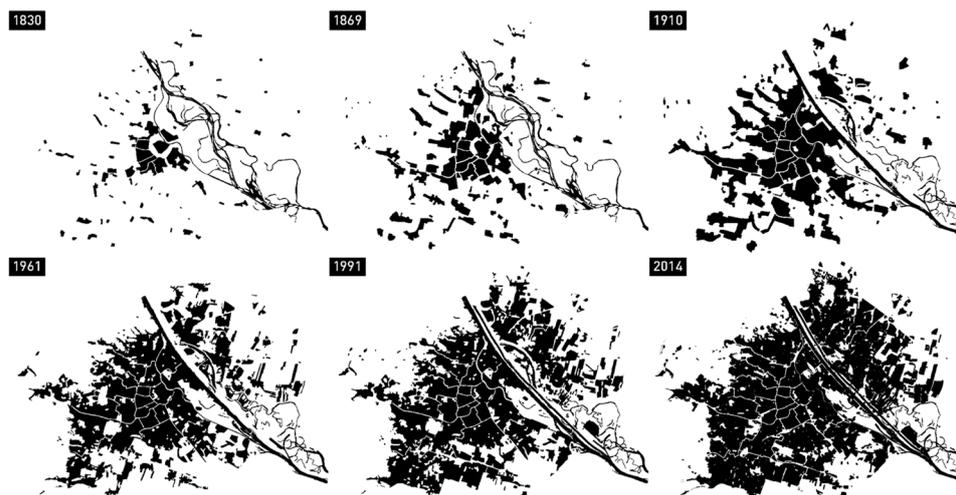
Städte sind Orte hoher Dichte mit einer Vielfalt an Funktionen. Zu den spezifischen Charakteristika ihres Klimas zählt unter anderem eine gegenüber dem Umland erhöhte Temperatur (städtische Wärmeinsel oder *urban heat island*⁸). Städte sind dabei aufgrund der Koinzidenz von städtischen Wärmeinseln und des Temperaturanstiegs aufgrund des fortschreitenden Klimawandels besonders betroffen. Vor allem in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts ist mit einer zunehmenden Dynamik und einer rasch zunehmenden Häufigkeit extremer Hitzeperioden zu rechnen, weshalb ausgehend von einer Bestandskraft räumlicher Nutzungen um die 100 Jahre die Einleitung von Maßnahmen zum jetzigen Zeitpunkt angezeigt ist.

⁶ Formelle Planung findet im Bereich des Planungsrechts statt und wird durch Planungsbehörden mit rechtlich definierten Vollmachten durchgeführt. Aufgaben, Themenbereiche, Verfahrensschritte und zu beteiligende Akteure sind durch Gesetze und Verordnungen festgelegt. Die Ergebnisse sind rechtsverbindlich und geben Planungssicherheit. Informelle Instrumente hingegen sind nicht in Gesetzen oder Verordnungen festgeschrieben, sondern können situationsgerecht gestaltet werden. Verbindlichkeit wird allerdings nur durch die Selbstbindung der Akteure erreicht, die auch dem gewählten Verfahrensablauf zustimmen müssen. Die Vorteile informeller Planung liegen in der flexiblen und situationsgerechten Anwendung, bei der auch die Zivilgesellschaft einbezogen kann. Unsicherheiten bestehen allerdings in Bezug auf die zu erwartende Erfolgswahrscheinlichkeit und die Durchsetzungskraft (vgl. Danielzyk in ARL 2005,466f).

⁷ Der Terminus soziale Inklusion kann in Anlehnung an die UN-Behindertenrechtskonvention (ratifiziert in Österreich mit BGBl. Nr. 155/2008 am 23.10.2008) als das Ziel definiert werden, jedem Menschen unabhängig von individuellen Einschränkungen die Möglichkeit zu bieten, an der Gesellschaft – oder an der Stadt – teilhaben zu können. Der erweiterte und im Alltagsgebrauch verwendete Begriff inkludiert auch Senioren, Migranten und Kinder und Jugendliche mit besonderen Herausforderungen.

⁸ *Urban heat island* oder städtische Wärmeinsel beschreibt eine sich vom kühleren Umland abhebende, meist inselartig auftretende urbane Überwärmung. Die Intensität wird durch den horizontalen Temperaturunterschied zwischen Stadt und Umland angegeben (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,389).

Abb.1: Wachstum des Siedlungsgebiets Wien von 1830 bis 2014, projiziert auf das heutige Stadtgebiet (Stadt Wien 2015d,40)



Die Auswirkungen erhöhter Temperaturen schlagen sich nicht nur im subjektiven Belastungsempfinden nieder, auch in den Morbiditäts- und Mortalitätsraten sind sie deutlich abzulesen. Und mit weiter steigenden Temperaturen werden sie sich verstärken. Das Problem der urbanen Überwärmung ist vor zwei allgemeinen Entwicklungen zu sehen, welche die Auswirkungen weiter verschärfen werden: Das Bevölkerungswachstum europäischer Städte zeigt, dass die Zukunft eine urbane sein wird. Nach der Phase der Landflucht findet derzeit eine Phase der Reurbanisierung statt. Zweitens zeigt die Demographie, dass das Durchschnittsalter der Menschen kontinuierlich ansteigt und damit die Größe einer Gruppe, die von den Auswirkungen sommerlicher Hitze altersbedingt besonders betroffen ist, voraussichtlich zunimmt.

Wie erheblich die Auswirkungen dieser Entwicklung sein werden, kann derzeit nur schwer prognostiziert werden, da selbst die Klimaprognosen mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Mit Sicherheit kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Berücksichtigung von Aspekten des Stadtklimas und des Klimawandels in der Örtlichen Raumplanung⁹ in der Gegenwart dafür mit ausschlaggebend sein wird. Da die Auswirkungen des Klimawandels nicht vor Verwaltungsgrenzen haltmachen, müssen die Auswirkungen zudem multiskalar, das bedeutet in verschiedenen räumlichen Ebenen wie zum Beispiel dem Bauplatz, dem Grätzel, dem Bezirk oder der Gesamtstadt, betrachtet werden. Es spielt dabei die großräumige Siedlungsentwicklung ebenso eine Rolle wie lokale, kleinräumige Maßnahmen. Maßnahmen, die neben der Anpassungsleistung gleichzeitig noch einen Beitrag zum Klimaschutz¹⁰ leisten, das heißt zur Reduktion der CO₂-Emissionen, sind dabei gewünscht und willkommen. Beispielsweise kann durch die Begrünung von Anlagen – im

⁹ Gemäß Art. 118 der österreichischen Bundesverfassung (BV-G) ist die *Örtliche Raumplanung* eine Angelegenheit im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinden. Die Instrumente der Örtlichen Raumplanung sind das Entwicklungskonzept, der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan.

¹⁰ Klimaschutz (*mitigation*): Zukunftsorientierte Strategien und Maßnahmen zur Reduktion der Emission von Treibhausgasen (vgl. Birkmann et al. 2013,14).

Sinne von Gebäuden – gleichzeitig das Mikroklima im Außenraum verbessert und der Energieaufwand für Raumkühlung reduziert werden.

Im Zentrum des Forschungsinteresses steht die Frage, wie die Instrumente der räumlichen Planung angewendet oder erweitert werden müssen, um der fortschreitenden Wärmebelastung im urbanen Raum entgegenwirken zu können. Welche Maßstäbe haben für eine stadtklimatisch optimierte und klimawandelgerechte Anwendung der formellen Instrumente der Örtlichen Raumplanung (Entwicklungsplan, Flächenwidmungsplan, Bebauungsplan¹¹) zu gelten? Ist die begleitende Unterstützung durch informelle Instrumente erforderlich? Wie weit können die Instrumente überhaupt einen Einfluss auf eine klimasensible Transformation der Stadt nehmen? Welche möglichen Maßnahmen könnten dabei berücksichtigt werden? Auf der Suche nach Antworten hierauf wird zunächst auch auf die Frage eingegangen, welche Leistungen die Klimaforschung heute für die Planung bieten kann und welche planungsrelevanten Folgerungen sich nach dem heutigen Wissensstand ergeben.

Interviews mit Expertinnen und Experten in der Klimaforschung und Planerinnen und Planern (siehe Kapitel 11 Umfrage und Interviewergebnisse) bestätigen die Erfahrung, dass die Übersetzung der stadtklimatischen Anforderungen in die Instrumente der Planung heute noch einen *missing link* zwischen der Klimaforschung und der Planungspraxis darstellt. Eine Ursache könnte einerseits in der räumlichen Auflösung der verfügbaren Klima-Informationen liegen, andererseits in dem erforderlichen Aufwand für die Gewinnung räumlich feinmaschiger Informationen, zum Beispiel durch Modellierung. Es scheint sicher, dass die Verknüpfung stadtklimatischer Auswirkungen mit Raummerkmalen eine beachtenswerte Herausforderung darstellt.

Ausgehend von der beschriebenen Problemlage wird folgende *These* formuliert:

Aufgrund des Zusammentreffens des spezifischen Stadtklimas mit den Folgen des fortschreitenden Klimawandels sind Städte heute und in Zukunft Schwerpunkträume für Klimaanpassungsmaßnahmen. Die thermische Belastung ist dabei eine besondere Herausforderung, denn sie erfordert in erster Linie eine langfristige Transformation des Stadtkörpers. Die erforderlichen Maßnahmen sind aufgrund der komplexen Zusammenhänge zwischen Klimamerkmale und Raummerkmalen zudem nicht immer eindeutig. Die rechtlich verankerten und angewandten Instrumente der Raumplanung reichen für diese Anpassung nicht aus, weshalb eine Adaptierung der formellen Instrumente erforderlich ist. Eine erfolgversprechende planerische Anpassungsstrategie¹² kann sich dabei nicht nur auf die Ausweisung von Standorten und die Errichtung von Anlagen konzentrieren, sondern muss auch organisatorische Maßnahmen und die Beeinflussungen von Verhaltensweisen beinhalten.

¹¹ Im deutschen Sprachraum finden für die Instrumente der Planung unterschiedliche Begriffe Verwendung. So wird beispielsweise der Flächenwidmungsplan in Deutschland als Flächennutzungsplan und in der Schweiz als Zonenplan bezeichnet.

¹² Strategische Planung: Planung, die auf strategischen Überlegungen beruht. Sie setzt strategisches Denken, das heißt den sinnvollen und bewussten simultanen Umgang mit Raum, Zeit und Organisation voraus (vgl. Friedrichs 2005,1122ff).

1.3 Anpassung an die sommerliche Hitze als Aufgabe der Raumplanung

Das Thema Hitze in der Stadt wurde auch von den Medien in den vergangenen Jahren zunehmend in den Vordergrund gerückt, wie die eingangs angeführten Beispiele ansatzweise zeigen sollten. Vor allem mit der Hitzeperiode 2003 aber auch mit den immer extremeren Sommertemperaturen der vergangenen Jahre steigt vor allem unter der Stadtbevölkerung die individuelle Betroffenheit. Der Sommer 2015 war nunmehr der zweitheißeste in der Geschichte der Aufzeichnungen nach jenem von 2003 (vgl. ZAMG 2015b). Die Anpassung der Stadt an die Hitze hat es damit in der *Arena* der relevanten Akteure (Bürgerinnen und Bürger, Behörden, Interessensverbände, Firmen, Planerinnen und Planer, etc.) auf die *Agenda* geschafft. Diese öffentliche Diskussion kann einen Anstoß für einen Prozess zur Anpassung von Städten an die Hitze geben. Nachfolgend wird dargelegt, warum die Raumplanung grundsätzlich geeignet ist, dieses Problem zu adressieren.

Der Beitrag der Raumplanung zur Anpassung an das Stadtklima und den Klimawandel resultiert in erster Linie daraus, dass Maßnahmen zum Klimaschutz wie auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel klaren Raumbezug haben. Speziell die Auswirkungen wie zum Beispiel die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel zeigen sich dabei räumlich differenziert (vgl. Fleischhauer und Bornefeld 2006,162). Viele Anpassungsmaßnahmen lassen sich mit Hilfe der Instrumente der Raumplanung adressieren oder es lösen die klimatischen Bedingungen räumliche Nutzungskonflikte aus, die ihrerseits wieder durch raumplanerische Instrumente behoben werden können. Viele Ansatzpunkte für eine Anpassung ergeben sich zudem aus dem Umstand, dass die Raumplanung eine typische Querschnittsaufgabe ist.

Greiving und Fleischhauer (2008,61) sehen die Rolle der Raumplanung verstärkt bei der Anpassung an den Klimawandel, weil dadurch zahlreiche räumliche Nutzungskonflikte entstehen, wie zum Beispiel Überschwemmungsgebiete, lawinengefährdete Bereiche, städtische Wärmeinseln, etc., deren Lösung eine Kernkompetenz der räumlichen Planung ist. Der Klimaschutz selbst hingegen führt allenfalls zu räumlichen Konflikten, wenn es um die Situierung von Windkraftanlagen oder den Anbau erneuerbarer Ressourcen geht sowie bei der Frage nach besonders *CO₂-armen* Raumstrukturen.

Die Frage der Raumbedeutsamkeit lässt sich unter anderem auch durch einen Abgleich mit den Zielen der Bauordnung für Wien feststellen. Nach § 1 Abs. 2 Z. 4 BO für Wien ist bei der Festsetzung und Abänderung von Flächenwidmungsplänen und Bebauungsplänen auf die »Erhaltung beziehungsweise Herbeiführung von Umweltbedingungen, die gesunde Lebensgrundlagen, insbesondere für Wohnen, Arbeit und Freizeit, sichern, und Schaffung von Voraussetzungen für einen möglichst sparsamen und ökologisch verträglichen Umgang mit den natürlichen Lebensgrundlagen sowie Grund und Boden« Bedacht zu nehmen. In Hinblick auf die städtische Wärmeinsel und die Auswirkungen des Klimawandels unterstreicht diese Festlegung die Raumbedeutsamkeit als auch den Bezug zur Bodennutzung.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass der Klimawandel für die formelle Planung eine neue Herausforderung darstellt. Greiving sieht die Wirksamkeit formeller

Planungsinstrumente vor allem in der zukünftigen Entwicklung, das heißt in jenen Bereichen, die noch nicht bebaut sind. Für die Anpassung im Bestand bedarf es seiner Meinung nach eher informeller Ansätze, insbesondere auch was die Anpassung an die Hitze in Städten betrifft (vgl. Greiving und Fleischhauer 2008,64).

Städte verfügen über ein besonderes regionales und lokales Klima, das in erster Linie auf die Stadtstruktur, das heißt auf die gebaute Umwelt, sowie auf fehlende Kaltluftschneisen und Grünflächen zurückzuführen ist. Diese für die Entstehung des Stadtklimas relevanten Gegebenheiten sind zu einem Großteil auf die räumliche Planung zurückzuführen. Die Anpassung der Stadt an die Hitze ist nicht zuletzt eine Aufgabe der Raumplanung, weil nur diese im Stande ist, die Siedlungsstruktur langfristig auszurichten und dabei ökologische und soziale Aspekte zu berücksichtigen und die Stadt dadurch nachhaltig zu gestalten.

1.4 Konzentrationsentscheid

Die Folgen des Stadtklimas und des Klimawandels sind vielfältig. Warum aber befasst sich die vorliegende Arbeit nur mit den thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und warum werden beispielsweise niederschlagsbedingte Naturgefahren nicht berücksichtigt, obwohl diese durch den Klimawandel voraussichtlich ebenfalls zunehmen werden?

Der Umgang mit niederschlagsbedingten Naturgefahren ist in Österreich durch verschiedene Materiengesetze (Wasserrechtsgesetz 1959, Forstgesetz 1975) rechtlich geregelt. Diese Gesetze beinhalten auch die verpflichtende Erstellung grundstücksscharfer Gefahrenzonenpläne (Hochwasserüberflutungsflächen, Wildbach- und Lawinengefahrenzonen), die in den Planungsinstrumenten der Kommunen in allen österreichischen Bundesländern in Folge verpflichtend ersichtlich zu machen sind. Die Gefahrenzonenpläne stellen hierbei Fachgutachten ohne normativen Charakter dar, die im Zuge der räumlichen Planung als Teil einer vollständigen Erhebung der räumlichen Gegebenheiten zu sehen sind. Die Gefahrenzonenpläne werden regelmäßig einer Revision unterzogen, sodass veränderte klimatologische Voraussetzungen zwangsläufig in diese Eingang finden werden (vgl. Rudolf-Miklau 2014,186). Diese Annahme Rudolf-Miklaus wurde im Zuge der vom Verfasser während des internationalen Doktorandenkollegs geführten persönlichen Interviews jeweils von einem Experten der Wildbach- und Lawinenverbauung sowie von einem Experten auf dem Gebiet Hochwasserabflussuntersuchungen ebenfalls bestätigt. Es kann folglich von einer langfristigen Anpassung an die Gefahrensituation ausgegangen werden. In Bezug auf die erforderliche Anpassung an die thermischen Auswirkungen bestehen jedoch derzeit keine gesetzlichen Regelungen.

Während Prognosen zur Veränderung der Temperatur durch die Klimaforschung heute mit hoher Genauigkeit vorhergesagt werden können, erweisen sich Prognosedaten zum Niederschlag als weniger belastbar. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt zudem auf den Auswirkungen der Hitze auf den Menschen, es sind daher Auswirkungen auf die Stadtvegetation, die Landwirtschaft oder die Wasserversorgung nur relevant, sofern sie in einem unmittelbaren Zusammenhang mit den mikroklimatischen Funktionen der in Kapitel 8 definierten, erforderlichen Eingriffe stehen. Das häufigere Auftreten von Extremniederschlagsereignissen, die zum

Beispiel zu Überflutungen führen, oder die Auswirkungen von Hitzeereignissen auf Infrastruktur und urbanes Grün (Parkanlagen), stehen daher ebenso wenig im Fokus der vorliegenden Arbeit.

Im Gegensatz zu den thermischen Auswirkungen sind extreme Niederschlagsereignisse mit technischen Mitteln in einer für die Stadtplanung relativ kurzen Zeit technisch zu beherrschen (zum Beispiel durch die Errichtung von Retentionskörpern oder Hochwassersperrern). Die Anpassung an die thermischen Auswirkungen erfordert hingegen eine langfristige Änderung der Siedlungsstruktur, die eine hohe Bestandskraft von zumindest 100 Jahren hat. Ausgehend von einer zunehmenden Dynamik (Temperaturzunahme) in der 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts sind planerische Maßnahmen daher jetzt zu treffen. Der Grad der Berücksichtigung stadtklimatischer Aspekte im planerischen Abwägungsprozess heute wird daher ausschlaggebend sein, ob und wie stark die hitzebedingten Folgen des Klimawandels in den Städten zukünftig zu tragen kommen. Urbanisierung und fortschreitende Überalterung der Gesellschaft lassen zudem erwarten, dass der Anteil der von Hitze belasteten Bevölkerung weiterhin steigt.

1.5 Die Forschungsfrage im Kontext der nachhaltigen Raumentwicklung

Die Stadt Wien hat sich im Stadtentwicklungskonzept 2025 abermals zu einer Berücksichtigung der Nachhaltigkeit in der Stadtentwicklungsplanung bekannt (vgl. STEP 2025,11). Betrachtet man die vorliegende Dissertation auch als einen Beitrag zu dieser nachhaltigen Ausrichtung der Stadtstruktur, so ist eine überblicksmäßige Einordnung der Aufgabenstellung in den Kontext der Nachhaltigkeit erforderlich.

Carl von Carlowitz, Schöpfer des deutschen Begriffes *nachhaltig*, umschrieb damit in seinem 1713 erschienen Werk *sylvicultura oeconomica* im Wesentlichen eine Art der Waldbewirtschaftung, bei der das Ausmaß des Einschlages unter der natürlichen Regenerationskapazität liegt (vgl. Haber 2011,16ff). Hierbei beabsichtigte er vor allem darzulegen, wie sich langfristig ein optimaler ökonomischer Ertrag aus der Waldbewirtschaftung erzielen lässt, ohne sich gleichzeitig seiner Grundlage zu entziehen. Der Bericht *Our Common Future* (Brundtland-Report) von 1987 bietet folgende, weltweit wohl am häufigsten zitierte Definition: »Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.«

International erlangte der Begriff durch die auf diesen Bericht hin einberufene UNCED Konferenz in Rio de Janeiro 1992 erst richtige Prominenz. Die Konferenz markiert den Beginn der weltweiten Auseinandersetzung mit dem Prinzip der Nachhaltigkeit. Von diesem Zeitpunkt an wurden neben der Ökonomie noch Ökologie und Soziales als tragende Säulen des Nachhaltigkeitsbegriffes (so genanntes Dreieck der Nachhaltigkeit) verstanden, wobei bis heute über die Gewichtung dieser Säulen Uneinigkeit besteht. Aufgrund der unzähligen vorliegenden Definitionen und Deutungen beinhaltet der Begriff einen hohen Grad der Unschärfe. Herman Daly (1996,1), bekannt aufgrund seiner Forschungen zur ökologischen Ökonomie und seiner Tätigkeit bei der Weltbank, wo er unter anderem Richtlinien

zur nachhaltigen Entwicklung erarbeitet hat, hält bereits 1996, gleich zum Eingang eines seiner wichtigsten Werke fest: »*Sustainable development is a term that everybody likes, but nobody is sure what it means.*«

Verallgemeinernd kann Nachhaltigkeit heute als nicht abschließend definiertes, politisches Leitbild zur Ausrichtung der gesellschaftlichen Entwicklung verstanden werden, mit welchem die dringenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Probleme unserer Zeit gelöst werden sollen (vgl. Spehl 2005,683).

Untrennbar mit dem Begriff der Nachhaltigkeit verbunden ist die systemische Denkweise. Das system-dynamische Modell, entwickelt von Jay Forrester und bekannt gemacht durch seinen Schüler Dennis Meadows in seinem Werk *Die Grenzen des Wachstums*, hat unter anderem den Umweltschutz mit begründet (vgl. Haber 2011,48). Die Grenzen der Tragfähigkeit von Systemen kommen aus naturwissenschaftlicher, physikalischer Perspektive im ersten (Energieerhaltungssatz) und zweiten Hauptsatz (Entropiesatz) der Thermodynamik zum Ausdruck, die auch die Grundlage für alle Klimamodelle darstellen. Demnach sind Materie und Energie nur in einem abgeschlossenen System konstant. Die Richtung der Energieumwandlung ist vorgegeben und irreversibel, wobei die Umwandlung von Arbeit in Wärme immer zu höherer Entropie führt. Daher führt beispielsweise die Verbrennung fossiler Brennstoffe (natürlich entstandene Entropiesenken) zu mehr Wärme (Entropie) im Klimasystem.

Nachhaltigkeit in Bezug auf die Raumplanung bezeichnet in Folge die Umlegung dieses beschriebenen politischen Leitbildes in die räumliche Dimension, sowohl auf kommunaler, nationaler wie auch internationaler Ebene. Handlungsschwerpunkte sieht Spehl (2005,680) vor allem in den Regionen, da hier die Auswirkungen nachhaltigen Handelns für die Betroffenen am ehesten spürbar sind. Nachhaltige Regionalentwicklung fordert die Erweiterung der Begründung der regionalen Strukturpolitik, wie Verbesserung der räumlichen Allokation und Abbau von Disparitäten, um Einkommen, Infrastrukturausstattung und Lebensmöglichkeiten. Spehl (ebd.) beschreibt nachhaltige Regionalentwicklung folgendermaßen: »Eine Strategie nachhaltiger Regionalentwicklung muss auf die dauerhafte Funktionsfähigkeit der ökologischen, sozialen und ökonomischen Teilsysteme der Region ausgerichtet werden und dabei neben den intraregionalen auch die interregionalen Austauschprozesse einbeziehen.«

Eine aus Sicht des Verfassers für die nachhaltige Raumentwicklung im Allgemeinen und für das Thema der Arbeit im Besonderen geeignete Interpretation des Begriffes der Nachhaltigkeit bietet Hartmut Bossel. Den Gedanken von Bossel folgend, bedeutet der Einschlag eines nachhaltigen Weges die Abkehr vom so genannten Prinzip der Konkurrenz (Pfad A) und die Hinwendung zum Prinzip der Partnerschaft (Pfad B). Entstanden sind diese Pfade – oder auch Weltbilder – aus der Beobachtung der laufenden politischen und wissenschaftlichen Diskussion. Auf sie soll aufgrund ihrer Komplexität an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Vereinfachend gesprochen, stehen sich in diesen Pfaden jedoch Ursache/Wirkung versus System, Einzelner versus Gemeinschaft, Globalisierung versus Dezentralisierung oder Konkurrenz versus Partnerschaft diametral entgegen (vgl. Bossel 1998,7f). Dazu Gaia, Lovelock 1979 in Bossel (1998,8f): »Die menschliche Gesellschaft, selbst ein

komplexes System aus unzähligen Teilsystemen, ist als offenes System auf vielfältige Weise mit den überaus komplexen biotischen und abiotischen Systemen der Erde verknüpft, die sich in ihrer Gesamtheit wiederum als ein hochkomplexes System betrachten lassen.«

Alle diese Systeme müssen auf angemessene Weise mit ihrer Systemumwelt umgehen können, wofür geeignete Systemantworten erforderlich sind: Diese bezeichnet Bossel als Leitwerte und definiert davon sechs: Überleben, Wirksamkeit, Handlungsfreiheit, Sicherheit, Wandlungsfähigkeit und Koexistenz. Die Realisierung der Beachtung der einzelnen Leitwerte führt zu Strukturkonzepten. In natürlichen Systemen erfolgreiche Strukturkonzepte tauchen auch in der gesellschaftlichen Diskussion um eine nachhaltige Raumentwicklung wiederkehrend auf: Vielfalt, Redundanz, Pufferspeicher, Dezentralität, Subsidiarität, Rezyklierung, Spezialisierung, Synergie, Kooperation, etc.

In Bezug auf die Frage nach dem Funktionieren der Stadt unter geänderten klimatischen Voraussetzungen ist diese als ein vom Menschen gestaltetes System zu interpretieren, während das Stadtklima und der Klimawandel die abiotische, für das *Funktionieren* der Stadt relevante Systemumwelt darstellen. Deren Eigenschaften erfordern geeignete Systemantworten oder Leitwerte. Bezogen auf das sich wandelnde Klima der Städte sind dies vor allem die Umwelteigenschaften *Umweltunsicherheit* und *Umweltwandel*. Sie erfordern Antworten im Bereich der Leitwerte *Sicherheit* und *Wandlungsfähigkeit*. Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass sich die nachhaltige Stadt vor unvorhersehbaren bedrohenden Ereignissen wie Hitzeperioden schützen können und fähig sein muss, mit Lernen, Anpassung, Wandel und Selbstorganisation auf die veränderten klimatischen Umweltbedingungen reagieren zu können.

Sofern die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit als Entscheidungsgrundlage oder Impulse einen Teil zur erfolgreichen Anpassung an das Stadtklima durch bessere Ausrichtung der Planungsinstrumente beitragen können, kann die Arbeit somit auch einen Beitrag zur nachhaltigeren Ausrichtung von Städten leisten.

1.6 Forschungsmethode

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Bearbeitungsschritte dargelegt, um Leserinnen und Lesern einen roten Faden durch die vorliegende Arbeit zu bieten. Grundsätzlich wurde für die Bearbeitung der Forschungsfrage ein qualitativ methodischer Ansatz aus der empirischen Sozialforschung gewählt (vgl. Friedrichs 2005,1045f). Das heißt, die Bearbeitung des Themas erfolgt beispielhaft an einem Laborraum, wobei die Erkenntnisse mit der Inhaltsanalyse von Dokumenten, Interviews und Beobachtungen gewonnen werden.

Als Laborraum bezeichnen die Lehrenden und die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des internationalen Doktorandenkollegs Forschungslabor Raum den räumlichen Bezug des persönlichen Forschungsinteresses. Nicht zuletzt aufgrund des Rahmenthemas *urbane Transformationslandschaften* entspricht der Laborraum in der Regel einer Stadt- oder Metropolregion. Als Fallbeispiel und Laborraum für diese Arbeit wurde die Stadt Wien gewählt, wobei die Ergebnisse natürlich auch auf

andere Laborräume übertragbar sind. Im Sinne einer multiskalaren Sichtweise werden zudem alle räumlichen Planungsebenen als relevant angesehen: Die Gesamtstadt, der Bezirk, das Grätzl und das Grundstück.

Als die zu analysierenden Dokumente sind primär die Planungsinstrumente angesprochen, das sind vorwiegend die formellen Instrumente der räumlichen Planung wie der Flächenwidmungs- und Bebauungsplan sowie die informellen Instrumente (Stadtentwicklungsplan 2025, Fachkonzepte, etc.). Neben den Planungsinstrumenten werden auch die planungsrechtlichen Rahmenbedingungen (Gesetze) berücksichtigt, da diese für den Praxisbezug der Arbeit große Bedeutung haben. Das Wissen und die Haltungen relevanter Akteurinnen und Akteure, zum Beispiel aus stadtplanungsrelevanten Magistratsabteilungen, Universitäten, außeruniversitären Forschungseinrichtungen oder Wetterdiensten wurden erhoben, um ein besseres Verständnis für den Einsatz der Planungsinstrumente zu gewinnen.

Wo dies sinnvoll erschien hat der Verfasser darüber hinaus Exkurse eingeflochten, beispielsweise um die Beurteilung eines Planungsinstruments im notwendigen Kontext darzustellen. Diese Abschweifungen vom eigentlichen Thema betreffen auch Fragestellungen, die in Zusammenhang mit Anpassung an die Hitze in der Literatur oder den Experteninterviews wiederholt auftreten sowie zukunftsweisende Entwicklungen bezogen auf das Thema.

Der Aufbau der Arbeit folgt dabei dem methodischen Vorgehen in nachfolgenden Schritten:

Problemsicht: Hitze in der Stadt - Ursachen und Folgen (Kapitel 2 bis 6)

In einem ersten Schritt werden die wesentlichen naturräumlichen und demographischen Merkmale des Laborraumes dargelegt und in Folge die stadtklimatischen Gegebenheiten analysiert und die Klimaprognosen beschrieben. In diesen Kapiteln geht der Verfasser zudem nicht nur der Hitze, sondern auch deren Folgen nach, wie zum Beispiel den Auswirkungen auf die Morbidität und Mortalität oder dem subjektiven Belastungsempfinden. Im Zuge dieses ersten Bearbeitungsschrittes sollen auch Informationen gegeben werden, was die Klimaforschung für die Planung derzeit zu leisten im Stande ist und wo allfällige *missing-links* zwischen der Klimaforschung und der räumlichen Planung bestehen. Nach dem Konzept *problems first* (Schönwandt 2013,16ff) steht eine möglichst nachvollziehbare und gut begründete Missstandsformulierung am Beginn jeder Überlegung (Problemorientierung).

Theorie: Der planungstheoretische Kontext (Kapitel 7 und 8)

Ausgehend von der Problemlage werden die Anforderungen an die Instrumente der räumlichen Planung abgeleitet. Es wird zusammenfassend gezeigt, was die Planungsinstrumente leisten müssen, um den thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels entgegenwirken zu können. Für diesen Bearbeitungsschritt erfolgt eine Einordnung des Themas in den planungstheoretischen Kontext. Hierzu werden das *Planungsmodell einer 3. Generation* nach Schönwandt

(Schönwandt 2002,35ff) und die so genannte *Quadriga* nach Jung (Jung 2008,53ff) herangezogen. Diese eignet sich für die vorliegende Fragestellung besonders, da sich neben den traditionellen Eingriffsarten *Anlagen errichten* und *Standorte ausweisen* für die Anpassung an das Stadtklima auch die Gründung und Ausrichtung von Einrichtungen (zum Beispiel Heizwärmedienste) und die Beeinflussung von Verhaltensweisen relevant sind. Es ergibt sich durch diese Einbettung in einen planungstheoretischen Kontext ein Schema, das in den darauffolgenden Kapiteln zu einer nachvollziehbaren und strukturierten Prüfung der Planungsinstrumente beitragen soll.

Empirie: Inhaltsanalyse der Planungsinstrumente und der planungsrechtlichen Grundlagen sowie Interviews (Kapitel 9 bis 12)

Die bestehenden Planungsinstrumente werden analysiert und auf Ihre Möglichkeiten zur Anpassung an das Stadtklima und die thermischen Auswirkungen des Klimawandels hin besprochen. Hierbei erfolgt eine Konzentration auf die Instrumente der Planung in Wien. Es werden dabei sowohl geplante Maßnahmen wie auch nicht geplante Maßnahmen zur Anpassung an die thermischen Auswirkungen des Klimawandels gesucht. Am Ende der Analyse sollen allfällige Defizite benannt und möglicher Anpassungsbedarf formuliert werden. Eine Analyse der planungsrechtlichen Grundlagen ist ebenfalls Teil dieses Bearbeitungsschrittes.

Persönliche geführte Interviews mit Expertinnen und Experten vor Ort sowie eine Online-Umfrage dienen der Verdichtung der Erkenntnisse aus den Inhaltsanalysen. Die Online-Befragung dient dem Ziel, einen möglichst großen Personenkreis, der persönlich nicht aufgesucht werden konnten, nach seiner allgemeinen Einschätzung zu befragen. Der Fragebogen wird mit dem Befragungstool *sosci-survey* realisiert und den Teilnehmerinnen und Teilnehmern auf www.socisurvey.de zur Verfügung gestellt. Die Einladung zur Teilnahme wird zusammen mit einer persönlichen Einladung verschickt.

Vorgestellt werden auch *good-practice* Beispiele, die als besonders geeignete Beispiele für eine allfällige Ergänzung der Instrumente im Laborraum Wien dienen können. Die Auswahl erfolgt in Hinblick auf die potenzielle Übertragbarkeit sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse und der zentralen Erkenntnisse aus den vorangehenden Kapiteln.

Erkenntnisse: Empfehlungen für räumliche Eingriffe und ergänzende Instrumente (Kapitel 13 und 14)

Aus den vorangehenden Kapiteln wird vor allem auch eine Antwort auf die Frage erwartet, ob das bestehende Planungsinstrumentarium für die erforderliche Anpassung des Stadtkörpers ausreichend ist. Wenn nicht, werden in diesem Abschnitt der vorliegenden Arbeit mögliche ergänzende Planungsinstrumente gedanklich entworfen, wobei die Übertragbarkeit in andere Laborräume berücksichtigt werden soll. Der Detaillierungsgrad kann allerdings nur am Niveau eines konkreten

Vorschläge bleiben, denn eine praktische Erprobung oder rechtliche Machbarkeitsstudie kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geleistet werden. Dies stellt dann die allenfalls noch offenen Forschungsfragen dar.

1.7 Informationsquellen

Im Umgang mit den Folgen des Stadtklimas in Planungsprozessen stellt sich zu Beginn die Frage nach möglichen Quellen, die erforderliche und belastbare Daten in einer geeigneten räumlichen Auflösung zur Verfügung stellen können.

Eine grundsätzliche Anlaufstelle für Informationen zum Thema Stadtklima ist die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), der nationale österreichische meteorologische und geophysikalische Dienst. Die ZAMG ist eine nachgeordnete Dienststelle des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung und der älteste staatliche Wetterdienst der Welt (gegründet 1851). Neben der ZAMG betreiben auch verschiedene Universitätsinstitute und universitätsnahe Einrichtungen stadtklimarelevante Forschung und dienen daher als Anlaufstellen. Die ZAMG warnt zudem bundesweit vor anstehenden Hitzeperioden auf Basis des prognostizierten pT-Wertes auf ihrer Homepage sowie direkt per E-Mail die jeweils betroffenen Bundesländer. Diese wiederum warnen ihrerseits öffentlich und informieren besonders betroffene Einrichtungen (BMGF 2017,6). Neben der ZAMG und den Universitäten sind zwischenzeitlich bereits auch zahlreiche privatwirtschaftliche Unternehmen im Bereich der Stadtklimatologie und Windforschung tätig. Auch diese Firmen bieten auftragsbezogene Forschungsarbeit oder begutachten Bauvorhaben auf deren mikroklimatische Verträglichkeit.

Umfangreiche Forschungsergebnisse und wissenschaftliche Grundlagen für Wien liefert insbesondere das Klimaforschungsprogramm StartClim, das 2002 von der Klimaforschungsinitiative AustroClim gestartet wurde. StartClim ermöglichte durch die jährliche Vergabe von Projekten bereits zahlreiche aktuelle Studien mit Bezug auf den Laborraum Wien und widmet sich seit 2008 speziell dem immer wichtiger werdenden Thema Klimawandelanpassung. Für die Stadt Wien liegen unter anderem räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien mit ausgewählten Analysen bezüglich Adaptionsstrategien und Untersuchungen zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima vor (vgl. AustroClim 2011). Die bestehenden Forschungsaktivitäten der Klimaforschungsinitiative AustroClim werden seit 2012 im *Climate Change Center Austria* (CCCA) fortgesetzt. Das CCCA ist die koordinierende Einrichtung zur Förderung der Klimaforschung und eine zentrale Anlaufstelle für Forschung, Politik, Medien, Öffentlichkeit und auch Raumplanung für alle Fragen der Klimaforschung in Österreich.

Nachfolgende Forschungsarbeiten bilden eine Grundlage für die Beurteilung der stadtklimatischen Gegebenheiten im Laborraum und repräsentieren den Stand der Forschung:

Tab.1: In der vorliegenden Forschungsarbeit verwendete Grundlagen zum Thema Stadtklima und Klimawandel

<i>Titel und Jahr</i>	<i>Inhalt</i>
Urban fabric types and microclimatic response - assessment and design improvement (UFT-ADI) TU Wien, AIT, TU München Wien, 2014	Ziel war die Erkundung von Strategien wie dem Phänomen der städtischen Wärmeinsel auf lokaler Ebene entgegengewirkt werden kann und welche Rolle diesbezüglich die Stadtmorphologie einnimmt. Das Stadtgebiet wurde in Beispielquadranten unterteilt, die jeweils einen Stadtraumtyp repräsentieren. Mögliche Maßnahmen wurden sodann mit Hilfe der Software ENVI-MET simuliert und die Ergebnisse als Karten, Mittelwerte und Tagesgänge dargestellt. Die Ergebnisse mündeten weiter in einem Maßnahmenkatalog und in Planungsempfehlungen (vgl. Stiles et al. 2014).
Future of climatic urban heat stress impacts (FOKUS-I), ZAMG Wien, 2013	Da regionale Klimamodelle in der Regel nicht geeignet sind, die Auswirkungen urbaner Entwicklungen abzubilden, wurden im Projekt FOKUS-I das dynamische Stadtklimamodell MUKLIMO_3 für die zukünftige Wärmebelastung der Stadt Wien angewandt. Ziel war die Bewertung urbaner Anpassungsstrategien der Stadtplanung zur Verminderung des Hitzestresses. Die Wirksamkeit von Maßnahmen wurde hierzu mithilfe von Simulationen von veränderter Landnutzung und unterschiedlichen Parametern getestet (vgl. Zuvella-Aloise und Matulla 2011).
Simulation von städtischen Klimaszenarien (SISSI) ZAMG Wien, 2011	Gegenstand war die Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf den städtischen Hitzestress in mehreren österreichischen Städten, unter anderem in Wien. Verwendet wurde ebenfalls das dynamische urbane Klimamodell MUKLIMO_3 des Deutschen Wetterdienstes. Die Ergebnisse des Stadtklimamodells sollten die thermisch-empfindlichen Stadtgebiete identifizieren und als Basis für die Stadtplanung dienen (vgl. Zuvella-Alois et al. 2011).
Cities and urban green in Economic evaluation of climate change impacts (COIN) Uni Graz, AIT, TU Wien Graz, Wien 2015	Die zu erwartende Abnahme des Temperaturkomforts in Städten wurde anhand eines präventiven Kostenansatzes monetär bewertet. Es wurde berechnet, wie viele Grünflächen theoretisch erforderlich wären, um das derzeitige thermische Niveau halten zu können und wie hoch die Kosten hierfür wären (vgl. Loibl et al in Steininger et al. 2015,323ff).
Reduktion städtischer Wärmeinseln durch Verbesserung der Abstrahleigenschaften von Gebäuden und Quartieren (KELVIN) Joanneum Research, DIGITAL, ZAMG Graz, 2015	Das Projekt untersuchte im Speziellen die Möglichkeiten der Reduktion städtischer Wärmeinseln durch Änderung der Abstrahleigenschaften unterschiedlicher Flächen wie Dächer, Straßen oder Parkflächen. Auch der Einfluss von Gründächern wurde untersucht.

<i>Titel und Jahr</i>	<i>Inhalt</i>
	Die Ergebnisse dienen primär der Berechnung von Energieeinsparungs- und Emissionsreduktionsberechnungen für die Stadt Wien, bieten jedoch auch eine quantitative Abschätzung der möglichen Abschwächung des Auftretens der städtischen Wärmeinsel durch die Veränderung der Oberflächenalbedo unterschiedlicher Dachstrukturen (vgl. Schwaiger et al. 2015).
Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionsstrategien BOKU Wien, 2007	Ergebnis der Arbeit sind fehlerkorrigierte Klimaszenarien für die Temperatur auf Tagesbasis an fünf Standorten in Wien für das gesamte 21. Jahrhundert. Insbesondere werden spezielle Kennzahlen (Sommertage, Hitzetage) ausgewertet (vgl. Formayer et al. 2007).

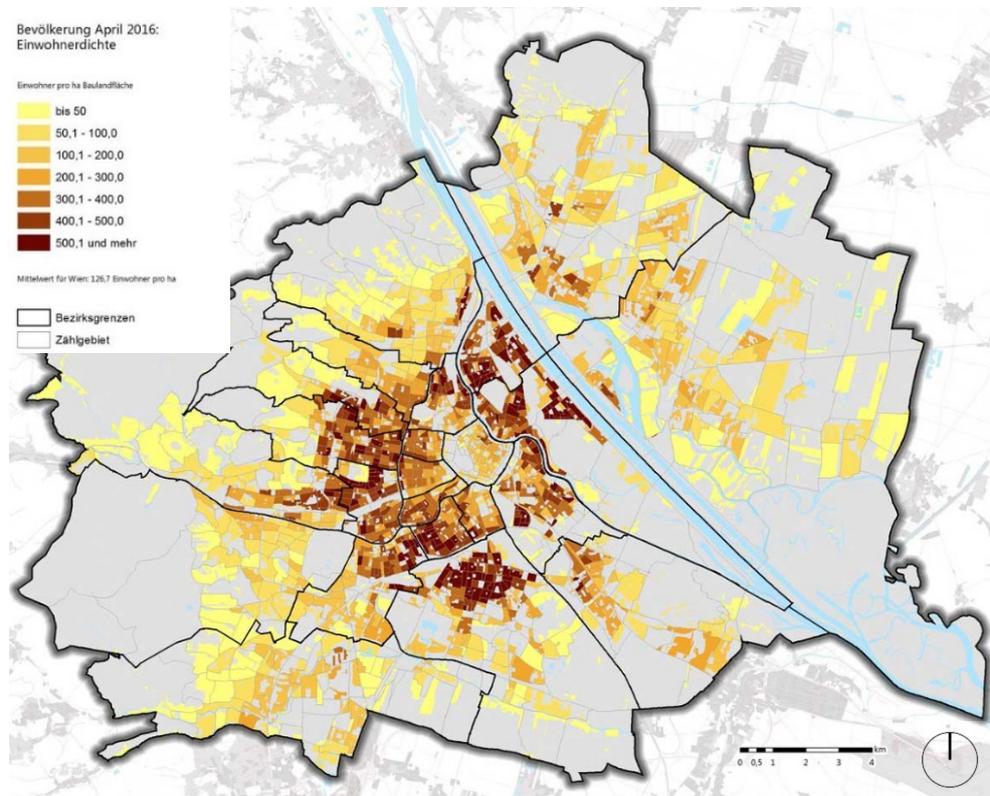
2 Raumrelevante Merkmale des Laborraumes Wien

Im folgenden Kapitel werden die für die Fragestellung wichtigsten raumrelevanten Merkmale des Laborraums Wien dargelegt. Dies umfasst die Verwaltung und Flächengliederung, die Bevölkerungsentwicklung sowie die natürlichen Merkmale und Grün- und Freiraumverteilung. Es soll damit vor allem orstunkundigen Lesern ein Überblick über die, speziell im Zusammenhang mit der Fragestellung bedeutenden, Voraussetzungen des Laborraumes geboten werden.

2.1 Verwaltung und Flächengliederung

Die Stadt Wien nimmt in Summe 41.487 ha ein und ist flächenmäßig das kleinste der neun österreichischen Bundesländer. Bezogen auf die Einwohnerzahl und -dichte liegt Wien jedoch mit 1.761.738 Einwohner (Statistik Austria 2015, Stand 01.01.2015) und einer Bevölkerungsdichte von 4.246 EW/km² am ersten Platz. Im Vergleich weist das umliegende Land Niederösterreich mit 1.636.287 Einwohnern (Statistik Austria 2015, Stand 01.01.2015) die zweithöchste Einwohnerzahl, jedoch nur eine Bevölkerungsdichte von 85 EW/km² auf. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Bezirksgliederung der Stadt Wien und die Verteilung der Bevölkerung im Stadtgebiet.

Abb.2: Bevölkerungsdichte und Verwaltungseinheiten Wiens 2016 (Stadt Wien 2017a)



Die Stadt Wien ist grundsätzlich eine von 2.100 Gemeinden Österreichs (Gebietsstand nach der Gemeindestrukturreform in der Steiermark vom 01.01.2015), verfügt aber gleichzeitig über den Rang einer Statutarstadt, eines politischen Bezirks und eines Bundeslandes.

In Wien ist der Bürgermeister daher gleichzeitig Landeshauptmann, der Stadtssenat gleichzeitig Landesregierung und der Gemeinderat gleichzeitig Landtag. Aufgrund dieser Gegebenheiten ist die Verwaltung nach Gemeindeagenden und Länderagenden getrennt, die handelnden Personen sind jedoch jeweils dieselben. Wie die Landeshauptleute der übrigen Bundesländer leitet in Wien der Bürgermeister die unmittelbare Bundesverwaltung. Weiter ist Wien in 23 Stadtbezirke unterteilt, die jedoch nicht mit der restösterreichischen Verwaltungseinheit des Bezirkes gleichzusetzen sind.

2.2 Bevölkerungsentwicklung und -struktur

An dieser Stelle werden die demographischen Eckdaten des Laborraumes Wien dargelegt. Neben der allgemeinen demographischen Entwicklung ist vor dem Hintergrund der Fragestellung vor allem interessant, wie sich die besonderen Risikogruppen kurz-, mittel- und langfristig entwickeln werden und ob man aus den Prognosen räumliche Schwerpunkte für Anpassungsmaßnahmen ableiten kann.

Innerhalb der Europäischen Union stellt Wien die siebent größte Metropolregion dar und ist nach Berlin die zweitgrößte deutschsprachige Stadt der Union. Wien befindet sich seit einigen Jahren in einer deutlichen demographischen Wachstumsphase. Es wird erwartet, dass die Stadt ungefähr um das Jahr 2029 die Zwei-Millionen-Einwohnermarke überspringen wird. Den Berechnungen des Programms der Vereinten Nationen für menschliche Siedlungen (UNHABITAT) nach könnte Wien demnach den stärksten Bevölkerungszuwachs der 17 europäischen Metropolregionen und den stärksten Bevölkerungszuwachs im deutschsprachigen Raum aufweisen. Auch im Vergleich mit den übrigen österreichischen Bundesländern wird für Wien der stärkste Bevölkerungszuwachs prognostiziert (vgl. Hanika 2010,15).

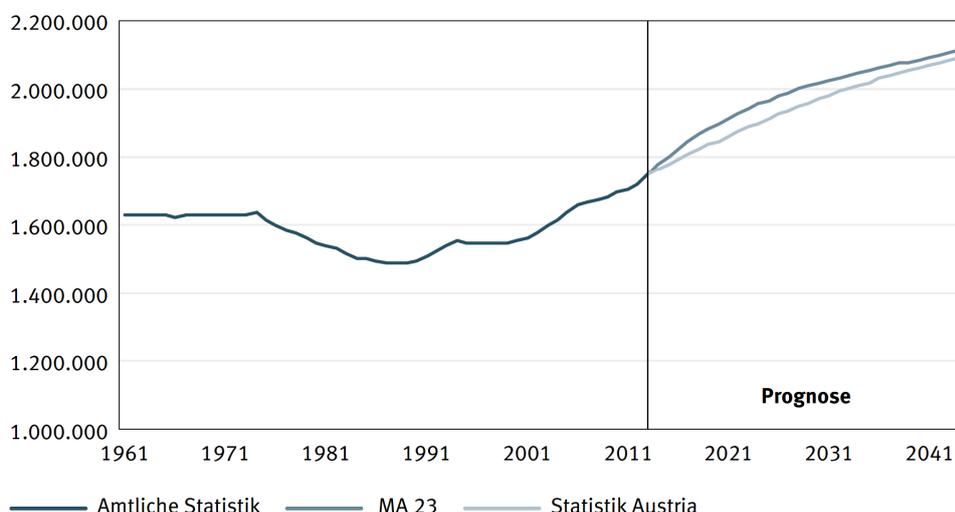
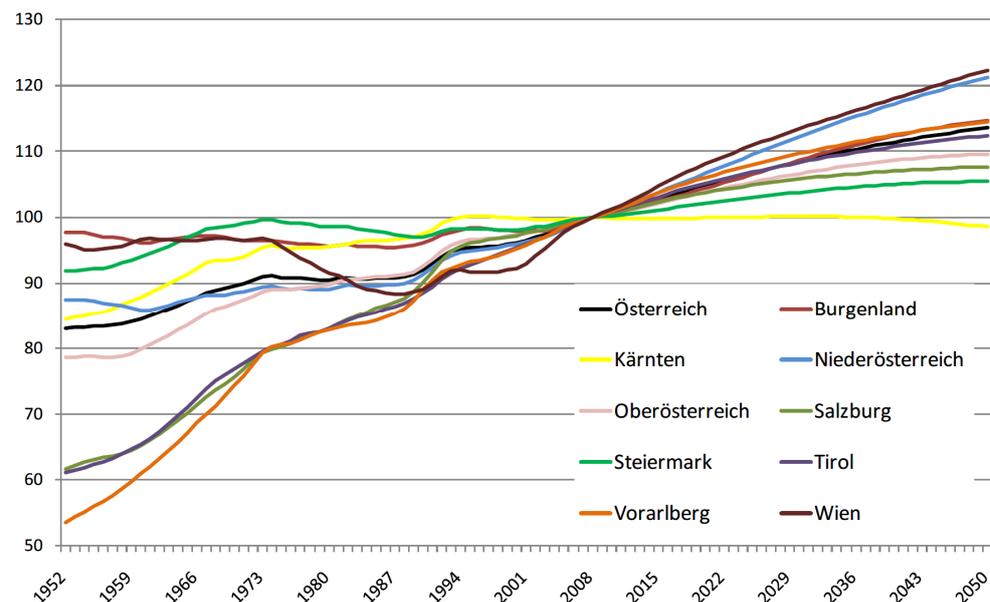


Abb.3: Bevölkerungsentwicklung in Wien, 1961–2013 und Vorausschätzung 2014–2044; Quelle: MA 23 (Wien Prognose 2014), Statistik Austria (Bundeslandprognose 2013); (Stadt Wien 2014d,13)

Derzeit beträgt der Bevölkerungsstand von Wien rund 1,76 Mio. Einwohner (Statistik Austria 2015). Gut abgesicherte Bevölkerungsprognosen auf Basis lokaler und regionaler Besonderheiten sind für die nähere Zukunft (2014-2024) möglich. Diese Prognosen zeigen einen Bevölkerungszuwachs von rund 10% bis 2024. Mittelfristig (2024 bis 2034) nehmen die Unsicherheiten in der Prognose zu, was vor allem auf die schwer prognostizierbare Wanderungsbilanz zurückzuführen ist. Man kann jedoch davon ausgehen, dass Wien auch in dieser Periode weiterwächst und bis 2034 einen Einwohnerstand von rund 2,04 Mio. erreichen wird. Das bedeutet eine Zunahme von 15% oder 280.000 Einwohnern gegenüber dem Stand von 2014. Die langfristige Fortschreibung der Prognosen (2034-2044) zeigt, dass Wien zwar weiterhin mit Zuwächsen rechnen muss, deren Rate sich jedoch abflachen wird. Im Jahr 2044 werden rund 2,11 Mio. Einwohner erwartet (vgl. Stadt Wien 2014d,12ff).

Da die hinsichtlich Hitzebelastung besonders sensiblen Bevölkerungsgruppen unter anderem über ihr Alter abgegrenzt werden können, ist die Altersstruktur für die vorliegende Fragestellung von großer Bedeutung. Diese wird vor allem bestimmt durch die Komponenten Fertilität, Mortalität und Migration. Maßgebliche Trends sind hierbei das Sinken der Fertilität und die steigende Lebenserwartung. Zudem hat die Migration aus dem In- und Ausland einen hohen Einfluss auf die Alterszusammensetzung.

Abb.4: Bevölkerungsentwicklung der österreichischen Bundesländer 1952-2050 (2008=100); (Hanika 2010,15)



Die Zuwanderung in Wien wird dabei sehr stark von den 18- bis 35-jährigen bestimmt, die zu Ausbildungszwecken oder zur Arbeit nach Wien kommen. Bis 2024 ist mit einer Zunahme des Anteils Kinder und Jugendlicher bis 15 Jahre zu rechnen. Danach dürfte die Gruppe der Kinder und Jugendlichen keine nennenswerten Zuwächse mehr erfahren. Aufgrund dieser beiden Faktoren entwickelt sich Wien derzeit zum demographisch jüngsten Bundesland Österreichs (vgl. Stadt Wien 2014d,21).

Von besonderem Interesse ist zudem der Anteil der älteren Bevölkerung. Hier wird festgestellt, dass die Gruppe der *jungen Alten* (60-74 Jahre) in den nächsten Jahren aufgrund der schwächer besetzten Jahrgänge dieser Altersgruppe zunächst abnehmen, danach jedoch deutlich zunehmen wird. Von Dynamik gekennzeichnet ist die hinsichtlich Hitze besonders anfällige Gruppe der Hochbetagten über 75 Jahre. Kurzfristig, das heißt bis 2024, ist hier bereits mit einem Anstieg von 37% zu rechnen. Danach rücken besonders geburtenstarke Jahrgänge in diese Altersgruppe auf, so dass auch mittelfristig, bis 2034 mit einer starken Zunahme zu rechnen ist. Bis in das Jahr 2044 könnte sich den Prognosen gemäß die Anzahl der Hochbetagten gegenüber dem heutigen Stand sogar verdreifachen (plus 96% oder 240.000 Hochbetagte) (vgl. Stadt Wien 2014d,22).

Die Entwicklung des Jugendquotienten¹³ und des Altersquotienten¹⁴ ergibt einen guten Eindruck über die Entwicklung der Altersstruktur einer Bevölkerung. Während sich in Wien der Jugendquotient nur leicht erhöht und langfristig wieder sinken wird, ist der Altersquotient hingegen deutlich zunehmend und wird im Jahr 2044 voraussichtlich bei ca. 37% liegen (Stadt Wien 2014d,21-22).

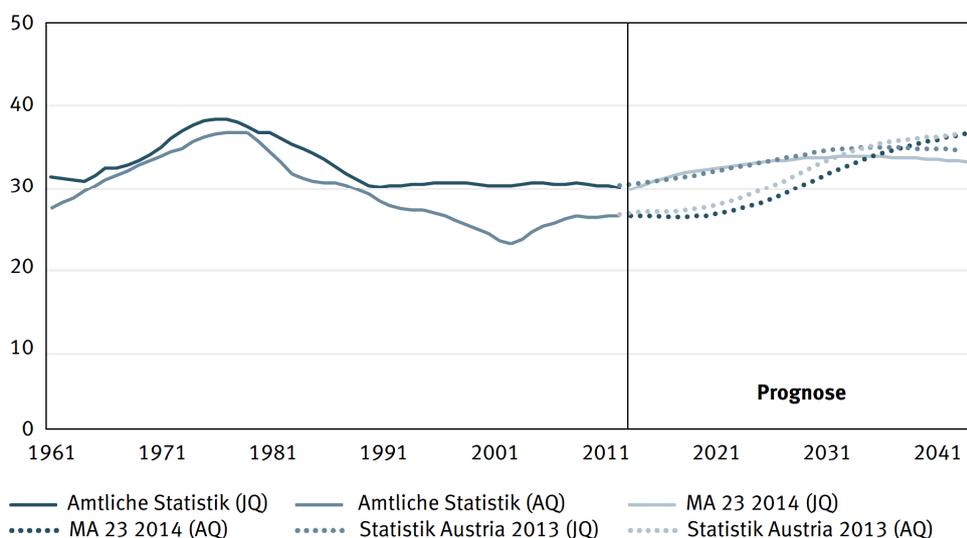


Abb.5: Entwicklung 1961-2013 und Prognose 2014-2044 des Jugend- (JQ) sowie des Altersquotienten (AQ) in Wien; Quellen: MA 23 (Wien Prognose 2014), Statistik Austria (1961-2013, Bundeslandprognose 2013) (Stadt Wien 2014d,21)

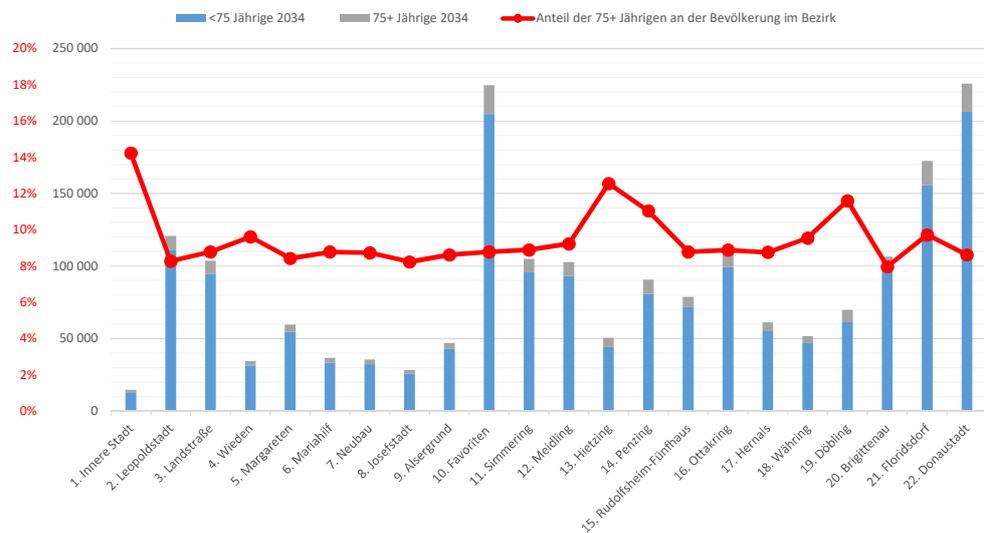
Die Wiener Bevölkerungsprognose bis 2034 zeigt auf Bezirksebene ein heterogenes Bild: Mit Ausnahme der Bezirke 1. Innere Stadt (-11%) und 13. Hietzing (-2%), wo die Bevölkerung zurückgehen wird, und 19. Döbling (+/-0%), wo sie stagniert, werden in allen Bezirken Bevölkerungszunahmen erwartet. Das größte Bevölkerungswachstum wird im 22. Bezirk Donaustadt (+33%) erwartet. Hier nimmt auch der Anteil der Risikogruppe der über 75-Jährigen am stärksten zu (+116%). Im Bezirk 15. Rudolfsheim-Fünfhaus wird nur ein geringer Bevölkerungszuwachs erwartet (+4,1 %), der Anteil der über 75-Jährigen nimmt dennoch um rund 76% zu. Mit Ausnahme vom Bezirk 19. Döbling, wo es der Prognose nach statistisch gesehen kaum eine Veränderung in der Altersstruktur geben wird, ist die Zunahme der

¹³ Jugendquotient: Verhältnis der Anzahl der unter 20-Jährigen zur Anzahl der 20-64-Jährigen.

¹⁴ Altersquotient: Verhältnis der Anzahl der über 64-Jährigen zur Anzahl der 20-64-Jährigen.

Hochbetagten über 75 Jahre ein allgemeiner Trend. Für diese besondere Risikogruppe zeigt sich im Jahr 2034 folgendes Bild:

Abb.6: Über 75-Jährige im Jahr 2034 nach Bezirken. Daten Stadt Wien (2014d,25ff), eigene Darstellung



Welche Schlussfolgerungen können aus der demographischen Entwicklung und den Prognosen vor dem Hintergrund der zunehmenden Hitze in der Stadt gezogen werden?

- Wien befindet sich in einer demographischen Wachstumsphase. Die Stadt ist die am schnellsten wachsende Hauptstadt Europas und das am schnellsten wachsende Bundesland Österreichs. Sie ist zudem Zentrum der dynamisch wachsenden Metropolregion¹⁵ CENTROPE. Das bedeutet, dass die Bevölkerungsdichte zunehmen und der Nutzungsdruck auf bestehenden Frei- und Grünflächen, die auch der thermischen Erholung dienen, weiter zunehmen wird. Die Wachstumsprognosen untermauern damit grundlegend die gesellschaftliche Relevanz von Anpassungsmaßnahmen im Laborraum Wien.
- Die thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels werden den Klimaprognosen gemäß vor allem ab der Mitte dieses Jahrhunderts (2050) signifikant zunehmen. Sie treffen Wien damit vermutlich zu einem Zeitpunkt, für den mit rund 2,11 Mio. der höchste Einwohnerstand der Geschichte der Stadt erwartet wird.
- Im Bereich der besonderen Risikogruppe der über 75-Jährigen sind die höchsten Zuwachsraten aller Altersgruppen zu erwarten. Diese Gruppe wird im Jahr 2034 in allen Bezirken im Mittel 8-10% der Einwohner repräsentieren, in manchen Bezirken wie 1. Innere Stadt sogar erheblich mehr.

¹⁵ »Der Begriff der Metropolregion ist sowohl eine funktionale als auch eine räumliche Kategorie. Im funktionalen Sinne ist eine Metropolregion ein Standort („Cluster“) von metropolitanen Einrichtungen, die großräumig wirksame Steuerungs-, Innovations- und Dienstleistungsfunktionen ausüben und insofern als Motoren der Regional- und Landesentwicklung wirken. Im räumlichen Sinne besteht eine Metropolregion aus einer oder mehreren nahe beieinander gelegenen großen Städten einschließlich ihrer Umlandräume, soweit diese eine vergleichbare Standortqualität besitzen.« (vgl. ARL 2005,642)

Die zweite besondere Risikogruppe der Kinder und Jugendlichen unter 15 Jahre wird kurzfristig zunehmen, jedoch mittel- bis langfristig stagnieren. Aus demographischer Sicht sollten sich Anpassungsmaßnahmen auf diese beiden Risikogruppen fokussieren. Allerdings ist auch festzuhalten, dass es sich dabei um Gruppen handelt, welche die sommerliche Hitze aufgrund eines höheren Budgets an Tagesfreizeit besser meiden können.

- Der Vorhersagezeitraum, für den belastbare Bevölkerungsprognosen vorliegen, beträgt ungefähr 20 Jahre. Darüber hinaus werden Vorausschätzungen vorgenommen, die jedoch bereits mit großen Unsicherheiten zum Beispiel aufgrund nicht abschätzbarer Migrationsbewegungen behaftet sind. Die Bevölkerungsprognosen können damit nicht jenen Zeithorizont abdecken, der in der vorliegenden Arbeit aufgrund der Klimaprognosen, die bis in das Jahr 2100 reichen, und der Bestandskraft baulicher Strukturen von ungefähr 100 Jahren vorgegeben ist.
- Die stärksten Bevölkerungszuwächse werden in jenen Bezirken erwartet, wo noch viele neue Bauvorhaben möglich sind. Dies sind zum Beispiel die Bezirke 22. Donaustadt (+36%), 20. Brigittenau (+25%), 10. Favoriten (+21%) oder 2. Leopoldstadt (+21%). Für die Bezirke im Bereich der bereits dicht verbauten Innenstadt und im Bereich des Gürtels wird ein geringeres Bevölkerungswachstum erwartet. Besonderes Augenmerk sollte daher nicht nur auf die Innenstadtbezirke, sondern auch auf diese Neubaugebiete gerichtet werden.

2.3 Natürliche Merkmale und Grün- und Freiräume

Grün- und Freiräume stellen nicht nur relevante Räume für Kaltluftproduktion und -fluss dar, sie bilden auch das Rückgrat für die thermische Erholung der Stadtbevölkerung in Zeiten von Hitzeperioden. In Wien wird dieses Rückgrat vor allem durch den Grüngürtel, die Donauinsel sowie großflächige innerstädtische Grün- und Freiräume wie den Prater gebildet. Zusätzlich weist Wien natürliche Besonderheiten, wie die überdurchschnittliche Windhäufigkeit auf.

Topographie und Höhenlage

Wien erstreckt sich entlang der Donau, am Fuße der östlichsten Ausläufer der nördlichen Kalkalpen am Übergang zur pannonischen Tiefebene. Die Topographie Wiens ist geprägt von den hügeligen Ausläufern der Alpen im Nordwesten, Westen und Südwesten der Stadt (Wienerwald mit Leopoldsberg und Kahlenberg), den eiszeitlichen Terrassen im Süden (Wienerberg und Laaer Berg) und den Anteilen am flachen Marchfeld im Osten und Nordosten. Der von der Donau orographisch rechtsufrig gelegene Leopoldsberg und der linksufrige Bisamberg bilden die so genannte Wiener Pforte, bei welcher die Donau vom Wienerwald in das Wiener Becken eintritt. Die Seehöhe Wiens beträgt zwischen 152 m.ü.A. in der Lobau im Osten der Stadt und 542 m.ü.A. am Hermannskogel, dem höchsten Punkt der Stadt im Kahlengebirge.

Windverhältnisse

Das Klima in Wien weist aufgrund des Stadtkörpers und der geographischen Lage der Stadt am östlichen Rand der Alpenausläufer im Übergang zur Pannonischen Tiefebene zwischen Ostalpen und Karpaten einige klimatische Besonderheiten auf. Insbesondere der starke Wind wird von Wienerinnen und Wienern wie auch von Wien-Besuchern als charakteristisch für die Bundeshauptstadt beschrieben. Diese Windverhältnisse sind geprägt von einem Hauptmaximum aus West bis Nordwest und einem sekundären Maximum aus Südost. Aufgrund des Donaudurchbruchs zwischen Bisamberg und Leopoldsberg entsteht eine starke Ausrichtung der Windrichtung entlang der Donau und eine gleichzeitige Verstärkung durch einen Düseneffekt. Verantwortlich für die Windrichtung ist die jeweilige Großwetterlage. In den Wintermonaten, in denen Wien häufig an der Vorderseite von nordatlantischen Tiefdruckgebieten zu liegen kommt, entsteht eine Sog, der Kaltluft aus dem Pannonischen Kaltluftsee in Richtung Westen zieht. Mit diesen Winden ist eine Zunahme von Luftschadstoffen verbunden, die beim Überstreichen der südlichen Stadtteile aufgenommen werden, da sich dort die meisten Großemittenten befinden. Wenn sich diese kalte Luft beim Aufsteigen am östlichen Wiener Randgebirge erwärmt, entsteht der für die Wintermonate typische Nebel. Die am häufigsten auftretenden Winde sind allerdings jene aus Richtung Westen bis Nordwesten. Sie sind vorwiegend im Sommer und Herbst zu beobachten, wenn Wien an der Rückseite nordatlantischer Tiefdruckgebiete zu liegen kommt. Der Düseneffekt am Donaudurchbruch verstärkt diese Winde, die dann in bodennahen Luftschichten mit hohen Geschwindigkeiten in das Wiener Becken einfallen. Diese Winde schlagen lufthygienisch positiv zu Buche, wenngleich sie auf Grund ihrer Heftigkeit für Menschen oft sehr belastend sein können. Die Windgeschwindigkeiten aus dem häufigsten West-Nordwest-Sektor liegen dabei in der Regel 30 % über jenen aus dem zweithäufigsten Südost-Sektor. Die maximalen Stundenmittelwerte erreichen in Bodennähe 50-70 km/h. In Böen sind kurzzeitig wesentlich höhere Spitzengeschwindigkeiten möglich, die ab rund 60 km/h bereits Schäden anrichten können. Solche Böen treten etwa 70 mal im Jahr auf, einmal in 10 Jahren wird statistisch gesehen eine Windgeschwindigkeit von 130 km/h erreicht (vgl. Auer et al. 1989,247ff).

Die Wiener Donauinsel

Entstanden in den Jahren zwischen 1970 und 1989, ist die Wiener Donauinsel eine primär für den Hochwasserschutz geplante künstliche Insel zwischen der Donau und der Neuen Donau mit einer Länge von 21 Kilometern und eine Breite von 250 Metern.



Abb.7: Wiener entdecken die Ufer der Neuen Donau als Badestrand noch während der Bauphase, die Landschaftsgestaltung hinkt der tatsächlichen Nutzung bereits hinterher (Matzenberger 2013). Im Hintergrund der Sender am Kahlenberg. Die hier in Bau befindliche Donauinsel stellt heute das Rückgrat der Grün- und Freiraumversorgung Wiens dar und bietet speziell im Sommer Gelegenheit am Wasser der Hitze zu entfliehen.

Der Entstehungsprozess der Donauinsel ist ein Musterbeispiel für innovative Stadtplanung: Aus dem Wettbewerbsverfahren zur landschaftsgestalterischen Einbindung der Hochwasserschutzmaßnahme ist das bekannte *Wiener Modell*¹⁶ entstanden (vgl. Freisitzer und Maurer 1985). Ursprünglich als Hochwasserschutz geplant, ist die Donauinsel heute das wichtigste Naherholungsgebiet der Metropolregion Wien im Zentrum der Stadt. Die Gestaltung der Insel gliedert sich in einen naturnah gestalteten nördlichen und südlichen Teil und in einen parkähnlich angelegten zentralen Bereich. In den naturnahen Bereichen wurden teilweise auch alte Strukturen vor der Errichtung der Donauinseln wie zum Beispiel Altarme des Zinkerbachls und Toter Grund mitsamt der umgebenden Vegetation integriert (vgl. Stadt Wien 2015a). Aufgrund des Mix an frei zugänglichen Sport- und Erholungsmöglichkeiten und gewerblichen Angeboten ist die Donauinsel heute das

¹⁶ Die Methode der Testplanung wurde aus dem *Wiener Modell* entwickelt und beschreibt einen geordneten Ideenfindungsprozess, der sich vor allem durch das Wechselspiel von raumplanerischem Entwurf und Kritik charakterisiert, wodurch Fehler schrittweise eliminiert und eine materielle und operative Entwicklungsrichtung herausgearbeitet werden können. Ziel ist es, eine möglichst große Spannweite an Lösungsalternativen zu erhalten. Die Rollen sind dabei klar verteilt: Teams entwerfen simultan konkurrierende Lösungsansätze für die gleiche Aufgabe, ein Fachgremium führt und begleitet den Prozess und berichtet den Exekutivvertretern. Aufgaben und Termine sind dabei klar definiert. Der Prozess mündet in weiterführende Empfehlungen (vgl. Scholl 2011a,33off).

Rückgrat der Grün- und Freiraumversorgung Wiens und trägt einen wesentlichen Teil dazu bei, dass Wien von Expatriates wiederholt unter die lebenswertesten Städte der Welt gereiht wird.

Abb.8: Blick auf die fertiggestellte Donauinsel in Richtung Klosterneuburg mit der Wiener Pforte. Im Norden zu sehen das Einlaufbauwerk Langenzersdorf. Die Donau ist der bedeutendste Frischluftkorridor für die Stadt Wien. Typisch sind auch die Wiener Winde, die in der Regel entweder die Donau hinunter oder hinauf wehen. (Stadt Wien 2015c)



Grüngürtel

Der Wiener Grüngürtel geht bis auf einen Beschluss des Gemeinderates von 24.05.1905 zurück (vgl. Machat 2005, 477ff). Im Jahr 1995 erfolgte eine Erweiterung, bei welcher der Grüngürtel auch im Nordosten geschlossen wurde und ein großräumiges Freiraumsystem zwischen Bisamberg und Lobau sowie das Liesingtal im Süden ergänzt wurden (vgl. Jedelsky 2005, 486).

Der Grüngürtel ist bis heute Bestandteil des Flächenwidmungsplanes, in dem er als *Schutzgebiet Wald- und Wiesengürtel* festgelegt ist (vgl. § 4 Abs. 2 Pkt. A. lit c) BO für Wien). Diese Flächen sind gem. § 6 Abs. 3 BO für Wien »bestimmt für die Erhaltung und Schaffung von Grünflächen zur Wahrung der gesundheitlichen Interessen der Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt und zu deren Erholung in freier Natur...«. Der Gesetzgeber hat damit deutlich den Gesundheits- und Erholungsaspekt als primären Nutzen des Grüngürtels unterstrichen.

Der Wiener Grüngürtel ist darüber hinaus über das Wiener Naturschutzgesetz, das Gesetz über den Nationalpark Donau-Auen (Wiener Nationalparkgesetz) und das Wiener Biosphärenparkgesetz rechtlich geschützt. Der Nationalpark Donauauen, das Naturschutzgebiet Lainzer Tiergarten (Teil A, B und C), das Landschaftsschutzgebiet Liesing und das Landschaftsschutzgebiet Bisamberg (Wiener Teil) genießen den Schutzstatus eines Europaschutzgebietes (Natura 2000). Zahlreiche Gebiete, die aufgrund ihrer Landschaftsgestalt und Kulturlandschaft besonders sind oder der naturnahen Erholung dienen, sind zudem als Landschaftsschutzgebiete

oder geschützte Landschaftsteile nach dem Wiener Naturschutzgesetz verordnet. Die Landschaftsschutzgebiete Hietzing, Penzing, Ottakring, Hernals, Währing, Döbling und Liesing bilden die Kern- und Pflegezone des UNSECO - Biosphärenparks Wienerwald.

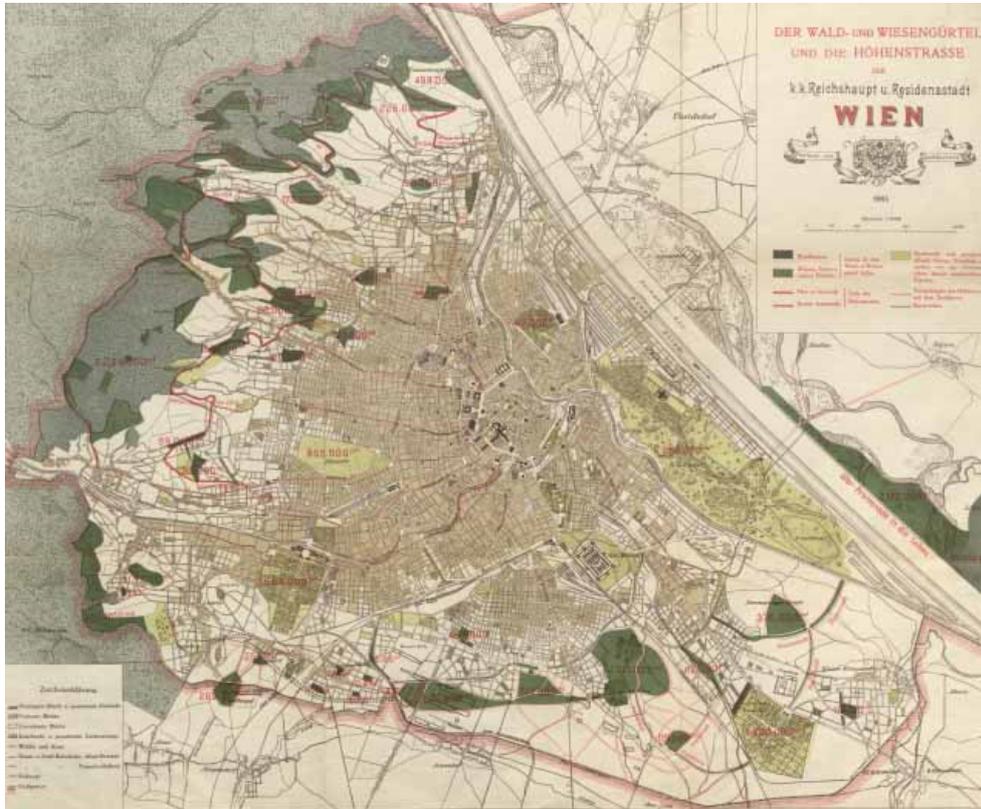


Abb.9: Historische Karte: Der Wiener Wald- und Wiesengürtel war bereits in den Jahren 1905 in seinen groben Zügen vorhanden. Heute weist er neben der Erholungsfunktion auch eine wichtige Funktion als Ort der Kaltluftproduktion auf. Diese fließt dann entlang von Frischluftschneisen, wie beispielsweise dem Wienfluss, in die Stadt. (Stadt Wien 2015g)

Landnutzung

Der Anteil der Verkehrs-, Bauland- und Grünflächen an der Gesamtfläche Wiens ist vor dem Hintergrund des Stadtklimas und der Klimawandelanpassung¹⁷ ein besonders relevantes räumliches Merkmal. Die Verkehrs- und Baulandflächen stellen nämlich jene Bereiche dar, in denen die Raumplanung mit ihren Instrumenten den größten Einfluss nehmen kann. Große Möglichkeiten zur Transformation bieten sich auch im Bereich der Flächen für den ruhenden Verkehr.

Informationen über die Landnutzung in Wien und die Verteilung von Grün- und Freiräumen lassen sich aus der Realnutzungskartierung (RNK) gewinnen. Diese stellt eine Landnutzungskartierung basierend auf Luftbildern und ergänzt um in-situ-Daten dar, die für Wien in einer Zeitreihe seit 1981 vorliegt (vgl. Stadt Wien

¹⁷ Klimawandelanpassung (*adaptation*): Der Prozess der planerischen Anpassung zielt auf technische Regelungen oder die räumliche Steuerung, Abwägung und Umsetzung von Maßnahmen mit dem Ziel, die natürlichen und gesellschaftlichen Systeme auf die zu erwartende Klimaveränderung auszurichten und deren negative Auswirkungen zu mindern (Birkmann et al. 2013,1). Strategien und Maßnahmen zur Reduktion der Emission von Treibhausgasen (Birkmann et al. 2013,14).

2009,1ff). Die Realnutzungskartierung gliedert Wien auf drei Ebenen: Die feinste Gliederung teilt das Stadtgebiet in Einheiten von mindestens 2.000 m² Größe und 32 Klassen, die dann in den darüberliegenden Ebenen aggregiert werden, so dass am Ende alle Flächen den Typen *Baulandnutzung*, *Verkehr* und *Grünlandnutzung* zugeordnet werden können. Die zwei größten Klassen der Ebene *Grünlandnutzung* sind hierbei *Acker* und *Wald*, sie repräsentieren gemeinsam rund 30% des Stadtgebiets. Geringfügig mehr Fläche entfällt auf die Baulandnutzung, nämlich 35%. Die offenkundig stadtklimatisch wirksamen Nutzungsklassen gemäß Realnutzungskartierung, zu diesen zählt der Verfasser Wald, Acker, Wiese, Gewässer inkl. Bachbett, Park- und Grünanlagen, Gärtnereien, Obstplantagen und Weingärten, summieren sich zu insgesamt 48%.

In der Realität dürfte der Anteil der stadtklimatisch wirksamen Flächen höher sein, da auch Transformationsflächen (zum Beispiel Industriebrachen mit Ruderalvegetation), Sport und Bad, Camping, begrünter Straßenraum, Bahnflächen, etc. im Einzelfall positive Wirkungen haben können. Im besonders hitzebelasteten Bereich der inneren Stadt sind es vor allem Park- und Grünanlagen, die zum thermischen Ausgleich beitragen und Erholung ermöglichen. Diese machen in Summe 3% der Stadtfäche aus. Betrachtet man die Flächenanteile in der Zeitreihe, so ist festzustellen, dass die Wohn- und Mischnutzungen sowie die Freizeit- und Erholungsreinrichtungen und Straßenraum kontinuierlich zunehmen, wohingegen speziell die Landwirtschaft offenbar aufgrund der anhaltenden Siedlungstätigkeit kontinuierlich abnimmt.

Informationen über Größe, Zustand und Entwicklung der Wiener Grünflächen werden mit Hilfe von Infrarot-Luftbildern des Stadtgebietes im Rahmen des *Grünraummonitorings Wien* gewonnen (vgl. Müllner und Kramer 2010,949ff). Die geometrische Grundlage für die Datenauswertung bildet die Realnutzungskartierung Wien. Dank der besonderen Eigenschaften des Chlorophylls, das auch im nicht sichtbaren Bereich einen 5-fach erhöhten Reflexionswert bei Infrarotstrahlung aufweist, können nicht nur Aussagen über die spezifische Menge der Grünflächen (Wiesenfläche, Baumkronenfläche, Gehölzfläche), sondern auch über deren Zustand gewonnen werden. Dem Wiener Grünraummonitoring gemäß ist das Stadtgebiet zu 51% mit Vegetation bedeckt und zu rund 30% versiegelt. Die übrigen Flächen sind unter anderem Ackerflächen oder Weingärten. Die Zeitreihen des Grünraummonitorings zeigen, dass sowohl die versiegelten Flächen (Verkehrsflächen, bebaute Flächen) als auch die Grünflächen im Zeitraum von 1997 bis 2005 zugenommen haben. Abnehmend sind damit die unversiegelten Flächen wie z.B. Ackerflächen. Man kann annehmen, dass dieser Umstand darauf zurückzuführen ist, dass die laufende Bautätigkeit auch von entsprechender Grünraumgestaltung begleitet ist.

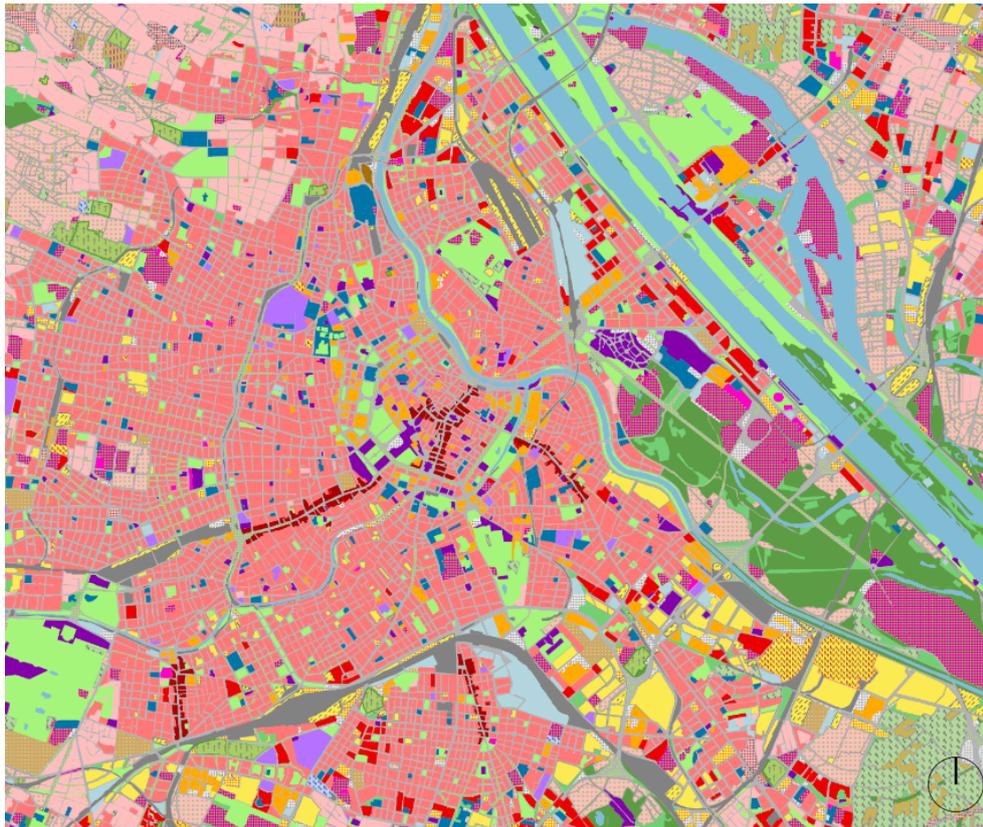


Abb.10: Auszug der Realnutzungskartierung für das Stadtzentrum 2014. Genordet, ohne Maßstab (Stadt Wien 2017a)

Realnutzungskartierung bis 2014

Baulandnutzung

- großvolumiger, solitärer Wohn(misch)bau
- dichtes Wohn(misch)gebiet
- Wohn(misch)gebiet mittlerer Dichte
- locker Wohn(misch)gebiet
- Mischnutzung wenig dicht / alter Ortskern
- Geschäfts-, Kern- u. Mischgebiet
- Büro- und Verwaltungsstrukturen
- solitäre Handelsstrukturen
- Industrie, prod. Gewerbe, Großhandel inkl. Lager
- Bildung
- Kultur, Freizeit, Religion, Messe
- Gesundheit und Einsatzorganisationen
- Sport und Bad (Indoor)
- Militärische Anlagen
- Energieversorgung, Rundfunkanlagen
- Wasserversorgung
- Transformationsfl., Baustelle, Materialgewinnung
- Kläranlage, Deponie

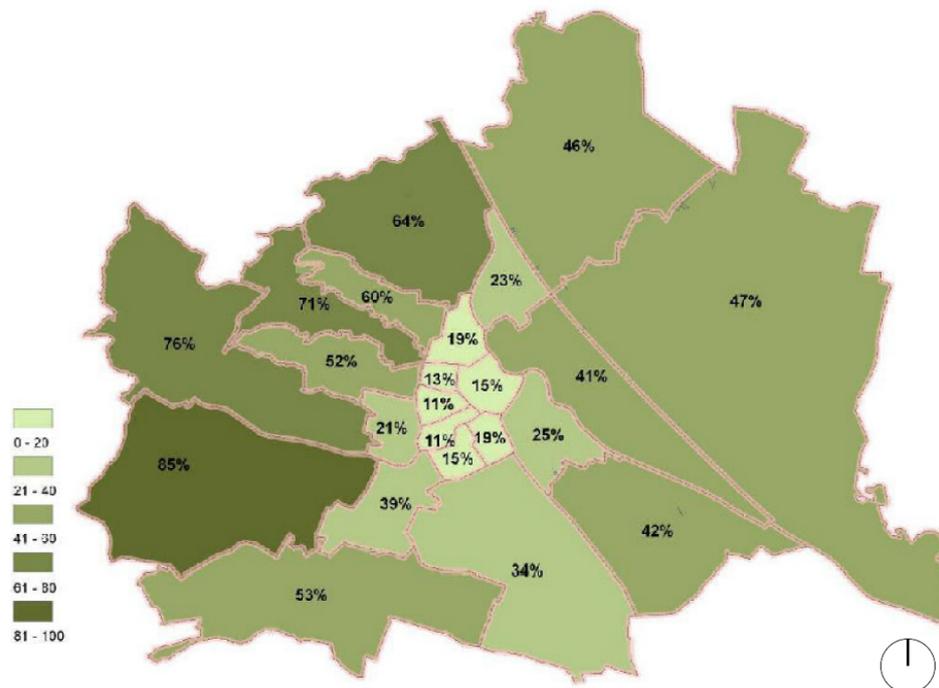
Verkehr

- Straßenraum unbegrünt
- Straßenraum begrünt
- Parkplätze, Parkhäuser
- Bahnhöfe, Bahnanlagen
- Transport und Logistik inkl. Lager

Grünlandnutzung

- Wald
- Wiese
- Acker
- Weingarten
- Gärtnerei, Obstplantage
- Friedhof
- Park, Grünanlage
- Sport und Bad (Outdoor), Camping
- Gewässer inkl. Bachbett

Abb.11: Anteil der Netto-grünfläche zusammen-gefasst nach Bezirken, Angaben in Prozent (Hoffert et al. 2008,32): Es zeigt sich deutlich die schlechtere Grünraum-ausstattung der inneren Bezirke gegenüber den so genannten Flächen-bezirken wie Hietzing, Penzing oder Donaustadt. Ohne Maßstab.



Grünraumversorgung

Im Entscheidungsprozess für einen Wohnstandort oder für ein Verkehrsmittel spielt die Frage nach der Versorgung und Erreichbarkeit mit Grünflächen heute noch eine sekundäre Rolle. Primär wird nach der Erreichbarkeit der technischen und sozialen Infrastruktur gefragt, also nach dem nächsten Kindergarten, dem nächsten Nahversorger oder der nächsten ÖV-Haltestelle. In Zusammenhang mit der Problematik der urbanen Überwärmung wird jedoch auch die Frage nach der Erreichbarkeit und Versorgung mit privatem und öffentlichem Grünraum zur (thermischen) Erholung aus Sicht des Verfassers zukünftig einen höheren Stellenwert erhalten. Aus diesem Blickwinkel ist daher die von der Stadt Wien in den Jahren 2013 bis 2015 durchgeführte stadtweite Untersuchung der Grünraumausstattung und deren Erreichbarkeiten von großem Interesse: Die Stadt Wien hat dabei alle öffentlich zugänglichen Grünflächen in der Stadt erfasst, Zugangspunkte definiert, von diesen ausgehend dann Einzugsbereiche ermittelt und die Ergebnisse in Kartenform dargestellt. Demnach beträgt der Anteil der öffentlich zugänglichen Grünflächen in Wien rund 31% des Stadtgebietes, der Anteil der Parkflächen beträgt rund 6%. Einem Drittel der Bevölkerung steht keine öffentlich zugängliche Grünfläche in einer Entfernung von bis zu 250m zur Verfügung (vgl. Stadt Wien 2015e). Die Untersuchung bildet eine gut geeignete Informationsgrundlage für die Ermittlung thermisch besonders benachteiligter Stadtquartiere und zukünftige Schwerpunkte für Anpassungsmaßnahmen, sofern nicht nur mikroklimatische Komponenten betrachtet werden

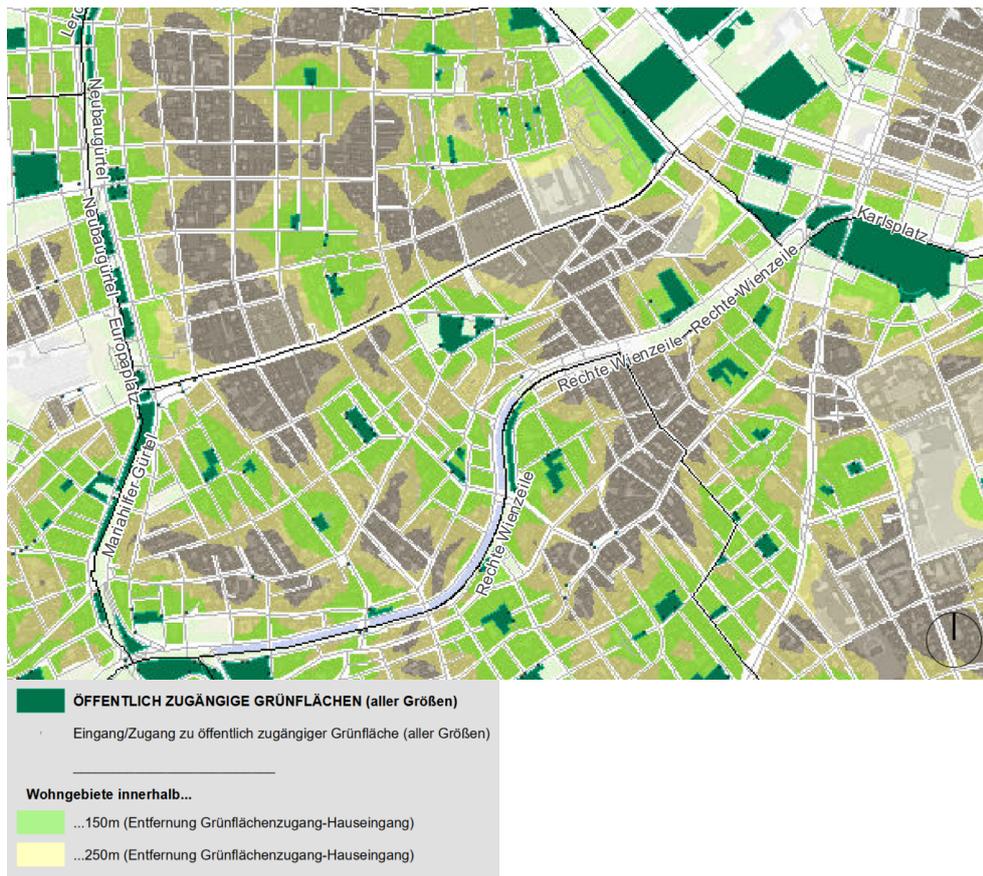


Abb.12: Beispielhafter Auszug aus dem Themenstadtplan *Öffentlich zugängliche Grünflächen Wien - Erreichbarkeiten*: Deutlich zu sehen ist, dass viele Wohngebiete entlang der rechten Wienzeile keinen Zugang zu öffentlichem Grünraum in unter 250m Fußweg haben. Genor-det, ohne Maßstab (Stadt Wien 2015e).

Verteilung von Grün- und Freiräumen im Vergleich

Bongardt (2005,96f) hat in einer Studie zu den stadtklimatischen Funktionen kleiner Parkanlagen unter anderem die charakteristische Verteilung urbaner Grünflächen (zu unterscheiden vom Außenraum als Ganzes) in zehn europäischen Städten oder Metropolregionen (Bratislava, Brüssel, Dresden, Grenoble, Helsinki, Marseille, München, Prag, westliches Ruhrgebiet (Duisburg-Essen), Wien) untersucht. Die Untersuchung basierte auf Daten der europäischen Forschungsprojekte MURBANDY und MOLAND kombiniert mit den CORINE-Landnutzungsdaten. Der Studie nach machen mit fast 70% kleine Grünflächen unter 5ha den Großteil der innerstädtischen Grünfläche aus. Über 90% der Grünflächen sind kleiner als 15ha. Die Verteilung der Grünflächen im Stadtgebiet gestaltet sich dabei folgendermaßen:

- Im dicht bebauten Stadtraum sind hauptsächlich kleine Grünflächen anzutreffen. Grünflächen über 30ha kommen in drei der zehn untersuchten Städte gar nicht vor. Potenziale für die Schaffung zusätzlichen Grünraums sieht Bongardt vor allem im Bereich von Konversionsflächen. Den kleinen Grünflächen ist aus stadtklimatischer Sicht mehr Aufmerksamkeit zu widmen.
- Größere zusammenhängende Grünflächen sind hingegen in Stadtrandlagen vorzufinden. Sie sind teils bewaldet oder durch landwirtschaftliche

Nutzung geprägt und stellen für die Städte wichtige Kaltluftproduktionsstätten dar. Von dementsprechender Bedeutung ist auch die Anbindung dieser Flächen an Luftleitbahnen. Diese Grünflächen sind durch Suburbanisierungsprozesse in ihrem Bestand teilweise gefährdet (vgl. Bongardt 2005,96ff).

Betrachtet man die Verteilung der Parks in Wien, so trifft diese Charakteristik auch hier zu: Die größten Grünflächen Wiens, wie die Naturschutzgebiete Lainzer Tiergarten und Lobau, Wienerwald, Bisamberg, Marchfeld, Donaauraum und die Terrassenlandschaften im Süden von Wien umgeben die Stadt wie ein grüner Gürtel und stellen den größten Anteil der Grünflächen. In der Stadtmitte finden sich noch drei Parks größeren Flächenausmaßes wie der Prater (600ha), der Augarten (52,2ha) und der Belvederegarten (18ha). Hervorzuheben sind jedoch die verhältnismäßig großen Parkanlagen am Ring wie der Stadtpark, der Volksgarten, der Burggarten oder der Rathauspark. In Summe weisen die inneren Bezirke jedoch den geringsten Grünflächenanteil auf (11-19%). Der Anteil der Parkflächen am gesamten Grünflächenanteil beträgt 3,0 % (Hoffert et al. 2008,32).

3 Stadtklima und städtische Wärmeinsel

Um Anpassungsstrategien und Maßnahmen gegen die thermische Belastung in der Stadt entwickeln zu können, sind aus Sicht der Örtlichen Raumplanung Informationen über Intensität, Häufigkeit und räumliche Verteilung der Hitzebelastung von besonderer Bedeutung. Es ist daher wichtig zu verstehen, welche Faktoren die klimatischen Modifikationen und das Entstehen eines Stadtklimas und ihres bekanntesten Phänomens, nämlich der städtischen Wärmeinsel, bestimmen und wie sich dieses in Zukunft vor dem Hintergrund des globalen Klimawandels entwickeln wird. Frei- und Grünräume sowie die Rückstrahlungsfähigkeit von Oberflächen repräsentieren wichtige steuerbare Einflussgrößen für die Ausprägung dieser städtischen Wärmeinsel, weshalb auch darauf näher eingegangen wird. Abschließend werden die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel im Laborraum gezeigt.

3.1 Ursachen und Einflussgrößen des Stadtklimas

Das Stadtklima ist ein eindrucksvolles Beispiel einer Klimamodifikation, die auf menschliche Aktivitäten zurückgeführt werden kann. Der Begriff beschreibt im Wesentlichen das im urbanen Raum aufgrund von Bebauung, Abwärme und freigesetzten Luftschadstoffen gegenüber dem Umland modifizierte Klima. Die städtische Überwärmung, auch bezeichnet als städtische Wärmeinsel, städtischer Wärmearchipel oder *urban heat island* (UHI), bezeichnet den horizontalen Temperaturunterschied zwischen der Stadt und dem Umland und ist das bekannteste Phänomen des Stadtklimas (siehe Abb.14). Diese kann in den Kernzonen der Städte bis zu 9°C betragen (vgl. Kuttler 2011,6f). Durch den Klimawandel werden die Ausprägungen städtischer Wärmeinseln weiter zunehmen. Der Trend der zunehmenden Urbanisierung verstärkt zeitgleich durch die anthropogene Energiefreisetzung die Entstehung von Wärmeinseln während die damit einhergehenden Auswirkungen auf die Bevölkerung zunehmen. Städtische Wärmeinseln kann jedoch mit Maßnahmen der Stadtplanung entgegengewirkt und deren Ausprägung vermieden und verringert werden.

Ziel einer stadtklimagerechten Planung ist die Modifikation des Stadtklimas, so dass man sich einem idealen Stadtklima durch Maßnahmen möglichst weit annähert. Realistischer Weise ist es in bereits erbauten Städten nicht mehr möglich, die Ausprägung einer städtischen Wärmeinsel vollständig rückgängig zu machen. Im Bemühen jedoch, dem idealen Stadtklima so nahe wie möglich zu kommen, eröffnen sich hier Handlungsfelder in Bezug auf den Verkehr oder auf die Bebauung (objektorientierte Maßnahmen) sowie flächenbezogene Handlungsfelder, wie die Etablierung innerstädtischer Grün- und Freiräume.

Der Fachausschuss Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft definierte im Jahr 1988 das Stadtklima wie folgt (nach Mayer 1989 in Matzarakis 2001,11): Das ideale Stadtklima

- ist ein räumlich und zeitlich variabler Zustand der Atmosphäre in urbanen Bereichen,

- bei dem sich möglichst keine anthropogen erzeugten Schadstoffe in der Luft befinden,
- und den Stadtbewohnerinnen und -bewohnern in Gegend (charakteristische Länge: ca. 150m, charakteristische Zeit: ca. 5 Minuten) eine möglichst große Vielfalt an Atmosphärenzuständen (Vielfalt der urbanen Mikroklimata) unter Vermeidung von Extremen (z.B. extreme Wärmebelastung) geboten wird.

So wie in der Planung Instrumente unterschiedlicher hierarchischer Stufen (Stufenbau der Raumplanung) zum Einsatz kommen, so kann auch das Stadtklima auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen betrachtet werden (Mikroklima, Mesoklima). Diese stehen in Wechselwirkung zueinander, so bestimmt einerseits das gesamte Stadtklima das Mikroklima, umgekehrt wirkt das Mikroklima auf die Ausprägung des gesamten Stadtklimas ein. Maßnahmen, welche die Ausprägung des Stadtklimas reduzieren können, tragen damit auch zur Mitigation des Klimawandels bei.

Einfluss auf die Ausprägung des Stadtklimas haben die Stadtgröße, die Einwohnerzahl, die Art der Flächennutzung, der Versiegelungsgrad, die dreidimensionale Strukturierung der Stadt, die Emissionsart und -stärke gasförmiger, fester und flüssiger Luftbeimengungen, die Abwärme aus technischen Prozessen, aber auch makroskalige Einflüsse wie Klimazone und Entfernung zu großen Wasserkörpern (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,372).

Nachweise für das Vorliegen eines städtisch geprägten Klimas können durch den Vergleich von Messungen in der Stadt mit Messungen an ländlichen Standorten geführt werden. Exemplarisch erfolgt dies für Wien mit Hilfe des Stationspaars *Hohe Warte* und *Innere Stadt*. Am deutlichsten treten die Unterschiede bei so genannten windschwachen strahlungsreichen Wetterlagen auf. Damit zeigt sich jedoch bereits ein immanentes Problem für die Planung: Gemessene Daten stehen streng genommen nur punktuell zur Verfügung. Für die Planung erforderliche flächenhafte Betrachtungen sind nur durch Prognosen anhand von Modellen zu erhalten.

Die Stadt kann klimatologisch gesehen als Strömungshindernis und Emissionsquelle mit einem gegenüber dem Umland modifizierten Mesoklima beschrieben werden. Aufgrund der baulichen Heterogenität eines Stadtkörpers unterteilt Oke (1987) die planetare Grenzschicht über der Stadt in den *urban canopy layer (UCL)* den *surface layer (SL)* und den *mixing layer (ML)* (siehe Abb.13). Der UCL umfasst die Luftkörper zwischen den Gebäuden und lässt sich mit dem Dachniveau der Gebäude abgrenzen. Er repräsentiert daher jenen Bereich, in dem sich Menschen außerhalb von Gebäuden aufhalten und steht daher aus stadtplanerischer Sicht im Fokus. Hier spielen zum Beispiel Verwirbelungen in Straßenschluchten eine große Rolle. Der SL ist im bodennahen Bereich (*roughness sublayer*) noch stark durch die Bebauung beeinflusst, mit zunehmender Höhe nimmt der Einfluss der Bebauung ab und es setzt sich das Strömungsfeld des Umlandes durch. Über dem ML lässt sich ein stadtklimatischer Effekt nicht mehr nachweisen.

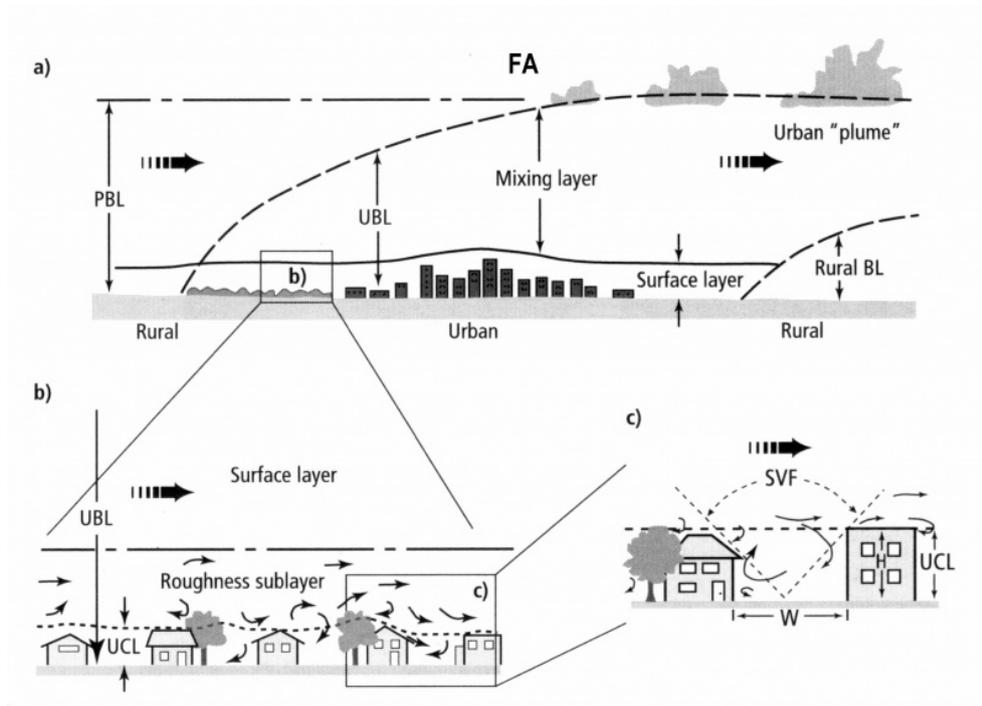


Abb.13: Modifikation der planetaren Grenzschicht durch einen Stadtkörper (Oke 1997,305)

Für die Modifikation der Temperaturverhältnisse in der Stadt ist der so genannte *sky view factor* (Himmelssichtfaktor ψ_s) von besonderer Bedeutung. Als Maß für die Öffnung eines städtischen Freiraumes zum Himmel beeinflusst er maßgeblich, welcher Anteil der Strahlung nicht auf andere Oberflächen trifft, sondern in den Himmel entlassen wird. Ein Faktor von $\psi_s = 1,0$ bedeutet daher ein *uneingeschränktes Sichtfeld*, ein Faktor von $\psi_s = 0$ *absolute Abschirmung*. Ein typischer Wert für eine europäische Stadt beträgt ungefähr 0,8.

Nachfolgende Tabelle fasst die Einflussgrößen für die Genese des Stadtklimas, die Möglichkeiten der Klassifizierung des städtebaulichen Erscheinungsbildes in stadtklimatischer Hinsicht und die möglichen stadtklimatischen Steuerungsgrößen zusammen:

Tab.2: Ursachen für die Genese der städtischen Wärmeinsel, Möglichkeiten der Klassifizierung des städtebaulichen Erscheinungsbildes in Bezug auf die stadtklimatischen Auswirkungen und mögliche stadtklimatische Steuerungsgrößen (nach Hupfer und Kuttler 2006,372-375).

<i>Mikro- und mesoskalige Einflüsse auf die Genese des Stadtklimas</i>	<i>Mögliche stadtklimatische Steuerungsgrößen</i>	<i>Möglichkeiten der Klassifizierung des städtebaulichen Erscheinungsbildes</i>
- Stadtgröße	- <i>Oberflächenrauigkeit</i>	- Höhe der Straßenrandbebauung
- Einwohnerzahl	- <i>Bebauungsdichte</i>	- Straßenbreite
- Art der urbanen und ruralen Flächennutzungstypen	- <i>Thermisches und hydrologisches Verhalten der städtischen Oberflächen und Baukörper</i>	- Verhältniswert dieser beiden Parameter
- Topografische urbane und rurale Verhältnisse	- <i>Mischung und Zuordnung von bebauten und nicht bebauten Flächen</i>	- Richtungsverlauf von Straßen
- Anteil des Versiegelungsgrades des Bodens	- Abwärme- und Wasserdampfemissionen	- <i>Bebauungsdichte</i>
- Intensität der dreidimensionalen Struktur der Stadt	- Die Freisetzungstärke und -art von Luftverunreinigungen	- Art und Aufbau von Grünflächen
- Emissionsart und -stärke gasförmiger, fester und flüssiger Luftbeimengungen		- Auftreten und die Verteilung von straßenbegleitender Vegetation
- Fühlbare und latente Abwärme aus technischen Prozessen		- Stellung der Gebäude zu Verkehrswegen (traufen- oder giebelständig)
		- verwendeten Baustoffe und Vorhandensein oder Fehlen von Wasserflächen

Anzumerken ist, dass nicht alle stadtklimatischen Steuerungsgrößen mit den Instrumenten der Raumplanung direkt adressiert werden können. Jene Steuerungsgrößen, bei welchen das Gelingen kann, sind kursiv ausgezeichnet: Für diese bieten sich beispielsweise Flächenwidmungspläne oder Bebauungspläne an, da diese sowohl die Art der Flächennutzung (Zuordnung von bebauten und nicht bebauten Flächen) wie auch die dreidimensionale Gestalt der Bebauung regeln. Abwärme, Wasserdampf oder Luftschadstoffemissionen können teilweise indirekt adressiert werden, beispielsweise durch den Ausschluss industrieller Nutzungen aus urbanen Gebieten oder durch die Verminderung des MIV durch Planung nach dem Prinzip der kurzen Wege.

3.2 Die städtische Wärmeinsel

Das bedeutendste stadtklimatische Phänomen ist die städtische Überwärmung, die auch als städtische Wärmeinsel (*urban heat island* oder UHI) bezeichnet wird. Charakteristisch sind die erhöhten Temperaturen in der Stadt im Vergleich zum Umland, die dazu führen, dass sich die Stadt durch eine meist inselartig ausgebreitete Überwärmung vom Umland abhebt. Möglich sind Temperaturdifferenzen t_{s-u} (Temperatur Stadt - Umland) von bis zu 9°C, in Einzelfällen bis zu 15°C.

Zu unterscheiden sind drei Typen von Wärmeinseln:

- Die Bodenwärmeinsel,
- die Stadthindernisschichtwärmeinsel und
- die Stadtgrenzschichtwärmeinsel.

Bodenwärmeinseln beziehen sich auf die erhöhte Oberflächentemperatur und können durch thermische Infrarotaufnahme erhoben werden. Die Stadthindernisschichtwärmeinsel (UHI der *urban canopy layer*) umfasst den Luftkörper zwischen Boden und mittlerer Dachhöhe. Bodenwärmeinsel und Hindernisschichtwärmeinsel sind von besonderem Interesse für die thermische Belastung in der Stadt. Die Stadtgrenzschichtwärmeinsel beschreibt die Überwärmung in der urbanen Grenzschicht in ein bis mehrere Kilometer Höhe. Diese Schicht kann bereits durch das übergeordnete Windfeld soweit beeinflusst sein, dass sich eine urbane Abgasfahne (*urban plum*) im Lee der Stadt ausbildet. Die zeitlich stärkste Ausprägung weisen städtische Wärmeinseln aufgrund des Temperaturhalteeffekts des Stadtkörpers in der Nachtzeit auf (Hupfer und Kuttler 2006,389f).

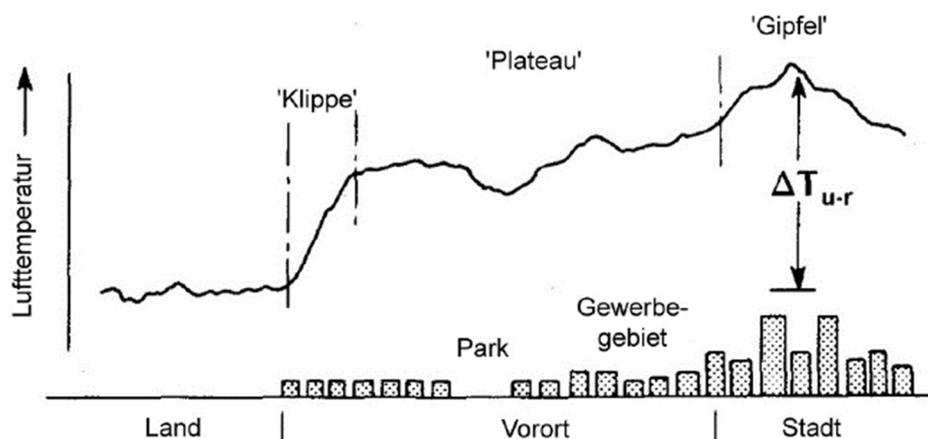
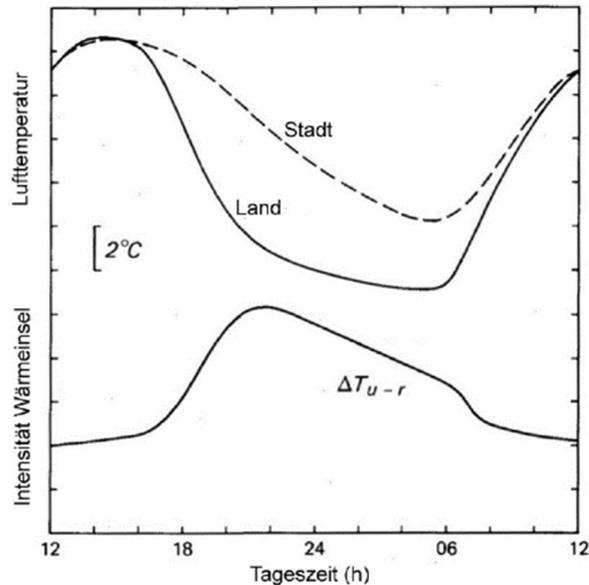


Abb.14: Schnitt durch eine städtische Wärmeinsel (Oke 1987,288)

Abb.14 zeigt einen Schnitt durch eine typische städtische Wärmeinsel und die Temperaturdifferenz zwischen Land und Stadt. Die schematische Darstellung von Oke deutet auch den Einfluss großer urbaner Grünflächen (Parks) und deren kühlenden Effekt an. Der Gipfel der Überwärmung wird in der Regel in den am dichtesten bebauten Stadtzentren erreicht. Der Temperaturverlauf zeigt auch an, dass die

Wärmeinsel nicht räumlich homogen, sondern differenziert ausgeprägt ist. Nach Hupfer und Kuttler (2006) wäre der Begriff *Wärmearchipel* aus diesem Grund zutreffender, er konnte sich jedoch in der Wissenschaft nicht durchsetzen.

Abb.15: Tagesgang der Temperaturdifferenz zwischen Stadt und Umland (Oke 1987)



Die vorangehende Abbildung zeigt den Temperaturverlauf von Stadt und Umland und die daraus entstehende Temperaturdifferenz, welche die städtische Wärmeinsel kennzeichnet. Während die Tagesmaxima gleich sind, tritt in der Nacht aufgrund langsamerer Abkühlung eine deutliche Überwärmung ein.

Die Ursachen der städtischen Wärmeinseln sind die erhöhte Absorption kurzwelliger Strahlung, geringere Verdunstung, ein hoher Bodenwärmestrom, erhöhte atmosphärische Gegenstrahlung, verringerte effektive langwellige Abstrahlung, erhöhte anthropogene Wärmeproduktion (durch Verbrennungsprozesse), erhöhte Wärmespeicherung und eingeschränkte turbulente Durchmischung.

Eine außerordentliche Rolle spielt dabei die Umwandlung von unbebauter zu bebauter Fläche und die Versiegelung des Bodens durch z.B. Verkehrsflächen in der Stadt. Mit steigender Anzahl der Einwohner nimmt auch der Anteil der bebauten und versiegelten Fläche zu. Abhängig von der Oberflächenstruktur ist der Anteil der möglichen Verdunstung: Je nach Oberflächenstruktur werden von versiegelten Flächen nur noch zwischen 20% (Asphalt) und 45% (Rasengittersteine) des Jahresniederschlags verdunstet. Der übrige Anteil des Niederschlags fließt ab und steht für eine Verdunstung nicht mehr zu Verfügung. Damit sinkt der Anteil der für die Verdunstung erforderlichen Energie Q_E , die sodann für eine Erwärmung der Luft zur Verfügung steht.

Von den meteorologischen Größen sind vor allem der Bedeckungsgrad (Bewölkung) und die Windgeschwindigkeit für die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel relevant. Ein höherer Bedeckungsgrad im Tagzeitraum verhindert eine allzu starke Erwärmung des Stadtkörpers und reduziert damit das Ausmaß der nächtlichen

Überwärmung. Am häufigsten treten städtische Wärmeinseln bei stabilen atmosphärischen Schichtungsverhältnissen auf. Die bei diesen Wetterlagen geringen Windgeschwindigkeiten unterstützen die Ausprägung einer Wärmeinsel, da nur wenig Temperaturausgleich über die Advektion (horizontalen Heranführen von Luftmassen) stattfindet (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,395).

Neben diesen meteorologischen Einflussgrößen spielt die Größe der Stadt eine erhebliche Rolle. Mangels verfügbarer Ausgangsdaten für die Vielzahl von Einflussfaktoren (Gesamtenergieverbrauch, Anteile begrünter zu bebauter Fläche, Gebäudedichte, etc.) existieren zahlreiche Studien, welche die mögliche Überwärmung mit der einfach zu erhebenden Bevölkerungszahl in Verbindung bringen. Eine Zusammenstellung dieser, am besten anhand einer logarithmischen Funktion beschriebenen Zusammenhänge, findet sich in Hupfer und Kuttler (2006). Für europäische Städte kann demnach über nachfolgende einfache logarithmische Funktion die maximal mögliche Überwärmung (UHI_{max}) anhand der Einwohnerzahl abgeschätzt werden.

Formel 1: Abhängigkeit der maximalen städtischen Wärmeinsel von der Einwohnerzahl für eine europäische Stadt bei windarmen Strahlungswetterlagen (Hupfer und Kuttler 2006,396)

$$UHI_{max} = 2,01 \times \log EW - 4,06$$

Für die Stadt Wien (1,763 Mio. Einwohner im Jahr 2013) ergibt die Abschätzung nach dieser Formel somit eine maximale Überwärmung von 8,5°C. Zu einer noch größeren Temperaturdifferenz kommt eine von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Jahr 1996 durchgeführte Studie zum Aufbau eines Vertikalprofils für die Stadt Wien, demnach die Ausprägung der Wärmeinsel in Wien Maxima von 10°C bis 13°C erreichen kann (Kaiser 1996,13-14).

Die Auswirkungen städtischer Wärmeinseln können sowohl positiver (zum Beispiel aufgrund verringerten Heizenergiebedarfs) als auch negativer Natur (zum Beispiel aufgrund von Hitzestress) sein. Der Fokus in der vorliegenden Arbeit liegt auf den thermischen Auswirkungen. Diese ergeben sich aus den erhöhten Lufttemperaturen bei gleichzeitig erhöhter Luftfeuchte (gemessen als Dampfdruck e , da die relative Feuchte sich invers zur Temperatur verhält und für einen Vergleich daher nicht geeignet ist). Für die Messung der thermischen Belastung existieren zahlreiche mehr oder weniger komplexe Indices wie zum Beispiel das *Predicted Mean Vote* (PET), die physiologisch äquivalente Temperatur (PET) oder die gefühlte Temperatur (pT), auf die in Kapitel 5.1 noch eingegangen wird. Zu einer Belastung führen vor allem auch hohe Temperaturen in der Nacht, die einen erholsamen Schlaf nicht mehr zulassen. Als positiv können hingegen der Rückgang der Anzahl der Frostperioden, der Frostintensität, der Frost- und Eistage und der Heiztage gewertet werden. Diese führen zu einer erheblichen Reduktion des Heizwärmebedarfs (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,399f).

3.3 Stadtklimatische Funktionen von Grün- und Freiräumen

Die Integration innerstädtischer Grün- und Freiräume ist aufgrund der in den vorherigen Kapiteln dargelegten Funktionen ein wichtiges Handlungsfeld zur Anpassung der Städte an das Stadtklima und die Auswirkungen des Klimawandels und es werden die wichtigsten stadtklimatischen Funktionen innerstädtischer Grün- und Freiräume daher in diesem Kapiteln dargestellt und deren planerische Relevanz besprochen.

Allgemein wird der innerstädtische Außenraum als jene Flächen definiert, die nicht bebaut sind. Als bebaute Fläche gilt nach § 80 der Bauordnung für Wien die senkrechte Projektion des Gebäudes einschließlich aller raumbildenden oder raumergänzenden Vorbauten auf eine waagrechte Ebene. Aus mikroklimatischer Sicht ist die Differenzierung in privaten und öffentlichen Freiraum nur bedingt zweckmäßig. Für die Erfüllung mikroklimatischer Funktionen spielt die rechtliche Frage nach den Zugangsmöglichkeiten keine Rolle. Betrachtet man Grün- und Freiräume hingegen als thermische Komfortzonen, d.h. kühle Rückzugsbereiche für die Stadtbevölkerung, spielt die Unterscheidung in privaten oder öffentlichen Freiraum selbstverständlich eine Rolle. In der vorliegenden Arbeit werden mit Grün- und Freiraum somit Parks, Plätze, Gärten, Brachen, Flüsse und stehende Gewässer, Landschafts- und Naturschutzgebiete oder land- und forstwirtschaftliche Flächen angesprochen. Auch sind bei dieser Definition von Freiraum nach stadtklimatischen Aspekten vertikale Flächen wie Fassaden oder auch Dachgärten mit einbezogen und auch nicht-grüne Freiräume nicht ausgeschlossen.

Nach Stiles (2010,13) umfasst städtischer Freiraum wesentlich mehr als nur Freizeit- und Erholungsfunktionen. Als Hauptfunktionen nennt er umweltrelevante und ökologische Funktionen, soziale und gesellschaftliche Funktionen und strukturelle und symbolische Funktionen. Unter umweltrelevanten und ökologischen Funktionen versteht er dabei klimatische Verbesserungen, Lärmfilterung, Einfluss auf den Wasserkreislauf und Flutmanagement sowie die Bereitstellung von Lebensraum für Flora und Fauna. Soziale und gesellschaftliche Funktionen beinhalten die Bereitstellung von Raum für Freizeitnutzung und Erholung, die Förderung sozialer Kontakte und Kommunikation, einschließlich kultureller und kommerzieller Aktivitäten, die Schaffung von Zugang zu Naturerlebnissen und den Einfluss auf die physische und psychologische Gesundheit des Menschen. Strukturelle und symbolische Funktionen beziehen sich letztlich auf den Ausdruck, die Einteilung und Verbindung einzelner Teile des Stadtgefüges, die Verbesserung der Lesbarkeit der Stadt, die Schaffung einer örtlichen Identität und das Tragen von Identität, Bedeutung und Werten.

Um die Ausbildung und Intensität einer städtischen Wärmeinsel hintanzuhalten, sind folgende drei Funktionen von Grün- und Freiraum besonders relevant: Kaltluftproduktion, Kaltluftabfluss und lokale Klimamodifikation, z.B. im Parks.

Funktion 1 - Kaltluftproduktion:

In Hinblick auf das planerische Ziel temperatursenkende Maßnahmen treffen zu können, ist die Kaltluftproduktion eine der wichtigsten Eigenschaften innerstädtischer Grün- und Freiräume. Unter Kaltluft wird ein lokal gebildeter Kaltluftkörper verstanden, der sich »aufgrund nächtlicher Ausstrahlung der Erdoberfläche stärker abkühlt als die umgebende Luft und bei topografischem Gefälle wegen der höheren Dichte abfließen kann.« (VDI, 2004)

Unter Kaltluftproduktion, angegeben in $\frac{m^3}{m^2h}$, wird die bodennahe autochthone Bildung von Kaltluft bei negativer Strahlungsbilanz verstanden. Das heißt, aufgrund der langwelligen Ausstrahlung der Oberfläche kommt es zu einer Abkühlung der bodennahen Luftschichten gegenüber den darüberliegenden Schichten (Inversion). Gut zu beobachten ist das Phänomen der Kaltluftbildung, wenn der Taupunkt des Luftkörpers unterschritten wird, was zur Bildung von Bodennebel führt. Es handelt sich bei der Kaltluftproduktion also nicht um allochthone, durch Advektion herangeführte kältere Luftmassen. Da für die Entstehung von Kaltluft eine negative Strahlungsbilanz erforderlich ist, tritt diese nur in der Nacht auf. Die Rate der Kaltluftbildung hängt neben meteorologischen Faktoren sehr stark von der Art des Untergrundes (Bedeckung, Farbe, Dichte, Feuchtigkeit, Porosität, Permeabilität, etc.) ab und es sind Angaben zur Kaltluftproduktion daher großen Schwankungen unterworfen (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,350f). In nachstehender Tabelle sind unterschiedliche Bodenbedeckungen und Vegetationsstrukturen und deren Potenzial zur Kaltluftproduktion zusammengestellt:

<i>Vegetationsstruktur/ Bodenbedeckung</i>	<i>Kaltluftentstehungspotenzial</i>
Versiegelte Flächen	Sehr gering
Teilversiegelte Flächen	Gering
Offene Böden	Mittel (auch gering bis hoch in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte)
Rasen	Sehr hoch
Ruderaler Pioniervegetation	Hoch
Wiesen/Staudenfluren	Sehr hoch
Niedrige Gebüsch	Hoch
Hohe Gebüsch, Baumgruppen	Hoch
Wald	Mittel
Gewässer mit Ufervegetation	Gering

Tab.3: Klimatische Wirksamkeit von Bodenbedeckungen und Vegetationsstrukturen, Zusammenstellung aus Mathey (2011,37)

Planungsrelevant werden Kaltluftproduktionsflächen dann, wenn eine ausreichende Häufigkeit auftritt, die von Jahreszeit und Wetterlage abhängt. Von Bedeutung sind ferner die Intensität, vertikale Mächtigkeit und Andauer der Kaltluftproduktion. Ab welcher Häufigkeit von einer planungsrelevanten Kaltluftproduktion gesprochen werden kann, kann nach Matzarakis aufgrund der vielen zusammenhängenden Faktoren nicht endgültig beantwortet werden (vgl. Matzarakis 2001,221).

Auch wenn die vorliegende Arbeit sich ausschließlich auf die thermische Komponente des Stadtklimas konzentriert, sollen an dieser Stelle auch mögliche negative Auswirkungen von Kaltluft in der Stadt erwähnt werden, die bei Nicht-Berücksichtigung lokal auftreten können: Nach Matzarakis (2001) sind zusätzliche Abkühlungen in der Nacht zu bestimmten Jahreszeiten aus human-biometeorologischer Sicht nicht unbedingt erwünscht, insbesondere, wenn man neben der thermischen Komponente auch die lufthygienische Komponente berücksichtigt. Vor allem im Umland von Städten sowie in innerstädtischen Grünflächen kann sich im Vergleich zu stark versiegelten Stadtbereichen und zum Stadtzentrum eine stabile thermische Schichtung mit darüberliegender Inversionsschicht ausbilden, die lufthygienisch ungünstige Ausbreitungsbedingungen darstellt. Aufgrund der verringerten vertikalen und horizontalen Verdünnung führt dies dazu, dass mit erhöhten Konzentrationen von luftverunreinigenden Stoffen und Gerüchen zu rechnen ist. Besonders problematisch wird dies, wenn von diesen Immissionen immer dieselben Orte betroffen sind. (vgl. Matzarakis 2001,221f). Unter Berücksichtigung des Fokus auf die thermische Entlastung in den Sommermonaten, wo statistisch gesehen der *Wiener Wind* am häufigsten auftritt, dürfte diese Effekte jedoch im Laborraum Wien keine erhebliche Rolle spielen.

Funktion 2 - Kaltluftabfluss:

Ab einer bestimmten Geländeneigung fließen Kaltluftkörper aufgrund der höheren physikalischen Dichte im Vergleich zu wärmerer Luft ab. Die Abflussgeschwindigkeit kann dabei 0,5 bis 1,0, in Ausnahmefällen bis zu $3,0 \frac{m}{s}$, erreichen. Wenn sich die herabfließende Luft an Barrieren staut oder in Beckenlagen sammelt, kann dies auch zu unerwünschter Frostgefährdung führen. In solchen Fällen sind das Ablenken des Kaltluftstromes durch beispielsweise dichte Hecken oder Baumreihen, oder die Errichtung von Durchflussmöglichkeiten potenzielle Maßnahmen. Aufgrund der Eigenschaften von Luft erwärmt sich diese beim Herabfließen adiabatisch¹⁸. Es bilden sich damit in den höheren Hanglagen warme Zonen aus, die teilweise bevorzugt für Siedlungstätigkeit oder den Anbau von Wein benutzt werden (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,352f).

Um den stadtklimatisch wirksamen Austausch von Kaltluft zu gewährleisten, sind Luftleitbahnen mit geringer aerodynamischer Oberflächenrauigkeit erforderlich. Diese Luftleitbahnen lassen sich nach Matzarakis in Ventilationsbahnen und Durchlüftungsbahnen unterscheiden (vgl. Matzarakis 2001,220f):

- *Ventilationsbahnen*: Klimarelevante Luftleitbahnen, die bei windschwachen Wetterlagen einen Austausch von Luftmassen mit unterschiedlichem thermischen Niveau erlauben. Ventilationsbahnen können in Frischluft-

¹⁸ Temperaturänderungen werden als adiabatisch bezeichnet, wenn zwischen der sich bewegenden Luft und ihrer Umgebung kein Wärmeaustausch stattfindet. Dies tritt zum Beispiel beim Absinken eines Luftkörpers auf: Aufgrund des steigenden Außendruckes wird dieser komprimiert, die dafür aufgewendete Energie wird in innere Energie umgewandelt, so dass sich die Temperatur erhöht. Dies gilt umgekehrt auch für das Aufsteigen eines Luftkörpers. Als trockenadiabatische Temperaturänderung werden derartige Prozesse ohne Wolkenbildung bezeichnet. Der Gradient beträgt circa 1°K pro 100m Höhenveränderung.

bahnen (z.B. Grünflächen mit niedriger Vegetation, Wasserflächen, Freiflächen ohne Emissionen, Gleisanlagen ohne Diesellokbetrieb, Heranführen von lufthygienisch unbelasteten Luftmassen) und Kaltluftbahnen (z.B. Grünflächen mit niedriger Vegetation, Wasserflächen während des Tages, breite Gleisanlagen in der Nacht; Austausch von kühlen Luftmassen unterschiedlichen lufthygienischen Niveaus) unterschieden werden.

- *Durchlüftungsbahnen*: Klimarelevante Luftleitbahnen, die bei starkem Wind eine Durchlüftung des Stadtgebietes erlauben.

Luftleitbahnen sind unter diesen Aspekten differenziert zu betrachten. Nachfolgende Tabelle stellt die Eignung von Luftleitbahnen für den Kaltlufttransport zusammen:

<i>Luftleitbahn</i>	<i>Aerodynamische Rauigkeit z_0</i>	<i>Thermische und lufthygienische Bewertung</i>	
Ein- und Ausfallstraßen	Niedrig	(-)	Lufthygienisch kritisch. KFZ-Emissionen und Hausbrand im Einzugsgebiet möglich.
Bahntrassen	Niedrig	(o)	Kaum Emissionen, wenn kein Diesellokbetrieb.
Grünflächen	Mehr oder weniger niedrig	(+)	Keine Freisetzung von Emissionen, Aerosol- und Gasfilterung, Möglichkeit der Entwicklung von Eigenzirkulation
Fließ- und Stehgewässer	Sehr niedrig	(++)	Möglichkeiten der Entwicklung von Eigenzirkulation, keine Freisetzung von Emissionen, Senke für Gase und Aerosole
		(-)	Möglicherweise Minderung des thermischen Effekts in der Nacht durch warmen Wasserkörper

Tab.4: Luftleitbahnen und ihre thermische und lufthygienische Eignung für den Kaltlufttransport (eigene Darstellung nach Kuttler und Romberg 1992 und Beckröge 1990 in Hupfer und Kuttler 2006,415)

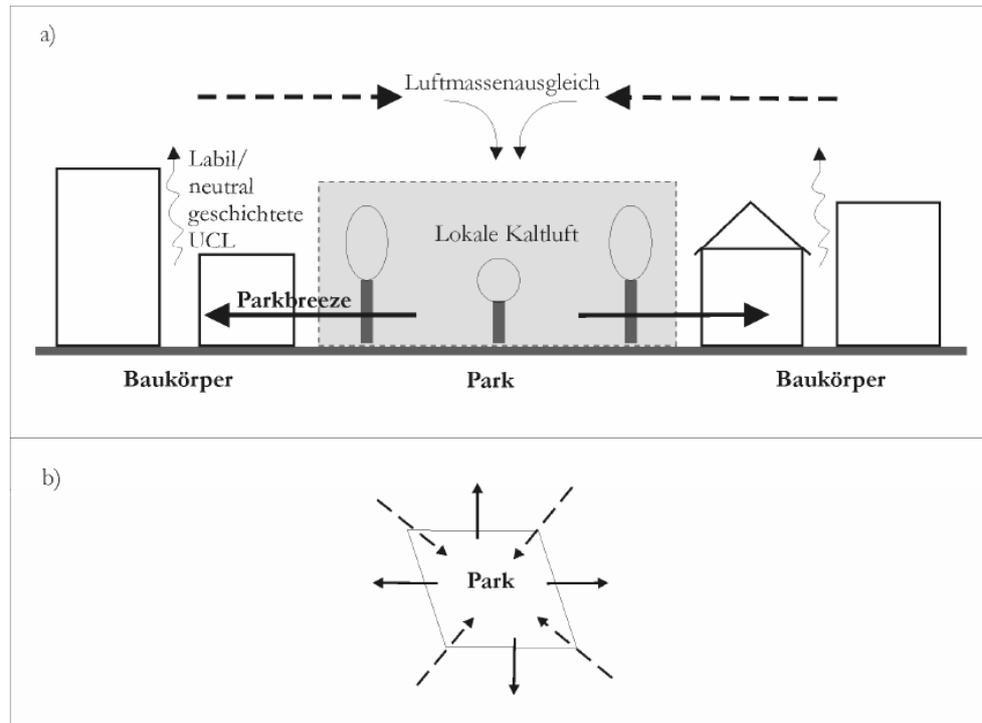
Funktion 3 - Klimamodifikationen in städtischen Grünflächen (Parks):

Für die Stadtplanung relevant ist neben den Funktionen der Kaltluftproduktion und des Kaltluftabflusses auch die Frage, wie diese im Stadtraum bestmöglich zu verteilen sind und welche Wirkungen dann in Abhängigkeit von Größe und Lage zu erwarten sind. Grundsätzlich kann zwischen den klimatischen Wirkungen innerhalb von Parks und den Wirkungen auf die Umgebung des Parks unterschieden werden:

In urbanen Gebieten mit einer deutlich ausgeprägten Überwärmung (städtischer Wärmeinsel) lässt sich in Parkanlagen eine deutlich stärkere nächtliche Temperaturabnahme als in der unmittelbaren Nachbarschaft beobachten. Die Intensität dieser so genannten *park cool island's (PCI)*, die ähnlich dem *urban heat island* über die horizontale Temperaturdifferenz t_{u-p} *Urban zu Park* definiert werden, hängt maßgeblich von der räumlichen Lage des Parks ab. Je näher am dicht bebauten Stadtzentrum und desto deutlicher ausgeprägt die städtische Wärmeinsel ist, desto

intensiver ist der *park cool island* - Effekt ausgeprägt. In Stadtrandlagen oder gut durchlüfteten Gartenstädten sind die Effekte hingegen kaum mehr nachweisbar (vgl. Bongardt 2005,12ff). Als Mindestgröße für das Auftreten eines PCI erscheinen 5ha als ausreichend (ebd. 53).

Abb.16: Schematische Darstellung des *park breeze* [a) Querschnitt, b) Draufsicht] (Bongardt 2005,40 unter Verwendung von Narita et. al. 2002)



Aufgrund der beschriebenen Temperaturunterschiede zwischen Parks und ihrer unmittelbaren Nachbarschaft entstehen Luftdruckunterschiede, die zu einem Luftaustausch auf mikroskaliger Ebene führen (*park breeze*). »Der Begriff Parkwind beschreibt eine mikroskalige horizontale Luftströmung, die bodennah aus der Grünfläche in die Umgebung strömt« (Bongardt 2005,40).

Wie in Abb.16 dargestellt, bildet sich unter der Annahme, dass es sich hierbei um einen vierseitig durch Bebauung umschlossenen Park handelt, eine annähernd zentrifugale Luftströmung aus. Während die aufgrund der nächtlichen Abkühlung entstehende Kaltluft in die Randbereiche abfließt, entsteht eine Ausgleichsströmung, die den entstehenden Druckunterschied kompensiert (gestrichelte Pfeile).

Die Ausprägung des *park breeze* tritt nach Bongardt (2005) am häufigsten bei wind-schwachen Strahlungswetterlagen auf, bei denen sich die größten Temperaturunterschiede zwischen dem Stadtkörper und dem Park ausbilden können. Die errechnete maximale Parkbreezegeschwindigkeit von $0,54 \frac{m}{s}$ hängt zusätzlich von der Struktur der angrenzenden Bebauung und der Topographie ab. Vermutlich tritt der Park Breeze ähnlich den Hangwinden und den Flurwinden periodisch auf, das heißt es handelt sich nicht um einen konstanten Luftstrom.

3.4 Einfluss der Albedo auf die städtische Wärmeinsel

Das Ausmaß der Erwärmung von Oberflächen hängt zu einem großen Teil von deren Rückstrahlungseigenschaften ab. Dieses Phänomen ist Teil unserer Alltagserfahrung, so würden wir zum Beispiel an heißen Sommertagen grundsätzlich die helle gegenüber der dunklen Bekleidung aus diesem Grund bevorzugen. Ausgedrückt wird die Rückstrahlungsfähigkeit anhand des Albedo-Wertes, dem Quotienten aus reflektierter zu einfallender Lichtmenge. Dieser liegt in einem Bereich zwischen 0 (kein Licht reflektiert) und 1 (alles Licht wird reflektiert), wird allerdings oftmals auch in Prozenten ausgedrückt. Die Albedo bestimmt wesentlich das Temperaturverhalten eines Körpers und kann mit Hilfe eines Spektrometers gemessen werden (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,383ff). In einem Stadtgebiet wird in Summe aufgrund der niedrigeren Albedo solare Energie stärker absorbiert als im ländlichen Raum. Die niedrigere Albedo trägt aufgrund des erhöhten Strahlungsantriebs direkt und aufgrund des erhöhten Energiebedarfs für Raumkühlung in Folge des städtischen Wärmeinseleffektes indirekt zur Klimaerwärmung bei.

Diese wesentliche Eigenschaft von Oberflächen stellt ein mögliches Maßnahmenfeld für die Stadt- und Raumplanung dar. Wenngleich zahlreiche Publikationen zwar auf das Thema verweisen, so wird jedoch in der Regel nur unzureichend darauf eingegangen. Eine nähere Untersuchung des möglichen Reduktionspotenzials der städtischen Wärmeinsel durch Albedoerhöhungen am Beispiel Wien haben Schwaiger et al. (2015) durchgeführt. Anhand stadtklimatischer Simulationen wurden die Auswirkungen einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel zu Vermeidung der Hitzebelastung untersucht und in Folge auch ein möglicher Beitrag zum Klimaschutz durch Reduktion des Kühlenergiebedarfs beurteilt.

In Bezug auf die Möglichkeiten der Energieeinsparung werden die Potenziale eher als gering eingeschätzt. Dies liegt vor allem in der Tatsache begründet, dass der Stromverbrauch für Gebäudekühlung mit 0,1% des Gesamtenergieverbrauchs in Österreich einen relativ geringen Anteil ausmacht. Vergleichsweise wird für Kühlschränke und Gefriergeräte mit 12,3% (Stand 2008, derzeit sinkend) ein unverhältnismäßig höherer Anteil an Energie benötigt (vgl. Schwaiger et al. 2015,20f). Eskeland und Mideska (2010, ebd.) schätzen, dass in den nächsten 100 Jahren aufgrund des Klimawandels der Gesamtenergiebedarf in Österreich sinken wird. Während der Energieaufwand für Heizung sinkt, ist im Bereich der Raumkühlung mit einem steigenden Energiebedarf zu rechnen.

Zu den Möglichkeiten, über die Albedo Einfluss zu nehmen, wurde in der Studie von Schwaiger et al. (2015,40ff) zunächst anhand von Literaturrecherchen und Interviews der Stand der Technik erhoben. Dabei hat sich bestätigt, dass die Albedo neben Dachbegrünung zu den wirksamsten Mitteln zählt, den städtischen Wärmeinseleffekt einzudämmen. Dies vor allem, weil im Vergleich zu Begrünungsmaßnahmen die Wirkungen auch dann erzielt werden, wenn die für die Verdunstung und Kühlleistung erforderliche Feuchtigkeit nicht mehr zu Verfügung steht. Allerdings besteht hinsichtlich der Änderung der horizontalen und vertikalen Albedo in der Praxis noch wenig Erfahrung. Der mögliche Einfluss auf den städtischen Wärmeinseleffekt als Ergebnis dieser Recherche wird in nachfolgender Tabelle übersichtlich dargestellt:

Tab.5: *Low-tech*-Maßnahmen zur Reduzierung des UHI-Effekts in Städten und der zu erwartende Effekt auf das Mikroklima und den Stromverbrauch in Wien (+ positiver Beitrag, o kein Beitrag, - negativer Beitrag). (Schwaiger et al. 2015,45)

<i>Low Tech Maßnahme</i>	<i>Zu erwartender Effekt in Bezug auf UHI Reduktion</i>	<i>Mögliche realistische Durchführbarkeit der Maßnahme inkl. Kosten</i>	<i>Zusätzliche positive Effekte auf das Stadtklima</i>	<i>Zusätzliche positive Effekte auf den Wohnkomfort in Gebäuden</i>
Parks- und Grünflächen	++	o (+)	++	o (+)
Bäume und Vegetation	+	+++	++	++
Dachbegrünung	++	++	++	++
Fassadenbegrünung	++	+	++	+++
Albedoänderung von Dachflächen und Fassaden	++	++	+	++
Albedoänderung anderer horizontaler Flächen (Straßen, Gehwege, Parkflächen, Plätze, etc.)	+++	+	o	o

Als Grundlage für die stadtklimatischen Simulationen haben Schwaiger et al. (2015,18f) die Dachflächentypen Wiens erhoben und mit Albedowerten aus Satellitenbildzeitreihen von Landsat 5 TM verknüpft. Das Ergebnis dieser Datenverknüpfung waren Albedo-Mittelwerte für Landnutzungstypen, die in Folge für die stadtklimatischen Simulationen manipuliert werden konnten. Diese Simulationen erfolgten mit Hilfe des mikroskaligen, dreidimensionalen urbanen Klimamodells des Deutschen Wetterdienstes (MUKLIMO_3). Tab.6 zeigt das Flächenausmaß und die Albedo verschiedener Dachtypen von Wien:

Tab.6: Dachflächen ausgewählter Dachkategorien und deren mittlere Albedowerte (Referenzalbedo) ohne Schneebedeckung für Wien (Schwaiger et al. 2015,31)

<i>Dachflächen und -typ</i>	<i>Neigung</i>	<i>Fläche (1.000m²)</i>	<i>Albedo (%)</i>
Blechdach	flach	4,854	0,13
Blechdach	schräg	3,775	0,13
Gründach	flach	1,079	0,30
Eternitdach	schräg	12,944	0,13
Glas	schräg	1,618	0,50
Beton/Schotter	flach	12,944	0,10
Ziegeldach (rot)	schräg	16,719	0,20
Weißer Fläche	-	0	0,68

Schwaiger et al. (2015,50f) führten insgesamt 44 Simulationen durch, um Aussagen über die Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündeln treffen zu können. Das Ergebnis der Berechnungen war jeweils die mittlere Anzahl der Sommertage bezogen auf die Klimanormalperiode 1981-2010. Beispielfhaft sei an dieser Stelle nur das kombinierte Experiment Nr. 43 näher erläutert und die Ergebnisse planlich dargestellt.

Dabei wurde eine Realisierung der Gründächer im Ausmaß von 50 % der potenziell dafür geeigneten Dachflächen angenommen, die restlichen Dachflächen wurden mit hochreflektierenden Deckmaterialien simuliert. Zusätzlich wurde vereinbart, dass die Albedo aller Wandflächen und versiegelten Flächen aufgrund des Einsatzes

heller Farben erhöht wird. Es hat sich dabei gezeigt, dass der Einfluss des Anteils der Gründächer mit zunehmender Gesamtalbedo aller Oberflächen abnimmt. Die mittlere Anzahl der Sommertage an der Messstation Innere Stadt bezogen auf die Klimanormalperiode 1981-2010 kann durch dieses Maßnahmenbündel um 18,7 Tage reduziert werden, die mittlere Anzahl der Hitzetage über 30°C Tagesmaximum um 11,2 Tage. Dies bedeutet in Relation zur derzeit bereits gemessenen Anzahl an Hitzetagen eine Reduktion von ungefähr der Hälfte.

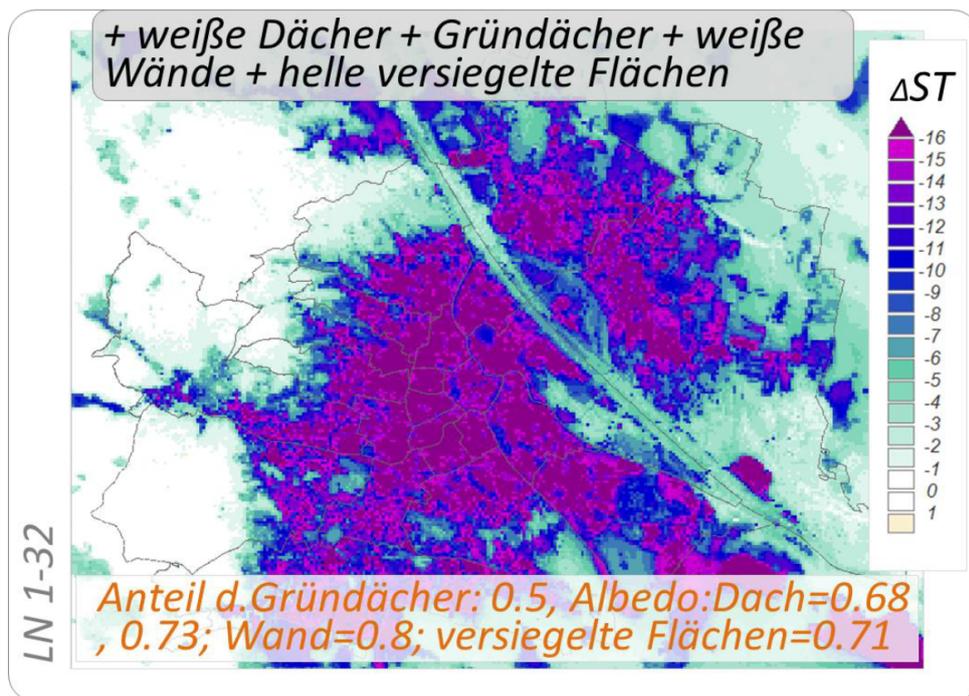


Abb.17: Auswertung der Experimentsimulation Nr. 43 von Schwaiger et al (2015,64): Änderung der mittleren jährlichen Anzahl der Sommertage für Wien gegenüber der Referenzsimulation bezogen auf die KNP 1981-2010. Genordet, ohne Maßstab.

Nachfolgend wird in tabellarischer Form noch das Potenzial der Reduktion von Sommertagen und Hitzetagen durch kombinierte Maßnahmenbündel, welche die Erhöhung der Albedo beinhalten, gemäß der Studie von Schwaiger et al (2015) dargestellt.

Tab.7: Durchschnittliche jährliche Reduktion der Anzahl an Sommertagen und Hitzetagen in Wien - Innere Stadt für verschiedene Varianten der Veränderung horizontaler und vertikaler Gebäudeoberflächen bezogen auf die KNP 1981-2010, α =Albedo - (Schwaiger et al. 2015,66)

<i>Experiment – Simulation Angenommene Maßnahme</i>	<i>Veränderung Sommertage</i>		<i>Veränderung Hitzetage</i>	
	<i>in Tagen</i>	<i>[%]</i>	<i>in Tagen</i>	<i>[%]</i>
Alle Dächer wurden in Gründächer umgewandelt ($\alpha=0,17^{19}$)	-10,2	-14,1	-7,4	-34,9
Alle Dächer für Bebauungskategorien wurden in Dächer mit hohem Albedo umgewandelt ($\alpha=0,68$)	-6,8	-9,4	-4,6	-21,7
100% des Potenzials für Dachbegrünung werden umgesetzt ($\alpha=0,17$), alle anderen Dachformen in Dächer mit hohem Albedo umgewandelt ($\alpha=0,68$)	-8,5	-11,8	-6,1	-28,8
50% des Potenzials für Dachbegrünung werden umgesetzt ($\alpha=0,17$), alle Fassaden werden weiß gestrichen ($\alpha=0,80$), alle anderen Dachformen in Dächer mit hohem Albedo umgewandelt ($\alpha=0,68$), Blechdächer werden in weiße Aluminiumdächer umgewandelt ($\alpha=0,73$), alle anderen versiegelten Stadtflächen (außer Straßen) werden in helle Betonflächen umgewandelt ($\alpha=0,71$)	-18,7	-25,9	-11,2	-52,8
100% Prozent des Potenzials für Dachbegrünung werden umgesetzt ($\alpha=0,17$), alle Fassaden werden weiß gestrichen ($\alpha=0,80$), alle anderen Dachformen in Dächer mit hohem Albedo umgewandelt ($\alpha=0,68$), Blechdächer werden in weiße Aluminiumdächer umgewandelt ($\alpha=0,73$), alle anderen versiegelten Stadtflächen (außer Straßen) werden in helle Betonflächen umgewandelt ($\alpha=0,71$)	-19,3	-26,7	-11,3	-53,3

Für die Stadt- und Raumplanung eröffnet sich hier ein Feld potenzieller, relativ kostengünstiger Anpassungsmaßnahmen. Aus Sicht des Verfassers bieten sich solche vor allem im Bestand an. Vor allem können großvolumige Industrie- und Gewerbebauten, die aus statischen Gründen sehr schwer auf Gründächer umrüstbar wären, kostengünstig hell gefärbt werden. Auch versiegelte Flächen innerhalb der Stadt können im Zuge von Erneuerungsarbeiten auf helle Farben umgestellt werden, so dass ohne erhebliche Zusatzkosten ein Gewinn für das städtische Mikroklima erzielt wird. Mögliche Konflikte sind allerdings mit Zielen des Denkmalschutzes oder des Kulturerbes zu erwarten, da beispielsweise in vielen österreichischen Städten eine rotbraune Ziegelerdeckung der ortsüblichen Deckungsform entspricht.

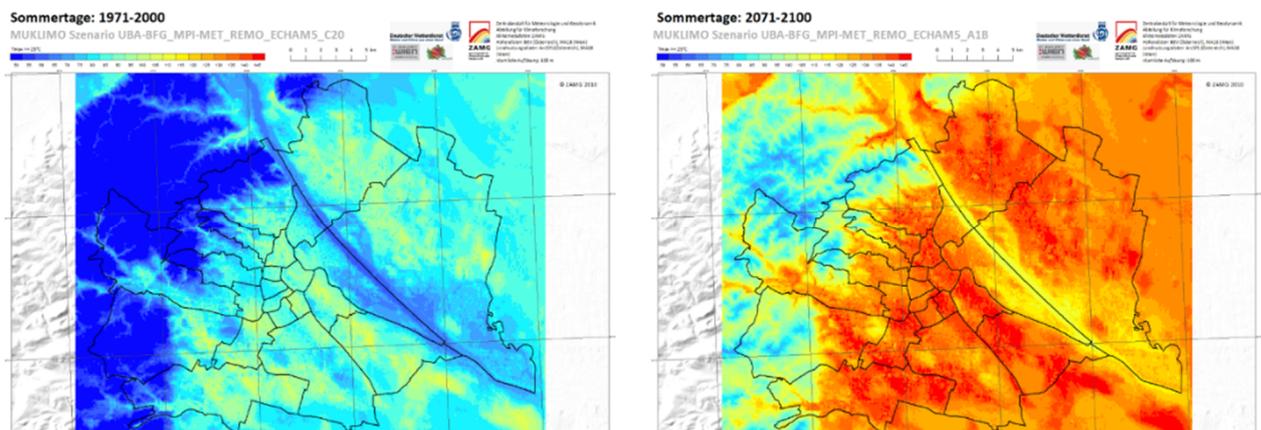
Im Bereich der Neubauten sieht der Verfasser jedoch weiterhin die überwiegenden Vorteile von Dachbegrünungen aufgrund der positiven Begleiteffekte, sofern man die Reduktion der städtischen Wärmeinsel als Leitziel betrachtet, wie der Retention

¹⁹ Das Modell MUKLIMO_3 berechnet für jeden Landnutzungstyp eine Dachalbedo, die dem gewogenen Mittel der Albedo dieser kombinierten Adaptierung entspricht, wobei für Gründachanteile explizit ein Vorgabewert von $\alpha=0,17$, dem Mittelwert jener Landnutzungs-kategorie die in der Referenz nahezu nur aus unversiegelten Flächen bestehen, definiert wurde. Der hier angeführte Wert unterscheidet sich daher von der Referenzalbedo von Gründächern von $\alpha=0,30$.

von Niederschlagswässern oder dem Beitrag zur Verbesserung der Lufthygiene. Dieses Bündel an positiven Effekten kann aus Sicht des Verfassers die erhöhten baulichen Investitionen begründen. Gründächern und anderen Maßnahmen wie Fassadenbegrünung oder Baumpflanzungen sollte bei Neubauten daher der Vorzug gegeben werden.

3.5 Ausprägung der städtischen Wärmeinsel in Wien

Die städtische Wärmeinsel ist in Wien deutlich ausgeprägt. So zeigt sich, dass an der Station Wien Innere Stadt gegenüber der Station Wien Hohe Warte deutlich mehr Tage pro Jahr auftreten, an denen relevante Schwellenwerte des Temperaturminimums überschritten werden. Zum Beispiel kommen Nächte mit einer Minimaltemperatur über 19°C an der Station Innere Stadt rund drei Mal so oft vor, wie an der Station Hohe Warte (vgl. Formayer et al. 2007,21f).



Voranstehende Abbildung verdeutlicht anhand der durchschnittlichen Anzahl an Sommertagen das räumlich differenzierte Auftreten dieser städtischen Wärmeinsel im Raum Wien. Dargestellt wird die Anzahl der durchschnittlich im Jahr auftretenden Sommertage (Tage mit einem Temperaturmaximum über 25°C) für die gemessene Periode 1971-2000 und den Prognosezeitraum 2071-2100. Deutlich erkennbar ist die räumlich differenzierte Ausprägung der Wärmeinsel, weshalb man wie bereits im vorangegangenen Kapitel erwähnt, die städtische Wärmeinsel auch als urbanen Wärmearchipel bezeichnet. Mit diesen ist in stärker durchgrünzten Bezirken weniger oft zu rechnen, als in Bezirken mit geringer Frei- und Grünraumausstattung.

Abb.18: Durchschnittliche Anzahl der Sommertage in Wien in der gemessenen Periode 1981-2010 und im Prognosezeitraum 2071-2100, simuliert mit dem urbanen Klimamodell MUKLIMO_3. Ergebnisse des Forschungsvorhabens FOCUS-I. Genordet, ohne Maßstab. (Zuvela-Aloise und Matulla 2011)

4 Klimawandel

Neben den prognostizierten Veränderungen für Wien soll auch der in der Planungspraxis relevanten Frage nachgegangen werden, welche Informationen die Klimaforschung derzeit für die Örtliche Raumplanung liefern und wo die Raumplanung diese beziehen kann.

Grundsätzlich ist alles Leben auf der Erde durch eine ausgeglichene Bilanz zwischen Energieeinstrahlung von der Sonne und Energieausstrahlung von der Erde möglich. Ohne Ausstrahlung würde sich die Erde ständig erwärmen. Dieses System aus kurzweiliger Energieeinstrahlung von der Sonne, langweiliger Energieausstrahlung durch die Erde und atmosphärischer Filterung und Gegenstrahlung ist wesentlich abhängig von der Zusammensetzung der Atmosphäre. Für benannte Gegenstrahlung verantwortlich sind klimarelevante Spurengase (Treibhausgase), die einen Teil der langweiligen Strahlung, welche die Erde ins All zurückstrahlen würde, in der Atmosphäre absorbieren und wiederum in alle Richtungen emittieren. Dadurch kommt ein Teil der Ausstrahlung wieder an die Erdoberfläche zurück: Die Wärmestrahlung verlässt das System Erde-Atmosphäre nicht vollständig (Treibhaus) und es kommt zur Erwärmung. Ein steigender Anteil anthropogener Treibhausgase beeinflusst dieses Gesamtsystem und führt zu steigenden Temperaturen vor allem in der nördlichen Hemisphäre. Kontinentaleuropa und insbesondere der Alpenraum sind von diesen Auswirkungen besonders betroffen.

Im folgenden Kapitel werden die prognostizierten Auswirkungen auf das Wiener Klima dargestellt und besprochen. Es wird der Frage nachgegangen, wie sich das Stadtklima im Allgemeinen und hinsichtlich der Hitzebelastung im Besonderen zukünftig entwickeln wird. Aufgrund der aus den bestehenden Klimamodellen erhältlichen Daten kann ein Betrachtungszeitraum etwa bis zum Ende des 21. Jahrhunderts herangezogen werden. Als Datengrundlagen dienen Ergebnisse österreichischer inner- und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen wie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik oder dem Institut für Meteorologie an der Universität für Bodenkultur Wien. Zahlreiche Arbeiten sind auch mit Unterstützung des Landes Wien entstanden, wie beispielsweise eine Stadtklimaanuntersuchung der Fa. Steinicke und Streifeneder aus dem Jahr 2001 (Schwab und Steinicke 2001). Die wichtigsten verwendeten Studien, die den Stand der Forschung betreffend das Wiener Stadtklima repräsentieren, wurden in Kapitel 1.7 dargelegt.

4.1 Allgemeine Klimatrends für Österreich

Österreich ist aufgrund seiner Lage im Alpenraum von der Klimaerwärmung überdurchschnittlich betroffen. Bis heute hat sich die Lufttemperatur im Vergleich zum Ende des 19. Jahrhunderts am Sonnblick auf 3.100m Seehöhe um genau dieselben 2,0°C wie in Wien erhöht und die Klimamodelle zeigen einen weiter fortschreitenden Trend zu höheren Temperaturen. Gemäß ZAMG (2014) ist bis zum Ende des 21. Jahrhunderts nach den Modellen mit einem Temperaturanstieg im Alpenraum von rund 3,2°C bezogen auf die von der WMO festgelegte Klimanormalperiode 1961 – 1990 zu rechnen. Bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts wird dieser Anstieg bereits 1,8°C betragen, wovon 0,6°C bisher bereits eingetreten sind (ZAMG 2014). Der Temperaturanstieg wird dabei regional und saisonal unterschiedlich ausfallen. Formayer et al. (2007,12f) erwarten den stärksten Anstieg mit 2,3° bis 3,0°C für den Herbst, was vorwiegend auf den Niederschlagsrückgang in dieser Jahreszeit zurückzuführen ist.

Die thermischen Belastungszonen in Österreich konzentrieren sich aufgrund der topographischen Struktur vorwiegend im Nordosten (Wien und Niederösterreich), im Südosten (Graz) sowie in inneralpinen Tal- und Beckenlagen (Klagenfurt, Innsbruck). Hier ist auch mit dem häufigsten Auftreten von Temperaturextremen zu rechnen, wobei die physiologische Belastung im Laborraum Wien aufgrund häufiger Winde nicht so hoch einzustufen ist wie zum Beispiel im Grazer Becken oder im Klagenfurter Becken (vgl. Gerersdorfer et al. 2006,8f).

Insbesondere, wenn man der Frage nach den thermischen Auswirkungen auf den Menschen nachgeht, ist die Auswertung meteorologischer Ereignistage von Interesse. Als meteorologische Ereignistage bezeichnet man Tage oder Zeitperioden, an denen ein besonderes meteorologisches Ereignis eintritt oder ein vorgegebener Schwellenwert über- oder unterschritten wird. Relevant für das Stadtklima sind Sommertage (Tagesmaximum der Lufttemperatur mindestens 25°C), Hitzetage (Tagesmaximum der Lufttemperatur mindestens 30°C) und besonders heiße Tage (Tagesmaximum der Lufttemperatur mindestens 35°C) (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,172). Hinsichtlich der Auswirkungen besonders heißer Phasen auf die Gesundheit können ferner noch die so genannten Kysely-Perioden und *Warmen Nächte* herangezogen werden (vgl. Kapitel 4.5). Es konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf die Auswirkungen der Hitze in der Stadt und es sind daher vor allem die hier genannten meteorologischen Ereignistage interessant. Für die Beschreibung des Stadtklimas sind zudem noch weitere meteorologische Ereignistage wie Frosttage oder Eistage und auch Vegetationsperioden von Aussagekraft.

Durch das IPCC wurde im September 2013 die Zusammenfassung des fünften Sachstandsberichtes zum Klimawandel vorgelegt. In diesem wird unter anderem festgestellt, dass in Europa *wahrscheinlich* mit einer Zunahme von Hitzeperioden und Hitzewellen in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts zu rechnen ist. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ist dies sogar *sehr wahrscheinlich* (vgl. IPCC 2013,5).

4.2 Klimamodellierung und Klimaszenarien

Klimamodelle können auf Basis physikalischer Gesetzmäßigkeiten mit Hilfe mathematischer Gleichungen die Veränderungen des Klimas in unterschiedlichen Maßstäben prognostizieren. Die Ergebnisse sind dabei Näherungswerte, die sich je nach eingesetztem Modell unterscheiden können. Mit Hilfe der Modelle werden unterschiedliche Szenarien der Klimaentwicklung berechnet, wobei die bekanntesten Szenarien jene des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) sind. Die Szenarien unterscheiden sich in grundsätzlichen Annahmen z.B. zum Verbrauch fossiler Energieträger oder zum Einsatz alternativer Energiequellen. Bekanntestes Szenario ist das A1B-Szenario, das einen Mittelweg zwischen einerseits weiterer Nutzung fossiler Energieträger bei gleichzeitiger Nutzung erneuerbarer Energieträger repräsentiert (vgl. IPCC 2007).

Regionale Auswirkungen für größere Gebiete wie zum Beispiel den Alpenraum oder Wien werden durch die Regionalisierung globaler Klimamodelle (so genannte GCM's) ermittelt. Während globale Klimamodelle mit Rastern von 150-200km arbeiten, schaffen regionale Klimamodelle heute Auflösungen bis zu 1km. Die Verfahren zur Regionalisierung von Klimaprognosen (*Nesting* oder statistisches *Downscaling*) werden allgemein als *downscaling* bezeichnet. Hierdurch können die besonderen räumlichen Gegebenheiten des Untersuchungsraumes (wie zum Beispiel Ostösterreich oder die Stadt Wien) berücksichtigt werden. Angetrieben werden alle Modelle jedoch durch die GCM's (vgl. ZAMG 2014).

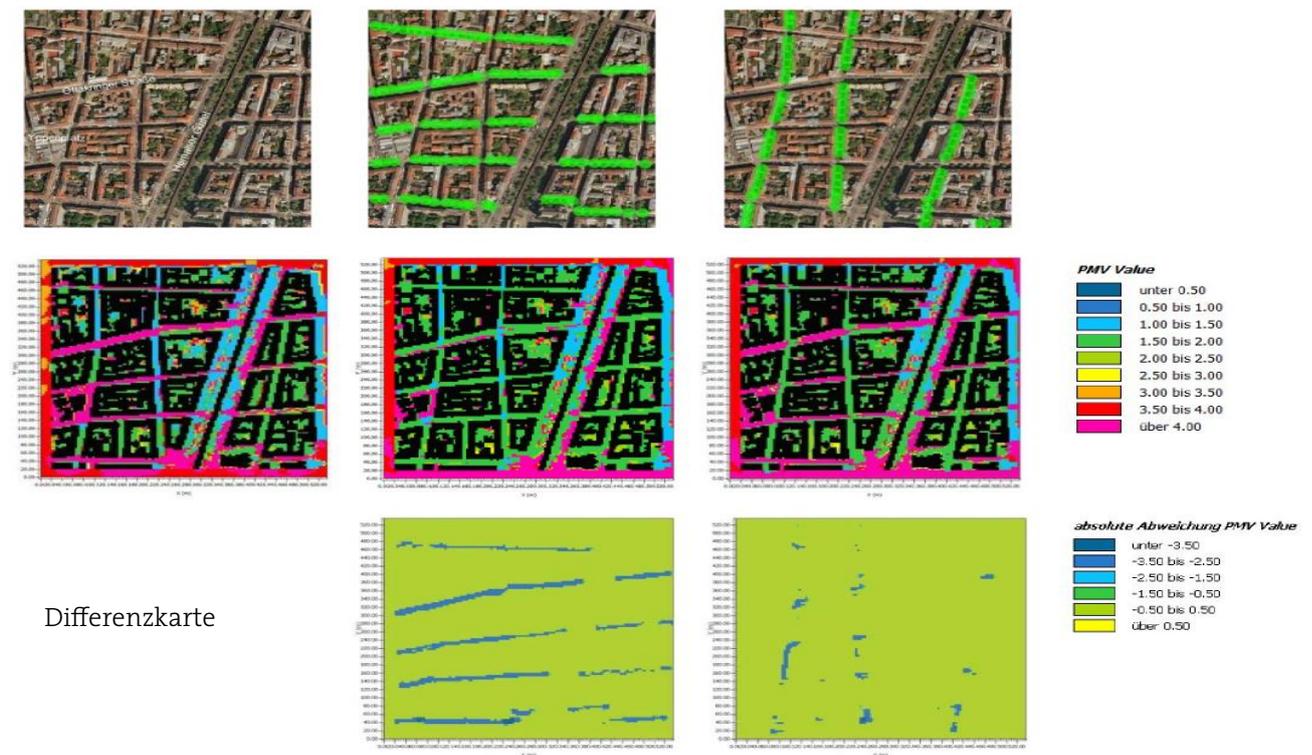
Werden mehrere regionale Untersuchungen zur Absicherung der Ergebnisse durchgeführt, so spricht man von Ensemblebetrachtungen. Unsicherheiten ergeben sich aus mehreren Faktoren: Geschätzte Entwicklung der Treibhausgaskonzentration, Unterschiede in den globalen Klimamodellen für Europa und Unterschiede bei den Regionalisierungsverfahren (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,25). Durch Ensemblebetrachtungen mit unterschiedlichen Modellen und Szenarien lassen sich die Unsicherheiten in den Prognosen zu einem Teil ausschalten. Die Verlässlichkeit der Modelle lässt sich unter anderem überprüfen, indem man die Klimadaten der Gegenwart berechnet und mit den Messwerten vergleicht. Hinsichtlich der Entwicklung der Temperatur können bereits sehr belastbare Daten gewonnen werden, wesentlich höhere Unsicherheiten ergeben sich hingegen bei der Prognose des Niederschlags (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,16).

Daten und Prognosen zum Klimawandel liegen hauptsächlich in punktueller Form für die meteorologischen Stationen vor. Für den Laborraum Wien sind hier insbesondere die Wetterstationen Hohe Warte, Innere Stadt, Mariabrunn, Donauefeld, Groß Enzersdorf und Unterlaa von Interesse. Es lassen sich an den Stationen Hohe Warte (Hauptstation des österreichischen Wetterdienstes) und Mariabrunn, die beide kaum noch urbane Effekte aufweisen, gegenüber der Station Innere Stadt sehr gut die Auswirkungen des städtischen Wärmeineffektes nachvollziehen. Laut Kromp-Kolb und Formayer ist die räumliche Differenzierung von Klimaprognosen jedoch noch zu gering, um Unterschiede innerhalb des Stadtgebietes, oder überhaupt den Stadteffekt in den Klimaprognosen zu reproduzieren (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,4). Räumlich differenzierte Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels, die beispielsweise die realen Bedingungen in Straßenschluchten

und aufgrund der Bebauung in Wien berücksichtigen, liegen nicht vor (vgl. Formayer et al. 2007,7).

Aus stadtplanerischer Sicht von großer Bedeutung hingegen ist die teilraumbezogene Modellierung des Mikroklimas, wie sie zum Beispiel mit Hilfe des Programms ENVI-MET durchgeführt werden kann. Dieses Programm ist unter anderem im dem vom Klima- und Energiefonds geförderten Forschungsprojekt *Urban fabric types and microclimatic response – assessment and design improvement* (UFT-ADI) zum Einsatz gekommen (vgl. Stiles et al. 2014). Nachfolgende Abbildung illustriert, wie mit Hilfe mikroklimatischer Simulation die Wechselwirkung zwischen Stadttypologie und Straßengrün beurteilt werden kann. Die Simulationen für einen Beispielquadranten im Bereich Ottakringer Straße und Hernalser Gürtel zeigen, dass sich erhebliche Verbesserungen ergeben, wenn man zusätzlich Baumpflanzungen an der Nordseite von Ost-West-gerichteten Straßenzügen vorsieht. Baumpflanzungen entlang von Nord-Süd-gerichteten Straßenzügen hingegen sind wenig wirksam.

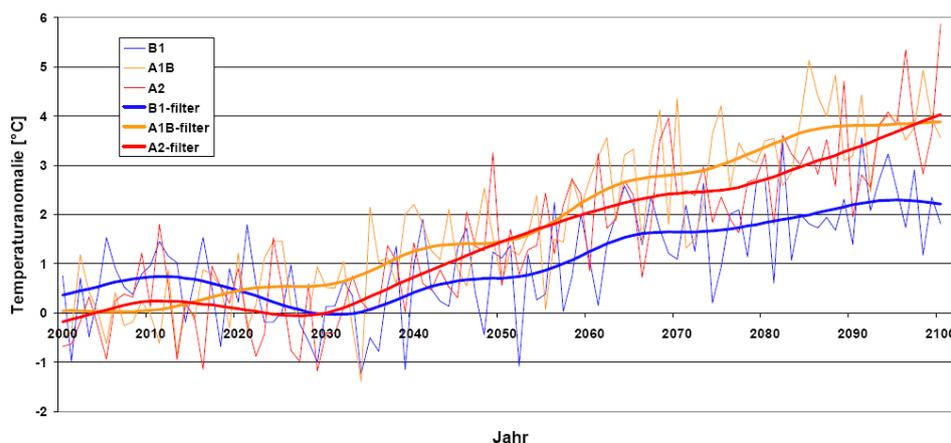
Abbildung 19: Gegenüberstellung der Simulationen mit den PMV-Werten von zwei Gestaltungsvarianten *Bäume im West-Ost- und Bäume in Nord-Süd-Straßenzügen* für einen Beispielquadranten (Stiles et al. 2014,18). Differenzen angegeben in PMV (vgl. Kapitel 5,1)



4.3 Entwicklung der Jahresmitteltemperatur

Für Wien liegen Prognosen zur Entwicklung der Jahresmitteltemperatur unter anderem aus dem Projekt REMO-UBA²⁰ des Deutschen Wetterdienstes vor. Das Modell prognostiziert für die Stadt Wien einen Anstieg von rund 2° bis 4°C je nach verwendetem Emissionsszenario. Die in der nachfolgenden Darstellung ersichtlichen flach ansteigenden Kurven zu Beginn des 21. Jahrhunderts sind auf das verwendete Klimamodell zurückzuführen und sollten daher nicht überinterpretiert werden (vgl. Formayer et al. 2007,15).

Abb.20: Szenarien der Anomalie der Jahresmitteltemperatur in Wien für das 21. Jahrhundert nach REMO-UBA und drei Emissionsszenarien (Einzeljahre und 30-jähriger Gaußfilter) (Formayer et al. 2007/15)



Den Ergebnissen des Modells REMO – UBA folgend, kann somit im Best-Case-Szenario (SRES B1-Szenario) von einem Anstieg um 2°C und im Worst-Case-Szenario von 4°C (SRES A2-Szenario) ausgegangen werden. Nimmt man die Prognosewerte unterschiedlicher Untersuchungen, so zeigt sich aufgrund der geringfügig abweichenden Ergebnisse, dass man den Anstieg der Lufttemperatur als Leitplanken interpretieren muss. Im Wesentlichen sind sich jedoch alle Quellen einig, dass der Temperaturanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts regional unterschiedlich ausfallen wird und sich im Alpenraum voraussichtlich in der Größenordnung von rund 3,0 bis 3,2°C bewegen wird.

²⁰ Mit dem regionalen Klimamodell REMO wurden durch das Max-Planck-Institut für Meteorologie, das Umweltbundesamt (Dt.) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde regionale Klimaprojektionen für Deutschland, Österreich und die Schweiz erstellt. Die Daten stehen für die Untersuchung von regionalen Klimafolgen in einer Auflösung von 10 x 10 km zu Verfügung. Siehe auch www.remo-rcm.de.

4.4 Entwicklung von Hitzetagen

Für die Beschreibung der Klimaverhältnisse an einem Ort sind spezielle Kennwerte unerlässlich. In Bezug auf Hitzeereignisse werden in der Regel Sommertage (Tagesmaximum der Lufttemperatur über 25°C) und heiße Tage oder Hitzetage (Tagesmaximum der Lufttemperatur über 30°C) herangezogen und ausgewertet.

Die Ergebnisse von Prognose- und Kontrollläufen aus dem *reclip:century* Forschungsprogramm lassen bei einer durchschnittlichen Entwicklung bis 2050 eine Zunahme der Sommertage in Wien um 30 Ereignisse im Jahr erwarten. Ausgehend von derzeit rund 50 Sommertagen im Jahr ist daher zukünftig an 80 bis 90 Tagen im Jahr mit einem Temperaturtagesmaximum von über 25°C zu rechnen (vgl. Loibl et al. 2013,9f).

Nachfolgende Abbildungen zeigen die bereits beobachtete Entwicklung der Hitzetage über 30°C in Wien für die Perioden 1961-1990 und 1975-2005 für die fünf meteorologischen Stationen in Wien. Aus den Diagrammdarstellungen sehr gut ersichtlich sind die Unterschiede zwischen den innerstädtischen Messstationen (Innere Stadt, Donaufeld) und den Messstationen in Stadtrandlagen (Hohe Warte, Mariabrunn, Groß Enzersdorf). Demnach sind an der Station Innere Stadt im Mittel 13 und 17 Hitzetage mit mehr als 30°C Tagesmaximum im Jahr aufgetreten. Hierzu im Vergleich an der Station Mariabrunn nur 8 und 12 Tage. Dieser bereits bemerkenswerte Anstieg ist umso interessanter, als sich die Beobachtungszeiträume sogar um 15 Jahre überschneiden.

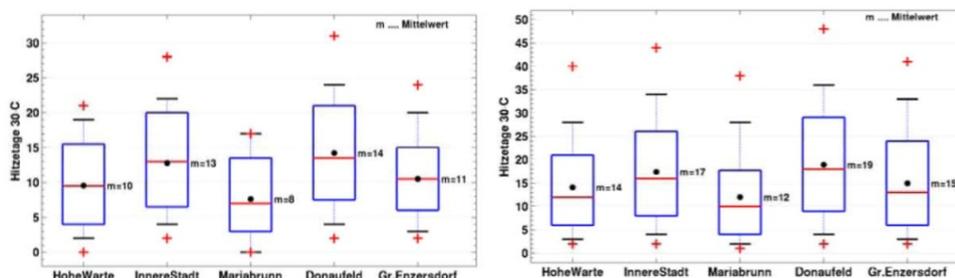


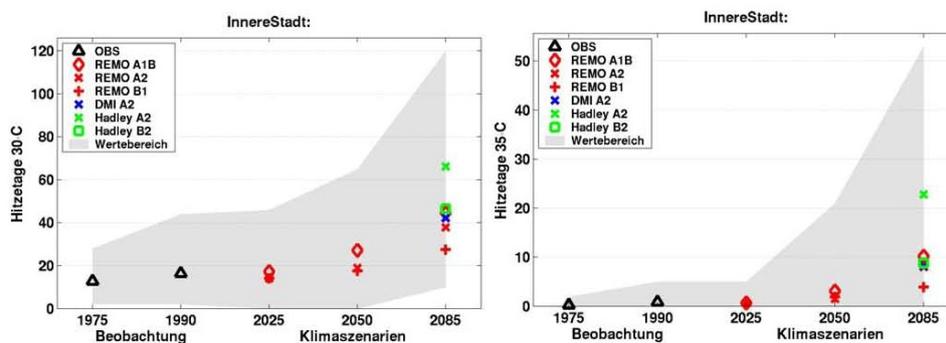
Abb.21: Jährliche Häufigkeit von Hitzetagen mit einem Tagestemperaturmaximum über 30°C an fünf Wiener meteorologischen Stationen in den Perioden von 1961 - 1990 und 1975 - 2005, Box-Whiskers-Darstellung²¹ (Formayer et al. 2007,25)

Die REMO-UBA Szenarien zeigen für das 21. Jahrhundert, dass sich die Anzahl der Hitzetage mit Tagestemperaturmaxima über 30°C an der Station Wien Innere Stadt bis Mitte des Jahrhunderts mehr als verdoppeln wird. Extrem heiße Tage mit Tagestemperaturmaxima über 35°C sind gegen Ende des Jahrhunderts statistisch gesehen so oft zu erwarten wie klassische Hitzetage über 30°C heute. Kromp-Kolb et al. unterstreicht in Bezug auf diese Entwicklung zusätzlich, dass diese Werte aufgrund

²¹ Die Box-Whiskers-Darstellung bietet einen schnellen Überblick über die statistische Verteilung der Werte. In diesem Fall liegen 60% der Daten im Wertebereich der Box (20er und 80er Perzentil) und 90% der Daten im Wertebereich zwischen den Querstrichen (95er und 5er Perzentil). Die rote Linie repräsentiert den Medianwert, zusätzlich wurde das arithmetische Mittel neben die Box geschrieben.

der interannualen Variabilität nur eine Bandbreite darstellen. Mitte des Jahrhunderts ist in Einzeljahren laut der Ergebnisse von Formayer 2007 durchaus auch mit bis zu 70 Hitzetagen im Jahr zu rechnen (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,23f).

Abb.22: Szenarien der Häufigkeit von Hitzetagen mit maximalen Tagestemperaturen über 30°C und über 35°C für die Station Wien Innere Stadt (Formayer et al. 2007,70f)



4.5 Entwicklung von Hitzeperioden

Durch Studien ist belegt, dass für die Belastung des Menschen weniger einzelne, besonders heiße Tage, sondern vielmehr besonders heiße Perioden von mehreren Tagen verantwortlich sind. Besonders betrifft das urbane Räume mit ausgeprägten Wärmeinseln (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,511). Im Rahmen des Forschungsprojektes StartClim wurden in diesem Zusammenhang Definitionen für Hitzeperioden nach Kysely sowie eine eigens erarbeitete Definition *warmer Nächte* verwendet. Die folgende Beschreibung der prognostizierten Entwicklung von Hitzeperioden erfolgt daher getrennt nach diesen beiden meteorologischen Ereignistagen.

Kysely-Tage

Da bis dato keine einheitliche Definition von Hitzeperioden durch die *World Meteorological Organisation* (WMO) vorliegt, wurde im Rahmen des Forschungsprogramms StartClim2005 die vom tschechischen Meteorologen Jan Kysely vorgeschlagene Definition herangezogen. Eine Hitzeperiode nach Kysely wird folgend definiert (Formayer et al. 2007,26):

1. Das tägliche Temperaturmaximum muss an drei aufeinander folgenden Tagen über 30°C betragen.
2. Die Periode gilt als fortlaufend, wenn das Tagesmaximum der einzelnen darauffolgenden Tage mindestens 25°C beträgt sowie
3. wenn das mittlere Temperaturmaximum während der gesamten Periode 30°C nicht unterschreitet.

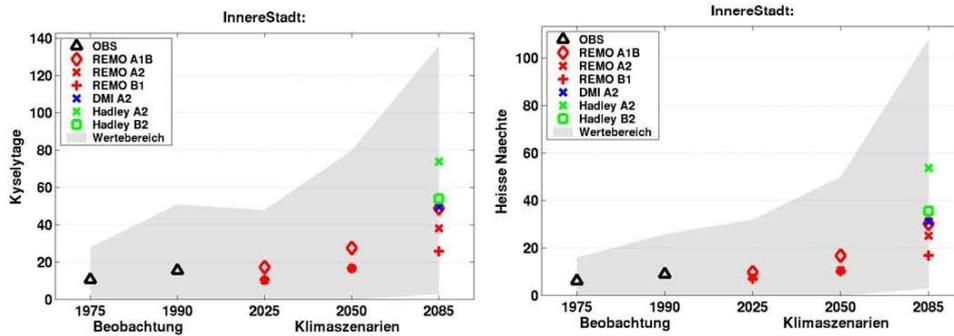


Abb.23: Szenarien der Häufigkeit von Tagen während einer Hitzeperiode nach Kysely und warmen Nächten für die Station Wien Innere Stadt (Formayer et al. 2007,74,79)

Betrachtet man die Prognose für die Kysely-Perioden an der Station Wien Innere Stadt (siehe Abb.23), so ist mit einem eklatanten Anstieg vor allem in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts zu rechnen. Im Jahr 2085 wird im Mittel mit rund 25 bis 75 Kysely-Tagen zu rechnen sein, was gegenüber der Klimanormalperiode 1961-1990 im schlimmsten Fall eine Versiebenfachung darstellt. Eine Auswertung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Station Hohe Warte (siehe Abb.24) zeigt eindrücklich den Anstieg der Hitzeperioden nach Kysely von 1872 bis 2015:

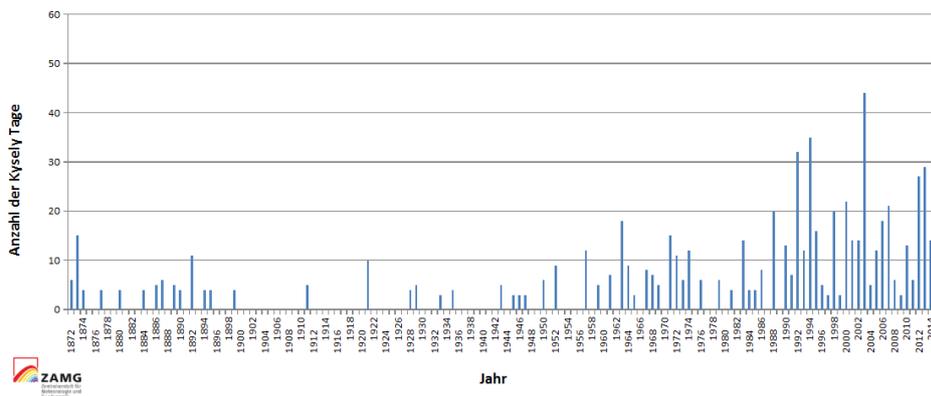


Abb.24: Hitzewelle-Tage an der Station Hohe Warte (1872-2015), Auswertung nach Kysely bis 12.08.2015 (ZAMG 2015a)

Warme Nächte

Eine weitere Definition einer Hitzeperiode – die so genannte *Warme Nacht* - wurde für das Forschungsprojekt StartClim erarbeitet. Eine Hitzeperiode bilden demnach mindestens zwei aufeinander folgende Tage mit über 30°C Tagesmaximum, bei denen in der dazwischenliegenden Nacht die Temperatur nicht unter 18°C sinkt (vgl. Gerersdorfer et al. 2006,18). Diese Definition wurde unter anderem aus einer Untersuchung der Auswirkungen von Hitzeperioden auf die Sterblichkeit gewonnen.

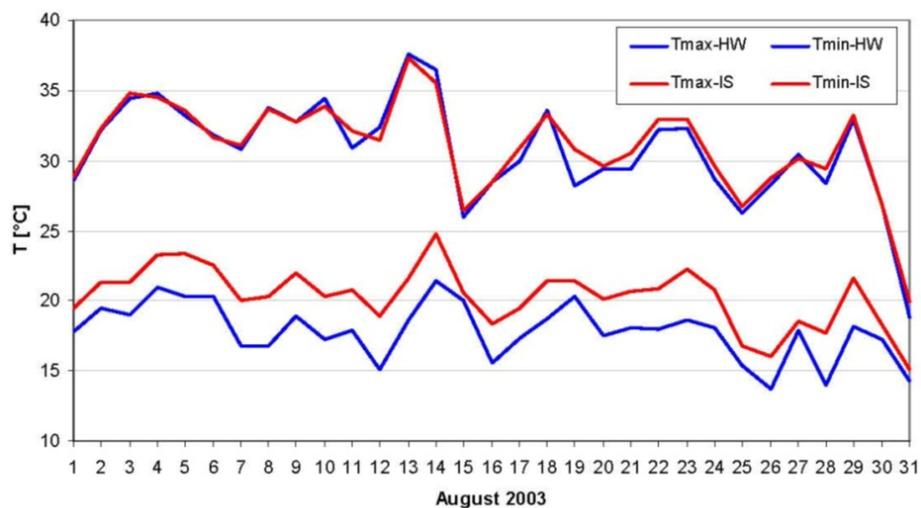
In Gerersdorfer et al. (2006,19) wird die beobachtete Anzahl dieser so genannten *warmen Nächte* für die Klimanormalperiode 1961-1990 und für die Periode 1985–2005 dargestellt. Es zeigt sich hier wiederum ein deutlicher Anstieg in der Anzahl der Ereignisse. An der Station Wien Hohe Warte wurden im Durchschnitt

2,7 und 6,4 solcher Ereignisse beobachtet. Für die Station Wien Innere Stadt (urban geprägt) liegen Daten nur für die Periode 1985-2005 vor, in diesem Zeitraum wurden im Durchschnitt 12,0 solcher Ereignisse beobachtet. Auch hier zeigt sich wieder deutlich der städtische Wärmeinseleffekt.

4.6 Entwicklung nächtlicher Temperaturminima

Von hoher Bedeutung für die physiologische Entlastung ist die nächtliche Abkühlung. Aufgrund von Wärmeinseleffekten fällt die Temperaturdifferenz zwischen dem Tagesmaximum und dem Tagesminimum im urbanen Raum jedoch wesentlich geringer aus als im Umland. Nachfolgende Abbildung zeigt den beobachteten Temperaturunterschied für das meteorologische Stationspaar Wien Hohe Warte (Stadttrandlage) und Wien Innere Stadt (urban geprägt) im August 2003.

Abb.25: Beobachtetes Temperaturmaximum und -minimum an den meteorologischen Stationen Wien Hohe Warte (blau) und Wien Innere Stadt (rot) im August 2003 (Gerersdorfer et al. 2006,20)



Deutlich ist der städtische Wärmeinseleffekt abzulesen, wobei die beobachteten Temperaturmaxima überraschenderweise nahezu identisch sind. In der Nacht zeigen sich jedoch erhebliche Unterschiede, so sinkt die Temperatur am Stadtrand im Vergleich zur Innenstadt im Durchschnitt um 2-3°C mehr ab.

Betrachtet man die statistische Häufigkeit der beobachteten *warmen Nächte* in der Periode 1985 – 2005 an diesen beiden Stationen, so zeigt sich, dass diese an der Station Wien Innere Stadt (12,0 mal) nahezu doppelt so oft aufgetreten sind wie an der Station Wien Hohe Warte (6,4 mal) (vgl. Gerersdorfer et al. 2006,19). Die wärmste Nacht in der Geschichte der Aufzeichnung wurde von 19. auf 20. Juli 2017 gemessen. In der Wiener Innenstadt fiel die Temperatur in dieser Nacht nicht mehr unter 26,9 Grad Celsius (vgl. Die Presse 2017).

4.7 Auswirkungen des Klimawandels auf die städtische Wärmeinsel

Aufgrund der global zunehmenden CO₂-Konzentration wird davon ausgegangen, dass es in Europa etwa zu einer durchschnittlichen Erhöhung der Jahresmitteltemperatur von 2° kommen wird. Diese durchschnittliche Entwicklung erscheint auf den ersten Blick weniger brisant, birgt jedoch folgenschwere Konsequenzen. Zur Beschreibung der Folgen des Klimawandels auf die Temperaturverhältnisse in der Stadt werden am besten meteorologische Ereignistage wie Sommertage (das Tagesmaximum der Temperatur übersteigt 25°C) oder sehr heiße Tage (das Tagesmaximum der Temperatur übersteigt 30°C) herangezogen. Diese meteorologischen Ereignistage werden sich in ihrer Anzahl vervielfachen.

Hinzu kommt, dass solche Tage thermischer Belastung eher als Untergrenze zu sehen sind, da sie alleine nicht die besonders gefährlichen Hitzeperioden widerspiegeln. Kuttler (2011) spricht in diesem Zusammenhang von einem *Akkumulationseffekt*, der durch die mangelnde Abkühlung des Stadtkörpers in der Nacht entsteht. Es kommt zu einem Aufschaukeln der Temperatur bis zu einem Punkt, wo auch die wichtige Erholung in der Nacht nicht mehr möglich ist. An diesem Punkt tritt ein volkswirtschaftlicher Schaden ein, da die Arbeitskraft nicht mehr voll zur Verfügung steht und die Morbiditäts- und Mortalitätsraten steigen (vgl. Kuttler 2011,8). Untersuchungen für Wien haben diesen Zusammenhang bereits bestätigt (siehe Kapitel 5.2).

Allgemein wird aufgrund des Klimawandels mit einem Rückgang der winterlichen Kälte (Kältestress) und einer Zunahme der Sommerwärme gerechnet. Das bedeutet, dass zukünftig eine Verschiebung des Energiebedarfs vom Winter auf den Sommer aufgrund reduzierten Heizwärmebedarfs bei gleichzeitig erhöhtem Kühlungsbedarf zu rechnen ist.

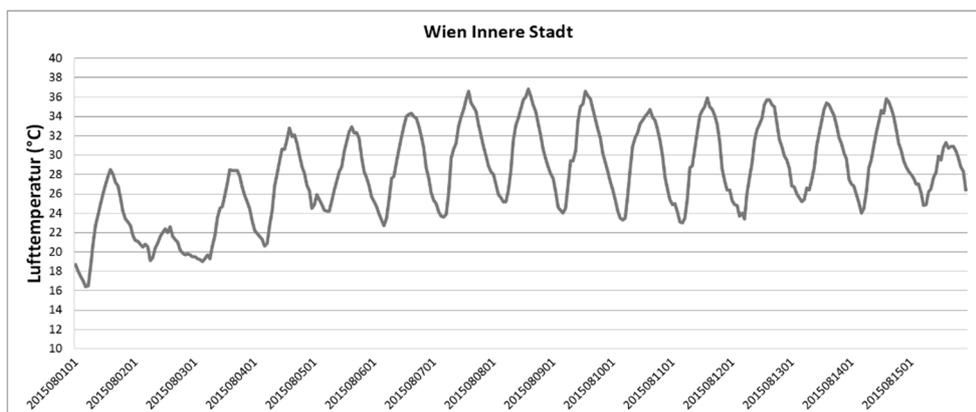


Abb.26: Entwicklung der Lufttemperatur während der Hitzeperiode im Jahr 2015 an der Station Wien Innere Stadt; Sehr gut ablesbar ist die kontinuierlich steigende nächtliche Minimumtemperatur, Zuvvelaj-Aloise, ZAMG

Aus stadtklimatologischer Sicht konnte Groß (1996) für Berlin nachweisen, dass es bei einer Zunahme der Durchschnittstemperatur zu einem häufigeren Auftreten hochreichender Inversionswetterlagen kommen wird. Sollte dies zutreffen, so ist aufgrund des Klimawandels noch mit einer Verstärkung der Luftgüteproblematik aufgrund des mangelnden atmosphärischen Austausches zu rechnen (vgl. Groß 1996 in Hupfer und Kuttler 2006,431).

5 Die Folgen von Hitze in der Stadt

Mit der Hitzeperiode 2003 ist der Zusammenhang zwischen thermischer Belastung und Gesundheit des Menschen in den Mittelpunkt gerückt. Zum Ausdruck der thermischen Belastung wird sehr oft die erhöhte Mortalität herangezogen, da hierfür in den meisten Industrienationen schon für ausreichend lange Zeit Zahlen erfasst werden (BMGF 2017,2). Die auf ein meteorologisches Extremereignis zurückzuführenden Temperaturen in Zentraleuropa haben im Sommer 2003, vor allem in den ersten Augustwochen, rund 70.000 direkte und indirekte Todesfälle verursacht (vgl. Robine et al. 2007,2). Betroffen waren vor allem Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, Niederlande, Belgien und zu Teilen Deutschland und Großbritannien. Österreich war von dieser Hitzewelle nur marginal betroffen, trotzdem sind aber die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auch in Österreich in das Interesse der Öffentlichkeit gerückt. Und die Hitzebelastung nimmt weiter zu, so war zum Beispiel das Jahr 2015 der zweitheißeste Sommer nach 2003 (vgl. ZAMG 2015a). Jedoch auch die sozialen Auswirkungen von Hitze in der Stadt sind für die Planung relevant. In diesem Kapitel werden daher zunächst die Zusammenhänge zwischen thermischer Belastung und dem Wohlbefinden der Menschen sowie den dafür erforderlichen Bewertungsindices erläutert. In Folge wird auf die gesundheitlichen Auswirkungen eingegangen, auf die in Zusammenhang mit dem Thema am öftesten referenziert wird. Angesichts ihrer Bedeutung für eine nachhaltige und sozial inklusive Stadtentwicklung wird sodann auch auf soziale Aspekte eingegangen. Wenn auch nicht unmittelbar im Fokus der vorliegenden Arbeit, fasst Kapitel 5.4 noch die ebenfalls oft angesprochenen Auswirkungen auf den Energieverbrauch für Raumkühlung zusammen.

5.1 Thermische Behaglichkeit

Was bedeutet eine Zunahme der Temperatur für das thermische Wohlbefinden und wie lässt sich dieses ausdrücken? Da die Lufttemperatur alleine über das thermische Wohlbefinden wenig aussagt, wurden durch die Biometeorologie mehrere Bewertungsindices entwickelt. Diese werden nachfolgend dargestellt, da sie auch in relevanten Untersuchungen, Plänen und Strategien häufig eingesetzt werden.

Der Bereich der thermischen Behaglichkeit des Menschen liegt grundsätzlich bei einer Hauttemperatur von 33-34°C (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,493). Für Europäer liegt der Bereich einer behaglichen Lufttemperatur zwischen 18-23°C. Die als *behaglich* empfundene Lufttemperatur kann jedoch für Menschen anderer Klimaregionen deutlich abweichen, weshalb sich die Lufttemperatur nur bedingt für Aussagen über die thermische Behaglichkeit eignet (vgl. Stiles 2013).

Die Energiebilanz des Menschen wird durch den eigenen Energieumsatz (Metabolismus) und die auf den Menschen einwirkenden klimatischen Faktoren bestimmt. Um die Kerntemperatur von 37°C zu halten greifen verschiedene Mechanismen zur Thermoregulation. Jene Klimafaktoren, die für die Entstehung des Mikroklimas relevant sind, spielen dabei auch für den menschlichen Energiehaushalt eine Rolle.

Nachfolgende Abbildung stellt alle für die menschliche Wärmebilanz relevanten Energieflüsse dar. Sie zeigt, dass der Energieaustausch über die Strahlung (Sonnenstrahlung) und den Fluss latenter und fühlbarer Wärme erfolgt. Wesentliche Faktoren sind auch die Wärmestrahlung und die Reflexion der bebauten Umwelt.

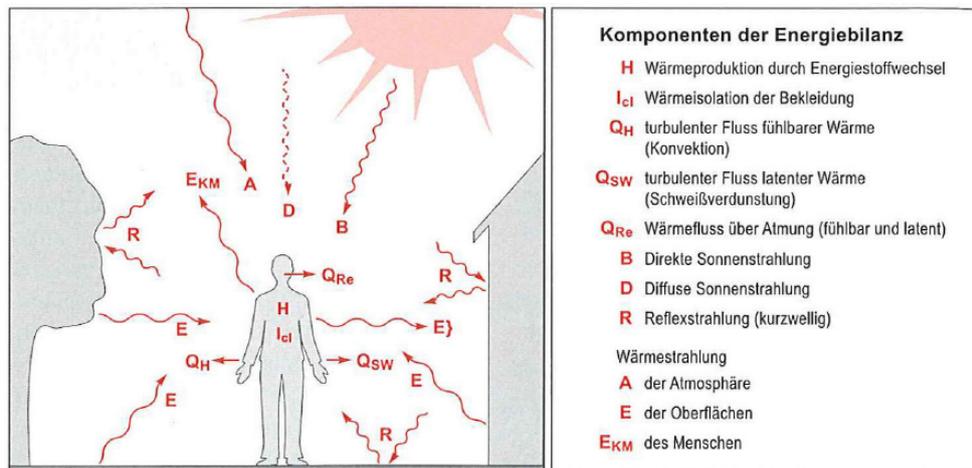


Abb.27: Wärmebilanz des Menschen (Hupfer und Kuttler 2006)

In diesem Zusammenhang bekannte Begriffe sind zum Beispiel die Schwüle oder der *wind-chill*-Effekt. Als Schwüle wird das Zusammentreffen hoher Temperatur mit hoher Luftfeuchte verstanden. Es handelt sich hierbei um eine subjektive Empfindung, die auch von weiteren Faktoren wie zum Beispiel der Windgeschwindigkeit oder der Bekleidung abhängig ist. Nach Hentschel (1982) in Hupfer und Kuttler (2006,494) liegt die Schwülegrenze ungefähr bei einem Dampfdruck von 18,8 hPa. Der *wind-chill*-Effekt hingegen bezeichnet eine Kombination niedriger Lufttemperatur mit hoher Windgeschwindigkeit und den dadurch erhöhten Wärmeverlust ungeschützter Haut.

Da die Lufttemperatur nur ein schlechtes Maß für Aussagen über die thermische Behaglichkeit darstellt, wurden durch die Biometeorologie unterschiedliche Indices für deren Bewertung entwickelt. Diese basieren auf den Wärmebilanzmodellen und ziehen zusätzlich noch Faktoren wie Bekleidung (Isolation) und Aktivität mit ein. Wegbereitend für die Biometeorologie waren die Arbeiten von Fanger (1972), der eine Gleichung zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit in Innenräumen aufstellte. Das Ergebnis dieser Gleichung ist der PMV (*predicted mean vote*), der sich auf einer Ordinalskala von -3,5 (extremer Kältestress) bis +3,5 (extremer Hitzestress) bewegt. Der Wert 0 bedeutet thermische Behaglichkeit.

Gegenüber Innenräumen gestalten sich jedoch die Strahlungsverhältnisse im Freien wesentlich komplexer. Es musste die Gleichung von Fanger daher um ein Strahlungsmodell erweitert werden. Jendritzky et al. (1979) entwickelte aus diesem Ansatz das Klima-Michl-Modell, das ausgehend von einer Standardperson (männlich, 35 Jahre, 1,75m groß, 75kg schwer, 1,8m² Hautoberfläche) das durchschnittliche

subjektive Empfinden für stationäre Freilandsituationen berechnet. Die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 2 definiert auf Basis des Klima-Michl-Modells den PMV als Standardmaß für die thermische Behaglichkeit (VDI 2008).

Da der PMV aufgrund seiner Dimensionslosigkeit nur wenig anschaulich ist, berechnet der Deutsche Wetterdienst ebenfalls auf Basis des Klima-Michl-Modells die so genannte gefühlte Temperatur (*pT*: *perceived temperature*), angegeben in Grad Celsius. Es handelt sich dabei um eine berechnete Lufttemperatur in einer Referenz-umgebung, in der eine Standardperson (Klima-Michl) mit 4 km/h in der Ebene wandert.

Für komplexere thermophysiologische Untersuchungen zum Beispiel in der Medizin steht noch das Münchner Energiebilanzmodell für Individuen (MEMI) zur Verfügung. Es handelt sich dabei um ein Energiebilanzmodell, in dem individuelle Eingangsgrößen (Alter, Geschlecht) berücksichtigt werden können und das reale Werte für die Hauttemperatur und die Schweißverdunstung berechnet. Mit MEMI lässt sich nach Höpfe und Mayer (1987) die *physiologisch äquivalente Temperatur* (PET) ermitteln. Sie ist definiert als die Lufttemperatur, die eine sitzende Person in einer Referenzumgebung und einem konstanten Isolationswert der Kleidung empfindet. Der PET ermöglicht einen Vergleich der Behaglichkeit in Innenräumen und im Freien. Da er wie die gefühlte Temperatur in Grad Celsius ausgedrückt wird, ist er zudem sehr anschaulich. Je nach Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeit können die PET-Werte über oder unter der tatsächlichen Lufttemperatur liegen.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die angesprochenen Bewertungsindices:

Tab.8: Thermische Bewertungsindices bei gleichem thermischen Empfinden, gleicher thermophysiologischer Belastungsstufe, Arbeitsumsatz von 80 W und Isolationswert der Bekleidung von 0,9 I_{clo}. (Zusammenstellung in Hupfer und Kuttler 2006,496 nach Matzarakis und Mayer 1997 und Staiger et. al 1997)

<i>PMV</i>	<i>PET</i> [°C]	<i>pT</i> [°C]	<i>Thermisches Empfinden</i>	<i>Physiologische Belastungsstufe</i>
> 3,5	> 41	> 38	sehr heiß	extreme Wärmebelastung
> 2,5 ... 3,5	> 35 ... 41	> 32 ... 38	heiß	starke Wärmebelastung
> 1,5 ... 2,5	> 29 ... 35	> 26 ... 32	warm	mäßige Wärmebelastung
> 0,5 ... 1,5	> 23 ... 29	> 20 ... 26	leicht warm	schwache Wärmebelastung
-0,5 ... 0,5	18 ... 23	0 ... 20	behaglich	keine Belastung
< -0,5 ... -1,5	< 18 ... 13	< 0 ... -13	leicht kühl	schwacher Kältestress
< -1,5 ... -2,5	< 13 ... 8	< -13 ... -26	kühl	mäßiger Kältestress
< -2,5 ... -3,5	< 8 ... 4	< -26 ... -39	kalt	starker Kältestress
< -3,5	< 4	< -39	sehr kalt	extremer Kältestress

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Beurteilung thermischer Behaglichkeit von einer Vielzahl an Einflussfaktoren abhängt und nicht ausschließlich an der Lufttemperatur festgemacht werden kann. Für bioklimatische Analysen zum Beispiel im Rahmen von Bauvorhaben wird in der Regel daher einer der genannten Indices herangezogen. Diese sind dimensionslos und nicht untereinander oder mit

der Lufttemperatur vergleichbar, vielmehr drücken sie das subjektive thermische Wohlbefinden aus. Aufgrund der möglichen Bandbreiten kann am ehesten die gefühlte Temperatur (pT) ein Ergebnis bieten, dass für Anwenderinnen und Anwender anschaulich ist.

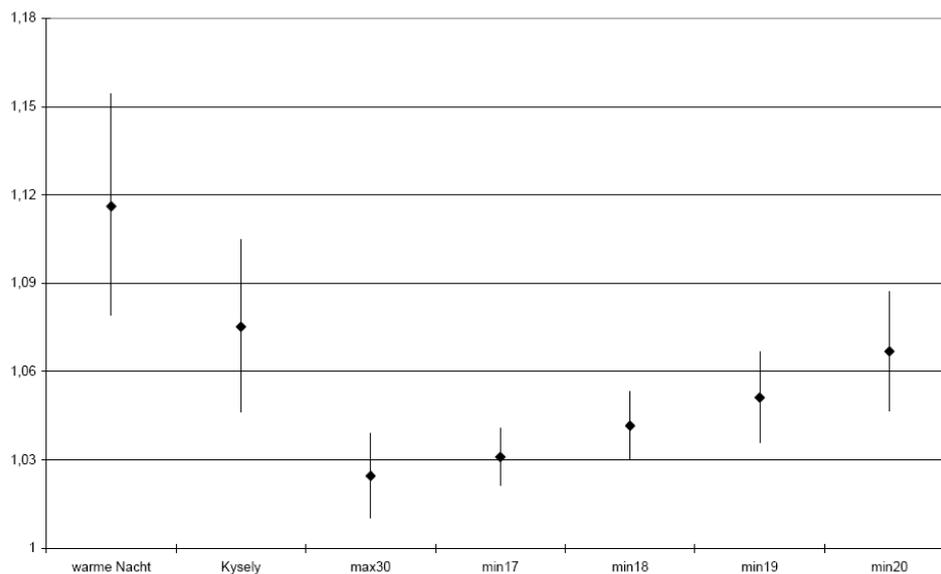
5.2 Auswirkungen auf die Gesundheit

Primär wirken sich steigende Temperaturen auf die Gesundheit des Menschen in Form von Hitzestress aus, damit verbunden sind Auswirkungen auf die Gesundheit in Form steigender Mortalitäts- und Morbiditätsraten. Die Konzentration der Auswirkungen im urbanen Raum ergibt sich dadurch, dass zu Hitzewellen auf meso-skali-ger Ebene noch zusätzlich die bereits vorherrschende urbane Überwärmung zu addieren ist (vgl. Jendritzky 2007,111). Die nachfolgenden Analysen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Wien repräsentieren den aktuellen Stand der Forschung. Am umfangreichsten beschäftigen sich die Studien mit den Auswirkungen auf die Mortalität, wobei auch Auswirkungen auf die Morbidität, Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden zu erwarten sind. Jendritzky (2007,110) beobachtet diesen Trend auch für Deutschland und führt als mögliche Ursache für die Konzentration auf diese Auswirkungen die gute Verfügbarkeit von Daten zur Mortalität an. Hinweise auf mögliche Auswirkungen auf die Morbidität wurden unter anderem durch Studien zur Entwicklung der Krankenhausaufenthalte oder der Anzahl von Notarzteinsätzen bei Hitzeereignissen gegeben.

Eine Analyse der zu erwartenden Änderungen in der Mortalität wurde für Wien von Moshhammer et al. (2006) im Rahmen des Programms StartClim2005 durchgeführt. In der Studie werden die tägliche Sterberate mit meteorologischen Ereignissen wie Hitzetagen und Hitzeperioden nach Kysely statistisch in Zusammenhang gebracht und gezeigt, dass Hitzewellen einen Anstieg der Sterblichkeit zur Folge haben. Die so genannte Übersterblichkeit bezeichnet eine erhöhte Sterberate einer bestimmten Bevölkerungsgruppe verglichen mit dem Bevölkerungsdurchschnitt oder die erhöhte Zahl von Sterbefällen während einer bestimmten Zeitspanne verglichen mit der zur selben Jahreszeit normalerweise erwarteten Sterblichkeit.

Nachfolgende Abbildung von Gerersdorfer et al. (2006,24) zeigt die Abhängigkeit der Übersterblichkeit nicht nur alleine von der Temperatur, sondern auch von der Art des Auftretens. So konnte nachgewiesen werden, dass die Übersterblichkeit bei *warmen Nächten* und *Kysely-Tagen* am höchsten ist, jedoch auch hohe nächtliche Minimumtemperaturen von mindestens 20°C ziehen eine besonders überdurchschnittliche Sterblichkeit nach sich.

Abb.28: Zunahme der Sterblichkeit (relatives Risiko) in Abhängigkeit der gewählten Parameter bzw. der definierten Perioden, bezogen auf die Periode 1990-2004, Wien (Gerersdorfer et al. 2006,24)



Für die Periode von 1990 bis 2004 ermitteln Moshhammer et al. (2006) anhand der Datenreihen für die Station Wien Hohe Warte eine Übersterblichkeit von 15,8%. Das heißt, dass an einem Kysely-Tag durchschnittlich mit 15,8% mehr Sterbefällen als an einem normalen Sommertag zu rechnen war. Eine Berechnung mit Hilfe des *General Additive Model* (GAM) ergab eine Übersterblichkeit von 7,80%. Der berechnete Wert liegt jedoch insofern niedriger, als er zusätzliche Todesfälle durch einen bereits moderaten Temperaturanstieg nicht berücksichtigt. Insgesamt kann somit mit einer überhöhten Sterblichkeit von rund 10% in Hitzeperioden nach der Definition von Kysely gerechnet werden.

Während im Sommer (Juni – August) im Durchschnitt 46,58 Sterbefälle an nicht-Kysely-Tagen zu verzeichnen waren, so traten an Kysely-Tage 53,91 Sterbefälle auf. Zusammenhänge zwischen Sterberate und Kysely-Tagen sind als weit signifikanter einzustufen, als die Sterblichkeit und einfache Hitzetage. Die gezählte hitzebedingte Übersterblichkeit von 15,8% liegt damit in der gleichen Größenordnung wie an epidemischen Grippetagen mit rund 17,99%.

Für die Erstellung einer Prognose wurden in Folge die vorhergesagten Kysely-Tage mit der berechneten und der gezählten Übersterblichkeit multipliziert. Da die Zählung auch eine Steigerung von Todesfällen bei moderatem Temperaturanstieg, der jedoch noch nicht als Kysely-Tag zu klassifizieren ist, enthält, sind diese Werte entsprechend höher. Die Ergebnisse stehen auch in Einklang mit den Erkenntnissen aus der Hitzewelle im Jahr 2003 (vgl. Moshhammer et al. 2006,41). Abb.29 zeigt den prognostizierten Anstieg an Sterbefällen durch Hitzeperioden in Wien:

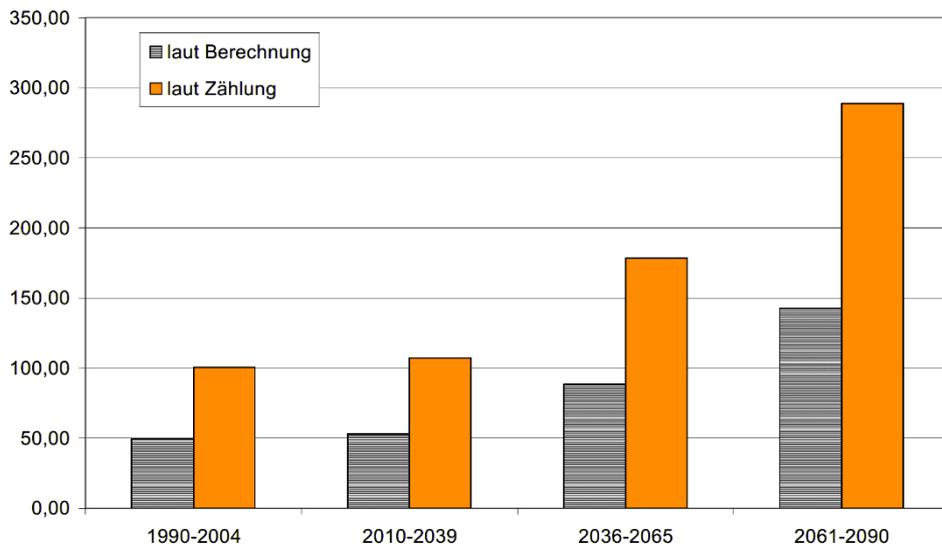


Abb.29: Anstieg der Sterbefälle (zusätzliche Tote jährlich) an Kysely-Tagen. Zugrunde gelegt ist die prognostizierte Zunahme der Kysely-Tagen nach dem Emissionsszenario A1B an der Station Wien Hohe Warte. Die Ergebnisse der Rubrik *Berechnung* ergeben sich aus dem Modell GAM (General Additive Model), die Ergebnisse der Rubrik *Zählung* aus den Mortalitätsdaten der Statistik Austria, die auch Todesfälle aufgrund moderater Hitze umfasst (Moshhammer et al. 2006,32f)

Mancherorts wird die erhöhte Übersterblichkeit bei Hitzewellen auf den so genannten *harvesting-Effekt* zurückgeführt. Darunter wird die vorgezogene Sterblichkeit kranker Personen aufgrund der Hitze verstanden, die danach eine Untersterblichkeit zur Folge hat. Moshhammer et al. (2006,30f) konnten eine geringe Untersterblichkeit nach Hitzeperioden nachweisen, stellten jedoch auch fest, dass über einen Zeitraum von 15 Tagen diese Untersterblichkeit wieder ausgeglichen wird und somit von einem Harvesting-Effekt nicht gesprochen werden kann.

Aus stadtplanerischer Sicht interessant ist, dass die Ergebnisse der Untersuchung räumlich unterschiedlich ausfallen, wenn man diese bezirkswise gruppiert. Hier hat sich gezeigt, dass die Sterbe-Wahrscheinlichkeit in einem dicht bewohnten Bezirk (zum Beispiel Bezirke 1. Innere Stadt, 5. Margareten, 6. Mariahilf, 7. Neubau, 8. Josefstadt, 15. Rudolfsheim-Fünfhaus) im Vergleich zu einem weniger dicht bewohnten Bezirk (zum Beispiel Bezirke 13. Hietzing, 18. Währing, 19. Döbling, 21. Floridsdorf, 22. Donaustadt, 23. Liesing) aufgrund der mangelnden nächtlichen Abkühlung höher liegt (vgl. Moshhammer et al. 2006,27f).

Moshhammer et al. (2006,31f) untersuchten auch allfällige Adaptionen in Bezug auf den bereits beobachteten Temperaturanstieg in Wien in den letzten Jahrzehnten und deren mögliche Auswirkungen auf das Sterberisiko. Ausgehend von der Annahme, dass durch physiologische und kulturelle Mechanismen eine gewisse Anpassung an das Temperaturniveau stattfindet (z.B. kühlere Kleidung, Bauweisen, Mittagspausen, etc.), wollte man wissen, ob eine solche Anpassung in Wien möglicherweise bereits stattgefunden hat. Aus den untersuchten Daten sind jedoch keine Hinweise auf eine Adaption an die bereits beobachtete Steigerung der Jahresmitteltemperatur von rund 1°C zu erhalten.

In einer weiteren Studie von Moshhammer et al. 2009 wurde in Folge der Einfluss von Adaptionsmaßnahmen auf das Sterberisiko durch Temperaturextreme untersucht. Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen, die wiederum auf den Kysely-Perioden basierten, bot folgendes Bild: Die tägliche Anzahl der Sterbefälle

nimmt ab moderaten Temperaturen linear zu. Hinweise für erste Adaptionsprozesse sind vorhanden, können aber nicht anhand von Daten erhärtet werden. Die am stärksten betroffenen Gruppen sind Frauen, ältere Menschen und Personen in Wohnbezirken mit geringerem Sozialstatus, wobei Patientinnen und Patienten von Krankenanstalten in absoluten Zahlen am stärksten betroffen sind. Besonders interessant ist, dass entgegen der Annahme einer höheren Winterübersterblichkeit in *ärmeren* Bezirken aufgrund Heizkostenarmut, es Hinweise für eine höhere Sommerübersterblichkeit aufgrund von Hitzeereignissen gibt. Es konnte hingegen nicht nachgewiesen werden, ob das zeitliche Auftreten von Hitzeperioden im Jahr einen Unterschied hinsichtlich der zu erwartenden Übersterblichkeit hat. Als bauliche Maßnahmen wird seitens der Mediziner empfohlen, für ein angenehmeres Mikroklima durch bessere Belüftung, Grünoasen und Wasserflächen zu sorgen (vgl. Moshhammer et al. 2009,11f).

Obwohl eigentlich eine erhöhte Anzahl an Aufnahmen in Krankenhäusern an Hitzetagen zu erwarten gewesen wäre, kommt die gleiche Studie zu dem Ergebnis, dass sich die höchsten Aufnahmezahlen während *moderaten* Temperaturen – sowohl heißen als auch kalten - zu erwarten sind. Ganz im Gegenteil scheinen extreme Temperaturen vor einer Aufnahme im Krankenhaus zu schützen. Diese Ergebnisse stimmen mit den wenigen vorhandenen europäischen, jedoch nicht mit den amerikanischen Studien überein (vgl. Moshhammer et al. 2006,42). Eine Ursache dürfte wohl in den zur Verfügung stehenden Datengrundlagen gelegen haben. Wie bei der Sterblichkeit ließ sich auch für die Anzahl der Notarzteinsätze eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur nachweisen. Sowohl die Einsatzhäufigkeit von Notarztwagen, Notarzteinsatzfahrzeugen als auch des Notarzhubschraubers steigen mit den zunehmenden Maximaltemperaturen an (vgl. Moshhammer et al. 2006,38).

5.3 Die soziale Dimension sommerlicher Hitze

Grundsätzlich ist zu beobachten, dass in Bezug auf die Hitze in der Stadt vor allem zwei Herangehensweisen verfolgt werden: Einerseits ist eine stark klimatologisch und stadtplanerisch orientierte Sichtweise anzutreffen, in der vor allem die Ursachen in Form des städtebaulichen Erscheinungsbildes und die Verteilung der Grün- und Freiflächen im Fokus der Betrachtung stehen. Auf der anderen Seite haben viele Forschungsarbeiten die Erkundung der gesundheitlichen und sozialen Auswirkungen von Hitze in der Stadt zum Ziel. Auch Großmann et al. (2012,57) konstatieren, dass in der Forschung zum Thema fast ausschließlich diese zwei Forschungsstränge anzutreffen sind. Aus Sicht des Verfassers dürfen im Sinne einer umfassenden Problemdefinition (vgl. Schönwandt 2002,49) jedoch die Lebenswelten der Menschen in der Stadt nicht aus den Augen verloren werden. Auch wenn die subjektive Betroffenheit in der Regel nicht in Statistiken erfasst ist, ist diese zunächst ein maßgeblicher Treiber dafür, dass bestimmte Umstände erst als Problem benannt werden und auch auf die Agenda der Planung gelangen. Weiter sieht der Verfasser in der subjektiven Betroffenheit eine wichtige Argumentationsgrundlage, die zur Akzeptanz von Anpassungsmaßnahmen beitragen und die Realisierungschance erhöhen kann, weshalb in diesem Kapitel die subjektive Betroffenheit und Anpassungsstra-

tegien in der Bevölkerung dargestellt werden. Auch nachfolgende planungstheoretische Einordnung des Themas in die Quadriga nach Jung (2008,49), die auch die Organisation von Einrichtungen und Verhaltensweisen umfasst, erfordert, dass man die subjektive Betroffenheit und die daraus resultierenden Verhaltensweisen in Bezug auf Hitze in der Stadt näher betrachtet. Neben den körperlichen und physiologischen Folgen sowie der erhöhten Sterblichkeit sind daher auch unbedingt die Auswirkungen auf die Lebenswelten der Menschen mit zu betrachten.

Subjektives Belastungsempfinden

In Wien wurde eine Befragung im Zuge der Ausarbeitung des Urban-Heat-Island Strategieplans durchgeführt, um die Einstellung der Wiener Bevölkerung zum Thema Hitze in der Stadt, dem Verhalten bei Hitzeperioden und der Einschätzung der Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen zu erheben. 385 Antworten konnten im Zuge dieser Befragung im Jahr 2013 gesammelt werden. Die Ergebnisse zeigten, dass Hitze vor allem in den Straßen und in der Wohnung als Belastung empfunden wird. Auf die Frage, welche Maßnahmen gegen die Hitze getroffen wurden, wurde am Häufigsten das Lüften in den Morgenstunden (88%), regelmäßiges Trinken (86%) und das Geschlossenhalten von Fensterläden und Vorhängen (80%) genannt. Interessant ist, dass nur eine vernachlässigbar geringe Anzahl der Befragten angegeben haben, an das Verlassen der Stadt oder an die Reduktion von Arbeitszeiten zu denken (vgl. Damyanovic et al. 2016,300f).

Großmann et al. (2012,56ff) untersuchten anhand von ähnlichen Befragungen die empfundene Hitzebelastung in Leipzig, um einen Einblick in die diesbezüglichen lebensweltlichen Strukturen zu erhalten. Viele Erkenntnisse dieser Studie bestätigen die in der vorliegenden Arbeit erarbeiteten Annahmen. Die subjektive Belastung steigt mit zunehmendem Wohngeschoss, sinkt hingegen in sanierten Gebäuden und bei ausreichender nahegelegener Grünraumausstattung. Demzufolge ist auch die subjektive Belastung in offenen Bebauungstypen gegenüber geschlossenen Bebauungstypen geringer.

Manche Erkenntnisse dieser Studie sind allerdings teilweise kontraintuitiv: In der Regel wird bei Untersuchungen zur Verwundbarkeit das Alter als Indikator herangezogen und ältere Menschen werden als besonders vulnerable Bevölkerungsgruppe definiert. Die Ergebnisse der Befragungen haben diese Annahme allerdings nicht bestätigt, sondern ergaben vielfältige Einflüsse als Ursache. Insbesondere was die Gruppe der älteren Menschen anbelangt wurde festgestellt, dass gerade diese Gruppe aufgrund weniger zeitlicher Zwänge den Tagesrhythmus gut an die Hitzebelastung anpassen kann. Allerdings zeigte sich auch eine notwendige Differenzierung zwischen jungen Alten und Hochbetagten Menschen.

Auf Basis dieser Untersuchung stellten Großmann et al. (2012,66ff) sechs Thesen auf, deren Ursachen in der unausweichlichen Hitzeexposition und stressverstärkenden Anforderungen aufgrund der Lebensführung zu finden sind:

1. Exposition ist vor allem dann ein Stressfaktor, wenn thermisch angenehme Orte als Rückzugsmöglichkeit fehlen. Erst anhaltende Exposition führt zu einem Gefühl der Hilflosigkeit und des Ausgeliefertseins.

2. Der Wohnstandort ist nicht der einzige Ort der Exposition, für manchen Menschen ist es nicht einmal der wichtigste Ort. Die Aktionsräume der Menschen müssen als Ganzes betrachtet werden und die Alltagswege und Arbeitsorte stärker berücksichtigt werden.
3. Berufe mit hohem kognitivem Leistungsdruck sind besonders stark belastet, da die Hitze die Konzentrationsfähigkeit beeinträchtigt, Nicht-Leisten-Können jedoch keine Option darstellt.
4. Ein straffes Zeitregime im Alltag beeinträchtigt die wohl effektivste Strategie der Hitzebelastung zu begegnen, nämlich exponierte belastende Tätigkeiten in die kühle Tageszeit zu verlegen.
5. Die Freude über schönes Wetter führt zu einer Ambivalenz in der Hitze-wahrnehmung.
6. Ein nicht unwesentlicher Faktor sind Dresscodes oder allgemeine körperliche Normen, die die individuelle Anpassung verhindern und den Hitze-stress verstärken (z.B. Pflicht zum Anzug oder religiös motivierte Bekleidungs-vorschriften).

Die Arbeiten von Großmann et al. (2012) zeigen einen aus Sicht des Verfassers interessanten Aspekt auf: Das Problem der Hitzebelastung in der Stadt ergibt sich nicht ausschließlich aus stadtklimatologischen und physiologischen Ursachen, sondern auch gesellschaftliche Normen und Zwänge spielen eine Rolle, weil sie wichtige Strategien im Umgang mit der Hitze behindern können.

Abb.30: Das Beispiel Mariahilferstraße zeigt, wie durch Baumpflanzungen thermisch angenehme Aufenthaltsräume geschaffen werden. In Kombination mit ansprechendem Straßenmobiliar entstehen durch sorgfältige Planung belebte Orte, wo sich Menschen gerne aufhalten, weil soziale Kontakte möglich sind (Gehl 2015,202). Bild: Google Streetview



Eine weitere Untersuchung mit einer großen Sample führten Ginski et al. (2013, 86ff) im Mai 2010 in Aachen durch. Kern der Studie war eine schriftliche Befragung, ergänzt um Akteursworkshops und Interviews mit Aachener Schüsselexpertinnen und -experten der Stadtentwicklung sowie mit Selbstständigen. Wenn auch nur Personen über 50 Jahre befragt wurden, geben die in Summe 2.181 zurückgesandten Fragebögen ein sehr umfassendes Bild über das persönliche Belastungsempfinden.

In Hinblick auf die demographischen und soziökonomischen Einflüsse wurden folgende signifikanten Zusammenhänge festgestellt:

- Das Belastungsempfinden steigt im Alter. Bei den über 80-Jährigen gibt ein überdurchschnittlicher Anteil der befragten Personen an, dass die Hitze als Belastung empfunden wird.
- Das Belastungsempfinden korreliert mit dem subjektiv bewerteten Gesundheitszustand. Personen, die sich von Hitze belastet fühlen, schätzen ihren Gesundheitszustand als eher schlecht ein. Besonders deutlich ist dieser Zusammenhang bei jener Teilgruppe, die an chronischen Erkrankungen wie Bluthochdruck und Kreislauferkrankungen oder Krankheiten der Atmungsorgane leiden.
- Auch bei der wirtschaftlichen Situation zeigte die Befragung einen signifikanten Zusammenhang: Je schlechter die Befragten ihre wirtschaftliche Situation einschätzen, desto eher fühlen sie sich von Hitze belastet.

Ein weiterer interessanter Aspekt wurde hinsichtlich der baulich-räumlichen Einflüsse festgestellt: Die Untersuchung weist diesbezüglich auf eine Benachteiligung von Mieterinnen und Mietern gegenüber Eigentümerinnen und Eigentümern hin. Die Ursachen werden einerseits in einem Nutzer-Investoren-Dilemma ausgemacht, womit gemeint ist, dass Investitionen in Anpassungsmaßnahmen wie Rollläden oder bessere Wärmedämmung bei Mietwohnungen oftmals ausbleiben, da diese nicht auf die Mieter umgelegt werden können. Weiter liegen Mietwohnungen in der Regel häufig in zentralen Stadtlagen, in denen aufgrund der hohen Bebauungsdichte und der mangelnden Grünraumausstattung die Belastung ohnedies höher ist als in Stadtrandbezirken.

In Bezug auf die Situation am Arbeitsplatz gaben 60% der Befragten an, dass die Temperatur zu warm sei. Hier wurden Unterschiede in Bezug auf die Berufsgruppen festgestellt: Personen im öffentlichen Sektor leiden mehr unter der Hitze als beispielsweise Selbstständige. Ersteres wird auf den schlechten Gebäudebestand im öffentlichen Sektor zurückgeführt, Letzteres auf die flexibleren Möglichkeiten von Selbstständigen, die Arbeitsbedingungen und den Tagesrhythmus an das Wetter anzupassen.

Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit

Im Rahmen des Forschungsprogramms StartClim wurde durch die Wiener Universität für Bodenkultur gemeinsam mit einer allgemein bildenden höheren Schule in Wien versucht, den Zusammenhang zwischen Temperatur und Leistungsfähigkeit zu ermitteln. Es wurden hierzu über einen Zeitraum von 8 Wochen die Temperatur

und die relative Luftfeuchte im Klassenzimmer einer 5. Klasse kontinuierlich aufgezeichnet. Die Schülerinnen und Schüler absolvierten in diesen 8 Wochen insgesamt 12-mal einen einfachen psychologischen Konzentrationsleistungstest (d2-Test). Gleichzeitig wurde auf einer 7-stufigen Skala die thermische Behaglichkeit abgefragt, von *viel zu warm* bis *viel zu kalt*. Wenngleich die Aussagekraft der Daten aufgrund von Inhomogenität (nur 5 von 22 Schülern waren immer anwesend, es gab Probleme bei der Durchführung der Tests und der Temperaturbereich war verhältnismäßig zu klein) nur wenig belastbar sind, zeigt sich doch ein deutlich negativer Zusammenhang zwischen der Temperatur und den Testergebnissen (vgl. Schwarzl und Lang 2005,15).

Auswirkungen auf Personen mit Migrationshintergrund

Innerhalb der städtischen Bevölkerung sind Personengruppen mit Migrationshintergrund besonders von hitzebedingten Risiken betroffen. Die Ursachen sind laut Wiesböck et al. (2015,2f) vorwiegend in beschränkten finanziellen Ressourcen und sozialer Benachteiligung zu finden. Hierdurch leben diese Bevölkerungsgruppen vorzugsweise in dicht bebauten und besiedelten Quartieren, die stark von städtischer Überwärmung betroffen sind. Aufgrund fehlender finanzieller Ressourcen verfügen sie über eingeschränkte Reaktionsmöglichkeiten, wie zum Beispiel an heißen Tagen auf einen kühleren Zweitwohnsitz auszuweichen oder Kühlgeräte anzuschaffen. Ein niedrigeres Bildungsniveau korreliert zudem mit mangelndem Wissen über die Funktionsweisen unseres Gesundheitssystems sowie mit einem ungesunden Lebensstil. Aufgrund manueller beruflicher Tätigkeiten zum Beispiel im Baugewerbe oder in der Gebäudereinigung sind diese Personen der Hitze stark ausgesetzt. Im Rahmen des Projektes *EthniCityHeat* (vgl. Wiesböck et al. 2015,4f) wurde die Vulnerabilität von Stadtbewohnerinnen und -bewohnern mit Migrationshintergrund gegenüber Hitze untersucht: Erste Ergebnisse von zwei Fallstudien haben die genannten Zusammenhänge bestätigt. Untersucht wurde das Verhalten einer Familie mit türkischem Migrationshintergrund sowie einer österreichischen Familie in Hitzeperioden. Beiden Familien war gemeinsam, dass sie über beschränkte finanzielle Ressourcen verfügen, keine höhere Ausbildung abgeschlossen haben und in dicht bebauten, überwärmten Stadtgebieten leben. Unabhängig von den vergleichbaren sozioökonomischen Parametern war die österreichische Familien aufgrund ihres *Lifestyles* besser in der Lage, mit der Hitze umzugehen und einen guten Gesundheitszustand aufrecht zu erhalten. Beide Familien haben jeweils angegeben, vermehrt innerstädtische Grünräume zur Erholung aufzusuchen.

Auswirkungen auf das Freizeit- und Erholungsverhalten

Wiederum die Universität für Bodenkultur Wien hat in einer Studie die Auswirkungen von Hitzetagen auf das Freizeit- und Erholungsverhalten sowie auf das Besichtigungsprogramm von Städtetouristinnen und -touristen am Beispiel Wien untersucht (vgl. Brandenburg et al. 2011). Der Städtetourismus ist auch in Österreich eine wichtige Säule des Tourismus, wobei Wien die Hauptdestination darstellt. Die meisten Nächtigungen sind dabei in den Sommermonaten Juni bis August zu

verzeichnen, in denen auch mit dem häufigsten Auftreten von Temperaturextremen zu rechnen ist. Eine Tendenz, die sich im Städtetourismus deutlich zeigt, ist die Zunahme der 60 bis 79-jährigen Gäste. Einer Gruppe also, die eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber thermischer Belastung aufweist. Im Rahmen des Klimaforschungsprogrammes StartClim 2010 wurde in Kooperation mit dem Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, der Stadt Wien und Wien-Tourismus eine standardisierte Befragung von Touristen zum Thema Hitze in der Stadt durchgeführt. An jeweils drei auf Hitzetage folgenden Tagen wurden unter anderem am Stephansplatz, im Burggarten oder beim Schloss Schönbrunn insgesamt 365 Interviews geführt.

Die Ergebnisse der Befragung zeigen deutlich, dass unter den Sommertouristinnen und -touristen die thermische Belastung durchwegs ein Thema ist, das bei der Urlaubsplanung berücksichtigt wird. Hitze führt unter anderem zu Änderungen im Besuchsprogramm vor allem von Touristinnen und Touristen, die einen längeren Aufenthalt geplant haben und somit kein gedrängtes Programm *durchziehen müssen*. Gemieden werden dann vor allem Prachtbauten und Schlossgärten wie Schönbrunn oder das Belvedere, wohingegen Parks und Erholungsgebiete sowie Museen vermehrt aufgesucht werden. Zur Frage nach erwünschten Maßnahmen gegen die hohen Temperaturen rangierten der Wunsch nach mehr Beschattung auf Rang 3 (nach dem Wunsch nach gratis Trinkmöglichkeiten und Klimaanlage), der Wunsch nach mehr gepflegterem Grün auf Rang 6 (vgl. Brandenburg et al. 2011,24). Als positiv kann gesehen werden, dass Wien als *grüne Stadt* mit seinem hochqualitativen Trinkwasserangebot sehr hohes Potenzial hat, sich als kühle Destination zu vermarkten. Bei zunehmend steigenden Temperaturen ist darüber hinaus eine Verlängerung der Hauptsaison jeweils im Frühjahr und im Herbst zu erwarten. Die Ausstattung mit Grün- und Freiräumen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels kann somit auch für den Städtetourismus einen positiven Beitrag leisten. Sie steigert die Aufenthaltsqualität und trägt so zur Attraktivitätssteigerung von Wien als Tourismusdestination bei.

5.4 Exkurs: Energiebedarf und Kosten für Raumkühlung

Sehr oft angesprochen werden auch mögliche Auswirkungen der städtischen Überwärmung auf den Kühlenergiebedarf. Das Projekt COIN (*Cost of Inaction: Assessing the costs of climate change for Austria*), das im Rahmen des *Austrian Climate Research Program* (ACRP) durchgeführt wurde, untersuchte den steigenden Energiebedarf für Raumkühlung und dessen Auswirkungen auf den Gesamtenergieverbrauch. Im Jahr 2008 entsprach der Energiebedarf für Raumkühlung in Österreich rund 0,4-0,5% des Energiebedarfs für die Raumheizung. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass für die Raumkühlung in erste Linie elektrische Energie verwendet wird, die im Vergleich zum überwiegend fossilen Energiemix für die Raumheizung, relevant höhere Kosten verursacht. Aufgrund der allgemeinen Klimaerwärmung, thermischer Gebäudesanierungen und effizienterer Neubauten ist mit einer Abnahme des Gesamtenergiebedarfs für Heizen, Kühlen und Warmwasseraufbereitung von ungefähr 40% bis 2050 zu rechnen. Aufgrund sinkenden Energiebedarfs für die Raumheizung werden in Summe trotz erhöhtem Kühlenergiebedarfs Einsparungen von € 226 Mio. in der Periode 2036-2065 prognostiziert (vgl. Kranzl et al. in

Steininger et al. 2015,253). Im Bereich der Stromproduktion sind allerdings Investitionskosten für zusätzliche Anlagen zu erwarten, um die Spitzenlasten abfangen zu können, die durch die Raumkühlung auftreten werden. Diese Investitionskosten werden ungefähr mit 230 € Mio. beziffert (vgl. Kranzl et al. in Steininger et al. 2015,275). In Summe ergeben sich den zitierten Untersuchungen nach somit Energieeinsparungen bei volkswirtschaftlich betrachtet ungefähr gleichen Kosten.

6 Zentrale Erkenntnisse für das Handlungsfeld Stadtplanung aus stadtklimatischer Sicht

Für eine klimawandelgerechte und auf die zunehmende thermische Belastung reagierende Raumplanung lassen sich aus den dargestellten Entwicklungen mehrere Schlussfolgerungen ziehen. Mit Sicherheit kann davon ausgegangen werden, dass sich die stadtklimatischen Verhältnisse (Wärmeinsel) zukünftig noch deutlicher ausprägen werden. Ein Anstieg der mittleren Jahrestemperatur von 2 – 4°C in Wien geht einher mit einem eklatanten Anstieg der nächtlichen Minimumtemperaturen und einer Zunahme der Häufigkeit von Hitzeperioden. Berücksichtigt man die vorliegenden Klimaprognosen, so ist vor allem ab der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts mit einem deutlichen Anstieg der Temperaturen zu rechnen. Wenn man von einer Bestandskraft des gebauten Stadtbildes von rund 100 Jahren ausgeht, ist jetzt das *Zeitfenster*, um Anpassungsmaßnahmen im Stadtkörper zu beginnen. In den vorangehenden Kapiteln wurden nach dem Prinzip *problems first* die Auswirkungen dargelegt, die zu Anpassungsbedarf führen. Die relevantesten Implikationen für die Planungspraxis werden in vorliegendem Kapitel zusammengefasst.

6.1 Räumliche Verteilung der Effekte

Die Ausprägung der städtischen Wärmeinsel zeigt sich vor allem in den erhöhten nächtlichen Temperaturminima. Grün- und Freiraumstrukturen, die zur nächtlichen Abkühlung beitragen können, soll daher in der Planung besonderes Augenmerk geschenkt werden. Aus Sicht der Örtlichen Raumplanung wird angestrebt, diese Auswirkungen des Klimawandels durch temperatursenkende Maßnahmen wie dem Einsatz von Grün- und Freiräumen in den nächsten Jahren auszugleichen, um die Zunahme der meteorologischen Ereignistage hintanzuhalten. Folglich ist es eine Voraussetzung, Kenntnis über die thermisch belasteten Quartiere in der Stadt zu erhalten. Dann kann man sich mit der Frage beschäftigen, wie durch eine Veränderung der städtebaulichen Struktur eine Reduzierung der thermischen Auswirkungen herbeigeführt werden kann und wo entsprechende Schwerpunkte zu setzen sind. In Kapitel 13.1 wird daher eine Methode zur räumlichen Erkundung solcher stadtklimatischer Fokusgebiete (Hot(!)-Spots) vorgeschlagen, die insbesondere auch nicht-klimatische Faktoren berücksichtigen.

Woher aber können diese für die Örtliche Raumplanung wichtigen Informationen gewonnen werden? In den meisten Städten werden klimatologische Messnetze betrieben, die jedoch nicht die räumlich differenzierte Ausprägung des Stadtklimas als Ganzes erfassen können. Sie repräsentieren vor allem das Klima der unmittelbaren Umgebung der jeweiligen Messstation. Es werden zur Ergänzung daher Messkampagnen organisiert und Messfahrten durchgeführt. Eine erste systematische Erfassung der Wärmeinsel in Wien erfolgte bereits 1931 und 1932 durch Messfahrten (vgl. Zuvela-Aloise et al. 2012,236) von W. Schmidt. Für großräumige flächendeckende Analysen dienen Satellitendaten als Quelle. Sie liefern jedoch keine Information über die Lufttemperatur, sondern über die Bodentemperatur. In Zukunft ist

zu erwarten, dass eine engere Koppelung mikroklimatischer Modelle und regionaler Modelle aufgrund steigender Rechenleistungen von Computern möglich wird.

Für Wien wurden umfangreiche Daten zur prognostizierten klimatischen Entwicklung zwar erstellt, diese liegen jedoch vorwiegend punktuell vor, das heißt nicht in einer räumlich flächendeckenden Form. Die *Klimafunktionskarte* und die *Bewertungskarte Klima/Luft*, erstellt von Schwab und Steinicke im Auftrag der MA22 im Jahr 2001 (vgl. Schwab und Steinicke 2001) sind als ein erstes Instrument zur Integration stadtklimatischer Aspekte in die Planung zu sehen. Diese Grundlagen repräsentieren jedoch nicht den wissenschaftlichen Letztstand bezüglich der prognostizierten Klimawandelauswirkungen auf Wien und sind nicht für die Öffentlichkeit über das Umweltgut Wien²² zugänglich.

6.2 Verteilung und Öffentlichkeit von Grün- und Freiräumen

In Hinblick auf die thermische Komponente des Stadtklimas sind Kaltluftentstehung und der Zustrom von Kaltluft in das Stadtgebiet jedenfalls als positiv zu bewerten und aus planerischer Sicht zu fördern. Die Kaltluftproduktion findet dabei bei negativer Strahlungsbilanz, d.h. insbesondere in der Nacht statt, wozu auch fließende Gewässer beitragen können. Durch die gezielte Situierung von Parkanlagen können sowohl auf mikro- als auch auf mesoskaliger Ebene (vgl. Bongardt 2005,15) stadtklimatische Verbesserungen erzielt werden.

Da die Realisierung großflächiger innerstädtischer Parkanlagen über 10 ha aufgrund mangelnder Verfügbarkeit von Flächen unrealistisch ist, sollte der Etablierung eines möglichst feinmaschigen Netzwerkes kleiner Grünflächen Aufmerksamkeit geschenkt werden. Um eine kühlende Wirkung auf die Nachbarschaft von Parkanlagen zu erzielen, muss die Ausprägung eines Park-Cool-Islands gefördert werden. Hierfür sind Mindestgrößen von rund 5 ha anzustreben und es ist bei der Parkgestaltung auf die freie Zirkulation der entstehenden Kaltluftmassen in die umgebenden Straßenschluchten Acht zu geben. Es darf dieser Luftstrom durch bauliche Anlagen oder durch ungünstige Bepflanzung nicht verhindert werden.

Die Planung stadtklimatisch relevanter Grün- und Freiräume sollte multiskalar, das bedeutet über die Gemeindegrenzen hinweg und alle Ebenen der Örtlichen Raumplanung erfassend, geplant werden. Dies deshalb, da für die Funktion einer stadtklimatisch optimierten Stadtmorphologie nicht nur die lokale Kaltluftproduktion einzelner Grün- und Freiflächen, sondern wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt auch deren Vernetzung (zum Beispiel mit Luftleitbahnen) und die Anbindung der großen Kaltluftproduktionsflächen in Stadtrandlage von hoher Bedeutung sind. Grün- und Freiräume in der Stadt können als Fortsetzung der Grün- und Freiräume am Land gesehen werden: Luftleitbahnen durchziehen die Stadt wie *kühlende Adern* und lassen ein Netzwerk an stadtklimatisch wirksamen Grün- und Freiräumen entstehen. Es entsteht eine Hierarchie stadtklimatisch relevanter Grün- und

²² Der digitale Themenstadtplan *Umweltgut Wien* wird von der Wiener Umweltschutzabteilung geführt (Magistratsabteilung 22). Er bietet Zugang zu umweltrelevanten Informationen für Sachverständige, Behörden, Planerinnen und Planer und interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Freiräume, die sich auch in der Hierarchie der Planungsinstrumente widerspiegeln muss.

Unter dem von Stiles (2010,17f) als Hauptfunktion von Grün- und Freiräumen genannten sozialen und gesellschaftlichen Aspekten wird auch den stadtklimatischen Funktionen eine steigende Bedeutung zugemessen. Die positiven Einflüsse innerstädtischen Grün- und Freiraums auf die psychische und physiologische Gesundheit des Menschen sind nur dann möglich, wenn diese Räume auch aus mikroklimatologischer Sicht hierfür genutzt werden können, das heißt, wenn diese Flächen zur thermischen Erholung für die Bevölkerung auch öffentlich zugänglich sind. Die Öffentlichkeit von Grün- und Freiräumen ist somit ein bedeutendes Kriterium für zukünftige Anpassungsmaßnahmen aus diesem Bereich.



Abb.31: Durch die Errichtung des Wientalflussweges wurde eine thermisch angenehme Bewegungslinie am Wasser geschaffen. Wenngleich der Raum durch die öffentliche Zugänglichkeit aufgewertet wurde, besteht noch Potenzial für eine zeitgemäße landschaftsplanerische Gestaltung. In anderen Bereichen ist das Flussbett vollständig überplattet, so dass der Wienfluss dort weder eine Funktion für den Kaltlufttransport noch für die Grün- und Freiraumversorgung bieten kann. Bild: Stadt Wien

6.3 Folgen sommerlicher Hitze für die Stadtbevölkerung

Die biometeorologischen Bewertungsindices für die thermische Behaglichkeit zeigen, dass die Lufttemperatur nicht der alleinige ausschlaggebende Faktor für thermisches Wohlbefinden ist. Die Ansatzpunkte für eine stadtklimatisch optimierte Planung können daher vielfältig sein und neben der Temperatur auch die Windverhältnisse, Strahlung oder Verhaltensweisen umfassen. Es bieten sich neben der Integration von Grün- und Freiflächen zur Kaltluftproduktion somit noch weitere Einflussmöglichkeiten.

Aus stadtplanerischer Sicht bemerkenswert ist, dass aus den räumlich aggregierten Daten zur Gesamtsterblichkeit eine erhöhte Sterbewahrscheinlichkeit für dichter bebaute Bezirke gegenüber weniger dicht bebauten Bezirken nachgewiesen werden konnte. Auch konnten Zusammenhänge zwischen sozialem Status des Bezirkes (definiert über den Miet- und Kaufpreis für Wohnungen je Quadratmeter), dem Geschlecht und erwartungsgemäß dem Alter nachgewiesen werden. Nicht nachgewiesen werden konnte die Vermutung, dass sich frühe Hitzeperioden im Jahr stärker auf die Sterblichkeit auswirken als Hitzeperioden in den Sommermonaten. Aus den Daten ergibt sich, dass stadtplanerische Maßnahmen daher vornehmlich an den Kriterien Geschlecht, Alter und Sozialstatus/Bezirk ansetzen sollten.

Die Studien zeigen, dass die optimale Temperatur (d.h. jene Temperatur, bei der statistisch gesehen am wenigsten Sterbefälle auftreten) regional unterschiedlich ist. Daraus kann geschlossen werden, dass regional Anpassungsleistungen erfolgen. Moshhammer vermutet, dass diese weniger auf die kurzfristige Anpassung von Verhaltensweisen, sondern vielmehr auf die Unterschiede im Wohnbau sowie in der Regional-, Raum- und Stadtplanung zurückzuführen sind, die sich an das lokale Klima anpassen. Gleichzeitig stellt er auch fest, dass Maßnahmen zur Anpassung an die seltener auftretenden Hitzeperioden weniger baulicher Natur sein können. Hier seien Information und verstärkte Bereitschaft im Gesundheitswesen als sinnvoller anzusehen (vgl. Moshhammer et al. 2009,23f).

Kromp-Kolb konstatiert, dass durch die Veränderungen der Temperatur bei gleichzeitig vermindertem Niederschlag, geändertem Freizeitverhalten und einem höheren Anteil an Neophyten der Druck auf die Naherholungsflächen und Grünräume in der Stadt zunehmen wird. Im Gegensatz zu den Untersuchungen von Brandenburg et al. (2011), die negative Auswirkungen im Städtetourismus prognostizieren, sofern keine geeigneten Maßnahmen getroffen werden, geht Kromp-Kolb jedoch von einer weiteren Zunahme bei Städtetouristinnen und Städtetouristen aus (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,27).

7 Einordnung in den planungstheoretischen Kontext

Im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen die Instrumente der Raumplanung. Hinsichtlich dieser Instrumente – also der Mittel zur Umsetzung erforderlicher Eingriffe - besteht eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen, aber auch unterschiedlicher Verfahren wie diese zustande kommen. Wie können Planungsinstrumente daher differenziert werden? Was unterscheidet Planungsinstrumente von -prozessen? Welche Besonderheiten zeichnen die gegenständliche Planungsaufgabe aus theoretischer Sicht aus? In welchem Planungsmodell lässt sich diese Aufgabe darstellen und wie kann man die erforderlichen Eingriffe systematisieren? Diese und noch andere Fragen werden im vorliegenden Kapitel beantwortet, mit dem Ziel, ein theoretisches Gerüst für die nachfolgende Besprechung der bestehenden Planungsinstrumente in Wien aufzubauen.

7.1 Instrumente der Raumplanung

Jung (2008, 29) zitiert in seiner Arbeit Dietrichs (1986,23), der Instrumente der Raumplanung als »gestaltende Mittel zur Einflussnahme auf die Raum- und Siedlungsstruktur« beschreibt. Da die Raum- und Siedlungsstruktur durch jegliches raumwirksames Verhalten verändert werden kann, zählen im Sinne von Jung auch Beeinflussungen von Handlungsoptionen der Akteurinnen und Akteure zu den Instrumenten. Diese Betrachtungsweise unterscheidet sich diesbezüglich von den Definitionen, wie sie zum Beispiel Höhnberg (2005,483) im Handwörterbuch der Raumplanung (vgl. ARL 2005) formuliert: »Instrumente der Raumplanung dienen vor allem dazu, die zahlreichen raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen der verschiedenen öffentlichen und privaten Planungsträger im Hinblick auf ihre räumlichen Auswirkungen zu koordinieren und mit den in Raumordnungsplänen und anderen raumordnungsrechtlichen Vorgaben enthaltenen Gesamtkonzepten in Einklang zu bringen.«

In den Planungswissenschaften existieren zahlreiche Ansätze der Systematisierung von Planungsinstrumenten. Neben anderem wird in interne und externe Steuerungsinstrumente, nach deren rechtlicher Verankerung oder nach dem Grad der Entscheidungsfreiheit der Adressaten unterschieden. In Hinblick auf die nachfolgende Analyse der Planungsinstrumente und unter Berücksichtigung der angestrebten Praxisrelevanz scheint dem Verfasser vor allem die Differenzierung nach internen und externen sowie nach formellen und informellen Instrumenten zweckmäßig. Fachlich inhaltlich ist unabhängig dessen zwischen sektoralen Fachplanungen und Gesamtplanungen zu unterscheiden.

Die Unterscheidung in interne und externe Planungsinstrumente wurde vor allem von Jann (1981) und Konukiewitz (1985) besprochen. Sie beruht auf den Adressaten der Steuerungsinstrumente und in welchem Verhältnis die Planenden zu diesen Adressaten stehen:

Externe Planungsinstrumente zielen auf die Adressaten, die nicht Teil des *Policy-Makings* sind. Sie setzen sich vorwiegend aus öffentlichen Institutionen und Akteu-

rinnen und Akteuren zusammen. Dabei handelt es sich vorwiegend um jene externen Gruppen, die entsprechend dem Planungsmodell der dritten Generation die Umwelt der Planerwelt bilden (vgl. Schönwandt 2002,46ff). Hierzu zählen Parteien, Interessensgruppen, Verbände oder Privatpersonen. Externe Instrumente dienen demnach der Umsetzung der vereinbarten Ziele im Raum und sind in erster Linie bürgerverbindlich. Nach Jann (1981,62) können zur Steuerung externer Akteurinnen und Akteure folgende Möglichkeiten zum Einsatz gelangen:

- Administrativ (Steuerung von Flächen, Ge- und Verbote, Flächennutzungen)
- Ökonomisch (Subventionen und Abgaben)
- Propagierend (Informationen und Ratschläge)

Interne Instrumente hingegen sollen vor allem gegenüber den implementierenden Instanzen wirksam werden. Es handelt sich dabei um jene Instrumente, die von der räumlichen Planung zur Koordination der intermediären Entscheidungsträger eingesetzt werden (vgl. Konukiewitz 1985,46). Dies sind zum Beispiel nachgelagerte Planungsebenen oder Fachplanungen. Interne Steuerungsinstrumente wirken durch Information und Überzeugung einerseits, und prozeduralen und formalen Regelungen andererseits. Sie sind primär behördenverbindlich und eine wesentliche Grundlage für den Abwägungsprozess, der im Verfahren zur Erstellung von externen Instrumenten wie Flächenwidmungs- und Bebauungsplänen zu erfolgen hat.

Exkurs Abwägungsprozess

Das Abwägungsgebot ist das zentrale Element jeder Planerstellung und Ausfluss des rechtsstaatlichen Verhältnismäßigkeitsprinzips. Es erfordert die gegenseitige Abwägung der Grundsätze und Ziele der Raumordnung sowie der öffentlichen und privaten Belange (vgl. Grotefels und Schoen 2005,13ff). In Wien ist die Abwägung in §§ 1 und 2 BO für Wien geregelt. Die Ausarbeitung von Flächenwidmungs- und Bebauungsplänen hat nach § 1 Abs. 2 lex. cit. auf die Ziele *Bedacht zu nehmen* (das bedeutet, diese abzuwägen) und nach § 2 Abs. 1 lex. cit. in folgender Weise zu erfolgen:

- Die natürlichen, ökologischen, wirtschaftlichen, infrastrukturellen, sozialen und kulturellen Gegebenheiten, insbesondere auch hinsichtlich einer barrierefreien Gestaltung, die für die Bevölkerung eine weitgehend selbständige Nutzung aller Lebensbereiche ermöglichen soll, sind zu erheben.
- Die auf Grundflächen und Bauwerke bezogenen Rechtsverhältnisse, soweit sie für die Planung bedeutsam sind, sind zu erheben.
- Die Gestaltung und Entwicklung des Plangebietes, die erreicht werden soll, ist unter Bezugnahme auf die gesetzlichen Planungsziele darzulegen.

Im Abwägungsprozess haben auch die subjektiven Interessen berücksichtigt zu werden, das bedeutet die Rechte von Grundeigentümerinnen und -eigentümern. Hierfür erforderlich ist eine ausreichende und nachvollziehbare Grundlagenforschung, die die wichtigsten entscheidungsrelevanten Fakten beinhaltet. Eine

mögliche Informationsquelle für diese Grundlagen stellt beispielsweise die GREEN-pass-Technologie dar, die in einem späteren Exkurs in Kapitel 12.3 besprochen wird. Wann immer in subjektiv öffentliche Rechte, wie beispielsweise das Recht zur Bebauung eines Grundstückes, durch Erlassung eines Flächenwidmungs- oder Bebauungsplanes eingegriffen werden soll, ist eine angemessene Abwägung erforderlich. Ansonsten wäre die Planung mit der Behebung durch den VfGH bedroht (vgl. Geuder und Fuchs, 2014, 54ff.).

Bei der Unterscheidung in formelle und informelle Planungsinstrumente hingegen steht der Regelungsbereich des Planungsrechts im Mittelpunkt (vgl. Danielzyk 2005, 466f):

Die formellen Instrumente sind das Ergebnis der Umsetzung von Gesetzen und Verordnungen, die die Themen, die Verfahrensschritte und die zu beteiligenden Personen festlegen. Die Planungsprodukte enthalten rechtsverbindliche Aussagen und liefern damit ein hohes Maß an Planungssicherheit, lassen jedoch wenige Spielräume zu. Nach Hübler (2005, 638) umfassen sie »vor allem die Bindungswirkungen der Raumordnung, die Koordination der raumbedeutsamen Fachplanungen und -politiken, die Anpassungspflicht der kommunalen Bauleitplanung (Anm: entspricht der Örtlichen Raumplanung in Österreich) an die Raumplanung, die Untersagung raumordnungswidriger Planungen und Maßnahmen ... und die Anpassung staatlicher (und kommunaler) finanzwirtschaftlicher Instrumente an raumplanerische Erfordernisse.«

Für die informelle Planung hingegen bestehen keine Vorgaben aus dem Bereich des Planungsrechts. Die Verfahren und Ergebnisse können situationsgerecht gestaltet werden, die Verbindlichkeit und Umsetzung der Ergebnisse ist aber wesentlich von der Selbstbindung der beteiligten Akteurinnen und Akteure abhängig. Im Einzelfall können die Ergebnisse in rechtlichen Vereinbarungen umgesetzt werden, diese sind aber in der Regel kurzfristig kündbar und ohne planungsrechtliche Konsequenzen. Ein Beispiel für informelle Planungsinstrumente sind Masterpläne, deren Umsetzung unter anderem durch städtebauliche Verträge mit den Grundstückseigentümerinnen und -eigentümern sowie durch die nachgezogene Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung umgesetzt werden können. Aber auch Entwicklungskonzepte und -programme, Fachkonzepte, Modellprojekte und Ähnliches sind dem Bereich der informellen Instrumente zuzuordnen. Sie sollen einen Interessensausgleich zwischen den Beteiligten herbeiführen und sind auf Konsensfähigkeit ausgelegt. Das Ziel ist es demnach zu überzeugen anstatt anzuordnen und Entwicklungen zu befördern. »Mit ihnen (informellen Instrumenten) soll gemacht und das Machen geplant und organisiert werden.« (Hübler 2005, 639) Die Regelungskraft von informellen Planungsinstrumenten ist daher vor allem in harten Konfliktfällen begrenzt (vgl. Danielzyk 2005, 467f).

Nicht zu den Instrumenten der Planung nach der in dieser Arbeit zugrundeliegenden Definition zählen prozedurale Regelungen, die nicht inhaltliche Ziele definieren sondern das Verfahren der Planaufstellung betreffen. Das Planungsmodell der dritten Generation nach Schönwandt (2002, 50f) fasst dies unter dem Modellbestandteil *Verständigung über das Vorgehen* zusammen: Die Betroffenen beziehungsweise Beteiligten am Planerstellungsverfahren verständigen sich dabei über das Vorgehen, wobei die eigentlichen fachlichen Inhalte zwar eine zentrale Rolle spielen,

jedoch Verhandlungsstrategien, Kommunikationstechniken, gruppendynamische Aspekte und verschiedene Aspekte der Partizipation im Vordergrund stehen. Zur Erfüllung formeller Planungsaufgaben werden sehr oft informelle Verfahrenselemente eingesetzt. Wenngleich es in der Praxis zunehmend zur einer Vermischung von formellen und informellen Planungsansätzen kommt, dürfen informelle Verfahrenselemente nicht mit den Instrumenten der Planung gleichgesetzt werden (vgl. Danielzyk 2005,467). Der Fokus der vorliegenden Arbeit ist nicht auf dialogorientierte Planungs- und Umsetzungsprozesse wie zum Beispiele Masterplanungen oder kooperative Planungsverfahren gelegt, sondern beschränkt sich auf die tatsächlichen Instrumente der Raumplanung.

Neben den Unterschieden in der rechtlichen Verbindlichkeit oder der Innen- oder Außenwirkung müssen die Instrumente der Raumplanung auch nach fachlich-inhaltlicher Ausrichtung unterschieden werden: Gesamtplanungen, wie zum Beispiel der Flächenwidmungsplan, umfassen alle Flächen innerhalb einer Verwaltungseinheit und koordinieren unter anderem vielfältige sektorale Fachplanungen. Sektorale Fachplanungen hingegen bereiten systematisch Maßnahmen vor, die primär in bestimmten Fachbereichen, wie zum Beispiel Klimaschutz oder Klimawandelanpassung, erforderlich sind (vgl. Turowski 2005,897).

7.2 Anpassung an die sommerliche Hitze als komplexe Schwerpunktaufgabe

Die räumliche Verteilung thermischer Be- und Entlastungsgebiete ist zu einem großen Teil ein Ergebnis räumlicher Planung. Ausgangspunkt für räumliche Planungen bilden immer sozial konstruierte Probleme, die es zu Beginn jeder Bearbeitung in geeigneter Tiefe zu definieren gilt. Sozial konstruiert daher, da alle Problemlagen immer ein *soziales Konstrukt* sind, das heißt sie liegen nicht per se vor, sondern werden von Personen oder Gruppen definiert (vgl. Schönwandt 2002,30f). So ist Hitze in der Stadt zunächst kein Problem, sie wird jedoch beispielsweise von der Gruppe der betagteren Bürgerinnen und Bürger als Problem definiert. Gegebenenfalls wird eine Problemvor- oder Rückverschiebung erforderlich sein, das bedeutet auf Basis von Kausalketten den ursächlichen Problemen auf den Grund zu gehen. Planerinnen und Planer werden versuchen, aus einer ungeordneten und wirren Situation zu einer Auswahl möglicher Optionen zu gelangen, wie mit dem Problem umzugehen ist. Das Ziel kann es sein, einen bestehenden unerwünschten Zustand zu korrigieren oder einen erwarteten unerwünschten Zustand zu vermeiden. Im Fall der Auswirkungen von Hitze in der Stadt gilt es beides zu versuchen: Einerseits sollen die bereits messbaren städtischen Wärmeinseln reduziert und deren weitere Ausdehnung gebremst werden. Andererseits müssen Städte auf den Umgang mit immer häufigeren Hitzeperioden aufgrund des globalen Klimawandels vorbereitet werden.

Am Ende des Prozesses der Lagebeurteilung steht die Wahl einer oder mehrerer Optionen (siehe Abb.32). In der Regel wird es sich um mehrere Optionen handeln, da bei komplexen Schwerpunktaufgaben ein Maßnahmenmix die beste Wirkung verspricht. Die Wirkungen der gewählten Optionen sind zudem von Umständen abhängig, die teilweise außerhalb des Einflussbereiches der Akteure liegen. Darunter können Zufälle, falsche Informationen (die Wirkung von Gründächern wird

beispielsweise überschätzt) oder eine sich ändernde Agenda (z.B. ein akuterer Problem tritt in den Vordergrund) subsumiert werden.

Für diese Sicht räumlicher Bearbeitungsprozesse wurde von Signer und Scholl der Begriff der Wolke-Baum-Metapher eingeführt. Er beschreibt die Komplexität der Suche nach begründeten Lösungsansätzen für Aufgaben, die sprichwörtlich im Nebel liegen. Die Wolke repräsentiert hierbei die unsichere und diffuse Aufgabenstellung, der Baum steht für eine Sequenz von Entscheidungen und Handlungen. Die Wolke-Baum-Metapher repräsentiert eine Brille, die geschulte Planerinnen und Planer tragen. Unter Brillen sind dabei leitende Gedanken zu verstehen, wie mit Problemen umzugehen ist und welche Hilfsmittel man hierfür einsetzt. Für eine ausführliche Beschreibung der Metapher und den möglichen Klärungsprozess für komplexe Schwerpunktaufgaben der Raumplanung sei auf die in *Grundriss der Raumplanung und Raumordnung* veröffentlichten Artikel dieser Verfasser verwiesen (vgl. Scholl 2011b,281ff, Signer 2011,310ff).

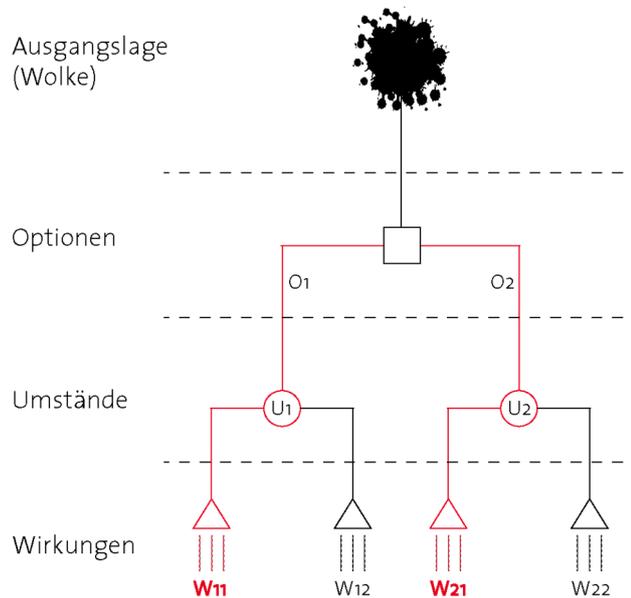


Abb.32: Die Wolke-Baum-Metapher bestehend aus Wolke und Entscheidungsbaum: Um sich entscheiden zu können, müssen mindestens zwei Optionen (O1, O2) vorliegen. Deren Wirkungen (W11 bis W21) sind zudem von Umständen (U1, U2) abhängig. (Signer 2011,318ff)

Am Beispiel der abgebildeten Wolke-Baum-Metapher erläutert, können Optionen beispielsweise die Möglichkeit darstellen, die Begrünung von Flachdächern mit Förderungen zu forcieren (O1) oder gar nicht zu handeln (O2). Gründächer können zu erwünschten Temperaturreduktionen führen. Es können aber auch nicht absehbare Umstände eintreten: Beispielsweise könnte der Klimawandel nicht wie prognostiziert eintreten (U1) oder aufgrund der Erfindung hochreflektierender, günstiger Dachmaterialien (U2) wird die Dachalbedo auf gesamtstädtischem Maßstab derart angehoben, dass weitere Maßnahmen wie Gründächer obsolet sind. Die erwünschte Temperaturreduktion tritt in Folge ein (W11 und W21) oder bleibt aus (W12 und W22).

Speziell die Anpassung an die Hitze in der Stadt stellt eine komplexe Schwerpunktaufgabe dar, auf welche die Wolke-Baum-Metapher treffend angewendet werden

kann. Komplexe Schwerpunktaufgaben bilden neben Routine²³ - und Projektaufgaben²⁴ den dritten, in der räumlichen Planung auftretenden Aufgabentypus. Es handelt sich dabei um Aufgaben, die sich vor allem durch hohe Ungewissheit, unvollständige Information, undefinierte Verfahrensabläufe, ungewissen Ausgang und nicht eindeutigen Kausalbeziehungen (Ursache-Wirkung) kennzeichnen. Die Lösung solcher *verzwickten* Probleme bedarf einer maßgeschneiderten Herangehensweise. Warum aber stellt die Anpassung an die klimatischen Herausforderungen der Stadt solch ein verzwicktes Problem dar?

Wie in den vorangehenden Kapiteln gezeigt, bilden die zur Verfügung stehenden Klimaszenarien jeweils unterschiedliche mögliche Entwicklungen ab. Keinesfalls kann ein Szenario als mit hundertprozentiger Wahrscheinlichkeit eintretendes Ereignis interpretiert werden. Vielmehr handelt es sich um Leitplanken, innerhalb derer sich die Klimaveränderung mit größter Wahrscheinlichkeit bewegen wird. Diese liegt sozusagen aus Sicht der Raumplanung in einer Wolke. Durch Ensemblebetrachtungen mit unterschiedlichen Modellen und Szenarien lassen sich die Unsicherheiten in den Prognosen zu einem Teil ausschalten (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,25). Eine vollkommene Sicherheit für die Planung lässt sich allerdings nicht herstellen. Die Unsicherheiten im Bereich der zu erwartenden Klimaveränderungen ergeben sich aus der geschätzten Entwicklung der Treibhausgaskonzentration, aufgrund von Unterschieden in den globalen Klimamodellen für Europa und aufgrund von Unterschieden bei den Regionalisierungsverfahren. Hierbei stellt die Temperaturveränderung noch einen relativ gut zu prognostizierenden Klimaparameter dar und es können von den monatlichen Mittelwerten mit statistischen Methoden sehr zuverlässig einzelne Hitzeereignisse abgeleitet werden. Die Veränderungen im Niederschlagsverhalten sind hingegen wesentlich schwieriger zu modellieren und mit wesentlich größeren Unsicherheiten behaftet (vgl. Kromp-Kolb et al. 2007,25). Matovelle, Köckler und Simon in Altrock (2014,130) halten als Ergebnis einer Studie zum Thema Klimawandelanpassung fest:

»Entweder übersetzen die Akteure der Anpassungsplanung unsichere und zeitlich sowie räumlich unspezifische in räumlich und zeitlich konkrete Aussagen, oder sie verzichten ganz darauf, vorliegende Klimaprojektionen bei der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen.«

Planen unter Unsicherheit ist zwar für die Örtliche Raumplanung nicht neu (auch Bevölkerungsprognosen oder Lärmprognosen beinhalten Unsicherheiten) und in der Literatur umfangreich besprochen, der Klimawandel stellt die Unsicherheit aus Sicht des Verfassers allerdings auf eine neue, noch nicht da gewesene Stufe. Klimaanpassung erfüllt zudem alle Eigenschaften so genannter *wicked problems* (zu Deutsch *bösartige Probleme*), wie verzwickte, in einer Wolke liegende Probleme von

²³ Routineaufgaben können mit gewohnten Methoden und Organisationen bearbeitet werden. Es handelt sich dabei in der Regel um Aufgaben im Bereich der formellen Planungsinstrumente, für welche Methoden meist aufgrund von Verfahrensvorschriften angewandt werden, wie zum Beispiel die Aufstellung eines Bebauungsplanes.

²⁴ Projektaufgaben, wie zum Beispiel die Errichtung eines Bauwerkes, werden in der Regel im Rahmen von Projektorganisationen gelöst, deren zeitliche Dauer und Organisation einigermassen bestimmt sind.

Rittel und Webber (1973,16off) bezeichnet werden. Zu diesen Eigenschaften zählen in Bezug auf die vorliegende Fragestellung:

<i>Eigenschaft</i>	<i>Erläuterungen in Bezug auf Klimawandelanpassung</i>
1. Für böartige Probleme gibt es keine abschließende Definition.	Über die Ursachen und zukünftige Entwicklung des Stadtklimas kann nie vollständige Information vorliegen.
2. Es gibt keine Regel, wann das Problem gelöst ist.	Es gibt keine definiten Kriterien, wann das Stadtklima dauerhaft optimal und das Problem abschließend gelöst ist.
3. Die Lösung ist nicht wahr oder falsch, nur <i>besser</i> oder <i>schlechter</i> .	Verschiedene, gleichermaßen kompetente Expertinnen und Experten werden die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen immer unterschiedlich beurteilen (individuelle Brille).
4. Es gibt keine Möglichkeit, die Lösung abschließend zu testen.	Niemals können alle Konsequenzen von Anpassungsmaßnahmen in der Zukunft beobachtet werden.
5. Jeder Lösungsversuch ist eine <i>one-shot-operation</i> , das heißt es besteht keine Möglichkeit sich durch <i>trial-and-error</i> , vergleichbar einer Laborsituation, zu nähern.	Anpassungsmaßnahmen können niemals ohne Konsequenzen oder ohne Spuren zu hinterlassen rückgängig gemacht werden.
6. Böartige Probleme haben weder eine zählbare Menge potenzieller Lösungen noch gibt es ein fertig beschriebenes Kompendium möglicher Methoden, die man in einen Plan aufnehmen kann.	Die möglichen planerischen Reaktionen sind nicht zählbar und nirgends abschließend beschrieben. Alles ist theoretisch möglich.
7. Jedes böartige Problem ist wesentlich einzig.	Auch wenn es vergleichbare stadtklimatische Problemlagen in anderen Städten gibt, kann man die Lösungen z.B. aufgrund stadtmorphologischer Unterschiede nicht ungeprüft übertragen.
8. Jede Beschreibung eines Problems ist vorläufig und kann als Symptom eines anderen Problems gesehen werden.	Urbane Überhitzung kann etwa als Symptom der zu geringen Grünausstattung oder aber auch als Folge des zu hohen Treibhausgasausstoßes gesehen werden.
9. Die Wahl der Erklärung des Problems bestimmt die Problemlösung.	Die Problemdefinition erfolgt abhängig von der angestrebten Problemlösung und der <i>Brille</i> der Planerin bzw. des Planers (Zum Beispiel führen Grünraumplaner die Hitze in der Stadt aufgrund seiner <i>Brille</i> maßgeblich auf das Fehlen von Grün zurück und schlägt als Eingriff zunächst die Schaffung von mehr Grünraum vor, wenngleich die Erhöhung der Albedo um ein Mehrfaches wirkungsvoller wäre)
10. Die Planerin oder der Planer hat kein Recht auf Irrtum.	Die Planerin bzw. der Planer hat die Aufgabe, die Lebensqualität der Menschen zu verbessern. Verschlechterungen sind nicht tolerierbar.

Tab.9: Eigenschaften von böartigen Problemen bezogen auf die Klimawandelanpassung nach Rittel und Webber (1973,16off), Übersetzung in Anlehnung an Schönwandt (2002,33), eigene Erläuterungen

Neben den Unsicherheiten in den Klimaprognosen besteht ein weiteres Problem in den weit auseinanderfallenden Zeithorizonten von Beobachtung, Prognose und Planung. Während die Raumplanung in der Regel auf Planungsperioden von 10 bis 15 Jahren abstellt, reichen die vorhin angeführten Klimaprognosen bis in das Jahr 2100. Auch Fleischhauer und Bornefeld (2006,169) führen dieses zeitliche Auseinanderfallen von Planungshorizont und Klimaprognose als ein inhärentes Problem bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen an. Es sind sozusagen die Verzugszeiten, das heißt die Zeit zwischen der Wahl der Option und dem Eintreten der Wirkung (siehe Abb.32), so lang, dass sie sich teilweise der Vorstellungskraft der Akteurinnen und Akteure entziehen. Ungeachtet dessen müssen im Sinne des Vorsorgeprinzips Maßnahmen getroffen werden. Möglicherweise liegt allerdings in diesem Verhältnis noch eine große Chance: Es ist eine zeitgerechte Anpassung der räumlichen Strukturen noch realisierbar, auch wenn man die hohe Bestandskraft unserer baulichen Umwelt von rund 100 Jahren berücksichtigt.

In nachfolgender Darstellung wird für ein besseres Verständnis das Ausmaß der unterschiedlichen Beobachtungs-, Prognose- und Planungshorizonte auf einer Zeitachse visualisiert:

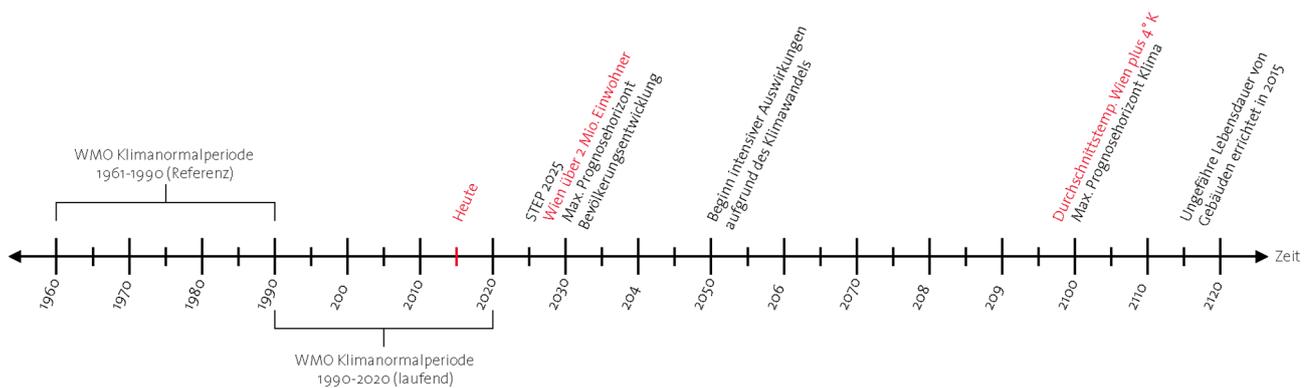


Abb.33: Klimawandelanpassung und unterschiedliche Beobachtungs-, Prognose- und Zeithorizonte; eigene Darstellung

Es unterstreicht dies einmal mehr, dass es sich bei der Frage der Anpassung an das städtische Klima um eine besonders komplexe Schwerpunktaufgabe handelt. Wie jedoch lassen sich angesichts dieser Unsicherheiten Entscheidungen treffen, die auch kurzfristig auf Akzeptanz stoßen?

In Zusammenhang mit Planung unter Unsicherheit tauchte bereits im zweiten Sachstandsbericht des IPCC der Begriff *no-regret* auf. Zu Deutsch: *Strategie ohne Bedauern*.

»Solche Strategien basieren auf Konzepten und Verhaltensweisen, die unabhängig vom Klimawandel ökonomisch, ökologisch und sozial sinnvoll sind. Sie werden vorsorglich ergriffen, um negative Auswirkungen zu vermeiden oder zu mindern. Ihr gesellschaftlicher Nutzen ist auch dann noch gegeben, wenn der primäre Grund für die ergriffene Strategie nicht im Erwarteten Ausmaß zum Tragen kommt.« (Birkmann et al. 2013,16f).

Greiving (2009) definiert den Begriff *no-regret*-Strategie folgendermaßen: »...dass nur solche Raumnutzungen bzw. bauliche Nutzungen in der Abwägung Bestand

haben sollten, bei denen trotz der mit dem Klimawandel verbundenen Unsicherheiten davon ausgegangen werden kann, dass der Nutzen auch langfristig zumindest überwiegt.«

Vereinfacht ausgedrückt können darunter jene Handlungsoptionen zusammengefasst werden, die langfristig auf jeden Fall vorteilhaft sind, auch wenn sie ihre primäre Wirkung oder das erwartete Ausmaß der primären Wirkung aufgrund heute nicht bekannter Umstände verfehlen sollten.

Sollten die beabsichtigten Wirkungen verfehlt werden oder unerwünschte Wirkungen eintreten, so ergibt sich eine neu zu beurteilende Lage. Es ergibt sich somit eine Sequenz aus Entscheidungen und Handlungen und es sei diesbezüglich nochmals auf Eigenschaften so genannter *wicked problems* verwiesen, wonach ein endgültig zufriedenstellender Zustand wahrscheinlich niemals erreicht wird. Nach Signer (2011,320f) kann sodann die gewählte Option verbessert oder ein Korrekturdispositiv eingeführt werden. Ersteres bedeutet, die bereits gewählte Option beizubehalten und zu modifizieren. Ein Korrekturdispositiv erfordert eine abermalige Lagebeurteilung und Analyse mögliche Optionen, mit denen der neu eingetretene Missstand sodann korrigiert wird.

Nachfolgend soll anhand des Planungsmodells der 3. Generation und der so genannten Quadriga ein Vorschlag für die Bearbeitung dieser komplexen Schwerpunktaufgabe gegeben werden.

7.3 Planungsmodell zur Beschreibung des Anpassungsprozesses

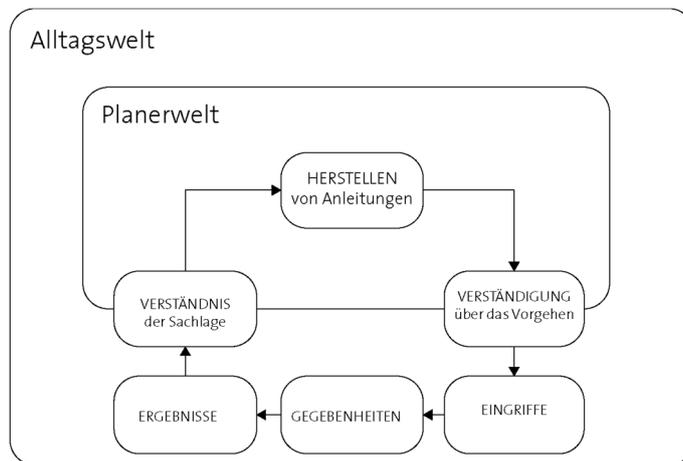
Die Vielschichtigkeit der vorliegenden Fragestellung erfordert die gedankliche Anwendung eines geeigneten Planungsmodells, im Sinne von Strukturierung und Analyse des Planungsprozesses. Als solches scheint das *Planungsmodell der dritten Generation* nach Schönwandt (2002,35ff) am tauglichsten zu sein. Gegenüber den Planungsmodellen der ersten und zweiten Generation beschreibt es nämlich eine für die Lösung des anstehenden Problems besonders geeignete Herangehensweise. Nachstehend werden die klassischen Planungsmodelle kurz umrissen und das Planungsmodell der 3. Generation vereinfacht beschrieben und dessen Eignung für die anstehende Fragestellung erläutert.

Die erste Generation von Planungsmodellen ist maßgeblich vom rationalen Ansatz gekennzeichnet. In dessen Mittelpunkt steht der rational denkende und handelnde Mensch, der auf Basis vollständiger Information und eindeutiger Ziele und Wünsche plant. Er oder sie kann die Informationen vollständig verarbeiten und am Ende eines sequentiell gestalteten Prozesses wird die Entscheidung für die Lösung mit dem größten Nutzen gewählt. Dies ist allerdings bei der Bearbeitung von *bösartigen* Problemen und komplexen Schwerpunktaufgaben de facto nicht umsetzbar. Wie bereits im vorhergehenden Kapitel ausgeführt, würde man in Bezug auf die Anpassung an die Hitze in der Stadt und den Klimawandel bereits bei der Einholung *vollständiger* Informationen und *richtiger* Klimaprognosen scheitern. Auch dass die Ziele und Wünsche betreffend das Stadtklima über die nächsten 100 Jahre stabil und in ihrer Bewertung gleich wichtig bleiben, kann bezweifelt werden. Folglich ist der Denkansatz einer rationalen Planung für die vorliegende Fragestellung nicht geeignet.

Die zweite Generation der Planungsmodelle wandte sich von dem Gedanken ab, dass es sich bei Problemen grundsätzlich immer um *gutartige* Probleme handelt. Das heißt um Probleme, die nach festgelegten Regeln abgearbeitet werden können. Begriffe wie *objektiv* und *optimal* wurden aufgelöst. Da grundsätzlich davon ausgegangen wurde, dass jedes Problem einzigartig ist, das heißt sich nie wiederholt, wurde dabei in der Regel nicht an eine Systematisierung des Vorgehens gedacht und die Modelle blieben zu allgemein oder haben sich zu stark auf einzelne Teilaspekte der Planung, wie beispielsweise die Kommunikation, konzentriert.

Schönwandt (2002,35ff) entwickelte auf Basis des Funktionskreises der Planung nach Heidemann und der Systemtheorie ein nichtlineares, zirkuläres Planungsmodell. Als Weiterentwicklung der bis dahin bestehenden Planungsmodelle kann es sozusagen als das Planungsmodell der dritten Generation bezeichnet werden. Es bettet alle Planungsschritte in die Planerwelt einerseits und in die Alltagswelt andererseits ein:

Abb.34: Grundschemata des Planungsmodells der dritten Generation (Schönwandt 2002,47 nach Heidemann, 1992,95)



Die Arena aller am Planungsprozess Beteiligten (Bürgerinnen und Bürger, Politik, Behörden, Interessensverbände, etc.) und aller für den Planungsprozess relevanten materiellen und konzeptuellen Gegebenheiten bilden die Alltagswelt. Die Planerwelt als eine Teilmenge der Alltagswelt umfasst hingegen nur die *professional community* und die Einrichtungen (Organisationen), in welchen diese zusammengeschlossen ist. Beispielsweise durch politischen Diskurs schafft die Alltagswelt eine Agenda, an der sich die Planerwelt orientiert. Wesentliche Aufgabe der Planerwelt sind das Herstellen eines Verständnisses der Sachlage, das Herstellen von Anleitungen (Plänen) und die Verständigung über das Vorgehen. Auf dieser Basis werden sodann in der Alltagswelt Eingriffe durchgeführt. Eine Übersicht möglicher Eingriffe in Hinblick auf die Anpassung der Stadt an die Hitze und den Klimawandel wird in Kapitel 8 dargelegt.

Die Planerwelt und die Art und Weise, wie diese organisiert ist, beeinflusst maßgeblich, wie Planung betrieben wird. Zwei Aspekte dieses Planungskreislaufes haben hierauf großen Einfluss: Zunächst ist das Verständnis der Sachlage vornehmlich davon abhängig, wie die Problem- oder Aufgabenstellung beschrieben wird. Wie

bereits an anderer Stelle ausgeführt, sind räumliche Probleme immer sozial konstruiert, das heißt sie sind von den paradigmatischen Denkmustern der formulierenden Personen abhängig. Zweitens bestimmen auch bewusst oder unbewusst verwendete Planungsansätze den Prozess. Darunter zu verstehen ist die Herangehensweise, die individuelle Verknüpfung von Hintergrundwissen, Problemsichten, Zielen und Methoden, über die Planer verfügen. Die vorgeschlagenen Lösungen hängen somit immer zu einem Großteil von den Vorkenntnissen der Planerin bzw. des Planers ab. Dementsprechend kann der Ausgangspunkt für eine Bearbeitung die Definition von Zielen sein, die Anwendung standardisierter Methoden, das fachspezifische Hintergrundwissen oder die Problemdefinition. Schönwandt und Jung haben in einer Sondierung festgestellt, dass vier Fünftel der befragten Planer angeben, Aufgabenstellung nach einem Standardschema abzuarbeiten (vgl. Jung 2008,25f).

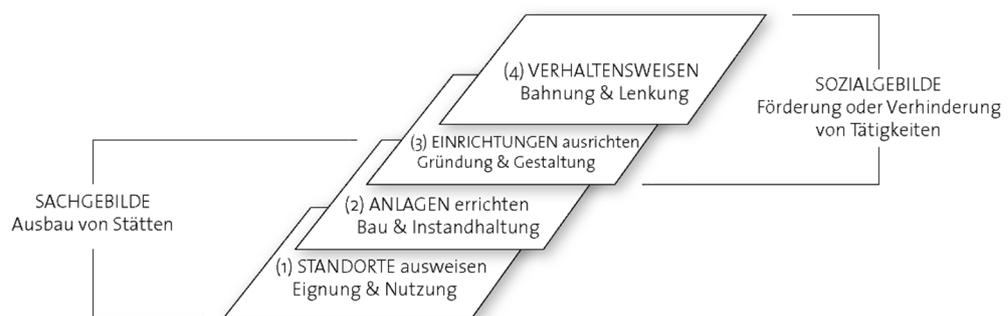
Diese Erkenntnis deckt sich auch mit der persönlichen Erfahrung des Verfassers, nämlich, dass in Planungsprozessen selten mit einer ausführlichen Problemdefinition begonnen, sondern in der Regel direkt in bekannte Methoden und Instrumente eingestiegen wird. In der vorliegenden Arbeit wurde hingegen versucht, das Problem der Anpassung der Stadt an die Hitze und den Klimawandel ausgehend von einer möglichst umfangreichen Untersuchung der Sachlage ausgehend aufzuarbeiten. In Bezug auf die vorliegende Fragestellung ist auch der zirkuläre Denkansatz des Planungsmodells bedeutend: Differierende Beobachtungs-, Prognose und Planungshorizonte, lange Verzugszeiten bis zum Eintreten der Wirkungen von Eingriffen, Unsicherheiten bei den Klimaprognosen und bei tatsächlichen Wirkungen von Eingriffen, etc., werden eine laufende Neubeurteilung der Gegebenheiten erfordern. Anpassungsleistungen sind daher zwangsläufig Teile eines zirkulären Prozesses, der die laufende Verbesserung von Handlungsoptionen (Eingriffen) oder Korrekturdispositive erforderlich macht. Die Anpassung an die Hitze der Stadt und den Klimawandel kann daher aus Verfassersicht planungstheoretisch in einem solchen zirkulären Planungsmodell der dritten Generation gedacht werden.

7.4 Systematisierung von Eingriffen in die räumliche Entwicklung

Die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Auswirkungen des Klimawandels und der städtischen Wärmeinsel machen Eingriffe in die räumliche Entwicklung der Stadt Wien erforderlich. Eingriffe sind definiert als Handlungen, die auf Vorschlag von Planern durchgeführt werden und ihre (raumrelevante) Wirkung in der Alltagswelt entfalten. Die Wirkungen betreffen Sachgebilde²⁵ wie Flächen und Anlagen einerseits, und Sozialgebilde²⁶, wie Einrichtungen und Organisationen sowie das Verhalten von Individuen andererseits (vgl. Jung 2008,28). Die Beeinflussung der Raum- und Siedlungsstruktur kann dabei nicht nur direkt, zum Beispiel durch die Ausweisung von Standorten, sondern auch indirekt, durch die Beeinflussung von Handlungsmöglichkeiten geschehen. Jung (2008, 30f) unterstreicht, dass Standorte per se keinen Selbstzweck erfüllen. Sie sind da, um mit Anlagen bebaut zu werden, die später Einrichtungen mit bestimmten organisatorischen Regeln behausen, die sich wiederum aus Individuen zusammensetzen, die ihrerseits durch ihr Verhalten raumrelevant wirken können.

Unter dem Gesichtspunkt der Raumwirksamkeit kommt Jung (2008, 31f) zu einer vierteiligen Systematisierung räumlicher Eingriffsweisen:

Abb.35: Eingriffsweisen der räumlichen Planung; (Heidemann 2002 modifiziert durch Jung 2008,78)



Da in den nachfolgenden Kapiteln in einer systematischen Herangehensweise die bestehenden Planungsinstrumente auf ihre Vorteile und Defizite bezüglich der Anpassung an die Hitze in der Stadt und das Stadtklima hin besprochen werden, ist zunächst eine geeignete Systematisierung möglicher Eingriffe erforderlich. Dafür wurde die hier genannte *Quadriga* gewählt, wofür aus Sicht der anstehenden Problemlage mehrere Punkte sprechen:

Einerseits umfasst sie alle raumrelevanten Einflussmöglichkeiten, das bedeutet sie geht über die typischerweise in der Planung angewandten Eingriffe im Rahmen formeller Instrumente (das sind vereinfachend gesagt Instrumente, die im Gesetz

²⁵ Sachgebilde sind materieller Art, wie zum Beispiel Flächen oder Anlagen. Sie repräsentieren *Stätten*, welche die Gelegenheit für unterschiedlichste Aktivitäten bieten.

²⁶ Sozialgebilde sind nicht-materieller Art, das heißt die Eingriffe bestehen hier auf konzeptueller Ebene. Veränderungen werden in den Denkgängen der Steuerungsadressaten bewirkt: Bei Individuen und deren Verhalten oder bei Einrichtungen und deren Organisation.

festgeschrieben sind) hinaus und umfasst auch Eingriffsmöglichkeiten auf Einrichtungen (Haushalte, Betriebe, Behörden, Vereine, etc.) und Verhalten. Dabei wird klar zwischen Instrumenten und den für ihr Zustandekommen erforderlichen Verfahren unterschieden. Nach Jung (2008,52) ist in der Planungspraxis ein Fokus auf die formellen Instrumente vorzufinden, so dass weitere Einflussmöglichkeiten aus dem Blickfeld geraten. Dies deckt sich mit der persönlichen Erfahrung des Verfassers, der gerade in Hinblick auf die Klimawandelanpassung jedoch insbesondere auch Eingriffe auf Einrichtungen und Verhalten als essentiell erachtet, so dass hierfür auch eine geeignete Systematisierung zur Verfügung stehen muss.

Nachstehend werden die Eigenschaften der Systematik nach Jung (2008,54ff) und erste Beispiele klimarelevanter Instrumente oder Eingriffe genannt.

Standorte ausweisen

Die Ausweisung von Standorten dient der Zuschreibung von Nutzungen an bestimmte Orte und wird über die Pläne und Programme der Örtlichen und überörtlichen Raumplanung vorgenommen. Diese *Widmung* bestimmter Flächen ist die Grundlage für die Errichtung von Anlagen. Sie wird in Österreich durch Verordnung der Länder und Gemeinden rechtlich verbindlich gemacht und ist somit ein Akt hoheitlichen Handelns. Im Bereich der Örtlichen Raumplanung, das heißt im eigenen Wirkungsbereich der Gemeinden, sind dies das Entwicklungskonzept, das jedoch wie zum Beispiel in Wien nicht immer Verordnungscharakter aufweist, der Flächenwidmungsplan sowie der Bebauungsplan. Zu den stadtklimatisch relevanten Festlegungen zählen zum Beispiel die planerische Sicherung von Grünzügen oder die Festlegung öffentliche und privater Grünflächen im Flächenwidmungsplan. Wesentlich ist hierbei die Eignung der Flächen für die vorgesehene Nutzung und der Anschluss an ergänzende Flächen, beispielsweise braucht ein Baugrundstück in der Regel einen Anschluss an eine Verkehrsfläche, um verkehrstechnisch erschlossen werden zu können.

Anlage errichten

Unter *Anlagen errichten* ist die Errichtung, Instandhaltung und der Abriss von Häusern oder Infrastruktur zu verstehen. Anlagen wirken auf ihre Umwelt ein und werden in der Regel von Architektinnen und Architekten, Bauingenieurinnen und Bauingenieuren, Landschaftsplanerinnen und -planern, Straßenplanerinnen und -planern, etc. errichtet. Sie sind die bauliche Hülle für Einrichtungen, welche die dritte Eingriffsart darstellen. Anlagen müssen nicht zwangsläufig Gebäude sein, aus stadtklimatischer Sicht sind vor allem Anlagen, die dem Frei- und Grünraum zugeordnet werden können, von Relevanz. Hierzu zählen zum Beispiel Parks, Gewässer oder Straßengrün.

Einrichtungen ausrichten (Organisation)

Der Begriff *Einrichtungen* wird bei Jung im Sinne eines Zusammenschlusses von Personen verwendet, wohingegen er unter *Organisation* die internen Strukturen

und Abläufe innerhalb von Einrichtungen sieht. Einrichtungen können unter anderem Krankenhäuser, Rettungsdienste, Abteilungen der städtischen Verwaltung oder meteorologische Dienste sein. Zum besseren Verständnis sei festgehalten, dass Einrichtungen theoretisch natürlich auch synonym als Organisationen bezeichnet werden könnten. Aus Gründen der klaren Unterscheidung werden aber auch hier die leichter unterscheidbaren Begriffe *Einrichtung* und *Organisation* verwendet. Jede Person ist zwangsläufig Teil von Einrichtungen, wie zum Beispiel eines Haushaltes, eines Unternehmens oder eines Vereins. Einrichtungen unterscheiden sich durch ihre Ziele, ihre Akteurinnen und Akteure und deren Rollen. Die Eingriffsform *Einrichtungen ausrichten* umfasst somit Regelungen, die zur Gründung neuer Einrichtungen führen oder sich auf die Gestaltung bestehender Einrichtungen auswirken. Unter der Gründung von Einrichtungen versteht man das *institutional building*, etwa wenn Regierungs- und Verwaltungsorganisationen aber auch nicht staatliche Einrichtungen gegründet werden, um bestimmte Aufgaben wahrzunehmen. Regelungen sind die häufigste Steuerungsart bei der organisatorischen Ausrichtung von Einrichtungen. Sie dienen dazu, bestimmte Aufgaben effizienter und effektiver wahrzunehmen oder auf bestimmte Problemlagen besser reagieren zu können. Ein Beispiel für *Einrichtungen ausrichten* ist in diesem Zusammenhang die Berücksichtigung von Hitzeperioden in Dienstplänen im Bereich Gesundheitswesen.

Verhaltensweisen steuern

Viele Verhaltensweisen wirken sich auf den Raum aus, indem sie etwa die räumliche Verteilung von Nutzungen beeinflussen. Zu den steuerbaren Verhaltensweisen zählen beispielsweise Verkehrsverhalten, Wohnverhalten, Freizeitverhalten, Verhalten am Arbeitsplatz oder der Umgang mit Energieträgern und Brennstoffen. Die Steuerung von Verhaltensweisen kann durch Anstöße (Aufklärung und Anregung) oder durch Lenkung (Ge- und Verbote) erfolgen. Erstere sind freiwillig, das heißt der Adressat hat die Wahlmöglichkeit, ob er sein Verhalten ändert oder nicht, letztere sind verpflichtend, hierunter fallen zum Beispiel Gesetze, Vorschriften, Benutzungsregeln, etc. Aus stadtklimatischer Sicht haben Verhaltensweisen großen Einfluss auf die Ausbildung städtischer Wärmeinseln und die Auswirkungen derselben auf die Bewohnerinnen und Bewohner der Stadt. Solche Felder, wo Verhaltensänderungen positiv wirken können, sind zum Beispiel der anthropogene Wärmeausstoß durch Verkehr oder temperaturgerechte Verhaltensweisen nach Warnungen und Information.

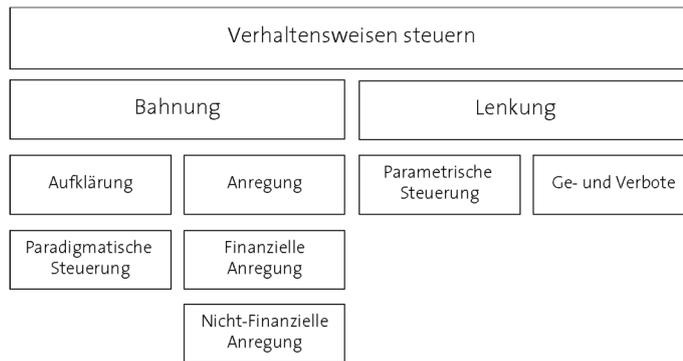


Abb.36: Übersicht Steuerungsarten des Eingriffes *Verhalten steuern* (Jung 2008,63)

Bahnung bezeichnet jene Änderungen von Verhaltensweisen, die durch Aufklärung, Anregung oder Anreize zustande kommen. Diese Verhaltensänderungen sind vom freiwilligen Zutun des Steuerungsadressaten abhängig, was sie von Ge- und Verboten unterscheidet. Aufklärung umfasst die Beschaffung, Aufbereitung und Bereitstellung von Informationen, die dem Steuerungsadressaten zur Verfügung gestellt werden. Dies kann zum Beispiel die gezielte Streuung von Informationen über Aspekte und Folgen der Hitze in der Stadt durch Medien sein. Der Steuerungsadressat kann, aufgrund der neuen Informationslage, bei Entscheidungen weitere Aspekte einbeziehen, wodurch bestenfalls Verhaltensänderungen hervorgerufen werden. Anregungen ergänzen eine solche Informationsbereitstellung noch zusätzlich um den Aspekt eines moralischen Appells oder einer positiven oder negativen Sanktion. Eine Warnung mit Hinweis auf mögliche Gesundheitsprobleme durch Hitzebelastungen stellt eine solche Anregung zur Verhaltensänderung dar. Positive und negative (finanzielle) Anreize sind eine weitere Möglichkeit, ohne Zwang auf die Veränderung von Verhaltensweisen hinzuwirken. Ein solches Anreizsystem wäre zum Beispiel das Versprechen, bei einem Beitrag zum Kleinklima durch die Senkung des Versiegelungsgrades im Gegenzug eine *Bonuskubatur* zu genehmigen.

Unter Lenkung falle Ge- und Verbote, wie Gesetze, Vorschriften, Benutzungsregeln, Hausordnungen, und dergleichen. Jung (2008,74) führt diesbezüglich eine für das gegenständliche Thema interessante Sonderform an: die parametrische Steuerung. Dabei werden dem Adressaten nur die Zielgrößen bekannt gegeben, die Art und Weise der Umsetzung bleibt ihm selbst überlassen. Solche Zielgrößen finden sich in der Raumplanung zu Hauf: Versiegelungsgrade, Bebauungsdichten, Stellplatzschlüssel, etc. sind ihrerseits alles Zielgrößen ohne eine Vorgabe zur Umsetzung. Gerade diese Sonderform der Verhaltenssteuerung bietet großes Potenzial für die Anpassung der Stadt an die Hitze.

8 Übersicht und Systematisierung möglicher Eingriffe nach der *Quadriga*

In den vorangegangenen Kapiteln wurden Schlussfolgerungen für das Handlungsfeld der Stadtplanung gezogen und die Ursachen und Wirkungen erforderlicher Eingriffe erläutert. Im folgenden Kapitel werden diese Eingriffe übersichtlich dargestellt, indem sie nach der in Kapitel 8 beschriebenen *Quadriga* von Jung systematisch zusammengefasst werden. Wichtigste Grundlage für die Zusammenstellung der möglichen Eingriffe sind die Ergebnisse aus den in den vorangehenden Kapiteln zitierten Forschungsprojekten.

Insgesamt wurden 24 Eingriffsmöglichkeiten definiert: Vier aus dem Bereich *Standorte ausweisen*, neun aus dem Bereich *Anlagen errichten*, acht aus dem Bereich *Einrichtungen ausrichten* und drei aus dem Bereich *Verhaltensweisen steuern*. Das größte Potenzial möglicher Eingriffe hat demnach mit der Errichtung, der Instandhaltung und dem Abriss von Anlagen zu tun. Eine nicht unerhebliche Anzahl von Eingriffsmöglichkeiten bietet allerdings auch der Bereich *Einrichtungen ausrichten*. Dies muss besonders hervorgehoben werden, da die Erkenntnisse aus den Dokumentanalysen erkennen lassen, dass die Organisation von Einrichtungen nur in wenigen Fällen, und wenn selten explizit, als Eingriffsmöglichkeit aufgegriffen wird. Wiewohl versucht wurde, eine möglichst vollständige Darstellung von Eingriffsmöglichkeiten als Grundlage für die Beurteilung der Planungsinstrumente zu erstellen, erhebt diese natürlich keinen Anspruch auf garantierte Vollständigkeit. Die möglichen Eingriffe werden stellenweise durch gute Beispiele aus anderen Städten illustriert.

Wesentliche Eigenschaft aller genannten Eingriffe ist, dass es sich in der Regel um *no-regret*-Strategien handelt: Sie sind auch dann noch attraktiv, wenn der Klimawandel und die Zunahme der städtischen Überwärmung nicht im erwarteten Maß eintreffen. Die Vielschichtigkeit ihrer Wirkungen dürfte zudem Akzeptanz und Durchsetzungsfähigkeit zusätzlich erhöhen.

Die nachfolgende Zusammenstellung bildet ein Prüfschema, nach dem die bestehenden Planungsinstrumente vergleichbar und vollständig auf ihre Vorzüge und Mängel hin untersucht werden können. Um die Analyse nachvollziehbar durchführen zu können, erhalten die Eingriffe jeweils einen Code, womit der Bezug zwischen der Zusammenstellung erforderlicher Eingriffe in diesem Kapitel und der Beurteilung des Instruments in Kapitel 9 hergestellt werden kann. Dieser Code ist einfach und verständlich, er beginnt mit dem Kürzel für den Eingriffsbereich (S: Standorte ausweisen, A: Anlagen errichten, E: Einrichtungen organisieren, V: Verhaltensweisen ändern) und einer fortlaufenden Nummer. Zum Beispiel bezeichnet der Code AO1 die Eingriffsmöglichkeit *Anlagen errichten – Errichtung von Parkanlagen*.

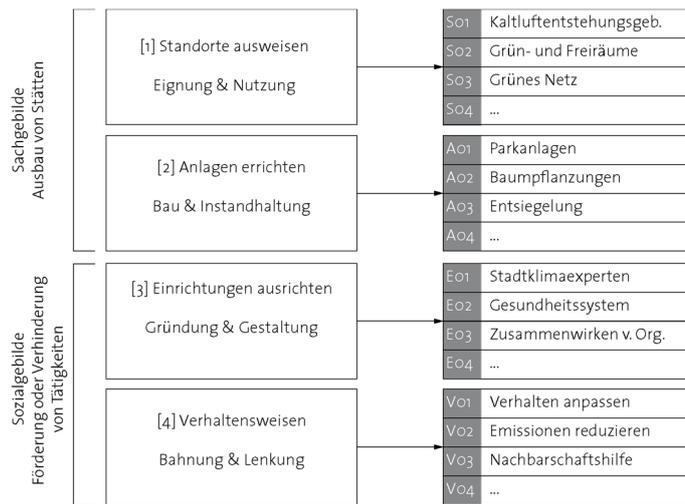


Abb.37: Schema zur Prüfung der Planungsinstrumente nach der Quadriga, eigene Darstellung

Der Zielerfüllungsgrad des untersuchten Planungsinstrumentes wird dann verbal argumentativ beurteilt und anhand nachfolgender Symbolik in drei Stufen angegeben.

Zielerfüllungsgrad	Beschreibung
++	Das Planungsinstrument beinhaltet diesbezüglich <i>geplante</i> Eingriffe. Damit angesprochen sind Eingriffe, die speziell der Anpassung an das Stadtklima oder dem Umgang mit den Folgen der Hitze in der Stadt dienen und welche explizit genannt und/oder graphisch dargestellt werden.
+	Das Planungsinstrument weist durch <i>ungeplante</i> Eingriffe positive Wirkungen in Hinblick auf eine Anpassung an das Stadtklima auf. Darunter werden Eingriffe subsumiert, die nicht primär als Anpassungsmaßnahme geplant sind, jedoch auch als solche wirken.
-	Der Eingriff wird im Planungsinstrument nicht angesprochen.

Tab.10: Einstufung des Zielerfüllungsgrades geprüfter Planungsinstrumente

In den nachfolgenden Kapiteln werden alle erforderlichen Eingriffe, die sich aus der Problemdefinition ergeben haben, aufgeführt und erläutert. Einzelne Eingriffe werden mit Beispielen zusätzlich veranschaulicht. Die Gliederung erfolgt nach den vier Eingriffsmöglichkeiten der *Quadriga*.

8.1 Standorte ausweisen

Durch hoheitliche Akte wird Flächen eine konkrete Nutzung zugewiesen. Dabei können nicht nur neue Flächen ausgewiesen, sondern auch bestehende Flächen gesichert werden. Auch der Ausschluss von Nutzungen auf bestimmten Flächen stellt einen möglichen Eingriff dar. Primäre dienen der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan dieser Zuweisung von Flächen zu bestimmten Nutzungen. Der räumliche Maßstab, in dem diese Eingriffe abzuwägen sind, sind in der Regel die Gesamtstadt oder das Quartier.

Tab.11: Eingriffe zur besseren Adaption an die thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels durch Ausweisen von Standorten

	<i>Standorte ausweisen</i>	<i>Bedeutung</i>
So1	Sicherung großflächiger Kaltluftentstehungsgebiete und Frischluftschneisen	Gemeint ist die planerische Schaffung und Sicherung großräumiger Grünflächen (z.B. Wäldern), über denen bodennahe Luft in der Nacht abkühlen kann. Sehr oft befinden sich diese in Stadtrandlagen. Von Bedeutung ist die Anbindung dieser Flächen über so genannte Frischluftschneisen (siehe So3), über welche die kalte Luft nachts in den Stadtkörper transportiert wird.
So2	Ausweisung innerstädtischer Grün- und Freiräume (z.B. Parkanlagen)	Kleinere innerstädtische Grün- und Freiräume innerhalb des urbanen Wärmearchipels können Wirkung als so genannte <i>park cool islands</i> entfalten. Die Wirkung des entstehenden <i>park breeze</i> hängt sehr von den angrenzenden städtebaulichen Strukturen ab: Je offener diese sind, desto weiter in die umgebende Bebauung hinein ist der Effekt spürbar. Grün- und Freiräume dienen gleichzeitig den Bewohnerinnen und Bewohnern als Orte thermischer Erholung.
So3	Vernetzung von Grün- und Freiräumen	Kaltluftentstehungsgebiete können ihre Wirkung nur entfalten, wenn die entstehende Kaltluft in die umliegenden Siedlungsgebiete eindringen kann. Hierfür sind Schneisen mit möglichst geringer aerodynamischer Oberflächenrauigkeit erforderlich, die das Stadtgebiet wie <i>kühle Adern</i> durchziehen müssen (Ventilationsbahnen). Gleichzeitig sind Durchlüftungsbahnen zu sichern, die durch Wind Frischluft in die Stadt führen. Diese Adern stellen sehr oft thermisch komfortable Bewegungslinien (Fuß- und Radverkehr) für die Bewohnerinnen und Bewohner dar.
So4	Festlegen oder Ausschließen von Standorten für hitzesensitive Nutzungen	Hitzesensitive Nutzungen können durch das Festlegen geeigneter Flächen auf stadtklimatisch begünstigten Standorten errichtet werden. Umgekehrt können stadtklimatisch ungünstige Flächen für hitzesensitive Nutzungen auch ausgeschlossen werden. Unter hitzesensitiven Nutzungen sind vor allem Krankenhäuser, Pflegeheime oder Alten- und Seniorenresidenzen anzuführen.

8.2 Anlagen errichten

Unter Anlagen wird in Bezug auf das Thema dieser Arbeit vor allem die Errichtung, Instandhaltung und der Abriss von Häusern oder Infrastruktur verstanden. Parks, Gewässer oder Straßengrün zählen exemplarisch zu stadtklimatisch relevanter Infrastruktur. Ein oder mehrere Grundstücke stellen dabei den räumlichen Maßstab dieser Eingriffe dar.

	<i>Anlagen errichten</i>	<i>Bedeutung</i>
Ao1	Errichtung von Parkanlagen	Bereits bei einer Größe von unter 1 ha können temperatursenkende Wirkungen von Parkanlagen nachgewiesen werden. Je größer das Grünvolumen ist, desto größer ist in der Regel der Abkühlungseffekt. Die Wirkung ist dabei im Tagesverlauf unterschiedlich: Dicht bepflanzte Parkanlagen mit geschlossenen Baumkronen leisten vor allem unter Tag viel für die thermische Entlastung durch Beschattung und tragen so zu einer hohen Aufenthaltsqualität für die Stadtbevölkerung bei. Parkanlagen mit großen Wiesen- und Rasenanteilen und eher lockerer Bepflanzung produzieren in der Nacht hingegen mehr Kaltluft, da die Wärme ungehindert abstrahlen kann. Die kalte Luft kann im Idealfall in die angrenzenden Baugebiete abfließen und dort zur nächtlichen Erholung beitragen. Bei der Planung von Parkanlagen kann durch gezielten Einsatz von Bepflanzung und Freiflächen die Funktion der Parkanlage gesteuert werden (vgl. Mathey 2011,165f). Es ist dies wesentlich von der Grün- und Freiraumausstattung sowie dem Ausmaß der urbanen Überwärmung im Grätzel abhängig.

Tab.12: Eingriffe zur besseren Adaption an die thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels durch das Errichten von Anlagen

	<i>Anlagen errichten</i>	<i>Bedeutung</i>
Ao2	Baumpflanzungen	Baumpflanzungen spielen eine wichtige Rolle bei der Gestaltung mikroklimatisch angenehmer Aufenthaltsräume in der Stadt. Durch Beschattung, Reduktion der Windgeschwindigkeit (bei gleichzeitig guter Ventilation) und Evapotranspiration tragen Bäume dazu bei, die Temperatur vor allem zu den heißesten Tageszeiten zu senken. Für Baumpflanzungen gilt: Je größer und dichter die Krone, desto höher der mikroklimatische Effekt. Im Verbund stehende Bäume verstärken den positiven Effekt weiter. Den größten Effekt erzielen Bäume entlang von Fassaden mit geschlossenem Kronendach. Bei der Situierung von Bäumen ist auf die städtebauliche Struktur Augenmerk zu legen: So wirken Bäume im dicht bebauten Stadtgebiet am effektivsten direkt vor Süd- und Westfassaden. Im offenen Einfamilienhausgebiet hingegen wirken sie am effektivsten, wenn sie an der südlichen Straßenseite oder der westlichen Straßenseite platziert werden, so dass sie die dunklen Verkehrsflächen anstelle der bepflanzten Vorgärten beschatten. Offene, sich stark erheizende Flächen (Parkplätze, Industriebrachen, Bahnflächen) erhalten durch Beschattung weniger Wärmeenergie. Bei großen Grünflächen ist auf eine ausgewogene Verteilung zu achten, so dass auch nächtliche Ausstrahlung und Ventilation ermöglicht werden (vgl. Stiles et al. 2014,8-2ff).

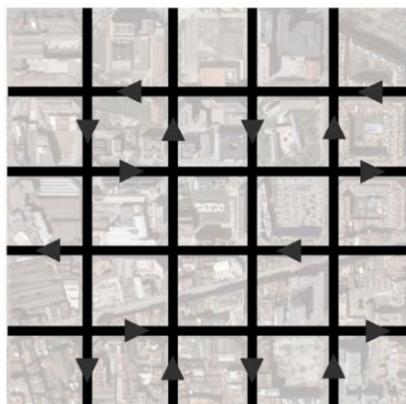
Abb.38: Ein Beispiel für die Begrünung von Gleistrasse findet man in Bilbao in Spanien: Der Masterplan des Büros *Balmori Associates* für die Gestaltung der ehemaligen Hafenterrasse im Stadtzentrum sieht unter anderem grüne Gleistrassen für die neue Verkehrsinfrastruktur vor (*Bilbao Light Rail*). Die Umsetzung ist ästhetisch gelungen und erfüllt auch stadtklimatische Funktionen. Bild: *Balmori Associates*



	Anlagen errichten	Bedeutung
A03	Entsiegelung	Durch die Entsiegelung städtischer Flächen kann der urbanen Überwärmung entgegengewirkt werden, denn dank geringerer Wärmespeicherung und Verdunstungsleistungen wirken entsiegelte Flächen temperaturnausgleichend. Vegetation und Wasserflächen wirken aufgrund der Verdunstung und der Evapotranspiration am effektivsten. Weitere Möglichkeiten der Entsiegelung sind zum Beispiel wassergebundene Wegedecken, Kies, Rasengittersteine oder Pflaster mit so genannten <i>Ökofugen</i> (Rasenfugen bzw. versickerungsfähige Splittfugen). Am effektivsten ist der Einsatz im Straßenraum, wobei hier am ehesten der Einsatz im Bereich von Gehsteigen, Parkflächen oder Fahrbahngleisen (grüne Gleise für Straßenbahnen) denkbar ist. Großes Potenzial liegt in zu erwartenden zukünftigen Änderungen unseres Mobilitätsverhaltens, wenn dadurch für den Verkehr nicht mehr benötigte Flächen entsiegelt werden können. Ebenfalls hohe Wirkung erzielt die Entsiegelung bei offenen, sich stark erwärmenden Plätzen (vgl. Stiles et al. 2014,8-6ff)

Road hierarchy in a Superblock model

CURRENT SITUATION

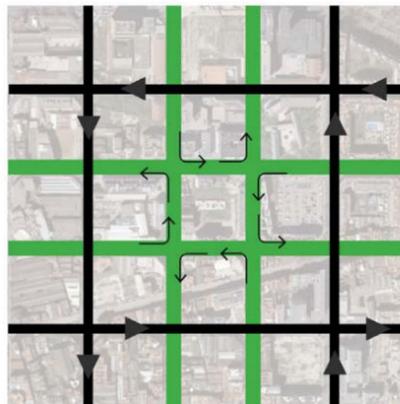


Basic network: 50 km/h



SOLE RIGHT: DISPLACEMENT.
HIGHEST AIM: PEDESTRIAN.

SUPERBLOCK



Local network: 10 km/h



EXERCISE OF ALL THE RIGHTS THAT THE CITY
OFFERS. HIGHEST AIM: CITIZEN.

**PASSING
VEHICLES
DO NOT GO
THROUGH**

Abb.39: Durch Veränderung von Mobilität entstehen neue Möglichkeitsräume für Anpassungsmaßnahmen. Hier gezeigt am Beispiel der Superblocks oder *superillas* in Barcelona: In den zukünftig verkehrsberuhigten Straßen (grün) entsteht Raum für die Entsiegelung von Verkehrsflächen und Pflanzung von Bäumen.

	<i>Anlagen errichten</i>	<i>Bedeutung</i>
Ao4	Begrünung von Gebäuden (Dach- und Fassadenbegrünung)	<p>Dachflächen und Fassaden spielen eine wichtige Rolle für das Mikroklima. Dach- und Fassadenbegrünungen haben mehrfachen Nutzen: Sie beschatten die Dachhaut und die Fassade, schützen damit im Sommer vor Überwärmung wie ein kühlender Mantel und im Winter vor Energieverlust. Gleichzeitig halten sie Niederschlagswasser zurück, was speziell in Hinblick auf häufigere Niederschlagsextreme von zunehmender Bedeutung ist. Sie reduzieren aber auch die Reflexion und damit die Erwärmung umliegender Fassaden.</p> <p>Dachbegrünungen wirken am effektivsten, wenn sie möglichst große und zusammenhängende Flächen bilden. Die Flächengröße ist dabei entscheidender als die Intensität der Begrünung. Bevorzugt sollten niedrige Dächer begrünt werden, da diese am ehesten einen mikroklimatischen Effekt aufweisen (vgl. Stiles et al. 2014, 8-8ff). Dachbegrünung erhöht zudem durch den Schutz von thermischer und mechanischer Belastung des Daches dessen Lebensdauer (vgl. Erlach 2012, 30).</p> <p>In Schutzzonen können Einschränkungen für Dachbegrünungen bestehen. Dachgärten auf öffentlichen Gebäuden wie beispielsweise jener der MA22 können Vorbildwirkung entfalten.</p>

Abb.40: Ein Pilotprojekt der Stadt Wien gemeinsam mit der Universität für Bodenkultur am Gebäude der Magistratsabteilung 48 zeigt, wie Fassadenbegrünung auch bei nicht-fensterlosen Fassaden realisiert werden kann, dies zudem nicht nur mit Kletterpflanzen. Bild: Stadt Wien

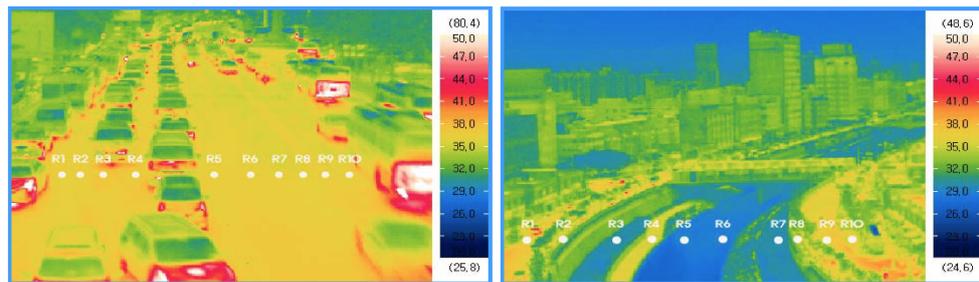


	<i>Anlagen errichten</i>	<i>Bedeutung</i>
Ao5	Alternative Beschattungsformen von Gebäuden und Freiflächen	Dort wo keine Beschattung durch Baumpflanzungen möglich ist, können auch Sonnensegel, Schirme, begrünte Pergolen oder Spanndrähte, Gebäudeüberstände, Vordächer oder Ähnliches zur Beschattung eingesetzt werden. Fensterbalken sind eine traditionelle <i>low-tech-Maßnahme</i> , um im Sommer die Hitze aus Innenräumen fernzuhalten. Flexible Sonnenschutzelemente haben den Vorteil, am Tag rasch eingesetzt und in der Nacht wieder verstaut werden zu können, so dass neben der Beschattung auch die nächtliche Abstrahlung gewährleistet ist. Diese Maßnahmen können zum Beispiel an Gebäuden zur Beschattung von Fensterflächen eingesetzt werden. Schwerpunkt sollte allerdings auf Bereiche gelegt werden, wo sich Menschen auch im Sommer länger aufhalten. Dies sind zum Beispiel Büros, Arbeitsstätten, Haltestellen des ÖPNV, Freiluftveranstaltungen (Konzerte, Sportveranstaltungen), öffentliche Bäder, Terrassen von Gastbetrieben, etc..
Ao6	Errichtung von (erlebbaren) Wasserflächen	Wasserflächen tragen durch Verdunstung zu einer Kühlung der Umgebungsluft bei. Bewegtem Wasser ist hierbei der Vorzug zu geben, da stehendes Wasser sich langfristig ebenfalls erwärmt und diese Wärme im Nachtzeitraum über lange Zeit wieder abgeben kann. Möglichkeiten für erlebbares Wasser sind zum Beispiel Wasserspiele oder Springbrunnen. Wasserwände und Fontänen verteilen die Feuchtigkeit in großen Höhen und tragen so noch stärker zur Kühlung bei.

Abb.41: Cheonggye-Fluss in Seoul/Korea: Im Zuge von Stadtumbaumaßnahmen ab den 50er- und 60er-Jahren mit einer bis zu 12-spurigen Verkehrsfläche überbaut. Ab 2003 begann der Rückbau und die Neugestaltung des Flusses. Das Vorzeigeprojekt der Koreanischen Hauptstadt trug wesentlich zu einer Verbesserung der stadtklimatischen Situation bei (Park 2010,31ff.). Bild: <http://mapio.net/s/75756428/>



Abb.42: Die Thermalaufnahmen des Cheonggye-Flusses vor und nach Rückbau der Überplattung für den KFZ-Verkehr zeigen die Verbesserungen für die Temperatur (Park 2010,205).



	<i>Anlagen errichten</i>	<i>Bedeutung</i>
A07	Rückbau	Wenngleich Wien bevölkerungsmäßig wächst und damit ein großer Bedarf an neuem Wohnraum einhergeht, muss man in Hinblick auf die erforderliche Anpassung an das Stadtklima doch auch die Möglichkeiten des Rückbaus in Betracht ziehen. Rückbau im Sinne einer Verringerung der baulichen Dichte kann zum Beispiel im Zuge von Konversionen erfolgen und bietet erhebliches Potenzial für stadtklimatische Verbesserungen. Durch Rückbau können Frischluftschneisen oder Ventilationsbahnen, neue Parkflächen oder neue Wasserflächen geschaffen werden.
A08	Albedo erhöhen	Der Albedowert beschreibt das Verhältnis reflektierter Strahlung zu einfallender Strahlung. Die durchschnittliche Albedo europäischer und nordamerikanischer Städte beträgt ungefähr 0,15 (oder 15%). Das bedeutet, 15% der einfallenden Strahlungsenergie wird reflektiert und nicht von der Oberfläche absorbiert. Durch die Erhöhung der Albedo, zum Beispiel durch den Einsatz heller reflektierender Materialien, kann die Erwärmung von Oberflächen in der Stadt signifikant reduziert werden (vgl. Hupfer und Kuttler 2006,383ff). Dieser Eingriff ist kostengünstig und bietet sich daher vor allem für den Bestand an, zum Beispiel im Bereich großer Zweckbauten für Industrie und Gewerbe.
A09	Technische Gebäudekühlung	Der Eingriff umfasst passive, technische Maßnahmen zur Kühlung von Gebäuden. Dies können zum Beispiel Wärmedämmung, automatisch geregelte Sonnenschutzeinrichtungen, Lüftungskühlungskonzepte, solarthermische Kühlsysteme oder die Aktivierung von thermischen Speichermassen sein (vgl. Bettgenhäuser et al. 2011,54ff). Die Fassadengestaltung ist hierbei unbedingt mit einzubeziehen: Qualität, Orientierung und Neigung von Glasflächen oder die Wärmespeicherkapazität von Materialien können einen Beitrag leisten. Nicht angesprochen sind hier konventionelle Kühlgeräte (Split- oder Kompaktgeräte), die den Einsatz elektrischer Kompressoren erfordern, weil diese zu einem erhöhten Energieverbrauch und zum CO ₂ -Ausstoss beitragen und die Abwärme der Kondensatoren die Stadt zusätzlich erwärmt.

8.3 Einrichtungen ausrichten (Organisation anpassen)

Als Einrichtungen sind Zusammenschlüsse von Personen zu verstehen, die in einer bestimmten Struktur organisiert sind. Hierzu zählen Vereinigungen, Behörden, Betriebe und auch Haushalte.

Tab.13: Eingriffe zur Adaption an die thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels durch die Ausrichtung von Organisationen

	<i>Einrichtungen ausrichten</i>	<i>Bedeutung</i>
Eo1	Einsatz von Stadtklimaexpertinnen und -experten in Planungsprozessen	Durch die Integration von Expertinnen und Experten auf dem Gebiet des Stadtklimas bekommen die erforderlichen Anpassungen der Stadt an das Stadtklima und den Klimawandel eine <i>Lobby</i> . Denkbar ist zum Beispiel der Einsatz in Flächenwidmungsplan- und Bebauungsplanverfahren sowie in städtebaulichen und architektonischen Wettbewerben und kooperativen Planungsverfahren.
Eo2	Ausrichtung des Gesundheitssystems	Das Gesundheitswesen muss zukünftig auf regelmäßig auftretende Hitzeperioden vorbereitet sein. Dies erfordert einerseits bauliche Maßnahmen (zum Beispiel die Kühlung von Gebäuden), aber auch, dass in den üblicherweise betroffenen Jahreszeiten ausreichende Betten- und Personalkapazitäten zur Verfügung stehen. Hier kommt erschwerend der Umstand hinzu, dass sich die Hitzeperioden sehr oft mit den traditionellen Urlaubszeiten decken (vgl. Moshhammer et al. 2009,23).
Eo3	Verbesserung des Zusammenwirkens von Behörden, Gesundheitssystem und Rettungsorganisationen	Um den steigenden Morbiditäts- und Mortalitätsraten bei Hitzeperioden entgegenzuwirken, sollten Behörden, das Gesundheitssystem und Rettungsorganisationen ihre Zusammenarbeit für den Ernstfall verbessern, zum Beispiel durch gemeinsame Übungen oder eine institutionalisierte Verbindung. Durch Wetterprognosen sind entsprechende Vorlaufzeiten, in denen Sofortmaßnahmen getroffen werden können, zeitlich möglich (vgl. Moshhammer et al. 2009,23). Mit Behörden und Organisation sind in diesem Komplex vor allem die Verwaltung (Warnung, Bewusstseinsbildung), meteorologische Institute (Wetterprognosen), Rettungsdienste und Krankenhäuser angesprochen.
Eo4	Information und Warnung im Fall von Hitzeperioden	Hitzeperioden sind mit den Mitteln konventioneller Wetterprognosen vorherzusagen, so dass sich in der Regel ein Zeitfenster für Information und Warnung ergibt (vgl. Moshhammer et al. 2009,23f). Wenn möglich, sollten Wetterdienste und Behörden ein institutionalisiertes Vorgehen bei Hitzeperioden anstreben.

	<i>Einrichtungen ausrichten</i>	<i>Bedeutung</i>
		<p>Als Informationsmedien scheinen aus Sicht des Verfassers das Internet, der Rundfunk und betriebs- oder amtsinterne Rundschreiben geeignet. Auch können die Möglichkeiten der Information in öffentlichen Verkehrsmitteln, Bahnhöfen und Haltestellen genutzt werden. Es sollte zudem darauf geachtet werden, dass alle Medienkanäle genutzt werden, so dass beispielsweise Personen ohne Zugang zum (mobilen) Internet oder auch zu einem Fernseher nicht uninformiert bleiben.</p>
Eo5	Flexibilisierung von Arbeitszeiten	<p>Von Hitzewellen besonders betroffen sind Personen, die im Freien körperlich arbeiten, zum Beispiel in der Baubranche oder in der Landwirtschaft. Aber auch Büroarbeit in nicht klimatisierten Räumen kann eine große Belastung darstellen. Hier wäre zu überlegen, ob man nicht durch eine Flexibilisierung der Arbeitszeiten, zum Beispiel durch Aufhebung oder Verschiebung von Kernarbeitszeiten oder eine längere Mittagsruhe (Siesta) Abhilfe schaffen kann.</p>
Eo6	Anpassen von Öffnungszeiten	<p>Aufgrund des fortschreitenden Klimawandels wäre zu überlegen, ob man die Öffnungszeiten von Einrichtungen, wie zum Beispiel von Freibädern, die in Wien traditionell am 1. Mai öffnen, anpassen könnte. Zum Beispiel würde auch eine Verlängerung der Ladenöffnungszeiten in die Abendstunden die Möglichkeit eröffnen, Besorgungen außerhalb der besonders belasteten Tageszeit erledigen zu können.</p>
Eo7	Die Gründung von Vereinen fördern, deren Tätigkeit zur Verbesserung des Stadtklimas beiträgt	<p>Stadtklimarelevante Tätigkeiten von Vereinen sollten gefördert werden. Zum Beispiel tragen Nachbarschafts- und Gemeinschaftsgärten (<i>urban gardening</i>) zur intensiven Begrünung urbaner Flächen bei und leisten damit einen Beitrag zum Temperatenausgleich. Wesentlich ist, dass durch diese Tätigkeiten kleinklimatisch positive Effekte erzielt werden.</p>
Eo8	Zugänglich machen thermischer Erholungsräume öffentlicher Einrichtungen	<p>Öffentliche Einrichtungen wie zum Beispiel Schulen, Kindergärten, Universitäten oder Krankenhäuser verfügen teils über eigene Grün- und Freiflächen (Parks, Spielplätze, Sportanlagen, etc.), die sich für die thermische Erholung eignen. Allgemein und insbesondere im Sommer wäre zu überlegen, ob man diese Flächen außerhalb der Unterrichtszeiten, in Ferienzeiten oder in Tagesrandzeiten der Öffentlichkeit für die Erholung zugänglich machen kann.</p>

8.4 Verhaltensweisen steuern

Nachfolgende Eingriffe in der Form der Änderung von Verhaltensweise sind denkbar:

Tab.14: Eingriffe zur Adaption an die thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels durch die Änderung von Verhaltensweisen

	<i>Verhaltensweisen steuern</i>	<i>Bedeutung</i>
Vo1	Individuelles Verhalten anpassen	<p>Bürgerinnen und Bürger sollten in Zeiten erhöhter thermischer Belastung ihr Verhalten bewusst anpassen. Dies umfasst zum Beispiel folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Richtiges Lüften in den frühen Morgenstunden. Durch Verdunkeln der Fenster kann die Wohnung Tags länger kühl gehalten werden. - Bewusster Aufenthalt in thermischen Komfortzonen wie schattigen Parks. Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung zum Beispiel durch den Wechsel auf die schattigere Straßenseite oder Warten im Schatten von Gebäuden oder Bäumen. - Tragen von temperaturgerechter, leichter Kleidung zur Vermeidung eines Hitzestaus. - Ausreichende Flüssigkeitsaufnahme: Besonders alte und körperlich beeinträchtigte Menschen neigen dazu, zu wenig zu trinken. Geeignete Getränke (kein Alkohol) sollten sichtbar bereitgestellt und das Netz an öffentlichen Trinkwasserbrunnen ausgebaut werden. Gleichzeitig ist die Information und Bereitstellung von Toiletten ebenso wichtig.
Vo2	Anthropogene Wärmeemissionen im Außenraum und im Innenraum reduzieren	<p>Durch die Reduktion anthropogener Wärmeemissionen kann die thermische Behaglichkeit verbessert und dem Aufheizen der Stadt entgegengewirkt werden. Sowohl im Außenraum wie auch innerhalb von Gebäuden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Im Außenraum sind große Wärmeabgaben auf den Verkehr zurückzuführen. Es sollte daher das Ziel sein, an besonders heißen Tagen zugunsten des ÖPNV auf das Auto zu verzichten, um so die Abwärme des Verkehrs zu reduzieren. Da sich insbesondere dunkle Autos in der Sonne sehr stark aufheizen, ist es zudem sinnvoll diese, wenn möglich in Tiefgaragen zu parken. Allenfalls sind auch positive Effekte auf die Verkehrssicherheit zu erwarten. - Auch in Gebäuden kann die Temperatur durch eine Reduktion der inneren Lasten reduziert werden. Als mögliche Wärmequellen kommen dabei PC, Drucker, Bildschirme, Leuchten, Herde, etc. in Frage. Diese Geräte geben im Betrieb eine nicht zu unterschätzende Menge an Wärme ab und sollten daher nur angeschaltet sein, wenn sie auch benötigt werden.

	<i>Verhaltensweisen steuern</i>	<i>Bedeutung</i>
V03	Nachbarschaftshilfemodelle bilden	Die Erledigung von Einkäufen für ältere Personen, die speziell von der Hitze betroffen sind, der nachbarschaftliche Verleih von Sonnenschirmen oder mobilen Klimageräten oder auch nachbarschaftliche Hilfe bei der Pflanzung von kühlendem Grün sind nur wenige Beispiele, wie nachbarschaftliche Hilfe auch in Hinblick auf die Hitze in der Stadt einen Beitrag leisten kann.

9 Stadtklimatische Aspekte in den Wiener Planungsinstrumenten

In folgendem Kapitel werden die bestehenden Wiener Planungsinstrumente anhand des dargelegten Schemas analysiert und verbal-argumentativ beurteilt. Dem Stufenbau der Raumordnung und Raumplanung entsprechend beginnt der Verfasser dabei mit den Instrumenten der obersten, strategischen Ebene und arbeitet sich bis zum einzelnen Grundstück voran. Die Instrumente umfassen teilweise eine Vielzahl stadtplanerisch relevanter Handlungsfelder oder fokussieren auf einen speziellen Teilaspekt der Stadtplanung. Die Erstellung dieser Instrumente ist teilweise ein langwieriger ressourcenintensiver Abwägungsprozess, der auch zwangsläufig Vereinfachungen und Kürzungen erfordert: Anmerkungen zu den Planungsinstrumenten möchte der Verfasser daher nicht als Kritik aufgefasst wissen, sondern vielmehr als reines Aufzeigen möglicher Verbesserungspotenziale; Unter der Idealvorstellung, dass die untersuchten Instrumente nur dem Ziel der Reduktion der städtischen Wärmeinsel und der Anpassung an den Klimawandel dienen, soll dargelegt werden, wie man das Instrument allenfalls noch dahingehend schärfen kann.

Folgende Planungsinstrumente werden in diesem Kapitel analysiert:

- Smart City Rahmenstrategie Wien
- Stadtentwicklungsplan 2025 (STEP 2025)
- Urban Heat Islands – Strategieplan Wien (UHI-START)
- Fachkonzept Grün- und Freiraum
- Fachkonzept Mobilität
- Fachkonzept Hochhäuser
- Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan
- Das Gestaltungskonzept nach § 63 Abs. 5 BO für Wien
- Städtebauliche Verträge nach § 1a BO für Wien

Das Fachkonzept öffentlicher Raum, das im Anschluss an die Ziele des STEP 2025 die Richtung für die Gestaltung öffentlicher Räume in Wien vorgeben wird, war zum Ende der Arbeit leider noch nicht beschlossen und konnte daher nicht berücksichtigt werden, wenngleich darin vermutlich interessante Aspekte zum Thema enthalten sein werden.

9.1 Smart City Rahmenstrategie Wien

Der Prozess zur Erarbeitung einer Smart City Strategie wurde in Wien im Jahr 2011 gestartet. Am 25.06.2014 konnte die so genannte Smart City Rahmenstrategie vom Gemeinderat beschlossen werden. Die darin enthaltenen Ziele entfalten ihre Wirkung nicht aufgrund rechtlicher Bindung, sondern vor allem durch Selbstbindung. Die Smart City Rahmenstrategie ist in erster Linie ein Instrument mit den Zielen Ressourcenschonung und CO₂-Vermeidung (*mitigation*) und ist insbesondere vor dem Hintergrund der europäischen Klimaschutzbestrebungen zu sehen. Das Leitziel der Smart City Wien ist (Stadt Wien 2014c,16):

»Beste Lebensqualität für alle Wienerinnen und Wiener bei größtmöglicher Ressourcenschonung. Das gelingt mit umfassender Innovation.«

Die Smart City Rahmenstrategie zeichnet hierfür eine Vision der Stadt im Jahr 2050, die durch verantwortungsbewusste Entscheidungen im Heute erreicht werden soll. Während Smart City ein unscharfer Sammelbegriff für technologiebasierte Änderungen und Innovation in urbanen Räumen ist und primär auf Ressourcenschonung mittels technischer Innovationen abzielt, steht die Smart City Strategie Wiens auf den drei Säulen Ressourcenschonung (Energie, Mobilität, Gebäude, Infrastruktur), Lebensqualität (Soziale Inklusion, Gesundheit, Umwelt) und Innovation (Bildung, Forschung und Technologie, Innovationen, starke Wirtschaft). Die Stadt Wien definiert Smart City folgendermaßen (Stadt Wien 2014c,30):

»Smart City Wien bezeichnet die Entwicklung einer Stadt, die die Themen Energie, Mobilität, Gebäude und Infrastruktur prioritär und miteinander verknüpft vorantreibt. Dabei gelten folgende Prämissen:

- Radikale Ressourcenschonung
- Hohe soziale Ausgewogenheit
- Entwicklung und produktiver Einsatz von Innovationen/neuen Technologien

Damit soll die Zukunftsfähigkeit der Stadt umfassend garantiert werden. Elementares Kennzeichen von Smart City Wien ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise. Damit sind neue Handlungs- und Koordinationsmechanismen von Politik und Verwaltung ebenso umfasst wie die Ausweitung des Handlungsspielraumes der Bürgerinnen und Bürger.«

Die Smart City Strategie soll als Rahmen für eine Vielfalt bestehender Pläne, Strategien, Zielkatalogen und Arbeiten gesehen werden. Die Stadt Wien definiert die Smart City Rahmenstrategie als Kern oder thematische Klammer für viele andere Bemühungen der Stadt, wie das städtische Energieeffizienz-Programm, den STEP, den Masterplan Verkehr, die Forschungs-, Technologie- und Innovationsstrategie, die Energiestrategie, das Klimaschutzprogramm oder den *renewable action plan* (Stadt Wien 2014c,31). Während die Planungsinstrumente, auf die in den nachfolgenden Kapiteln näher eingegangen wird, einen kurz- bis mittelfristigen Horizont aufweisen (10-15 Jahre) und/oder auf einen Sektor bezogen sind, ist die Smart City Rahmenstrategie für einen Zeithorizont bis 2050 gedacht. Sie dient der Orientierung bei der Weiterentwicklung und Einführung neuer sektoraler Fachplanungen in den Bereichen Klimaschutz, Innovation, Stadtplanung oder Mobilität vor.

Die Smart City Rahmenstrategie Wien präsentiert sich daher als übergeordnetes Leitbild, das, wenn auch an vielen Stellen das Gegenteil betont wird, dem Grunde nach wenig konkrete Ziele zu entnehmen sind. Dem Charakter eines Leitbilds entsprechend dient es aus Sicht des Verfassers vor allem Kommunikationszwecken und bietet eine Richtschnur für eine Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren. Die wichtigsten, teilweise quantitativ bezifferten Ziele, werden nachstehend auszugsweise angeführt (vgl. Stadt Wien 2014c,31ff):

- *CO₂-Reduktion:* In Wien sinken die Treibhausgasemissionen pro Kopf um jedenfalls 35% bis 2030 und 80% bis 2050 im Vergleich zu 1990.
- *Energie:* Senkung des Primärenergiebedarfes pro Kopf von 3.000 Watt auf 2.000 Watt im Vergleich zu 2005. Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien bis 2050 auf 50%.
- *Mobilität:* Senkung des MIV-Anteils bis 2050 auf deutlich unter 15%. Abwicklung des gesamten MIV bis 2050 mit ausschließlich nicht-konventionellen Antrieben.
- *Gebäude:* Umfassende Sanierungsaktivitäten führen zur Reduktion des Energieverbrauchs im Gebäudebestand für Heizen, Kühlen und Warmwasser um 1% pro Kopf und Jahr.
- *Infrastruktur:* Wien ist bis 2020 die fortschrittlichste Stadt in allen Belangen von Open Government. Aufrechterhaltung des hohen Niveaus der Wiener Infrastrukturen.
- *Innovation:* Das Innovationsdreieck Wien-Brünn-Bratislava ist bis 2030 eine der zukunftssträchtesten grenzüberschreitenden Innovationsregionen Europas.
- *Wirtschaft:* Jährlich gründen 10.000 Personen ihr Unternehmen in Wien. Der Anteil der technologieintensiven Produkte an den Exporten ist bis 2050 auf 80% gestiegen.
- *Bildung:* Flächendeckende Umsetzung der Ganztags- und Gesamtschule sowie weiterer Ausbau der qualitativ hochwertigen Kinderbetreuung.
- *Soziale Inklusion:* In Wien leben alle Menschen unabhängig ihrer Herkunft, physischen und psychischen Verfasstheit, sexuellen Orientierung und geschlechtlichen Identität friedlich und sicher zusammen. Qualitätvolles und leistbares Wohnen sowie ein attraktives Wohnumfeld soll für eine möglichst große Anzahl an Menschen zugänglich sein.
- *Gesundheit:* Stärkung gesundheitsfördernder Lebensbedingungen und der Gesundheitskompetenz aller Bevölkerungsgruppen.
- *Umwelt:* Der derzeitige Grünanteil von über 50% soll bis 2030 gehalten werden. Gerade in einer wachsenden Stadt müssen zusätzliche Erholungsräume entsprechend dem Bevölkerungswachstum gesichert werden.

Exkurs Smart City

Der Begriff Smart City ist bis heute nicht abschließend definiert: Vielmehr werden in vielen Städten der ganzen Welt Smart City Strategien angewandt, die jeweils unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Es existieren daher kein einheitlicher Rahmen oder eine einheitliche Definition, wonach sich eine Stadt selbst als smart bezeichnen kann. Einigkeit besteht hingegen darin, dass es sich dabei um holistische Strategien handelt, die die enormen Probleme der zunehmenden Urbanisierung adressieren sollen. Toppeta (2010,2) definiert das Ziel dieser Strategien auf folgende, simplifizierte Weise:

»People want to live in smart cities, with a higher quality of work, study, life and social relations; capable of supporting the expectation of a better future, individually and collectively; Compatible with the planets finite resources and people's human right.«

In den meisten Fällen steht die Verwendung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und des Web 2.0 im Zentrum von Smart City Strategien, wodurch sich dieses Konzept von der *sustainable city* oder anderen verwandten Konzepten wie *digital city*, *creative city*, etc. unterscheidet (vgl. Taewoo und Pardo 2011a,284). Es ist kein Widerspruch, dass das Smart City Konzept dabei auch einen Beitrag zu allen drei Säulen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales) leistet. Eine technologieorientierte Definition des Smart City Begriffs bieten Washburn und Sindhu (2010,2):

»The use of smart computing technologies to make the critical infrastructure components and services of a city – which include city administration, education, healthcare, public safety, real estate, transportation, and utilities – more intelligent, interconnected, and efficient.«

Als wesentliche Herausforderungen der Urbanisierung sehen die Autoren die Ressourcenknappheit (Energie, Gesundheitswesen, Wohnen, Wasser), mangelnde und sich verschlechternde Infrastruktur (Verkehrsinfrastruktur, Wassernetze, Stromnetze, etc.), Energiemangel und Preisinstabilitäten, globale Umweltprobleme (Hitzeperioden, Starkniederschläge) und Gesundheitsprobleme sowie die Forderung nach besseren wirtschaftlichen Möglichkeiten (Bildung, Jobs) und Sozialleistungen.

Giffinger et al. (2007,12) hingegen messen die *smartness* von Städten in den Handlungsfeldern Wirtschaft, Bevölkerung, Verwaltung, Mobilität, Umwelt und Lebensqualität: Den Handlungsfeldern werden hierzu Faktoren zugeordnet, wodurch der mögliche Umfang einer Smart City Strategie im Grunde abgegrenzt werden kann. Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und Vernetzung stehen dabei nicht alleine im Vordergrund.

Die Übergänge zu einer Verwendung aus Gründen des Stadtmarketings sind gerade beim Begriff Smart City allerdings fließend. Vor dem Hintergrund, dass in Zukunft nicht mehr Nationen, sondern Städte um Menschen, Ideen und Kapital ringen, messen Taewoo und Pardo (2011b,189) dem Stadtbranding eine große Rolle zu. Demnach kann eine Smart City Strategie dazu beitragen, die Unterschiede und Stärken einer Stadt nach außen zu tragen, um so neue Talente, Ressourcen und Investments anzuziehen.

Analyse Smart City Rahmenstrategie Wien

Die Ziele werden in manchen Handlungsfeldern konkret beziffert: Zum Beispiel in Bezug auf den anzustrebenden Grünraumanteil von mindestens 50% oder den Anteil erneuerbarer Energien von ebenfalls 50%. Andere Ziele bleiben hingegen vage und allgemein und lassen kaum einen direkten Umsetzungsbezug erkennen. Hinsichtlich der Fragestellung der vorliegenden Arbeit können folgende Anknüpfungspunkte identifiziert werden: Das Ziel der Erhöhung der Lebensqualität schließt, wenn man es bis zum Ende denkt, auch die Anpassung der Stadt an die städtische Überwärmung mit ein. Der Erhalt des hohen Grünanteils, die Schaffung neuer Erholungsräume sowie das Attraktivieren von Wohnumfeldern sind ebenso

Ziele, die mit den in dieser Arbeit genannten, erforderlichen Anpassungsmaßnahmen konform sind. Der langfristige Planungshorizont bis 2050 hebt die Smart City Rahmenstrategie zudem von anderen sektoralen Fachplanungen ab: Sie kommt daher noch am ehesten in den Bereich jener erforderlichen Planungshorizonte, in denen in Hinblick auf die Anpassung an die städtische Überwärmung und den Klimawandel gedacht werden muss. Es würde sich daher auch empfehlen, das Thema im Handlungsfeld Lebensqualität dezidiert anzusprechen.

In Bezug auf die Smart City Rahmenstrategie Wien ist festzustellen, dass diese eher dem weit gefassten Ansatz von Giffinger et al. entspricht. Der Einsatz innovativer IKT und Vernetzung stehen dabei nicht im Fokus, wenngleich der Begriff Smart City im Titel dies suggeriert. Einerseits ist damit eine Möglichkeit vergeben, den Einsatz von IKT und Web 2.0 für eine nachhaltige, resiliente Stadtentwicklung zu adressieren. Andererseits muss man sich nicht der Kritik aussetzen, dass der Begriff zu technologie-lastig ausgelegt wurde und damit den Interessen großer Technologiekonzerne dient, die diesen in der Regel nur technologiezentriert interpretieren. Aufgrund der inhaltlichen Ausrichtung der Smart City Rahmenstrategie ist jedoch zu konstatieren, dass auch hier die Begriffe Smart, Nachhaltigkeit und Resilienz zusehends verschwimmen.

Die Rahmenstrategie ist aus Sicht des Verfassers weder eindeutig dem Bereich der Planungsinstrumente im Sinne eines handlungsorientierten Leitbildes, aber auch nicht vollends dem Bereich des Stadtmarketings zuzuordnen. Wie im Exkurs zum Smart City Begriff bereits angesprochen, hätte natürlich auch die Ausrichtung einer solchen Strategie als Marketinginstrument ihre Berechtigung. Für die Natur eines Planungsinstrumentes sprechen teilweise quantitativ konkretisierte Ziele, auf die Natur eines Marketinginstrumentes hingegen weist die Großteils schönfärberische Sprache hin, wie sie auch im Marketing eingesetzt wird. Manche der formulierten Schwerpunkte und Ziele entspringen zudem weniger wissenschaftlich-theoretischem Hintergrund, als vielmehr politischen Ideen und Hypothesen, und sind damit offensichtlich Ausdruck des politischen Zeitgeists. Als Beispiel sei hier das Ziel der flächendeckenden Umsetzung von Gesamtschulen als Beitrag zur Innovationsfähigkeit der Stadt genannt. Eine solche Ausrichtung einer Smart City Rahmenstrategie läuft freilich Gefahr, nicht mehr weitergetragen zu werden, sobald sich die politische Agenda oder die involvierten Akteurinnen und Akteure ändern.

Auf eine tabellarische Darstellung der angesprochenen Eingriffsmöglichkeiten (Prüftabelle) in Bezug auf die Anpassung an das Stadtklima und die städtische Wärmeinsel wird verzichtet, da die Anknüpfungspunkte zu wenige sind und die Zuordnung der Rahmenstrategie zum Bereich der Planungsinstrumente fraglich ist.

9.2 Stadtentwicklungsplan 2025

Es scheint ungewöhnlich, dass die BO für Wien tatsächlich kein strategisch langfristiges Planungsinstrument kennt: Deziert nennt sie nur die Instrumente Bebauungsplan und Flächenwidmungsplan. Nichts desto trotz ist es für eine Stadt der Größe Wiens natürlich unerlässlich, über ein Instrument zur strategischen Entwicklung der Stadt zu verfügen. Am 25.06.2014 wurde daher der Stadtentwicklungsplan 2025 vom Gemeinderat beschlossen und die darin enthaltenen Ziele und Maßnahmen für politisch verbindlich erklärt. Formell - im Sinne von rechtlich bindend - sind die enthaltenen Ziele und Maßnahmen nicht, da es sich dabei um kein formelles Planungsinstrument handelt. Der STEP 2025 ist daher den informellen Planungsinstrumenten zuzuordnen; Hierbei bezieht sich der Begriff *informell* freilich rein auf die fehlende Rechtsgrundlage und die damit fehlende rechtliche Bindungswirkung. Der STEP richtet sich nicht nur an Akteurinnen und Akteure innerhalb der Verwaltung, sondern auch im Umfeld der Stadt und an Privatpersonen. Zu diesen Akteurinnen und Akteuren zählen zum Beispiel die Nachbargemeinden, die Länder Niederösterreich und Burgenland, Partnerstädte und -regionen, Immobilienunternehmen und Investoren sowie Privatpersonen.

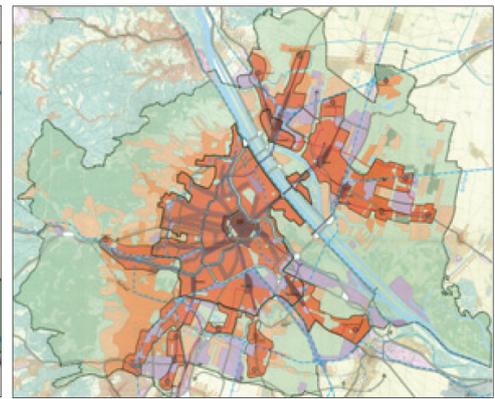
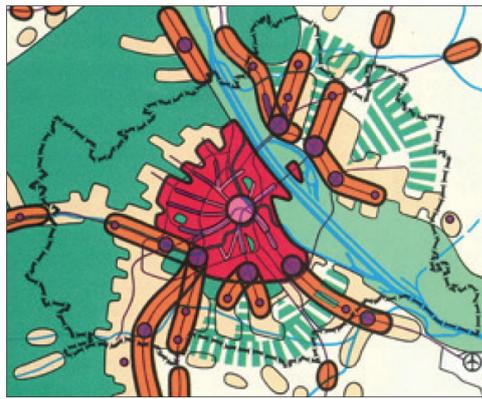
Der Titel *STEP 2025* nimmt Bezug auf die Zukunft und soll den visionären Charakter unterstreichen. Der STEP 2025 ist auch kein Instrument im Sinne eines Planes, sondern er hat vor allem strategischen Charakter: Er legt Maßnahmen zur Steuerung der Entwicklung Wiens dar, zeigt Entwicklungsrichtungen auf und benennt die zentralen Handlungsfelder der Stadt. Er zeichnet in drei Kapiteln ein Bild der Stadt im Jahr 2025 (STEP 2025,32):

1. »Wien baut auf – das Bild der neuen Urbanität in der Stadt der Zukunft
2. Wien wächst über sich hinaus – das Bild der künftigen Position Wiens als Wirtschafts- und Forschungsstadt, in der Metropolregion und im europäischen Standortwettbewerb
3. Wien ist vernetzt – das Bild der Zukunft von Mobilität, grünen und sozialen Netzen als Rückgrat der Stadt bis 2025 und darüber hinaus«

STEP 84

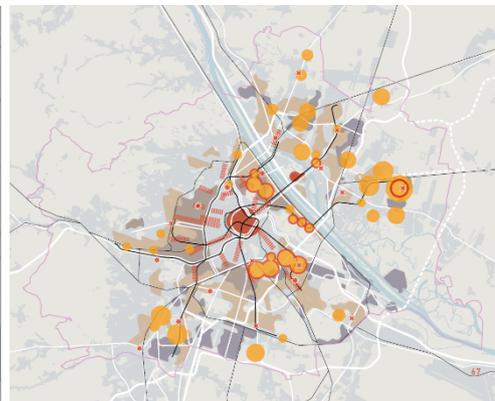
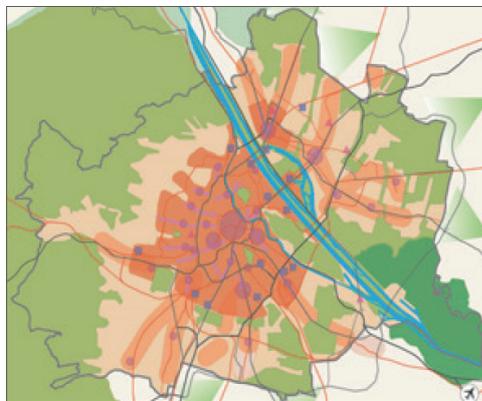
STEP 94

Abb.43: Das Stadtentwicklungsprogramm liegt aktuell in der vierten Fassung vor. Die Abbildungen zeigen, wie sich das Planungsverständnis im Laufe der Zeit verändert hat. Im Vergleich zu den Instrumenten der Raumplanung in den Bundesländern ist der Stadtentwicklungsplan von geringem Determinierungsgrad. Genordet, ohne Maßstab.



STEP 05

STEP 2025



Aufbauend auf dem STEP werden fachliche Präzisierungen und Detailplanungen in vertiefenden Fachkonzepten und Planungen erarbeitet. Hierzu zählen beispielsweise die Fachkonzepte Grün- und Freiraum, öffentlicher Raum, Mobilität oder Hochhäuser, aber auch städtebauliche Leitbilder, Masterpläne, Zielgebietsprogramme, etc.

Dem Dokument vorangestellt ist eine so genannte *politische Orientierung*. Im planungstheoretischen Kontext dieser Arbeit könnte man diesen Teil auch als die ausformulierte politische Agenda bezeichnen. Sodann folgt im ersten Kapitel eine Darstellung der Instrumente der Stadtentwicklung und der wichtigsten Prinzipien für die künftige Entwicklung Wiens: Demnach soll die Entwicklung Wiens lebenswert, sozial gerecht, geschlechtergerecht, bildend, weltoffen, prosperierend, integriert, ökologisch und partizipativ gestaltet werden. Bereits die Formulierung des politischen Ziels der lebenswerten Stadt lässt erkennen, dass der Umgang mit den Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels und die Realisierung von qualitätsvollen Grün- und Freiräumen eine herausragende Aufgabe der Stadtentwicklung darstellen. Konkret ist an dieser Stelle zu lesen: »Die Erhaltung und Schaffung qualitätsvoller Frei- und Grünräume ist herausragende Aufgabe der Politik. Sie sind von existenzieller Notwendigkeit für Erholung, Freizeit und ökologische Diversität. Umfassende Begrünungen von Dächern und Fassaden sowie durch Bäume und Alleen können lindernd auf die Folgen des Klimawandels wirken.« (STEP 2025,9)

Die Klimawandelanpassung wird dann explizit in Kapitel 4.2 Grün- und Freiräume besprochen. Neben dem Erholungswert werden die stadtklimatischen Funktionen von urbanem Grün unterstrichen, darunter vor allem die Funktion als Frischluftschneise und Kaltluftentstehungsgebiet. Genannt werde aber auch kleinräumige Maßnahmen wie ein geringer Versiegelungsanteil, Baumpflanzungen, Beschattung, Regenwassermanagement, hoher Durchgrünungsgrad und Dach- und Fassadenbegrünungen. Die Strategie für Grün- und Freiräume fasst dies unter dem griffigen Ziel »Stadtgrün statt Klimaanlage« zusammen:

- »Verbesserung des Komforts öffentlicher Räume durch Schutz vor sommerlicher Überhitzung (z.B. durch ausreichende Begrünung, Beschattung und Belüftung, adäquate Materialwahl) sowie Begrünungsmaßnahmen bei Gebäuden (Fassaden, Dachbegrünungen, Dachgärten).
- Verbesserung des Stadtklimas und Erhöhung der Aufenthaltsqualität als wichtiger Planungsinput für Gestaltungsmaßnahmen im öffentlichen Raum. Wo immer möglich sollen *grüne Schneisen* ins Stadttinnere komplettiert und durchgängig gestaltet werden. Nutzung der Ergebnisse des Projektes *urban heat islands* zur Identifizierung von Wärmeinseln (Wärmeinselkataster).
- Einsatz von Regenwassermanagement, einerseits um anfallendes Regenwasser gezielt und sinnvoll zu nutzen und andererseits, um sicherzustellen, dass Regenwasser möglichst an Ort und Stelle sowohl verdunsten als auch versickern kann.« (STEP 2025,119)

Nicht unerwähnt darf zudem bleiben, dass sodann im Glossar die Begriffe *Frischluftschneise* und *Wärmeinselkataster* sogar ausführlicher erläutert werden.

Nachfolgende Tabelle fasst zusammen, welche möglichen Eingriffe in Bezug auf das vorliegende Thema im STEP 2025 angesprochen werden:

Eingriff	Standorte ausweisen	Zielerfüllungsgrad
So1	Die Erhaltung und Schaffung großflächiger Kaltluftentstehungsgebiete und Frischluftschneisen wird als herausragende Aufgabe der Politik definiert. Das Glossar zum STEP 2025 erläutert zusätzlich stadtklimarelevante Begriffe.	++
So2	Die Erhaltung und Schaffung innerstädtischer Grün- und Freiräume wird ebenfalls als eine herausragende Aufgabe der Stadtentwicklung definiert.	++
So3	Auch die Vernetzung von Grün- und Freiräume im Sinne der Verbesserung der Verteilung kühler Luftmassen wird konkret angesprochen.	+
Anlagen errichten		
Ao1	Neben dem Erholungswert wird die stadtklimatische Funktion von Parkanlagen genannt, weshalb die Errichtung neuer Parkanlagen auch ein Ziel darstellt.	+
Ao2	Baumpflanzungen zur Linderung der Folgen des Klimawandels werden als potenzielle kleinräumige Maßnahme genannt.	+
Ao3	Ein geringer Versiegelungsgrad wird als potenzielle kleinräumige Maßnahme genannt.	+
Ao4	Dach- und Fassadenbegrünungen werden als potenzielle kleinräumige Maßnahmen genannt.	+
Ao5	Beschattung wird als allgemeine kleinräumige Maßnahme genannt.	+

Die Prüfung des Instruments hat ergeben, dass vor allem strategische und grundsätzliche Aussagen zum Thema enthalten sind. Viele mögliche Eingriffe werden daher gar nicht genannt, so zum Beispiel im Bereich Einrichtungen oder Verhaltensweisen. Wenngleich die Prüftabelle damit großes Ergänzungspotenzial aufzeigt,

Tab.15: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten im STEP 2025

darf man nicht aus den Augen verlieren, dass der STEP 2025 in der Hierarchie der Planungsinstrumente an oberster Stelle steht: Das bedeutet, hier konkurrieren unterschiedlichste Ziele, die ihrerseits allerhöchste Bedeutung für die strategische Entwicklung der Stadt haben. Dementsprechend ist das Instrument auch nicht geeignet und vorgesehen, spezielle Planungsaufgaben wie den Umgang mit der urbanen Überwärmung im Detail zu regeln. Von Bedeutung ist vielmehr, dass das Thema im Kanon der wichtigsten politischen Werthaltungen genannt wird. Die Bedeutung genau dieses Umstandes kann gar nicht genug hervorgehoben werden. Im Sinne eines multiskalaren Umgangs werden fachliche Details dann in anderen Instrumenten und Planungsprozessen bearbeitet. Diese Instrumente existieren teilweise bereits und werden nachfolgend noch besprochen.

9.3 Urban Heat Islands – Strategieplan Wien

Mit dem Ziel einen Diskussionsprozess zu starten, um das Problem der städtischen Überwärmung sichtbar zu machen und Entscheidungsträgern Hilfestellung und Lösungen anbieten zu können, veröffentlichte die Wiener Umweltschutzabteilung – MA 22 im Jahr 2015 den Urban Heat Island – Strategieplan Wien (UHI-STRAT) (vgl. Stadt Wien 2015f). UHI-STRAT ist ein Ergebnis des Central Europe Projektes »Urban Heat Islands – Entwicklung und Anwendung von Maßnahmen und Anpassungsstrategien zur Minimierung des globalen Phänomens urbaner Hitze« und entstand in einem dialogorientierten Prozess unter Einbeziehung externer Expertinnen und Experten sowie aus der Verwaltung. Auf Basis einer internationalen Literaturrecherche und von erfolgreichen Projekten aus der Praxis wurden im Rahmen von Workshops potenzielle Maßnahmen identifiziert, die zu einer Minderung der städtischen Überwärmung in Wien beitragen können. Ein Fokus wurde zudem auf die Umsetzbarkeit gelegt, wofür alle Instrumente der Stadtentwicklung in Frage kommen. Stadtklimatische Forschungsgrundlagen wurden vor allem den Projekten FOCUS-I und UFT-ADI (siehe Kapitel 1.7) entnommen, die auch eine Grundlage für die vorliegende Arbeit bilden. Die Ergebnisse der Forschungsprojekte dienen auch dazu, das Problem eingangs ausführlich aufzuspannen.

Anspruch des UHI-STRAT ist die Erhöhung der Klimaresilienz durch die Berücksichtigung des Problems in allen unterschiedlichen Ebenen der Stadtplanung. Die Anpassung an die städtische Überwärmung stellt eine integrative Aufgabe dar: Unterschiedliche Handlungsfelder, Steuerungsebenen und Planungsprozesse können zur Umsetzung von Maßnahmen genutzt werden oder beeinflussen die Ausprägung der städtischen Überwärmung in gewissem Maß. Im UHI-STRAT sollte daher besonders die Hierarchie und die zeitliche Abfolgen von Planungsprozessen im Auge behalten werden (vgl. Damyanovic et al. 2016,287). Dieser multiskalare Zugang entspricht in hohem Maß den Anforderungen, die sich aus der Unsicherheit und Dynamik einer komplexen Schwerpunktaufgabe eröffnen und ist daher als beispielhaft zu bezeichnen.

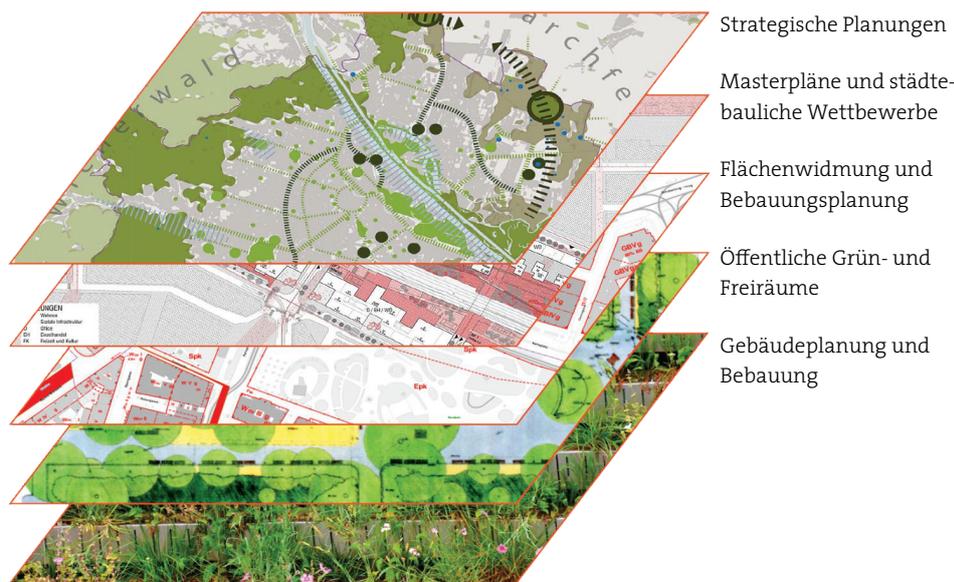


Abb.44: Planungs- und Projektierungsebenen, auf denen die Maßnahmen des UHI-STRAT umgesetzt werden können (Stadt Wien 2015f,21)

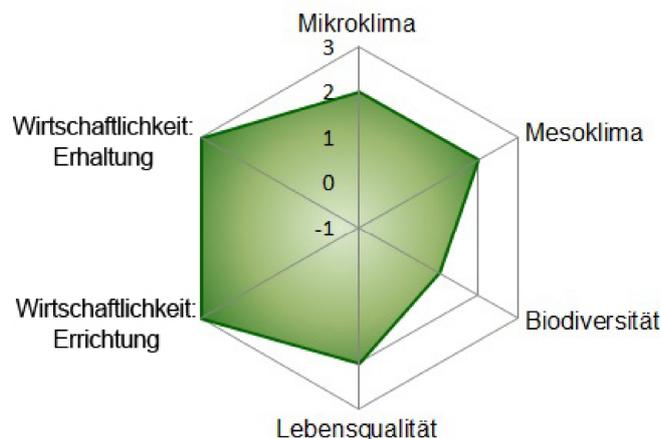
Zielgruppe des UHI-STRAT sind primär Akteurinnen und Akteure der Verwaltung, die teilweise auch an der Entstehung des Strategieplans mitgewirkt haben. Jedoch auch externen Expertinnen und Experten in Planungsbüros, in Architekturbüros, bei Projektentwicklern und/oder Bauträgern bietet der Strategieplan Informationen. Es handelt sich damit um eine Mischform eines internen und eines externen Planungsinstruments, mit einem ausgeprägten Schwerpunkt auf der Innenwirkung in der Verwaltung. Der Aufbau soll dabei dem multiskalaren Ansatz gerecht werden und gliedert sich im Wesentlichen in die Handlungsfelder

1. Bewusstseinsbildung, Information und *public relations* für UHI,
2. städtische Infrastruktur und strategische Maßnahmen für eine klimasensible Stadtplanung und
3. detaillierte technische und strukturelle Maßnahmen in der Planung und Projektierung.

Maßnahmen werden somit annäherungsweise auf der strategischen, großmaßstäblichen oder der lokalen, bauplatzbezogenen Ebene verortet. Dies erleichtert der Zielgruppe die Zuordnung zu den potenziell in Frage kommenden Planungsinstrumenten, womit die individuellen Einflussmöglichkeiten abgesteckt sind.

Die Darstellung erfolgt anhand von Maßnahmensteckbriefen, die neben einer Beschreibung auch übersichtliche Bewertungen, dargestellt in Netzdiagrammen, beinhalten. Die Evaluierung der Maßnahmen erfolgte durch Expertinnen und Experten aus der Verwaltung und aus dem Bereich Stadtklima für die fünf Kriterien Mikroklima, Mesoklima, Biodiversität, Lebensqualität, Wirtschaftlichkeit in der Errichtung und Wirtschaftlichkeit in der Erhaltung. Für die Bewertung standen jeweils fünf Abstufungen zur Verfügung, wobei es auch möglich war, keine Veränderung und negative Veränderung darzustellen. Nachfolgendes Diagramm illustriert die Bewertung der Maßnahme 3.3.3: Hänge von hangparalleler Riegelbebauung freihalten:

Abb.45: Bewertung der Maßnahme 3.3.3 - Hänge von hangparalleler Riegelbebauung freihalten anhand eines Netzdiagramms mit fünf Kriterien in jeweils fünf Abstufungen (Stadt Wien 2015f,25 und 31)



Dieses Netzdiagramm zeigt an, dass durch diese in Errichtung und Erhaltung sehr ökonomische Maßnahme (3) Verbesserungen sowohl für das Meso- (2) als auch das Mikroklima (2) erzielt werden können. Sie dient primär dazu, den Abfluss kühler Luftkörper stadtnaher Hanglagen in die Stadt zu ermöglichen, wodurch sie zur Abkühlung in der Nacht sowohl auf Quartiersebene (Mesoklima) als auch in Straßenzügen und auf Plätzen beiträgt (Mikroklima). Für die Biodiversität sind die Verbesserungen hingegen nur geringfügig (1), während sich für die Lebensqualität wiederum Verbesserungen (2) ergeben, denn die Verbesserung der Luftqualität durch die Zufuhr von Frischluft ist ein weiterer positiver Effekt. Bei den Maßnahmenbriefen werden sodann noch mögliche Synergien (Stichwort *no-regret-Strategie*) und Herausforderungen erläutert. Im Sinne des multiskalaren Ansatzes sind konsequenterweise auch die aus stadtplanerischer Sicht relevanten Steuerungsebenen und Instrumente in Bezug auf die jeweilige Maßnahme angeführt.

Folgende 13 strategische Maßnahmen, die stadtweit gültig sind und angewandt werden können, schlägt UHI-STRAT vor (vgl. Stadt Wien 2015f,24ff):

- Erhaltung der städtischen Luftzirkulation und Vernetzung der Freiräume
 - Freiraumvernetzung mit Anbindung an Kaltluftproduktionsflächen
 - Gewässerbegleitende Grünräume mit Nutzungsmöglichkeiten
 - Hänge von hangparalleler Riegelbebauung freihalten
- Anpassung der Stadtstruktur und der Siedlungsräume
 - Berücksichtigung der Straßenausrichtung und der Straßenquerschnitte
 - Optimierung der Bebauungsstruktur und der Gebäudeausrichtung
- Aufhellen von Gebäuden und Oberflächenmaterialien sowie Entsiegelung
 - Aufhellen und Entsiegeln von Belägen in Freiräumen
 - Aufhellen von Oberflächen an Gebäuden
- Sicherung und Erweiterung von Grün- und Freiräumen
 - Erhaltung und Aufwertung von Grünräumen
 - Errichtung Parks
 - Sicherung bestehender und Anlage zusätzlicher Waldflächen
- Erhaltung und Ausweitung des Bestandes an (Straßen-)Bäumen
 - Sicherung des Baumbestandes
 - Auswahl geeigneter und angepasster Baumarten
 - Ausweitung des Baumbestandes durch Neupflanzungen

Mit Bezug auf die konkrete Projektierungsebene werden mehr Maßnahmen vorgeschlagen, nämlich in Summe 24 (vgl. Stadt Wien 2015f,46ff):

- Erhöhung des Grünanteils in Straßen und Freiräume:
 - Anlage von Straßenbegleitgrün: ein- oder zweiseitige Allee
 - Anlage von Straßenbegleitgrün: Einzelbäume
 - Anlage von Straßenbegleitgrün: Strauchreihe
 - Anlage von Straßenbegleitgrün: Rasen- und Wiesenflächen
 - Zulassen von Spontangrün
 - Anlage kleinflächiger Grünflächen wie Innenhofbegrünung
 - (Temporäre) Nutzung urbaner Brachflächen
 - Grüne Wandelemente
 - Mobiles Grün
- Begrünung und Kühlung von Gebäuden
 - Dachbegrünung
 - Fassadenbegrünung
 - Aktive und passive Gebäudekühlung
 - Wasserkühlung von Gebäuden
- Erhöhung des Wasseranteils in der Stadt
 - Bewässerung und Regenwassermanagement
 - Entsiegelung und Regenwassermanagement
 - Schaffung von Wasserinstallationen
 - Bereitstellung von Trinkwasser
 - Erhöhung des Anteils an Wasserflächen
 - Freilegen verrohrter Gewässern
- Beschattung von Freiräumen und Wegen
 - Bereitstellung beschatteter Sitzgelegenheiten
 - Beschattung von Freiflächen bei Gebäuden
 - Beschattung gebäudeferner Freiflächen
- Kühlung öffentlicher Verkehrsmittel
 - Kühlung ober- und unterirdischer Verkehrsanlagen
 - Kühlung öffentlicher Verkehrsmittel

Nachstehend wird in tabellarischer Form zusammengefasst, in welchen der identifizierten Eingriffsbereiche der UHI-STRAT zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen kann:

Eingriff	Standorte ausweisen	Zielerfüllungsgrad
So1	Der erforderliche Zusammenwirken von Grünräumen für Kaltluftproduktion und deren Vernetzung durch Frischluftschneisen für die Verteilung dieser Kaltluft in der Stadt wird konkret angesprochen (Maßnahme 3.3.1).	++
So2	Maßnahmenpaket 3.6. beinhaltet die Sicherung und Erweiterung von Grün- und Freiräumen. Dazu zählen die Erhaltung und Aufwertung von Grünräumen, die Errichtung von Parks und die Sicherung bestehender und Anlage neuer Parkflächen. Dies umfasst das Ausweisen und Schützen von Standorten z.B. durch geeignete Ausweisungen in Planungsinstrumenten.	++
So3	Um die erforderliche Vernetzung zu erreichen, werden Frischluftschneisen, gewässerbegleitende Grünräume oder die Freihaltung von hangparalleler Riegelbauweise als Maßnahme genannt (enthalten in div. Maßnahmen).	++
Anlagen errichten		
Ao1	Maßnahme 3.6.2 thematisiert die positiven Wirkungen innerstädtischer Parkanlagen. In den Erläuterungen wird zudem auf die unterschiedliche Wirksamkeit großer Parkanlagen (mehr Kaltluftproduktion) und kleinerer <i>pocket-parks</i> (schneller erreichbar zur thermischen Erholung) hingewiesen.	++
Ao2	Baumpflanzungen werden angesprochen (Maßnahmen 4.2.1 - Alleen und 4.2.2 - Einzelbäume). Es wird auch auf die bestmögliche Situierung von Pflanzungen in Relation zur Ausrichtung des Straßenverlaufes hingewiesen.	++
Ao3	Entsiegelung als mögliche Maßnahme wird direkt angesprochen (Maßnahme 4.4.2) und es werden die Vorteile und Synergien dargelegt. Zudem beinhaltet der UHI-STRAT weitere Maßnahmen, die eine Entsiegelung von Flächen implizieren oder voraussetzen, wie zum Beispiel die Anlage von Rasen- oder Wiesenflächen als Straßenbegleitgrün (Maßnahme 4.2.4) oder das Zulassen von Spontangrün (Maßnahme 4.2.5).	++
Ao4	Hinsichtlich der Begrünung von Gebäuden werden sowohl Dachbegrünungen als auch Fassadenbegrünungen angeführt.	++
Ao5	Möglichkeiten der Beschattung finden umfangreiche Berücksichtigung im UHI-STRAT: Es wird sogar zwischen beschatteten Sitzgelegenheiten, Beschattung von Freiflächen bei Gebäuden und bei gebäudefernen Flächen unterschieden.	++
Ao6	Wasserflächen werden sowohl in Hinblick auf ihre kühlende Funktion wie auch ihrer Funktion als Frischluftschneise angesprochen.	++
Ao8	Die Möglichkeit durch Verbesserung der Oberflächenalbedo zur Minderung der städtischen Überwärmung beizutragen, werden mit zwei Maßnahmen adressiert. Hervorzuheben ist, dass die Maßnahmen hinsichtlich Erhaltung und Errichtung sehr günstig sind.	++
Ao9	Alle genannten Möglichkeiten technischer Gebäudekühlung werden angesprochen (Maßnahme 4.3.3). Auf die negativen Auswirkungen aktiver technischer Kühllösungen (Energieverbrauch) wird hingewiesen.	++
Einrichtungen ausrichten		
Eo1	Der Einsatz von Klimaexpertinnen und -experten in Planungsprozessen wird nicht explizit angesprochen, jedoch findet durch den UHI-STRAT eine Kompetenzaufbau statt, so dass in Planungsprozessen generell mehr Expertise zur Verfügung steht	+

Tab.16: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten im UHI-STRAT

Der UHI-STRAT nimmt eine umsetzungsorientierte Einteilung möglicher Maßnahmen nach der avisierten Planungsebene vor: Nämlich gesamtstädtisch-strategisch oder projekt- und bauplatzbezogen. Diese Einteilung ist nicht gleichzusetzen mit der hier vorgenommenen Einteilung potenzieller Eingriffe nach Standorten und Anlagen. Für die erwähnten Maßnahmen werden durch Pläne wie zum Beispiel den STEP 2025 oder den Flächenwidmungs- und Bebauungsplan (Vorgaben der Eingriffsmöglichkeit Standorte) nur die Voraussetzungen geschaffen. Ein Abgleich mit den in der vorliegenden Arbeit identifizierten Eingriffsmöglichkeiten nach der

Quadriga zeigt, dass auch der UHI-STRAT auf einem konventionellen Verständnis räumlicher Planung fußt: Angesprochen werden annähernd ausschließlich Eingriffsmöglichkeiten aus den Bereichen *Standorte ausweisen* und *Anlagen errichten*. In diesen Bereichen sind die möglichen Maßnahmen des Kapitels 8 fast vollständig angeführt. Eine aus Sicht der Planung wichtige Maßnahme allerdings fehlt: Nämlich das Festlegen oder Ausschließen von Standorten hitzesensitiver Nutzungen. Raumrelevante Einflussmöglichkeiten durch organisatorische Änderungen von Einrichtungen oder durch Verhalten sind offensichtlich nicht im Fokus der Verfasser des UHI-STRAT gelegen und es werden solche nicht als explizite Maßnahmen genannt. Allerdings ergeben sich Verhaltensänderungen möglicherweise aus der allgemeinen Stoßrichtung des UHI-STRAT, nämlich indem durch Aufklärung und Anregung der Akteurinnen und Akteure Änderungen induziert werden.

Gut gelungen ist aus Sicht des Verfassers die Darlegung der Anpassungsproblematik als komplexe, fachbereichsübergreifende Schwerpunktaufgabe, die nur durch eine multiskalare Herangehensweise gelöst werden kann. Auch der umfangreiche Maßnahmenkatalog in Bezug auf die Eingriffsbereiche *Standorte* und *Anlagen* stellt einen wertvollen Beitrag zur langfristigen Sensibilisierung und zu Kompetenzaufbau dar. Beispielsweise führt der UHI-STRAT auch Albedoerhöhung als mögliche Maßnahme an. Ein Vergleich mit Instrumenten anderer Laborräume zeigt, dass diese kostengünstige Möglichkeit der Anpassung häufig unbeachtet bleibt. Insbesondere in Planungsprozessen wie städtebaulichen Wettbewerben oder kooperativen Planungsverfahren, die sich in Wien als wesentliches Element der Stadtentwicklung etabliert haben, können und sollen die Erkenntnisse des UHI-STRAT berücksichtigt werden. Einige Beispiele zeigen im Abschluss des UHI-STRAT potenzielle Anwendungen und erfolgreiche Praxisbeispiele.

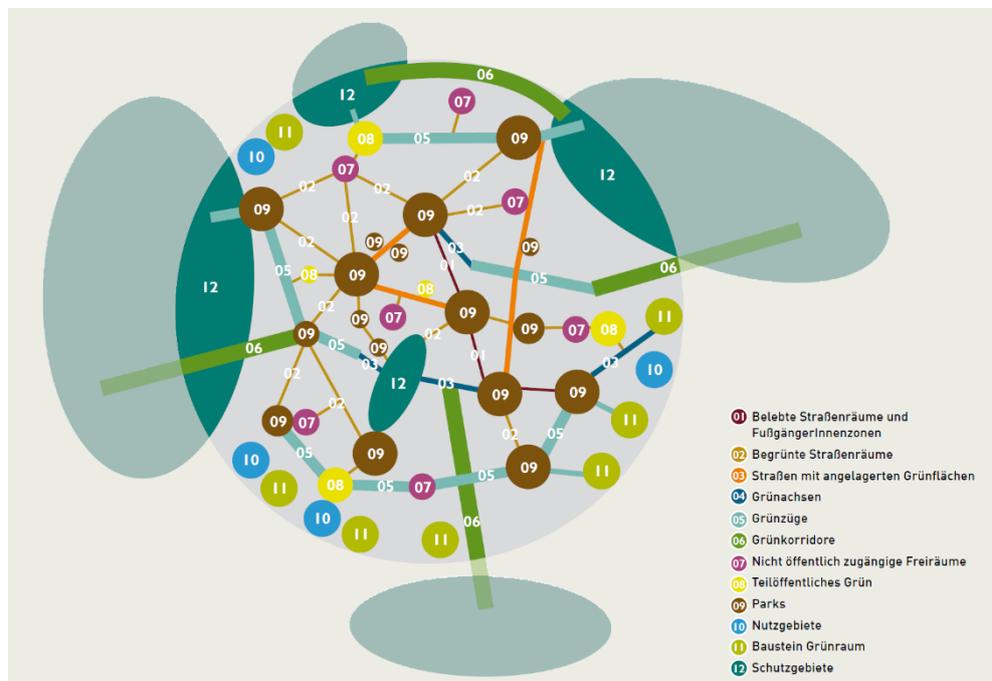
Verbesserungspotenziale hingegen sind in Bezug auf die Verbindlichkeit und die räumliche Verortung festzustellen. Wie es in der Natur informeller, hauptsächlich interner Planungsinstrumente liegt, ergibt sich die Wirkung in der gewählten Form vor allem durch Selbstbindung sowie in Form von Information und Überzeugung. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass diese gerade durch die dialogorientierte Erarbeitung entsprechend gefördert wurde. Für ein nachvollziehbares Verwaltungshandeln könnte die räumliche Verortung und Priorisierung von Maßnahmen eine wichtige Unterstützung sein. Diese wäre zum Beispiel auch eine Voraussetzung für das Festlegen und Ausschließen hitzesensitiver Nutzungen. Die mangelnde Verknüpfung mit nicht-klimatischen Faktoren (Demographie, Soziales) macht den UHI-STRAT zu einem eindimensionalen Instrument. In der vorliegenden Form stellt er eigentlich ein Katalogwerk mit primär informativen Charakter dar: Die Realisierung von Maßnahmen hingegen wird weiterhin den einzelnen Akteurinnen und Akteure überlassen. Es bleibt somit immer die Frage nach der Realisierung und der Errichtung von Anlagen: Wer ist für die Umsetzung der Maßnahmen verantwortlich und wer wird diese bezahlen? Dem Erfordernis, alle relevanten Planungsinstrumente der Stadt Wien in Hinblick auf die vorliegende komplexe Schwerpunktaufgabe in Einklang zu bringen, kann so nur bedingt entsprochen werden. Auch würde eine Strategie per Definition die Festlegung von Verantwortlichkeit, Zeit und Ressourcen erfordern.

Zusammenfassend lässt sich damit konstatieren, dass mit dem Strategieplan ein wichtiger Schritt in Richtung einer angepassten Stadtentwicklung getan wurde, für die tatsächliche Umsetzung der Maßnahmen aber noch Ergänzungen denkbar sind, welche die identifizierten Maßnahmen verbindlich machen, so dass die Realisierung nicht wieder in jedem Fall dem planerischen Abwägungsprozess oder dem Engagement von Bauträgern überlassen wird. Aus Sicht des Verfassers könnte man dem Anspruch eines Strategieplans besser gerecht werden, wenn man das Thema auf eine städtebauliche, stadtplanerische Ebene hebt, verstärkt nicht-klimatische Faktoren berücksichtigt und diese auch räumlich verortet. Eine ganzheitliche Strategie, die der Komplexität der Schwerpunktaufgabe gerecht wird, sollte zudem verstärkt auch Eingriffsmöglichkeiten in Bezug auf Organisationen und Verhaltensweisen einschließen.

9.4 Fachkonzept Grün- und Freiraum

Das Fachkonzept Grün- und Freiraum (vgl. Stadt Wien 2015b) ist ein Teil des Stadtentwicklungsplanes 2025 und wurde vom Gemeinderat der Stadt Wien in seiner Sitzung am 19.12.2014 beschlossen. Die BO für Wien kennt als Planungsinstrumente nur den Flächenwidmungsplan und den Bebauungsplan, es ist das Fachkonzept Grün- und Freiraum demnach dem Bereich der informellen Planungsinstrumente zuzuordnen. Durch den Beschluss im Gemeinderat ergibt sich allerdings ein hoher Selbstbindungsfaktor.

Abb.46: STEP 2025 - Fachkonzept Grün- und Freiraum: Schema der Grün- und Freiraumvernetzung, Zusammenwirken linearer (Freiraumnetz) und flächiger Freiraumtypen in der Netzstruktur (Stadt Wien 2015b,44)



Im Zentrum des Fachkonzepts steht die Entwicklung eines Netzes von Grün- und Freiräumen mit einer maximalen Maschenweite von 500m. Die insgesamt 12 unterschiedlichen Typen von Netzelementen, die im Fachkonzept steckbriefartig

beschrieben sind, werden nach ihrer geometrischen Form in lineare und flächige Netzelemente und nach ihrer Ausprägung und Lage in urbane oder landschaftlich geprägte Grün- und Freiräume unterschieden.

Alle Netzelemente sind zudem entsprechend ihrer primären und optionalen Netzfunktionen kodiert. Diese vier Funktionen sind:

- Alltags- und Erholungsfunktion (A)
- Stadtgliedernde Funktion (G)
- Stadtökologische Funktion (Ö)
- Naturräumliche Funktion (N)

Als Beispiele für die mögliche Gestaltung dieser Netzelemente, die teilweise noch nicht existieren und erst eingerichtet werden müssen, werden im Fachkonzept verschiedene so genannte Impulse dargelegt und illustriert. Es handelt sich dabei um unterschiedlichste Interventionen in der Objektplanung und in der Gestaltung des öffentlichen Raums, die im Rahmen lokaler Grünpläne und im Planungsalltag zur Ausgestaltung des öffentlichen Raums zum Einsatz kommen können.

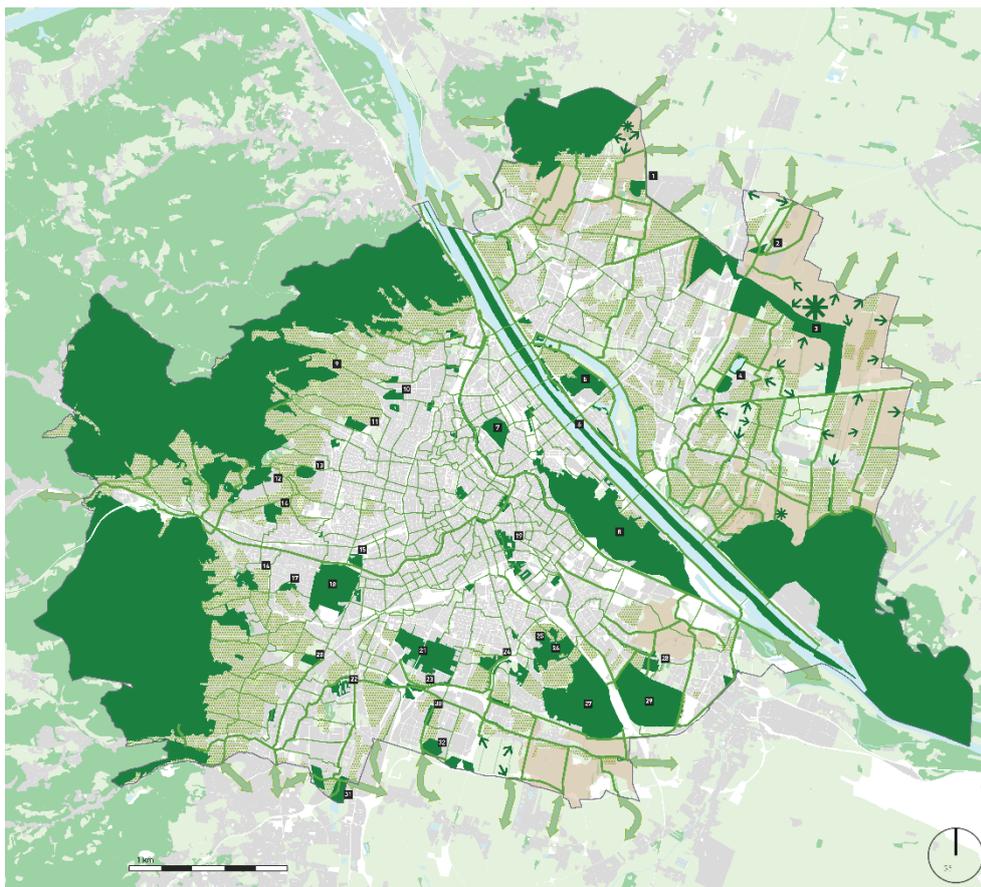


Abb.47: Das Grün- und Freiraumnetz bildet ein Gerüst für die Entwicklung der Stadt. Dominierend sind die großen Grünräume, die durch ein Netz innerstädtischer Grün- und Freiräume verbunden werden. (Stadt Wien 2015d,34f)

Der lokale Grünplan

Als neues Werkzeug für die Stadtplanung führt das Fachkonzept Grün- und Freiraum den lokalen Grünplan ein. Dieser soll zukünftig teilraum- und anlassbezogen Anwendung in städtebaulichen Transformationsgebieten finden und der konkreten Verortung der Maßnahmen für die Etablierung des Grün- und Freiraumnetzes in Einklang mit dem Fachkonzept Grün- und Freiraum dienen. Der lokale Grünplan kann als Informationsgrundlage im Abwägungsprozess bei der Erstellung der formellen Planungsinstrumente Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan dienen, sowie als Grundlage für städtebauliche Masterpläne, Wettbewerbe und Gestaltungskonzepte gem. BO für Wien oder auch für den Abschluss städtebaulicher Verträge. Neben der Konkretisierung der Netzelemente des Grün- und Freiraumnetzes der Stadt Wien sollen die lokalen Grünpläne insbesondere auch die Standards der Grün- und Freiraumversorgung berücksichtigen. Diese Grün- und Freiraumkennwerte der Stadt Wien sind quantitative Mindestanforderungen für die Versorgung mit Grün- und Freiraum. Sie finden Anwendung bei Neubaugebieten und dienen im Bestand als Information. Die Stadt Wien hat sich zum Ziel gesetzt, langfristig jeder Bewohnerin und jedem Bewohner innerhalb von 250m Fußweg Zugang zu einem Grün- und Freiraum zu ermöglichen.

Abb.48: Grün- und Freiraumkennwerte für Wien (Stadt Wien 2015b,84)

GRÜN- UND FREIRÄUME	EINZUGSBEREICH (m)	GRÖSSE (ha)	m ² /EW		
Nachbarschaft	250	< 1	3,5		
Wohngebiet	500	1-3	4,0	8,0	13,0
Stadtteil	1.000	3-10	4,0		
	1.500	10-50			
Region	6.000	> 50	5,0		
+ Sportflächen			3,5		
+ Grünflächen pro Arbeitsplatz (Einzugsbereich 250 m)			2,0		

Das Fachkonzept Grün- und Freiraum aus stadtklimatischer Sicht

In den Erläuterungen zur Ausgangslage und zu den Herausforderungen für die Grün- und Freiraumplanung sowie zu deren Bedeutung streicht das Fachkonzept die positiven stadtklimatischen Effekte von Grün- und Freiraum heraus. Diese werden in der stadtoökologischen Funktion (Ö) zusammengefasst. In der Gesamtschau spielt die stadtoökologische Funktion bei 10 von 12 Typen von Netzelementen eine Rolle.

Bei der Durchsicht des Fachkonzepts entsteht der Eindruck, dass dieses bereits eine Vielzahl grün- und freiraumbezogener Maßnahmen umsetzt, die im *Urban Heat Island* Strategieplan Wien (vgl. Kapitel 9.5) angeführt werden. Dies ist aus Sicht des Verfassers besonders positiv hervorzuheben. Wenngleich die stadtklimatischen Funktionen von Grün- und Freiräumen nicht einziger Zweck des Fachkonzeptes sind, so hätte der Zusammenhang mit der städtischen Wärmeinsel textlich noch angeführt werden sollen. Dass man detaillierte stadtklimatische Wirkungen in den

Steckbriefen noch nicht explizit anspricht, interpretiert der Verfasser als bewusstes Offenhalten von Gestaltungsspielräumen, vor allem in Hinblick auf die noch zu erstellenden lokalen Grünpläne.

Das Fachkonzept Grün- und Freiraum ist in Summe ein beispielhaftes Instrument für die verstärkte Integration von Grün- und Freiräumen in der Stadtplanung. Durch die Definition und Kodierung von Netzteilen wird das übergeordnete öffentliche Interesse nachvollziehbar dokumentiert, trotzdem bleibt durch das Werkzeug des lokalen Grünplans ausreichende Flexibilität für die konkrete Umsetzung. Grün- und Freiraumkennwerte bieten eine Zielgröße, während die Handlungsalternativen zur Erreichung dieser Zielgröße offenbleiben (parametrische Steuerung, vgl. Kapitel 7.3). Besonders in Hinblick auf die Anpassung an das Stadtklima kann dieser Grad der Offenheit als Stärke und Chance gesehen werden. Mit Hilfe von mikroklimatischen Simulationen der städtebaulichen Gegebenheiten vor Ort können die wirksamsten Maßnahmen teilraum- und anlassbezogen erkundet werden. Es steht damit ein Instrument zur Verfügung, das einen aus stadtklimatischer Sicht gut geeigneten Maßstab und auch die geeignete Betrachtungstiefe aufweist. Zudem erscheint der lokale Grünplan aus Sicht des Verfassers als ein wertvolles Werkzeug für die Koordinierung von relevanten Akteurinnen und Akteure und die Qualitätssicherung sowohl auf den informellen als auch den formellen Ebenen der Planung. Als Informationsgrundlage kann er auch zur Planungssicherheit beitragen. Das Fachkonzept Grün- und Freiraum leistet insbesondere durch dessen Netzcharakter einen wertvollen Beitrag zur Anpassung an das Stadtklima.

Nachstehend wird in tabellarischer Form dargestellt, in welchen Bereichen das Fachkonzept Grün- und Freiraum zu einer Anpassung an das Stadtklima beiträgt. Dies sind in erster Linie Eingriffe im Bereich *Standorte ausweisen*.

Tab.17: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten im Fachkonzept Grün- und Freiraum

Eingriff	Standorte ausweisen	Zielerfüllungsgrad
So1	Durch die Schaffung eines Grün- und Freiraumnetzwerkes wird der Luftaustausch gefördert. Flächige Netzelemente (zum Beispiel die Typen 11 Baustein Grünraum und 12 Schutzgebiete) sichern großflächige Kaltluftproduktionsflächen. „Bausteine Grünraum“ sind Zonen für vorausschauende Grünraumsicherung und –ausgestaltung und können damit auch als stadtklimatische Reserve angesehen werden. Schutzgebiete, welche teilweise durch das Wiener Naturschutzgesetz oder eine entsprechende Flächenwidmung gesichert sind, sollen weiterhin unangreifbar gehalten werden.	++
So2	Die Netzelemente des Typs 6 Parks repräsentieren die aus stadtklimatologischer Sicht günstigen innerstädtischen Grün- und Freiräume. Durch die Widmungskategorien Parkanlagen (Epk) und Parkschutzgebiete (Spk) erfolgt eine Sicherung im Flächenwidmungsplan. Ziel ist die Modernisierung, der Umbau, Vergrößerung und Neuerrichtung von Parks in allen Bezirken Wiens.	++
So3	Der Netzcharakter und insbesondere die linearen Elemente des Grün- und Freiraumnetzwerkes (Grünachsen, Grünzüge, Grünkorridore) tragen zu einem Austausch von kühlender Luft sowohl auf lokaler, bezirks- und stadtübergreifender Ebene bei.	++
Anlagen errichten		
Ao1	Wenngleich im Fachkonzept die ungefähre Lage von Parkanlagen festgelegt wird, führt es selbst noch nicht zur praktischen Errichtung.	+
Einrichtungen ausrichten		
Eo8	Das Ziel der Zugänglichkeit teilöffentlichen Grüns, zum Beispiel in Gemeindebauten, dem alten AKH (das ehem. Allgemeine Krankenhaus Wien beherbergt seit 1998 Institute der Universität Wien, Betriebe und Gastronomie) oder dem Museumsquartier, stellt eine besondere Qualität Wiens dar. Neben wichtigen stadtklimatische Funktionen bieten diese Flächen Möglichkeiten thermischer Erholung für die Bevölkerung.	+

9.5 Fachkonzept Mobilität

Im Stadtentwicklungsplan 2025 ist für den Bereich Verkehr und Mobilität das Ziel 80:20 festgeschrieben: Dies steht für den angestrebten *modal-split*. Bis 2025 sollen die Wienerinnen und Wiener 80% der Wege im Umweltverbund (ÖV, Rad- und Fußverkehr) zurücklegen, während der Anteil des MIV auf 20% zurückgeht. Dieser lag im Jahr 2016 noch bei 27% (vgl. Stadt Wien 2017b,22). Das Fachkonzept Mobilität ist eine Teilstrategie des Stadtentwicklungsplans 2025 und führt die Ziele und Maßnahmen im Detail aus, um diesen *modal-split* zu erreichen. Vergleichbar mit den Fachkonzepten Grün- und Freiraum oder öffentlicher Raum, konkretisiert es die Haltungen und Strategien, die der Stadtentwicklungsplan vorgibt. Das Fachkonzept Mobilität wurde am 19.12.2014 im Wiener Gemeinderat beschlossen und steht sich in eine lange Reihe strategischer Instrumente der Verkehrs- und Mobilitätsplanung. Wien kann diesbezüglich auf eine lange Historie zurückblicken: Ungefähr alle 10 Jahre seit 1969 wurde ein strategisches Instrument für den Verkehr und die Mobilität beschlossen (vgl. Fachkonzept Mobilität,14). Das Fachkonzept weist zudem Anknüpfungspunkte zu anderen aktuellen Strategien der Stadtentwicklung auf, wie zum Beispiel der Smart City Rahmenstrategie oder dem Klimaschutzprogramm – Fortschreibung 2010-2020 (KliP II).

Da das Fachkonzept auf keiner rechtlichen Grundlage beruht und seine Wirkungen vor allem durch Selbstbindung entfaltet, ist es dem Bereich der informellen Planungsinstrumente zuzuordnen.

Um für möglichst alle Menschen in der Stadt Mobilität zu gewährleisten, sollen folgende sechs, sehr allgemein formulierten Ziele verfolgt werden. Wiederum herrscht hier eher Leitbildcharakter anstelle von Handlungsorientierung vor.

1. Fair: Faire Verteilung öffentlicher Flächen für alle Mobilitätsformen und Ansprüche
2. Gesund: Steigerung des Anteils aktiver Mobilität im Alltag, Senkung des Unfallrisikos
3. Kompakt: Möglichst kurze Wege zwischen Arbeit, Wohnen, Erledigungen und Freizeit
4. Ökologisch: Senkungen der verkehrsbedingten Umweltbelastungen durch Steigerung des Anteils der Wege im Umweltverbund
5. Robust: Krisensichere und verlässliche Mobilität, Mobilität muss ohne den Besitz von Verkehrsmitteln möglich sein
6. Effizient: Optimale Nutzung von Ressourcen durch den Einsatz innovativer Technologien und Prozesse

Die zur Umsetzung dieser Ziele erforderlichen Maßnahmen teilt das Fachkonzept in acht bzw. neun Handlungsfelder. Während die Druckversion des Fachkonzepts von neun Handlungsfeldern spricht, wird das neunte Handlungsfeld *Gemeinsam in der Region* auf der Homepage gänzlich separat dargestellt. Dies ist auch nachvollziehbar, da in diesem Handlungsfeld andere als die sechs genannten Ziele verfolgt werden: Hier stehen beispielsweise eine abgestimmte Siedlungsentwicklung und Verkehrs- und Mobilitätspolitik, die Attraktivitätserhöhung des ÖPNV, die Bewältigung der Zunahme des Güterverkehrs oder gemeinsame bewusstseinsbildende Maßnahmen im Fokus.

Die acht Handlungsfelder sind:

1. *Governance: Verantwortung und Ressourcen:* Unter Governance wird kooperative Entscheidungsfindung im Bereich Verkehr- und Mobilität verstanden, die durch das Zusammenwirken öffentlichen und privater Akteurinnen und Akteure zustande kommen.
2. *Öffentlicher Raum: Straße fair teilen:* Derzeit nimmt der PKW-Verkehr einen Großteil der Verkehrsflächen ein. Zukünftig sollen mehr Flächen für den Umweltverbund (Fuß- und Radverkehr, öffentlicher Verkehr) zur Verfügung stehen. Durch Maßnahmen wie Begegnungszonen, temporäre Fußgängerzonen, etc. soll das Miteinander gefördert und die Sicherheit erhöht werden.
3. *Effizient mobil durch Mobilitätsmanagement:* Mobilitätsmanagement beeinflusst das Mobilitätsverhalten durch Information, Beratung und Koordination, analog oder digital und zum richtigen Zeitpunkt (zum Beispiel bei Umzug).
4. *Nutzen statt Besitzen:* Unter dem Schlagwort *Nutzen statt Besitzen* setzt die Stadt Wien verstärkt auf Leihräder und Carsharing und deren Vernetzung mit dem öffentlichen Verkehr.
5. *Verkehrsorganisation: Mobilität schlauer regeln:* Durch intelligente Verkehrsorganisationen sollen Wartezeiten und Fahrzeiten für den öffentlichen Verkehr reduziert werden. Dies kann durch entsprechende Programmierung von Ampelanlagen oder der grundsätzlichen Reduktion von Ampelanlagen erfolgen.
6. *Wirtschaft in Fahrt:* Unter dieses Handlungsfeld fallen alle Maßnahmen, die der Effizienzsteigerung von Transport- und Logistiksystemen dienen. Solche sind beispielsweise die Errichtung von Güterverteilzentren, die Einrichtung von Grätzel-Boxen, die Förderung von E-Mobilität im Logistikbereich oder die Verbesserung der Bedingungen für Lastenräder.
7. *Verkehrsinfrastruktur: das Rückgrat der Stadt:* Verkehrsinfrastruktur umfasst alle für den öffentlichen Verkehr (U-Bahn, Schnellbahn, Straßenbahn), den Fuß- und Radverkehr und der PKW-Verkehr erforderliche Einrichtungen. Beispiel für Maßnahmen sind der Ausbau multimodaler Haltestellen, Flaniermeilen, Rad-Langstrecken, etc.
8. *Mobilität braucht Innovation:* Eine Schlüsselrolle bei der Erreichung der sechs Ziele wird Forschung und Innovation zugesprochen. Es sollen daher gezielt Förderungen in diesen Bereich gelenkt und die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen gesucht werden.

Diesen acht Handlungsfeldern werden in Summe 50 Maßnahmen zugeordnet, wie zum Beispiel *03 Stadtteilmobilitätskonzepte* oder *38 Mehr Komfort für Fußgängerinnen und Fußgänger durch das Wiener Stadtwegenetz*.

Die Reduktion der städtischen Wärmeinsel wird im Fachkonzept in keinem Punkt explizit angesprochen. Maßnahme Nr. 38 greift die Auswirkungen städtischen Überwärmung auf und sieht als Maßnahme zur Steigerung des Fußgängerkomforts beschattete Ruheplätze vor.

Erwähnung findet die Anpassung an den Klimawandel allgemein im Ziel *Resilienz*: Diesbezüglich wird festgehalten, dass die Störungsanfälligkeit des Verkehrssystems im Fall von klimawandelbedingten Extremwetterereignissen zu reduzieren sei (vgl. Stadt Wien 2014b,23). Eine am Rande relevante Erwähnung findet das Thema auf Seite 48 des Fachkonzepts, wo die Bedeutung des öffentlichen Raums für den Klimaschutz und die Klimawandelanpassung angesprochen werden. Eine zusammenfassende Darstellung zeigt, dass nur sehr wenige Eingriffsmöglichkeiten angesprochen wurden:

Eingriff	Standorte ausweisen	Zielerfüllungsgrad
So2	In Gebieten, die durch ältere Bausubstanz, hohe Bevölkerungsdichte und wenig Grünflächen geprägt sind, soll durch die Förderung von Wohnsammelgaragen mehr Platz an der Oberfläche für Menschen, den Radverkehr und den öffentlichen Verkehr zur Verfügung stehen. Dadurch entstehen neue Grün- und Freiräume, die zur Verbesserung des Stadtklimas beitragen.	+
	Anlagen errichten	
Ao5	Um den Komfort für Fußgängerinnen und Fußgänger zu erhöhen, sollen ausreichend Ruheplätze zum Verweilen mit ansprechender Möblierung und Beschattung geschaffen werden.	++

Tab. 18: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten im Fachkonzept Mobilität

Wenn das Fachkonzept die Fragestellung des städtischen Klimas, insbesondere der städtischen Überwärmung, nicht anspricht, bedeutet das nicht, dass Verkehr und Mobilität diese Fragen gar nicht berührt. Es seien hier einige Punkte erwähnt, an die bei einer systemischen Betrachtungsweise des Themas in der Regel wahrscheinlich gedacht werden wird:

Die angesprochene Reduktion der Verkehrsflächen, insbesondere der Parkierungsflächen, und deren Entsiegelung stellen Eingriffe dar, die erheblich zur Verbesserung des Kleinklimas und der Verminderung der städtischen Überwärmung beitragen können. Ehemalige Verkehrsflächen bieten nicht nur Raum für andere Formen der Mobilität, sondern für zahlreiche stadtklimarelevante Eingriffe wie zum Beispiel Baumpflanzungen, *pocket-parks*, Frischluftschneisen oder erlebbare Wasserflächen.

Die Alltagserfahrung zeigt, dass der Komfort ein wesentlicher Faktor für die Akzeptanz und die Zufriedenheit mit dem ÖPNV-Netz darstellt. In Zeiten hoher Hitzebelastung ist für diesen Komfort eine angemessene Temperierung der Fahrzeuge erforderlich. Von Fahrgästen wird im Sommer sehr oft der Vorwurf erhoben, die eingesetzten Fahrzeuge seien nicht oder falsch klimatisiert. Bei einer zunehmenden Dauer und Intensivität von Hitzewellen spielt die richtige Klimatisierung für die Planung der Verkehrsinfrastruktur aus Sicht des Verfassers eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Jedoch auch außerhalb von Fahrzeugen ist die Temperierung wichtig: Der umfangreichste Ausbau von Fuß- und Radwegen wird zu den verkehrsplanerischen Zielen nur wenig oder nichts beitragen, wenn diese Wege eine zunehmende Zeit des Jahres aufgrund dort vorherrschender hoher Temperaturen als sehr belastend empfunden werden. Im Besonderen gilt das für die im Fachkonzept angesprochenen Flaniermeilen. Für die Qualität dieser Verbindungen ist wichtig, dass sie auch thermisch angenehme Bewegungslinien darstellen: Im Einzelfall können daher

Baumpflanzungen oder künstliche Beschattungen zweckmäßig sein. Jedenfalls sollte das Thema aber bei der Planung bereits berücksichtigt werden. Am intensivsten werden diese Räume zudem von Kindern, Jugendlichen, älteren Menschen und Menschen mit eingeschränkter Mobilität genutzt, da der Aktionsradius dieser Gruppen eingeschränkt ist und diese über viel Tagesfreizeit verfügen. Die Errichtung thermisch angenehmer Bewegungslinien ist somit auch eine Frage der Inklusion und wichtiger Beitrag zum Ziel *Faire Verteilung öffentlicher Flächen für alle Mobilitätsformen und Ansprüche*.

Einen letzten aber nicht unwesentlichen Punkt stellen die vom MIV ausgehenden Wärmeemissionen dar. Allgemein lässt sich vermuten, dass diese mit einer Annäherung an den *modal-split* von 80:20 ebenfalls zurückgehen. Im Fall von Hitzewellen kann der Verzicht auf den Privat-PKW jedoch einen erheblichen Beitrag leisten. Dieses Argument sollte auch angesprochen werden. Natürlich wird speziell in der Zeit von Hitzewellen niemand die öffentlichen Verkehrsmittel bevorzugen, wenn diese wie bereits erwähnt nicht richtig temperiert sind.

Nicht zuletzt kann auch nur die Erhöhung der Albedo von Verkehrsflächen zu einer Reduktion der urbanen Überwärmung beitragen. Die Möglichkeiten im Bereich Mobilität und zur Reduktion der städtischen Wärmeinsel beizutragen, sind wie gezeigt vielfältig.

9.6 Fachkonzept Hochhäuser

Mit 19.12.2014 hat der Wiener Gemeinderat das Fachkonzept Hochhäuser als Teil des Stadtentwicklungsplanes 2025 beschlossen. Das Fachkonzept ist aus planerischer Sicht dem Bereich der informellen Planungsinstrumente zuzuordnen: Es wirkt somit nicht durch rechtliche Verbindlichkeit, sondern vor allem durch Selbstbindung der Verwaltung.

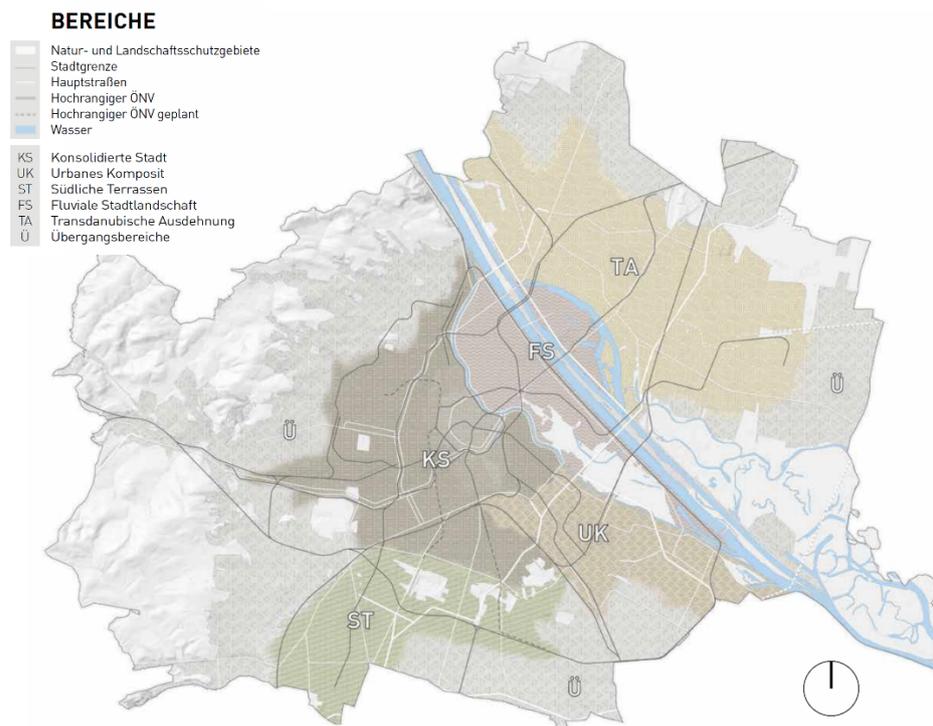
Als Hochhäuser gelten gem. § 7f BO für Wien Gebäude, deren oberster Abschluss einschließlich aller Dachaufbauten mehr als 35m über dem anschließenden Gelände liegt. Sofern ein Bebauungsplan nichts anderes bestimmt, sind Hochhäuser nur in Wohngebieten und gemischten Baugebieten der Bauklasse VI, in Industriegebieten, in Sondergebieten und in Strukturgebieten auf Grundflächen für die ein Bebauungsplan eine Höhe von mehr als 35m festsetzt, zulässig.

Das Fachkonzept gibt wenige konkrete Planungsparameter für die Entwicklung von Hochhäusern vor. Vielmehr wird auf den zu erzielenden Mehrwert verwiesen: Dieser sei jeweils projektbezogen unter Einbindung aller Interessensvertretungen auszuarbeiten. Die rechtliche Sicherstellung soll dann durch städtebauliche Verträge oder Widmungen auf Zeit erfolgen (vgl. Stadt Wien 2014a,7). Wirklich ausgeschlossen sind Hochhäuser nur in der Kern- und Pufferzone des Weltkulturerbes, in Natur- und Landschaftsschutzgebieten, in den Sicherheitszonen des Flughafens Wien sowie in Schutzzonen nach § 7 BO für Wien.

Das Fachkonzept identifiziert sechs Bereiche, für die jeweils unterschiedliche qualitative Kriterien für die Entwicklung von Hochhausprojekten formuliert werden. Diese sechs Bereiche sind:

1. Konsolidierte Stadt (KS)
2. Urbanes Komposit (UK)
3. Südliche Terrassen (ST)
4. Fluviale Stadtlandschaft (FS)
5. Transdanubische Ausdehnung (TA)
6. Übergangsbereiche (Ü)

Abb.49: Bereichstypen des Fachkonzepts Hochhäuser, ohne Maßstab. (Stadt Wien 2014a,21)



Für diese sechs Bereiche wird in Folge sehr ergebnisoffen beschrieben, wie der gewünschte öffentliche Mehrwert eines Hochhausprojektes erzielt werden könnte. Zur Eruierung eines solchen sinnvollen Mehrwerts von Hochhausprojekten gibt das Fachkonzept in Folge auch eine Aufstellung möglicher Optionen vor (vgl. Stadt Wien 2014a,41).

Lediglich für den Übergangsbereich (Ü), der vor allem die im Süden und Nordwesten an die dicht bebaute Stadt angrenzenden und stark durchgrüneten Stadtteile umfasst, wird eine Höhenentwicklung bis maximal 35m gesehen und Hochhäuser somit ausgeschlossen. In allen anderen Bereichen sind Hochhäuser im Grunde erlaubt. Neben dieser fehlenden räumlichen Steuerungswirkung lässt das Fachkonzept jedoch noch zahlreiche andere Möglichkeiten zur Lenkung aus: Beispielsweise muss die Unsicherheit bei Investoren enorm sein, da mangels konkreter Aussagen darüber, welcher öffentliche Mehrwert zu schaffen ist, zwangsläufig jede Projektkalkulation mit großer Unsicherheit behaftet ist. Auch das Fehlen konkreter Anforderungen hinsichtlich Nutzungsmischung und Sockelzonen kann als ein großes Manko gesehen werden.

Für die Entwicklung von Hochhausprojekten sieht das Fachkonzept vier konsekutive Planungsphasen vor. Sofern die erste Projektidee durch den Fachbeirat für Stadtplanung und Stadtgestaltung gutgeheißen wurde, wird durch die MA21 eine Lenkungsgruppe einberufen und koordiniert. Diese begleitet die nachfolgenden Verfahrensschritte Konzept, Entwurf und Realisierung und kann in diesen unter anderem in den qualitätssichernden Verfahren (zum Beispiel städtebaulichen Wettbewerben oder kooperativen Planungsverfahren) Einfluss nehmen.

Der Wunsch nach maximaler Flexibilität, der offenbar die Chancen für eine Realisierung erhöhen soll, steht aus Sicht des Verfassers hier in Widerspruch zum Wunsch von Investoren nach Rechts- und Planungssicherheit. Es scheint damit fraglich, wie weit dieses Offenlassen von Gestaltungsspielräumen den Realisierungschancen von Hochhausprojekten tatsächlich zuträglich ist. Bereits die städtebaulichen Leitlinien für Hochhäuser von 2001 boten wenig Regelungsinhalt auf (vgl. Seiß 2013, 63ff). Gegenüber diesen sind im Fachkonzept noch die so genannten Überprüfungszone im Bereich von Sichtachsen zugunsten einer projektbasierten Prüfung entfallen, wodurch das Instrument noch weiter liberalisiert wurde. Dieser mangelnde Regelungs- und Gestaltungswille der Stadtpolitik in Bezug auf Hochhäuser sei grundsätzlich kritisch angemerkt, da das Thema speziell in Hinblick auf die städtische Überwärmung differenziert gesehen werden muss und einer langfristige Transformation des Stadtkörpers bedarf. Hingegen besteht ohne explizite Vorgaben in den Planungsinstrumenten immer die Gefahr, dass die Entwicklung solch vertikaler Stadtquartiere am Ende nur den Vorgaben der Bauträger entspricht oder wichtige Aspekte wie das Stadtklima aufgrund der fehlenden fachlichen Brille zufällig beigezogener Expertinnen und Experten außer Acht gelassen werden.

Aus stadtklimatischer Sicht sind Hochhäuser aufgrund ihrer Beeinflussung der Winde sowie der enormen thermischen Speichermassen von hohem Interesse. Diese Punkte spart das Fachkonzept gänzlich aus. Erwähnt werden die Rolle der Übergangsbereiche (Ü) für das Stadtklima, dies allerdings ohne nähere Erläuterung, sowie der Schutz vor sommerlicher Überwärmung, der in Wohnhochhäusern vergleichbar dem Ensemble von Harry Glück in Alt-Erlaa zu beachten sind. Da sich wie schon erwähnt die räumliche Steuerungsfunktion auf wenige Ausschlusszonen beschränkt, sind auch keine weiteren Eingriffe aus dem Bereich *Standorte ausweisen* enthalten. Im Bereich *Anlagen errichten* sei der Schutz von Wohnhochhäusern vor sommerlicher Überwärmung erwähnt: Dieser kann durch Begrünung, alternative Beschattungsformen oder technische Gebäudekühlung erfolgen, weshalb die nachfolgende Tabelle jeweils bei diesen drei Eingriffsmöglichkeiten ein + im Sinne von *ungeplanter* Eingriff erhält. Ansonsten sind keine stadtklimatisch relevanten Eingriffe im Fachkonzept Hochhäuser zu finden. Nachstehende Tabelle fasst die angesprochenen, durchwegs ungeplanten Eingriffsmöglichkeiten nochmals zusammen:

Tab.19: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten im Fachkonzept Hochhäuser

Eingriff	Anlagen errichten	Zielerfüllungsgrad
A04	Begrünung von Gebäuden zur Anpassung an das Stadtklima	+
A05	Alternative Beschattungsformen von Gebäuden und Freiflächen	+
A09	Technische Gebäudekühlung	+

Aus Sicht des Verfassers wäre es ein großer Gewinn, wenn unter den erforderlichen Studien in den einzelnen Planungsphasen nicht nur Wind und Beschattung, sondern auch Stadtklima explizit angeführt würde. Idealerweise sollte eine stadtklimatische Studie bereits in der Konzept-Phase vorliegen, da vor allem Gebäudestellung und Höhe großen Einfluss auf die stadtklimatischen Auswirkungen haben. Die architektonische Ausgestaltung der Fassade oder die finale Höhe einzelner Hochpunkte ist aus stadtklimatischer Sicht hingegen weniger relevant. Ist das Projekt aber bereits in hohem Detailgrad durchentworfen, können Anpassungsmaßnahmen maximal noch ungewünschte Auswirkungen kaschieren.

Ein weiterer wichtiger Punkt wäre zudem der Ausschluss von Hochhäusern an Punkten, die für den Austausch von Kaltluft essentiell sind: Sowohl in Hinblick auf Ventilations- wie auch auf Durchlüftungsbahnen. Hierbei ist das für die Transdanubische Ausdehnung (TA) vorgesehene Konzept eines kapillaren Netzwerkes besser geeignet, als beispielsweise die Betonung landschaftlicher Kanten in der Fluvialen Stadtlandschaft (FS), da durch Lückenschlüsse beispielsweise der Austausch kühlerer Luft zwischen Durchlüftungsbahnen und den hinter der Bestandsbebauung liegenden versiegelten Flächen unterbunden wird.

Abb.50: Ziel der Betonung landschaftlicher Kanten bei der Errichtung von Hochhäusern im Bereich Fluvialer Stadtlandschaften (FS) (Stadt Wien 2014a,57)

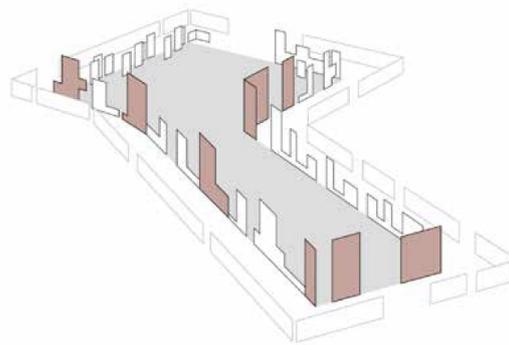
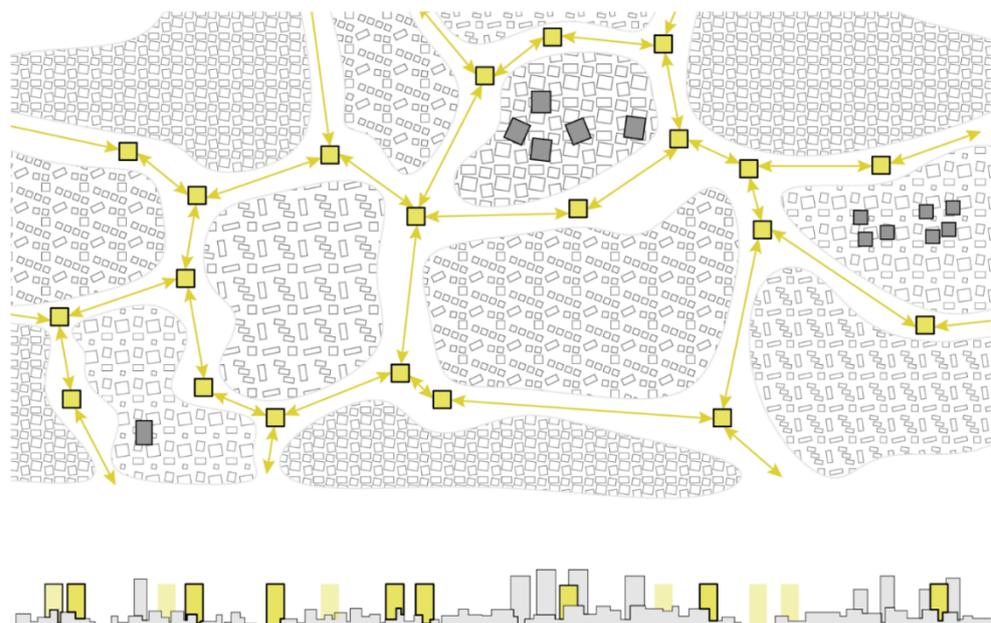


Abb.51: Hochpunkte als Knotenpunkte und Landmarks für ein kapillares Netzwerk von Zwischenzonen der heterogenen Siedlungsstrukturen der Transdanubischen Ausdehnung (TA) (Stadt Wien 2014a,58)



Eine nicht zu vernachlässigende Auswirkung ist darüber hinaus die Erwärmung dunkler Fassadenflächen wie zum Beispiel Glas. Sehr eindrucksvoll kann man dies unter anderem am Gehsteig vor dem Gebäude der MA22 in der Dresdner Straße erleben. In den Interviews mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der dort ansässigen Magistratsabteilung wurde berichtet, dass man im Bereich dieser Fassade bereits Temperaturen von 10-20 Grad C über der normalen Außentemperatur gemessen hat.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass für eine erfolgreiche langfristige Anpassung der Stadtstruktur an die urbane Überwärmung noch offene Potenziale im Fachkonzept gegeben sind. Ausschließlich projektbezogene Prüfungen von Hochhausstandorten und Projekten können aus Verfassersicht einer langfristigen Steuerung der Siedlungsstruktur und Anpassung an die städtische Überwärmung allerdings nicht gerecht werden.

9.7 Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan

Der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan dienen im Sinne des § 1 BO für Wien »der geordneten und nachhaltigen Gestaltung und Entwicklung des Stadtgebietes«. Im Gegensatz zu den anderen Bundesländern verfügt Wien über kein eigenes Raumordnungsgesetz, sondern die Bauordnung für Wien erfüllt auch die Funktion eines Raumordnungsgesetzes (Teil I der BO für Wien). Die Ursache hierfür dürfte in der Einheit von Gemeinde und Bundesland liegen, wodurch die Koordination zwischen Land und Gemeinden, so wie sie in den anderen Bundesländern vorherrscht, nicht stattgreifen muss (vgl. Geuder und Fuchs 2014,52). Weiter werden in Wien der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan gemeinsam in einem Plan durch den Gemeinderat verordnet, weshalb diese an und für sich getrennten Planungsinstrumente auch gemeinsam in diesem Kapitel behandelt werden. Rechtlich gesehen stellen der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan eine Verordnung dar: Baubescheide (individuelle Rechtsnorm) dürfen dem Bebauungsplan und dem Flächenwidmungsplan (generelle Rechtsnorm) nicht widersprechen. Sie sind für die Bürgerinnen und Bürger daher direkt verbindlich und dem Bereich der formellen Planungsinstrumente zuzuordnen. Einziger unmittelbarer Exekutivarm zur Umsetzung des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes ist das Bauverfahren: Zur Errichtung eines Gebäudes ist eine Baubewilligung erforderlich, die den Vorgaben des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes entsprechen muss (vgl. Schindegger 1999,85).

Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan werden in Wien als Plandokument bezeichnet und von der MA21 – Stadtteilplanung und Flächennutzung erstellt. Ein Plandokument, jeweils bestehend aus einem Plan, einem Verordnungstext und einem Erläuterungsbericht, erhält eine eindeutige Nummer und ist über das Auskunftssystem der Stadt Wien online abrufbar.

Verfahren und Beteiligte

Für das Verfahren zur Erstellung der Plandokumente ist die MA21 – Stadtteilplanung und Flächennutzung verantwortlich (vgl. § 2 BO für Wien). Sie koordiniert alle Akteurinnen und Akteure sowie Interessentinnen und Interessenten, verfasst einen Planentwurf, macht diesen bekannt, holt die gesetzlich erforderlichen Stellungnahmen ein, bearbeitet diese und legt das Plandokument abschließend dem Gemeinderat zum Beschluss nach § 1 lex. cit. vor.

Zudem ist die MA21 auch in informelle Planungsprozesse eingebunden, wie beispielsweise kooperative Planungsverfahren, städtebauliche Leitbilder und Masterplanungen, unter anderem weil sie es ist, die nachfolgend die Ergebnisse auch in einer rechtsverbindlichen Verordnung umsetzen muss. Eine weitere Aufgabe der MA21 gemeinsam mit der Wiener Umwelthanwaltschaft ist zudem die Prüfung der Planänderung auf mögliche Umweltauswirkungen (Strategische Umweltprüfung, vgl. § 2 Abs. 1a und 1b BO für Wien). Zum Entwurf des Plandokuments und den Ergebnissen der Umweltprüfung hat zudem der bei der MA21 angesiedelte Fachbeirat für Stadtplanung und Stadtgestaltung bereits eine Stellungnahme abzugeben.

Wichtiger Bestandteil des österreichischen Raumplanungsrechts ist das Mitspracherecht der Normunterworfenen und möglicherweise betroffenen Gemeindegewohnerinnen und -bürger, das allerdings nicht mit einem Rechtsanspruch auf positive Behandlung einer Stellungnahme oder gar Erlassung einer Widmung oder eines Bebauungsplanes verwechselt werden darf. Einen Rechtsanspruch gibt es grundsätzlich nicht. Gemeinsam mit dem Umweltbericht (oder der Begründung, warum dieser nicht erforderlich war) und dem Gutachten des Fachbeirates für Stadtplanung und Stadtgestaltung erfolgt eine mindestens 6-wöchige öffentliche Auflage. Betroffene Gemeindegewohner können innerhalb dieser Zeit schriftliche Stellungnahmen einbringen, die dann von der MA21 bearbeitet werden müssen. Über die öffentliche Auflage werden auch die Kammern, die Wiener Umwelthanwaltschaft und gegebenenfalls andere Gebietskörperschaften²⁷ separat schriftlich verständigt. Im Zug der Beschlussvorlage an den Gemeinderat berichtet die MA21 über die Berücksichtigung der eingelangten Stellungnahmen sowie die am Plandokument gegenüber dem Auflageentwurf durchgeführten Anpassungen.

Neben den genannten Stellen wird zudem der räumlich zuständigen Bezirksvertretung eine 3-monatige Frist für eine Stellungnahme eingeräumt. Wurde diese Stellungnahme der Bezirksvertretung zudem mit einer Zweidrittelmehrheit beschlossen aber vom Gemeinderat nicht berücksichtigt, so hat die Bezirksvertretung abermals das Recht auf eine Stellungnahme binnen einem Monat. Damit wurde der wachsenden politischen Bedeutung der Bezirke Rechnung getragen (vgl. Geuder und Fuchs 2014, 69).

Der Flächenwidmungs- und Bebauungsplan wird gem. § 1 BO für Wien vom Gemeinderat beschlossen und nach Kundmachung im Amtsblatt der Stadt Wien rechtskräftig.

²⁷ Gebietskörperschaften sind Gemeinden, Bezirke und Bundesländer.

Regelungsinhalte Flächenwidmungsplan

Der Flächenwidmungsplan legt in der Draufsicht die Art der zulässigen Nutzung einer Fläche parzellenscharf fest. Der Flächenwidmungsplan ist dabei zielorientiert: Er zeigt einen langfristig gewünschten Zustand, ohne jedoch einer Möglichkeit in den Bestand einzugreifen (zielorientierte Angebotsplanung) (vgl. Schindegger 1999,82f).

Grundsätzlich kommen drei Nutzungsarten in Frage: Freiland, Bauland oder Verkehrsfläche. Diese werden nach Bedarf weiter differenziert, wobei in Wien gem. § 4 BO für Wien folgende vereinfachte Nutzungskategorien festgelegt werden können (Die möglichen Nutzungskategorien wurden unter Berücksichtigung der anstehenden Fragestellung aus Übersichtsgründen vereinfacht):

1. Grünland
 - a. Ländliche Gebiete
 - b. Erholungsgebiete
 - i. Parkanlagen
 - ii. Kleingartenanlagen
 - iii. Kleingartengebiete für ganzjähriges Wohnen
 - iv. Sport- und Spielplätze
 - v. Freibäder
 - vi. Grundflächen für Badehütten
 - vii. Sonstige für die Volksgesundheit und Erholung der Bevölkerung notwendige Grundflächen
 - c. Schutzgebiete, und zwar
 - i. der Wald- und Wiesengürtel, in dem örtlich begrenzte Teile ausgewiesen werden können, die der landwirtschaftlichen Nutzung vorbehalten sind
 - ii. Parkschutzgebiete
 - iii. Friedhöfe
 - iv. Sondernutzungsgebiete für Bodenabbau
2. Verkehrsbänder
3. Bauland
 - a. Wohngebiete, auch mit örtlich begrenzten Teilen für Geschäftsviertel oder förderbaren Wohnbau
 - b. Gartensiedlungsgebiete
 - c. Gemischte Baugebiete, auch mit örtlich begrenzten Teilen für Geschäftsviertel, Betriebsbaugebiet oder förderbaren Wohnbau
 - d. Industriegebiete, mit Einschränkung auf bestimmte Industriezweige oder Ausschluss von SEVESO-Betrieben
4. Sondergebiete

Die möglichen Nutzungsarten werden in den §§ 4 und 7 BO für Wien näher konkretisiert.

Aus stadtklimatischer Sicht kommt im Flächenwidmungsplan primär die Zuordnung oder der Ausschluss bestimmter Nutzungen zu Standorten in Frage. In Hinblick auf die Anpassung an die zunehmende Hitze sind daher vor allem die

Nutzungskategorien der Klasse Grünland von Interesse. Die hierbei bedeutendsten in Hinblick auf ihre Funktion sind:

- SWW – Schutzgebiet Wald- und Wiesengürtel zur Sicherung großflächiger Kaltluftentstehungsgebiete und Frischluftschneisen.
- EPK – Erholungsgebiet Parkanlage und SPK – Parkschutzgebiet für die Sicherung innerstädtischer Grün- und Freiräume und deren Vernetzung.

Für die Festlegung oder den Ausschluss hitzesensitiver Nutzungen auf bestimmten Standorten bietet die BO für Wien in der geltenden Fassung keine eigene Nutzungskategorie. Beispielsweise finden sich Krankenhäuser derzeit in den Baulandkategorien Wohngebiet oder gemischtes Baugebiet.

Regelungsinhalte Bebauungsplan

Der Bebauungsplan regelt die bauliche Ausnutzbarkeit von Grundstücken und somit die dreidimensionale Gestalt der Nutzung. Wenngleich der Bebauungsplan in Wien gemeinsam mit dem Flächenwidmungsplan in einem Plandokument dargestellt wird, steht er im Stufenbau der Planungsinstrumente eigentlich unter dem Flächenwidmungsplan. Die Mindest- und Maximalinhalte des Bebauungsplanes werden in § 5 BO für Wien geregelt.

Zu den Mindestinhalten zählen

1. die Widmung der Grundfläche und der darunter- und darüberliegenden Räume,
2. die Fluchtlinien,
3. für Verkehrsflächen die Höhenlagen und die Breiten sowie die insbesondere durch Mindestmaße festgelegte Ausgestaltung der Querschnitte,

sowie im Bauland, mit Ausnahme der Gartensiedlungsgebiete und der Industriegebiete

4. die Bauklassen (vgl. § 75 lex. cit.), Bauweisen (vgl. § 76 lex. cit.) oder
5. Strukturen (vgl. § 77 lex. cit.).

Anhand des nachfolgenden Auszugs aus dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan (Plandokument 7975, beschlossen vom Gemeinderat am 26.09.2016) sollen diese Mindestinhalte gezeigt werden:

Es lässt sich an diesem Punkt feststellen, dass die inhaltliche Minimalausstattung der Bebauungspläne noch sehr wenige Vorgaben an die zukünftige Bebauung stellt. Umso interessanter wird es allerdings bei den zulässigen Maximalinhalten (vgl. § 5 Abs. 4 lex. cit, auszugsweise):

- a) Schutzzonen, Wohnzonen, Zonen für Großbauvorhaben
- b) Stellplatzregulative
- c) Geschäftsstraßen und Einkaufszentren
- d) Flächen- oder volumsbezogene bauliche Ausnutzbarkeit von Bauplätzen
- e) Bauliche Ausnutzbarkeit von ländlichen Gebieten, Parkanlagen, Freibädern, etc.
- f) Grundflächen und Räume, die von Bebauung freizuhalten sind
- k) Bestimmungen über die Ausbildung von Schauseiten und Dächer der Gebäude, Dachbegrünung und Dachneigung
- l) Grundflächen für öffentliche Zwecke; Das sind Flächen, die für öffentliche Zwecke nach § 40 BO für Wien unter Bedingungen enteignet werden können. Die Ausweisung verliert nach 12 Jahren ihre Gültigkeit und kann nach frühestens 10 Jahren neuerlich festgesetzt werden.
- m) Beschränkung der zulässigen Emissionen
- u) Zulässigkeiten von Bauten im Wald- und Wiesengürtel, die für Erholung bestimmt sind
- p) Anordnung der gärtnerischen Ausgestaltung nicht bebauter Flächen
- s) Höhe, Lage und Ausgestaltung von Lärmschutzeinrichtungen
- u) Gebiete für Kleinhäuser und Reihenhäuser

Hierbei zeigt sich, dass die Regelungsinhalte umfangreich sind, gleichzeitig aber wenige unmittelbar und ausschließlich für das Stadtklima relevante Eingriffsmöglichkeiten beinhaltet sind. Zwei diesbezüglich relevante Eingriffe sind die Verpflichtung einer gärtnerischen Ausgestaltung nicht bebauter Flächen, für die in Folge ein Gestaltungskonzept nach § 63 Abs. 5 lex. cit. zu erstellen ist, oder die Begrünung von Dächern. Entfernt könnte auch noch das mögliche Verbot der Einleitung von Niederschlagswässern in die Kanalisation erwähnt werden, das eine Versickerung vor Ort bedingt und damit den Versiegelungsgrad einschränkt²⁹. Grundsätzlich ist allerdings festzustellen, dass aus stadtklimatischer Sicht mit dem Bebauungsplan weniger Einfluss auf entstehende Bauwerke ausgeübt werden kann, als ursprünglich vermutet.

Eine interessante Eingriffsmöglichkeit ergibt sich aus § 5 Abs. 4 lit. l in Verbindung mit Abs. 5: Im Bebauungsplan können demnach Flächen für Zwecke festgelegt werden, die der Erfüllung öffentlicher Aufgaben des Bundes, der Länder oder der Gemeinde dienen. Die möglichen Nutzungsarten werden in § 40 lex. cit. taxativ aufgezählt: Schulen, Kindertagesheime, Spitäler, Pflegeheime aber auch Erholungsgebiete – Parkanlagen. Voraussetzung ist, dass die Ausführung des Bauvorhabens

²⁹ Gem. § 9 Kanalanlagen- und Einmündungsgebührengesetz (KEG) sind nur 50% des Einheitssatzes für die Berechnung der Kanalgebühr zu veranschlagen, wenn ein Bebauungsplan im Sinne des § 5 Abs. 4 BO für Wien die Einleitung von Niederschlagswässern in den Kanal grundsätzlich ausschließt. Erhöhten Kosten für Versickerungsanlagen stehen damit reduzierte Kosten beim Kanalanschluss gegenüber. Eine Reduktion der laufenden Abwassergebühren durch die Errichtung von Gründächern sieht die Gesetzeslage jedoch nicht vor.

oder der Anlage bereits grundsätzlich beschlossen ist. Bei nicht-Konsumation verliert die Festlegungen ihre Gültigkeiten und darf erst nach einer Stillhaltefrist von 10 Jahren neuerlich verordnet werden.

Der Gesetzgeber hat diesbezüglich Regelungsinhalte offensichtlich von der Flächenwidmung und Bebauungsplanung auf das Bauverfahren, konkret das Gestaltungskonzept nach § 63 BO für Wien verschoben. Angesichts der Tatsache, dass durch die fortschreitende Nachverdichtung ökologische Kriterien eine zunehmende Bedeutung erhalten werden, sind die Steuerungsmöglichkeiten der Bebauungsplanung gering. Das Gestaltungskonzept, das nicht verordnet, sondern von Bauwerbern als Beilage zum Bauansuchen vorgelegt wird, und für das auch keine gesetzlich normierten Mindestanforderungen gelten, wird diese Lücke an Regelungsmöglichkeiten aus Sicht des Verfassers möglicherweise nicht füllen können.

Änderungen des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes

Besonders in Hinblick auf das Freimachen (Rückbau) oder der Flächensicherung steht sehr oft die Frage einer Rückwidmung im Raum. Unter Rückwidmung ist in der Regel die Änderung in eine Kategorie niedriger Nutzungsmöglichkeiten gemeint: Beispielsweise von Bauland in Freiland oder aber auch nur die Reduktion der maximal zulässigen Bebauungsdichte am Grundstück. Diesbezüglich sind die Möglichkeiten der Raumplanung aufgrund des Eigentumsschutzes, des Gleichheitssatzes und des Legalitätsprinzips allerdings beschränkt. Grundsätzlich müssen Grundstückseigentümerinnen und -eigentümern nämlich ein Vertrauen in die Bestandskraft der Planungsinstrumente haben können, um langfristig mit dem Grundstück disponieren zu können. Eine Änderung, die nicht zwangsläufig auch Entschädigungsforderungen auslösen soll, muss daher fachlich begründet, mit umfangreicher Grundlagenforschung hinterlegt und im öffentlichen Interesse gelegen sein. Für den Abwägungsprozess und die Begründung gelten daher besonders hohe Anforderungen. Beispielsweise unterliegt die Rückwidmung eines bereits für eine Baulandnutzung vorgesehenes Grundstück, um etwa Frischluftschneisen langfristig freizuhalten, den gleichen Anforderungen, wie wenn das Grundstück bereits bebaut wäre (vgl. Auer 1998). Dies resultiert unter anderem aus dem Faktum, dass die Flächenwidmung eine zielorientierte Angebotsplanung darstellt. Eine Anpassung des Flächenwidmungsplanes kann daher immer nur bei wesentlich geänderten Planungsvoraussetzungen in Frage kommen.

Unter dem Titel der Anpassung an das Stadtklima alleine dürften Änderungen der Planungsinstrumente aus Sicht des Verfassers nur schwer zu begründen sein, da die Unsicherheit und Dynamik in Bezug auf das Stadtklima, wie bereits an anderer Stelle dargelegt, einfach zu groß ist. Allerdings wäre anzunehmen, dass bei multi-kriteriellen Entscheidungen die Wahrscheinlichkeit, dass die Widmungsänderung rechtlich hält, erheblich steigt. Unter diesem Aspekt bekommen *no-regret*-(Argumentations-)Strategien zunehmende Bedeutung, weil diese gleichzeitig eine Vielzahl öffentlicher Interessen abdecken. Gerade vor dem Hintergrund der erschwerten Abänderbarkeit von Plänen ist bei neuen Baulandausweisungen besonders zu achten, dass es sich nicht um Flächen handelt, die später einmal aus stadtklimatischen Gründen benötigt werden könnten. Hier würde ein ergänzendes Planungsinstrument in der Art einer räumlich verorteten Vulnerabilitätsanalyse

eine geeignete Grundlage darstellen. In wie weit klimatische Veränderungen eine wesentliche geänderte Planungsvoraussetzung darstellen und Widmungsänderungen begründen können, die auch vor Gerichten Bestand haben, könnte aus Verfassersicht eine eigenständige planungsrechtliche Abhandlung füllen.

Zusammenfassende Bewertung

Der Flächenwidmungs- und Bebauungsplan weisen bereits einen sehr hohen, parzellenscharfen Determinierungsgrad auf, der die Anpassung an die Hitze in der Stadt grundsätzlich nicht behindert. Die diesbezüglichen Steuerungsmöglichkeiten ergeben sich aus der Art des Planungsinstrumentes: Während sich der Flächenwidmungsplan primär für die Freihaltung von Standorten eignet, können im Bebauungsplan konkrete Festlegungen mit positiven Wirkungen für das unmittelbare Mikroklima getroffen werden. Sehr viele Eingriffsmöglichkeiten werden angesprochen:

Eingriff	Standorte ausweisen	Zielerfüllungsgrad
So1	Durch die Festlegung geeigneter Nutzungskategorien kann die Bebauung von Flächen ausgeschlossen werden. Eine Sicherung von Kaltluftentstehungsgebieten und Frischluftschneisen ist insbesondere durch Grünlandwidmungen möglich.	++
So2	Auch für die Festlegung und Sicherung innerstädtischer Grün- und Freiräume gibt es geeignete Widmungskategorien. Über Flächen für öffentliche Zwecke kann im BPL eine Enteignung zu Gunsten einer öffentlichen Parkanlage vorbereitet werden.	++
So3	Für die Vernetzung von Grün- und Freiräumen können dieselben Widmungskategorien wie für die Festlegung und Sicherung innerstädtischer Grün- und Freiräume angewandt werden.	++
So4	Im Rahmen der Bebauungsplanung besteht die Möglichkeit, Flächen für hitzesensitive öffentliche Zwecke (Schulen, Krankenhäuser, Pflegeheime, Altersheime) festzulegen und zu enteignen.	++
Anlagen errichten		
Ao1	Im Rahmen der Bebauungsplanung kann die gärtnerische Ausgestaltung nicht bebauter Flächen vorgeschrieben werden.	+
Ao3	Über die Bestimmungen des BPL (Fluchtlinien, gärtnerisch auszubildende Flächen, Verbot der Einleitung von Regenwässern in die Kanalisation) kann die Versiegelung gesteuert werden.	
Ao4	Die Maximalinhalte eines Bebauungsplanes lassen es zu, Dachbegrünungen bei neuen Gebäuden vorzuschreiben	+
Ao7	Aufgrund der Zielorientiertheit des Flächenwidmungsplanes kann auch bei bebauten Grundstücken durch Rückwidmungen langfristig auf einen Rückbau hingewirkt werden.	++

Änderungen dieser Planungsinstrumente erfordern ebenso wie deren Erstellung ein Verfahren und einen Beschluss durch den Gemeinderat. Klassischerweise zielen der Flächenwidmungsplan sowie der Bebauungsplan etwa auf einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahre ab. Im Vergleich hierzu blicken die Planungs- und Prognosehorizonte der Klimaforschung erheblich weiter in die Zukunft. Auch wenn Änderungen aus stadtklimatischen Gründen erforderlich werden, scheinen die erforderlichen Verfahren vor den genannten Zeithorizonten noch ausreichend Flexibilität zu bieten. Dies bedeutet, die Anpassung an die Hitze in der Stadt wird kaum Anpassungsmaßnahmen erfordern, die nicht den normalen Zeitablauf eines Planänderungsverfahrens abwarten können.

Tab.20: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten in der Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung

Wie bereits angesprochen, wird es aus Sicht der Hitzethematik zukünftig von besonderer Bedeutung sein, einerseits Flächen nicht zu widmen, die später einmal benötigt werden könnten, und andererseits Anlagen und Einrichtungen auf Standorten zuzulassen, die aufgrund ihrer Vulnerabilität räumlich gesehen wo anders besser untergebracht wären. Hierfür braucht es allerdings eine langfristige räumliche Strategie, das heißt ein Planungsinstrument, das vulnerable Flächen ausweist und Maßnahmen räumlich verortet. Idealerweise sollte dieses Planungsinstrument mit einer Revisionspflicht versehen sein und in der Zukunft fortgeschrieben werden, sodass die neuesten Erkenntnisse aus der Klimaforschung eingearbeitet werden können, sowohl in positiver als auch in negativer Richtung, um so den Unsicherheitsfaktor und die möglichen Bandbreiten der stadtklimatischen Entwicklung gut abbilden zu können.

Ergänzungspotenzial hat der Flächenwidmungsplan betreffend die Verteilung hitzesensitiver Nutzungen auf gesamtstädtischer Ebene. Derzeit liegen diese Nutzungen in den Baulandkategorien Wohngebiet und gemischtes Baugebiet. Beispielsweise könnte eine neue Sondergebietskategorie für öffentliche Einrichtungen mit geeigneter Einschränkungsmöglichkeit (Krankenhaus, Schule, Altersheim, etc.) ein praktisches Instrument für die räumliche Verteilung solcher Einrichtungen darstellen.

9.8 Das Gestaltungskonzept nach § 63 Abs. 5 BO für Wien

Eine Besonderheit in Zusammenhang mit der Grün- und Freiraumgestaltung im Bauverfahren stellt § 63 Abs. 5 BO für Wien dar: Demnach ist dem »Ansuchen um Baubewilligung bei Neubauten ab der Bauklasse II ein Gestaltungskonzept für die gärtnerisch auszugestaltenden Flächen des Bauplatzes und die nach dem Bebauungsplan zu schaffende Begrünung von Dächern anzuschließen.« Erweitert wurde diese Anforderung an Bauansuchen im Jahr 2014 im Zuge der Novelle LGBL Nr. 2014/25: Seit diesem Zeitpunkt sind bereits ab der Bauklasse II³⁰ anstatt der Bauklasse III³¹ derartige Gestaltungskonzepte dem Bauansuchen beizulegen. Zusätzlich wurde eine Bestimmung hinsichtlich der zu schaffenden Begrünung von Dächern eingeführt: Sofern der Bebauungsplan dies vorsieht, sind auch Gründächer im Gestaltungskonzept darzustellen.

Aufgrund der gesetzlichen Bestimmtheit ist das Instrument Gestaltungsplan dem Bereich der formellen Planungsinstrumente zuzuordnen. Räumlich und rechtlich bezieht es sich auf die unterste und konkreteste Ebene im Stufenbau der Planungsinstrumente, nämlich den Bauplatz.

Ziel der Bestimmung ist es, dass sich Bauwerber im Zuge der Planung von Bauwerken größeren Volumens bereits mit der Grün- und Freiraumgestaltung auseinandersetzen. Da seit der Neuregelung auch Gebäude mit geringeren Baukörpervolumen – die Mindesthöhe in Bauklasse II beträgt nur 2,5m und damit

³⁰ Gebäudehöhe mindestens 2,5m und maximal 12m

³¹ Gebäudehöhe mindestens 9,0m und maximal 16m

ein Geschoss – von der Pflicht zur Vorlage eines Gestaltungskonzeptes betroffen sind, kann man über die Angemessenheit dieser Bestimmung diskutieren.

Zur Bedeutung wohnungsnaher Grün- und Freiflächen hält die zum Thema Gestaltungskonzept von der Stadt Wien veröffentlichte Broschüre unter anderem fest:

- »Grün- und Freiräume senken in der Folge (Anm.: durch die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit durch Evapotranspiration) die Temperatur, das heißt der Wärmeinsel-Effekt (*heat-island-effect*) wird durch Verdunstungskühle verringert.« (Stadt Wien 2001,1)
- Auch die kleinklimatischen Vorteile von Fassadenbegrünungen werden an einer anderen Stelle angesprochen.

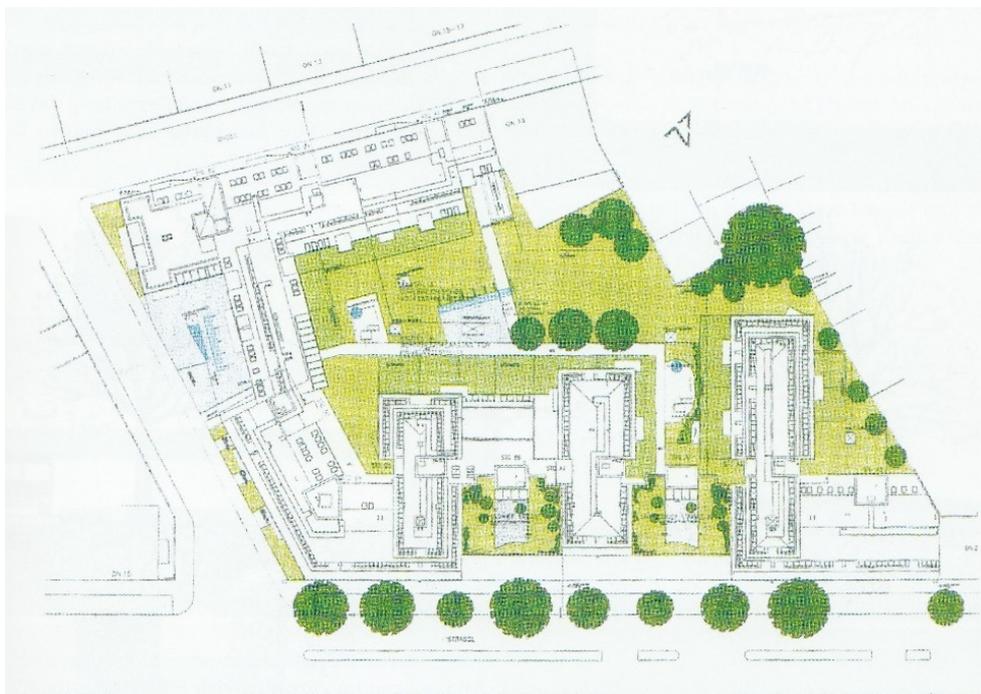


Abb.55: Beispiel eines Gestaltungskonzeptes gem. § 63 Abs. 5 BO für Wien (Stadt Wien 2001,3) Festgelegt werden Grünflächen und Baumpflanzungen, allerdings keine Dach- oder Fassadenbegrünungen. Ohne Maßstab.

Wenngleich man die Angemessenheit bei kleinen Bauvorhaben der Bauklasse II in Frage stellen kann, sieht der Verfasser den Vorteil, dass durch den Gestaltungsplan die Grünraumgestaltung zu einem verbindlichen Teil des baurechtlichen Konsenses wird. Somit ist es auch möglich, später die plankonforme Errichtung des Bauvorhabens im Zuge der Fertigstellungsanzeige nach § 128 BO für Wien zu überprüfen. Auch bietet die Bestimmung des § 63 Abs. 5 gute Möglichkeiten, beispielsweise die Ergebnisse städtebaulicher Wettbewerbe oder Bauträgerwettbewerbe durch Festlegungen im Rahmen der *Besonderen Bestimmungen* im Bebauungsplan verbindlich zu machen: Und zwar indem diese dann die Umsetzung der Wettbewerbsergebnisse im Rahmen des Gestaltungsplanes fordern. Unumstritten ist, dass die Berücksichtigung von Aspekten der Grün- und Freiraumgestaltung positive Auswirkungen auf die spätere Wohnqualität hat, zum Beispiel durch die Herstellung von Zonen thermischen Komforts. Das Gestaltungskonzept beinhaltet ausschließlich *ungeplante* Eingriffe:

Eingriff	Standorte ausweisen	Zielerfüllungsgrad
So3	Aufgrund der zwingenden Auseinandersetzung mit Grün- und Freiräumen könnte man davon ausgehen, dass auch eine weitere Vernetzung gefördert wird, da man bei der Gestaltung möglicherweise an andere, bereits bestehende Elemente des Grün- und Freiraumnetzes anknüpfen wird.	+
Anlagen errichten		
Ao2	Baumpflanzungen stehen im Mittelpunkt von Gestaltungskonzepten. Wenngleich diese nicht primär Adaptionszielen dienen, so wird durch Hinweise zur richtigen Pflanzung, Bewässerung, etc. dennoch ungeplant ein Beitrag zur Anpassung der Stadt an die Hitze geleistet.	+
Ao4	Dach- und Fassadenbegrünungen stehen wie Baumpflanzungen im Mittelpunkt von Gestaltungskonzepten. Wenngleich nicht primär als Anpassungsmaßnahme konzipiert, tragen sie zur Verminderung der Auswirkungen von Hitze in der Stadt bei.	+

Tab.21: Angesprochene Eingriffsmöglichkeiten im Gestaltungsplan nach § 63 Abs. 5 BO für Wien

Da das Gestaltungskonzept ein sehr spezifisches Planungsinstrument mit dem Ziel einer besseren Grün- und Freiraumgestaltung darstellt, sind die positiven Auswirkungen auf das Stadtklima teilweise unbeabsichtigter Natur: Sie leisten vor allem einen Beitrag durch Vernetzung von Grünräumen, durch Bepflanzungen sowie durch Gebäudebegrünung. Wenngleich also nicht mit dem primären Ziel der Anpassung an die städtische Überwärmung eingeführt, ist das Gestaltungskonzept als positiv zu beurteilen. Aus Sicht des Verfassers könnten bei einer Neuauflage der bereits angesprochenen Broschüre zum Gestaltungskonzept stadtklimatische Aspekte stärker eingearbeitet werden. Insbesondere empfehlen sich dazu viel mehr Eingriffsmöglichkeiten aus dem Bereich *Anlagen errichten*.

9.9 Städtebauliche Verträge nach §1a BO für Wien

Im raumplanerischen Diskurs werden sehr oft die Schlagworte Vertragsraumplanung und städtebauliche Verträge genannt: Diese scheinen eine Universallösung für alle nicht durch zielorientierte Angebotsplanung zu erreichenden Ziele der Raumplanung darzustellen. Es ist daher zu erwarten, dass diese auch für die Umsetzung stadtklimatisch erforderlicher Eingriffe vorgeschlagen werden. Tatsächlich stellen städtebauliche Verträge aber noch ein sehr junges Instrument der Raumplanung dar und sind nicht per se ein Instrument zur Regelung aller öffentlichen Interessen. Es ist daher erforderlich, auch dieses Instrument, dessen Eigenschaften und das Spannungsfeld der Vertragsraumplanung sowie die Eignung für die Umsetzung von stadtklimatisch wirksamen Eingriffen auf privaten Grundstücken zu besprechen.

Mit der Novelle der Bauordnung von 2014 (LGBI. Nr. 25/2014) wurde auch in Wien begleitend für die Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung das Instrument des städtebaulichen Vertrages eingeführt. Die Gemeinde ist seit dem durch § 1a BO für Wien ermächtigt, als Trägerin von Privatrechten zur Unterstützung der Planungsziele gem. § 1 Abs. 2 lex. cit. mit Grundeigentümern im Rahmen der Privatwirtschaftsverwaltung Verträge abzuschließen. Konkret angesprochen wird die Vorsorge ausreichender Flächen für den erforderlichen Wohnraum und für Arbeits- und Produktionsstätten des Gewerbes, der Industrie und zur Erbringung von Dienstleistungen jeder Art, sowie die Beteiligung der Grundeigentümerinnen und -eigentümer an den der Gemeinde durch die Festsetzung von Grundflächen als Bauland erwachsenden Kosten der Infrastruktur. Vorrangiges Ziel städtebaulicher Verträgen ist es demnach, durch die Kostenbeteiligung der Grundeigentümerinnen

und -eigentümer Kosten für die Allgemeinheit abzufedern (vgl. Rainer 2014,241). Die diesbezüglichen Bestimmungen sind allerdings nicht abschließend formuliert, so dass eine Vielzahl von Maßnahmen Gegenstand sein können, sofern diese die ebenfalls nicht abschließend formulierten Ziele der Raumplanung unterstützen. Typische Beispiele sind Kosten für technische Infrastruktur wie Verkehrsflächen oder Kanal, sowie Kosten für soziale Infrastruktur wie Kindergärten oder Schulen. Der rechtliche Rahmen für städtebauliche Verträge wurde in Wien verhältnismäßig spät geschaffen, in allen anderen Bundesländern existierten bereits lange vorher vergleichbare Regelungen. Die Erfahrungen der Stadt Wien beschränken sich dementsprechend noch auf einige wenige Verträge, die im Vorfeld von Großprojekten abgeschlossen wurden.

Sehr oft wird in Zusammenhang mit städtebaulichen Verträgen von einem Abschöpfen des Widmungsmehrwertes gesprochen. Eine reine Ausrichtung städtebaulicher Verträge auf diesen Zweck ist jedoch unzulässig, weil sie am verfassungsrechtlich verankerten Gleichheitsgrundsatz und Eigentumsschutz scheitern würde. Zudem ist der Aufwertungsgewinn durch Umwidmungen bereits durch die Immobilienertragssteuer des Bundes teilweise abgeschöpft. Hecht und Pekar (2016,77) sehen daher eine Entwicklung hin zu einem rein infrastrukturkostenorientierten System, für das jedoch noch nähere Vorgaben durch den Gesetzgeber fehlen.

Bei der Ausgestaltung der städtebaulichen Verträge ist insbesondere die Gleichbehandlung der Vertragspartner zu berücksichtigen. Unterschiede dürfen nur aufgrund unterschiedlicher tatsächlicher Verhältnisse (Lage und Größe der Grundstücke) gemacht werden. Weitere verfassungsrechtliche Einschränkungen ergeben sich aus dem so genannten *Koppelungsverbot*, das heißt der Koppelung hoheitlicher Aufgaben, wie sie die Raumplanung darstellt, mit privatwirtschaftlichen Vereinbarungen (vgl. Hecht und Pekar 2016,74f). Das bedeutet die Gemeinde darf einen städtebaulichen Vertrag nicht zur Bedingung für eine Abänderung des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes machen (vgl. §1a Abs. 2 BO für Wien in Umsetzung der Judikatur zur Vertragsraumordnung VfGH G 77/99). Sehr wohl ist eine scharfe Trennung aufgrund der faktischen Kräfteverhältnisse zwischen Bauwerberin und Behörde in der praktischen Umsetzung freilich schwierig. Zulässig ist hingegen die konditionale Verknüpfung, bei der Eigentümerin und/oder Eigentümer der vereinbarten Nutzungspflicht nur dann zu entsprechen hat, wenn die Änderung des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes tatsächlich durchgeführt wurde. Das bedeutet wiederum, die Gemeinde ist aufgrund der Unterzeichnung eines städtebaulichen Vertrages nicht zur Änderung der Planungsinstrumente verpflichtet und sie kann diese auch ohne Abschluss eines städtebaulichen Vertrages durchführen. Die Leistungspflicht der Grundeigentümerin bzw. des Grundeigentümers hingegen entsteht immer erst mit der rechtskräftigen Änderung der Planungsinstrumente. Es entsteht dadurch keine Vorleistungspflicht, sehr wohl aber werden die Vereinbarungen auf unterschiedliche Arten sichergestellt (Konventionalstrafen, Kaution, Hypothek, Einräumung eines Optionsrechts, etc.). Die Verpflichtungen werden selbstverständlich im Fall der Veräußerung von Liegenschaften auf die Eigentümerin bzw. den neuen Eigentümer überbunden (vgl. Hecht und Pekar 2016,75f).

Welche Leistungen und Gegenleistungen werden in städtebaulichen Verträgen aber vereinbart? Gem. § 1a BO für Wien dienen städtebauliche Verträge der Überbindung von Infrastrukturkosten, die durch die Festsetzung von Grundflächen als Bauland entstehen. Wesentliche Leistungsinhalte in der Wiener Praxis waren bisher die Herstellung von technischer Infrastruktur (Kanal, Verkehrsflächen), soziale Infrastruktur (Bildungsbauten, Kindergärten), leistbares Wohnen und Grün- und Freiraumflächen. Als Beispiel kann das Projekt *Danube Flats* im 22. Wiener Gemeindebezirk herangezogen werden: Im städtebaulichen Vertrag wurden unter anderem die Pflicht zur Errichtung von Schall- und Windschutzeinrichtungen entlang der Autobahn A22, Maßnahmen zur besseren Anbindung an die Uferzone der neuen Donau, die Vorplatzgestaltung der U1-Station Donauinsel, die Errichtung eines Kindergartens, verbilligtes Car-Sharing sowie die Errichtung von 40 Smart-Wohnungen, deren Vergabe über Sozialhilfsorganisationen zu erfolgen hat, vereinbart. Die Maßnahmen summieren sich auf einen erheblichen Kostenpunkt von rund 10 Mio. Euro, stellen jedoch auch einen erheblichen Mehrwert für die Bewohnerinnen und Bewohner der rund 520 geplanten Wohnungen sowie für die Allgemeinheit dar und werden auch von der Projektwerberin als Mehrwert des Projekts beworben (vgl. Rainer 2014,65). Städtebauliche Verträge bieten somit die Gelegenheit, stadtklimatische Optimierung durch Maßnahmen festzulegen, die auch für die Allgemeinheit und die in der Umgebung lebenden Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers positiv sind. Allerdings beschränken sich potenzielle Maßnahmen auf Neubauvorhaben ab einer gewissen Größe. Im Sinne der Judikatur zu städtebaulichen Verträgen ist hingegen eine Einflussnahme auf den Bestand bei gleichzeitiger Androhung einer Rückwidmung nicht zulässig (vgl. Geuder und Fuchs 2014,64).

10 Stadtklimatische Aspekte im Raumordnungsrecht

Aufgrund der Kompetenzklausel Art. 15 Abs. 1 des Bundesverfassungsgesetzes (B-VG) verbleiben die Angelegenheiten der Raumordnung und Raumplanung im Aufgabenbereich der Länder. Explizit angesprochen wird in der Bundesverfassung nur der Bereich der *Örtlichen Raumplanung*, der gem. Art. 118 Abs. 3 B-VG im eigenständigen Wirkungsbereich der Gemeinden angesiedelt ist. Dementsprechend verfügen alle österreichischen Bundesländer über Raumordnungs- oder Raumplanungsgesetze, in der Stadt Wien wird die Raumplanung in der Bauordnung für Wien (BO für Wien) geregelt. Es werden daher nachfolgend die rechtlichen Grundlagen im Land Wien und – um die Unterschiede zu den Raumplanungsinstrumenten der übrigen Bundesländer kurz aufzuzeigen – auch vergleichsweise jene des umliegenden Landes Niederösterreich dargestellt. Analysiert wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Bauordnung für Wien (BO für Wien) in der Fassung LGBL Nr. 08/2015 und das Niederösterreichische Raumordnungsgesetz 2014 (NÖ ROG 2014) in der Fassung LGBL Nr. 3/2015.

Formelle Planungsinstrumente sind rechtlich bindende Verordnungen, die auf Basis dieser Rechtsgrundlagen erlassen werden. Sie werden im Kapitel der Instrumente besprochen. Nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit, jedoch womöglich auch für das Stadtklima und die Klimawandelanpassung relevant, ist das Wiener Naturschutzgesetz. Im Folgenden wird insbesondere der Frage nachgegangen, in wie weit die Rechtsgrundlagen bereits einen gesetzlichen Auftrag für die Planung enthalten und in wie weit Aspekte des Stadtklimas in den Rechtsgrundlagen angesprochen werden.

10.1 Bauordnung für Wien

Die Gestaltung und Ordnung des Wiener Stadtgebiets regelt die Bauordnung für Wien (BO für Wien). Das Land Wien verfügt als einziges österreichische Bundesland über kein eigenständiges Raumplanungsgesetz, sondern es sind die Aufgaben der Raumplanung gemeinsam mit den baurechtlichen Bestimmungen in der Wiener Bauordnung geregelt. Aufgrund der Besonderheit, dass Wien gleichzeitig Bundesland, Stadt und Gemeinde ist, kann die Stadtpolitik das Planungsrecht weitestgehend selbst gestalten. In den übrigen österreichischen Städten und Gemeinden hingegen hat man das Planungsrecht einer übergeordneten gesetzgebenden Körperschaft umzusetzen.

Flächenwidmungspläne und Bebauungspläne, die in Wien gemeinsam in einem Plan dargestellt werden, regeln die städtebauliche Gestaltung. Diese Darstellung beider Instrumente in einem Planwerk ist eine Wiener Besonderheit. Der Flächenwidmungsplan gibt hierbei die Art der Nutzung der Flächen vor, zum Beispiel *Wohngebiete* (§ 4 BO für Wien), wohingegen der Bebauungsplan regelt, ob und in welcher Weise die vom Flächenwidmungsplan erfassten Grundflächen bebaut werden dürfen (§ 5 BO für Wien). Im Gegensatz zu den übrigen Bundesländern, in denen ein hierarchisch aufgebautes System an eigenständigen Plänen besteht (Entwicklungskonzept – Flächenwidmungsplan – Bebauungsplan), verfügt Wien sozusagen

nur über einen einzigen, rechtlich bindenden Plan. Rechtlich verbindliche Instrumente der überörtlichen Raumplanung³² kennt die Bauordnung für Wien nicht. Diese existieren (z.B. Stadtentwicklungsplan 2025, Bezirksentwicklungspläne), sind aber nicht rechtsverbindlich.

Analysiert man den Gesetzestext, so fällt auf, dass das Gesetz das Wort *Klima* in der Bedeutung von *Stadtklima* oder *Kleinklima* nicht kennt. Wenngleich § 1 Abs. 2 der BO für Wien die gegeneinander abzuwägenden Ziele der Raumordnung nicht abschließend anführt, so ist festzustellen, dass weder Klimaschutz noch Klimawandelanpassung explizit genannt werden. Man könnte einen gesetzlichen Auftrag zur Klimawandelanpassung aus § 1 Abs. 2 Z 4 lex. cit. herauslesen, in dem die »Erhaltung bzw. Herbeiführung von Umweltbedingungen, die gesunde Lebensgrundlagen für Wohnen, Arbeit und Freizeit, sichern« als Ziel für die Raumordnung normiert ist. Dies ist in Zusammenhang mit § 2 Abs. 1 Z 1 lex. cit. zu sehen, demnach bei der Ausarbeitung von Plänen die natürlichen und ökologischen Gegebenheiten zu erheben sind.

Aufgrund der Richtlinie 2001/42/EG³³ (SUP-Richtlinie) hat auch die Gemeinde Wien die Auswirkungen der Flächenwidmungspläne und der Bebauungspläne auf die Umwelt festzustellen. Die Umsetzung der SUP-Richtlinie in nationales Recht erfolgte in Wien vorwiegend in den Verfahrensbestimmungen des § 2 BO für Wien. Hinsichtlich der zu behandelnden Inhalte wird auf Anhang I der Richtlinie 2001/42/EG verwiesen, in dem die klimatischen Faktoren explizit genannt werden. Entwürfe des Flächenwidmungsplanes und des Bebauungsplanes sind abgesehen von Änderungen, die den Rahmen für ein UVP-pflichtiges Vorhaben schaffen könnten oder ein Europaschutzgebiet tangieren, nur dann einer strategischen Umweltprüfung (SUP) zu unterziehen, wenn erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten sind. Diese Beurteilung erfolgt durch die zuständige Magistratsabteilung gemeinsam mit der Umweltschutzabteilung. Der Kreis der SUP-relevanten Vorhaben wird dadurch schon erheblich eingeschränkt. In Bezug auf die Anpassung an die durch den Klimawandel verstärkten Auswirkungen des Stadtklimas wird daher nur eine geringe Möglichkeit gesehen, die strategische Umweltprüfung als Anknüpfungspunkt für eine erfolgreiche Klimawandelanpassungsstrategie einzusetzen.

Einen möglichen Ansatzpunkt für die Berücksichtigung stadtklimatischer Aspekte bei Planänderungen bietet der Fachbeirat für Stadtplanung und Stadtgestaltung gem. § 3 BO für Wien, von dem zu Entwürfen von Flächenwidmungsplänen und Bebauungsplänen gem. § 2 Abs. 4 leg. cit. verpflichtend eine Stellungnahme einzuholen ist. Dieses Verfahren zielt speziell darauf ab, in möglichst vielen Fachgebieten Stellungnahmen aus wissenschaftlicher Sicht zu den laufenden Verfahren zu erhal-

³² Überörtliche Raumplanung im Sinne von Raumplanung im Zuständigkeitsbereich der Länder (Landesplanung, Regionalplanung).

³³ Mit der Richtlinie 2001/42/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Juni 2001 über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme wurde ein Rahmen für die Prüfung von Vorhaben bereits auf strategischer Ebene geschaffen (Strategische Umweltprüfung – SUP). Einer projektbezogenen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) sozusagen vorgelagert, setzt die strategische Umweltprüfung noch in der Phase der Entscheidungsfindung für ein konkretes Projekt an (Alternativmöglichkeiten).

ten. Im Fachbeirat könnten Aspekte des Stadtklimas eingebracht werden, vorzugsweise durch die Experten auf dem Gebiet der Raumplanung, der Stadtökologie und der Volkshygiene sowie der Grünraumplanung. Naturgemäß liegt die vorläufige Abwägung der öffentlichen Interessen weiterhin bei der zuständigen Magistratsabteilung, während die endgültige Entscheidung nur politisch vom Gemeinderat getroffen werden kann. Die Stellungnahme des Fachbeirates hat demnach nur empfehlenden Charakter und es sind aus der Sicht des Verfassers die Einflussmöglichkeiten enge Grenzen gesetzt (vgl. Geuder und Fuchs 2014,78).

Die Bebauungsplanung normiert, in welcher Weise die gewidmeten Flächen und die darüber- oder darunterliegenden Räume bebaut werden dürfen. Insbesondere in Hinblick auf die Vermeidung lokaler Wärmeinseln, die Kühlung durch Bepflanzung und die Zurverfügungstellung ausreichender Grün- und Freiräume für thermische Erholung spielt die Bebauungsplanung eine wichtige Rolle. Über die Mindestinhalte hinaus ermöglicht § 5 Abs. 4 BO für Wien zahlreiche Festlegungen. Dies umfasst zum Beispiel Bestimmungen über die Begrünung der Dächer (lit. k), die Festlegung von Gebieten, in denen Niederschlagswässer nicht in den Kanal eingeleitet werden dürfen (d.h. vor Ort versickert werden müssen, s. lit. m) oder die Anordnung gärtnerischer Ausgestaltung unbebauter Grundflächen (lit. p). Konkret genannt wird die Möglichkeit von Maßnahmen zur Klimawandelanpassung jedoch in der taxativen Auflistung der Maximalinhalte nach § 5 BO für Wien jedoch nicht.

10.2 Exkurs: Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz 2014

Der Laborraum Wien grenzt an allen Seiten nur an ein einziges Bundesland, nämlich Niederösterreich, weshalb an diese Stelle kurz betrachtet werden soll, wie sich die raumordnungsrechtlichen Grundlagen im Nachbarbundesland darstellen. Die rechtliche Grundlage für die Raumordnung in Niederösterreich bildet das niederösterreichische Raumordnungsgesetz, das 2014 in Rechtskraft erwachsen ist. Dieses gliedert sich in fünf Abschnitte: Allgemeines (Begriffsdefinitionen und generelle Leitziele), überörtliche Raumordnung, Örtliche Raumordnung, Bebauungsplan und gemeinsame Bestimmungen.

Dass bereits unter den generellen Leitziele die Vermeidung von Gefahren für die Gesundheit der Bevölkerung durch die Sicherung der natürlichen Voraussetzungen zur Erhaltung des Kleinklimas genannt wird (vgl. § 1 Abs. 2 Z 1 lit. i) NÖ ROG 2014), ist aus Sicht der Fragestellung der vorliegenden Arbeit positiv hervorzuheben. Es besteht damit ein gesetzlicher Auftrag, im Rahmen der Überörtlichen und der Örtlichen Raumplanung Aspekte des Kleinklimas im Abwägungsprozess zu berücksichtigen.

Ein weiterer Verweis auf das Kleinklima ergibt sich aus den Bestimmungen zur strategischen Umweltprüfung überörtlicher Raumordnungsprogramme (§ 4 NÖ ROG 2014). Sofern eine strategische Umweltprüfung nach den Absätzen 1 und 2 durchzuführen ist, sind aufgrund des Abs. 6 Z 6 die voraussichtlich erheblichen Umweltauswirkungen auf die klimatischen Faktoren zu dokumentieren. Die Aufzählung der zu dokumentierenden Faktoren stellt dabei eine Wiedergabe des Anhangs I der Richtlinie 2001/42/EG (SUP-Richtlinie) dar. Aufgrund § 24 Abs. 4 sind diese Informationen

auch bei der Erstellung des Örtlichen Raumordnungsprogrammes zu dokumentieren.

Im Rahmen der Bebauungsplanung sieht § 30 Abs. 2 NÖ ROG 2014 allerdings keine besonderen Regelungsmöglichkeiten für Anpassungsmaßnahmen an das Stadtklima vor. Gesetzt den Fall, es würden besondere Gegebenheiten im Bebauungsplangebiet Anpassungsmaßnahmen erforderlich machen, so könnten diese nur über die explizit genannten Regelungsmöglichkeiten im Bereich von Freiflächen und deren Ausgestaltung oder der Beschränkung der Bodenversiegelung erfolgen. Ob beispielsweise eine Verpflichtung zur Begrünung von Flachdächern oder Fassaden durch die Bestimmungen des § 30 lex. cit. gedeckt wäre, scheint fraglich.

10.3 Exkurs: Klimaschutz und Klimawandelanpassung in den österreichischen Raumordnungsgesetzen

Untersucht man die Zielkataloge der Raumordnungs- und Raumplanungsgesetze aller Bundesländer, so findet sich ein entsprechendes Ziel lediglich in vier von neun Gesetzen. Die Bundesländer Salzburg und Burgenland nennen die *Erhaltung des natürlichen Klimas* als Ziel der Raumordnung (§ 2 Abs. 1 Z 2 lit b) Salzburger ROG 2009 und § 1 Abs. 2 Z 3 lit. b) Burgenländische Raumplanungsgesetz), in der Steiermark wird die *Berücksichtigung von Klimaschutzzielen* genannt (§ 3 Abs. 2 Z 2 lit i) StROG 2010), wobei hier vermutlich Ziele sowohl der Mitigation als auch der Adaption gemeint sind) und in Niederösterreich wird sogar explizit die Erhaltung des Kleinklimas angesprochen. (§ 1 Abs. 2 Z 1 lit. i) NÖ ROG 2014).

In den Ländern Salzburg, Steiermark und Kärnten ist die Eignung eines Grundstückes als Bauland zudem an die kleinklimatische Eignung der Flächen für die beabsichtigte Nutzung geknüpft (vgl. § 28 Abs. 4 Z 3 Salzburger ROG 2009, § 28 Abs. 2 Z 1 StROG 2010, § 3 Abs. 1 lit. a) K-GplG 1995). In der Steiermark sind gem. § 41 Abs. 2 Z 10 StROG 2010 sogar explizit Maßnahmen zum Schutz des Kleinklimas bei den möglichen Regelungsinhalten eines Bebauungsplans angeführt.

Genannt wurden hier nur Beispiele, in denen der Klimaschutz und/oder die Klimawandelanpassung als explizite Ziele angeführt sind und somit ein konkreter Gesetzauftrag besteht. Selbstverständlich ist das Klima auch als Teil der natürlichen Gegebenheiten zu betrachten, sodass klimatische Aspekte theoretisch in allen Raumordnungs- und Raumplanungsgesetzen eine rechtliche Deckung finden könnten.

10.4 Empfehlungen für die Anpassung der Rechtsinstrumente

Klimawandelanpassung als gesetzlicher Auftrag

Nach dem derzeitigen Stand der Forschung und unter Berücksichtigung von Meinungen der befragten Expertinnen und Experten kann festgestellt werden, dass es heute gesellschaftlich und in der wissenschaftlichen Gemeinschaft Grundkonsens ist, dass die Schaffung der räumlichen Erfordernisse für den Klimaschutz und die Klimawandelanpassung eine Aufgabe der räumlichen Planung darstellt. Diesbezüglich ist es schwer nachzuvollziehen, dass in den Zielkatalogen der meisten Bundesländer dieses Ziel noch nicht verankert ist. Selbst wenn man berücksichtigt, dass nahezu alle Gesetze in den vergangenen Jahren laufend revidiert wurden und sich damit mehrfache Gelegenheiten geboten hätten. Richtet man den Blick in das Deutsche Raumordnungsgesetz, so steht dort zu lesen:

»Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen.«
(§ 2 Abs. 2 Z 6 Raumordnungsgesetz (dt.) vom 22.12.2008)

Einen derart konkreten gesetzlichen Auftrag an die Raumordnung gibt es in Österreich in keinem Bundesland. Wie bei vielen anderen raumrelevanten Aufgaben stellt sich daher die grundsätzliche Frage, ob es zielführend ist, wenn die Raumplanungskompetenz ausschließlich bei den Ländern liegt oder ob nicht ein rahmengebendes Bundesraumplanungsgesetz zweckmäßig wäre. Denn aus stadtklimatischer Perspektive sind neun unterschiedlich formulierte Zielkataloge nicht zu begründen.

Aus Sicht des Verfassers wäre es zielführend, den Klimaschutz und die Klimawandelanpassung als klaren gesetzlichen Auftrag in die abzuwägenden Ziele der Stadtplanung zum Beispiel in § 1 Abs. 1 BO für Wien aufzunehmen. Durch einen solchen gesetzlichen Auftrag würde dem Thema möglicherweise im planerischen Abwägungsprozess ein fester Platz zu Teil. Zur Vermeidung von Interpretationsspielräumen sollten sowohl Klimaschutz wie auch Klimawandelanpassung wörtlich genannt werden. Um ausreichende Flexibilität für die Zukunft zu gewährleisten, sollten zudem nicht bestimmte Auswirkungen (zum Beispiel aufgrund von Wärmeinseln oder Überschwemmungsgebieten) direkt genannt werden, sondern man sollte die Formulierung bestmöglich auf die Erhöhung der Resilienz, im Sinne der Anpassungsfähigkeit der Raumstrukturen auf wechselnde klimatischen Bedingungen zur Erhaltung der Systemfunktion, abstellen.

Klimawandelanpassungsmaßnahmen als potenzielle Regelungsinhalte der Bebauungsplanung

Weder die BO für Wien noch das niederösterreichische ROG 2014 sehen in der Bebauungsplanung derzeit eine besondere Regelungsmöglichkeit für Anpassungsmaßnahmen an das Stadtklima und den Klimawandel vor. Indirekt würden sich mit den abschließend aufgezählten Regelungsinhalten zwar Anpassungsmaßnahmen realisieren lassen (zum Beispiel durch die Beschränkung des Versiegelungsgrades),

es könnten jedoch durch die explizite Nennung bereits auf gesetzlicher Ebene Hinweise auf die Zusammenhänge zwischen Bebauung und Stadtklima gegeben werden. Es scheint zwar unrealistisch, dass zukünftig in jedem Planerstellungsprozess die möglichen Auswirkungen auf das Stadtklima und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Nutzung der Flächen erhoben werden, wenn dies jedoch zu einer fallweise häufigeren Berücksichtigung beiträgt, sollte das für die Lebensqualität in Wien bereits ein Gewinn sein. Da es sich bei der Bebauungsplanung auch immer um die Einschränkungen von Nutzungsmöglichkeiten der Grundeigentümer handelt, wäre zudem ein Beitrag zur Rechtssicherheit für die planerstellende Körperschaft geleistet.

Verbindliche Beiziehung von Expertinnen und Experten im Bereich des Stadtklimas

Die verbindliche Beiziehung von Expertinnen und Experten auf dem Gebiet des Stadtklimas böte die Möglichkeit, dem Thema im planerischen Abwägungsprozess Gewicht zu verleihen und langfristig zu einer Anpassung der Stadt an die Spezifika des Stadtklimas beizutragen. In Wien wäre es aus der Sicht des Verfassers zum Beispiel empfehlenswert, einer entsprechenden Expertin bzw. eines entsprechenden Experten in den Fachbeirat für Stadtplanung und Stadtgestaltung aufzunehmen und die gesetzliche Grundlage hierfür (§3 BO für Wien) anzupassen.

11 Umfrage und Interviewergebnisse

Neben den Inhaltsanalysen und den in Kapitel 12 dargestellten good-practice-Beispielen repräsentieren die im Zeitraum 2013 bis 2017 durchgeführten Interviews einen wichtigen Teil der Empirie der vorliegenden Arbeit. Wie bereits im Methodenteil erläutert, erfolgte eine Verdichtung der Erkenntnisse durch Befragungen, die einerseits *face-to-face*, andererseits unter Zuhilfenahme von IK-Technologie durchgeführt wurden. Die Herangehensweise und die Ergebnisse dieser Befragungen werden nachfolgend zusammengefasst.

11.1 Online-Befragung

Ziele der Umfrage und Herangehensweise

Im Sommer 2016 führte der Verfasser in den Kalenderwochen 23 bis 37 eine halbstandardisierte Online-Befragung zum Thema Hitze in der Stadt durch. Ziel war es, Schlussfolgerungen und Vermutungen aus vorhergehenden Kapiteln zu prüfen sowie Haltungen und Meinungen ausgewählter Akteurinnen und Akteure der Stadt- und Raumplanung zu erheben. Realisiert wurde die Befragung mit dem Tool *sosci survey*³⁴, die Umfrage wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern auf www.socisurvey.de zur Verfügung gestellt.

Die rund 50 Umfrageteilnehmerinnen und -teilnehmer wurden persönlich per E-Mail oder telefonisch kontaktiert und um Teilnahme an der Umfrage ersucht, zu der sie sodann einen Link per E-Mail zugesandt bekamen. Der Fragebogen beinhaltete sowohl offene Fragen im Sinne einer explorativen Herangehensweise, als auch Fragen mit vorgegebenen Antworten. Schlüsselbegriffe wie zum Beispiel Anpassungsziele und -maßnahmen, formelle und informelle Planungsinstrumente oder Alltagswelt und Planerwelt wurden im Fragebogen erläutert.

Die Teilnehmerinnen und -teilnehmer der Umfrage verfügten alle über einen Hochschulabschluss, befinden sich im berufstätigen Alter zwischen 25 und 65 Jahren und ordneten sich überwiegend selbst der Planerwelt zu. Somit wurde dem Ziel der Umfrage, Meinungen und Haltungen aus der *professional community* zu erheben, gut entsprochen. Das Geschlechterverhältnis der Befragten war ausgeglichen. Neben 75% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Österreich, nahmen auch Personen aus Deutschland und der Schweiz teil.

Die Rücklauf-Statistik zeigt, dass von 42 eindeutigen Aufrufen die Umfrage insgesamt 30-mal vollständig beantwortet wurde. Dies entspricht einer Rücklaufquote von rund 70%. Einzelne Teilnehmerinnen und -teilnehmer wendeten teilweise sogar bis zu 30 Minuten für die Beantwortung der Fragen auf und lieferten in den

³⁴ Die Grundlagen für *sosci survey* wurden am Institut für Kommunikationswissenschaften der Universität München gemeinsam mit der Universität Zürich speziell für wissenschaftliche Befragungen und Forschungspraxis entwickelt (vgl. Leiner 2014). Die Softwarerechte verblieben bei den Entwicklern, die das Programm heute kommerziell anbieten. Wissenschaftliche Arbeiten (Abschlussarbeiten, Dissertationen) sind jedoch weiterhin kostenlos.

freien Antworten umfangreiche Inputs. In der Auswertung wurden nur Fragebögen berücksichtigt, die bis zum Ende ausgefüllt wurden. Zudem musste mindestens die Hälfte der Fragen beantwortet worden sein.

Der Fragebogen gliederte sich in vier inhaltliche Fragenblöcke, an denen sich auch die nachfolgende Auswertung der Umfrage orientiert. Diese Frageblöcke waren:

Tab.22: Gliederung der Online-Befragung und Ziele der jeweiligen Fragenblöcke

	<i>Fragenblock</i>	<i>Ziele der Befragung</i>
1.	Klimawandel	Ziel war es zu erheben, welche Bedeutung die Befragten dem Thema Hitze in der Stadt beimessen und wo diese die maßgeblichsten Auswirkungen sehen. Die Fragen dienten auch dazu, die Befragten an das Thema heranzuführen.
2.	Anpassungsmaßnahmen	Ziel war es zu eruieren, in wie weit Akteure in Planungsinstrumenten enthaltene Ziele mit dem Problem Hitze in der Stadt in Verbindung bringen.
3.	Planungsinstrumente	Die Befragten wurden in den ersten zwei Frageblöcken an die Problem- und Fragestellung herangeführt. In Folge sollte ihre fachliche Expertise hinsichtlich möglicher Anpassungsleistungen durch Planungsinstrumente erkundet werden.
4.	Klimaexperten	Der mangelnde Wissenstransfer zwischen Klimafor- schung und Stadt- und Raumplanung ist ein wesentlicher Teil der Arbeitsthese. Es sollte daher erhoben werden, ob und wenn ja über welche Akteure ein Transfer von Klimawissen in die Stadt- und Raum- planung stattfindet.

Fragenblock Klimawandel

Eingangs wurde nach der subjektiven Wahrnehmung des Problems und dessen Einordnung innerhalb der Agenda der Aufgaben für die Stadtplanung gefragt. Wie der Verfasser bereits in der Arbeitsthese formulierte, wird angenommen, dass das Thema nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden medialen Berichterstattung verstärkte Aufmerksamkeit erfährt. Die Umfrageergebnisse bestätigten diese Annahme: Nach *Stadtgestalt und qualitätsvolle öffentliche Räume* sowie *Verkehr und Mobilität* wird die Reduktion der urbanen Wärmeinsel und die Anpassung an den Klimawandel auf die Frage nach den subjektiv wichtigsten Handlungsfeldern der Stadtplanung am dritthäufigsten genannt. Das Thema hat es damit offensichtlich auf die Planungsagenda geschafft. Anpassung an die Folgen des Klimawandels und das Stadtklima (Adaption) wird interessanterweise sogar häufiger als das Ziel *Co2-Reduktion und Ressourcenschonung* (Mitigation) genannt.

Neben den angeführten Antwortmöglichkeiten wurden noch die Schaffung von *altersgerechten Städten*, die *geordnete Raumentwicklung* und *Steuergerechtigkeit* ergänzend angeführt.

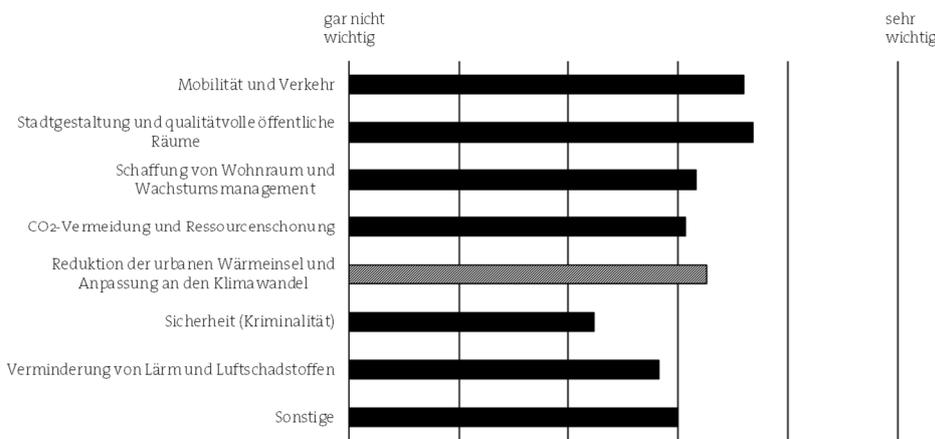


Abb.56: Durchschnittliche Einschätzung der Priorität von Handlungsfeldern der Stadtplanung

Die gravierendsten Auswirkungen von Hitze in der Stadt sehen die Befragten, gereiht nach Anzahl der Nennungen,

1. in der mangelnden Erholung in der Nacht,
2. in der Verringerung der Leistungsfähigkeit,
3. in der Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum,
4. in Einbußen im Stadttourismus sowie
5. In sonstigen Auswirkungen, wie beispielsweise in Gesundheitsproblemen bei älteren Menschen oder allgemein, erhöhtem Kühlenergieaufwand oder in der Gefährdung sozial benachteiligter Gruppen.

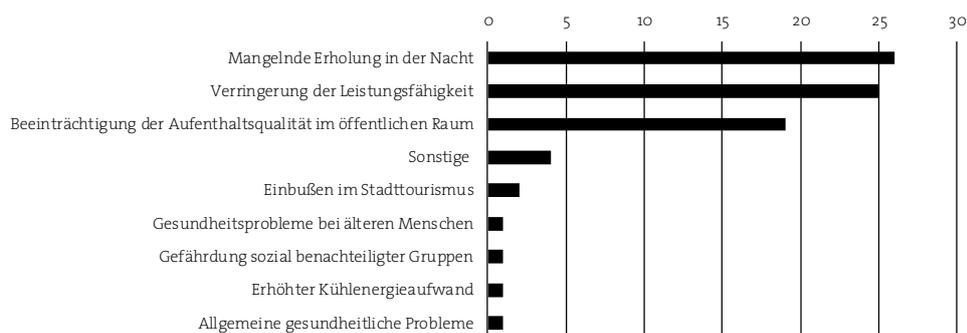


Abb.57: Auswirkungen von Hitze in der Stadt - Anzahl der Nennungen

Gegenüber den zur Auswahl angebotenen Auswirkungen von Hitze in der Stadt (vgl. Kapitel 4.7) wurden keine zusätzlichen Aspekte genannt. Unsicher ist, ob die Zusammenstellung einen derart hohen Grad der Vollständigkeit hatte oder möglicherweise mit einer geringeren Auswahlmöglichkeit die Anzahl der zusätzlichen Nennungen noch höher gewesen wäre.

Resümierend hat sich die Behauptung bestätigt, dass es das Thema Hitze in der Stadt und Anpassung an den Klimawandel es in der *professional community* bereits

auf die Agenda der Planungsaufgaben geschafft hat. Dabei muss man unterstreichen, dass sich 87% der Befragten selbst der Planerwelt zuordnen würden und somit beruflich mit dem gesamten Spektrum stadtplanerischer Aufgaben befasst sind, die Bedeutung des Themas dennoch so hoch einschätzen.

Fragenblock Anpassungsmaßnahmen

Ziel des folgenden Fragenblockes war es zu eruieren, in wie weit die Befragten Anpassungsziele und -maßnahmen mit dem Problem der Hitze in der Stadt in Verbindung bringen. Spannenderweise waren 83%, also die überwiegende Mehrheit der Befragten, der Meinung, dass in den bestehenden Planungsinstrumenten bereits Anpassungsziele und -maßnahmen enthalten sind. Auf die offene Frage hin, in welchen Planungsinstrumenten diese ihrer Meinung nach enthalten sind, wurden mehrheitlich die formellen Planungsinstrumente wie kommunale Entwicklungskonzepte, Flächenwidmungspläne und Bebauungspläne genannt. Vielfach sehen die Befragten solche Ziele und Maßnahmen allerdings auch in gesetzlichen Grundlagen oder Planerstellungsprozessen wie zum Beispiel kooperativen Planungsverfahren enthalten. Neben diesen erbrachte die Umfrage eine Zusammenstellung unterschiedlichster sektoraler Fachplanungen und Leitbilder mit Bezug zum Stadtklima und zur Klimaanpassung wie zum Beispiel:

- Urban Heat Island Strategieplan Wien (UHI-Strat)
- Städtebaulicher Rahmenplan Klimawandelanpassung Karlsruhe
- STEP Wien – Fachkonzept Grün- und Freiraum
- STEP Wien – Fachkonzept öffentlicher Raum
- Österreichische Klimawandelanpassungsstrategie
- Leitfaden zur Integration grüner und blauer Infrastruktur in der Örtlichen Raumplanung (Steiermark/Österreich)
- Smart City Strategie Wien

Einige der genannten Instrumente wurden in Kapitel 9 vorgestellt und näher besprochen. Von Interesse war sodann die Frage, welche Anpassungsziele und Anpassungsmaßnahmen den Befragten in diesen Instrumenten bekannt sind. Bei den Anpassungsmaßnahmen kann es sich nämlich sowohl um beabsichtigte als auch um unbeabsichtigte Wirkungen handeln, die sozusagen als positiver Nebeneffekt auftreten. Es geht somit auch um die Verknüpfung unterschiedlichster Maßnahmen der Stadt- und Raumplanung und ihrer stadtklimatischen Wirkung. Vorgegeben wurde eine Antwortauswahl mit möglicher Mehrfachnennung sowie ein freies Eingabefeld für individuelle Ergänzungen.

Der Verfasser vermutete hier, dass die Mehrheit Ziele und Maßnahmen im Bereich Grün- und Freiräume sowie Parkflächen angeben wird, da sich dies auch in der Analyse der Planungsinstrumente gezeigt hat. Diese Vermutung konnte bestätigt werden. Hoch effektive Anpassungsziele und -maßnahmen, wie zum Beispiel die Erhöhung der Albedo oder die Entsiegelung von Flächen wurden nur halb so oft genannt.

Nach der Häufigkeit der Nennungen lassen sich die Anpassungsziele und -maßnahmen wie folgt reihen:

Reihung	Nennungen	
1	25	Vernetzung und Anbindung von Grün- und Freiräumen
1	25	Erhaltung und Schaffung von Wasserflächen
3	24	Gründächer und Fassadenbegrünung
4	22	Errichtung von Parks
5	21	Erhaltung und Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten
6	17	Begrünung von Innenhöfen
6	17	Verschattung von Straßen, Plätzen, Gebäuden und Parkflächen
8	14	Wärmeschutz an Fassaden
9	13	Entsiegelung (z.B. von Verkehrsflächen)
10	9	Erhöhung der Albedo (Anteil der reflektierten Strahlung)
11	8	Information und Warnung im Fall von Hitzeperioden
12	7	Rückbau
13	6	Reduktion der Wärmeemission durch Verhaltensänderung
14	5	Ausweisung von Standorten für hitzesensitive Nutzungen
	4	Sonstige: *

Tab.23: Reihung der Anpassungsziele und -maßnahmen nach Häufigkeit der Nennung

* Im freien Eingabefeld wurden darüber hinaus Stromeinsparungsmaßnahmen bei Klimaanlage, Schutz vulnerabler Zielgruppen, Klimasimulation oder Kreislauftraining angegeben.

Fragenblock Planungsinstrumente

Nach einer Heranführung der Befragten an das Problem der urbanen Überhitzung wurde in Folge auf die Möglichkeiten im Rahmen der Planungsinstrumente näher eingegangen. Die These des Verfassers, dass die formellen Planungsinstrumente in der bestehenden Form nicht ausreichen, wurde durch die Befragung bestätigt.

Während 57% der Befragten zwar der Meinung sind, dass ein gesetzlicher Auftrag in Bezug auf die Anpassung an die Hitze in der Stadt und die Auswirkungen des Klimawandels besteht, geben gleichzeitig 80% der Befragten an, dass die bestehenden Planungsinstrumente hierfür nicht ausreichen. Auf die Frage, ob die Möglichkeiten in bestehenden formellen Planungsinstrumenten (die ja 80% für unzureichend halten) ausgeschöpft werden, antwortete jedoch nur einer der Befragten mit Ja. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die bestehenden Planungsinstrumente noch Potenzial aufweisen. Die Antworten werfen die grundsätzliche Frage auf, ob die Instrumente ausreichend wären, würde man ihre Möglichkeiten vollständig ausreizen?

Unter den formellen Planungsinstrumenten wird dem Örtlichen Entwicklungskonzept (Stadtentwicklungskonzept, Stadtentwicklungsplan) und dem Bebauungsplan das größte Potenzial beigemessen. Hierauf folgen nach Häufigkeit der Nennungen

sektorale Fachplanungen und danach erst der Flächenwidmungsplan. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem Ergebnis zur Frage, in welchen Instrumenten Anpassungsziele und -maßnahmen bereits bekannt sind.

Verwunderlich ist, dass dem Flächenwidmungsplan relativ geringes Anpassungspotenzial beigemessen wird. Wenngleich Änderungen im Flächenwidmungsplan immer mit Eingriffen in Bestandsrechte verbunden sind, wird diesem Instrument aus Sicht des Verfassers zu wenig Aufmerksamkeit entgegengebracht. Insbesondere die Zuweisung hitzesensitiver Nutzungen an geeignete Standorte oder im Umkehrschluss der Ausschluss hitzesensitiver Nutzungen an nicht geeigneten Standorten ist aus Sicht des Verfassers ein wichtiges Instrument. Denn der Flächenwidmungsplan bildet letztlich nicht nur die Grundlage für die Errichtung von Anlagen, sondern ist weitergedacht die bestimmende Grundlage für die Zuweisung von Einrichtungen und Tätigkeiten von Menschen an diesen Standorten.

Tab.24: Einschätzung der Eignung der formellen Planungsinstrumente für die Anpassung an die Hitze in der Stadt nach Häufigkeit der Nennungen

Rang	Nennungen	
1	10	Örtliches Entwicklungskonzept
2	9	Bebauungsplan
	5	Sonstige *
3	3	Sektorale Fachplanungen
3	3	Flächenwidmungsplan

* Im freien Eingabefeld wurden ergänzende Kommentare angeführt sowie Instrumente, die eigentlich dem Bereich sektorale Fachplanungen zugeordnet werden können, wie zum Beispiel Biotopflächenpläne oder Grünflächenpläne. Hier wäre allenfalls eine Erläuterung des Begriffs *sektorale Fachplanung* für die Befragten hilfreich gewesen.

Die Vielzahl der Antworten auf die nachfolgende Frage welche informellen Planungsinstrumente am besten geeignet erscheinen, um Anpassungsmaßnahmen zu realisieren, unterstreicht die Richtigkeit der These, dass ergänzende informelle Planungsinstrumente dringend erforderlich sind.

Nachfolgende Aufzählung stellt einen Auszug aus den genannten informellen Instrumenten dar.

- Finanzielle Steuerungsinstrumente (zum Beispiel Förderung von Gründächern)
- Klimaanpassungsstrategien basierend auf einer Verschneidung bestehender Instrumente und ermittelter stadtklimatischer Defizite
- Instrumente der Umweltkommunikation und Bewusstseinsbildung
- Kooperative Planungsverfahren oder Testplanungsverfahren unter Einbindung der Eigentümer von Schlüsselgrundstücken
- Leitbilder und Leitfäden mit Positivbeispielen

Mehrfach wurde auch darauf hingewiesen, dass die Anpassung anhand informeller Planungsinstrumente alleine nicht gelingen kann. Ein aus Sicht des Verfassers interessanter Zugang wurde zur Rolle informeller Instrumente formuliert: Diese sollten ergänzenden Charakter aufweisen und nur der Ausarbeitung von Schwerpunkten dienen, die wiederum dann in die formellen Planungsinstrumente eingebracht werden müssten.

Die These der Arbeit wurde vor allem durch die Frage nach den größten Hemmnissen in Bezug auf die Anpassung an die Hitze in der Stadt bestätigt. Auf diese offene Frage wurden annähernd alle Punkte angeführt, die der Verfasser in seiner These und den Kapiteln 3 bis 6 ebenfalls als größte Probleme identifiziert hat:

- In Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel ist die Planungsunsicherheit sehr hoch und sind die Zeithorizonte sehr lang. Die Planungszeiträume und -kosten für Anpassungsmaßnahmen sind lang und hoch.
- Auf den Bestand kann durch die Planungsinstrumente nur sehr schwer Einfluss genommen werden. Zum Beispiel widerspricht die Freihaltung von Flächen dem Eigentumsschutz. Die Raumplanung kennt zudem keine Möglichkeiten der Enteignung.
- Aus Investorensicht ist es schwierig, wenn Versäumnisse der Stadtplanung auf die Liegenschaftseigentümer überwältigt werden sollen.
- Die öffentliche und politische Wahrnehmung des Problems ist noch zu gering.
- Die Kosten für informelle Verfahren sind sehr hoch und es stellt sich die Frage wer diese tragen kann.
- In Österreich fehlt eine einheitliche gesetzliche Vorgabe auf Bundesebene (Bundesraumplanungsgesetz).
- Die Planungsinstrumente sind derzeit noch nicht auf derartige Problemstellungen ausgerichtet.
- Die formellen Planungsinstrumente fokussieren stark auf die architektonische Qualität ohne auf die Auswirkungen der Baumassen auf die Stadt zu achten. Die Steigerung der Aufenthaltsqualität wird zu oft außer Acht gelassen.
- Die Planungsinstrumente verfügen sehr oft nur über sektorale Betrachtungsweisen und es fehlt die stadtklimatische Zusammenschau.
- Die Auswirkungen des Klimawandels und der städtischen Wärmeinsel werden erst in der Zukunft zunehmen und stellen derzeit noch nicht das drängendste Problem dar.
- In den Planungsinstrumenten fehlen Zwänge, Strafen und Anreize.
- Für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen ist der Sprung von der Planerwelt in die Quartiersentwicklung maßgeblich. Akteure und Nutzer müssen stärker einbezogen werden.

Fragenblock Klimaexperten

Der Mangel im Wissenstransfer von der Klimaforschung in die Stadt- und Raumplanung war ein wichtiger Punkt der These. Ob diesbezüglich wirklich ein *missing-link* vorhanden ist, das die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen hemmt, sollte im Fragenblock Klimaexperten geklärt werden.

Auf die Frage, woher im Anlassfall Klimainformation bezogen werden, wurden mit größter Häufigkeit Forschungseinrichtungen und öffentliche Stellen angegeben. Jedoch auch über persönliche Kontakte wird sehr oft auf entsprechendes Wissen zugegriffen. Nur eine Person gab an, auch über private Büros bzw. Gutachter zu entsprechenden Informationen zu gelangen. Interessant ist, dass nur eine Person im freien Eingabefeld EU-Projekte und wissenschaftliche Publikationen als mögliche Informationsquelle angab, was aus Sicht des Verfassers auf bestehende Mängel in den Disseminationsaktivitäten hinweisen kann.

Nur 6% der Befragten steht in ihrer beruflichen Tätigkeit eine eigene Expertin oder ein Experte auf dem Gebiet des Stadtklimas und des Klimawandels zur Verfügung, 84% würden es allerdings als hilfreich empfinden, auf eine solche Person zuzugreifen zu können.

Resümierend kann daher festgestellt werden, dass in der Dissemination stadtklimatischer Forschungsergebnisse noch Lücken bestehen. Auch ein privatwirtschaftliches Unternehmensfeld *Klimaberatung* scheint sich derzeit erst langsam zu etablieren, wohingegen sich aus dem Expertinnen- und Expertenbefragungen und den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit eigentlich ableiten lässt, dass sich hier zukünftig eine Nachfrage nach Dienstleistungen ergeben wird.

Größtmöglicher Nutzen im Einsatz von Klimaexperten wird der Umfrage nach im Bereich der strategischen Stadtentwicklung sowie im Bereich städtebaulicher Masterpläne und Wettbewerbe gesehen. Selbstverständlich schließt diese Reihung nicht aus, dass stadtklimatische Untersuchungen in allen Planungsebenen multi-skalar als Informationsgrundlage in den Abwägungsprozess eingestellt werden müssen.

Tab.25: Gewinnbringendste Einsatzgebiete von Klimaexperten in der Stadtplanung; Reihung nach Anzahl der Nennungen

Rang	Nennungen	
1	10	Strategische Stadtentwicklung
2	7	Städtebauliche Masterpläne und Wettbewerbe
3	4	Bebauungsplanung
4	3	Flächenwidmungsplan
5	2	Architektonische Wettbewerbe
6	0	Bauverfahren

11.2 Zusammenfassung der qualitativen Experteninterviews

Wenn auch die Online-Befragung mit Hilfe freier Eingabefelder so aufgebaut wurde, dass individuelle Meinungen und Haltung mitgeteilt werden konnte, kann diese nur schwer das persönliche Gespräch ersetzen: Denn darin besteht jederzeit die Möglichkeit einzuhaken, um auf ein Thema im Detail einzugehen. Neben der Online-Befragung wurden daher im Laufe des Doktorandenkollegs zusätzlich 19 teilstrukturierte Leitfadeninterviews mit Experten geführt. Der Aufbau der Interviews war offen gestaltet. Dabei hat der Verfasser den Interviewten im Wesentlichen die Gesprächsführung überlassen und nur darauf geachtet, dass alle wichtigen

Fragen auch abgearbeitet werden. In der Natur von Experteninterviews liegt, dass diese mit einer besonderen Zielgruppe geführt werden und die befragten Personen als Repräsentanten beispielsweise einer Organisation oder wissenschaftlichen Fachrichtung verstanden werden. Für die vorliegende Arbeit waren dies vor allem Vertreter universitärer und nicht-universitärer Klimaforschungseinrichtungen, von Behörden sowie aus dem Bereich der Raum- und Stadtplanung. Viele der Befragten konnten sehr individuelle und konkrete Gedanken zum Thema der Arbeit liefern. Manche dieser Gedanken dienten dazu, den Blick auf die Fragestellung zu schärfen und flossen bereits in die Beurteilung der Instrumente oder grundsätzlich in den Aufbau der vorliegenden Arbeit ein. Nachfolgend werden die wichtigsten Aussagen aus den Experteninnen- und Experteninterviews trotzdem nochmals zusammengefasst:

Wie bereits die Online-Befragung gezeigt hat, steht die Anpassung an die Hitze in der Stadt auf der planerischen Agenda: Dies war auch – in unterschiedlichen Ausformulierungen - ein wichtiges und wiederkehrendes Thema der Interviews. Die Befragten sahen diesbezüglich jedoch in der Planungspraxis noch ein *Hinterherhinken* der Klimawandelanpassung hinter dem Klimaschutz. Häufig wurde angeführt, dass die Anpassung - insbesondere auf örtlicher Ebene - mehr Gewicht bekommen muss, da sich in der Stadt die Folgen des Klimawandels am unmittelbarsten manifestieren, weil sie sich dort direkt auf die Lebensqualität der Menschen auswirken. Relevante Akteure aus dem Bereich Klimaschutz sollten den Fokus ihrer Tätigkeiten daher auf die Klimawandelanpassung erweitern und diese mit mindestens demselben Eifer unterstützen. Vor allem wären auch die definierten Tätigkeiten von Klimaschutzbeauftragten dezidiert um das Thema Anpassung zu erweitern im Sinne vom Klimaschutz- zum Klimaschutz- und Klimaanpassungsbeauftragten.

In Planungsprozessen werden selten Stadtklimaexpertinnen und -experten beigezogen: Die Ursachen dafür können einerseits im mangelnden Bewusstsein über den Mehrwert einer stadtklimatischen Perspektive liegen, andererseits in der personellen Ausstattung der befassten Stellen oder auch am mangelnden Wissen, wo und zu welchem Zeitpunkt eine solche Expertise überhaupt erforderlich ist. Für eine erfolgreiche Anpassung an die Spezifika des Stadtklimas ist ein multiskalärer Zugang über alle Ebenen der Planung (Stadt, Bezirk, Grätzl, Bauplatz) erforderlich. Die Einbeziehung von Expertinnen und Experten ist daher auf allen Stufen der Planung denkbar. Speziell aus Sicht der Fachplanung wird die Integration spezifischen Stadtklimawissens in der Gesamtplanung noch als schwach angesehen.

Speziell auf Ebene des Bauplatzes werden potenzielle Maßnahmen noch dem Engagement von Bauherinnen und Bauherren überlassen. Dies rührt unter anderem auch aus fehlenden Vorgaben auf Ebene des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes. Hier scheint ein ergänzendes Instrument zu fehlen, das auch die erforderliche Rechtssicherheit für alle Beteiligten, Behörden wie Grundstückseigentümer, sicherstellen kann. Die Gesprächspartner stimmen überein, dass eine erfolgreiche Anpassung nicht gelingen kann, wenn man diese dem freiwilligen Engagement der Bauherinnen und Bauherren überlässt.

Auch wenn die Wirksamkeit von Anpassungsmaßnahmen nicht in jedem Fall quantitativ nachgewiesen werden kann, so können negative Auswirkungen durch Anpassungsmaßnahmen in der Regel jedoch ausgeschlossen werden. Maßnahmen

zum Umgang mit der Hitze in der Stadt haben zumeist auch positive Auswirkungen auf andere Bereiche des urbanen Systems: Zum Beispiel leisten Dach- und Fassadenbegrünungen einen positiven Beitrag zum Regenwassermanagement, indem sie Niederschläge zurückhalten und zu einer Entlastung der Regenwasserkanalisation beitragen. Gleichzeitig reduzieren sie den Kühlenergiebedarf von Gebäuden und tragen damit zum Klimaschutz im Sinne einer Vermeidung von Treibhausgasemissionen bei. Grün- und Freiflächen stellen neben Kaltluftentstehungsgebieten einen sozialen Raum dar, der von den Bewohnerinnen und Bewohnern angeeignet wird und urbanes Leben ermöglicht. Thermisch komfortable Fuß- und Radwegverbindungen ermöglichen Mobilität auch für Personen mit einem eingeschränkten Aktionsradius und tragen damit zur sozialen Inklusion bei. Diese Aufzählung würde sich sehr lange fortsetzen lassen. Kern dieser Aussage ist, dass es unabhängig von der Wirkung einer einzelnen Maßnahme – auch wenn diese quantitativ, zum Beispiel mit Hilfe von Temperaturmessungen, nicht erfasst wird oder werden kann – auszuschließen ist, dass man die Maßnahme in der Zukunft *bereuen* wird (Stichwort *no-regret*-Strategie).

Als ausgesprochen gut geeigneten Zeitpunkt für die Berücksichtigung stadtklimatischer Aspekte werden derzeit qualitätssichernde Verfahren genannt: Dies können zum Beispiel städtebauliche und baukünstlerische Wettbewerbe oder kooperative städtebauliche Planungsverfahren sein. Besondere Hoffnung setzen einige der Befragten in die lokalen Grünpläne, die mit dem STEP 2025 und dem Fachkonzept Grün- und Freiraum eingeführt wurden.

Ein großes Manko der Klimaanpassungsplanung wird allgemein in der Bestandskraft von bestehenden Strukturen gesehen: Nämlich einerseits in Form deren physischen Vorhandenseins, andererseits in Form des Bestandsschutzes, der sich aufgrund der höchstgerichtlichen Rechtsprechung ergibt. Demnach muss der Bürger Vertrauen in den *roten Faden* der Planung entwickeln können: Änderungen sind nur zulässig, wenn diese aufgrund von wesentlich geänderten Planungsvoraussetzungen erforderlich werden. Zugleich ist eine nachvollziehbare Begründung dieser Änderungen unbedingt erforderlich. Diese Situation schützt einerseits den Einzelnen vor Willkür der Planungsbehörden, verunmöglicht aber gleichzeitig nahezu jeden Eingriff in bestehende Strukturen.

Ein besonderes Problem sehen die Befragten hinsichtlich der Durchsetzungskraft langfristiger Anpassungsziele: Während politische Gremien, in denen raumrelevante Entscheidungen größtenteils getroffen werden, in kurzen Legislaturperioden denken, sind die Wirkungen von Eingriffen oft erst nach Jahrzehnten fühl- und messbar. Die Befragten beklagen diesen vielfach kurzfristigen Horizont der Politik, der eine erfolgreiche Anpassungsstrategie nicht fördert.

Zuletzt werden die Unsicherheit und die Dynamik in den Klimaprognosen von den Befragten als eines der zentralen Probleme bei der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen gesehen. Gegenüber Routineaufgaben der Stadtplanung stellen die Zeithorizonte, in welchen hier gedacht und geplant werden muss, eine neue Herausforderung dar. Grenz- und Schwellenwerte, wie sie zum Beispiel bei Hochwassergefahr, Lärm oder Luftschadstoffen angewendet werden, existieren nicht. Analog zu den Prognosehorizonten der Klimaforschung sind auch die Verzugszeiten zwischen Durchführung einer Anpassungsmaßnahme und Wirkung sehr lang.

12 Good-Practice-Beispiele

Bevor Vorschläge für die Ergänzung der bestehenden Planungsinstrumente formuliert werden, werden zunächst exemplarisch zwei Beispiele für Planungsinstrumente außerhalb des Laborraumes analysiert sowie ein in Wien entwickeltes Hilfsmittel im Planerstellungsverfahren erläutert. Ziel ist es, zum Zweck einer so weit wie möglich vollständigen Betrachtung andere Aspekte, unterschiedliche Problemsichten und Zugangsweisen zu erfassen. Vor allem in Hinblick auf die Übertragbarkeit der Ergebnisse spielt das eine wichtige Rolle. Es handelt sich bei den gewählten Planungsinstrumenten um solche, die in anderen Ländern bereits bestehen und die der Verfasser unter anderem im Rahmen der gemeinsamen Doktorandenwochen kennen lernen konnte. Da es mangels ausreichender Budgets (vor allem zeitlich) nicht möglich war, alle bestehenden Instrumente zu analysieren, um so einen Benchmark zu erstellen, wurde auf den Begriff *best-practice* zugunsten des Begriffs *good-practice* verzichtet.

12.1 Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe

Karlsruhe zählt aufgrund seiner Lage zu den besonders von Hitze betroffenen Städten Deutschlands. Basierend auf Erkenntnissen eines ExWoSt-Modellvorhabens³⁵ wurde die Stadtverwaltung vom Planungsausschuss mit der Erstellung des städtebaulichen Rahmenplans Klimaanpassung Karlsruhe beauftragt. Die Verantwortung für die Koordination des Rahmenplans liegt in Karlsruhe beim Stadtplanungsamt. Der Rahmenplan wurde am 24.03.2015 vom Gemeinderat als *sonstige städtebauliche Planung* beschlossen und ist seitdem in der Bauleitplanung (Österreich: Örtliche Raumplanung) verbindlich zu berücksichtigen, in dem die Inhalte im Abwägungsprozess bearbeitet werden. Da dem städtebaulichen Rahmenplan selbst keine Rechtsverbindlichkeit zukommt, ist er dem Bereich der informellen Planungsinstrumente zuzuordnen. Im Abwägungsprozess kommt ihm somit die Rolle eines vorbereitenden Gutachtens zu. Der städtebauliche Rahmenplan stellt neben dem Klimaschutzkonzept und der Machbarkeitsstudie *Klimaneutralität Karlsruhe 2050* die dritte Säule der Klimastrategie dar: Klimaschutz und Klimawandelanpassung sind thematisch getrennt und bekommen durch eigenständige Instrumente einen höheren Stellenwert. Ziel des städtebaulichen Rahmenplans ist es, über eine gesamtstädtische Betrachtung zum UHI-Phänomen Handlungsbedarfe und -optionen für so genannte Hot-Spots zu entwickeln. Dabei werden nicht-klimatische Faktoren berücksichtigt, die eine Auswirkung auf die Vulnerabilität der Stadt haben (vgl. Stadt Karlsruhe 2016).

³⁵ Forschungsprogramm Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau- und Reaktorsicherheit (Dt.)

Methodik und Vorgehensweise

Der städtebauliche Rahmenplan wurde in zwei Schritten entwickelt: Die erste Phase befasste sich mit der Entwicklung geeigneter und übertragbarer Stadtstrukturtypen. Innerhalb dieser Stadtstrukturtypen wurden in Folge anhand der bestehenden und prognostizierten bioklimatischen Belastung und weiterer nicht-klimatischer Kriterien so genannte Hot-Spots identifiziert (multikriterielle Vulnerabilitätsanalyse). In der zweiten Phase wurde dann ein allgemeiner Maßnahmenkatalog ausgearbeitet, die Maßnahmen zu stadtstrukturtypenspezifischen Maßnahmenpaketen gebündelt und schließlich die Informationen in einer Plan-darstellung zusammengeführt.

Für die Ableitung der Stadtstrukturtypen kam eine Analyse mit Hilfe von Geographischen Informationssystemen zum Einsatz. Die iterative Durcharbeitung verschiedener Datensätze sowohl formal struktureller Merkmale (Schwarzplan, Dichterverteilung Grundfläche, Gebäudehöhe, Gebäudevolumen) und Nutzungsmerkmale (überwiegende Nutzungen, Nutzungsbandbreiten, Dichte an Wohnungsschossflächen) führte zu 12 Stadtstrukturtypen, die sich als ausreichend differenziert und gleichzeitig hinreichend reduziert herausstellten. Diese Stadtstrukturtypen waren Grundlage für alle weiteren Überlegungen (vgl. Beermann et al. 2013,27f):

1. Geschlossene Blockrandbebauung
2. Offene Blockrandbebauung
3. Zeilenbebauung
4. Ortskern
5. Aufgelockerte Bebauung mittlerer Dichte (MFH)
6. Kompakte EFH-Typen (überwiegend Reihen- und Kettenhaustypen)
7. Lockere Bebauung geringer Dichte (überwiegend EFH)
8. Hochhausgebiete mit überwiegender Wohnnutzung
9. Bereiche mit Großstrukturen
10. Gewerbe
11. Industrie
12. Sondergebiete

Diese Stadtstrukturtypen werden in Steckbriefen anhand von Kriterien wie Typologie, Entstehungszeit, Erschließung und Nutzungsstruktur, Freiraum und relevanter städtebaulicher Kennzahlen (Einwohnerdichte, Gebäudehöhen, Geschosse, Bebauungsgrad, etc.) beschrieben. Auf einer Karte wird die Lage und räumliche Verteilung der Strukturtypen dargestellt.



Abb.58: Beispiel für einen Stadtstrukturtyp: Dreidimensionale Darstellung von Zeilenbebauung, wie sie den folgenden Überlegungen zugrunde gelegt wurde. (Beermann et al,29)

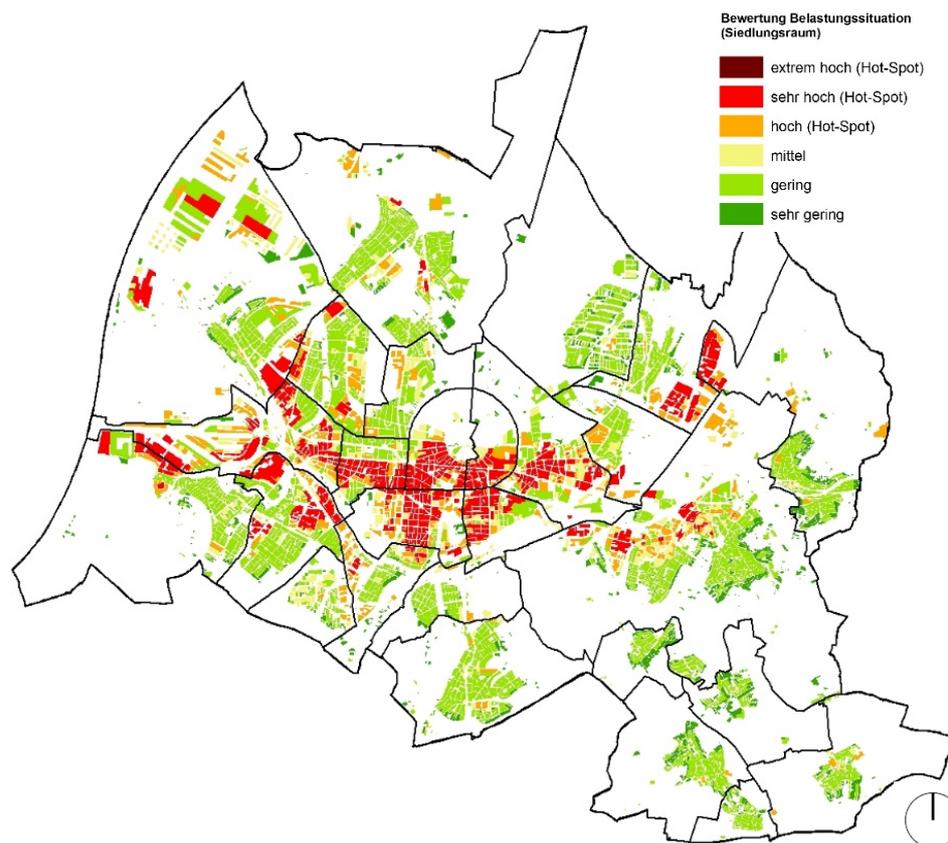


Abb.59: Beispiel für den Stadtstrukturtyp 3 Zeilenbebauung (Karlsruhe 2014,62)

In Bezug auf das Leitkriterium *bioklimatische Belastung* wählte man als Planungshorizont eine mittelfristige Perspektive bis Mitte des Jahrhunderts (2050). Das Auftreten von Belastungssituationen für den Tagzeitraum (Thermoregulation) und den Nachtzeitraum (Regeneration) wurde räumlich dargestellt: Hierzu führte man mit Hilfe von statistischen Verfahren (z-Transformation³⁶) die prognostizierte absolute Auftrittshäufigkeit von extrem heißen Tagen und Tropennächten in Klassen bioklimatischer Belastung über. Diese Klassen konnten dann in einer für jedermann deutbaren Karte dargestellt werden, wie die nachfolgende Abbildung veranschaulicht (vgl. Beermann et al. 2013,31f).

³⁶ Die z-Transformation oder Standardisierung ist ein Hilfsmittel, um die Verteilung von Variablen vergleichbar zu machen. Diese werden hierzu in Relation zur Standardabweichung gesetzt. Die Variablen können nach der Transformation nicht mehr in den Originalenheiten gemessen werden. Z-transformierte Daten haben immer den arithmetischen Mittelwert 0 und die Standardabweichung 1.

Abb.6o: Räumliche Darstellung der bioklimatischen Belastung der Karlsruher Stadtquartiere in der mittelfristigen Zukunft. Ohne Maßstab.



In der Zusammenschau hat sich herausgestellt, dass bereits im IST-Zustand 6 von 12 Stadtstrukturtypen einer bioklimatisch hohen Belastung ausgesetzt sind. Weiter hat sich gezeigt, dass zukünftig mehr betroffene Stadtstrukturtypen anzutreffen sein werden, insbesondere auch außerhalb des Stadtzentrums. Die Stadtstrukturtypen *Ortszentrum* und *Sondergebiete* weisen jeweils nur ein hoch belastetes Quartier auf, für alle anderen Stadtstrukturtypen wurden zwischen 2 und 53 hoch belastete Quartiere identifiziert, unter welchen in Folge anhand nicht-klimatischer Kriterien Hot-Spots, im Sinne von besonders belasteten Quartieren in der Gruppe eines Stadtstrukturtyps, zu suchen waren. Zur Beurteilung der Vulnerabilität wurden dann folgende nicht-klimatische Faktoren herangezogen (vgl. Beermann et al. 2013,35ff):

- Energetischer Gebäudebestand: Dieses Kriterium dient zur Abschätzung der bioklimatischen Belastung in Innenräumen. Insbesondere bei schlecht gedämmten Gebäuden der Baualterklassen zwischen 1950-1980 hat das Außenklima einen erheblichen Einfluss auf das Innenklima.
- Klimasensible Gebäudenutzung: Man konzentrierte sich dabei auf Nutzungen, die mit einem temporären oder dauerhaften Aufenthalt besonders vulnerabler Personengruppen verbunden sind. Dies ist zum Beispiel bei Altersheimen, Schulen, Kindergärten oder Wohnheimen der Fall, wobei zwischen ganztägigen Aufenthalt und ausschließlichen Aufenthalt tagsüber zu unterscheiden ist.
- Bevölkerungsdichte: Dieser Faktor begründet sich im Umstand, dass der Handlungsbedarf höher ist, je mehr Menschen betroffen sind. Zudem ist

davon auszugehen, dass sich nicht alle Quartiere demographisch gleich entwickeln werden.

- Altersstruktur und demographischer Wandel: Hierbei wurde der räumlichen Verteilung von besonderen Risikogruppen wie Kleinkindern und betagten Menschen Rechnung getragen. Auch die zukünftige Überalterung von Quartieren spielt eine Rolle.
- Erreichbarkeit und Kapazität von Grünflächen: Da vor allem Risikogruppen über sehr viel Tagesfreizeit verfügen, ist es relevant, ob diesen Gruppen auch ausreichend thermische Erholungsräume zur Verfügung stehen, die sie unter Tags aufsuchen können.

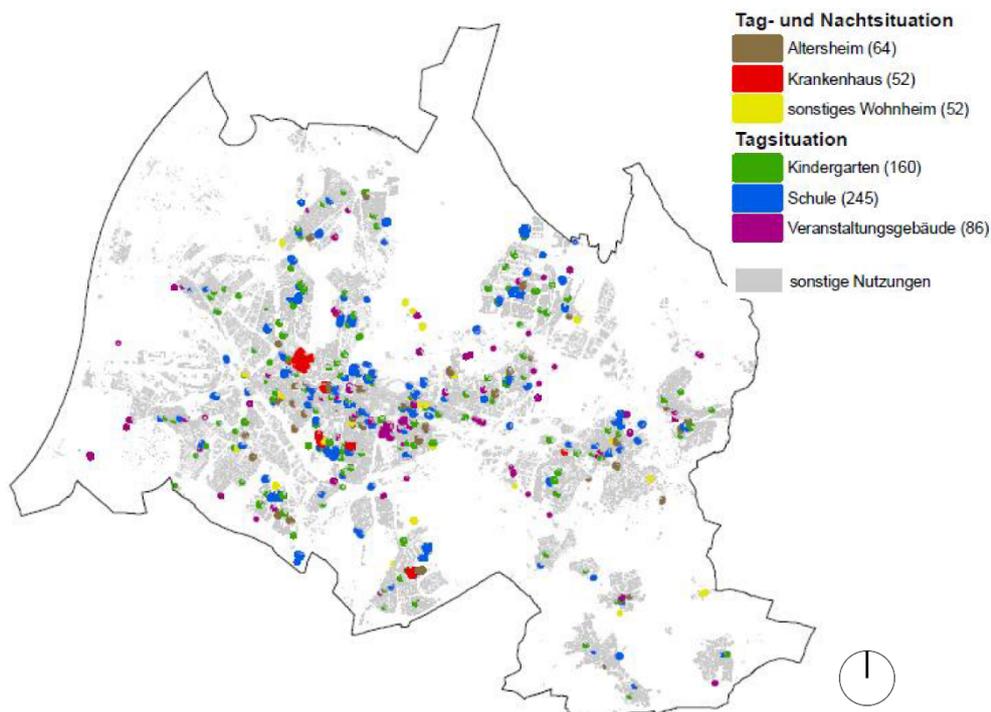
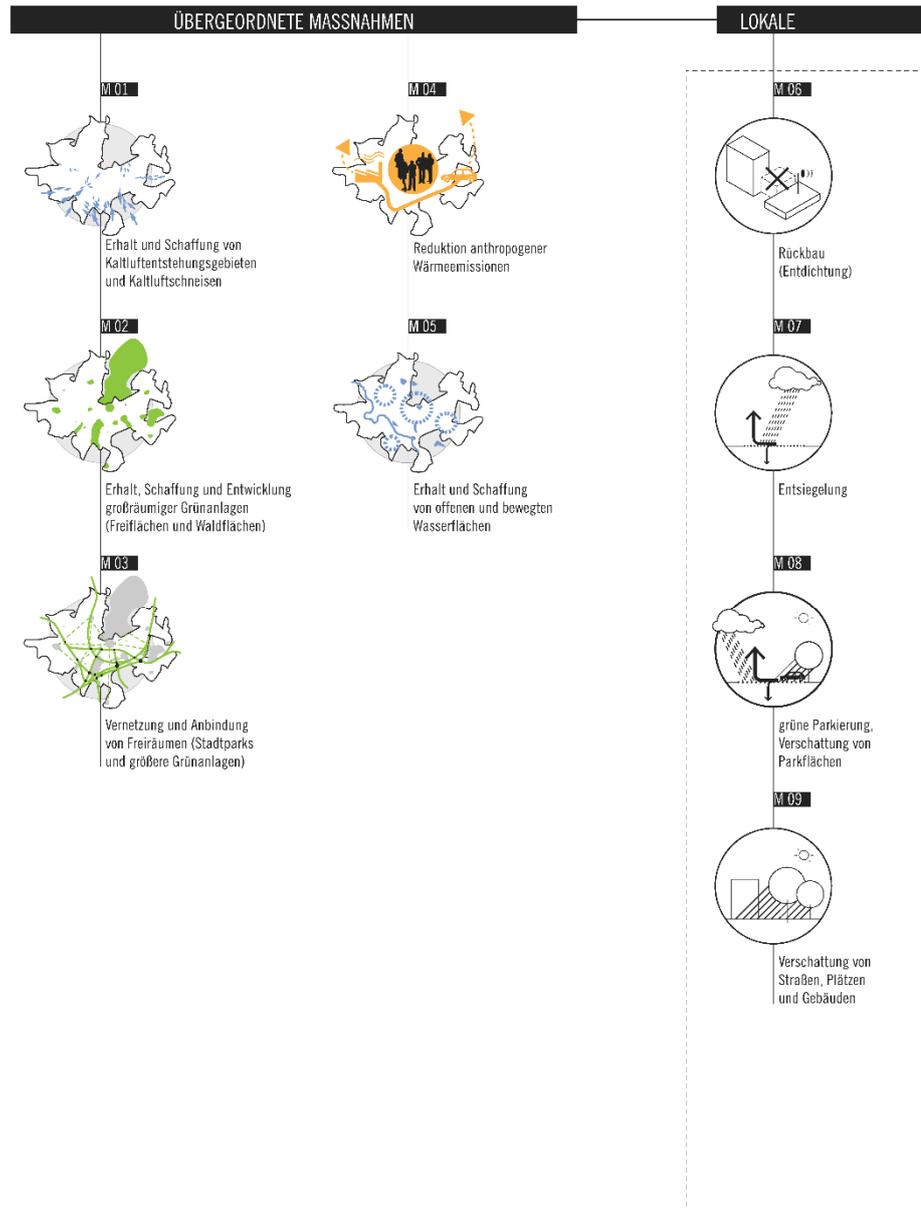
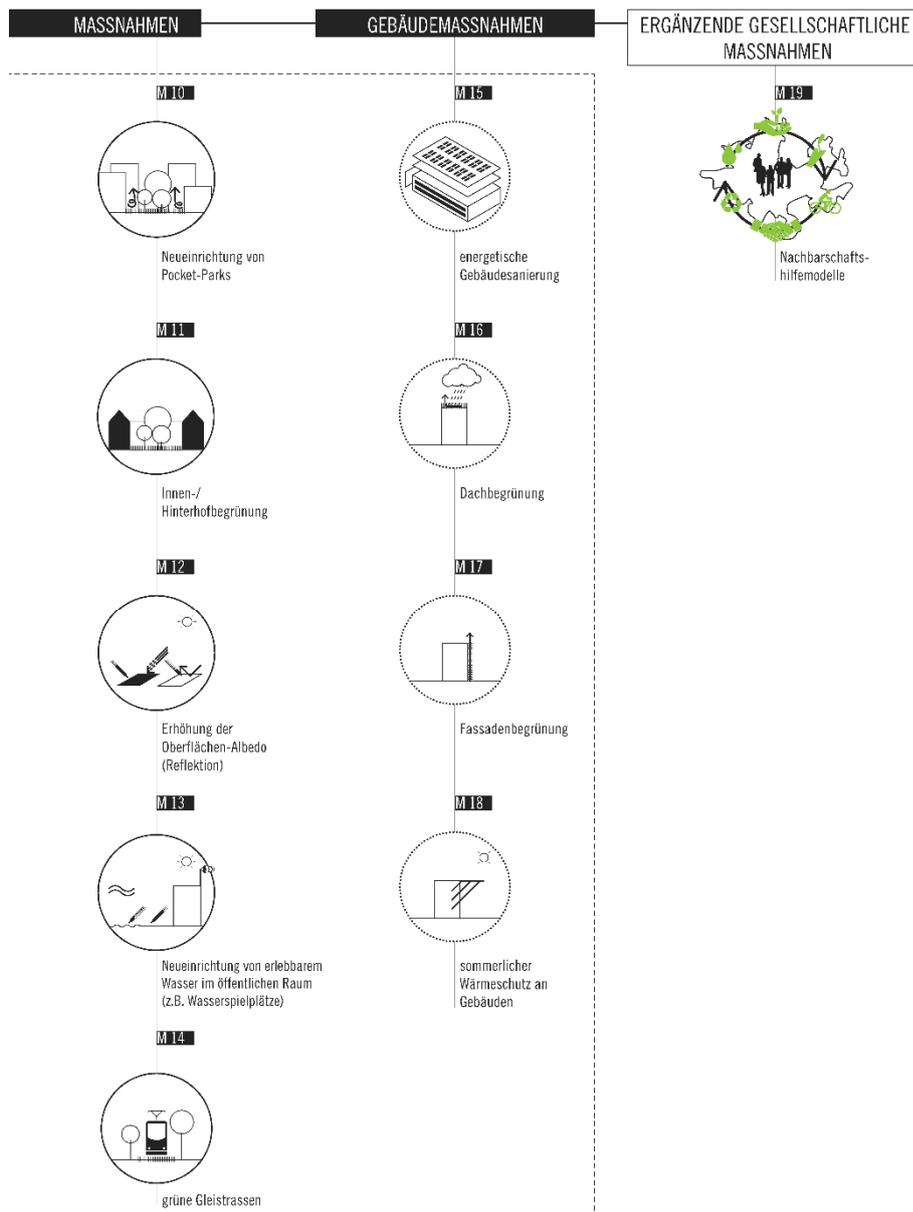


Abb.61: Beispiel Dokumentation der räumlichen Lage klimasensibler Nutzungen in Karlsruhe. Beachtenswert ist, dass auch besonders sensitive Nutzungen in einer Überblickskarte verortet werden. Ohne Maßstab. (Beermann et al. 2013,38).

Im zweiten Projektteil erst wurde der eigentliche städtebauliche Rahmenplan erstellt. Hierzu wurde zunächst ein Maßnahmenkatalog verfasst, der aus Literatur und Forschungsarbeiten insgesamt 19 Maßnahmen in den drei räumlichen Ebenen Gesamtstadt/Stadtbezirk, Stadtviertel/Stadtquartier und Gebäude/Grundstück ableitet:

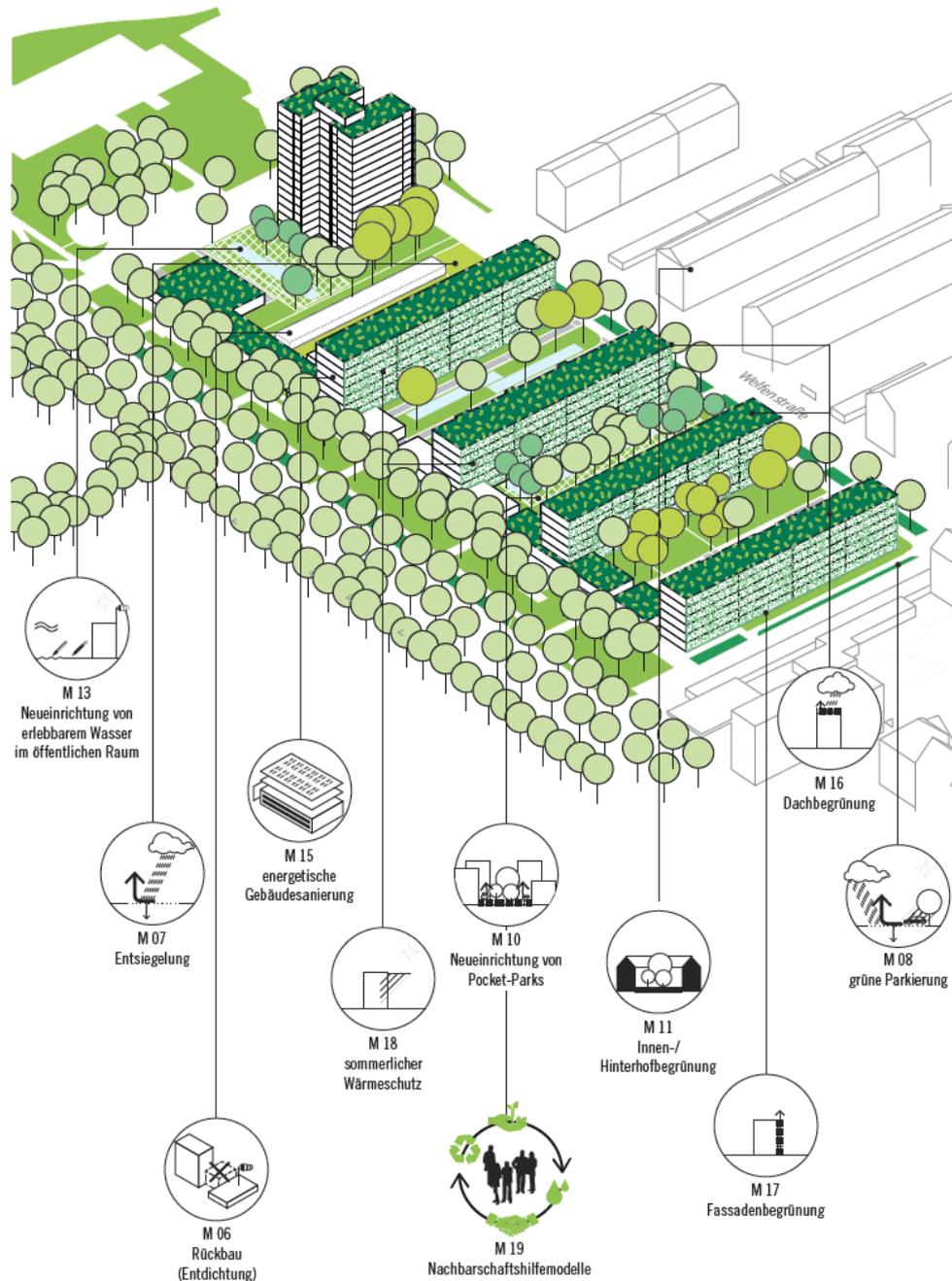
Abb.62: Maßnahmenmatrix, Überblick über die 19 identifizierten möglichen Maßnahmen zur Anpassung an die Hitze in Karlsruhe





Unter Einbeziehung relevanter Akteurinnen und Akteure entwickelte man dann spezifische Maßnahmenpakete für jeweils das vulnerabelste Quartier (Hot-Spot) jedes Stadtstrukturtyps. Dies erforderte eine analytische und konzeptionelle Bearbeitung. Dabei zeigte sich, dass die Maßnahmenpakete je Stadtstrukturtyp sehr unterschiedlich ausfallen und einzelne Maßnahmen in sehr vielen Strukturtypen umgesetzt werden können, während andere nur für sehr wenige Strukturtypen geeignet sind. Die Maßnahmenpakete sollten theoretisch auf alle anderen Quartiere des Stadtstrukturtyps übertragbar sein, was sich jedoch aufgrund der individuellen Situation jedes einzelnen Quartiers in manchen Fällen besser funktionierte als in anderen (vgl. Beermann et al. 2014,228).

Abb.63: Beispiel eines Maßnahmenpakets und dessen dreidimensionaler, graphischer Darstellung mit Unterstützung von Piktogrammen für den Stadtstrukturtyp 03 *Zeilenbebauung* (Stadt Karlsruhe 2014,65)



Im städtebaulichen Rahmenplan fließen dann alle Untersuchungs- und Konzeptebenen wieder zusammen. Sowohl die lokalen als auch die großräumigen Teilkonzepte werden in einem einzigen Planwerk zusammengefasst, das von einem erläuternden Textteil begleitet wird (vgl. Stadt Karlsruhe 2014,7). Zusätzlich gibt es die zwei Teilpläne *Stadtstrukturtypen* und *Entlastungssysteme*: Der Teilplan *Stadtstrukturtypen* gibt einen Überblick über die belasteten Stadtstrukturtypen, die Lage sensibler Nutzungen, Einwirkungsbereiche von Kaltluft sowie Ausweisungsempfehlungen von klimaökologischen Sanierungsgebieten. Der Teilplan *Entlastungssysteme* stellt primär das Netzwerk bioklimatischer Entlastungsflächen dar.

Bei der gedruckten Version können neben der Legende die Maßnahmenpakete für die Stadtstrukturtypen sowie eine Übersicht über die 19 Maßnahmen ausgeklappt werden. Der Rahmenplan ist zudem auch online unter <https://geodaten.karlsruhe.de/> abrufbar.

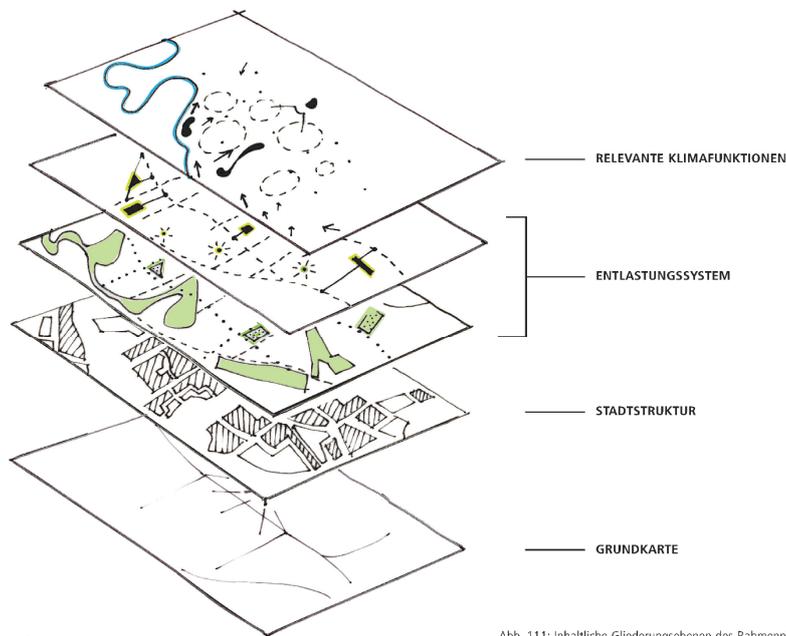


Abb. 111: Inhaltliche Gliederungsebenen des Rahmenplans

Abb.64: Der Aufbau des Klimaanpassungsplan spiegelt die inhaltliche Herleitung wider. Die inhaltlichen Gliederungsebenen werden übereinandergelegt und zeigen neben den stadtklimatischen Defiziten vor allem auch schon Lösungen auf (Stadt Karlsruhe 2014,107).

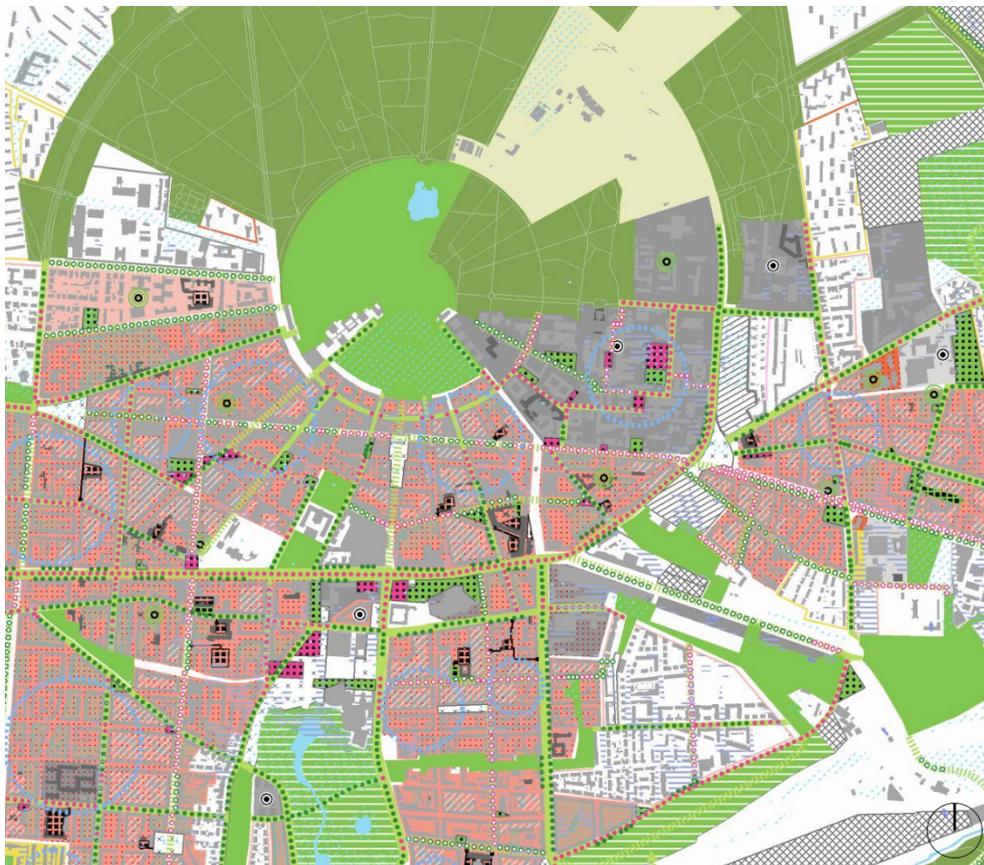


Abb.65: Ausschnitt aus dem städtebaulichen Rahmenplan Klimaangepasstung Karlsruhe: Die Synthese von Stadtstrukturtypen und Hot Spots ist gut lesbar und wird durch eine ausklappbare Legende ergänzt, die auch mit Piktogrammen illustrierte Maßnahmenpakete darstellt. Grün gepunktete Linienelemente stellen beispielsweise ein Zuwegungssystem 1. Priorität mit Baumbestand dar. Grüne Flächen repräsentieren bioklimatische Entlastungsflächen. Auszug ohne Maßstab.

Zusammenfassende Bewertung

Karlsruhe verfolgt einen multiattributiven Ansatz, der über eine rein stadtklimatologische Betrachtung hinausgeht, und damit einen wirklichen Mehrwert gegenüber einer eindimensionalen Betrachtungsweise bietet. Das bedeutet, dass man bei der Problemdefinition richtigerweise erkannt hat, dass die steigenden Temperaturen per se nicht das Problem darstellen. Vielmehr sind es die Folgen für die Lebensqualität und die Gesundheit der Menschen. Diese Erkenntnisse sind sodann richtigerweise in die Maßnahmenplanung eingeflossen.

Der Rahmenplan thematisiert zudem auch zahlreiche Maßnahmen aus jenen Eingriffsbereichen, die in der vorliegenden Arbeit unter *Einrichtungen ausrichten* und *Verhaltensweisen ändern* angeführt sind: Hierzu zählen zum Beispiel die Sensibilisierung der Ärzteschaft oder die Errichtung von Trinkbrunnen und Informationen zur ausreichenden Flüssigkeitsaufnahme.

Drei Besonderheiten machen den städtebaulichen Rahmenplan zu einem *good-practice*-Beispiel für die vorliegende Arbeit und sind aus Sicht des Verfassers nachahmenswert:

- Hot-Spots werden basierend auf Stadtstrukturtypen ermittelt, die aufgrund ihrer Stabilität und Dynamik typisiert werden können. Die Betrachtungen erfolgen über die typischen Kernstadtbereiche hinaus. Die Ergebnisse werden planlich für die gesamte Stadt einfach deutbar dargestellt, sodass Einzelmaßnahmen und Maßnahmenpakete räumlich verortet werden können.
- Eine weitere Besonderheit ist die Berücksichtigung nicht-klimatischer Faktoren, die ebenfalls einen Einfluss auf die Vulnerabilität der Stadt haben: Unter anderem wurde die demographische Entwicklung einzelner Stadtteile sowie die Erreichbarkeit thermischer Erholungsräume erhoben und in den Plan eingearbeitet.
- Der Rahmenplan kann zwar eine situationsbezogene Beurteilung nicht vollständig ersetzen, er weist aber trotzdem einen gesamtstädtischen Ansatz auf: Die analytische und konzeptionelle Bearbeitung von Hot-Spots führt zu Maßnahmenpaketen, die innerhalb der Stadtstrukturtypen aber auch auf vergleichbare Strukturen in anderen Städten übertragen werden können. Durch die Übertragbarkeit kann der Rahmenplan Entscheidungsträgern nicht nur punktuell, sondern für das gesamte Stadtgebiet Maßnahmenoptionen anbieten.

Obwohl in der Herleitung der Hot-Spots planerische Unsicherheiten bleiben, ist der städtebauliche Rahmenplan ein geeignetes Instrument für den Umgang mit diesem komplexen Planungsproblem. Aus Sicht des Verfassers unter anderem deshalb, weil durch das Aufnehmen nicht-klimatischer Faktoren wie zum Beispiel der Erreichbarkeit von Grünräumen, bei der Umsetzung von Maßnahmen immer auch andere stadtplanerisch relevante Bereiche tangiert werden und in der Regel positiv zu diesen beigetragen wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass es sich bei der gewählten Maßnahme um eine *no-regret*-Strategie handelt, wird damit erhöht.

Die Form der Präsentation mit Hilfe einer einfach deutbaren Karte und Unterstützung von Piktogrammen ist aus Sicht des Verfassers sehr gelungen: Nämlich deshalb, weil es nicht eines langen Studiums der Begleittexte und Maßnahmensteckbriefe bedarf, um den wesentlichen Inhalt zu transportieren. Auch in der Anwendung lassen sich so rasch mögliche Maßnahmen ablesen, die für den jeweiligen Ort des Interesses (Bauplatz, Stadtquartier, öffentlicher Freiraum, oder ähnliches) in Frage kommen. Eine derart niederschwellige Präsentationsform dürfte der Dissemination der Ergebnisse des doch sehr umfangreichen Erarbeitungsprozesses helfen.

In Anbetracht der Bestandsdauer baulicher Strukturen von ungefähr einhundert Jahren sowie der prognostizierten extremen Zunahme der Temperaturen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts, könnte man sich aus Sicht des Verfassers lediglich die Frage stellen, ob der gewählte Beurteilungshorizont mit Mitte des Jahrhunderts angemessen ist.

12.2 Biotopflächenfaktor Berlin

In den vorangehenden Kapiteln konnte festgestellt werden, dass die Instrumente für eine Anpassung derzeit vorwiegend informeller Natur und in erster Linie behördenwirksam sind. In wie weit aber neue Bebauung oder ein Umbau dicht bebauter Quartiere den stadtklimatischen Anforderungen gerecht wird, wird derzeit nur punktuell beurteilt, zum Beispiel, wenn im Zuge informeller Prozesse (städtebauliche Wettbewerbe, kooperative Planungsverfahren) stadtklimatische Analysen angefertigt werden. Dies erfolgt aber in der Regel nur bei größeren Stadtentwicklungsvorhaben. Flächendeckend fehlt es daher an einer Kennzahl, welche die Beurteilung von Bauvorhaben in einer vergleichbaren und nachvollziehbaren Form ermöglicht.

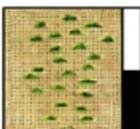
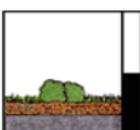
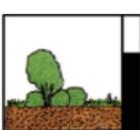
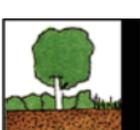
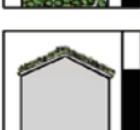
Eine erfolgreiche Anwendung parametrischer Steuerung in ähnlichem Kontext stellt der Biotopflächenfaktor (BFF) dar. Das Wesen parametrischer Steuerung ist, dass durch Festlegungen in Planungsinstrumenten ein Zielwert vorgegeben wird, die Erreichung des Zielwertes aber den Bauherrinnen und Bauherren überlassen wird (vgl. Jung 2008,75). Durch den BFF sollen folgende Ziele erreicht werden (vgl. Landschaft Planen und Bauen und Becker Giseke Mohren Richard 1990,6):

- Verbesserung des Kleinklimas und der Lufthygiene
- Sicherung der Bodenfunktion und der Leistungsfähigkeit des Wasserhaushaltes
- Erhöhung der Verfügbarkeit von Flächen als Lebensraum für Tiere und Pflanzen

In Bezug auf das Thema der vorliegenden Arbeit kann der BFF eine Vielzahl der identifizierten Eingriffe abbilden. Er ist somit geeignet, einen wesentlichen Beitrag zu Anpassung an die städtische Überwärmung zu leisten. Speziell in Hinblick auf Kapitel 13.1 wo ein ergänzendes rechtsverbindliches Instrument vorgeschlagen wird, soll der BFF als gelungenes Beispiel parametrischer Steuerung näher erläutert werden.

Entwickelt wurde der BFF in Berlin bereits in den 1970er-Jahren. Wesentliches Ziel bei der Einführung war die Verbesserung der innerstädtischen ökologischen Situation, die sich durch den mit der Innenentwicklung verbundenen Flächenverlust rapide verschlechterte. Es wurde damit ein ökologischer Standard als Maßgabe zur Sicherung und Entwicklung von Umweltqualitäten eingeführt. Das Besondere am Biotopflächenfaktor ist, dass er am Grundstück festgemacht werden kann, vergleichbar mit anderen städtebaulichen Kennzahlen wie der Bebauungsdichte (vgl. Landschaft Planen und Bauen und Becker Giseke Mohren Richard 1990,2).

Abb.66: Für die Ermittlung der naturhaus-haltswirksamen Flächen anzuwendende Anrechnungsfaktoren im Rahmen des Biotopflächenfaktors. Quelle: Stadt Berlin 2017

	versiegelte Flächen 0,0	Belag luft- und wasserundurchlässig, ohne Pflanzenbewuchs (z.B. Beton, Asphalt, Platten mit gebundenem Unterbau)
	teilversiegelte Flächen 0,3	Belag luft- und wasserdurchlässig, i.d.R. kein Pflanzenbewuchs (z.B. Klinker, Mosaikpflaster, Platten mit Sand-/Schotterunterbau)
	halboffene Flächen 0,5	Belag luft- und wasserdurchlässig, Versickerung, Pflanzenbewuchs (z.B. Rasenschotter, Holzpflaster, Rasengittersteine)
	Vegetationsflächen ohne Bodenanschluss 0,5	Vegetationsflächen auf Kellerdecken, Tiefgaragen mit weniger als 80 cm Bodenauftrag
	Vegetationsflächen ohne Bodenanschluss 0,7	Vegetationsflächen ohne Anschluss an anstehenden Boden mit mehr als 80 cm Bodenauftrag
	Vegetationsflächen mit Bodenanschluss 1,0	Vegetationsanschluss an anstehenden Boden, verfügbar für Entwicklung von Flora und Fauna
	Regenwasserversickerung je m² Dachfläche 0,2	Regenwasserversickerung zur Grundwasseranreicherung, Versickerung über vegetationsbestandene Flächen
	Vertikalbegrünung, bis max. 10 m Höhe 0,5	Begrünung fensterloser Außenwände und Mauern, es wird die reale Höhe bis max. 10 m einbezogen
	Dachbegrünung 0,7	Extensive oder intensive Begrünung von Dachflächen

Der BFF gibt den Anteil der so genannten *naturhaushaltswirksamen Fläche* (NHW-Fläche) in Relation zur Grundfläche an, ähnlich einem Dichtewert. Die NHW-Flächen stellen eine Aggregationsgröße dar: Alle vertikalen und horizontalen Flächen eines Baugrundstückes werden mit einem festgelegten Anrechnungsfaktor multipliziert und zu einem Summenwert addiert. Die Anrechnungsfaktoren werden in Städten, die einen BFF verwenden, jeweils unterschiedlich festgelegt. Auch Fassaden oder Dächer finden darin Berücksichtigung. Beispielsweise werden in Berlin versiegelte Flächen mit dem Anrechnungsfaktor 0 berücksichtigt, teilversiegelte Flächen mit einem Anrechnungsfaktor 0,3, Fassadenbegrünungen mit einem Anrechnungsfaktor 0,5 und Dachbegrünung mit einem Anrechnungsfaktor 0,7. Über die Anrechnungsfaktoren fließen somit qualitative Kriterien in die Beurteilung mit ein (vgl. Landschaft Planen und Bauen und Becker Giseke Mohren Richard 1990,2ff).

Formel 2: Formel zur Berechnung des Biotopflächenfaktors Berlin. Das Grundprinzip der Berechnung liegt allen vergleichbaren Grünflächenfaktoren zu Grunde. Das Ergebnis liegt in der Regel zwischen 0 und 1.

$$BFF = \frac{NHW - Fläche (Fläche \times Anrechnungsfaktor)}{Grundstücksfläche}$$

Der BFF stellt eine städtebauliche Kennzahl, ähnlich der Bebauungsdichte bzw. der Geschossflächenzahl oder dem Bebauungsgrad dar. Städtebauliche Kennzahlen sind bewährt und werden in der Raumplanung zur Beschreibung städtebaulicher und raumplanerischer Situationen angewandt, weshalb man darauf schließen kann, dass auch die Anwendung des BFF in der Praxis gut funktioniert.

Aus der Berechnungsmethode ergibt sich, dass der BFF immer einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen muss. In Berlin variiert der mindestens zu erreichende BFF zwischen 0,6 für neue Wohngebiete, öffentlichen Einrichtungen und Krankenhäuser, bis 0,3 für Gewerbeflächen, Stadtzentren, Technische Einrichtungen und bereits gebauten Wohngebiete und öffentliche Einrichtungen. Das Mindestanforderung, das auch in sehr dichten zentrumsnahen Quartieren erreicht werden soll und kann, ist ein BFF von 0,3. In einer Analyse von sechs Anwendungsfällen, darunter Berlin, Malmö, Seattle, Northwest England, Stockholm und Southampton, kommen Vartholomaios et al. (2013,1023) zu dem Schluss, dass die Anwendung mit wenigen lokalen Prioritätensetzungen überall dem Grundkonzept des BFF entspricht. Der BFF, oder auch Grünflächenfaktor, kommt in der Regel zwischen einem Minimalwert von 0,3 sowie einem Maximalwert von 0,6 zu liegen. Als allgemein gültige Mindestanforderung sowohl in Wohngebieten wie auch in Gewerbegebieten, scheint sich ein Wert von 0,3 herauszukristallisieren.

Nachfolgendes Beispiel (vgl. Stadt Berlin 2017) soll illustrieren, wie der BFF auf unterschiedliche Weise erreicht werden kann und wie einfach die Ermittlung ist. Der Ziel-BFF beträgt im Beispiel 0,3, es sind somit noch 24% der Grundfläche in naturhaushaltswirksamen Flächen zu realisieren.

Abb.67: Beispiele für die Berechnung des BFF in Berlin

BFF-Bestand



140 m² Asphalt x 0,0
 59 m² Rasenschotter x 0,5
 1 m² offener Boden x 1,0

$$\text{BFF} \frac{31}{479} = \mathbf{0,06}$$

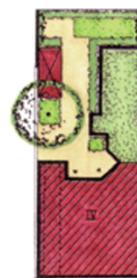
Planungsvariante 1



115 m² Vegetationsfläche x 1,0
 85m² Kleinsteinpflaster x 0,3

$$\text{BFF} \frac{140,5}{479} = \mathbf{0,3}$$

Planungsvariante 2



21m² Betonfläche x 0,0
 79m² Vegetationsfläche x 1,0
 100m² Kleinsteinpflaster x 0,3
 10m² Wandbegrünung x 0,5
 41m² Dachbegrünung x 0,7

$$\text{BFF} \frac{143}{479} = \mathbf{0,3}$$

Verbindlichmachung des BFF am Beispiel Berlin

Die rechtliche Verbindlichkeit wird in Berlin aufgrund der §§ 7 bis 15 Berliner Naturschutzgesetz über die Verordnung in einem Landschaftsplan hergestellt. In Bezug auf das Verfahren zur Erstellung von Landschaftsplänen spricht das Gesetz auch konkret die Möglichkeit eines BFF-Landschaftsplanes an (vgl. § 12 Abs. 10 Berliner Naturschutzgesetz). Landschaftspläne legen die allgemeinen Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege fest und bestehen jeweils aus einer Bestands- und einer Bewertungskarte, welche die Ziele und Maßnahmen räumlich darstellt, und einer Verordnung mit Erläuterungstext, welche die Ziele und Maßnahmen textlich konkretisiert. Landschaftspläne sind rechtsverbindlich und eine bindende Vorgabe für die Bauleitplanung: Im Bauverfahren ist demnach zu prüfen, ob ein Vorhaben die Festsetzungen aus dem Landschaftsplan entsprechend berücksichtigt. Weder der Bebauungsplan noch die verbindliche Bauleitplanung (Österreich: Örtliche Raumplanung) dürfen dem Landschaftsplan widersprechen. Die Entscheidung, ob für ein Gebiet ein Landschaftsplan erlassen wird oder nicht, liegt in der Zuständigkeit der Bezirke.

Eine Besonderheit in der Umsetzung ist im Unterschied zwischen normalen Landschaftsplänen und BFF-Landschaftsplänen zu finden: In Ersteren werden ausschließlich Ziele und Maßnahmen für nicht überbaute Flächen festgelegt. Dies kann zum Beispiel konkrete Vorgaben für die landschaftspflegerische Ausgestaltung oder für die Art und Anzahl der Baumpflanzungen betreffen. BFF-Landschaftspläne hingegen treffen solche konkreten Vorgaben nicht. Sie legen nur einen BFF-Mindestwert fest. Wie dieser erreicht wird, obliegt den Grundstückseigentümern selbst. Zur Anwendung kommt der BFF-Mindestwert dann, wenn ein genehmigungspflichtiges Bauvorhaben umgesetzt werden soll. Der BFF wird daher vor

allem für innerstädtische, dicht bebaute und hoch versiegelte Gebiete angewendet, in denen nicht leicht in bestehende Baurechte eingegriffen werden kann. Derzeit sind in Berlin 25 BFF-Landschaftspläne aufgestellt oder festgesetzt. Nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel eines BFF-Landschaftsplanes:



Abb.68: Plandarstellung des BFF-Landschaftsplanes Friedrichshain-Kreuzberg aus Jakob (2010,18). Für die dunkelgrünen Flächen ist eine Ziel-BFF von 0,6 festgesetzt, für die hellgrünen Flächen von 0,4. Ohne Maßstab.

Der Plan legt jeweils für einen räumlich abgegrenzten Teilbereich das Mindestanforderungsniveau NHW-Flächen in Form des BFF als Dezimalzahl fest. Diese Mindestanforderung darf bei Bauvorhaben (Neubau und Umbau) nicht unterschritten werden. Im Erläuterungsbericht zur Verordnung werden zudem die Berechnungsmethode und vor allem die Anrechnungsfaktoren nachvollziehbar dargelegt (vgl. Stadt Berlin 1999,3f). Evident ist weiter, dass für öffentliche Frei- und Grünräume wie zum Beispiel Parkanlagen kein BFF festgelegt ist.

In Bezug auf die Anpassungsthematik ist der BFF ein gut gelungenes Beispiel parametrischer Steuerung, weil er gleichzeitig Rechtsverbindlichkeit schafft, Handlungsspiel für Projektwerber eröffnet und Verwaltungshandeln vereinfacht und nachvollziehbar macht. Er ist zudem für bereits dicht bebaute Gebiete geeignet und ein gutes Beispiel für eine angewandte *no-regret*-Strategie: Auch, wenn manche Funktionen, zum Beispiel als Trittsteinbiotop, nicht erreicht werden, überwiegt jedenfalls immer noch der langfristige Nutzen von Grünraum aufgrund der anderen Funktionen und man wird die Festlegung in keinem Fall bedauern müssen. Aufgrund der einfachen und nachvollziehbaren Berechnungsmethode des BFF, vergleichbar mit bekannten Dichtewerten, kann zudem von einer raschen Akzeptanz in Verwaltung, aber auch bei Architekten und Planern ausgegangen werden. Ein Nachweis der Einhaltung des BFF könnte analog einem Bebauungsdichtenachweis dem Bauansuchen beigelegt werden und müsste von der Behörde nur noch in Hinblick auf die korrekte Berechnung geprüft werden.

Kritik am Biotopflächenfaktor kann in Bezug auf die mangelnde Berücksichtigung der Qualität der Vegetationsflächen festgemacht werden: Die Berechnungsmethode macht derzeit keinen Unterschied zwischen naturbelassenen Wiesen oder kurz getrimmten englischen Rasen, wenngleich der Wert für die Biodiversität bei ersterem ungleich höher ist (vgl. Vartholomaïos et al. 2013,1021). Um diese Schwäche zu überwinden, wurde im Western Harbour in Malmö der BFF um Green Points erweitert. Die Bauwerber müssen zusätzlich zu den Mindestanforderungen an den Grünflächenfaktor aus einer Liste mit 35 Green Points mindestens 10 Green Points realisieren. Neben Maßnahmen für die Biodiversität (zum Beispiel Errichten von Vogelbrutkästen, Gärten für den Anbau von Gemüse, Früchten und Beeren, etc.) enthält der Katalog auch weiterführende Maßnahmen, die das Kleinklima positiv beeinflussen, wie zum Beispiel die Errichtung von Wasserflächen (vgl. Kruse 2011,5f).

Für Wien würde sich aus Sicht des Verfassers eine Ergänzung lokaler Grünpläne zur Umsetzung eines ähnlichen Verfahrens anbieten: Neben den linearen und flächigen Freiraumtypen könnte man Ziel-Bandbreiten der Grünraumausstattung auch für die bebauten und/oder privaten Gebiete in diesen Plänen integrieren. Bestandserhebungen und informelle Verfahren bei der Aufstellung lokaler Grünpläne bieten zudem bereits eine fundierte fachliche Planungsgrundlage. Der lokale Grünplan bildet dem Wesen nach die Grundlage für die nachfolgenden Festlegungen im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan: Für die rechtsverbindliche Konkretisierung der Bandbreiten bietet sich sodann der Bebauungsplan an, da dieser auf die besondere städtebauliche Situation am Grundstück eingeht. Zudem ist die Anwendung dieses Instruments bestens bekannt und bewährt. Im Sinne eines effizienten und nachvollziehbaren Verwaltungshandelns wäre dies zudem zielführend, da nicht noch zusätzliche rechtsverbindliche Planungsinstrumente eingeführt werden müssten. Der BFF eignet sich aus Sicht des Verfassers zudem besonders für die langfristige sukzessive Adaption des Bestands, in den aufgrund bestehender Rechte nur schwer eingegriffen werden kann. An Transformationsstandorten, wo qualitätssichernde Verfahren eingesetzt werden, scheint der Einsatz eines BFF hingegen nicht zielführend zu sein, da Verfahren wie städtebauliche Wettbewerbe oder kooperative Planungsverfahren mit nachfolgenden städtebaulichen Verträgen die qualitätsvolle Entwicklung eines Gebiets bereits alleine sicherstellen.

Um eine ausreichende Flexibilität sicherzustellen sollte es aus Sicht des Verfassers jedoch möglich sein, die erforderlichen NHW-Flächen auch auf Nachbargrundstücken zu errichten, wenn dies am eigenen Grundstück nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich wäre. Derart, wie es zum Beispiel auch bei der Erfüllung von Stellplatzverpflichtungen möglich ist. Ein weiterer Gewinn für die Anpassung in Bestandsstrukturen wäre es zudem, wenn man Anreize für die Übererfüllung des BFF am eigenen Grundstück in Aussicht stellt. Ein solcher Anreiz könnte neben Förderungen für Dach- und Fassadenbegrünung beispielsweise eine teilweise Abgeltung durch die Genehmigung von Bonuskubaturen darstellen. Damit würde auch dem Ziel der doppelten Innenentwicklung entsprochen: Trotz einem baulich sinnvollen, sparsamen Umgang mit Flächen würden die Freiraumqualitäten in der Stadt gestärkt.

12.3 Exkurs: GREENpass

Nach der Erläuterung zweier gelungener Planungsinstrumente soll an dieser Stelle auch ein Werkzeug zur Informationsgewinnung im Planerstellungsverfahren vorgestellt werden. Prozessuale Regelungen zur Anpassung an die sommerliche Hitze stehen zwar nicht im Fokus der vorliegenden Arbeit, sondern stellen eine offene, noch zu bearbeitende Forschungsfrage dar, jedoch ist das vorliegende Beispiel ein aus Sicht des Verfassers möglicherweise geeignetes Werkzeug. Es wurde zudem in Wien entwickelt, ist auf andere urbane Räume übertragbar und in unterschiedlichen Formaten von Verfahren anwendbar. Auch wurde es bereits am praktischen Beispiel der Entwicklung des Eurogate-Areals in Wien erprobt und stellt aus Verfassersicht eine innovative Herangehensweise dar, die so oder in ähnlicher Form möglicherweise zukünftig Verbreitung und Anwendung in städtebaulichen Entscheidungsprozessen finden wird. Aus planungstheoretischer Sicht repräsentiert die GREENpass-Technologie ein problemadequates Werkzeug, weil es das Planerstellungsverfahren unabhängiger von Planungsansätzen und *Brillen* beteiligter Akteurinnen und Akteure machen kann und zu einem objektiveren *Verständnis der Sachlage*, im Sinne des Planungsmodells der dritten Generation nach Schönwandt (2002,35ff) führt.

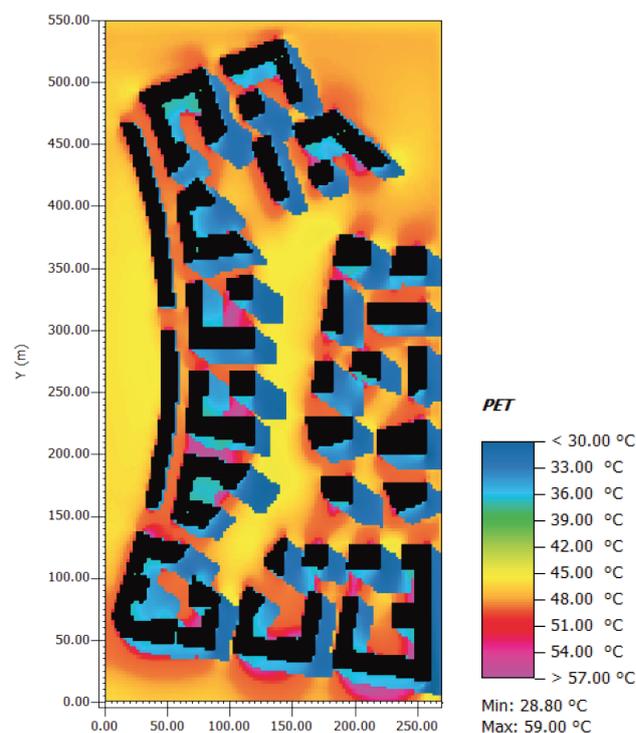
Mit Hilfe der GREENpass-Technologie können Projekte und Konzepte auf ihre mikroklimatische Performanz untersucht werden. Die Technologie stellt dabei eine Kombination aus dem GREENpass Editor, der Simulationsumgebung ENVI-MET und einem Beurteilungstool mit über 30 unterschiedlichen – auch finanziellen – Kriterien dar. Je nach Projektstatus kann dabei in unterschiedlichen Körnungen gearbeitet werden: Es ist somit von grundlegenden städtebaulichen Aussagen bis zur Optimierung eines konkreten Bauvorhabens alles möglich. Die Beurteilung von Konzepten, wie sie zum Beispiel im Rahmen des städtebaulichen Ideenwettbewerbs *Eurogate* im Auftrag der Wiener Umweltschutzbehörde durchgeführt wurde, erfolgt anhand des Anteils der Flächen mit erhöhter thermophysiological Belastung und dem Windfeld. Hierzu werden zunächst aus den eingereichten städtebaulichen Konzepten mit dem *GREENpass modelling editor* Simulationsmodelle aufgebaut, um deren mikroklimatische Auswirkungen dann anhand der Software ENVI-met zu berechnen. Um die Vergleichbarkeit sicherzustellen, erfolgen die Simulationen mit der GREENpass-Technologie immer unter standardisierten, klimatischen Eingangsparametern, wobei jeweils eine Berechnung für die klimatisch heißeste und für die kälteste Stunde am Tag erfolgt. Für eine qualifizierte Aussage über die stadtklimatische Performanz des Projektes ist diese Detailschärfe ausreichend. Das Ergebnis ist unter anderem eine flächenhafte Darstellung der zu erwartenden physiologisch äquivalenten Temperatur (PET), in die die Lufttemperatur und Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, die kurz- und langwellige Strahlung der Sonne sowie Oberflächenmaterialien einfließen. Die Flächen werden ausgewertet, um sodann die berechneten Konzepte hinsichtlich ihrer mikroklimatischen Performanz vergleichbar zu machen (vgl. Scharf et al. 2016,5f).

Für das Areal Eurogate wurde erstmals eine derartige Prüfung (GREENpass pre-assessment) der eingereichten Konzepte im Rahmen eines städtebaulichen Wettbewerbes durchgeführt. Da der Wettbewerb keine Freiraumgestaltung forderte, wurden für die Simulationen vereinheitlichte Grünflächen (Rasen ohne

Bäume) und Oberflächen angenommen, weshalb der Fokus ganz auf der Baukörperstruktur lag. Da die PET jedoch stark die Freiraumqualität berücksichtigt, können durch eine angepasste freiraumplanerische Gestaltung noch erhebliche Verbesserungen in der Performanz der einzelnen Konzepte erzielt werden. Finanziert und beauftragt wurde diese Prüfung mit Pilotcharakter von der Umweltschutzbehörde Wien. Beachtenswert ist, dass erstmals einer Wettbewerbsjury quantitative Aussagen zur mikroklimatischen Performanz der einzelnen Konzepte zur Verfügung standen. Wie ein Mitglied der Jury berichtete, wurden diese Ergebnisse in der Beurteilung auch berücksichtigt. Vor allem die flächenhafte Darstellung kann die mikroklimatischen Auswirkungen auch für nicht-Klimatologen anschaulich vermitteln.

Nachfolgende Abbildung zeigt das Ergebnis der Mikroklimasimulation des Siegerprojektes von Superblock Architekten sowie in Folge das Siegerprojekt. Dieses erreichte die viertbeste mikroklimatische Beurteilung und konnte den Wettbewerb auch gewinnen.

Abb.69: Ergebnis Mikroklimasimulation Wettbewerbsbeitrag Superblock Architekten, PET Tag (Scharf et al. 2016,10)



Kritisch anzumerken ist, dass die Analysen mit einem grundsätzlich dimensionslosen Wert, nämlich dem PET, hantieren. Wie in Abb.69 dargestellt, erreicht das Siegerprojekt einen maximalen PET-Wert von 57,00. Die Beschriftung mit Grad Celsius ist in diesem Fall irreführend und es hängt der Eindruck stark von der, durch die Bearbeiterin bzw. den Bearbeiter gewählten Farbskala ab.

Erschwerend für die Vergleichbarkeit von Projekten und die Interpretation hinsichtlich der absolut bestehenden Belastung ist, dass keine standardisierten Klassen

vorhanden sind. Ein vergleichbares Problem bestand einst mit Umgebungslärmkarten. Gelöst wurde dies durch die Einführung von Klassen mit der EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG sowie von standardisierten Farbskalen durch die Bundesumgebungslärmschutzverordnung.

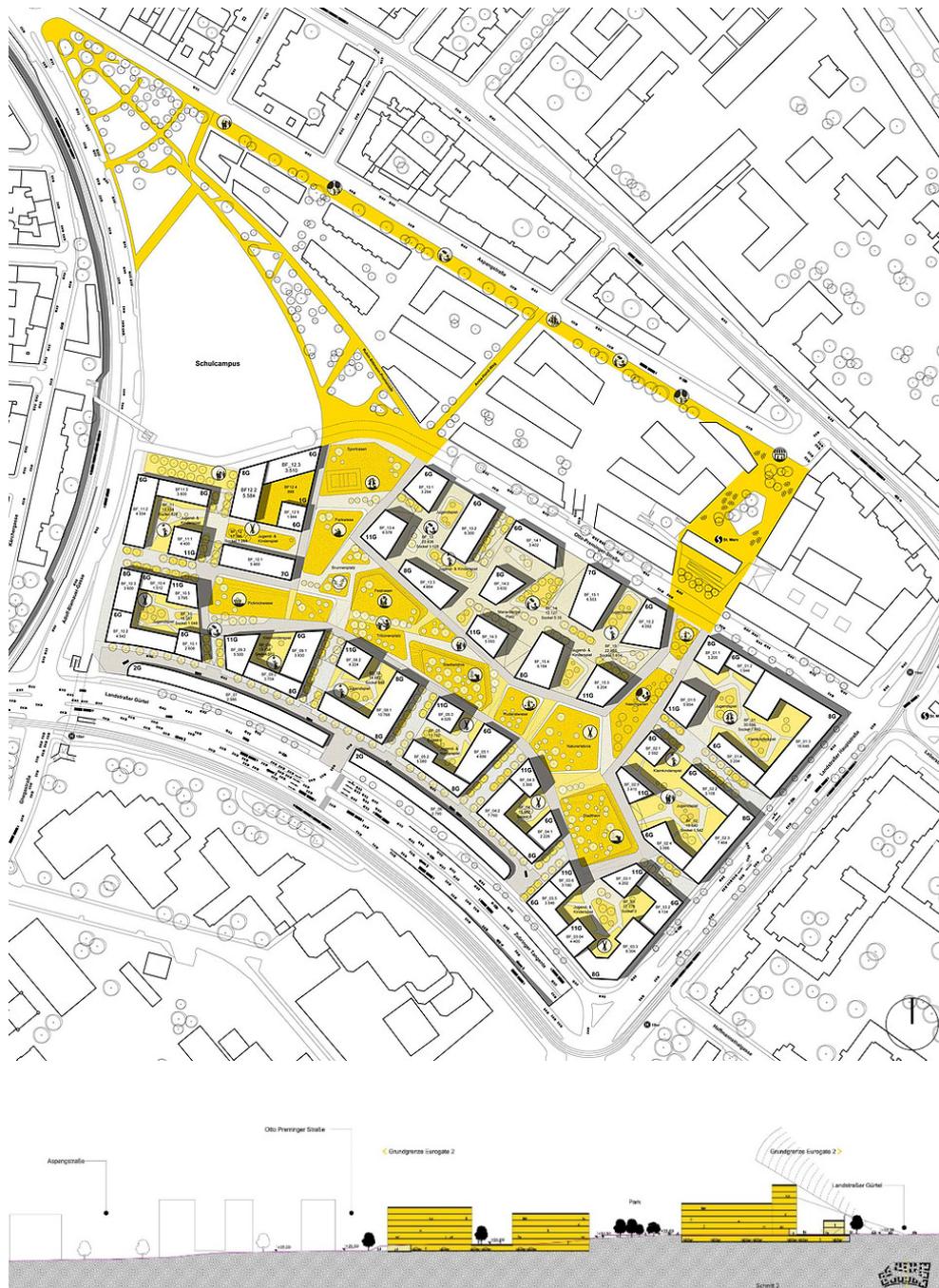


Abb.70: Siegerentwurf für das Areal Eurogate II von Superblock Architekten. Besonderheiten des Entwurfs sind der innenliegende Quartiersfreiraum, der Gürtelbogen zum Landstraßer Gürtel und die Ausbildung von baulichen und grünen Schollen zur Überwindung des Niveauunterschiedes. Ohne Maßstab.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die vorgestellte Technologie ein durchaus probates Mittel zur Darstellung und Optimierung der mikroklimatischen Performanz städtebaulicher Entwicklungen darstellt. Aus Verfassersicht sind allerdings noch Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Präsentation der Ergebnisse gegeben. Nicht zuletzt stellt die Vergleichbarkeit sowie die Nachvollziehbarkeit der Berechnungsergebnisse ein wichtiges Kriterium für allfällige gutachterliche Beurteilungen dar.

13 Vorschläge für ergänzende Instrumente

Nachfolgend werden zwei Planungsinstrumente vorgeschlagen und diskutiert, die aus Sicht des Verfassers potenziell zur Ergänzung der bestehenden Instrumente geeignet sind. Es handelt sich dabei um einen Vorschlag für ein Instrument auf strategischer, gesamtstädtischer Ebene sowie um einen Vorschlag für ein Instrument auf grundstücksbezogener Ebene des Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes. Es wird damit einerseits den Anforderungen aufgrund der Unsicherheit und Dynamik auf gesamtstädtischer Ebene, aber auch dem Erfordernis nach Durchsetzbarkeit und Planungssicherheit auf Ebene des Bauplatzes Rechnung getragen. Die Überlegungen haben allerdings auch gezeigt, dass der Einsatz der Instrumente ein ergänzendes Flächen- und Maßnahmenregister erfordert, das daher in Kapitel 13.3 beschrieben wird.

Diese Überlegungen wurden im Zuge der Forschungsarbeit aus der Literaturrecherche, der Analyse der Planungsinstrumente und den durchgeführten Interviews heraus entwickelt. Zudem spielte bei der Auswahl auch die berufliche Erfahrung des Verfassers in der Raumplanung eine Rolle, weshalb ein großer Schwerpunkt auf Überlegungen in Hinblick auf die praktische Realisierbarkeit gelegt wurde. Sollte eine Umsetzung der Instrumente angedacht werden, so ist selbstverständlich eine rechtliche Prüfung erforderlich: Dies kann die vorliegende Arbeit nicht leisten. Die Instrumente werden als möglicher Beitrag für eine langfristig erfolgreiche Anpassung der Stadt Wien an die urbane Überwärmung und die Auswirkungen des Klimawandels betrachtet. Sie dienen nur vorwiegend dem Ziel, die hohe Lebensqualität Wiens³⁷ auch in Zukunft sicherzustellen.

13.1 Vulnerabilitätsanalyse

Um geeignete Maßnahmen an den richtigen Orten treffen zu können, ist die Kenntnis der räumlichen Verteilung des Risikos von Auswirkungen aufgrund der thermischen Belastung erforderlich. Diesbezüglich wird vorgeschlagen, die Planungsinstrumente um ein Instrument auf strategischer gesamtstädtischer Ebene zu ergänzen: Eine Vulnerabilitätsanalyse hitzegefährdeter Gebiete.

»Verwundbarkeit ist das Maß, zu dem ein System gegenüber nachteiligen Auswirkungen der Klimaänderung, einschließlich Klimavariabilität und Extremwerte, anfällig ist und nicht damit umgehen kann. Verwundbarkeit ist eine Funktion der Art, des Ausmaßes und der Geschwindigkeit der Klimaänderung und –schwankung, der ein System ausgesetzt ist, seiner Sensitivität und seiner Anpassungskapazität.« (IPCC 2007,98)

³⁷ Zum Schluss, dass Wien 2017 die lebenswerteste Stadt der Welt ist, kommt unter anderem eine Studie im Auftrag der Unternehmensberatung Mercer (Mercer 2017). Befragt werden dabei Expatriates (ins Ausland entsendete Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter) in 231 Großstädten. Die Ergebnisse solcher Studien sind jedoch kritisch zu sehen, da Expatriates in der Regel gänzlich andere Bedürfnisse haben als Einheimische. Zu diesen besonderen Bedürfnissen zählt zum Beispiel die Verfügbarkeit internationaler Flugverbindungen.

Interpretiert man Vulnerabilitätsanalyse im Sinne von *Wer wird zukünftig voraussichtlich am stärksten betroffen sein?* so könnte auch der Begriff Betroffenheitsanalyse synonym verwendet werden. Diese Betroffenheitsanalyse stellt eine Synthese aus Stadtplanung und Klimaforschung dar und bildet ab, in welchen Stadtquartieren, Bezirken und Grätzln heute und zukünftig aufgrund von Hitzebelastungen negative Auswirkungen auf Lebensqualität und Gesundheit zu erwarten sind. Innovativ ist hierbei vor allem ein sozial differenzierter Zugang, der über die alleinige Berücksichtigung (mikro-)klimatischer Auswirkungen hinausgeht. Gerade auch in Hinblick auf Aspekte der Umweltgerechtigkeit³⁸ ist festzustellen, dass oft sozial benachteiligte Bevölkerungsgruppen den geringsten Handlungsspielraum für Anpassungsmaßnahmen in ihrem rein persönlichen Einflussbereich haben, seien dies bauliche Maßnahmen wie Klimaanlage oder einfach nur ein Rückzug aus der Stadt zum Zwecke der Erholung. Ein solches Instrument kann die Priorisierung räumlicher Maßnahmen – (Schwerpunktsetzung) ermöglichen und als Argumentationshilfe in Flächenwidmungsplan- und Bebauungsplanverfahren dienen. Es ist dahingehend ein Instrument für ein einheitlich ausgerichtetes Verwaltungshandeln, so dass ähnliche Situationen in gleicher Form behandelt werden können. In mehreren persönlich und online geführten Interviews wurde das Fehlen eines solchen Instrumentes bemängelt.

Zunächst ist für die Analyse ein geeigneter räumlicher Bezug zu finden. Diese räumliche Bezugsgröße weist im Idealfall eine städtebaulich und stadtklimatisch homogene Struktur auf, gleichzeitig sind die für die Analyse erforderlichen statistischen Daten, wie zum Beispiel die Bevölkerungsdichte oder die Altersstruktur verfügbar. Eine räumliche Betrachtungsweise nach Bezirken ist aufgrund der unterschiedlichen städtebaulichen und stadtklimatischen Strukturen innerhalb der Bezirke wenig zielführend. Kleinere verfügbare Einheiten wären die 89 Wiener Katastralgemeinden³⁹ oder die Zählbezirke und Zählsprengele⁴⁰. Angesichts der Bedeutung, die statistische Daten für die hier vorgeschlagene Analyse haben, würde der Verfasser den Zählbezirken und Zählsprengele den Vorzug geben. Ob man die Zählsprengele als räumliche Bezugseinheit heranzieht, oder die bereits aggregierten Zählbezirke, könnte man nach einer genaueren Analyse der vorhandenen Daten noch entscheiden. Eine kartographische Darstellung der Ergebnisse, die mit den in GIS-Datenformaten vorliegenden Zählbezirken und Zählsprengele einfach zu bewerkstelligen wäre, würde im Sinne des Gleichbehandlungsgrundsatzes auch die erforderliche Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen im Planerstellungsprozess gewährleisten.

³⁸ »Umweltgerechtigkeit [wird] als *normatives Leitbild* verstanden, das auf die Vermeidung und den Abbau der sozialräumlichen Konzentration gesundheitsrelevanter Belastungen sowie die Gewährleistung eines sozialräumlich gerechten Zugangs zu Umweltressourcen orientiert.« (Böhme et al. 2015,46)

³⁹ Katastralgemeinden sind die kleinsten Verwaltungseinheiten im österreichischen Grundbuchwesen. Die Bezirksgerichte führen für jede Katastralgemeinde ein Grundbuch (Hauptbuch).

⁴⁰ Zählbezirke fassen mehrere Zählsprengele zusammen. Letztere sind die kleinsten Erfassungseinheiten der amtlichen Statistik. Sie umfassen in der Regel rund 1.000 Einwohner. Bei der Bildung von Zählsprengele in Stadtgebieten wird auf die städtebauliche Struktur Rücksicht genommen. Es kann zum Beispiel ein einzelner Wohnblock bereits einen Zählsprengele repräsentieren, wenn sich dieser von der umliegenden städtebaulichen Struktur abhebt und ausreichend groß ist. Zählsprengele sind keine Verwaltungseinheiten.

Nachfolgend wird ein Vorschlag für die Ermittlung der Betroffenheit von Beeinträchtigungen durch thermische Belastung vorgelegt. Zum Zweck einer planerischen Operationalisierung von unvollständiger Information, wie sie die Unsicherheiten in den Klimaprognosen darstellen, wird methodisch bei der ökologischen Risikoanalyse angeknüpft. Diese dient der Beurteilung der räumlichen Nutzungsverträglichkeit bei unvollständiger Information und stellt heute insbesondere im Umweltverträglichkeitsprüfungsverfahren den Stand der Technik dar (vgl. Scholles 2005,102). Im Unterschied zur ökologischen Risikoanalyse werden an dieser Stelle jedoch nicht Nutzungen, sprich menschliche Eingriffe und das Risiko der Beeinträchtigung natürlicher Faktoren beurteilt, sondern das Risiko der Betroffenheit von thermischen Zusatzbelastungen unter Berücksichtigung stadtstruktureller und soziodemographischer Gegebenheiten. Aus der ökologischen Risikoanalyse wird die Methode der Klassenbildung für die Beeinträchtigungssensibilität und Beeinträchtigungsintensität sowie deren formale Verknüpfung mithilfe von Begründungstabellen übernommen. Die Klassen für die Einschätzung der Beeinträchtigungssensibilität und der Beeinträchtigungsintensität werden problemorientiert hergeleitet. Aus Sicht des Verfassers scheint diese Methode besonders geeignet, da sie trotz unvollständiger Information zu einem nachvollziehbaren und vergleichbaren Ergebnis führt. Eine vergleichbare Methode ist zudem in anderen raumrelevanten Anwendungsgebieten wie der Strategischen Umweltprüfung und der Umweltverträglichkeitsprüfung vielfach erprobt.

Die Beeinträchtigungssensibilität kann in Hinblick auf die vorliegende Fragestellung als die Empfindlichkeit der einzelnen Stadtquartiere hinsichtlich der potenziellen Überwärmung und der prognostizierten (Zusatz-)Belastung durch Hitze beschrieben werden. Aufgrund der Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel wird vorgeschlagen, die Beeinträchtigungssensibilität durch die Einwohnerdichte, den Anteil empfindlicher Bevölkerungsgruppen, die Grün- und Freiraumausstattung sowie die Bebauungsstrukturen zu definieren.

Folgende Kriterien für die Einstufung der Beeinträchtigungssensibilität werden vorgeschlagen:

<i>Kriterium</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Indikator</i>
Einwohnerdichte	Durchschnittliche Anzahl der Einwohner pro Fläche	EW/km ²
Anteil der sensiblen Bevölkerungsgruppen	Anteil der Bevölkerungsgruppen, die körperlich besonders schwer mit thermischer Belastung und Extremereignissen umgehen können. Dies sind unter 6-Jährige und über 65-Jährige. Anteil der Bevölkerungsgruppen, die aufgrund der Ausprägung sozialer Merkmale wie Einkommen, Bildung oder Migrationshintergrund verhältnismäßig schwer fähig sind, sich während Hitzewellen entsprechend zu versorgen oder Maßnahmen zu treffen.	Anteil/ 1000 EW
Grün- und Freiraumausstattung	Mittlere Größe der Fläche, die den Einwohnern zur thermischen Erholung zur Verfügung steht. Orientierung am Modell 4 hoch 4: Anzustreben sind 4m ² Grün- und Freiraum, jeweils nachbarschaftsbezogen, wohngebietsbezogen und stadtteilbezogen.	m ² /EW
Stadtstrukturtypen	Die städtebauliche Struktur bzw. die Bebauungsgrundtypen (vgl. Voigt 2005,145ff) haben einen wesentlichen Einfluss auf die Bildung heißer Gebiete. Freistehende Einfamilienhäuser sind hierbei günstiger einzustufen als geschlossene Blockrandbebauung. Der Zusammenhang zwischen Bebauungstypen und urbaner Überwärmung ist bereits gut erforscht. Dieses Kriterium spiegelt die im Stadtquartier und Bezirk vorhandenen Bebauungsgrundtypen wieder.	Typ GFZ Versiegelungsgrad

Tab.26: Kriterien für die Beurteilung der Beeinträchtigungssensibilität hinsichtlich der thermischen Auswirkungen des Stadtklimas (UHI-Effekt) und des Klimawandels

Die nachfolgenden Klassen sind als methodischer Vorschlag und erste Einschätzung des Verfassers zu betrachten. Wie diese Klassen operationalisiert und zu einer Gesamt-Beeinträchtigungssensibilität für die jeweilige räumliche Einheit zusammengeführt werden müssen, damit sie zu einem anwendbaren, vergleichbaren Ergebnis führen, wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit noch nicht überprüft und müsste erst in der Praxis getestet werden. Der nachfolgende Vorschlag zielt primär auf die beispielhafte Darlegung einer möglichen nachvollziehbaren Einstufung der Beeinträchtigungssensibilität. Fraglich ist, ob eine Maximalwertbetrachtung im Sinne eines *worst-case* in diesem Fall geeignet wäre, die Realität zutreffend abzubilden.

Tab.27: Einstufung der Beeinträchtigungssensibilität von Quartieren hinsichtlich der thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels

<i>Beeinträchtigungssensibilität</i>	<i>Einwohnerdichte</i>	<i>Anteil der über 65-Jährigen</i>	<i>Grün- und Freiraumausstattung</i>	<i>Bebauungsdichte und -typ</i>
Gering	Gering	Gering	Gute Ausstattung in guter Qualität und guter Erreichbarkeit	Freistehende Einfamilienhäuser bis verdichteter Flachbau
Mäßig	Durchschnittlich	Durchschnittlich	Gute Ausstattung, Mängel in der Qualität und Erreichbarkeit	Zunehmende verdichtete Bauungsformen wie verdichteter Flachbau oder Zeilenbebauung
Hoch	Überdurchschnittlich	Überdurchschnittlich	Mangelhafte Ausstattung sowohl in quantitativer als auch qualitativer Hinsicht	Die Bebauungsdichte nimmt weiter zu, es finden sich bereits Blockbebauung und Blockrandbauten
Sehr hoch	Sehr hoch	Sehr hoch	Grün- und Freiraumausstattung nicht vorhanden	Innerstädtische dichte Bebauung, Blockbebauung, Blockrandbauten, Hochhäuser

Die Beeinträchtigungsintensität hingegen kann als die potenziell mögliche Überwärmung (UHI-Effekt) zusammen mit der zu erwartenden Zusatzbelastung aufgrund des Klimawandels definiert werden. Für die Operationalisierung der vorgeschlagenen Klassen und die Bildung einer Gesamt-Beeinträchtigungsintensität für die verwendete räumliche Einheit gilt wiederum, dass diese erst durch eine Erprobung in der Praxis ermittelt werden kann.

Tab.28: Kriterien für die Beurteilung der Beeinträchtigungsintensität durch den urbanen Wärmeinseleffekt und den Klimawandel

<i>Kriterium</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Indikator</i>
Urbaner Wärmeinseleffekt	Potenzielle urbane Überwärmung, die für die gegenständliche Räumliche Einheit gemessen wurde.	$t_{\text{Stadt-Umland}}$ in
Klimawandel	Aufgrund des Klimawandels allgemein zu erwartende Steigerung der Durchschnittstemperaturen	°C

<i>Beeinträchtigungsintensität</i>	<i>Urbaner Wärmeineffekt</i>	<i>Klimawandel allgemein</i>
Keine	Keine Überwärmung	Keine Zunahme zu erwarten
Mäßig	Messbare Überwärmung	Zunahme möglich
Hoch	Mess- und fühlbare Überwärmung	Zunahme wahrscheinlich
Sehr hoch	Ausgeprägter Wärmeineffekt	Zunahme trifft sicher ein

Tab.29: Einstufung der Beeinträchtigungsintensität der thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels

Um eine Einschätzung der potenziellen Betroffenheit durch thermische Belastungen zu erhalten, sind im folgenden Schritt die Beeinträchtigungssensibilität und die Beeinträchtigungsintensität nach dem Vorbild der Methode der ökologischen Risikoanalyse zusammenzuführen.

<i>Sensibilität / Belastung</i>		<i>Beeinträchtigungssensibilität</i>			
		<i>Gering</i>	<i>Mäßig</i>	<i>Hoch</i>	<i>Sehr hoch</i>
<i>Beeinträchtigungsintensität</i>	Keine	1	1	1	2
	Mäßig	1	2	2	2
	Hoch	1	2	3	3
	Sehr hoch	1	2	3	4

Tab.30: Ermittlung des Risikos von Beeinträchtigungen der Lebensqualität und Gesundheit in definierten Stadtquartieren aufgrund der thermischen Auswirkungen des Stadtklimas und des Klimawandels

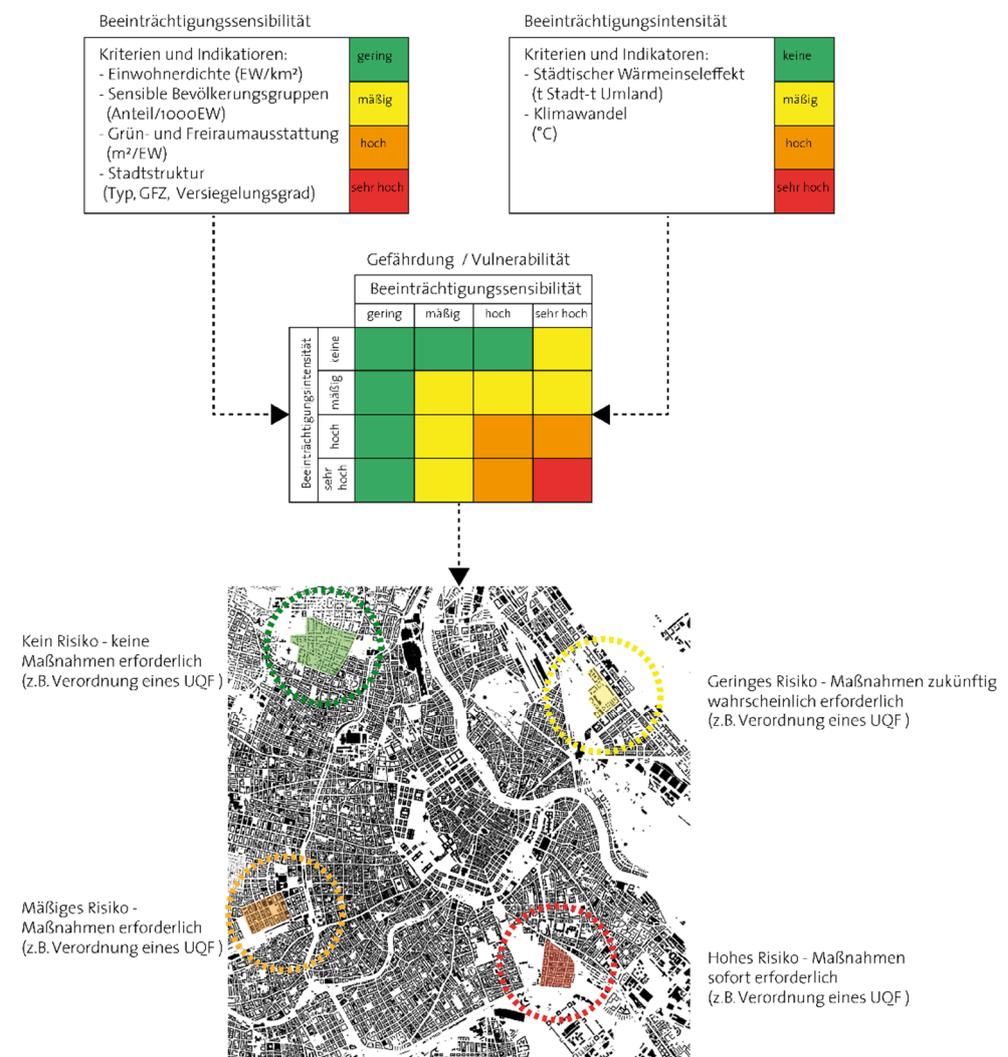
Welche Ergebnisse sind aus einer solchen Untersuchung zu erwarten? Einerseits wird nachvollziehbar dargelegt, in welchen Stadtquartieren und Bezirken keine Anpassungsmaßnahmen erforderlich sind, da diese von städtischer Überwärmung nicht betroffen oder hinsichtlich eines Temperaturanstieges nicht sensibel sind. Die Analyse trägt diesbezüglich zu einer Vereinfachung des planerischen Abwägungsprozesses bei, da auf nachvollziehbarer Basis die Entscheidung getroffen werden kann, das Thema nicht zu berücksichtigen.

Es ist zu erwarten, dass vor allem jene Stadtquartiere und Bezirke, die das Stadtzentrum repräsentieren, das höchste Risiko aufweisen. Interessante Ergebnisse sind in jenen Bereichen zu erwarten, die zwischen dem deutlich überwärmten, dicht verbauten Stadtzentrum und den mit Grün- und Freiraum gut ausgestatteten Stadtrandbezirken liegen.

Welche Maßnahmen man aus dieser Risikoanalyse in Folge für die Flächenwidmungsplanung und die Bebauungsplanung ableitet, bleibt noch offen. Denkmöglich scheinen verpflichtende Anpassungsmaßnahmen, wie zum Beispiel die Begrünung von Dächern, Genehmigung von Förderungen für die Entsiegelungen von Flächen, verpflichtende Beurteilung von Neubauvorhaben anhand mikroklimatischer Modelle oder nur die verpflichtende Abwägung im Planerstellungsprozess, wie das zum Beispiel beim städtebaulichen Rahmenplan Klimaanpassung in Karlsruhe der Fall ist. Auch können die Festlegungen eines Biotopflächenfaktors oder einer ähnlichen städtebaulichen Kennzahl für betroffene Gebiete eingeführt

werden, wie er beispielsweise in nachfolgendem Kapitel vorgeschlagen wird. In jedem Fall würde eine solche flächendeckende Analyse trotz der Unschärfen aufgrund von Unsicherheiten in den Klimaprognosen sowie den getroffenen Klassifizierungen eine zweckmäßige Beurteilungsgrundlage für Planungsverfahren darstellen. Vergleichsweise beinhalten auch strategische Umgebungslärmkarten aufgrund von Vereinfachungen sowie implementierter Sicherheiten in den Rechenmodellen oder auch Schwankungsbreiten in den zugrundeliegenden Daten (beispielsweise in den Verkehrsprognosen) Unschärfen: Nichts desto trotz sind diese Unterlagen planungsrelevant und finden in den formellen Planungsinstrumenten bereits ihren Niederschlag. Der Mehrwert liegt dabei in der Verknüpfung stadtklimatischer mit nicht-klimatischen Faktoren, insbesondere in der Berücksichtigung soziodemographischer Aspekte, wodurch auch dem Gedanken der Umweltgerechtigkeit Rechnung getragen wird.

Abb.71: Mögliches Ablaufschema für die Erstellung einer Vulnerabilitätsanalyse als Grundlage für weitere Planungsschritte



13.2 *Urban quality factor*

Hauptursache für die städtische Überwärmung ist der Verlust permeabler Oberflächen, wodurch die Verdunstungsleistung abnimmt. Zugleich steigt die thermische Speicherfähigkeit aufgrund zunehmender Baumassen und eine niedrige Albedo fördert die Aufheizung von Oberflächen. Ziel muss es daher sein, den Anteil permeabler Flächen, Flächen mit hoher Albedo und beschatteter Flächen im Stadtgebiet zu erhöhen. Dies trifft insbesondere auf den Bestand in zentrumsnahen Stadtquartieren zu, wo Böden annähernd vollständig überbaut oder versiegelt sind. Man kann davon ausgehen, dass es sich dabei zum überwiegenden Teil auch um die besonders von städtischer Überwärmung betroffenen Stadtquartiere handelt. In diesen Quartieren sind Anpassungsmaßnahmen aufgrund des Bestandsschutzes jedoch besonders schwer zu realisieren. Wie aber kann man auch in diesen bereits bebauten Stadtquartieren einen langfristigen Transformationsprozess anstoßen?

Aufgrund ihres Charakters als zielorientierte Angebotsplanung können der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan zwar unabhängig vom Bestand Festlegungen für die zukünftige Nutzung und Bebauung eines Grundstückes treffen, realisiert werden diese Festlegungen jedoch erst zu jenem Zeitpunkt, wo eine neue Baubewilligung erforderlich wird. Lässt man freiwillige Anpassungsmaßnahmen außer Acht, sind Eingriffe in den Bestand daher nur im Rahmen von Um- und Neubauten möglich, wenn hierfür eine Baubewilligung erwirkt werden muss. Demzufolge müssten die Instrumente zu diesem Zeitpunkt dann angemessene Festlegungen beinhalten.

Wie bereits in Kapitel 9.7 zum Flächenwidmungs- und Bebauungsplan festgestellt wurde, sind die Festlegungen, die sich aus der BO für Wien ergeben, aber beschränkt. Zudem erscheint es unverhältnismäßig und in der Praxis nicht umsetzbar, jedes Bauvorhaben auf seine mikroklimatischen Auswirkungen anhand von Modellen zu überprüfen. Da eine sanfte Transformation des Bestandes, im Sinne der Summe vieler kleiner, kumulierender Eingriffe jedoch eine wichtige Säule in einer umfassenden Anpassungsstrategie darstellt, schlägt der Verfasser die Anwendung und Erweiterung der städtebaulichen Kennzahl des Biotopflächenfaktors (BFF) vor: Neben bekannten städtebaulichen Kennzahlen wie Bebauungsdichte bzw. Geschossflächenzahl oder Bebauungsgrad bzw. Grundflächenzahl kann dieser Faktor ein Steuerungsinstrument für die Umwelt- und Lebensqualität von Stadtquartieren sein.

Um eine Verwechslung mit dem in der Fachwelt bekannten und in mehreren Städten bereits angewandten Konzept des BFF zu vermeiden, wird vorgeschlagen, einen spezifisch auf Wien zugeschnittenen Begriff einzuführen, der das weiter gedachte Konzept korrekt beschreibt. Bedenkt man zum Beispiel Vorgaben zur Albedo, so ist der Begriff Biotopflächenfaktor schon nicht mehr zutreffend. Zudem hat der Begriff Biotopflächenfaktor einen stark ökologischen Charakter. Vorgeschlagen wird daher der Begriff *urban quality factor*. Warum aber wird nicht ein Begriff wie Stadtklimafaktor vorgeschlagen, wenn die Erweiterung des Faktors dem Stadtklima dienen soll? Der Vorschlag leitet sich aus dem grundsätzlichen Ziel ab, einen Beitrag zur Lebensqualität in der Stadt zu leisten. Lebensqualität ist jedoch nicht nur von mikroklimatischen Umweltbedingungen abhängig, sondern zum Beispiel auch von der Grün- und Freiraumausstattung oder ästhetischen Faktoren. Der Begriff *urban*

quality factor beschreibt aus Sicht des Verfassers die Vielfalt der Wirkungen von Maßnahmen besser (Stichwort *no-regret*-Strategie). Beispielsweise fördert Dach- und Fassadenbegrünung nicht nur die Biodiversität, sondern leistet auch einen Beitrag zur Niederschlagsretention, wirkt positiv auf das Mikroklima, filtert Luftschadstoffe, und vieles mehr. Auch die positiven ästhetischen Wirkungen auf das Stadtbild müssen berücksichtigt werden. Es ist somit eine mehrdimensionale städtebauliche Kennziffer und der dafür gewählte Begriff sollte aus Sicht des Verfassers diesen Charakter auch widerspiegeln und auch für zukünftige Anpassungen oder Erweiterungen offen sein, nicht einschränken.

Die praktische Umsetzung eines solchen städtebaulichen Faktors erscheint realistisch, da bereits heute unterschiedliche städtebauliche Kennzahlen verwendet werden, um die möglichen Auswirkungen von Bebauung beispielsweise in Hinblick auf den Bedarf an Versorgungsinfrastruktur, sozialer Infrastruktur oder Verkehrsinfrastruktur abschätzen zu können. Der Umgang mit Kennzahlen ist geübte Praxis. Sie dienen dazu, planungsrelevante Sachverhalte darzustellen und zu beschreiben und sind in der Regel eindeutig definiert und teilweise in rechtlichen Regelwerken (Baurecht, Normen) festgelegt. Typische städtebauliche Kennwerte sind beispielsweise Dichteangaben bezogen auf Flächen (z.B. Einwohnerdichte), Anteilswerte (z.B. Belegungsziffer, Haushaltsgröße) oder Indices (z.B. Bebauungsdichte, Bebauungsgrad).

Gerade aufgrund der einfachen Handhabung, Nachvollziehbarkeit, Übertragbarkeit und Flexibilität hat der Berliner Biotopflächenfaktor beispielsweise stark an Popularität gewonnen und wurde in ähnlicher Weise in Berlin, Malmö oder Seattle bereits implementiert. Der *urban quality factor* folgt daher einer vergleichbaren Logik.

Ermittlung und Anwendung eines *urban quality factor*

Der BFF drückt das Verhältnis naturhaushaltswirksamer Flächen zur Grundfläche aus. Entsprechend dem möglichen Wert für den Naturhaushalt werden alle Flächen auf einem Grundstück zunächst mit einem Anrechnungsfaktor multipliziert. Ein wesentlicher Mangel ist allerdings, dass der BFF keine Unterschiede bei der Qualität der Ausgestaltung der Flächen macht. Er kennt beispielsweise keinen Unterschied zwischen Vegetationsflächen mit Rasen oder Baumbestand. Möchte man das Konzept des BFF aus diesem Grund erweitern und auf die bestehenden Vorzüge aufsetzen, bestehen zwei Möglichkeiten: Erstens kann man bisher ohne Anrechnungsfaktor versehene Flächen ins Spiel bringen, wie zum Beispiel nicht begrünte Fassaden oder Dachflächen. Zweitens kann man im Sinne eines Zuschlages für besondere Qualitäten eine zweite Ebene berücksichtigen, auch bezeichnet als *layering* (vgl. Vartholomaios et al. 2013). Zuschläge für besondere Qualitäten können einen Anreiz darstellen, die Mindestanforderungen zu übertreffen und auf standortspezifische Herausforderungen wie das Kleinklima einzugehen.

Es zeigt sich ein Vorteil des *urban quality factors*: Durch neue Anrechnungsfaktoren und Qualitätszuschläge lassen sich nutzungsangepasste Prioritäten festlegen. Beispielsweise lassen sich in innerstädtischen, gemischt genutzten Quartieren Anreize für Baumpflanzungen und Gründächer setzen, wohingegen man in großen

Industrie- und Gewerbegebieten beispielsweise einen Schwerpunkt auf die Entsiegelung von Stellplätzen und die Erhöhung der Dachalbedo großer Hallen legen kann. Beides indem man den Anrechnungsfaktor oder den Qualitätszuschlag entsprechend erhöht.

<i>Maßnahme</i>	<i>Ziele</i>	<i>Anrech- nungs- faktor</i>	<i>Qualitäts- zuschlag (layering)</i>
Wasserflächen	Wasserflächen tragen intensiv zur Abkühlung der Umgebungsluft bei und sind daher ähnlich Vegetationsflächen mit Bodenanschluss zu fördern.	1,0	
Vertikalbegrünung von Fassaden	Begrünung von Fassaden: Bei technischen Maßnahmen auch über die natürlich Rankhöhe von ungefähr 10m hinaus. Zudem ist es nicht zwingend erforderlich, dass die Fassaden fensterlos sind.	0,5	
Albedo von Dachflächen mind. 0,6	Wo begrünte Flachdächer wirtschaftlich unverhältnismäßig wären (z.B. bei großen Flachdächern von Zweckbauten in Gewerbe- und Industriegebieten), kann durch Erhöhung der Albedo, beispielsweise durch weiße Farbe, ein kostengünstiger Beitrag für das Stadtklima geleistet werden.	0,3	
Albedo von Süd-West-orientierten Fassaden mind. 0,6	Nicht-begrünte süd- und westseitige Fassaden sind am stärksten der Sonne ausgesetzt und heizen sich daher in den Sommermonaten stark auf. Anreiz für die Wahl eine Fassadengestaltung mit hoher Rückstrahlungsfähigkeit.		0,2
Öffentliche Zugänglichkeit von Grün- und Freiräumen	Öffentlich zugängliche Grün- und Freiräume sind das Rückgrat thermischer Erholungsinfrastruktur in der Stadt und werten die Lebensqualität im Grätzl auf (z.B. Öffnung von Innenhöfen und Dachgärten).		0,2
Baumpflanzungen	Baumpflanzungen tragen durch Beschattung und Evapotranspiration signifikant zur thermischen Entlastung bei. Sie weisen zudem einen hohen ästhetischen Wert auf.		0,2 0,4 0,6
Alternative Beschattungsformen für Freiräume	Alternative Beschattungsformen schaffen ebenfalls Raum für thermische Entlastung und werten dadurch urbane Freiräume auf. Die Flächenermittlung kann pragmatisch anhand einer Draufsicht ermittelt werden.		0,2

Tab.31: Vorschlag für ergänzende Anrechnungsfaktoren und Qualitätszuschläge aus stadtklimatischer Sicht. *Layering* bedeutet, dass der Wert im Sinne eines Qualitätszuschlages zu einem Basis-Anrechnungsfaktor zu addieren ist. Die Basis-Anrechnungsfaktoren entsprechen jenen aus dem Berliner Biotopflächenfaktor.

Um Qualitätszuschläge berücksichtigen zu können, ist eine Erweiterung der Berechnungsformel analog dem Berliner Biotopflächenfaktor erforderlich, da dieser eine solche Möglichkeit nicht vorsieht:

Formel 3: Formel zur Berechnung des *urban quality factor*. Das Grundprinzip der Berechnung liegt den allermeisten bekannten Grünflächenfaktoren zu Grunde. *Umweltqualitätsrelevante Fläche* umfasst dabei alle horizontalen und vertikalen Flächen am Grundstück (Boden, Fassade, Dächer). Der Anrechnungsfaktor wird allenfalls um einen Qualitätszuschlag erhöht.

$$UQF = \frac{\text{umweltqualitätsrel. Flächen} \times (\text{Anrechnungsfaktor} + \text{Qualitätszuschlag})}{\text{Grundstücksfläche}}$$

Im Vergleich zu beispielsweise Bebauungsdichten kann es sich beim *urban quality factor* nicht um eine Höchstgrenze, sondern nur um eine Mindestanforderung handeln (Verschlechterungsverbot). Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit wäre eine Anwendung in jenen Gebieten angezeigt, die im Rahmen einer Vulnerabilitätsanalyse als besondere Hot-Spots identifiziert wurden. Eine Möglichkeit der Integration ergäbe sich zum Beispiel beim heute verpflichtend zu erstellenden Grünkonzept gem. § 63 BO für Wien. In großflächigen Stadtentwicklungsgebieten und Transformationsflächen wie zum Beispiel Bahnhöfen, Kasernen, etc., wo die städtebaulichen Rahmenbedingungen mit qualitätssichernden Verfahren (allenfalls anhand einer strategischen Umweltprüfung oder sogar einer städtebaulichen Umweltverträglichkeitsprüfung im Sinne des § 3 in Verbindung mit Anhang 1 Z. 8 lit. b UVP-G 2000) von Grund auf neu erarbeitet werden, ist die Anwendung des Faktors nicht sinnvoll. Hier kommen detailliertere Methoden zum Einsatz, der Faktor kann jedoch in der Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung verankert werden, um die Aufrechterhaltung des angestrebten Niveaus in der Zukunft abzusichern. Auch auf öffentlichen Grün- und Freiräumen wie Parks wäre die Anwendung nicht zweckmäßig. Der *urban quality factor* richtet sich somit vordergründig an private Grundflächen mit dem Ziel, eine Transformation im Bestand auszulösen, in dem derzeit nur schwer Verbesserungsmaßnahmen realisiert werden können.



Abb.72: Am Beispiel des dargestellten Blockrandes an der Alserbachstraße im 9. Bezirk Alsergrund soll ein immanentes Problem bei der Umsetzung eines *urban quality factor* im Bestand aufgezeigt werden: Je nach Freiflächenausstattung verfügender Grundstückseigentümer über mehr oder weniger Möglichkeiten, Anpassungsmaßnahmen am eigenen Grundstück zu realisieren, um beispielsweise bei einer Nachverdichtung einen Ziel-UQF zu erreichen.

Anhand der vorangehenden Abbildung soll jedoch auch ein immanentes Problem in der möglichen Anwendung eines *urban quality factor* in der Stadt aufgezeigt werden. Abgeleitet vom Bestand, der derzeit ungefähr einen UQF von 0,28 aufweist (vereinfachte Ermittlung aus Luftbildauswertung), wird ein zukünftiger Ziel-UQF von 0,3 verordnet. Betrachtet man in Folge Einzelgrundstücke, so zeigt sich, dass aufgrund unterschiedlicher Freiraumausstattung der UQF auf manchen Grundstücken bereits im Bestand übererfüllt ist, auf anderen Grundstücken ohne Freiflächen wird dieser hingegen nicht erreicht. Der UQF für den Blockrand entspricht nämlich nur der Summe über alle Grundstücke. Demzufolge haben die Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer in Hinblick auf mögliche Nachverdichtung oder Umbauten unterschiedliche Voraussetzungen: Jene mit ausreichend verfügbaren Freiflächen können den geforderten *urban quality factor* zukünftig einfach erreichen. Jene ohne verfügbare Freiflächen können dies nicht, wodurch die Entwicklung ihrer Grundstücke quasi eingefroren wäre. Um hier einen Ausgleich zu schaffen und auch für Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer ohne Freiflächenreserven Möglichkeiten zum Um- und Ausbau zu schaffen, muss das Instruments des *urban quality factor* unbedingt von einem Flächen- und Maßnahmenregister begleitet werden. Die Idee für ein solches wird im nächsten Kapitel vorgestellt.

Fazit

Ein *urban quality factor* ähnlich dem Biotopflächenfaktor oder anderer Grünflächenfaktoren – erweitert um stadtklimatische Aspekte – würde annähernd alle Eingriffe aus dem Bereich *Anlagen* fördern und im Sinne einer *no-regret*-Strategie auch zur Erreichung einer Vielzahl an Zielen aus anderen Bereichen beitragen: Biodiversität, Regenwassermanagement, Baumschutz, Grünraumversorgung, etc. Er wäre daher ein geeignetes Instrument zur Umsetzung der Ziele der Raumplanung im Sinne des § 1 Abs. 2 BO für Wien.

Der begriffliche Bezug zu Umwelt- und Lebensqualität verweist auf die Mehrdimensionalität der Wirkungen und lässt spätere, inhaltliche Ergänzungen zu, ohne einen neuen Begriff finden zu müssen. In der vorgeschlagenen Form repräsentiert er ein Instrument parametrischer Steuerung (vgl. Jung 2008,74f). Vorgegeben werden nur die Mindestanforderungen an naturhaushaltswirksame, stadtklimatisch wirksame

und allgemein für die Aufenthaltsqualität im Freiraum wirksame Flächen. Die Ableitung der Mindestanforderungen orientiert sich am Bestand, wodurch eine unverhältnismäßige Regelungsintensität ausgeschlossen wird.

Neben den Zuschlägen für besondere Qualitäten können Anreize für das Übertreffen der Mindestanforderungen zum Beispiel in Form von Förderungen von Dach- und Fassadenbegrünungen, der Verringerung von Kanalanschlussgebühren oder der Genehmigung von Bonuskubaturen im Sinne einer doppelten Innenentwicklung geschaffen werden. Bei Bonuskubaturen ist selbstverständlich ein Maß zu suchen, das gewährleistet, dass die gesetzten Maßnahmen nicht lediglich die Bonuskubatur kompensieren, sondern wirklich Verbesserungen für das gesamte Grundstück bringen. Beispielsweise könnte das Überschreiten der Mindestanforderung des *urban quality factor* um 0,2 in eine Dichteerhöhung von 0,1 münden.

Der administrative Aufwand in der Handhabung des *urban quality factor* erscheint überschaubar, wenn der Nachweis durch Projektwerber geführt werden muss. Von einem hohen Aufwand und hohen Kosten ist jedoch bei der Erstellung der – aus Sicht des Verfassers für nachvollziehbares Verwaltungshandeln unbedingt erforderlichen – Vulnerabilitätsanalyse sowie aller weiteren erforderlichen Grundlagen sowie laufender Disseminations- und Evaluierungstätigkeiten und einer allfälligen Maßnahmenkontrolle auszugehen.

Eine Verknüpfung des *urban quality factor* mit der Flächenwidmung könnte eine Verwaltungsvereinfachung darstellen, wenn folglich nicht mehr jede einzelne Baulandfläche separat untersucht werden muss. Stadtstrukturell und stadtklimatisch begründete Erhöhungen oder Senkungen könnten einzelfallbezogen im Bebauungsplan erfolgen. Bei der rechtlichen Umsetzung wäre in diesem Fall aus Verfassersicht aber unbedingt die Verankerung von Ausnahmeregelungen erforderlich, wenn die Erreichung des *urban quality factor* einen nachweislich unverhältnismäßigen wirtschaftlichen Aufwand bedeuten würde. Ausnahmen sollten jedoch nur akzeptiert werden, wenn die verbleibenden aktivierbaren Flächen auch in einer besonderen Qualität ausgeführt werden. Vor Einführung eines *urban quality factor* empfiehlt sich eine Pilotphase.

In Hinblick auf Akzeptanz und Verhältnismäßigkeit sollte in einer ersten Phase der geforderte *urban quality factor* vornehmlich aus dem Bestand abgeleitet werden. Damit ist gemeint, dass keine wirtschaftlich außergewöhnlichen Aufwendungen für die Erreichung der Mindestanforderung von den Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer in Kauf genommen werden müssen. Um eine Übererfüllung der Mindeststandards zu erreichen, sollten parallel Anreize geschaffen werden. Langfristig wäre dann allerdings ein sukzessives Nachjustieren des *urban quality factor* anzudenken: Dass kann sowohl zu einer Erhöhung als auch einer Senkung der Mindestanforderung führen. Abhängig beispielsweise von der zukünftigen, tatsächlich eintretenden Klimaveränderung.

Aufgrund seines Charakters kann der *urban quality factor* im Gespräch mit Behörden eine wichtige Beurteilungsgrundlage von Vorhaben darstellen. Diese macht er hinsichtlich der Umweltauswirkungen vergleichbar und trägt damit zur Gleichbehandlung vor den Behörden und zu Planungssicherheit bei. Projektwerbern wird außerdem die Möglichkeit gegeben, ein Vorhaben proaktiv im Sinne der Ziele eines

urban quality factor zu gestalten, um so beispielsweise Bonuskubaturen zu begründen. Um die Regelungsintensität nicht überzustrapazieren, sollten jedoch nicht parallel mehrere Instrumente oder städtebauliche Kennzahlen für ähnliche Inhalte zur Anwendung kommen: Das heißt, wenn ein *urban quality factor* gefordert wird, sollten im Bebauungsplan nicht noch zusätzliche Festlegungen zur Grün- und Freiraumgestaltung getroffen werden, sondern man muss konsequenterweise Projektwerbern den Freiraum zugestehen, selbst eine Detailplanung für die Erreichung des *urban quality factor* zu entwickeln (bestehend aus Berechnungsblatt und Plan). Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass für Projektwerber in der Vergangenheit die Handlungsoptionen durch neue technische Möglichkeiten beispielsweise für Dach- und Fassadenbegrünungen auch gestiegen sind. Ein *urban quality factor* im Sinne von parametrischer Steuerung hat zudem den Vorteil, dass er Konflikte minimieren kann, da sich Projektwerber leichter mit den Zielen, denn mit vorgeschriebenen Maßnahmen identifizieren (vgl. Jung 2008,76).

13.3 Urbanes Flächen- und Maßnahmenregister

Wie bereits beim *urban quality factor* (*UQF*) angeführt, stellen unterschiedliche Voraussetzungen am Grundstück ein immanentes Problem bei der Umsetzung dar. Schon eine einfache Analyse von Luftbildern mit dem zugehörigen Ausschnitt der Katastermappe belegt, dass manche Grundstückseigentümer den *UQF* für das Zielgebiet im Bestand bereits übererfüllen, während andere aufgrund des Mangels verfügbarer Flächen und möglicher Maßnahmen bei Neu- und Zubauten den *UQF* mit großer Sicherheit nicht erreichen können. Wendet man einen *UQF* rechtsverbindlich an, vergleichbar mit der maximal zulässigen Bebauungsdichte, so würde das Nicht-Erreichen des *UQF* bedeuten, dass der bauliche Bestand eingefroren ist. Dies kann allerdings nicht im Sinne der Raumplanungsziele sein, da in Summe eine qualitätsvollen Nachverdichtung gegenüber der Alternative, nämlich neuer Baulandausweisungen an der Peripherie, jedenfalls vorzuziehen ist. Es bedarf daher Möglichkeiten, Flächen- und Maßnahmen zur Erreichung des *UQF* auch außerhalb des eigenen Grundstückes zu errichten, um die fehlenden Möglichkeiten am eigenen Grundstück kompensieren zu können. Der Verfasser schlägt zur Lösung dieses Problems die ergänzende Schaffung eines zentral verwalteten *urbanen Flächen- und Maßnahmenregisters* vor.

Primäres Ziel dieses Flächen- und Maßnahmenregisters soll es sein, Grundeigentümerinnen und/oder -eigentümern mit Bedarf an der Errichtung von Maßnahmen (Nachfrage) mit Grundeigentümerinnen und/oder -eigentümern mit Möglichkeiten zur Errichtung von Maßnahmen (Angebot) zusammenzubringen. Das Register wird daher mit Maßnahmenmöglichkeiten sowie in Folge mit realisierten Maßnahmen befüllt. Die Maßnahmenmöglichkeiten wären neben der umweltqualitätsrelevanten, anrechenbaren Fläche auch bereits mit Grobkostenschätzungen zu hinterlegen. Diese Leistungen können von Experten der verwaltenden Stelle erbracht werden, ergänzend ist auch ein Angebot unterschiedlicher Service- und Beratungsleistungen naheliegend. Dabei ist zum Beispiel an Musterverträge, an Informationsmaterialien, an eine Onlinedatenbank zu den aktuell angebotenen Flächen oder Ähnliches zu denken. Organisatorisch scheint zum Beispiel die Anglie-

derung bei einer themennahen Magistratsabteilung zweckmäßig. Zu unterscheiden ist der Vorschlag eines Registers von einem Flächen- und Maßnahmenpool, der zum Management von Kompensationsflächen eingerichtet wird. Institutionalisierte Maßnahmenpools sind in der Regel selbst Eigentümer von Flächen mit einer eigenen Rechtspersönlichkeit und bieten Kompensationsflächen als Dienstleistung an.

Welchen Grund aber sollte jemand haben, seine Flächen diesem urbanen Flächen- und Maßnahmenregister beziehungsweise einem Dritten für die Errichtung von Maßnahmen wie Gründächern, begrünten Innenhöfen oder Ähnlichem anzubieten? Der Verfasser geht davon aus, dass alle genannten Maßnahmen, die für einen *UQF* anrechenbar sind, grundsätzlich zu einer Wertsteigerung von Immobilien beitragen. Wird nun durch den flächendeckenden Einsatz eines *UQF* eine Nachfrage geschaffen, so wird sich aus Verfassersicht auch jemand finden, der diese Aufwertung der eigenen Liegenschaft auf Kosten Dritter gerne annimmt. Auch mögliche Instandhaltungskosten könnten durch Abschlagszahlungen bereits einkalkuliert werden. Es ist davon auszugehen, dass zunächst vor allem kostengünstige Angebote angenommen werden und sich erst mit der Zeit ein Grenznutzen einstellen wird. Um von Beginn an ein entsprechendes Angebot an Flächen und Maßnahmen zur Verfügung stellen zu können, könnte zunächst die Gemeinde im Rahmen der Privatwirtschaftsverwaltung Flächen und Maßnahmen auf öffentlichen Einrichtungen anbieten. Eine Beteiligung der öffentlichen Hand an dem Register ist allerdings ebenfalls grundsätzlich überlegenswert: Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer könnten auch auf öffentlichem Gut anrechenbare *UQF*-relevante Flächen und Maßnahmen finanzieren und so zur Steigerung der Qualität des öffentlichen Frei- und Grünraums beitragen. Ein öffentliches Maßnahmenangebot, dessen Kosten sich immer nur an den tatsächlich entstehenden Kosten orientieren, würde darüber hinaus Spekulationen mit Maßnahmen unterbinden, da potenzielle Interessentinnen und Interessenten immer die Möglichkeit hätten, auf Angebote der öffentlichen Hand zurückzugreifen.

Wie soll man sich den Ablauf eines solchen Prozesses vorstellen? Zunächst besteht beispielsweise die Absicht, ein Haus im Bestand aufzustocken oder einen Zubau zu errichten. Allerdings kann im Bauverfahren die Erreichung des *UQF* nicht nachgewiesen werden, weil am Grundstück selbst keine Möglichkeiten mehr gegeben sind. Die Bauwerberin informiert sich beim Flächen- und Maßnahmenregister über das aktuelle Angebot. Bei der Auswahl kommen verschiedene Kriterien, wie zum Beispiel anrechenbare Fläche - es muss ja nur ausreichen um den *UQF* für das eigene Projekt zu erreichen - Kosten oder Lage ins Spiel. Schließlich wird mit dem Anbieter Kontakt aufgenommen und die Errichtung der *UQF*-wirksamen Fläche oder Maßnahme vertraglich vereinbart. Musterverträge können von der registrierenden Stelle als Beratungsleistung angeboten werden. Nach Errichtung der Maßnahmen wird die *UQF*-relevante Fläche in das Register eingetragen; Damit ist die Zusammenarbeit zwischen den zwei Grundeigentümern abgeschlossen. Im Bauverfahren kann nunmehr die anrechenbare Fläche mitgerechnet werden: Der *UQF* wird dadurch erfüllt und die Baubewilligung kann erteilt werden. Die Baubehörde meldet den rechtskräftigen Baubescheid an die registrierende Stelle, wo die anrechenbare Fläche als *konsumiert* verbucht wird, so dass eine doppelte Anrechnung in anderen Bauverfahren ausgeschlossen wird. Sofern die Errichtung zusätzlich zu

realisierender Maßnahmen zum Zeitpunkt des Antrages auf Baubewilligung noch nicht abgeschlossen wurde, können Regelungen für einen Nachweis anhand von Verträgen verbunden mit einer Sicherstellung der Errichtung im Baubescheid gefunden werden.

Eine Eigenschaft dieses Registers ist, dass es auch das zeitliche Auseinanderfallen zwischen Bauverfahren und Maßnahmenumsetzung auf Fremdgrundstücken ermöglicht, da der Nachweis, sobald er erbracht wurde, zu jeder Zeit abgerufen werden kann. Sollte die anrechenbare Fläche doch nicht benötigt werden, so wäre es theoretisch auch möglich, diese an andere Grundstückseigentümer gegen Kostenersatz abzutreten. Sofern dies rechtlich und technisch umgesetzt werden kann, könnte man sich damit ohne Risiko anrechenbare Flächen auf Vorrat legen.



Abb.73: Ein Beispiel aus dem 3. Gemeindebezirk: Während die Eigentümerin bzw. der Eigentümer des Grundstückes a) im Bild keine Möglichkeiten hat, umweltqualitätsrelevante Flächen zu errichten, sind auf der naheliegenden Flora-Garage b) schwarz eingedeckte Flächen in erheblichen Ausmaß vorhanden, die sich für eine Begrünung anbieten würden.

Den größten Vorteil dieses Systems sieht der Verfasser im Vorantreiben einer doppelten Innenentwicklung, weil Nachverdichtung dann vermehrt mit qualitätssteigernden Maßnahmen verknüpft wird. Es profitieren von solcherart ermöglichter Nachverdichtung auch Bewohnerinnen und Bewohner in Bestandsgebäuden, beispielsweise durch die Begrünung bestehender Innenhöfe, aber auch die Allgemeinheit, beispielsweise durch die Verbesserung des lokalen Kleinklimas und die Verringerung der städtischen Wärmeinsel. Insbesondere wäre dies der Fall, wenn sich die öffentliche Hand im Rahmen der Privatwirtschaftsverwaltung (zum Beispiel Wiener Gemeindebauten) ebenfalls an dem System beteiligt. Die Details der Ausgestaltung eines Flächen- und Maßnahmenregisters sind jedenfalls erst auszuarbeiten, dies kann die vorliegende Arbeit noch nicht leisten. Sicher steht aber fest, dass Ideen und Instrumente benötigt werden, die eine Anpassung an die Hitze und das Stadtklima auch im Bestand initiieren können und dort eine langsame Transformation auslösen. Für diesen Zweck scheint das Instrument des *UQF* in Kombination mit einem Flächen- und Maßnahmenregister grundsätzlich geeignet zu sein. Wenn durch Anreize wie Bonuskubaturen für eine Übererfüllung des *UQF* zusätzlich die Nachverdichtung gefördert wird, trägt dies auch dazu bei, den aufgrund von Zuzug steigenden Bedarf an Wohnraum zu decken. Die Zielorientierung einer solchen parametrischen Steuerung dürfte zudem geeignet sein, durch Flexibilität und Entscheidungsfreiheit Innovationen (wie zum Beispiel neue Systeme für Fassadenbegrünungen) zu fördern.

14 Offene Forschungsfragen

In der vorliegenden Forschungsarbeit wurde einer komplexen Schwerpunktaufgabe, den erforderlichen Anpassungsmaßnahmen und deren Umsetzung in den Instrumenten der Raumplanung systematisch nachgegangen. Zahlreiche positive Beispiele konnten dabei gefunden, aber auch etliche Lücken und Verbesserungspotenzial benannt werden. Das Forschungsziel lag dabei vor allem auf den Instrumenten der Planung, nicht auf den erforderlichen Prozessen oder den physikalischen Zusammenhängen zwischen Stadtgestalt und Mikroklima. Demzufolge mussten viele Aspekte in Bezug auf diese komplexe Schwerpunktaufgabe auch ausgeblendet werden. Nachfolgend werden nun offene Forschungsfragen beschrieben, deren Bearbeitung nach Einschätzung des Verfassers wichtige Erkenntnisse für weitere Planungen bieten können.

Ein Konflikt, der im Zusammenhang mit dem Thema zwangsläufig zu Tage tritt, ist jener zwischen Nachverdichtung und mikroklimatisch optimierter Stadtstruktur. Einerseits ist der sparsame Umgang mit der Ressource Boden ein unstrittiges Ziel der Raumplanung: Verdichtete Siedlungsformen tragen einen maßgeblichen Teil zur Reduktion des pro-Kopf-Energiekonsums bei. Schon aus den Aspekten des Klimaschutzes und der Nachhaltigkeit heraus gebietet sich daher eine bauliche Nachverdichtung urbaner Räume und effiziente Nutzung der endlichen Ressource Boden. Gleichzeitig hängen das Stadtklima und die Lebensqualität einer Stadt wesentlich vom Ausmaß der Grün- und Freiflächen sowie deren Vernetzung untereinander ab. Es eröffnet sich daher die Frage nach dem Grenznutzen von Nachverdichtung: Bis zu welcher Dichte kann beiden Zielen bestmöglich entsprochen werden? Besonders vor dem Hintergrund der Umweltgerechtigkeit spielt diese Frage auch eine bedeutende Rolle. Das Konzept der doppelten Innenentwicklung beispielsweise geht dieser Frage nach, wobei aus Sicht des Verfassers zwar der mögliche Grenzbereich – ab welchem die stadtklimatischen Nachteile die Vorteile der Nachverdichtung überwiegen – verschoben wird, die Frage nach der stadtklimatisch möglichen Idealdichte aber nicht abschließend beantwortet werden kann.

Aus dem Stand der Forschung kann heute eine annähernd vollständige Zusammenstellung möglicher Maßnahmen zur Anpassung an die Herausforderungen der Hitze in der Stadt abgeleitet werden. Das bedeutet, das *Was?* ist bereits bekannt, für das *Wo?* wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Vorschlag einer Vulnerabilitätsanalyse vorgestellt. In beiderlei Hinsicht könnten Teile aus Anpassungsinstrumenten anderer Laborräume analysiert und übertragen werden. Offen ist allerdings die Verknüpfung von Maßnahmen und Orten: Das Setzen von Prioritäten wird zwangsläufig immer eine Einzelfallentscheidung bleiben und im Rahmen des planerischen Abwägungsprozesses, möglicherweise begleitet durch informelle Planungsprozesse, erfolgen. Es führen unterschiedliche Verfahren jeweils zu einem unterschiedlichen Mix an erforderlichen Maßnahmen. Bedeutend scheint hier die Einbindung lokaler Akteure einerseits und Stadtklimaexperten andererseits. Letztere können anhand mikroklimatischer Untersuchungen die wirksamsten Maßnahmen eruieren. Die Berücksichtigung stadtklimatischer Aspekte und der Einsatz mikroklimatischer Untersuchungen im Rahmen formeller und informeller Planungsprozesse stellt ein Feld dar, das auch aus Sicht des Verfassers ebenfalls noch

einer vertieften Bearbeitung bedarf. Dabei sollte man auch der Frage nachgehen, in wie weit das Konzept der *no-regret*-Strategien einer stärkeren Berücksichtigung stadtklimatischer Aspekte durch verbesserte Akzeptanz zuträglich sein kann. Eine solche Untersuchung müsste einerseits die prozessualen Aspekte betrachten, wie zum Beispiel das Verhalten der beteiligten Akteurinnen und Akteure, die Akzeptanz oder potenzielle Konflikte zwischen Klimaanpassung und stadtplanerischen sowie architektonischen Gesichtspunkten, und andererseits die technischen Aspekte der projektrelevanten Informationsgewinnung, beispielsweise durch mikroklimatischen Simulationen. Damit gemeint sind auch Fragen, welche Grundlagendaten für solche Simulationen erforderlich sind, welchen Genauigkeitsgrad die Ergebnisse aufweisen und in welchem Verfahrensschritt diese am besten eingesetzt werden.

In Hinblick auf eine bestmögliche Allokation öffentlicher Gelder wäre auch eine gesamtstädtische Zusammenschau möglicher Maßnahmen und dadurch entstehender Kosten einer Lösung zuträglich. Gemeint ist damit, dass die von der Allgemeinheit setzbaren Maßnahmen auf gesamtstädtischer Ebene (Stadt, Quartier, Grätzl) auch mit den erforderlichen Kosten für die Realisierung verknüpft werden müssen, um die Frage zu beantworten: Wo wird mit dem geringstmöglichen finanziellen Einsatz der maximal mögliche Nutzen für das Stadtklima erzielt? Die derzeit vorliegenden stadtklimatischen Untersuchungen können eine solche Kostenabschätzung noch nicht bieten und dementsprechend keine Antwort auf diese Frage geben, die aus Sicht des Verfassers vor allem für die politische Arena von großer Bedeutung sein müsste.

Eine Erkenntnis aus der vorliegenden Untersuchung bestehender Planungsinstrumente ist, dass kaum bis gar keine Eingriffsmöglichkeiten bezogen auf die Ausrichtung von Organisationen oder Verhaltensänderungen in den Instrumenten anzutreffen sind, auch wenn diese raumwirksam sein können. Dennoch sind im Laborraum zahlreiche Initiativen vorhanden: Beispielsweise hat die Landessanitätsdirektion Wien gemeinsam mit der ZAMG einen Hitzewarndienst eingerichtet. Es ist auch bekannt, dass viele Betriebe bereits auf die Belastung durch sommerliche Hitze in Form von Arbeitszeitflexibilisierungen reagieren. Architektur- und Planungsbüros, Bauträger und Investoren nehmen diese Anpassungsherausforderungen zunehmend in ihre Personalentwicklungskonzepte auf und schulen ihre Mitarbeiter gezielt. Bildungseinrichtungen setzen gezielt Schwerpunkte in Lehrveranstaltungen, um die Notwendigkeit und Möglichkeiten von Anpassungsleistungen zu vermitteln. Eine umfassende Darstellung all dieser relevanten Initiativen außerhalb der Planungsinstrumente erfordert unzählige weitere Interviews und Recherchen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geleistet werden konnten und den Gegenstand einer Untersuchung bilden könnten.

Ein abschließender Aspekt, der aus Verfassersicht eine wichtige Grundlage für alle weiteren Anpassungsaktivitäten bilden muss, wäre eine umfangreiche Studie zum subjektiven Hitzebelastungsempfinden der Wiener Bevölkerung. Anwendungsmöglichkeiten würden sich beispielsweise als Grundlage für weitere Planungsinstrumente oder die Prioritätenreihung von Maßnahmen bieten. Diese Umfrage müsste selbstverständlich repräsentativ sein, das heißt eine ausreichende Stichprobengröße mit geeigneter räumlicher Verteilung über das gesamte Stadtgebiet

beinhalten. Wesentlich wäre dabei auch, Ergebnisse betreffend das Belastungsempfinden an unterschiedlichen Orten zu erheben, da sich daraus unterschiedliche Schwerpunkte für Aktivitäten ableiten lassen: Für Wohnräume (Aktivitäten im Bereich Wohnungsbau), am Arbeitsweg (Aktivitäten im Bereich öffentlicher Verkehrsflächen und öffentlicher Verkehrsmittel) und in der Arbeit (Aktivitäten hinsichtlich Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit). Nicht-klimatische Faktoren wie zum Beispiel Alter, gesundheitliche Situation, wirtschaftliche Situation, Bildung, Migrationshintergrund, etc. spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, um eine repräsentatives Lagebild zu erhalten und besonders betroffene *Hot-Spots* zu identifizieren.

15 Fazit

Aufgrund ihrer dichten Bebauung weisen Städte ausgeprägte Wärmeinseln auf, deren Ausprägung sich durch den Klimawandel in diesem Jahrhundert zunehmend intensivieren wird. Daneben erwarten Städte eine steigende Häufigkeit und Intensität von Hitzeperioden, die sich vor allem durch sehr hohe Temperaturen in der Nacht – die nicht mehr unter 18° Celsius sinken – auszeichnen: In jenem Zeitraum, der für die thermische Entlastung und Erholung der Bevölkerung besonders wichtig ist. Und auch im Durchschnitt muss sich Wien auf eine Temperaturzunahme von 2-4° C einstellen.

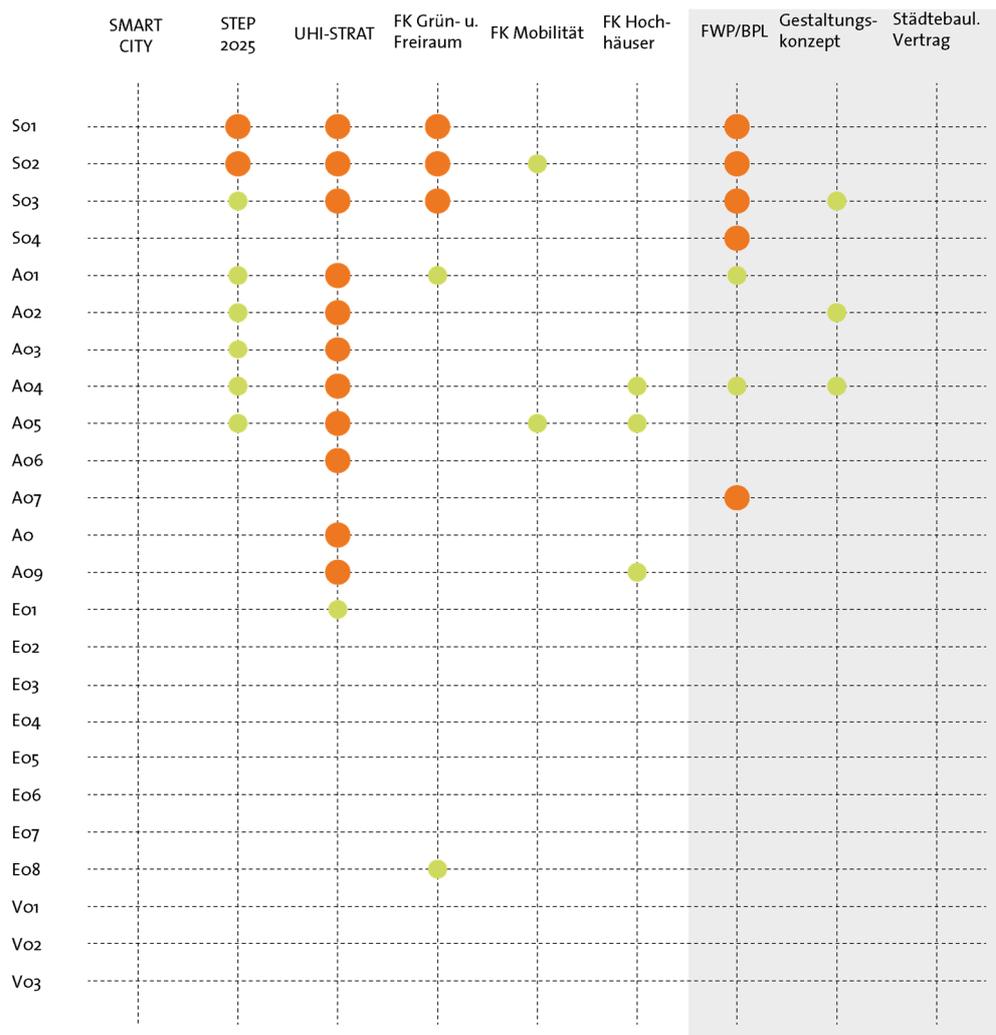
Wie die Hitzewelle im Jahr 2003 gezeigt hat, ist ein *Aushalten* in Bezug auf die stadtklimatischen Veränderungen keine gangbare Strategie. Dies ist höchstens für junge und gesunde Menschen denkbar. Anpassungsmaßnahmen sind daher dringend erforderlich. Aufgrund dieser zunehmenden Häufigkeit und Intensität von Hitzewelle ist auch eine steigende subjektive Betroffenheit festzustellen: Dies ist eine wichtige Grundvoraussetzung für die Akzeptanz von Anpassungsmaßnahmen.

Auch wenn die Problematik für eine mitteleuropäische Stadt wie Wien nicht im selbem Ausmaß relevant ist wie für weiter südlich gelegene Städte, muss es trotzdem das Ziel sein, die hohe Lebensqualität Wiens auch zukünftig sicherzustellen. Hierfür sind letztlich nicht nur die Akteure der Stadtplanung und der Stadtverwaltung gefragt, sondern auch Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber, Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer, Mieterinnen und Mieter, Planerinnen und Planer, Architektinnen und Architekten sowie Bauträger und Projektentwickler. Erforderlich sind daher ein Maßnahmenmix auf allen Ebenen der Planung sowie laufende Information. Wichtig bei allen geplanten Anpassungsmaßnahmen ist, dass der betroffene Mensch und die Lebensqualität in den Vordergrund gestellt werden.

Da die räumliche Verteilung besonders vulnerabler Gebiete zu großen Teilen das Ergebnis raumbezogener Planungsprozesse ist, stellt diese komplexe Schwerpunktaufgabe neue Anforderungen an die Instrumente der Planung. Die eingangs aufgestellte These, dass die bestehenden Planungsinstrumente für die Bewältigung dieser Herausforderung nicht ausreichen, konnte teilweise bestätigt werden. Vielfach werden Regelungsmöglichkeiten im Rahmen der bestehenden Instrumente zwar noch nicht ausgeschöpft, teilweise fehlen jedoch auch verbindliche Regelungsmöglichkeiten und Entscheidungsgrundlagen.

Grundsätzlich scheinen in Hinblick auf eine multiskalare Ansatzweise viele Instrumente vorhanden zu sein. Geht man tiefer auf die Inhalte ein, offenbaren die vorhandenen Planungsinstrumente gewisse Schwächen, insbesondere, wenn man neben Standorten und Anlagen auch mögliche Eingriffe in Organisationen und Verhaltensweisen berücksichtigt.

Abb.74: Zusammenstellung der innerhalb der geprüften Planungsinstrumente angesprochenen Eingriffsmöglichkeiten. Orange Kreise symbolisieren geplante Eingriffe, grüne Kreise symbolisieren ungeplante Eingriffe. Die Smart City Rahmenstrategie bleibt in Bezug auf das Forschungsthema so vage, dass keine konkreten Bezüge benannt werden. Städtebauliche Verträge hingegen sind zu projektspezifisch, als dass eine generalisierende Aussage möglich wäre.



Wie die Zusammenstellung der angesprochenen Eingriffsmöglichkeiten zeigt, sind geplante Eingriffe vorwiegend in gesamtstädtischen Planungsinstrumenten und sektoralen Fachplanungen anzufinden. Weniger Eingriffe sehen bereits jene Planungsinstrumente vor, die unmittelbar für die Bebauung am Grundstück wirksam werden (grau hinterlegt). Warum aber wird die Anpassung von Organisationen und die Änderung von Verhaltensweisen nur in einem Planungsinstrument angesprochen? Hieraus lässt sich eigentlich nur schließen, dass das Verständnis von Raumplanung im Sinne von raumrelevanten Einflussmöglichkeiten in der Praxis nach wie vor einem klassischen Planungsverständnis folgt. Das bedeutet nicht, dass Maßnahmen aus diesen Bereichen nicht als notwendig erkannt werden, man betrachtet sie scheinbar nicht als eine Aufgabe der Raumplanung.

Im Rahmen des Doktorandenkollegs wurden Experteninterviews geführt, die eine im Sommer 2016 durchgeführte halbstandardisierte Online-Befragung zum Thema Hitze in der Stadt ergänzt haben. Ziel war es, Schlussfolgerungen und Vermutungen zu prüfen sowie Haltungen und Meinungen zum Thema ausgewählter Akteurinnen und Akteure der Stadt- und Raumplanung zu erheben. Unter den interviewten Personen besteht überwiegende Übereinstimmung, dass die vorhandenen Planungsinstrumente dem Grunde nach vorhanden sind und weitere, zusätzliche Instrumente die Lage nicht wesentlich verbessern würden. Eine grundsätzliche Bedeutung hat die Frage, in wie weit das Thema auch auf die politische Agenda

kommt: Hier sehen alle Befragten übereinstimmend großen Handlungsbedarf. Das Themenfeld Hitze in der Stadt wird als eine der zentralen Herausforderungen der Stadtplanung gesehen.

Die Erstellung der rechtlich verbindlichen Planungsinstrumente – das sind in Wien der Flächenwidmungs- und der Bebauungsplan – wird sehr oft von informellen Planungsprozessen begleitet. Dies sind zum Beispiel kooperative Planungsverfahren, mit welchen die Stadt Wien bereits große Erfahrung besitzt: Hier bietet sich großes Potenzial, um das Thema inhaltlich einfließen zu lassen. Wien hat mit dem UHI-STRAT zudem bereits eine sektorale Fachplanung vorgelegt, die Probleme und Lösungsmöglichkeiten aufzeigt und daher in solchen Verfahren als Grundlage zur Anwendung kommen kann. Es ergibt sich jedoch aus dem UHI-STRAT keine Rechtsverbindlichkeit und es kommt diesem nicht die Funktion eines städtebaulichen Rahmenplans zu.

Im Sinne eines einheitlichen und nachvollziehbaren Verwaltungshandelns und einer effizienten Allokation knapper öffentlicher Ressourcen sieht der Verfasser daher die Notwendigkeit, die bestehenden Planungsinstrumente zu erweitern: Vorgeschlagen wird die Aufnahme eines rechtsverbindlichen *urban quality factors* in den Flächenwidmungs- und Bebauungsplan. Ein solches Mittel parametrischer Steuerung⁴¹ könnte einen Zielwert für erforderliche, stadtklimatisch wirksame Flächen vorgeben, während der Projektwerberin die konkrete Ausgestaltung obliegt. Anwendungen wären vor allem im Bereich bebauter, innerstädtischer Quartiere möglich, um eine sukzessive klimaangepasste Transformation anzustoßen. Da Eingriffe in den Bestand im Privateigentum schwer möglich sind, können Anpassungsmaßnahmen vorwiegend nur bei baulichen Veränderungen wie Neu- oder Zubauten initiiert werden. Zu diesem Zeitpunkt kann ein *urban quality factor* einen Beitrag leisten. Ähnlich wird in manchen Bundesländern mit städtebaulichen Kennzahlen wie der Bebauungsdichte umgegangen: Eine Bandbreite gibt die Mindestbebauungsdichte (im Sinne des Raumordnungsziels des sparsamen Umgangs mit der nicht vermehrbaren Ressource Boden) und die Maximalbebauungsdichte (aus vielschichtigen, vorwiegend städtebaulichen Gründen) vor. Im Fall des *urban quality factor* ist eine Bandbreite natürlich nicht sinnvoll, da es keine fachlichen Gründe geben kann, stadtklimatisch wirksame Flächen zu beschränken: Hier wird man mit Mindestanforderungen im Sinne eines Verschlechterungsverbots das Auslangen finden. In der Fachwelt bereits bekannt sind zudem Grünflächenfaktoren wie der Berliner Biotopflächenfaktor, auf welchem der vorge-

⁴¹ Bei der parametrischen Steuerung werden den Adressaten der Steuerung nur Ziele oder Restriktionen bekanntgegeben. Wie diese zu erreichen sind, bleibt den Adressaten selbst überlassen und ihnen somit Freiräume und Handlungsalternativen. Parametrische Steuerungsinstrumente haben den Vorteil, dass sie Konfliktpotenzial vermeiden, da sich Adressaten oftmals leichter mit den Zielen der Steuerung denn mit den Mitteln identifizieren können (Jung 2008,75f). Einen Vorteil sieht der Verfasser zudem in der Verwaltungsvereinfachung: Wenn die Wahl der Mittel und der Nachweis der Zielerreichung dem Adressaten obliegen, entlastet dies die handelnden Behörden, denn diese müssen die zum Nachweis eingereichten Unterlagen nur auf deren Plausibilität prüfen. Ausgangs sind selbstverständlich die Definition der Berechnungsmethode sowie zugehörige Erläuterungen erforderlich, wodurch für die Behörden zusätzlicher Aufwand entsteht. Beispielsweise bietet die Stadt Berlin diese Informationen auf ihrer Homepage an (<https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/landschaftsplanung/bff/>).

schlagene *urban quality factor* beruht. Grünflächenfaktoren werden bereits in Städten wie Berlin, Malmö oder Seattle erfolgreich angewandt. In Hinblick auf die Akzeptanz und Durchsetzbarkeit erscheint die Einführung eines solchen Faktors daher durchaus realistisch.

Für die Festlegung des *urban quality factor* ist allerdings eine nachvollziehbare und einheitliche Datengrundlage unbedingt erforderlich: Hierzu kann eine Betroffenheitsanalyse (Vulnerabilitätsanalyse) dienen, die allerdings aus Sicht des Verfassers auch nicht-klimatische Faktoren berücksichtigen muss. Ziel wäre die Identifikation und Verortung von Quartieren, die aufgrund ihrer städtebaulichen Struktur und ihres sozioökonomischen Gefüges besonders anfällig für die Auswirkungen der städtischen Überwärmung sind und in denen nur begrenzte Kapazitäten für Anpassungsmaßnahmen bestehen. Die räumliche Darstellung städtischer Überwärmung als einzige Grundlage für Anpassungsmaßnahmen greift aus Sicht des Verfassers zu kurz, wenn sie sozioökonomische Faktoren außer Acht lässt. Anpassungsmaßnahmen können dann nämlich nur begrenzt zielgerichtet eingesetzt werden und es wird somit dem Ziel der Umweltgerechtigkeit nicht entsprochen. Ein gutes Beispiel stellt der städtebauliche Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe dar, hier werden nicht-klimatische Aspekte bereits berücksichtigt. Auch das in der Smart City Rahmenstrategie und im STEP 2025 angesprochene Ziel der sozialen Inklusion kann ohne diese horizontale, disziplinübergreifende Betrachtungsweise nicht, oder nur begrenzt erreicht werden. Eine Betroffenheitsanalyse würde die Nachvollziehbarkeit des Verwaltungshandelns und die Umsetzung der langfristigen strategischen Ziele sicherstellen. Ein festgelegtes Verfahren ist zudem reproduzierbar und stellt auch über mehrere Revisionen hindurch ein einheitliches und vergleichbares Ergebnis sicher.

Die vorgeschlagenen Planungsinstrumente spiegeln zudem wider, dass die Lösung der vorliegenden Planungsaufgabe einerseits den Umgang mit Unsicherheit und Dynamik im Rahmen eines gesamtstädtischen Instrumentes wie der Betroffenheitsanalyse, andererseits aber auch ein rechtsverbindliches Instrument erfordert, um in den eigentumsrechtlich geschützten Bestand einzuwirken. Da die Hierarchie der Planungsinstrumente in vielen Laborräumen vergleichbar ist – insbesondere in der DACH-Region – und einzelne Elemente der vorgeschlagenen Instrumente schon in ähnlicher Form anderswo in Verwendung sind, scheint die Übertragbarkeit des Grundprinzips dieser ineinandergreifenden Instrumente in andere Laborräume gegeben zu sein.

Wie lässt sich diese komplexe Schwerpunktaufgabe in einer Gesamtsicht lösen? Zunächst braucht es aus Sicht des Verfassers eine koordinierte Anpassungsstrategie über alle Planungsinstrumente hinweg. Die Planungsinstrumente selbst wiederum müssen die potenziellen Eingriffsmöglichkeiten in einem multiskalaren Verbund umsetzen. Das bedeutet, sie müssen maßstabsgerecht eingesetzt werden, denn nicht jedes Instrument eignet sich für die Umsetzung aller erforderlichen Eingriffe. So wird beispielsweise die Freihaltung von Frischluftschneißen vornehmlich Inhalt von gesamtstädtischen Planungsinstrumenten sein müssen, während mikroklimate Verbesserungen im Bestand tendenziell eher auf Ebene des Grätzls oder des Bauplatzes erreicht werden können. Eine solche Strategie sollte auf sechs Stoßrichtungen beruhen:

1. Baulandausweisungen sorgsam abwägen

Auf Basis nachvollziehbarer Entscheidungsgrundlagen ist bei neuen Baulandausweisungen besonderes Augenmerk darauf zu legen, ob diese Flächen nicht zukünftig für die Anpassung an die Besonderheiten des Stadtklimas benötigt werden. Aufgrund des Bestandsschutzes sind Flächen, sobald sie einmal bebaut sind, aus stadtklimatischen Gründen heraus nicht mehr zurück zu gewinnen. Vorbehaltsflächen und zeitliche beschränkte Baulandwidmungen gem. § 4 Abs. 4 BO für Wien stellen hier mögliche Instrumente dar.

2. Transformationsflächen nutzen

Transformationsflächen bieten die Chance der doppelten Innenentwicklung und des Ausgleichs von Defiziten in angrenzenden Quartieren. Da Qualitäten nicht aus dem Bestand heraus entwickelt werden müssen, können höhere Maßstäbe als in bereits dicht bebauten Stadtquartieren angesetzt werden oder Flächen rein der stadtklimatischen Verbesserung gewidmet werden.

3. Sanft auf den Bestand einwirken

Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit kann davon ausgegangen werden, dass eine Vulnerabilitätsanalyse zutage fördern wird, dass insbesondere in den dicht bebauten innerstädtischen Quartieren das Risiko der Betroffenheit besonders hoch ist. Es muss daher versucht werden, unter Berücksichtigung von Bestandsschutz und Eigentumsrechten angemessen mit Forderungen und Anreizen (beispielsweise Förderungen) auf den Bestand einzuwirken. Standards und Qualitäten müssen dabei aus dem Bestand abgeleitet werden, keinesfalls sollten Anpassungsmaßnahmen ausschließlich dem Engagement von Bauherrinnen und Bauherren überlassen werden. Vorgeschlagen wird daher die Einführung eines *urban quality factor*, der im Bebauungsplan rechtsverbindlich verankert wird und Ausdruck eines Mindeststandards an umweltrelevanten Maßnahmen ist, die bei weiterer Bebauung mindestens erreicht werden müssen.

4. Sensitive Nutzungen räumlich lenken

Langfristig wird man auch nicht umhinkommen, über die räumliche Situierung hitzesensitiver Nutzungen wie Krankenhäuser, Pflegeheime, Schulen oder Kindergärten nachzudenken. Hierzu sind Instrumente bereits vorhanden: Sowohl über den Flächenwidmungsplan als auch über den Bebauungsplan lässt sich diesbezüglich die langfristige Entwicklung steuern (zielorientierte Angebotsplanung). Dieser Prozess weist freilich einen extrem langen Umsetzungshorizont auf. Dieser aus Verfassersicht sehr wichtige Punkt wird derzeit in den Planungsinstrumenten noch nicht angesprochen. Auf gesamtstädtischer Ebene muss dieses Ziel erst verankert werden.

5. Öffentliche Grün- und Freiräume ausdehnen und aufwerten

Öffentliche Grün- und Freiräume sind von hoher Bedeutung in ihrer Funktion als thermische komfortable Bewegungslinien sowie als Orte der thermischen Erholung (Erholungsfunktion). Die Kaltluftproduktion selbst wird – insbesondere, wenn man den Menschen und die Lebensqualität in den Mittelpunkt der Frage rückt – überschätzt. Hingegen spielt die Vernetzung von Grün- und Freiräumen eine große Rolle. Durch Baumpflanzungen, Anlage von Parks, grünen Gleisen oder erlebbaren Wasserflächen bestehen viele Möglichkeiten, zu einer Reduktion der städtischen Überwärmung und Verbesserung der thermischen Behaglichkeit beizutragen. Berücksichtigt werden muss allerdings, dass sich die Anforderungen an die Gestaltung von Grün- und Freiräumen und die eingesetzten Pflanzen ändern werden, weshalb zukünftig geeignete Pflanzen auszuwählen sind und Bewässerungsmaßnahmen eingeplant werden müssen.

6. Bewusstsein bilden, Verhalten ändern und Organisationen anpassen

Um Veränderungen bei Einzelpersonen wie auch bei Einrichtungen (z.B. Krankenhäuser) zu bewirken, muss zunächst ein Problembewusstsein geschaffen werden. Dieser Prozess ist teilweise aufgrund der hohen subjektiven Betroffenheit und der daraus folgenden intensiveren Berichterstattung in den Medien bereits angestoßen. Ergänzend müssen Informationen angeboten werden, wie man sich als Einzelperson anpassen kann und wie Einrichtungen auf diese Herausforderungen reagieren können. Der Hitzewarndienst der Wiener Landessanitätsdirektion stellt ein Beispiel dar, wie organisatorische Maßnahmen zur Anpassung und zur Änderung von Verhaltensweisen beitragen können. Dieser präventive Service wurde 2010 eingerichtet und warnt, sobald drei aufeinander folgende Hitzetage zu erwarten sind. Die Informationen werden über die Wiener Stadtmedien und die Homepage der Stadt Wien veröffentlicht bzw. werden relevante Institutionen direkt gewarnt. Zur Information der Bevölkerung wurde ein Hitzeratgeber aufgelegt (Landessanitätsdirektion Wien o.J.). Weitere Anstrengungen, vor allem auch im Bereich privater Organisationen und Firmen, sind allerdings noch erforderlich. Eine Stabsstelle für Stadtklima und Klimaanpassung könnte das Problembewusstsein und organisatorische Maßnahmen vorantreiben.

Schlussbemerkungen

Die Anpassung an die städtische Überwärmung und den Klimawandel stellt nicht zuletzt aufgrund ihrer Dynamik und Unsicherheit eine komplexe Schwerpunktaufgabe dar, der sich die Planung wegen zunehmend subjektiver Betroffenheit verstärkt widmen wird müssen. *Aushalten* ist dabei keine gangbare Strategie, wenn man auf eine zukünftig gleichbleibend hohe Lebensqualität in urbanen Räumen setzen will. Diese ist zugleich die Grundvoraussetzung für einen haushälterischen Umgang mit der Ressource Boden, aus dem sich eine Forcierung der Innenentwicklung gegenüber dem Flächenverbrauch in der Peripherie als raumplanerische Prämisse ableitet. Würde man das Problem nicht aktiv adressieren, so stünde das Risiko im Raum, dass entgegen diesem Ziel die Abwanderung aus den Städten und die Zersiedelung der Landschaft wieder zunimmt. Bereits in der Geschichte haben Umweltbelastungen zur Abwanderung aus Städten geführt, beispielsweise im Zuge der Industrialisierung. Aufgrund der Unsicherheit und Dynamik können Anpassungsmaßnahmen allerdings nicht *mit der Brechstange* vollzogen werden. Vielmehr bedarf es vor allem im eigentumsrechtlich geschützten Bestand eines sanften aber konsequenten Einwirkens. Im Sinne einer doppelten Innenentwicklung kann hier jedoch mit Anreizen wie zum Beispiel Bonuskubaturen ein beiderseitiger Nutzen für die Allgemeinheit und die Grundeigentümerinnen und -eigentümer erzielt werden. Gänzlich dem Engagement von Bauherrinnen und Bauherren darf man die Anpassung freilich nicht überlassen. Klar ist auch, dass es für diesen Transformationsprozess Expertinnen und Experten benötigt, die neben stadtklimatischer und ökologischer Expertise auch über fundierte Erfahrung im Einsatz der Planungsinstrumente und deren Möglichkeiten verfügen. In Planerstellungsverfahren sind Beiträge aus ausschließlich klimatologischer Brille selten zielführend, weil das Stadtklima nur einen Aspekt des planerischen Abwägungsprozesses darstellt. Kostengünstige Eingriffe aus dem *low-tech-Bereich* lassen sich zudem einfach aus vielen Regionen der Erde kopieren. Vor allem im Vergleich historisch gewachsener Städte zu modernen, schnell gewachsenen Städten, lässt sich ablesen, wie die Fähigkeit mit *low-tech*-Maßnahmen auf regionalen klimatische Besonderheiten zu reagieren, verloren gegangen ist (Laue 2009,182). Zeugnis solch klimagerechter Bauweise legen beispielsweise die engen Gassen toskanischer Orte (bessere Beschattung) oder die gekalkten Dächer Griechenlands ab (Erhöhung der Albedo). Trotz aller Unsicherheit und Dynamik, die diesem für die Raumplanung noch verhältnismäßig jungem Thema innewohnt, lässt sich konstatieren, dass das Zeitfenster derzeit noch günstig ist. Schenkt man den Klimaprognosen Glauben, sind die gravierendsten Auswirkungen nämlich erst Mitte dieses Jahrhunderts zu erwarten. Um dem heutigen Wissen auch Handlungen folgen zu lassen besteht somit noch Möglichkeit. Zeit sollte man sich damit jedoch nicht mehr zu lange lassen.

16 Quellenverzeichnis

- Altrock, U. (2014): Die Anpassungsfähigkeit von Städten. Berlin.
- ARL (2005): Handwörterbuch der Raumordnung. 4., neu bearbeitete Auflage, Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover.
- ARL (2011): Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Klaus Borchard (Leitung), Hannover.
- Auer, Ingeborg, Böhm, Reinhard und Mohnl, Hans (1989): Klima von Wien: eine anwendungsorientierte Klimatographie. Forschungsprojekt (Projekt WC 8) im Rahmen der Bund-Bundesländer-Kooperation auf dem Gebiet der Rohstoff- und Energieforschung, Wien.
- Auer, Martin (1998): Die Änderung des Flächenwidmungsplanes: Rückwidmung - Rechtsschutz – Entschädigung. Wien.
- Beermann, Björn, Berchtold, Martin, Baumüller, Jürgen und Gross, Günter (2013): Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe (Teil I). Forschungsbericht KLIMOPASS, in: *Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe.*
- Beermann, Björn, Berchtold, Martin, Baumüller, Jürgen und Gross, Günter (2014): Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe (Teil II). Forschungsbericht KLIMOPASS, in: *Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hrsg.), Karlsruhe.*
- Bettgenhäuser, Kjell, Boermans, Thomas, Offermann, Markus, Krechting, Anja und Becker, Daniel (2011): Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Birkmann, Jörn, Böhm, Hans Reiner, Buchholz Franz, Büscher, Dirk, Daschkeit, Achim, Ebert, Sebastian, Fleischhauer, Mark, Frommer, Birte, Köhler, Stefan, Kufeld, Walter, Lenz, Susanne, Overbeck, Gerhard, Schanze, Jochen, Schlipf, Sonja, Sommerfeldt, Petra, Stock, Manfred, Vollmer, Maiker und Walkenhorst, Oliver (2013): Glossar Klimawandel und Raumentwicklung. *E-Paper der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Hannover: Selbstverlag.*
- Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (BMGF) (2017): Gesamtstaatlicher Hitzeschutzplan. Wien.
- Böhme, Christa, Preuß, Thomas, Bunzel, Arno, Reimann, Bettina, Seidel-Schulze, Antje und Landua, Detlef (2015): Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum – Entwicklung von praxistauglichen Strategien und Maßnahmen zur Minderung sozial ungleich verteilter Umweltbelastungen. Wien: Umweltbundesamt.
- Bongardt, Benjamin (2005): Stadtklimatologische Bedeutung kleiner Parkanlagen - dargestellt am Beispiel des Dortmunder Westparks. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.

- Bossel, Hartmut (1998): Erkundung nachhaltiger Zukunftspfade. Wasserspuren - Erkundung nachhaltiger Zukunftspfade, Gedanken zum Thema nachhaltige Raumnutzung in Zusammenhang mit dem Jubiläum »125. Jahre Wiener Hochquellwasserleitung«, 6-13, Wien.
- Brandenburg, Christiane, Allex, Brigitte, Liebl, Ursula, Czachs, Christina und Gerersdorfer, Thomas (2011): *Hot town - summer in the city* Auswirkungen von Hitzetagen auf das Freizeit- und Erholungsverhalten sowie das Besichtigungsprogramm von Städtetouristen - dargestellt am Beispiel Wien. Endbericht in StartClim2010.F, Wien: Universität für Bodenkultur.
- Daly, Herman E. (1996): *Beyond growth: the economics of sustainable development. Economics of sustainable development*, Boston: Beacon.
- Damyjanovic, Doris, Reinwald, Florian, Brandenburg, Christiane, Allex, Brigitte, Gantner, Birgit, Morawetz, Ulrich und Preiss, Jürgen (2016): *Pilot Action City of Vienna – UHI-STRAT Vienna*. in: Musco, F. *Counteracting Urban Heat Island Effects in a Global Climate Change Scenario*, 257-280, Cham: Springer International Publishing.
- Danielzyk, Rainer (2005): Informelle Planung. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*, 465-469, Hannover.
- Der Standard (2015): Leben wie Dornröschen gegen die Gluthitze in Wien. 17.06.2015.
- Die Presse (2015): Heiß, heißer, Großstadt. 04.07.2015.
- Die Presse (2017): Wien erlebt heißeste Nacht seit Beginn der Messungen. 23.07.2017.
- Erlach, Norbert (2012): Dachgrün. Studie im Auftrag der Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien, Wien.
- Fanger, Poul O. (1972): *Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering*. New York: McGraw-Hill.
- Fleischhauer, Mark und Bornefeld, Benjamin (2006): Klimawandel und Raumplanung, Ansatzpunkte der Raumordnung und Bauleitplanung für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel. *Raumforschung und Raumordnung*, 64, 161-171.
- Formayer, Herbert, Haas, Patrick, Hofstätter, Michael, Radanovics, Sabrina und Kromp-Kolb, Helga (2007): Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionstrategien. Bericht 1. Teil, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur Wien.
- Freisitzer, Kurt und Maurer, Jakob (1985): Das Wiener Modell, Erfahrungen mit innovativer Stadtplanung; empirische Befunde aus einem Großprojekt. Wien: Compress.
- Friedrichs, Jürgen (2005): Empirische Sozialforschung. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*, 1040-1045, Hannover.

- Gehl, Jan (2015): Städte für Menschen. Berlin: Jovis.
- Gerersdorfer, Thomas, Formayer, Herbert, Moshhammer, Hans, Frank, Andreas, Haas, Patrick und Leitner, Barbara (2006): Untersuchung zur nächtlichen Abkühlung in einem sich ändernden Klima. Endbericht in StartClim2005.A1b, Universität für Bodenkultur Wien; Medizinische Universität Wien.
- Geuder, Heinrich und Fuchs, Gerald (2014): Bauordnung für Wien: kommentierte Gesetzesausgabe samt Nebengesetzen und wichtigen höchstgerichtlichen Entscheidungen. Wien: Linde.
- Giffinger, Rudolf, Fertner, Christian, Kramar, Hans, Kalasek, Robert, Pichler-Milano-vic, Natasa und Meijers, Evert (2007): *Smart cities, Ranking of European medium-sized cities*. Centre of Regional Science, Technische Universität Wien.
- Ginski, Sarah, Klemme, Marion, Pfaffenbach, Carmella und Siuda, Agata (2013): Anpassung durch Akzeptanz - Der Umgang lokaler Akteure mit sommerlicher Hitze. *disP - The Planning Review*, 193, 86-100.
- Greiving, Stefan (2009): Informelle raumplanerische Ansätze zur Anpassung an den Klimawandel. *SIR - Mitteilungen und Berichte*, 34/2009-2010, 27-37.
- Greiving, Stefan und Fleischhauer, Mark (2008): Raumplanung: in Zeiten des Klimawandels wichtiger denn je! *RaumPlanung*, 137, 61-66.
- Großmann, Karin, Franck Ulrich, Krüger, Michael, Schlink, Uwe, Schwarz, Nina und Stark, Kerstin (2012): Soziale Dimension von Hitzebelastung in Großstädten. *disP - The Planning Review*, 191, 56-68.
- Grotfels, Susan und Schön, Hendrick (2005): Abwägung der Belange. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*, 13-18. Hannover.
- Haber, Wolfgang (2011): Die unbequemen Wahrheiten der Ökologie, eine Nachhaltigkeitsperspektive für das 21. Jahrhundert. Erste Carl-von-Carlowitz-Vorlesung des Rates für Nachhaltige Entwicklung anlässlich seiner 9. Jahreskonferenz in Berlin am 23. November 2009, München: Oekom.
- Hanika, Alexander (2010): Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Österreich 2010 - 2030 mit Ausblick bis 2050 ("ÖROK-Prognosen"). Wien: Österreichische Raumordnungskonferenz.
- Hecht, Michael und Pekar, Rudolf (2016): Der städtebauliche Vertrag nach der BO für Wien in der Praxis. *immolex*, 03/2016.
- Hoffert, Hannes, Fitzka, Günther, Stangl, Elisabeth und Lumasegger, Mario (2008): Grünraummonitoring Wien. Nußdorf/Wien: Revital ZT-GmbH und freiland Umweltconsulting im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, Magistratsabteilung 22 - Umweltschutz.
- Höhnberg, Ulrich (2005): Instrumente zur Verwirklichung von Raumordnung und Landesplanung. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*, 483-488, Hannover.

- Höppe, Peter und Mayer, Helmut (1987): Planungsrelevante Bewertung der thermischen Komponente des Stadtklimas. in: *Landschaft und Stadt*, 19, 22-30, Stuttgart: Ulmer.
- Hübler, Karl-Hermann (2005): Methoden und Instrumente der räumlichen Planung. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*, 635-641, Hannover.
- Hupfer, Peter und Kuttler, Wilhelm H. (2006): Witterung und Klima - eine Einführung in die Meteorologie und Klimatologie. Wiesbaden: Teubner.
- IPCC (2007): Klimaänderung 2007: Synthesebericht. Stuttgart: IPCC-Koordinierungsstelle.
- IPCC (2013): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis; Summary for Policymakers, IPCC Fifth Assessment Report*, IPCC.
- Jakob, Anton (2010): Der Biotopflächenfaktor als städtebauliche Kennzahl. Diplomarbeit, Technische Universität Wien.
- Jann, Werner (1981): Kategorien der Policy-Forschung. Speyerer Arbeitshefte, 37.
- Jedelsky, Brigittte (2005): Grüngürtel Wien 95. in: Brunner, Karl und Schneider, Petra. (Hrsg.): Umwelt Stadt, Geschichte des Natur- und Lebensraumes Wien. Wien.
- Jendritzky, Gerd (2007): Die Folgen des Klimawandels für die Gesundheit. in: Endlicher, Wilfried und Gerstengarbe, Friedrich-Wilhelm: *Der Klimawandel - Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*. 108-118.
- Jendritzky, Gerd, Sönning, Walter und Swantes, Hans Jürgen (1979): Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt- und Landschaftsplanung ("Klima-Michel-Modell"). *Akademie für Raumforschung und Landesplanung* 28. 85.
- Jung, Wolfgang (2008): Instrumente räumlicher Planung, Systematisierung und Wirkung auf die Regimes und Budgets der Adressaten. Hamburg: Kovač.
- Kaiser, August (1996): Studie zum Aufbau eines Vertikalprofils für den Raum Wien. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Konukiewitz, Manfred (1985). Die Implementation räumlicher Politik. Eine empirische Untersuchung zur Koordination des Vollzugs raumwirksamer Maßnahmenprogramme. *Schriften des Zentralinstituts für sozialwissenschaftliche Forschung der Freien Universität Berlin*, 46.
- Kromp-Kolb, Helga, Formayer, Herbert und Clementschitsch, Lukas (2007): Auswirkungen des Klimawandels auf Wien unter besonderer Berücksichtigung von Klimaszenarien. Institut für Meteorologie und Physik, Universität für Bodenkultur Wien.
- Kruise, Annika (2011): GRaBS expert paper nr. 6: *The green space factor and the green points system*. Malmö.

- Kuttler, Wilhelm (2011): Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen. *Environmental Sciences Europe*, 2011.
- Landessanitätsdirektion Wien o.J., Wiener Hitzeratgeber.
- Landschaft Planen und Bauen und Becker Giseke Mohren Richard 1990. Der Biotopflächenfaktor als ökologischer Kennwert (Kurzfassung). Berlin.
- Laue, Henrik M. (2009): Gefühlte Landschaftsarchitektur, Möglichkeiten der thermischen Einflussnahme in städtischen Freiräumen. Dissertation, Universität Kassel.
- Leiner, Dominik J. (2014): *SoSci Survey* (computer software) Version 2.5.00-i.
- Loibl, Wolfgang, Tötzer, Tanja, Mario, K., Nabernegg, Stefan und Steininger, Karl (2013): *Cities and urban green* (Entwurf). Wien.
- Machat, Renate (2005): Ein Grüngürtel um Wien. Aus der Entstehungsgeschichte des Wald- und Wiesengürtels. in: Brunner, Karl und Schneider, Petra. (Hrsg.): *Umwelt Stadt, Geschichte des Natur- und Lebensraumes Wien*, Wien.
- Mathey, Juliane (2011): Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel: Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben (FKZ 3508 821 800) »Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel«. Münster: Bundesamt für Naturschutz - Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag.
- Matzarakis, Andreas (2001): Die thermische Komponente des Stadtklimas. Habilitation, Meteorologisches Institut, Universität Freiburg.
- Moshhammer, Hans, Hutter, Hans Peter, Frank, Andreas, Gerersdorfer, Thomas, Hlava, Anton, Sprinzl, Günter und Leitner, Barbara (2006): Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien. Endbericht in StartClim2005.A1a, Medizinische Universität Wien, Universität für Bodenkultur Wien.
- Moshhammer, Hans, Hutter, Hans Peter und Gerersdorfer, Thomas (2009): Einfluss von Adaptionsmaßnahmen auf das Sterberisiko durch Temperaturextreme. Endbericht in StartClim2008.A: Medizinische Universität Wien, Universität für Bodenkultur Wien.
- Müllner, Kirsten und Kramer, Klaus (2010): Wie entwickelt sich der Grünraum in Wien? CORP 2010, Wien.
- Oke, Timothy R. (1987): *Boundary layer climates*. London, Routledge.
- Oke, Timothy R. (1997): *Urban Environments*. in: Bailey, W. G., Oke, Timothy R. und Rouse, Wayne R. (Hrsg.) *The surface climates of Canada*. 303-327 Montreal, Kingston, London: Buffalo: McGill-Queen's University Press.
- Park, Jong-Ki (2010): Fluss als städtebauliches und architektonisches Element der Stadterneuerung. Dissertation, TU Berlin.
- Rainer, Herbert (2014): Städtebauliche Verträge in Wien. *immolex*, 9/2014.

- Rittel, Horst und Webber, Melvin (1973): *Dilemmas in a General Theory of Planning*. *Policy Sciences* 4(2) June, 155-169.
- Robine, Jean-Marie, Cheung, Siu Lan, Le Roy, Sophie, Van Oyen, Herman und Herrmann, Francois (2007): *Report on excess mortality in Europe during summer 2003*. in: *EU Community Action Programme for Public Health* (Hrsg.). Brüssel: University of Montpellier
- Rudolf-Miklau, Florian (2014): Informationswirkung von Gefahrenzonenplanungen. *Recht der Umwelt*, 2014/05.
- Scharf, Bernhard, Bruse, Michael, Schnepf, Doris, Anschöber, Johannes und Kraus, Florian (2016): GREENpass pre-assesment - städtebaulicher Ideenwettbewerb Areal Eurogate. Wien: Wiener Umwelthanwaltschaft
- Schindegger, Friedrich (1999): *Raum, Planung, Politik - ein Handbuch zur Raumplanung in Österreich*. Wien: Böhlau Verlag.
- Scholl, Bernd (2011a): Die Methode der Testplanung - Exemplarische Veranschaulichung für die Auswahl und den Einsatz in Klärungsprozessen. in: ARL, *Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung*. 330-346, Hannover.
- Scholl, Bernd (2011b): Methoden, Einordnung sowie Denkmuster für den Einsatz und Umgang in der Raumplanung. in ARL, *Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung*. 281-291, Hannover.
- Scholles, Frank (2005): Bewertungs- und Entscheidungsmethoden. in: ARL, *Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung*. 97-106, Hannover.
- Schönwandt, Walter (2002): *Planung in der Krise? Theoretische Orientierungen für Architektur, Stadt- und Raumplanung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schönwandt, Walter (2013): *Komplexe Probleme lösen, ein Handbuch*. Berlin: Jovis.
- Schwab, Ulrike und Steinicke, Wolfgang (2001): *Stadtklimauntersuchung Wien*. Magistrat der Stadt Wien, Magistratsabteilung 22 Umweltschutz.
- Schwaiger, Hannes, Neil Bird, David, Gallaun, Heinz, Zuvela-Aloise, Maja und Konrad, Andre (2015): *KELVIN, Reduktion städtischer Wärmeinseln durch Verbesserung der Abstrahleigenschaften von Gebäuden und Quartieren*. Graz: Joanneum Research.
- Schwarzl, Ingeborg und Lang, Elisabeth (2005): »Hängen Hitze und Leistungsfähigkeit zusammen?« Ein Projekt an der Schnittstelle Wissenschaft und Bildung. Endbericht in StartClim2004.B, Universität für Bodenkultur Wien.
- Seiß, Reinhard (2013): *Wer baut Wien?* Salzburg: Anton Pustet.
- SIGNER, Rolf (2011): Ein Klärungsprozess für komplexe Schwerpunktaufgaben in der Raumplanung. in: ARL, *Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung*. 310 ff., Hannover.

- Spehl, Harald (2005): Nachhaltige Raumentwicklung. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*. 679-685, Hannover.
- Stadt Berlin (1999): Verordnung über die Festsetzung eines Landschaftsplans V-L-2 Frankfurt Allee Süd im Bezirks Friedrichshain von Berlin vom 09.03.1999.
- Stadt Karlsruhe (2014): Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung Karlsruhe.
- Stadt Wien (2001): Das Gestaltungskonzept gem. § 63 BauO für Wien. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stadt Wien (2009): Realnutzungskartierung Wien. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stadt Wien (2014a): Fachkonzept Hochhäuser. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stadt Wien (2014b): Fachkonzept Mobilität. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stadt Wien (2014c): Smart City Wien, Rahmenstrategie. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stadt Wien (2014d): Wien wächst... Bevölkerungsentwicklung in Wien und den 23 Gemeinde- und Zählbezirken. Magistratsabteilung 23 - Wirtschaft, Arbeit und Statistik.
- Stadt Wien (2015b): Fachkonzept Grün- und Freiraum. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stadt Wien (2015d): Materialien der Stadtentwicklung. Stadt Wien.
- Stadt Wien (2015f): Urban Heat Island - Strategieplan Wien (UHI-STRAT). Magistratsabteilung 22 – Umweltschutz.
- Stadt Wien (2017b): Vienna in Figures 2017. Wien: Magistratsabteilung 23 - Wirtschaft, Arbeit und Statistik.
- Steininger, Karl, König, Martin, Bednar-Friedl, Birgit, Kranzl, Lukas, Loibl, Wolfgang und Prettenthaler, Franz (2015): *Economic evaluation of climate change impacts: development of a cross-sectoral framework and results for Austria*. Graz, Wien: Springer International Publishing Switzerland.
- STEP 2025, Stadtentwicklungsplan Wien 2025. Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung.
- Stiles, Richard (2010): Ein Leitfaden für die Gestaltung städtischer Räume - Joint Strategy Aktivität 3.3. Wien: Technische Universität Wien.
- Stiles, Richard (2013): *Urban Fabric Types and Microclimate Response - Assessment and Design Improvement (UFT-ADI) - Ausstellung*. Wien: TU Wien - Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen - Fachbereich Landschaftsplanung und Gartenkunst.

- Stiles, Richard, Gasienica-Wawrytko, Beatrix, Hagen, Katrin, Trimmel, Heidelinde, Loibl, Wolfgang, Tötzer, Tanja und Köstl, Marion (2014): *Urban fabric types and microclimate response - assessment and design improvement (UFT-ADI) - Endbericht*. Wien: TU Wien, Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen, Fachbereich Landschaftsplanung und Gartenkunst.
- Taewoo, Nam und Pardo, A. Theresa (2011a). *Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People and Institutions*. 12th International Conference on Digital Government Research, 282-291.
- Taewoo, Nam und Pardo, A. Theresa (2011b): *Smart City as Urban Innovation: Focusing on Management, Policy and Context*. Proceedings of the 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, 185-194.
- Toppeta, Donato (2010): *The Smart City vision: How Innovation and ICT can build smart, »liveable« cities*. Think! Report 005/2010.
- Tschirk, Werner (2012): *Planung als Lernprozess, Stadtteil- und Quartiersentwicklung in Metropolregionen*. Technische Universität Wien.
- Turowski, Gerd (2005): *Raumplanung (Gesamtplanung)*. in: ARL, *Handwörterbuch der Raumordnung*, 893-898, Hannover.
- Varthalomaios, Aristotelis, Kalogirou, Nikolaos, Athanassiou, E. und Papadopoulou, Maria (2013): *The green space factor as a tool for regulating the urban microclimate in vegetation-deprived greek cities*. International Conference on »Changing Cities«. Skiathos.
- VDI (2008): *Richtlinie 3787 Blatt 2: Umweltmeteorologie - Methoden zur human-biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung - Teil I: Klima*. Verein Deutscher Ingenieure.
- Voigt, Andreas (2005): *Raumbezogene Simulation und Örtliche Raumplanung. Wege zu einem (stadt-) raumbezogenen Qualitätsmanagement*. Wien: Österreichischer Kunst- und Kulturverlag.
- Washburn, Doug und Sindhu, Usman (2010): *Helping CIOs Understand »Smart City« Initiatives*. Cambridge: Forrester Research, Inc.
- Wiesböck, Laura, Wanka, Anna, Mayrhuber, Elisabeth Ann-Sophie, Alex, Brigitte, Kolland, Franz, Hutter, Hans Peter, Wallner, Peter, Amberger, Anne, Eder, Renater und Kutalek, Ruth (2015): *Heat Vulnerability, Poverty and Health Inequalities in Urban Migrant Communities: A Pilot Study from Vienna*. Universität Wien, Universität für Bodenkultur Wien und Medizinische Universität Wien.
- Zuvela-Alois, Maja, Matulla, Christoph., Böhm, Reinhard und Langer, Matthias (2011): *Simulation von städtischen Klimaszenarien (SISSI)*. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- Zuvela-Aloise, Maja, Koch, Roland und Chimani, Barbara (2012): *Hitzegefahr: Städte im Klimawandel*. in: Widman, Helmut: *Smart city: Wiener Know How aus Wissenschaft und Forschung*. 234-240, Wien: Schmid.

Zuvela-Aloise, Maja und Matulla, Christoph (2011): *FOCUS-I - Future of Climatic Urban heat Stress Impacts*. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Rechtsgrundlagen

- BO für Wien, Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch (Bauplanung für Wien – BO für Wien), Stammfassung LGBL. Nr. 11/1930 idF LGBL. Nr. 08/2015.
- NÖ ROG 2014, Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz 2014, Stammfassung LGBL. Nr. 3/2015B-VG, Bundes-Verfassungsgesetz, Stammfassung BGBl. Nr. 1/1930 (WV) idF BGBl. I Nr. 194/1999 (DFB) idF BGBl. Nr. I 102/2014.
- StROG 2010, Gesetz vom 23. März 2010 über die Raumordnung in der Steiermark, Stammfassung LGBL. Nr. 49/2010 idF LGBL. Nr. 140/2014.
- Burgenländisches Raumplanungsgesetz, Gesetz vom 20. März 1969 über die Raumplanung im Burgenland, Stammfassung LGBL. Nr. 18/1969 idF LGBL. Nr. 79/2013.
- K- GplG 1995, Kärntner Gemeindeplanungsgesetz 1995, Stammfassung LGBL. Nr. 23/1995 idF LGBL. Nr. 85/2013.
- Salzburger ROG 2009, Gesetz vom 17. Dezember 2008 über die Raumordnung im Land Salzburg, Stammfassung LGBL. Nr. 30/2009 idF LGBL. Nr. 106/2013.
- 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.
- Gesetz über den Nationalpark Donau-Auen (Wiener Nationalparkgesetz), LGBL. Nr. 1996/37 idF LGBL. Nr. 2013/31.
- Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 (UVP-G 2000), BGBl. Nr. 697/1993 idF BGBl. NR. 4/2016.
- Wiener Naturschutzgesetz, LGBL. Nr. 45/1998 idF LGBL. Nr. 31/2013.
- Wiener Teil des Biosphärenparks – Wienerwald (Wiener Biosphärenparkgesetz), LGBL. Nr. 47/2006.
- NatSchG Bln, Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege von Berlin - Berliner Naturschutzgesetz, idF GVBl. 2013, 140.
- Wiener Kanalanlagen- und Einmündungsgebührengesetz (KEG), LGBL. Nr. 1995/22 idF LGBL. Nr. 2013/60.

Internetquellen

- AUSTROCLIM (2011): URL: <http://www.austroclim.at/>, Zugriff 25.12.2013.
- Matzenberger, Michael (2015): Als die Donauinsel dem Strom entstieg. in: Der Standard 15.03.2013, URL: <http://derstandard.at/1362107718748/Als-die-Donauinsel-dem-Strom-entstieg?> Zugriff 28.10.2015.
- MERCER (2017). Wien bietet die höchste Lebensqualität weltweit. New York. URL: <http://www.mercer.at/our-thinking/wien-bietet-die-hoechste-lebensqualitaet-weltweit.html>, Zugriff 20.04.2015.
- Stadt Berlin (2017): Grüne Innenstadt - BFF - Biotopflächenfaktor. Berlin: Senatsverwaltung Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. URL: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index.shtml>, Zugriff 04.01.2017.
- Stadt Karlsruhe (2016): Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung. URL: <https://www.karlsruhe.de/b3/bauen/projekte/klimaanpassung.de>, Zugriff 08.01.2017.
- Stadt Wien (2015a): Die Donauinsel. URL: <https://www.wien.gv.at/umwelt/wasserbau/donauinsel/>, Zugriff 02.08.2015.
- Stadt Wien (2015c): Jahrhundertprojekt Donauinsel. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/landschaft-freiraum/landschaft/gruenraum/entwicklung/donauinsel.html>, Zugriff 02.08.2015.
- Stadt Wien (2015e): Öffentlich zugängliche Grünflächen – Analyse Wien. URL: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/umweltgut/oeffentlich.html>, Zugriff 14.09.2015.
- Stadt Wien (2015g): Wald- und Wiesengürtel 1905 und Wiener Höhenstraße. URL: <http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/landschaft-freiraum/landschaft/gruenraum/entwicklung/gruenguertel/1905.html>, Zugriff 28.10.15.
- Stadt Wien (2017a): Kartensammlung der Stadtforschung. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/stadtforschung/karten/>, Zugriff 22.01.2017.
- Statistik Austria (2015): Bevölkerung zu Jahresbeginn seit 2002 nach Gemeinden (Gebietsstand 01.01.2015). URL: http://www.statistik.at/web_de/static/bevoelkerung_zu_jahresbeginn_seit_2002_nach_gemeinden_gebietsstand_1.1.201_080904.xlsx, Zugriff 28.10.2015.
- ZAMG (2014): Informationsportal Klimawandel. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. URL: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel>, Zugriff 20.01.2014.

ZAMG (2015a): Hitzewellen: 2015 eines der extremsten Jahre der Messgeschichte. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. URL: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/hitzewellen-2015-eines-der-extremsten-jahre-der-messgeschichte>, Zugriff 15.08.2015.

ZAMG (2015b): Sommer 2015: Neue Rekorde bei Temperatur, Trockenheit und Sonnenscheindauer. Wien: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. URL: <http://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/sommer-2015-neue-rekorde-bei-temperatur-trockenheit-und-sonnenscheindauer>, Zugriff 07.09.2015.

17 Anhang: Fragebogen Online-Befragung



Technische Universität Wien
Department für Raumplanung
Örtliche Raumplanung

raumifoer

Sehr geehrte Damen und Herren!

Städte sind Orte hoher Vielfalt und Dichte. Aufgrund ihrer dichten Bebauung zählt zu den Besonderheiten ihres Klimas eine deutlich ausgeprägte **städtische Wärmeinsel**. Hitzeperioden treten in der Stadt häufiger und intensiver auf als im Umland. Der **Klimawandel** wird dieses Problem noch weiter verschärfen. Hitzeperioden implizieren erhebliche Auswirkungen: Erhöhte Sterblichkeit, vermehrte Krankenhausaufenthalte, verringerte Leistungsfähigkeit oder Einbußen im Tourismus.

Die räumliche Verteilung thermischer Be- und Entlastungsgebiete ist das Ergebnis **raumbezogener Planungsprozesse**. Im Rahmen des Internationalen Doktorandenkollegs „Forschungslabor Raum“ befasse ich mich daher mit der Frage, wie die Instrumente der Raumplanung ausgerichtet werden müssen, damit der Stadtkörper langfristig auf diese Entwicklung angepasst wird. Erforderliche Eingriffe zur Anpassung der Stadt an die Hitze stehen freilich in Konkurrenz zu anderen Herausforderungen auf der Planungsagenda. Differierende Beobachtungs-, Planungs- und Prognosehorizonte stellen zudem eine große Herausforderung dar.

Die Umfrage hat zum Ziel, Ihre persönliche und fachliche Einschätzung zum Thema "Raumplanung und Hitze in der Stadt" zu erfassen.

Für Ihre Unterstützung möchte ich mich bereits im Voraus bedanken! Das Ausfüllen des Fragebogens wird circa 20 Minuten in Anspruch nehmen.

Mit herzlichen Grüßen!

Florian Stadtschreiber

question('KW01')

1. Wie schätzen Sie die Wichtigkeit folgender Handlungsfelder der Raumplanung ein?

	Sehr wichtig	Gar nicht wichtig
Mobilität und Verkehr	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Stadtgestaltung und qualitätvolle öffentliche Räume	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Schaffung von Wohnraum und Wachstumsmanagement	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
CO2-Vermeidung und Ressourcenschonung	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Reduktion der urbanen Wärmeinsel und Anpassung an den Klimawandel	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Sicherheit (Kriminalität)	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Verminderung von Lärm und Luftschadstoffen	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Sonstige: ⇒ ZE01_01 ⇐	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

2. Was sind Ihrer Meinung nach die gravierendsten Auswirkungen von Hitze in der Stadt?

- Mangelnde Erholung in der Nacht
- Verringerung der Leistungsfähigkeit
- Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum
- Einbußen im Stadttourismus
- Sonstige:

3. Sind Ihnen Anpassungsziele* und/oder Anpassungsmaßnahmen innerhalb bestehender Planungsinstrumenten bekannt?**

- Ja
 Nein

4. Wenn ja, in welchen Planungsinstrumenten?**5. Welche Anpassungsziele und/oder Anpassungsmaßnahmen beinhalten diese?**

- Ausweisung von Standorten für hitzesensitive Nutzungen
 Erhaltung und Schaffung von Kaltluftentstehungsgebieten
 Erhaltung und Schaffung von Wasserflächen
 Vernetzung und Anbindung von Grün- und Freiräumen
 Rückbau
 Entsiegelung (z.B. von Verkehrsflächen)
 Errichtung von Parks
 Begrünung von Innenhöfen
 Gründächer und Fassadenbegrünung
 Wärmeschutz an Fassaden
 Verschattung von Straßen, Plätzen, Gebäuden und Parkflächen
 Erhöhung des Albedo (Anteil der reflektierten Strahlung)
 Information und Warnung im Fall von Hitzeperioden
 Reduktion der Wärmeemission durch Verhaltensänderung
 Sonstige:

* **Anpassungsziele** können sich auf die klimaangepasste Raumnutzung oder die Steuerung klimaangepasster Verhaltensweisen beziehen.

** **Anpassungsmaßnahmen** reichen von der großräumigen Steuerung einer klimaangepassten Siedlungsentwicklung (z.B. Schutz von Kaltluftentstehungsgebieten, Situierung hitzesensitiver Nutzungen, Freihalten von Frischluftschneisen, etc.) bis zu lokalen Maßnahmen zur thermischen Entlastung (z.B. Gebäudebegrünung, Baumpflanzungen, Albedo, etc.). Es kann sich dabei sowohl um beabsichtigte als auch um unbeabsichtigte Anpassungsmaßnahmen handeln, die als willkommener Nebeneffekt auftreten.

6. Besteht ein konkreter gesetzlicher Auftrag an die Raumordnung und Raumplanung zur Anpassung der Stadt an das Stadtklima und den Klimawandel?

- Ja
 Nein

7. Sind die formellen Planungsinstrumente* Ihrer Meinung nach ausreichend?

- Ja
 Nein

8. Welches formelle Planungsinstrument ist aus Ihrer Sicht am ehesten geeignet, um stadtklimatische Anpassungsmaßnahmen zu realisieren?

- Örtliches Entwicklungskonzept oder Stadtentwicklungskonzept
 Flächenwidmungsplan (Deutschland: Flächennutzungsplan)
 Bebauungsplan
 Sektorale Fachplanungen

Sonstige:

9. Werden die Möglichkeiten der formellen Planungsinstrumente aus Ihrer Sicht ausgeschöpft?

- Ja
 Nein

10. Welche informellen Planungsinstrumente erscheinen Ihnen am besten geeignet, um Anpassungsmaßnahmen zu realisieren?**

11. Worin sehen Sie die größten Defizite und Hemmnisse in Bezug auf die Planungsinstrumente?

* Unter **formellen Planungsinstrumenten** versteht man rechtlich verankerte und durch Behörden vollzogene Instrumente. Sie sind rechtsverbindlich und geben Planungssicherheit.

**** Informelle Planungsinstrumente** können situationsspezifisch eingesetzt werden, erreichen ihre Wirkung aber vor allem durch Selbstbindung.

12. Sie benötigen Informationen über das Stadtklima und den Klimawandel. Woher beziehen Sie diese Information?

- Persönliche Kontakte
- Öffentliche Stellen
- Forschungseinrichtungen
- Weiß nicht
- Sonstige:

13. Steht Ihnen für Ihre Tätigkeit eine Expertin/ein Experte auf dem Gebiet des Stadtklimas zur Verfügung?

- Ja
- Wenn ja, wer (Art oder Institution)?
- Nein

14. Würden Sie es als hilfreich erachten, in bestimmten Fällen eine Expertin/einen Experten auf dem Gebiet des Stadtklimas zur Seite zu haben?

- Ja
- Nein

15. Auf welcher Planungsebene können stadtklimatische Untersuchungen am gewinnbringendsten eingesetzt werden?

- Strategische Stadtentwicklung
- Städtebauliche Masterpläne und Wettbewerbe
- Architektonische Wettbewerbe
- Flächenwidmungsplanung
- Bebauungsplanung
- Bauverfahren
- Sonstige:

Abschließend darf ich Sie noch um statistische Informationen ersuchen. Diese werden verschlüsselt und anonym gespeichert und nicht an Dritte weitergegeben.

16. Welches Geschlecht haben Sie?

- weiblich
 männlich

17. Wie alt sind Sie?

[Bitte auswählen] ▼

18. In welchem Land leben Sie derzeit?

- Deutschland
 Österreich
 Schweiz
 Anderes Land:

19. Bitte wählen Sie den höchsten Bildungsabschluss, den Sie bisher erreicht haben.

- Schule beendet ohne Abschluss
 Noch Schüler
 Volks-, Hauptschulabschluss, Quali
 Mittlere Reife, Realschul- oder gleichwertiger Abschluss
 Abgeschlossene Lehre
 Fachabitur, Fachhochschulreife
 Abitur, Hochschulreife
 Fachhochschul-/Hochschulabschluss
 Anderer Abschluss, und zwar:

20. Welcher dieser „Welten“ würden Sie sich zuordnen?

- Planerwelt*
 Alltagswelt**

* Unter der "**Planerwelt**" ist die "*professional community*" zu verstehen: Sie hat ein Verständnis der Sachlage, erstellt Anleitungen und Pläne und kommuniziert diese.

** Die "**Alltagswelt**" umgibt die Planungswelt: Zu ihr zählen Bürger, Politiker, Firmen oder Interessenverbände. Durch politische Diskussion entsteht hier eine Agenda, welche Ausgangspunkt für Planungsprozesse ist.

21. Möchten Sie zu dieser Befragung oder zum besseren Verständnis Ihrer Antworten noch etwas anmerken?

Ist Ihnen während der Teilnahme an dieser Befragung etwas negativ aufgefallen? Waren die Fragen an einer Stelle nicht klar oder möchten Sie diesen noch etwas hinzufügen? Bitte schreiben Sie kurz ein paar Stichworte dazu.

Letzte Seite**Vielen Dank für Ihre Teilnahme!**

Ich möchte mich herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

[Florian Stadtschreiber](#), Fachbereich örtliche Raumplanung, Technische Universität Wien – 2016