



Csilla Huss, BSc.

Breathe in the city

Nachhaltige Stadtplanung in europäischen Städten. Schwerpunkt Luftqualitätssteigerung am
Leitbild für die Olympiawiese - Graz.

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieurin
Masterstudium Architektur

eingereicht an der
Technischen Universität Graz

Betreuer
Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Dokonal
Institut für Städtebau

EIDESSTÄTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Graz, am
.....
(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

The text document uploaded in TUGRAZonline is identical to the present master thesis.

Graz, date
.....
(signature)

Anmerkung

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zugunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

Vorwort und Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen Freunden und Kollgen bedanken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen. Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei meinem Betreuer Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Dokonal, der mich besonders am Ende der Fertigstellung meiner Masterarbeit unterstützte. Großer Dank gebührt meiner Familie, die mich immer unterstützte und meiner Freundin Dipl. Ing. Melanie Hosner, die mir in den schwierigsten Zeiten als kreativer und psychologischer Beistand half.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Kurzfassung

Die vorliegende Masterarbeit gibt einen Überblick über die Haupteinflussfaktoren für eine nachhaltige Stadtplanung in europäischen Städten. Dabei wird in einem einführenden Kapitel der Begriff der Nachhaltigkeit erläutert. Im Anschluss erfolgt die Behandlung der wesentlichen stadtplanerischen Handlungsbereiche. Hier werden im einzelnen die Nachhaltigkeitspotenziale aufgezeigt, wobei ihr Einfluss auf die soziale sowie ökologische Nachhaltigkeit im Fokus stehen. Im Abschluss wird anhand eines Leitbildes versucht, die gewonnen Erkenntnisse für ein nachhaltiges Wohnquartier in Graz umzusetzen. Der Schwerpunkt Luftqualitätssteigerung wird dabei durch den regionalen Bezug zum Planungsgebiet im Süden von Graz definiert, welcher besonders mit der Luftproblematik konfrontiert ist. Die Masterarbeit soll auf die Dringlichkeit des Themas der Nachhaltigkeit im Städtebau hinweisen und als Planungshilfe dienen. Dabei ist sie besonders für Fachkreise des Städtebaus, der Architektur, der Bauphysik, der Umweltwirtschaft sowie der Verkehrsplanung interessant.

Abstract

The present master thesis provides an overview of the main factors influencing sustainable urban planning in European cities. An introductory chapter explains the fundamental meaning of sustainability. Subsequently, the main urban planning actions in the field of sustainability will be processed in detail. The focus lies on their influence for social and environmental sustainability.

In conclusion, the findings are used to design a sustainable residential district in Graz. The focus is the increasing of air quality by the influence of sustainable urban planning. It's defined by the relation to regional problems with air pollution in the planning area in the south of Graz. The master thesis should point the urgency of the topic of sustainability in the fields of urban planning and will serve as a planning aid to experts in the sector of urban planning, architecture, building physics, environmental sections and traffic planning.

Breathe in the city

*Nachhaltige Stadtplanung in europäischen Städten.
Schwerpunkt Luftqualitätssteigerung am Leitbild für die Olympiawiese - Graz*

Inhalt

1 Einleitung	21
2 Zum Begriff der Nachhaltigkeit	29
2.1 Geschichte des Nachhaltigkeitsbegriffs	
2.2 Definition der Nachhaltigkeit	
2.3 Nachhaltige Entwicklung	
2.4 Nachhaltigkeitsmodelle	
2.4.1 Nachhaltigkeitsdreieck	
2.4.2 Drei-Säulen-Modell	
2.4.3 Gewichtetes Säulenmodell	
2.4.4 Integratives Nachhaltigkeitsmodell	
3 Nachhaltigkeit im urbanen Kontext	41
3.1 Problemstellung	
3.2 Handlungsbereiche nachhaltiger Stadtplanung	
3.2.1 Innenentwicklung, Dichte und Nutzungsmischung	
3.2.2 Öffentlicher Raum	
a Die Identität des Ortes	
b Nachhaltigkeitspotenzial - öffentlichen Raum	
3.2.3 Freiräume	
a Nachhaltigkeitspotenzial - Freiraum	
b Positive Auswirkungen von Freiräumen auf die Gesundheit	
3.2.4 Natürliche Ressourcen und Klima	
a Biodiversität im urbanen Raum	
b Boden	
c Wasser	
d Stadtklima	
e Stoffströme	
3.2.5 Mobilität	
a Planung nachhaltiger Verkehrskonzepte	
b Städtebauliche Maßnahmen für nachhaltige Mobilitätskonzepte	
c Nachhaltigkeitspotenzial - Mobilität	

- 3.2.6 Energie
 - a Energie- und ressourcenschonende Stadtplanung
 - b kompakter Städtebau
 - c Energiesparende Gebäude
 - d Nachhaltigkeitspotenzial - Energie

4 Schwerpunkt Luftqualitätssteigerung 99

- 4.1 Problemstellung Luftverschmutzung
- 4.2 Verbesserung der Luftqualität in europäischen Städten
 - 4.1.1 Stadtplanerische Maßnahmen für eine bessere Luft
- 4.3 Luftproblematik in Graz

5 Städtebauliches Leitbild Olympiawiese Graz 109

- 5.1 Planungsanlass
- 5.2 Standortanalyse
 - 5.2.1 Geschichtlicher Rückblick Bezirk Liebenau
 - 5.2.2 Standortprofil Olympiawiese
 - a Lage und Infrastruktur
 - b Klima
 - c Siedlungs- und Bebauungsstruktur
 - d Nutzungen
 - e Frei- und Grünraumstruktur
 - f Verkehr
 - g Bestandsaufnahmen Planungsgebiet
- 5.3 Übergeordnete Entwicklungsziele
 - 5.2.1 Planungsgrundsätze
- 5.2 Planerische Umsetzung des Leitbildes

6 Anhang 147

- 6.1 Literaturverzeichnis
- 6.2 Abbildungsverzeichnis
- 6.3 Abkürzungsverzeichnis

1 *Einleitung*

Weltweit leben immer mehr Menschen in Städten. Sie bieten angemessenen Wohnraum, Arbeitsplätze, Bildung, soziale und kulturelle Durchmischung und urbane Dichte, wodurch sie unser Leben wesentlich prägen. Besonders die Dichte beeinflusst die Vorteile vom Leben in städtischen Gebieten, denn sie führt zur Verknüpfung der vielfältigen Menschen, Meinungen, Gewohnheiten, Lebensstile und den darauf basierenden Möglichkeiten und Angeboten. Die Attraktivität, aber auch der natürliche Bevölkerungswachstum führen dazu, dass Städte seit Jahrzehnten enorm wachsen.

Mit Beginn des 21. Jahrhunderts lebten zum ersten mal mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in urbanen Räumen (in Österreich 66 Prozent) und die Tendenz ist steigend. Die Urbanisierung ist heute also keine Option mehr, für oder gegen die wir uns entscheiden könnten. Sie ist ein unausweichlicher Prozess, den es neu zu gestalten gilt, sozial gerecht und umweltschonend. Um weiterhin eine hohe Lebensqualität in Städten zu gewährleisten und gleichzeitig die Umwelt nicht unnötig zu belasten, ist eine nachhaltige Planung der Städte erforderlich. Denn neben den genannten Vorteilen die verdichtete Lebensräume bieten, sind sie auch Brennpunkte für die Bündelung globaler Probleme wie u.a. Klimawandel und soziale Disparitäten.

Städte verbrauchen etwa 70 Prozent der weltweit genutzten Energie, sind zu ebenso großen Teilen für die Treibhausgasemissionen verantwortlich und belasten somit stark unsere Umwelt. Durch die Urbanisierung verschlingen sie wertvolles Land und versiegeln natürlichen Boden mit Asphalt, wodurch die Biodiversität gefährdet und das Klima beeinflusst wird. Die wachsende Bevölkerung lässt den Energie- und Verkehrsbedarf steigen, was zu vermehrter Luftverschmutzung und dem Schwinden fossiler Energiequellen führt. Und durch unterschiedliche Einkommensschichten und Kulturen auf engem Raum, entstehen soziale Spannungen und Segregation. Europäische Städte haben somit mit unterschiedlichsten Problemen zu kämpfen.

Urbane Räume bieten aber auch großes Nachhaltigkeitspotenzial. Sie können einen unverzichtbaren Beitrag dazu leisten, den steigenden Ressourcenbedarf einer wachsenden Gesellschaft umweltverträglich und menschenfreundlich zu decken, besonders im Vergleich zu der ländlichen Zersiedelung, die es einzudämmen gilt.

Wie müssen Städte in den nächsten Jahrzehnten also gedacht, geplant und gebaut werden, um diese Probleme zu lösen? Welche Bereiche beeinflussen die Entwicklung hin zu nachhaltigen Städten?

Ziel dieser Masterarbeit ist es, diesen Kernfrage auf den Grund zu gehen.

In einer ersten Einführung wird die Definition des Begriff der Nachhaltigkeit erläutert, denn dieses Wort wird im allgemeinen Sprachgebrauch für vielfältige Bedeutungen eingesetzt. Im Anschluss beginnt die vertiefende Behandlung des Themas der Nachhaltigkeit urbanen Kontext. Hier wird auf die stadtplanerischen Einflussfaktoren und besonders ihre Nachhaltigkeitspotenziale eingegangen.

Im Abschluss wird versucht, die Erkenntnisse in einem Leitbild für ein nachhaltiges Wohnquartier umzusetzen. Als Planungsgebiet wurde die Olympiawiese in Graz - Liebenau gewählt. Der Schwerpunkt der Luftqualitätssteigerung, wird durch den Bezug zum Planungsgebiet im südlichen Graz, mit der regionalen Luftproblematik definiert.

<i>urban</i>	SOZIAL	bio	UMWELT	ERDE	Luft	filternde vegetation	NATUR	autofreie Straßen	SANFTE MOBILITÄT
	urbane Wildnis	ÖV	<i>multimobil</i>	sharing	Vernetzung	Fusswege	Radwege	öffentliche Räume	Begegnungsräume
me	Raum für soziale Interaktion		Sportflächen	<i>Erholung</i>	Treffpunkt	Freizeit	Kontakte knüpfen	FREIRAUM	Park
STROM SPAREN	<i>Nutzungsmischung</i>		Doppelnutzungen	kurze Wege	GRÜN	öffentliche Räume für JEDEN	INTEGRATIV	Frischlufft	
Prioritäten in der Stadtplanung?	<i>Freihaltezone</i>		ökologische Vernetzungsflächen	belebte	Räume/Plätze/Orte	Raumgefühl	A T M O S P H Ä -		
RE	<i>nutzungsoffene Freiräume</i>		Klimaerwärmung	CO ₂ Anstieg	Umweltkrise	Weltanschauung	Wachstum	Grenzen	
Bezüge	NUTZUNGSOFFENHEIT	URBANITÄT	MENSCHEN	<i>TIERWELT</i>	SPARSAM	ÖKO	URBAN GARDENING	<i>URBAN FARMING</i>	
	BIOKAPAZITÄT	<i>UNTERSTÜTZEN</i>	HELFEN	ZUKUNFT	<i>KONSUM</i>	BÄUME	WIESEN	PFLANZEN	<i>WASSER</i>
	ÜBERHITZUNG	SCHATTEN	LEBENSWEISE	<i>INTELLIGENTSOZIAL</i>	saubere Luft	RAUMSPAREND	<i>leistbar</i>	<i>öko Strom</i>	
solare Energie	WASSERKRAFT	biogas	Tierwelt	Biodiversität	ZUKUNFT	nachhaltig	<i>umweltschonend</i>	ÜBERHIT-	
ZUNG	natürliche Lüftung	ENERGIESPARHAUS	<i>Kreislauf</i>	Emissionen	Luftverschmutzung	saurer Regen	BODENVERGIFTUNG		
grün	<i>NATUR</i>	ENTWICKLUNG	Nutzung	<i>BEZIEHUNG</i>	<i>öffentlicher Verkehr</i>	Gesellschaft	Gemeinschaft	FRISCHLUFT	
Sonnenenergie	<i>Radfahren</i>	erneuerbare Energie	Durchlässigkeit	Verdunstung	Wasser	mobil	KLIMA	Niedrigenergiehaus	
Klimaerwärmung	<i>umdenken</i>	grüne Fassade	Innenhofnutzungen	multifunktionale Straßenräume	öffentliche EG-Zone	Emissionen			
reduzieren	Energie sparen	<i>gute Wärmedämmung</i>	Passivhaus	Parks	Dachbegrünung	<i>Photovoltaik</i>	zu Fuss gehen	<i>regionale</i>	
Lebensmittel	Baukörperausrichtung	kompakte Baustrukturen	solarer Städtebau	A/V Verhältnis	Biodiversität	natürlicher Boden			
Versiegelungsgrad	reduzieren	Frischlufitentstehung	<i>Freihaltebereiche</i>	kompakte Bauvolumen	Verschattung	Parkplatzbegrünung			
URBANITÄT	nachhaltige Dichte	nachhaltige Städte	Uferzone	Sportflächen	<i>Kinderspielplätze</i>	Bewegung	spielen		
Smog Tower	Pflanzen	<i>Verdunstung Niederschlagswasser</i>	Versickerung	STADTKLIMA	Wind	lokale Verhältnisse	Tierwelt		
<i>vorausschauend</i>	<i>Planen</i>	kompakte Siedlungsstrukturen	autofrei	E-Auto	Verschattung	vernetzte Wege	gesunder Boden		
mitgestalten	Integration	<i>natürliches Regenwassermanagement</i>	öffentlicher Raum	teilen statt besitzen	<i>Pocket Parks</i>	Bewusstsein			

2 *Zum Begriff der Nachhaltigkeit*

„Die Zukunft bauen heißt die Gegenwart bauen.“¹

Antoine de Saint-Exupéry

2.1 Geschichte des Nachhaltigkeitsbegriffs

Gedanken über die Nachhaltigkeit sind in der Menschheitsgeschichte schon lange verankert. Bereits die Indianer waren sich der Bedeutsamkeit einer nachhaltigen Lebensweise bewusst und benannten einen See in ihrer Heimat Südamerika „*Manchau gagog changau gagog chaugo gagog amaug*“², was sinngemäß „*Wir fischen auf unserer Seite, ihr fischt auf eurer Seite und niemand fischt in der Mitte*“³ bedeutet. Die Bezeichnung weist auf einen nachhaltigen Umgang mit begrenzten Ressourcen hin und zeigt eine sozial ausgerichtete Überlebensstrategie, die zum Teilen auffordert und Rücksicht auf Mitmenschen nimmt.⁴

Auch Spuren aus der Steinzeit, als der Mensch mühevoll als Jäger und Sammler gelebt hat, deuten bereits auf ein Verständnis von Nachhaltigkeit. Das aus dem Deutschen stammende Wort *Nachhalt* stand damals für Notreserven die für schlechtere Zeiten reserviert waren.⁵

Zudem steht schon in der Bibel geschrieben, „*der Mensch sollte die Erde bebauen und bewahren*“⁶, was auf Nachhaltigkeitsgedanken gegenüber der Erde schließen lässt.⁷

Die erste Grundidee der Nachhaltigkeit in geschriebener Form findet ihren Ursprung im Bereich der Forstwirtschaft im 18. Jahrhundert. Der Freiburger Oberberghauptmann Hans Carl von Carlowitz formulierte verschiedene Ansätze, wie man dauerhaft genügend Holz für den Silberminenbau zur Verfügung zu haben konnte. Für einen nachhaltigen Handel sollte im Wald „*nur so viel abgeholzt werden, wie der Wald in absehbarer Zeit auf natürliche Weise regenerieren kann*“.⁸ Mit diesem Prinzip (siehe Abb. 1) legte er den Grundstein für ein nachhaltiges Denken und Handeln fest.⁹

¹ Karl Rauch, zit. n. de Saint-Exupéry 1985, 340.

² Rudolf L. Schreiber: Neue Wege im Naturschutz. Wie muss Nachhaltigkeit kommuniziert werden, <https://www.ask-eu.de/default.asp?Menu=20&NewsPPV=6787>, 16.08.2018.

³ Ebda.

⁴ Vgl. Edmund A. Spindler: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, 16.08.2018.

⁵ Vgl. Reidel 2010, 102; Edmund A. Spindler: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, 16.08.2018.

⁶ Edmund A. Spindler: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, 16.08.2018.

⁷ Vgl. Ebda.

⁸ Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Ursprung des Nachhaltigkeitsgedankens, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.htm, 16.08.2018.

⁹ Vgl. Ebda.

Hans Carl von Carlowitz war seiner Zeit weit voraus, was aus seinem 1713 veröffentlichten Werk „*Sylvicultura Oeconomica, oder Haußwirtschaftliche Nachricht und Naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht*“¹⁰ hervorgeht. Er fordert in seiner Schrift nicht nur die Rettung des Waldes durch die Forstwirtschaft, sondern durch die Rettung der Volkswirtschaft insgesamt. Genau diese Sichtweise auf das Ganze ist prägend für den Begriff der Nachhaltigkeit, weshalb sie auch als „*prozesshafte Begriffsbestimmung*“¹¹ bezeichnet wird.¹²

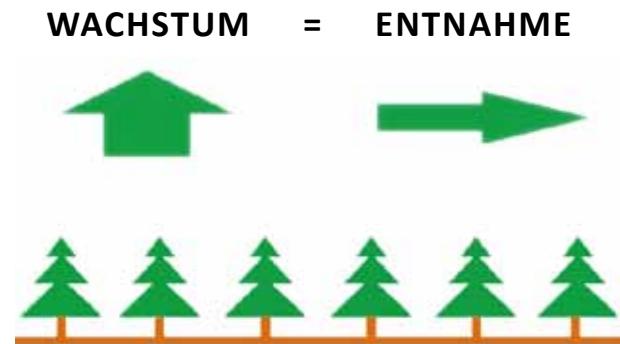


Abb. 1: Forstlicher Nachhaltigkeitsbegriff

Des Weiteren war der Gladenbacher Oberlandforstmeister Georg Ludwig Hartig prägend für den forstwirtschaftlichen Nachhaltigkeitsgedanken, was aus seiner *Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste* im Jahr 1804 abgeleitet werden kann:¹³

*„Es lässt sich keine dauerhafte Forstwirtschaft denken und erwarten, wenn die Holzabgabe aus den Wäldern nicht auf Nachhaltigkeit berechnet ist. Jede weise Forstdirektion muss daher die Waldungen des Staates ohne Zeitverlust taxieren lassen und sie zwar so hoch als möglich, doch so zu benutzen suchen, dass die Nachkommenschaft wenigstens ebensoviel Vorteil daraus ziehen kann, als sich die jetzt lebende Generation zueignet.“*¹⁴

Daraus ergeben sich folgende Komponenten für den forstwirtschaftlichen Betrieb:

- Langfristigkeit
- Sozialpflichtigkeit
- Ökonomie
- Verantwortung

Die inhaltlichen Themen der Nachhaltigkeit fanden ihren Ursprung also in der Forstwirtschaft und übertrugen sich später auf wichtige Handlungsgrundsätze in wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und sozialen Umweltbelangen.¹⁵

¹⁴ Ebda.
¹⁵ Vgl. Ebda.

2.2 Definitionen der Nachhaltigkeit

Kaum ein anderer Begriff wurde in den letzten Jahren in politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Themenfeldern und so viel diskutiert wie der der Nachhaltigkeit. Eine allgemeingültige und wissenschaftlich anerkannte Begriffsdefinition existiert aber nicht. Es geht vielmehr um die Erkennung dessen, was fortbestehen soll und den Bezug einer zeitlichen und räumlichen Dimension.¹⁶

*„Die Grundidee basiert also auf der einfachen Einsicht, dass ein System dann nachhaltig ist, wenn es selber überlebt und langfristig Bestand hat. Wie es konkret auszusehen hat, muss im Einzelfall geklärt werden.“*¹⁷

Die am weitesten verbreitete Definition von Nachhaltigkeit entstand im Zuge des sogenannten Brundtland-Berichts, der unter anderem festschrieb:

*„Dauerhafte Entwicklung ist Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre Bedürfnisse nicht befriedigen können.“*¹⁸

¹⁶ Vgl. Carnau 2011, 14.
¹⁷ Ebda.
¹⁸ Hauff 1987, 46.

Inhaltliche Gemeinsamkeiten unterschiedlicher Definitionsansätze sind:

- der zeitliche Zusammenhang - Nachhaltigkeit ist auf Gegenwart und Zukunft ausgerichtet
- der Schutz nicht erneuerbarer Ressourcen - materielle bzw. immaterielle Güter, ökonomische bzw. ökologische Einheiten u.a.
- die Sicherung des Fortbestands eines Bezugsobjektes kurz- und langfristig¹⁹

Zusammenfassend kann der Nachhaltigkeitsbegriff als eine ökologische und ökonomische Handelsform beschrieben werden, der²⁰

*„gegenwärtigen und zukünftigen Generationen vergleichbare oder bessere Lebensbedingungen sichern soll, indem das dazu notwendige Element sorgsame Anwendung findet und entsprechend geschützt wird.“*²¹

¹⁹ Vgl. Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Zusammenfassung, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.htm, 16.08.2018.
²⁰ Vgl. Ebda.
²¹ Ebda.

2.3 Nachhaltige Entwicklung

Der Grundgedanke der Nachhaltigkeit wurde in vielen Verhandlungskonventionen der internationalen Umweltpolitik in seinen konkreten Zielen und Maßnahmen diskutiert und ist bis heute ein prozesshafter weitumfassender Begriff. In wissenschaftlichen Belangen begann das Thema der nachhaltigen Entwicklung 1972 an an Interesse zu gewinnen. Die vom *Club of Rome* in Auftrag gegebene Studie *Grenzen des Wachstums* verwies auf die Gefahren des andauernden Wirtschaftswachstums, des Umschwungs zum Massenkonsum, der einhergehenden Ressourcenverschwendung und einer steigenden Umweltbelastung. Eine wichtige Rolle spielt in der Studie die Chance der Gesellschaft²²

„durch ein auf die Zukunft bezogenes gemeinsames Handeln aller Nationen die Lebensqualität zu erhalten und eine Gesellschaft im weltweiten Gleichgewicht zu schaffen, die Bestand für Generationen hat.“²³

In den Achtzigern erfuhr diese Debatte aufgrund sich häufender Umweltkrisen zunehmend an Bedeutung. Durch Probleme wie saurer Regen, Artensterben in Tier- und Pflanzenwelt, Treibhauseffekt sowie übermäßige Luft- und Bodenverschmutzung auf globaler Ebene, richteten die Vereinten Nationen 1983 die *Brundtland-Kommission* ein, eine Weltkommission für Umwelt

und Entwicklung (WCED). Diese führte 1987 eine richtungsweisende Leitlinie zur nachhaltigen Entwicklung menschlichen Handelns ein, den sogenannten *Brundtland-Bericht*. Er beschreibt Nachhaltige Entwicklung als „eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können“.²⁴ Diese Definition bringt weder die ökologischen Belange in den Vordergrund, noch legt sie alle menschlichen Handlungen für eine größtmögliche Umweltverträglichkeit fest. Sie setzt aber auf Strategien für das Gleichgewicht ökologischer, wirtschaftlicher und sozialer Belange (siehe Abb. 2).²⁵ Der Brundtland-Bericht versucht im Weiteren sowohl eine intragenerative als auch intergenerative Gerechtigkeit herzustellen.²⁶

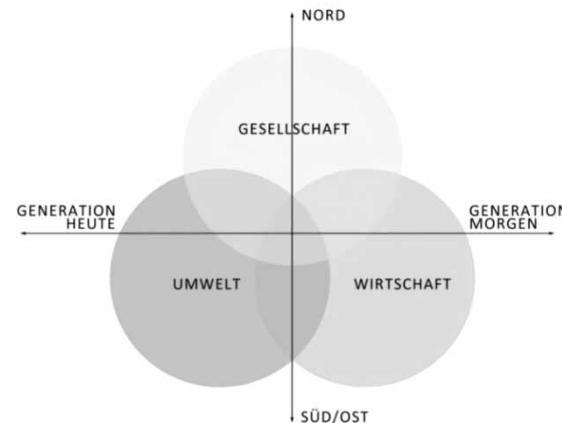


Abb. 2: Nachhaltigkeitsdreieck

²⁴ Fürst/Himmelbach/Potz 1999, 7.

²⁵ Vgl. Fürst/Himmelbach/Potz 1999, 7.

²⁶ Vgl. Spindler: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, 16.08.2018.

Die **intragenerative Gerechtigkeit** zielt auf eine faire Verteilung von Ressourcen und Entwicklungspotenzialen für alle Menschen innerhalb einer Generation und allen Regionen ab. Bei diesem Teilaspekt geht es eher um einen Verteilungskonflikt zwischen Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern.

Bei der **intergenerativen Gerechtigkeit** handelt es sich um die Sicherung einer tragfähigen Umwelt und um das Verhältnis von aktuell lebenden zu nachfolgenden Generationen. Somit darf das Handeln der derzeitigen Generation die Lebensqualität der zukünftigen nicht beeinträchtigen.²⁷ Hier wird erkennbar, dass der Begriff der Nachhaltigkeit nun auch die Frage einer Verteilungsgerechtigkeit aufwirft.

Bei der bis dahin größten Umweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro, die als Meilenstein in der weltweiten Nachhaltigkeitsdebatte gilt, wurden vielfältige Vereinbarungen getroffen:²⁸

- Deklaration von Rio - Umwelt und Entwicklung
- Klimaschutzkonvention - Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen
- Walddeklaration - ökologische Bewirtschaftung und Schutz der Regenwälder
- Biodiversitätskonvention - bindende Schritte gegen die Abnahme der Artenvielfalt
- Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung
- Agenda 21

²⁷ Vgl. Spindler: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, 16.08.2018.

²⁸ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 19-20.

Das Aktionsprogramm *Agenda 21* etablierte sich zum politischen Basisdokument für die globalen Handlungsvorgaben nachhaltiger Entwicklung und schuf eine gemeinsame Verantwortung beinahe aller Staaten (178 Staaten von 200 hatten teilgenommen) gegenüber der Umwelt und menschlicher Grundbedürfnisse. In vier Bereichen werden darin Ziele und Maßnahmen zur Umsetzung des Leitbildes vorgestellt:²⁹

1. soziale und wirtschaftliche Dimension
2. Erhaltung und Bewirtschaftung der Ressourcen für die Entwicklung
3. Stärkung der Rolle wichtiger Gruppen
4. Möglichkeiten der Umsetzung

Durch die darauf folgenden UN-Konferenzen (siehe Abb. 3) fand eine umfassende Weiterentwicklung des Nachhaltigkeitsbegriffs statt. Aus der ursprünglich durch die Forstwirtschaft, weitestgehend ökologisch-ökonomisch geprägten Bezeichnung entstand ein ganzheitliches Leitbild, welches die Themen Umwelt und Entwicklung zusammenführte und sich auch im regionalen bzw. lokalen Kontext begründete. Diese Weiterentwicklung fand bis heute kein Ende und kann als fortlaufender Prozess mit Eigenleben verstanden werden.³⁰

²⁹ Vgl. Astleithner 2002, 101.

³⁰ Vgl. Spindler: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phpeJPyvC.pdf>, 16.08.2018.

²² Vgl. Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Wissenschaftliche Meilensteine der Nachhaltigkeit, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeit_1398.htm, 16.08.2018.

²³ Ebda.

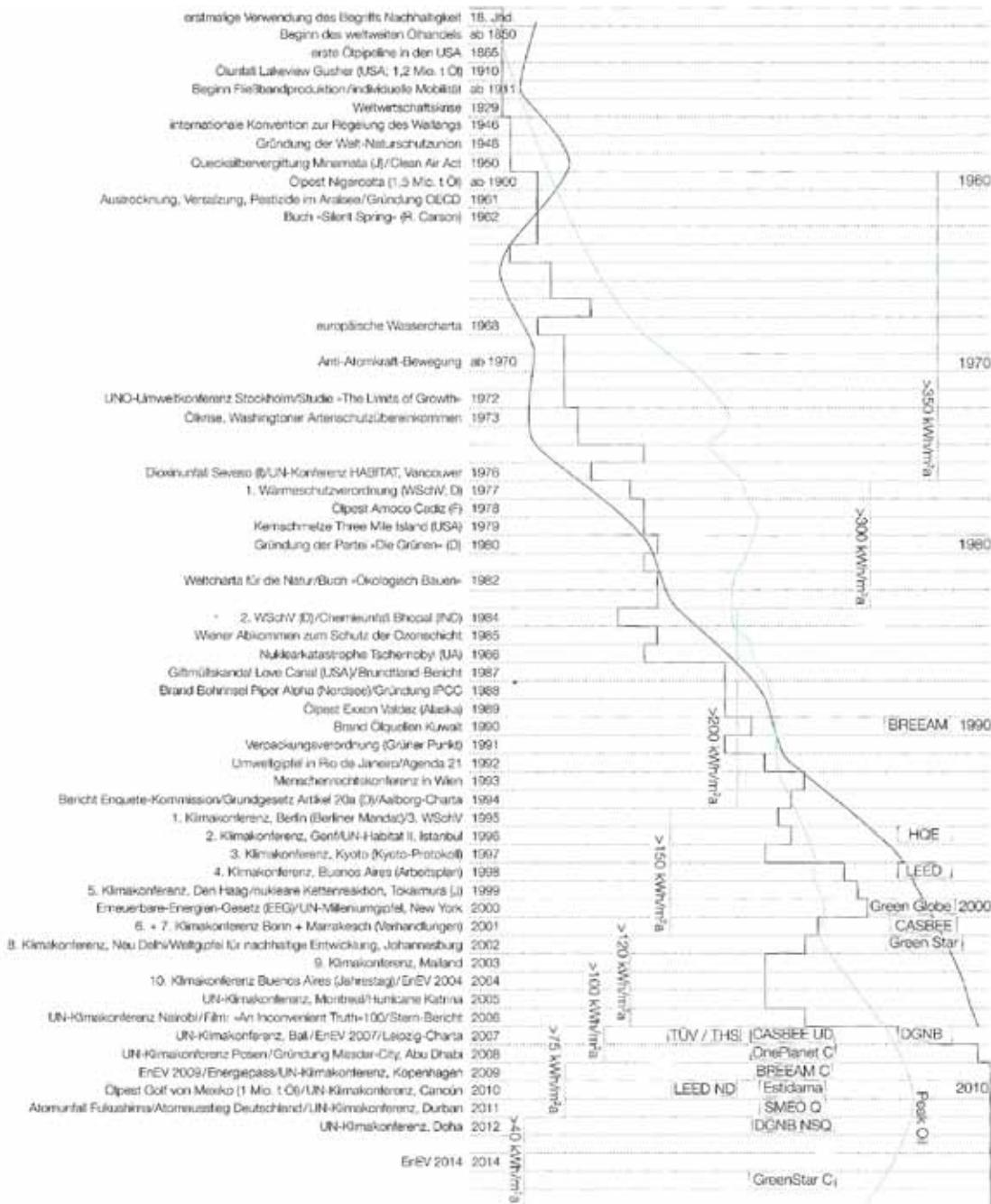


Abb. 3: historische Entwicklung und Rahmenbedingungen der Nachhaltigkeitsdiskussion

Auf der aktuell letzten UN-Konvention im September 2015 haben die mittlerweile 193 Mitgliedsstaaten mit der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung erstmals global gültige Ziele für nachhaltige Entwicklung, die sog. Sustainable Development Goals - SDGs (siehe Abb. 4) beschlossen (sie gelten für Industrie-, Entwicklungs- und Schwellenländer in gleicher Weise).³¹

Mit diesem Beschluss haben sie sich verpflichtet, „Armut und Hunger zu beenden, den dauerhaften Schutz des Planeten durch nachhaltige Bewirtschaftung seiner natürlichen Ressourcen und umgehende Maßnahmen gegen den Klimawandel zu gewährleisten und friedliche, gerechte und inklusive Gesellschaften aufzubauen.“³²



Abb. 4: Die Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030

31 Vgl. Umweltbundesamt Wien: Die AGENDA 2030 für nachhaltige Entwicklung, http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/nachhaltigkeit/nachhaltig/17_sdg, 16.08.2018.

32 Ebda.

2.4 Nachhaltigkeitsmodelle

Im Kontext des wissenschaftlichen Nachhaltigkeitsbegriffs haben sich, bezüglich der entscheidenden Dimensionen Ökonomie, Ökologie und Soziales, in den letzten Jahren zwei grundsätzlich unterschiedliche Modelle gebildet, das Nachhaltigkeitsdreieck und das Drei-Säulen-Modell.³³

2.4.1 Nachhaltigkeitsdreieck

In den 90er Jahren entwickelte sich als erstes Modell das Nachhaltigkeitsdreieck (siehe Abb. 5), welches darauf abzielte die drei Nachhaltigkeitsdimensionen in allen menschlichen Entscheidungen und Handlungen in Einklang zu bringen. Das gleichseitige Dreieck symbolisiert analog die Gleichstellung der drei Dimensionen.³⁴

2.4.2 Drei-Säulen-Modell

Das Drei-Säulen-Modell (siehe Abb. 6) verfolgt ein ähnliches Prinzip. Hier stehen Ökologie, Ökonomie und Soziales als Stützpfeiler der Nachhaltigkeit gleichwertig nebeneinander, um das Gleichgewicht aufrecht zu halten. Die EU formulierte im *Vertrag von Amsterdam* 1997 ausdrücklich drei Säulen der Nachhaltigkeit, auf denen dieses Modell aufbaut.³⁵

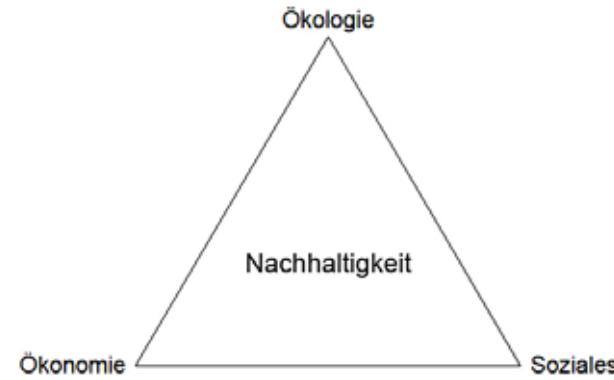


Abb. 5: Nachhaltigkeitsdreieck



Abb. 6: Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit

³³ Vgl. o. A.: Modelle und Konzepte zur Nachhaltigkeit, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/modelle_und_konzepte_zur_nachhaltigkeit_2018.htm, 18.8.2018.

³⁴ Vgl. Ebda.

³⁵ Vgl. Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Drei Säulen Modell, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_a_drei_saeulen_modell_1531.htm, 18.8.2018.

2.4.3 Gewichtetes Säulenmodell

Beim gewichteten Säulenmodell (siehe Abb. 7) wird hingegen ein Schwerpunkt unter den Nachhaltigkeitselementen Ökologie, Soziales und Wirtschaft festgelegt. Es handelt sich also um ein gewichtetes Prinzip. Hier hat die Bewahrung der natürlichen Umwelt als Basis allen Lebens und Wirtschaftens höchste Priorität, weshalb man bei diesem Prinzip auch vom Pyramiden-Modell mit der Umwelt als Basis spricht.³⁶

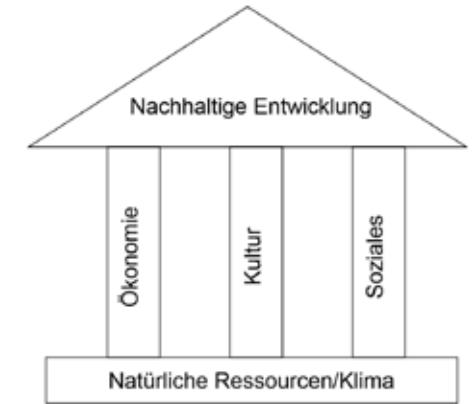


Abb. 7: gewichtetes Säulenmodell

2.4.4 Integratives Nachhaltigkeitsmodell

Um den Nachhaltigkeitsansatz als ganzheitliches Modell zu verstehen, müssen unzählige Beziehungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten und Entwicklungen berücksichtigt werden. Dies zeigt sich beim integrativen Nachhaltigkeitsmodell (siehe Abb. 8). Hier greifen sie in mehrdimensionaler Wechselwirkung integrativ ineinander und werden zusammengeführt.³⁷

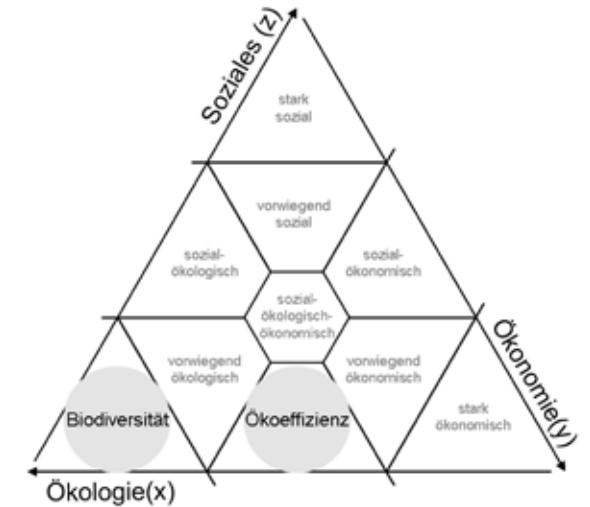


Abb. 8: Integratives Nachhaltigkeitsmodell

³⁶ Vgl. Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Ein Säulen Modell & Pyramiden Modelle, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_e_ein_saeulen_modell_pyramiden_modelle_1543.htm, 18.8.2018.

³⁷ Vgl. Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Modelle und Konzepte zur Nachhaltigkeit, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/modelle_und_konzepte_zur_nachhaltigkeit_2018.htm, 18.8.2018.

3 *Nachhaltigkeit im urbanen Kontext*

„Die Stadt ist der Schauplatz für den Kampf um Nachhaltigkeit, in ihren Grenzen wird er gewonnen oder verloren.“³⁸
Guy Battle

Es besteht kein Zweifel, dass Städte für die Gegenwart und besonders für die Zukunft Europas eine ganz entscheidende Rolle spielen, denn schon jetzt lebt hier der Großteil der Bevölkerung in urbanen Lebensräumen (siehe Abb. 9). Zugleich ist aber klar, dass die gegenwärtige Lebensweise angesichts des wissenschaftlich nachgewiesenen Klimawandels und des aktuellen Ressourcenverbrauchs nicht so fortschreiten kann. Die ersten, teils schwerwiegenden Einbußen des globalen Ökosystems sind schon heute spürbar und auch die städtische Lebensqualität ist dadurch bedroht.³⁹

Heutige Städte stehen vor vielfältigen Herausforderungen. In ihnen bündeln sich u.a. Probleme wie Umweltschäden, Luftverschmutzung, Ressourcenknappheit, Wohnungsnot, soziale Gegensätze und Segregation. Durch eine ausgewogene, gerechte und nachhaltige Entwicklung können Städte aber auch einen positiven Beitrag für die Gesellschaft und Umwelt leisten. So fungieren sie als Antrieb für die Wirtschaft, sind Quellen für Kreativität und Innovation, schaffen Orte der Vernetzung und des kulturellen Austausches und bilden Räume für ökologische Reformen.⁴⁰

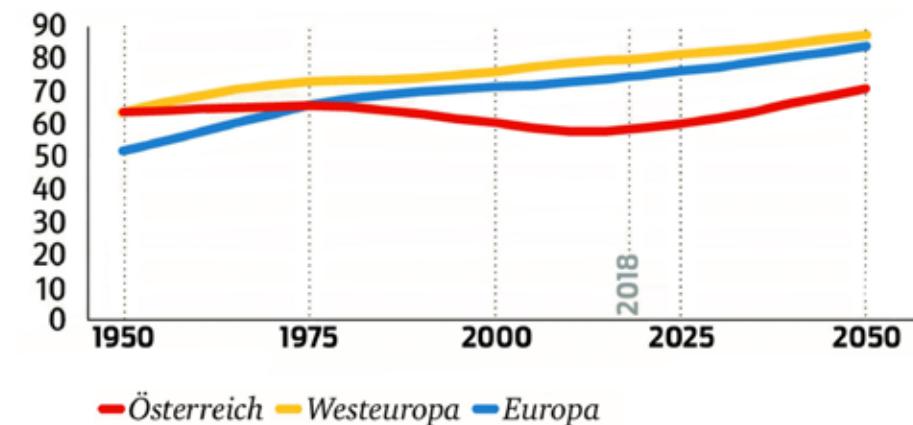


Abb. 9: Prozent der Bevölkerung in urbanen Siedlungsräumen

³⁸ Boeing 2014.
³⁹ Vgl. Hermant-de Callataÿ 2011, III.

⁴⁰ Vgl. Ebda., III.

3.1 Problemstellung

Städte zählen zu den Hauptakteuren wenn es um das Thema CO₂-Emissionen geht, in Diskussionen gegen den Klimawandel sowie in gesellschaftspolitischen Belangen. Obwohl sie global gesehen nur etwa 2-3 % der Landfläche einnehmen, sind sie für drei Viertel des weltweiten Ressourcenverbrauchs verantwortlich und produzieren 80 % der Treibhausgasemissionen. Die Globalisierung verdrängte im Städtebau Begriffe wie Lokalität und Regionalität in eine untergeordnete Rolle. Funktionen wie Arbeiten, Wohnen, Freizeit und Produktion wurden zu großen Teilen räumlich voneinander getrennt, was den Transportbedarf und verkehrsbedingten Energie-, Rohstoff- und Flächenverbrauch ansteigen ließ und somit enorme Schadstoffemissionen zur Folge hatte.⁴¹

„Weltweiten Schätzungen zufolge stehen zwei Drittel der Energieendnachfrage mit dem städtischen Verbrauch in Verbindung, und bis zu 70 % der CO₂-Emissionen werden in Städten erzeugt.“⁴²

Allerdings sind die für Europa erhobenen Pro Kopf CO₂-Emissionen in verdichteten Lebensräumen um ein Vielfaches geringer als in ländlichen und suburbanen Gebieten. Eine höhere Bevölkerungsdichte ermöglicht gleichzeitig kompaktere Stadtstrukturen und dadurch energieeffizientere Formen für Wohnen, Verkehr und Dienstleistungen. Somit haben verdichtete Lebensräume wie Städte ein großes Nachhaltigkeitspotenzial.⁴³

Ähnlich verhält es sich wenn es um das Thema Flächenverbrauch geht. Städte sind als ressourcensparsamer zu betrachten als ländliche Regionen mit dem Phänomen der Zersiedelung, mit den Einfamilienhäusern im Grünen (das letztendlich bald keines mehr sein wird) und langen autoabhängigen Erschließungen. Vergleichen wir Gebäude und Infrastruktur mit den Spielfiguren auf einem Brett, müssen sie nur zusammengeschoben werden und plötzlich entstehen kürzere Wege (= Idee des Leitbildes der *Stadt der kurzen Wege*⁴⁴) und ringsherum bliebe genug Platz für Landwirtschaft und Natur. Wenn der Wille zur Veränderung in der Gesellschaft da wäre, könnte sich die Zahl der Bodenversiegelung (1000 km² pro Jahr in der EU, entspricht in etwa der Größe Berlins⁴⁵) schon bedeutend reduzieren; unterstützt durch bewussteren Fleischkonsum, Subventionierung von Gemeinschaftsgärten und kleiner Gemüsebauern und weiteren Maßnahmen. Doch auch in der Stadtplanung liegt Handlungsbedarf. Die durchschnittliche Siedlungsfläche pro Einwohner hat sich in den großen europäischen Städten über die letzten hundert Jahren mehr als verzehnfacht. Dadurch gingen historisch gewachsene städtebauliche Qualitäten wie Nutzungsdichte und Mehrfachnutzung verloren.⁴⁶

44 Vgl. Fürst/Himmelbach/Potz 1999, 61.

45 Vgl. Umweltbundesamt Wien: Flächeninanspruchnahme, http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme, 18.08.1018

46 Vgl. Hahn/Simoni 1994, 5.

Erschwert wird die Situation in den Städten Europas hinsichtlich der aktuellen Problematik in sozialen Belangen. Hier werden sie mit vielen neuen Aufgaben, wie demografischem Wandel, Integration, Ausgleich wirtschaftlicher Ungleichgewichte u.a. konfrontiert. Hinzu kommt noch die Schwächung bzw. Zerstörung soziokultureller Traditionen und damit des Verlustes von Ortsidentitäten, welche einen wichtigen Platz in der Mensch-Umwelt-Beziehung einnehmen. Die heutige Lebensweise und Grundeinstellung der Gesellschaft ist einerseits mitschuldig an diesen Problemen, andererseits wird sie auch Teil der Lösung sein müssen.⁴⁷ Im Weiteren erfolgt gerade der Umbruch von einer Industriegesellschaft zur Wissens- und Informationsgesellschaft, dessen Folgen wir heute noch nicht klar abschätzen können.⁴⁸ Ekhart Hahn formulierte die Situation in seinem Bericht über den ökologischen Umbau sehr treffend:

„Die Städte sind gebautes Denken; städtischer Lebensstil ist gelebtes Bewußtsein und Verhalten gegenüber Mensch und Umwelt. In den Städten verschärfen sich die Widersprüche ökologisch-sozialer Entwicklungen, und es werden zugleich neue Lösungen gefunden. Von den Städten hat die industriegesellschaftliche Umweltkrise ihren Ausgang genommen, in ihnen und mit ihrer Innovationskraft muß sie auch überwunden werden.“⁴⁹

47 Vgl. Hermant-de Callatay 2011, 5.

48 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 47.

49 Hahn/Simoni 1994, 3.

Sieht man sich die Veränderung bzw. die Zukunftsprognosen des ökologischen Fußabdruckes der Menschheit an, dann wird auch klar ersichtlich dass Handlungsbedarf in Richtung Nachhaltigkeit von Nöten ist. Im Optimalfall sollte die zur Verfügung stehende Biokapazitätsfläche der des ökologischen Fußabdruckes entsprechen oder diesen übertreffen. Aktuell lebt die Menschheit aber weit über ihre Verhältnisse (*siehe Abb. 10*).⁵⁰

Die gegenwärtige Umweltpolitik sieht und debattiert diese Probleme zwar, es fällt aber auf, dass eher an den sichtbaren Resultaten der Umweltprobleme gearbeitet wird als an deren Ursachen bzw. Vermeidung.

„Es dominiert ein ‚Krisenmanagement‘ und damit das Verschieben von Problemen statt der Entwicklung von grundsätzlichen, langfristig tragfähigen Lösungen.“⁵¹

Bisher lag der Schwerpunkt hier hauptsächlich im technischen Umweltschutz,⁵² doch um europäische Städte wirklich nachhaltig zu machen ist ein ganzheitliches umwelt- und energiepolitisches Konzept notwendig. Unterschiedlichste Elemente des natürlichen Ökokreislaufs sind nämlich auf eine komplexe Art mit den sozialen, kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Elementen des Städtensystems verknüpft.⁵³

50 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 52-53.

51 Hahn/Simoni 1994, 7.

52 Vgl. Ebda., 7.

53 Vgl. Hermant-de Callatay 2011, VII.

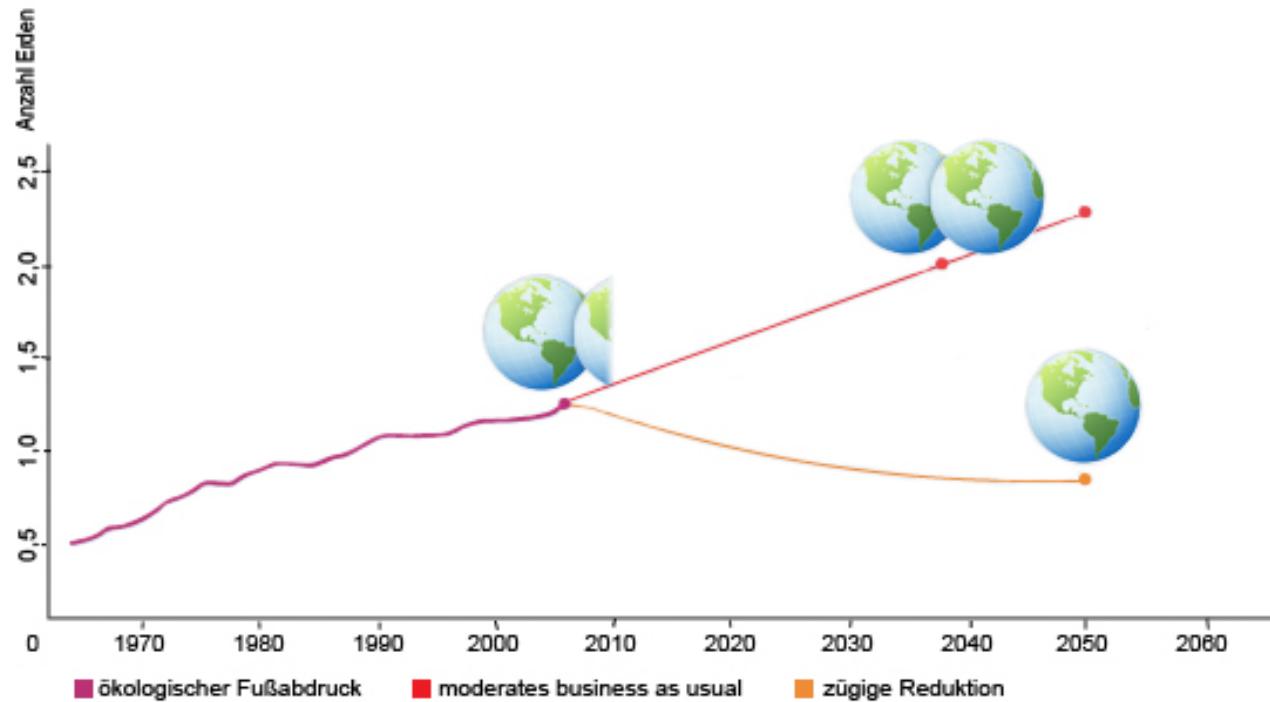


Abb. 10: ökologischer Fussabdruck der Menschheit

Die Schwierigkeit, einen globalen und allgemeingültigen Handlungsleitfaden für die Planung nachhaltiger Städte zu formulieren besteht darin, dass das System der Nachhaltigkeit nicht für jeden Ort gleichermaßen angewendet werden kann. Je nach Standort bzw. sozialer, ökologischer und ökonomischer Situation sind andere Maßnahmen zur Optimierung gefragt und unterschiedliche Probleme zu Bewältigen.⁵⁴

Oft entstehen durch die disziplinübergreifenden Lösungsansätze bzw. Entwürfe⁵⁵

⁵⁴ Vgl. Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Nachhaltigkeit in der Stadtplanung, https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeit_in_der_stadtplanung_1878.htm, 18.08.2018.
⁵⁵ Vgl. Fiedler 2011, 24.

„Regelkreise in Richtung höherer Nachhaltigkeit [...] etwa von der mikroklimatischen Optimierung über die Attraktivierung des öffentlichen Raums zur umweltfreundlichen Mobilität.“⁵⁶

Die meisten Menschen glauben, dass in der Stadtplanung alles von einem einzigen Planer entworfen und gelöst werden kann, dafür gäbe es ja den Masterplan, der alle Fragen beantworten soll. Doch das ist nicht möglich, denn Städte sind unglaublich komplex. Wir können nur einen Rahmenplan erarbeiten, der das Leben in der Stadt zulässt und begünstigt.

⁵⁶ Ebda., 24.

3.2 Handlungsbereiche nachhaltiger Stadtplanung

Durch die großen stadtstrukturellen Unterschiede in Städten in Industrienationen und denen in Entwicklungsländern, müssen auch die Probleme, Nachhaltigkeitsziele und Maßnahmen differenziert betrachtet werden. Aufgrund des regionalen Schwerpunkts dieser Arbeit wird der Fokus daher auf den der europäischen Stadt gerichtet.

Die nachhaltige Stadtplanung strebt nach einem sparsamen und bewussten Umgang mit natürlichen Ressourcen, der Senkung von Emissionen, einem möglichst geringen Energieverbrauch, der Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs und dem Ausbau eines sanften Mobilitätsangebots (Fuß- und Radwege, ÖV-Netz). Städtebaulich wird eine kompaktere, funktionsdurchmischte Stadtstruktur angestrebt, mit bedarfsgerechtem und leistbarem Wohnraumangebot, einem belebten und für alle Menschen zugänglichen öffentlichen Raum, mit der Verwendung regenerativer Materialien und der Erbauung nachhaltiger Architektur.

Kurz gesagt, die nachhaltige Stadtplanung entwickelt Strategien, die Umwelt- und Verkehrsprobleme bzw. überschüssigen Ressourcenverbrauch vermeiden und dabei menschenwürdige Lebensräume schaffen. Sie unterstützt einen klimaverträglichen Stadtumbau bzw. Neubau und schafft gleichzeitig Orte von hoher städtebaulicher Qualität.⁵⁷

⁵⁷ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 93.

Dieses vielfältige Thema macht genauso dessen Handlungsbereiche (siehe Abb. 11) sehr umfang- und inhaltsreich. Die Stadt als Ganzes betrachtet funktioniert wie ein Organismus, ein Kreislaufsystem in dem sich alle Komponenten gegenseitig beeinflussen. Daher widmet sich diese Masterarbeit im folgenden Kapitel den Themen Innenentwicklung und Nutzungsmischung, öffentlicher Raum, Freiräume, natürliche Ressourcen und Klima, Mobilität sowie Energie. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf dem Potential der Nachhaltigkeit der einzelnen Themen und ihren städtebaulichen Maßnahmen. Der Schwerpunkt Luftqualitätssteigerung hingegen wird in einem eigenen Kapitel behandelt.

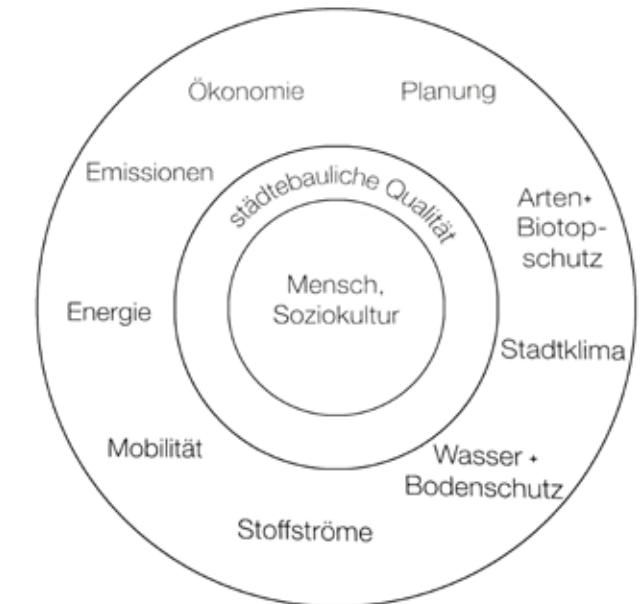


Abb. 11: Felder nachhaltiger Stadtplanung

3.2.1 Innenentwicklung, Dichte und Nutzungsmischung

„Städte wachsen rasant. Wachstum an sich ist nicht beängstigend, ungeplanter Wachstum aber schon.“

Andreas Dalsgaard

Die europäische Stadt befindet sich gerade in einer Phase der Neuorientierung, in welcher sich auch neue Lebens- und Kulturformen entwickeln. Sie versucht sich in technologischen Neuheiten und erlebt einen gesellschaftlichen Wandlungsprozess. Doch anders als vielleicht erwartet, liegt nicht unbedingt eine dezentrale Regionalisierung im Fokus der neuen Wissensgesellschaft, sondern es vollzieht sich ein Trend der Nachverdichtung im urbanen Raum.⁵⁸

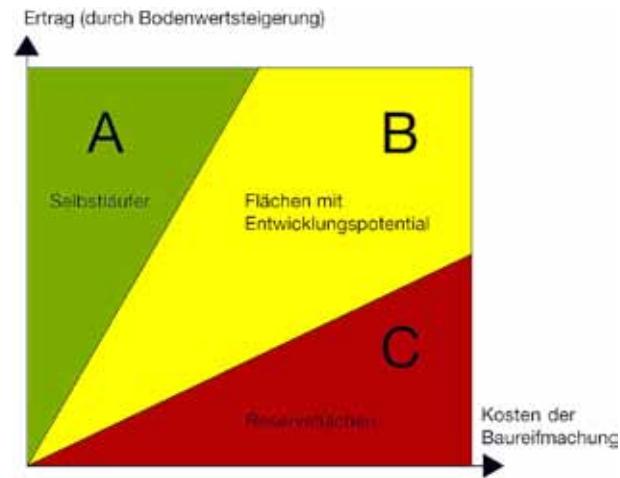


Abb. 12: Aufteilung - Flächenrecycling von Brachflächen

A Ertrag des Flächenrecyclings deutlich über den Kosten der Baureifmachung

B Rentabilität aufgrund von Risiken nicht sicher

C Ertrag des Flächenrecyclings deutlich unter den Kosten der Baureifmachung

⁵⁸ Vgl. Gatterer 2012, 87.

a | Innenentwicklung

Aufgrund des andauernden Verstädterungsprozesses dehnen sich Ballungsgebiete in die umliegende Landschaft aus. Dies führt zu einer Zersiedelung und dem Rückgang der natürlichen Ressource Boden. Außerdem entstehen aufgrund der längeren Wege, besonders an den Stadträndern,⁵⁹ „monofunktionale Nutzungseinheiten“⁶⁰. Die Folge ist eine Fehlentwicklung der Siedlungsstruktur mit negativen Auswirkungen für die Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft.⁶¹

Im Zuge dieses Strukturwandels hat auch der Anteil an Brachflächen im innerstädtischen Bereich zugenommen. In ihnen steckt großes Potenzial für Umnutzungen und Flächenrecycling (siehe Abb. 12), denn aufgrund ihrer früheren Nutzung sind sie infrastrukturell meistens gut erschlossen. Durch Maßnahmen wie der Bebauung ungenutzter Brachflächen und Baulücken, oder der Aufwertung stillgelegter Produktionsstätten wie ehemaligen Hafensarealen, Fabriken und anderen Produktionsstätten, kann deshalb die natürliche und unbebaute Umwelt enorm entlastet werden.⁶²

⁵⁹ Vgl. Umweltbundesamt Dessau-Roßlau 2017, 16.

⁶⁰ Kühn 1997, 13.

⁶¹ Vgl. Becker 2001, 7-9.

⁶² Vgl. Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt Dessau-Roßlau: Flächenrecycling und Innenentwicklung, 17.07.2017, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/flaechenrecycling-innenentwicklung#textpart-1>, 27.10.2018; Rey 2011, 10; Böhm 2016, 13-14.

b | Dichte

Die Dichte spielt bezüglich der Nachhaltigkeit in mehreren Aspekten eine ganz besonders große Rolle (siehe Abb. 13). Sie ist die Voraussetzung, um die meisten Alltagsbesorgnisse mit dem Rad oder zu Fuß erledigen zu können, denn durch eine höhere Siedlungsdichte können Geschäfte, Dienstleistungsunternehmen, Bildungs- sowie sonstige Versorgungseinrichtungen in ausreichender Anzahl und geringerer Entfernung angeboten werden. Auch auf die Belebung des öffentlichen Raums wirken sich höhere Siedlungs- und Bebauungsdichten positiv aus, was wiederum ein größeres Dienstleistungsangebot ermöglicht und folglich die Attraktivität von Städten steigert.

Neben den ökonomischen Vorteilen erleichtern belebte Viertel aber insbesondere das Zusammenleben auf engem Raum, die soziale Einbindung und Integration.⁶⁵ Erst durch eine nachhaltige Dichte kann ein nachhaltiger Städtebau entstehen. Diese muss von den Stadtbewohnern aber dauerhaft akzeptiert werden, was von der Qualität und Vielfalt des öffentlichen Raumes abhängig ist.⁶⁶ In der „Logik der nachhaltigen Dichte“ nach Johannes Fiedler kann dies nur erreicht werden, indem die Dichte über den öffentlichen Raum für Menschen attraktiv gemacht wird.⁶⁷

⁶⁵ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 98-99.

⁶⁶ Vgl. Fiedler, Johannes, 17.12.2013: Graz Reininghaus. Öffentlicher Raum in Graz-Reininghaus, <http://www.arch-urb.at/tag/johannes-fiedler-professor>, 25.09.2018.

⁶⁷ Vgl. Fiedler 2011, 13.

Die Innenentwicklung von Städten liegt dabei im Spannungsfeld zwischen einer maßvollen baulichen Nachverdichtung und dem Erhalt bzw. der Weiterentwicklung urbaner Grün- und Freiräume mitsamt ihrer vielfältigen Funktionen. Zu den wichtigsten Funktionen gehören dabei die Verbesserung der Indikatorwerte zur Artenvielfalt in Siedlungsbereichen, die Ausgleichsfunktion des Grüns hinsichtlich des Klimawandels und die Steigerung der Wohn- und Lebensqualität sowie der Attraktivität der gesamten Stadt.⁶³

Für eine nachhaltige Weiterentwicklung urbaner Räume sind daher folgende Aspekte zu beachten:⁶⁴

- Förderung polyzentraler Raumstrukturen
- Verdichtung bestehender Siedlungen
- verstärkte Nutzungsmischung
- bestandsorientierte Erneuerung dicht bebauter Stadtquartiere
- Wiedernutzung gewerblich - industrieller Brachflächen
- Vitalisierung von Großwohnsiedlungen
- Innenstadtstärkung
- Stadterweiterung durch dichte und gemischte Siedlungen
- flächensparendes und ökologisches Bauen
- umweltschonende Verkehrssysteme

⁶³ Vgl. Rey 2011, 10; Böhm 2016, 13-14.

⁶⁴ Vgl. Becker 2001, 7-9.

Die Logik der nachhaltigen Dichte nach Johannes Fiedler.⁶⁸

- ökologische Nachhaltigkeit wird entscheidend durch Energieeffizienz und Ressourcenschonung geprägt
- die räumliche Dichte von Bauten und Funktionen hat einen großen Einfluss auf die Energieeffizienz und Ressourcenschonung
- eine nachhaltige Dichte kann nur entstehen, wenn sie auch von den Menschen akzeptiert wird
- die Akzeptanz wird durch eine positive Wahrnehmung des öffentlichen Raums beeinflusst, von der Fußläufigkeit, einem vielfältigen Nutzungsangebot und der sozialen Funktionen des Raums
- für eine hohe Qualität des öffentlichen Raums ist die Kleinteiligkeit der Bebauung und Nutzung eine wichtige Voraussetzung
- Kleinteiligkeit in der Bebauung und Nutzung entsteht durch kleinteilige Produktionsformen, wie „Baugemeinschaften, Bauten von Einzelinvestoren mit Selbstnutzung, Gebäuden, die von kleinen Unternehmen errichtet und betrieben werden“⁶⁹
- die kleinteiligen Produktionsformen benötigen wiederum absehbare städtebauliche Rahmenbedingungen (u.a. optimale Parzellengröße, Erschließung, Infrastrukturen für ruhenden Verkehr, Frei- und Grünraum)



Abb. 13: Einfluss der Dichte

68 Vgl. Fiedler 2011, 13.
69 Ebda., 13.

c | Nutzungsmischung und soziale Durchmischung

Grundsätzlich steht eine ausgewogene Mischung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung, Sozialeinrichtungen, Freizeit und Kultur im Fokus. In der Folge soll eine soziale Mischung unterschiedlicher Schichten, Haushaltstypen und Lebensstile entstehen. Dieser Verflechtungsaspekt unterstützt wiederum eine gesunde Mobilität und wirkt räumlicher Ausbreitung sowie sozialer Segregation entgegen.

Es sollten also Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die soziale Durchmischung nicht nur erlauben, sondern fördern. Dies geschieht durch ein attraktives und vielseitiges Wohnraumangebot, welches bezüglich der Wohnungsgröße, der Raumaufteilung und des Standards unterschiedliche Typen anbietet und so den Bedürfnissen einer breiten Bevölkerungsgruppe entgegen kommt. Zugleich sollte der Wohnungsbau auf eine ressourcenschonende und kostenreduzierte Art erfolgen.⁷⁰

Fördereinrichtungen für eine soziokulturelle Vielfalt und der Kooperation unterschiedlicher Generationen begünstigen ein ausgewogenes Miteinander und den Kontaktaustausch zwischen den Bewohnern. Bereiche zur Kinderbetreuung (Krippen, Nachmittagsbetreuung, Nachhilfe), Begegnungsorte für die Bewohner (Cafés, kleinere Zentren, Bibliotheken) oder Freizeitstätten (kulturelle Einrichtungen, Gemeinschaftsgärten, Sportanlagen) bieten sich dafür an.⁷¹

Bei der nachhaltigen Nutzungsmischung geht es aber nicht um eine unflexible Festlegung für gewisse Bereiche, sondern um die Qualitäten und Potenziale der Nutzungsarten. Diese kann und soll als Prozess verstanden werden, der sich selbstregulierend und selbstständig weiterentwickelt.⁷²

70 Vgl. Beckmann 2011, 68; Korda 1999, 156; Walcha o.J., 9.

71 Vgl. Rey 2011, 19.
72 Vgl. Raith 2011, 102.

3.2.2 Öffentlicher Raum

„Stadt ist der Ort, wo sich Menschen multiplizieren.“

Franz Summitsch

Der öffentliche Raum ist im Prinzip das Schaufenster der Stadtentwicklung eines Ortes; er bildet die Struktur städtischer Räume und macht sie lesbar bzw. erfassbar.⁷³

Als sinnlich wirkende Grundelemente der Stadtarchitektur dienen Straßen und Wege als Bewegungsflächen bzw. -räume und Plätze als Aufenthalts- und Erlebnisräume. Gegliedert aus diesem Netz von Straßen und der Abfolge von Plätzen spiegeln diese Räume den Charakter einer Stadt wieder und zeigen analog Merkmale einer bestimmten Gesellschaft, Kultur und Lebensweise.

Sie erzeugen aber nicht automatisch Urbanität; diese Eigenschaft bieten Begegnungsräume nur, wenn sie von allen urbanen Gesellschaftsgruppen genutzt und angenommen werden. Dann tragen sie erheblich zu einem funktionierenden Gemeinwesen bei.⁷⁴

Der Begriff des öffentlichen Raums kann aufgrund seiner vielschichtigen Bedeutungen und Funktionen nicht klar abgegrenzt werden. Seine Nutzungen reichen vom Verkehrsraum, über Konsum- und Kommunikationsraum bis hin zum Erholungsraum u.a.⁷⁵

Neben seiner multifunktionalen Möglichkeiten können dem öffentlichen Raum sechs wesentliche Aspekte zugeteilt werden:⁷⁶

- 1. Ästhetischer Aspekt:** der öffentliche Raum prägt das Stadtbild und dient als Visitenkarte der Stadt. Die Lebensqualität und das Wohlbefinden werden durch attraktive und einladende öffentliche Räume besonders gesteigert.
- 2. Kultureller Aspekt:** die Kultur, der Charakter und das Image einer Stadt mitsamt ihrer Bewohner werden durch den öffentlichen Raum geprägt. Des Weiteren ist er Voraussetzung für viele kulturelle Events.
- 3. Sozialer Aspekt:** der öffentliche Raum bietet die Kulisse für Aneignungsprozesse, Kommunikation, Sozialisation, Spiele, Sportaktivitäten, Freizeit und Erholung.
- 4. Ökologischer Aspekt:** durch eine bewusste Gestaltung der öffentlichen Räume können Stadtökologie bzw. -klima positiv beeinflusst werden. Ein ausreichendes Angebot öffentlich zugänglicher Grünanlagen und Parks kann dabei in sozialer wie auch ökologischer Hinsicht qualitative Vorteile bringen.

5. Politischer Aspekt: der öffentliche Raum dient sowohl der Auslagerung hoheitlicher Aufgaben als auch einer Plattform für Aufstände bzw. Demonstrationen der Bürger.

6. Ökonomischer Aspekt: aus wirtschaftlicher Sicht ist der öffentliche Raum heute besonders als Transportraum von Bedeutung. Für die Wahl als Unternehmensniederlassung spielen neben den *harten* Standortfaktoren (Infrastruktur, Flächenangebot, Absatzmarkt etc.) immer mehr auch die *weichen* Faktoren (kulturelle Einrichtungen, Image der Region, Freizeitangebote etc.) eine entscheidende Rolle, da diese wiederum die Standortattraktivität für Arbeitnehmer steigern. Der öffentliche Raum kann diese Faktoren ebenso beeinflussen wie den Lagewert von Immobilien und ganzen Stadtvierteln.⁷⁷



Abb. 14: grüner Mittelstreifen des ‚Grabens‘ in Winterthur



Abb. 15: Treppen als Verweilorte in der Hafencity Hamburg



Abb. 16: Krongarten in Wien

⁷³ Vgl. Reicher 2012, 100.

⁷⁴ Vgl. Gehl 2016, 49; Reicher 2012, 100; Tschavgora, Karin: Wem gehört die Stadt, 20.08.2013, <http://www.gat.st/news/wem-gehoert-die-stadt>, 18.08.2018.

⁷⁵ Vgl. Reicher 2012, 100.

⁷⁶ Vgl. Reicher 2012, 102-103; Beckmann 2011, 68.

⁷⁷ Vgl. Reicher 2012, 102-103.

a | Die Identität des Ortes

Der öffentliche Raum und das Leben das sich in ihm abspielt haben eine große Bedeutung für Städte, denn sie prägen die Identität eines Ortes und somit auch seine Bewohner.⁷⁸

Die Umgebung in der sich ein Mensch aufhält hat starken Einfluss auf seine Stimmung, sein Wohlbefinden, seine Entscheidungen und sein Handeln, somit entsteht ein Pflichtbewusstsein und Bezug zum räumlichen (Wohn-) Umfeld. Ein guter Entwurf trägt also dazu bei, dass sich alle Menschen im öffentlichen Raum wohl fühlen, dass sowohl junge und alte Menschen, als auch Familien, Singles, sozial schwächere, Menschen mit Behinderungen und neu zugezogene im Wohnumfeld eingebunden werden (Bsp. siehe Abb. 14, Abb. 15 und Abb. 16).⁷⁹

Die Identität des Ortes wird durch drei Ebenen erzeugt:

Die **städtebaulich-physische Ebene**: Gebäude, öffentlicher Raum und private Freiräume (z.B. Straße, Gehweg, Park, Vorgarten etc.). Sie bildet dabei das Grundgerüst auf dem sich im Weiteren der Charakter entwickeln kann. Europäische Städte haben oft den Charakter einer *Collage City* (siehe Abb. 17), bestehend aus kunterbunten Elementen die sich zu einem geordneten, neuen Ganzen mit vielseitigem Innenleben verbinden.⁸⁰

Vergleicht man nun einen Stadtteil in seiner städtebaulich - physischen Struktur mit solch einem bunten Element, entsteht auf der einen Seite ein gestalterischer Bezug zur direkten Nachbarschaft und der Stadt und auf der anderen Seite auch eine gewisse Autarkie, die eine Art Image für diesen Ort erzeugt.⁸¹

Die **sozioökonomische Ebene**: Wohnungen, Versorgungseinrichtungen und sonstige Arbeitsplätze (z.B. Spielplatz, Straßencafe, Arbeitsweg, Weg zum Einkaufen/Kindergarten/Restaurant/Sportplatz etc. und zurück). Hier halten sich die Menschen in Teilbereichen auf, die sich stellenweise überlagern. Dadurch entstehen regelmäßige Kontakte untereinander, wie Blickkontakt, Begrüßung, private Gespräche bis zu intensiveren Begegnungen in Vereinen oder Initiativen.⁸²

Die **symbolische Ebene**: räumliche Schnittpunkte, also Brennpunkte (Marktplatz, Umsteigepunkte des ÖV, Einkaufszentren etc.). Sie umfasst vertraute Räume, also optische Bezugspunkte oder regelmäßige Erlebnisse und Rituale, die symbolisch für einen Ort und dessen Entwicklung stehen und sowohl von den Bewohnern als auch von Außenstehenden mit ihm assoziiert werden.⁸³

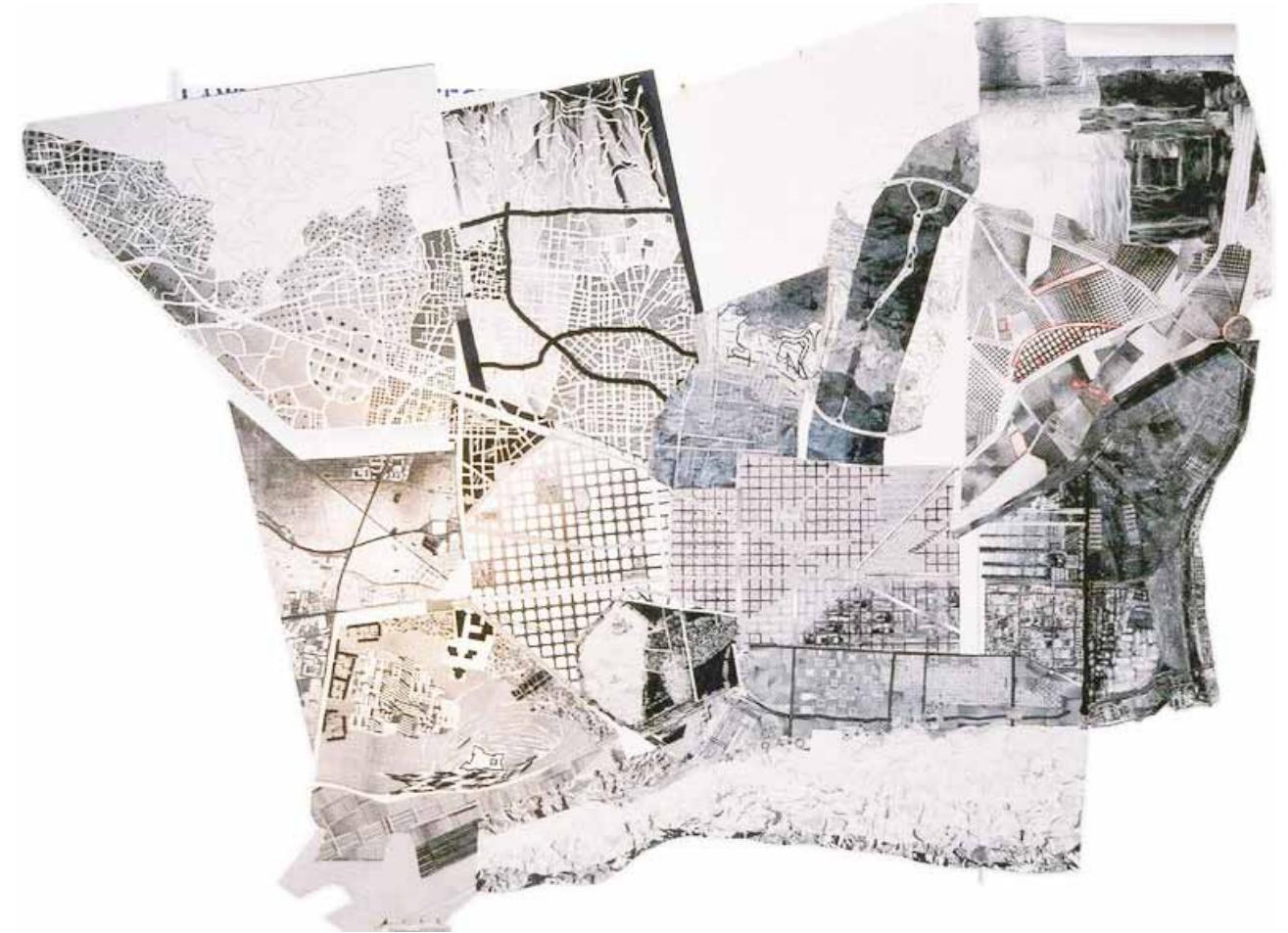


Abb. 17: Collage - City von Collin Rowe, Fred Koetter

⁷⁸ Vgl. Reicher 2012, 100; Korda 1999, 154.

⁷⁹ Vgl. Reicher 2012, 100; Korda 1999, 154; Bott/Grassl/Anders 2013, 21.

⁸⁰ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 21, 98.

⁸¹ Vgl. Ebda., 98.

⁸² Vgl. Ebda., 21.

⁸³ Vgl. Ebda., 3, 21.

b | Nachhaltigkeitspotenzial - öffentlichen Raum

Besonders für die soziale Komponente hinsichtlich nachhaltiger Städte hat der öffentliche Raum eine wichtige Bedeutung; dabei geht es neben der Sicherung von Grundbedürfnissen, Chancengleichheit, kultureller Vielfalt und Bürgerbeteiligung besonders um die Belegung dieses Raums, denn menschliche Interaktion nährt städtisches Leben.⁸⁴

Straßen, Gehwege, Plätze und Parks müssen für alle Menschen den gleichen Zugang bieten und sind so zu gestalten, dass sich die Leute gerne dort aufhalten, einen Kaffee trinken, Freunde treffen, bummeln gehen, lieber zu Fuß oder mit dem Rad die Alltagswege bewältigen als mit dem Auto. So steigern gelungene öffentliche Räume die allgemeine Lebensqualität, helfen den Menschen Kontakte zu schließen, Konflikte aufgrund unterschiedlicher Chancen zu reduzieren, verstärken das Wohlbefinden im Raum und schaffen eine vertraute Beziehung zum Wohnumfeld.⁸⁵

In Bezug auf das ökologische Nachhaltigkeitspotenzial können sie helfen, den motorisierten Verkehr zu senken, durch bestimmte Bepflanzungen und Wasserflächen das Stadtklima positiv zu beeinflussen und durch eine bewusste Wahl von Materialien der städtischen Überhitzung entgegen zu wirken.⁸⁶

Selbst die Wirtschaft kann durch die Belegung öffentlicher Räume profitieren, denn Grundstückspreise, Immobilienwerte und die Standortvorteile steigen dadurch.⁸⁷

Aber allein durch die gezeichnete Linie wird nichts passieren, denn die Menschen tun wonach ihnen ist. Ein gelungener Entwurf kann Einladungen aussprechen und zum Flanieren, Hinsetzen, Verweilen oder zu mehr Bewegung anregen und dadurch gezielt Flächennutzungsmuster verändern.⁸⁸

Die Planung umfasst dabei sowohl die architektonische bzw. städtebauliche Ausgestaltung der jeweiligen Flächen, als auch die Möblierung, Materialwahl, die atmosphärische Gestaltung, das Nutzungsangebot sowie die Grünraumgestaltung.⁸⁹

Weitere Themen wie Freiräume, Grünflächen, Wasser, Boden, Stadtklima und Verkehrsräume sind zwar auch Teilaspekte des öffentlichen Raums, werden aber aufgrund ihrer Priorität als eigene Kapitel sowie Unterpunkte von natürlichen Ressourcen und Klima bzw. Mobilität behandelt.

84 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 99.

85 Vgl. Gehl 2016, 30-32, 128; Reicher 2012, 5.

86 Vgl. Reicher 2012, 109.

87 Vgl. Böhm 2016, 20.

88 Vgl. Gehl 2016, 31.

89 Vgl. Reicher 2012, 107.

3.2.3 Freiräume

„Ist die Menschheit das Maß aller Dinge? Oder ist der Mensch das Maß? Bisher war es der Mensch, an dem alles ausgerichtet war [...] besonders seine Städte, die nach seinen Vorgaben und nicht nach denen der Gesellschaft gebaut wurden.“⁹⁰

Leopold Kohr

Die Stadtgestalt wird durch ihre raumbildenden Strukturen, die sich aus Landschafts-, Bau- und Infrastruktur zusammensetzen, geprägt. Gut vernetzte, multifunktionale Freiräume nehmen dabei aufgrund ihrer wirtschaftlichen, sozialen und besonders ökologischen Bedeutung einen sehr wichtigen Platz ein (*siehe Abb. 18*). Sie bilden die Grundlage für urbanes Leben, für Strategien in der städtischen Klimaanpassung und für den Schutz und die Erhaltung der Biodiversität im urbanen Raum.

Doch gerade in Zeiten der Verstädterung und Nachverdichtung muss früh genug an die Planung von Freiraumkonzepten gedacht werden, denn nachträglich lassen sie sich bedeutend schwerer und kostenintensiver in eine bestehende Stadtstruktur integrieren.⁹¹

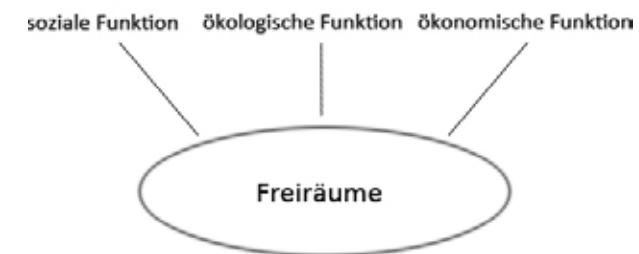


Abb. 18: Funktionen von Freiflächen

90 Kohr 2008, 74.

91 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 127.

Nichts desto trotz reduziert sich ihr Anteil im städtischen Umfeld durch Maßnahmen wie Innenentwicklung und immer dichtere Bebauungen. Es ist daher notwendig, die Qualität verbleibender Freiräume in gestalterischer und ökologischer Hinsicht deutlich zu erhöhen und sie von Anfang an als festen Bestandteil in der nachhaltigen Stadtplanung zu integrieren.⁹²

Gut vernetzte Grünraumsysteme können sowohl für den Bezug der Bürger zu ihrem Wohnumfeld, als auch für die natürliche Umwelt einen nicht zu unterschätzenden positiven Beitrag leisten. Dabei gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichsten Arten von Grünsystemen im gesamtstädtischen System (*siehe Abb. 19*). Die Freiraumkonzepte können dabei als Grüngürtel, also zusammenhängende Kleingärten, Grünflächen und Gewässer ausgestaltet sein oder als vernetztes System zur Renaturierung dienen und Parks, Spiel- und Sportflächen, Fuß- und Radwegnetze sowie integrierte öffentliche Einrichtungen verbinden.⁹³

92 Vgl. Ebda., 127.

93 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 128, 131; Reicher 2012, 96.

Grundsätzlich können folgende Freiraumtypen im städtischen Umfeld unterschieden werden:⁹⁴

- Parks, öffentliche Gärten und Grünflächen
- Rückzugs- und Erholungsräume, nutzungs-offene Freiflächen
- Grüne Infrastruktur: wie Spielplätze, Friedhöfe, Sport- und Freizeitanlagen, Klein- und Schrebergärten
- Straßenräume, Plätze und Transportwege
- Freiräume in Wohngebieten: wie Privatgärten, Kommunale Freiräume, Kinderspielplätze, Dächer und Balkone
- Brachen, Zwischenräume und Leerstände
- Historische Freiräume: wie private Parks und Gärten verbunden mit historischen oder denkmalgeschützten Gebäuden, erhaltenswerte bzw. geschützte Korridore oder Sichtachsen mit historischer Bedeutung, Archäologische Grabungsstätten
- Wasserflächen und Fließgewässer
- Außenflächen von Bildungseinrichtungen, Geschäfts- und Verwaltungsgebäuden, Spitälern, Pflegeeinrichtungen, Produktionsstätten oder öffentlichen Gebäuden
- Städtische Randgebiete: Agrarland, Abfallsammelstellen, Wälder und forstliche Nutzflächen



Abb. 19: Freiraum-Ebenen

94 Vgl. Reicher 2012, 94.

a | Nachhaltigkeitspotenzial - Freiraum

Die Natur in der Stadt ist neben den umwelttechnischen Aspekten auch für die Bürger ein wichtiger Wohlfühlfaktor. Laut einer Umfrage sind 32% der österreichischen Bevölkerung in der Natur am glücklichsten. Durch das *grüne Bewusstsein* entstehen vielseitige Bepflanzungsmöglichkeiten im privaten Freiraum, wie in Innen- und Hinterhöfen, auf Dächern und Balkonen, in den Wohnungen u.a., überall entstehen kleine Grüninseln. Die Bezeichnung Urban Gardening hat sich längst in der Gesellschaft etabliert.⁹⁵ Parallel laufen aber auch Projekte in größeren Dimensionen wie *Urban Farms* und *Vertical Farming*. Den städtischen Farmen dienen zB. alte Industriegebäude oder Lagerhallen als Anbauflächen der modernen Schrebergärten.

Beim *Vertical Farming* werden pflanzliche Erzeugnisse in Hochhäusern, besser gesagt in mehrstöckigen Gewächshäusern angebaut. Der Ertrag der vertikalen Ackerflächen ist durch die ganzjährig optimalen Bedingungen wesentlich höher als in der konventionellen Landwirtschaft und reduziert enorm den landwirtschaftlichen Flächenverbrauch (*siehe Abb. 20*).⁹⁶

Immerhin wird bereits ein Drittel des Nahrungsmittelbedarfs der Städte in der periurbanen Landwirtschaft (also in den Städten selbst) produziert. Der große Vorteil ist die Verkehrsreduzierung durch weniger Transportbedarf, Rückführung von organischen Abfällen als Dünger, Schutz der Wasserressourcen und Erhaltung von Erholungszonen.⁹⁷

1 ha in der Stadt
statt 10 ha Wiese

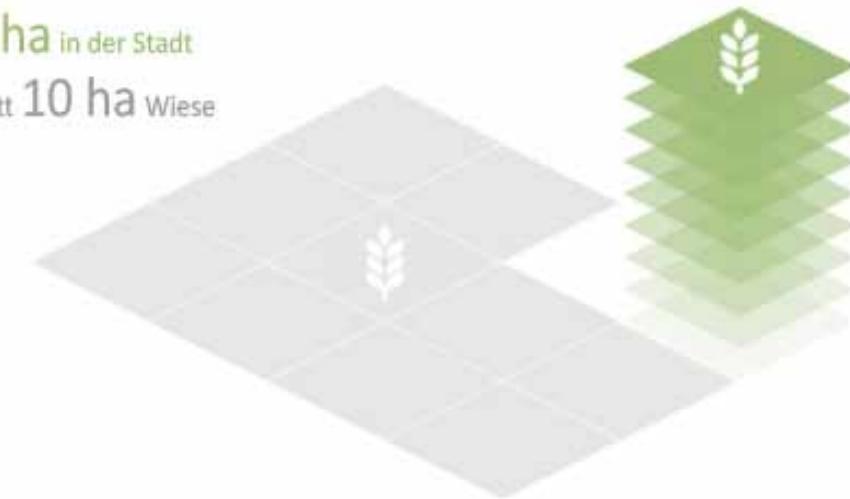


Abb. 20: Flächeneinsparung Vertical Farming

95 Vgl. Mahrer/Halper 2012, 85.

96 Vgl. Despommier o.J., <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/LEDs-im-Urban-Farming>, 18.08.2018.

97 Vgl. Mahrer/Halper 2012, 85.

Empfehlungen für ökologische und naturnahe Freiräume in verdichteten Gebieten:⁹⁸

- wenig Bodenversiegelung durch flächensparsame Erschließung
- Vermeidung von Bodenverdichtung durch schonenden Umgang mit Oberboden
- ökologische Regenwasserbewirtschaftung und integriertes Regenwassermanagement
- Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünung
- Solardächer für zusätzliche Energieversorgung
- Freiräume für Kleingärten, Urban Farming/Gardening
- Verwendung umweltfreundlicher Beleuchtung
- Spontanvegetation auf nicht genutzten Flächen belassen
- natürlich gewachsene Parks, Stadtwälder, Gehölzsäume schützen und fördern
- intensive Straßenbegrünung durch heimische Baumarten (zB. Alleen, Baumreihen, Parkflächengrün)
- geschützte Flachwasserzonen und natürliche Uferbereiche für die angesiedelte Tier- und Pflanzenwelt schaffen, die gleichzeitig als Freiräume für Menschen dienen
- Kostenersparnis durch naturnahe und extensive Grünflächen (mind. 50% des öffentlichen Grüns)
- Patenschaften für Grünbereiche (zB. von Bewohnern, Schulen)
- Angebote für Naturerfahrung im urbanen Raum

⁹⁸ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 131; Boeing 2014, <https://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/05/urbanisierung-stadt-moderne-wachstum/komplettansicht>, 18.08.2018.

b | Positive Auswirkungen von Freiräumen auf die Gesundheit

Freiräume haben in vielerlei Hinsicht einen positiven Einfluss auf die Gesundheit der städtischen Bevölkerung. Zum Einen filtern sie durch Vegetation die Luft von Schadstoffen und unterstützen somit eine gesunde Lungenfunktion. Zum Anderen können urbane Grünflächen von den Bewohnern für sportliche Aktivitäten genutzt werden, damit sie sich gesund und fit halten.

Auch der Einsatz umweltfreundlicher und schadstoffbindender Oberflächenmaterialien für Freiräume, u.a. für Platzgestaltungen oder Sitzmöglichkeiten im Freien, können die Gesundheit zusätzlich fördern. Lärmreduktionsmaßnahmen durch Bäume, Mobilar u.a. Dinge können helfen den Stress zu reduzieren, intelligent vernetzte Plätze wiederum unterstützen die Kommunikation und können psychologisch helfen. Ärzte haben außerdem herausgefunden, dass⁹⁹

„eine ansprechende baulich-räumliche Umgebung einen positiven Einfluss auf das menschliche Unterbewusstsein ausübt und eine wichtige Grundlage für das psychologische Wohlbefinden des Menschen bildet.“¹⁰⁰

⁹⁹ Vgl. Mahrer/Halper 2012, 86; Korda 1999, 154.
¹⁰⁰ Korda 1999, 154.

3.2.4 Natürliche Ressourcen und Klima

„Alles was gegen die Natur ist, hat auf Dauer keinen Bestand.“¹⁰³

Charles Darwin

Die ökologische Qualität nachhaltiger Städte basiert auf dem reduziertem Verbrauch natürlicher, nicht erneuerbarer Ressourcen wie Biodiversität, Wasser und Boden, dem sparsamen Umgang mit Energie und einem verringerten ökologischen Fußabdruck. Neben Strategien aus der bioklimatischen Bautechnik wird auch verstärkt auf erneuerbare Energiequellen gesetzt, sowie auf den Einsatz umweltverträglicher Materialien und nachhaltiger Siedlungsentwicklung.¹⁰¹

a | Biodiversität im urbanen Raum

In Österreich gelten heute mehr als 33 % der Wirbeltierarten und 40 % der Farn- und Blütenpflanzen als gefährdet. Durch das Wachstum der Städte wird es immer wichtiger, dass diese einen positiven Beitrag zum Schutz der Biodiversität leisten. Neben der Pflege und Erhaltung, ist besonders die Schaffung zusätzlicher Lebensräume notwendig. Gleichzeitig werden damit die Lebensqualität und das Naturerlebnis in der Stadt gefördert. Eine gut verknüpfte und qualitätsvolle Grünstruktur ist somit eine Win-Win-Lösung gegen Auswirkungen des Klimawandels und zur Förderung der Biodiversität in städtischen Gebieten.¹⁰²

¹⁰¹ Vgl. Rey 2011, 18-19.
¹⁰² Vgl. Schnattinger 2009, 2.

Viele Lebewesen fühlen sich im „ureigensten Biotop des Menschen – der Stadt“¹⁰⁴ wohler als in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. In Europa sind immerhin über 50 % der regionalen Tierarten in Städten zu finden.¹⁰⁵

„Ausreichender Austausch, Nachschub- und Rückzugsräume sowie der Anschluss an andere Populationen zur genetischen Auffrischung sind dabei entscheidend.“¹⁰⁶

Einige Wildtierarten haben sich bereits weiterentwickelt und kommen sowohl mit dem Menschen als auch mit dem urbanen Umfeld gut zurecht bzw. werden sogar durch dieses gefördert. Zum Einen gibt es dort keine Jagd und weniger Pestizide und zum Anderen bieten unterschiedlichste Garten- und Stadtlandschaften vielfältige Lebensräume.¹⁰⁷

Doch die Bedingungen in den Städten sind nicht immer ideal. Der Lärm, die schnelle Fortbewegung, Störungen und Emissionen, Überhitzung u.a. Ursachen bewirken Veränderungen bei Flora und Fauna. Daher müssen genügend große, nach Bedarf spezifische und gut vernetzte Flächen und Biotopräume für die Tier- und Pflanzenwelt geschaffen werden.¹⁰⁸

¹⁰³ Plasse, zit. n. Charles Darwin, <https://www.geo.de/geolino/mensch/2868-rtkl-weltveraenderer-charles-darwin>, 27.10.2018.

¹⁰⁴ Schnattinger 2009, 2.

¹⁰⁵ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 128.

¹⁰⁶ Ebd., 128.

¹⁰⁷ Vgl. Schnattinger 2009, 5.

¹⁰⁸ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 128.

b | 2 Bodenschutz

Bodenschutz fordert in erster Linie einen sparsamen und ressourcenschonenden Umgang mit Grund und Boden, denn diese natürliche Ressource ist nur in begrenzter Fläche vorhanden und eine Boden Neubildung ein sehr langwieriger Prozess.¹¹⁴

Folgende Bodenschutzmaßnahmen sollten in einer nachhaltigen Stadtplanung verankert sein:¹¹⁵

- Verstärkte Innenentwicklung und Nachverdichtung
- Nutzung von Brachflächen und leerstehenden Industrie- und Gewerbeflächen
- bodenschonendes und flächensparendes Bauen
- Verringerung der Flächeninanspruchnahme und der Bodenversiegelung
- Bodenverluste durch konsequente Entsiegelung ausgleichen
- Grünflächen in der Stadt schützen und schaffen
- Vorrangflächen für die Landwirtschaft, für die Hochwasser-Rückhaltung und ökologisch wertvolle Böden verstärkt schützen

114 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 136-137.

115 Vgl. Ebda., 138; Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt 2017, 4.

c | Wasser

Um die Ressource Wasser zu schützen, ist besonders in urbanen Regionen eine umweltverträgliche, nachhaltige Wassernutzung notwendig.

Ein großes Problem stellt der hohe Versiegelungsgrad in Städten dar. Hier muss das Regenwasser, im Vergleich zu naturbelassenen Böden, in Kanalsystemen abgeleitet werden. Dies führt einerseits zur Senkung des Grundwasserspiegels und der Niedrigwasserabflüsse urbaner Gewässer. Andererseits kommt es zu deren Austrocknung in Trockenperioden sowie zu Hochwasserproblemen in extremen Regenperioden. Des Weiteren gelangen abgeschwachte Schadstoffe und ungereinigte Kanalüberläufe in die Gewässer, was zu Verschmutzungen führt.¹¹⁶

c | 1 Integriertes Wassermanagement

Ein integriertes Wasserressourcenmanagement soll die nachhaltige Entwicklung und Bewirtschaftung natürlicher Wasservorkommen koordinieren und fördern. Des Weiteren werden die Wassereinzugsgebiete der Natur in Einheiten gegliedert welche keine Stadt- oder Landesgrenzen kennen, sondern am natürlichen Wasserkreislauf ausgerichtet sind. Die Ziele reichen von der Sanierung der ökologischen Funktionsfähigkeit der Oberflächengewässer, über die Sicherung der Grundwassernutzung, bis hin zur Verbesserung der Gewässerstruktur und deren Durchgängigkeit.¹¹⁷

116 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 138.

117 Vgl. Ebda., 136-138.

Die Gewässerstruktur umfasst dabei die räumliche und materielle Beschaffenheit des Gewässerbetts und seines Umfelds. Die ökologische Durchgängigkeit dient der Aufrechterhaltung der Artenvielfalt und der Biomasse im Wasser.

Das Wasserrecycling und die Aufbereitung von Abwasser benötigen heute keine überdimensionalen Anlagen mehr. Dies ist bereits in der Stadt möglich, teilweise sogar in Kellerräumen. Das aufbereitete Wasser kann dann u.a. für die Bewässerung von Parks oder Straßenbepflanzungen eingesetzt werden.¹¹⁸

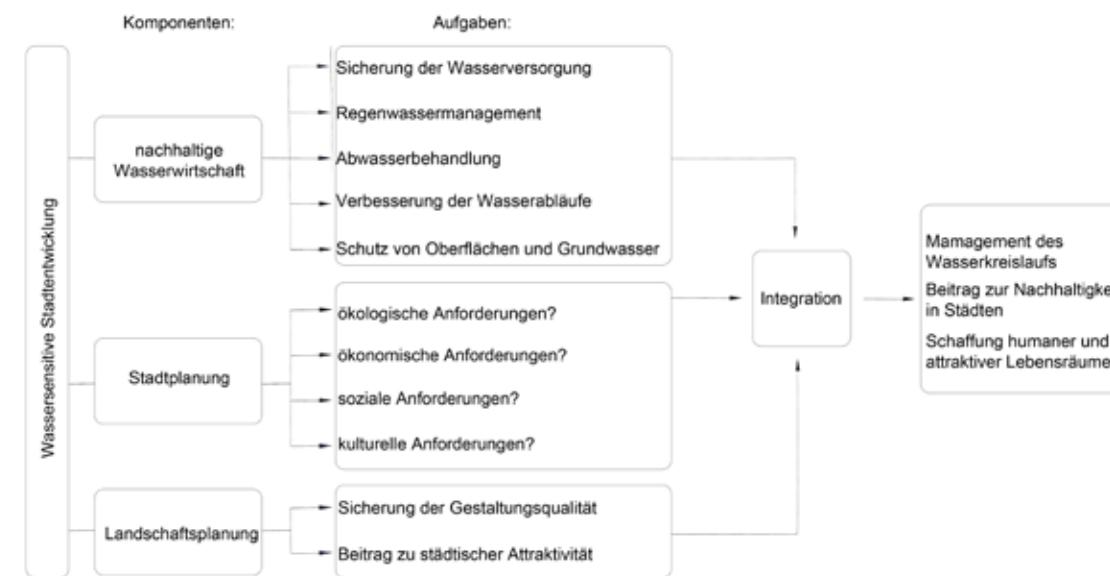


Abb. 22: Komponenten und Aufgaben einer wassersensitiven Stadtentwicklung

118 Vgl. Boeing 2014, <https://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/05/urbanisierung-stadt-moderne-wachstum/komplettansicht>, 18.08.2018; Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2016, https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/massnahmenprogramme/massnahmen_teil1.html, 18.08.2018; Martin 2000, <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/gewaesserstruktur/5875>, 18.08.2018.

119 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 138-139.

Handlungsfelder einer wassersensitiven Stadtentwicklung:¹²⁰

- Maßnahmen zur Reduzierung der Bodenversiegelung (Synergien zum Bodenschutz)
- Aufbereitung, Wiedernutzung, Versickerung und verzögerte Ableitung des Regenwassers (integriertes Regenwassermanagement)
- Räume für die Ableitung und Speicherung von Regenwasser in extremen Niederschlagsereignissen und Hochwasserresilienzmaßnahmen (integriertes Hochwasserrisikomanagement)
- Reduzierung des Trinkwasserbedarfs und der Abwassermenge durch Einsatz von Abwasseraufbereitungsmaßnahmen (integriertes Abwassermanagement)
- Renaturierung und Umbau der Gewässerstruktur in urbanen Fließgewässern (integrierte Gewässerentwicklung)

c | 2 Flussraumgestaltung

Der Ufergestaltung von urbanen Gewässern kommt eine große Bedeutung zu. Sie sind qualitätsvolle Freiräume und besondere Erholungsgebiete und steigern die Lebensqualität in verdichteten Gebieten. Gerade Fließgewässer benötigen ausreichend Raum für die eigendynamische Entwicklung. Je mehr Platz ihnen zur Verfügung steht, desto größer sind auch die Gestaltungsmöglichkeiten (siehe Abb. 23), daher müssen die angrenzenden Landschaftselemente und Nutzungen miteinbezogen werden (besonders überschwemmungsgefährdete Bereiche). Im Fokus sollte jedoch stets das Ziel eines möglichst naturnahen Gewässerzustandes stehen. Hierfür können Fließlaufveränderungen, Entwicklungen bzw. Inselbildung im Gewässerbett und Anschwemmungen gefördert werden, welche zusätzlich auch ein vielfältiges Erscheinungsbild ermöglichen.¹²¹



Abb. 23: Gestaltungsmöglichkeiten unterschiedlicher Flussräume

¹²⁰ Vgl. Bott/Grass/Anders 2013, 138-139.

¹²¹ Vgl. Ebda., 142.

d | Stadtklima

Das Klima in Städten hängt primär von der geographischen Lage und der aktuellen Großwetterlage ab, trotzdem gibt es erhebliche Unterschiede gegenüber dem natürlichen Umland.¹²²

„Das Stadtklima ist charakterisiert durch reduzierte Windgeschwindigkeiten, eine Überwärmung und eine höhere Luftverschmutzung.“¹²³

Die UV-Strahlung ist aufgrund der Trübung der unteren Atmosphäre über Städten um ca. 20 % geringer, die Frostperiode etwa um 25 % kürzer. Der Gesamtniederschlag ist ungefähr 10 % höher und die Jahresmitteltemperatur um etwa 1 Kelvin (1 Grad Celsius sind 274,15 Kelvin¹²⁴) höher. Auch Gewitter sind in städtischen Gebieten ca. 15 % wahrscheinlicher und die relative Luftfeuchtigkeit ist im Jahresmittel um etwa 7 % geringer.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Schwülegefährdung und Windverhältnisse von den Nutzungen in der Stadt, aber auch aufgrund der Reliefeigenschaften und der Vegetationsstruktur nachhaltig beeinflusst werden.¹²⁵

Da Asphalt und Beton sehr gute Hitzespeichereigenschaften besitzt, muss in der Stadtplanung auf eine ausreichende Durchlüftung der Siedlungsstruktur, durch sogenannte Frischluftachsen geachtet werden. Gerade in heißen Sommermonaten kann es sonst vorkommen, dass die erhitzten Flächen auch Nachts nicht mehr abkühlen. Als Frischluftachsen können Freihaltezonen, städtische Grünflächen, Parks entlang von Verkehrsachsen oder ehemalige Bahnflächen dienen bzw. angelegt werden.¹²⁶

Diese Grünstrukturen spielen in der städtischen Klimaanpassung eine bedeutende Rolle. Sie schützen die Stadt nicht nur vor Überhitzung, sondern filtern mit ihrer Vegetation die Luft von Schadstoffen, klären das Regenwasser und geben dieses gereinigt ins Grundwasser ab. Sie können aber auch temporär Regenwasser sammeln und dadurch Kanalsysteme und Flüsse entlasten, die Parkplatzentwässerung übernehmen oder durch Fassadenbegrünung die Innenraumklimatisierung ersetzen bzw. unterstützen.¹²⁷

Mit dem Klimawandel und den immer heftigeren Umweltereignissen steigt die Bedeutung einer, an das Stadtklima angepassten Baustruktur.

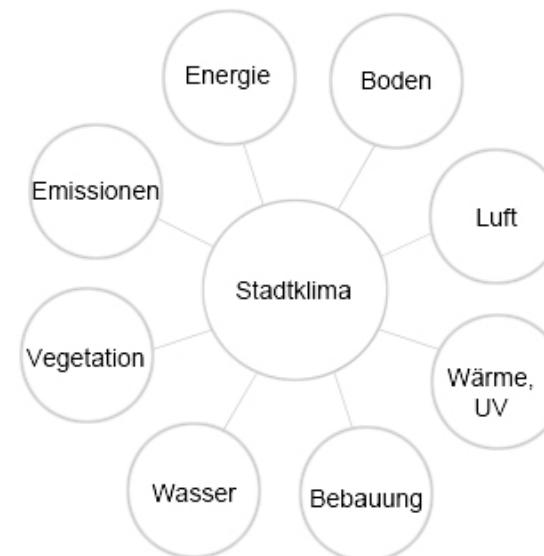


Abb. 24: Stadtklima - Einflussfaktoren

Folgende Aspekte können das Stadtklima beeinflussen (siehe Abb. 24) und müssen daher frühzeitig als Maßnahmen festgelegt werden.¹²⁸

- günstige Siedlungs- und Bebauungsformen hinsichtlich Durchlüftung
- Frischluftschneisen - Siedlungsdichte muss zum Rand hin abnehmen
- Zuführung der Frischluft durch lokale Windsysteme
- Freihaltung von Kaltluftbahnen
- Vermeidung durchlüftungsstörender Faktoren (z.B. Hochhäuser)
- Förderung und Schutz von Vegetationsflächen
- Reduzieren der Bodenversiegelung durch Erhalt bzw. Schaffung von Grün- und Wasserflächen
- Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünung
- Bewahrung und Schaffung von Grünzügen (z.B. in den Schutzabständen zwischen Industrie und Siedlung)
- Förderung der Luftreinhaltung und Vermeidung von Emissionen und Treibhausgasen (z.B. Verbot von Brennstoffen mit hohen Staubemissionen für die Gebäudeheizung)
- günstige Verkehrsplanung
- Planungsbezogene Stadtklimauntersuchungen (z.B. Messungen oder Windverhältnissen)

Detailliertere Planungsvorgaben in den folgenden Kapiteln!

¹²² Vgl. Eckel/Hüttemann/Ulrich o.O. 1999.

¹²³ Ebda.

¹²⁴ Vgl. o.A., <https://www.metric-conversions.org/de/temperatur/kelvin-in-celsius>, 18.08.2018.

¹²⁵ Vgl. Eckel/Hüttemann/Ulrich o.O. 1999.

¹²⁶ Vgl. Boeing 2014, <https://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/05/urbanisierung-stadt-moderne-wachstum/komplettansicht>, 18.08.2018.

¹²⁷ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 133-134.

¹²⁸ Vgl. Ebda., 129-130; Reuter/Kapp 2012, 11.

d | 1 Sonne

Das Sonnenlicht macht das Leben von Pflanzen, Tieren und Menschen auf der Erde erst möglich. Der Einfluss der Sonne auf unsere Gesundheit und den Gemütszustand ist nicht zu verachten. Trotzdem ist die richtige Menge entscheidend, denn sowohl extreme Sonneneinstrahlung, wie auch ein Mangel an Licht können sich negativ auf den Mensch und die Umwelt auswirken.

Je nach Standort müssen deshalb spezifische Maßnahmen für den Umgang mit der Sonne erarbeitet werden. Selbst in gemäßigten Klimazonen sollten aufgrund der Klimaerwärmung und der dadurch immer häufiger auftretenden Extremwittersituationen, temporäre Lösungen zur Hitze-reduzierung angedacht werden (z.B. Luftbefeuchtung, Sonnensegel, Begrünungen, Wasserelemente).¹²⁹

Doch nicht nur das menschliche Wohlbefinden kann von der Sonne profitieren. Durch solare Wärmegevinne kann die Energieversorgung auf nachhaltige Art unterstützt werden und auch durch die Tageslichtoptimierung kann Energie gespart werden. Die regionalen bzw. lokalen Solarenergie-Potenziale sollten daher bereits in der Siedlungsentwicklung mitbedacht werden.¹³⁰

¹²⁹ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 132.

¹³⁰ Vgl. Weiß: Solare Potentiale im Städtebau, <http://www.aee.at/aee/77-zeitschrift/zeitschriften/2015-01/851-solare-potenziale-im-staedtebau>, 01.11.2018.

d | 2 Solarer Städtebau

Den Klimaschutz als Aufgabe der Stadtplanung zu sehen ist im Grunde genommen kein neuer Ansatz. In Zeiten der Klimaerwärmung und Ressourcenverknappung drängt sich dieses Thema aber immer mehr in den Vordergrund. Die Anfänge des solaren und klimaangepassten Städtebaus finden ihren Ursprung bereits in der Antike. Damals wurden traditionelle Bauweisen in Wüstenregionen, den Bergen oder in den windigen Ländern des Nordens stark durch das lokale Klima geformt. Nach dem Ersten Weltkrieg waren Armut, Krankheiten und Wohnungsnot prägend für die Architekturbewegung *Neues Bauen*. Durch die aufkommende Industrialisierung und als Antwort auf die unhygienischen Wohnverhältnisse, wurden die Wohnungen und ganze Siedlungen nach den Regeln von *Licht, Luft und Sonne* gebaut, der *Zeilenbau* war somit geboren.¹³¹

Der solare Städtebau hat heute aber wesentlich mehr Faktoren zu beachten und ist ein sehr komplexer Entwurfsprozess. Im Stadtorganismus müssen neben der Ausrichtung der Gebäudevolumen, genauso die Orientierung von Straßen und Plätzen zur Sonne abgestimmt werden. Dabei sind die klimatischen, topografischen und städtebaulichen Bedingungen zu berücksichtigen um Wärmeverluste möglichst zu verhindern bei gleichzeitig maximalen Wärmegevinnen.¹³²

¹³¹ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 168; Wienke: Geschichte des klimagerechten Bauens, <http://klimagerechtesbauen.blogspot.com/2013/11/licht-luft-und-sonne-das-neue-bauen.html>, 01.11.2018.

¹³² Vgl. Ahlhelm/Bula/Frerichs u.a. 2012, 50.

Planungsprinzipien im solaren Städtebau:¹³³

- südorientierte Hauptfassade (*siehe Abb. 25*) und Dachflächen für passive und aktive Energiegewinnung (max. 30° Abweichung der Hauptfassade von Südrichtung)
- aktive Sonnenenergienutzung z.B. durch Sonnenkollektoren zur Wärmegegewinnung (Solarthermie) oder durch Solarzellen für Strom (Photovoltaik)
- Schutz vor sommerlicher Überhitzung durch geeignete Maßnahmen (z.B. Dachvorsprünge)
- Verhältnis zwischen A (Abstand schattenwerfende Kante) und H (Höhe der schattenwerfenden Kante) beachten: je geringer das A/H-Verhältnis, desto höher der Verschattungsanteil der Solarfassade (*siehe Abb. 26*)
- bei langen, parallelen Zeilen gleicher Höhe möglichst A/H-Verhältnis von 2,7 einhalten
- bei freistehenden Einzelgebäuden kann das A/H-Verhältnis auf 2,4 verringert werden
- Verschattung der Solarfassade durch Topographie vermeiden (exponierte Standorte wie Nordhänge, Kuppenlagen, Kaltluftbahnen)
- an südexponierten Hängen ist durch verringerte Verschattung dichtere Bebauung möglich als an nordexponierten Hängen (*siehe Abb. 27*)
- Ausrichtung und Orientierung der Gebäude, Gebäudeöffnungen und Hauptnutzungen zur Sonne und zueinander beachten

¹³³ Vgl. Ahlhelm/Bula/Frerichs u.a. 2012, 50; Energiewende e.V. und Kreisbauamt Starnberg 2015, 6-15; Stadt Frankfurt am Main 2014, 14-19.

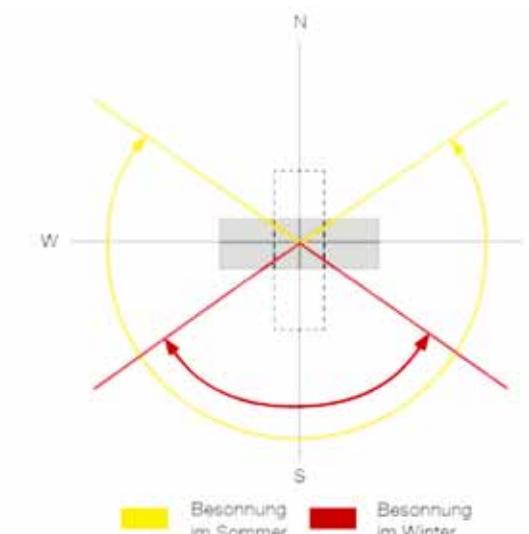


Abb. 25: Ausrichtung der Hauptfassade

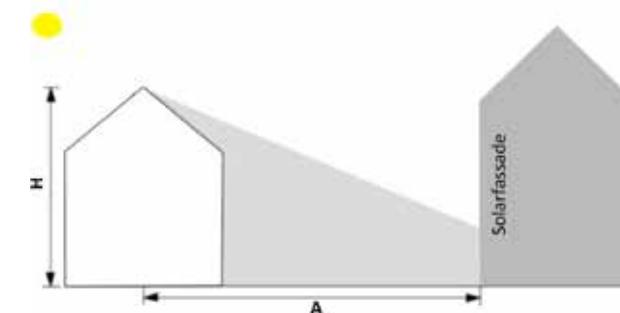


Abb. 26: Verschattung nach A/H-Verhältnis

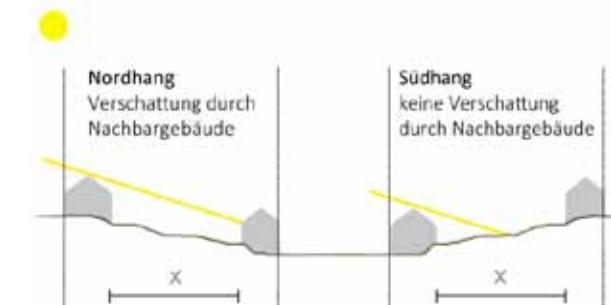


Abb. 27: Verschattung durch Nachbargebäude bei veränderter Topographie+gleichem Abstand

- Verschattung der Solarfassade durch Vegetation vermeiden (siehe Abb. 28), mind. 1,2-1,5 fache Baumhöhe als Abstand zu Fensterfassaden, bei S-O, O-W bzw. S-W Fassaden 2 facher Abstand (daneben ist je nach Baumart zu beachten: Dichte + Geschlossenheit von Baumreihen bzw. -gruppen, Kronenform, Durchlässigkeit des Blatt- und Astwerks, Belaubungszeit)
- Verschattung der Solarfassade durch Nachbar- oder Nebengebäude vermeiden (siehe Abb. 29, im Bsp. Zeilenbebauung mit gleichbleibender baulichen Dichte)
- auf großen Plätzen (z.B. Parkplätze, öffentliche Plätze) hochstämmige Laubbäume zur Verschattung bzw. Vermeidung von Überhitzung anpflanzen
- optimale Gebäudetiefe bei Zeilen mit 9-14 m
- kompakte Dachformen und Dachbegrünungen bringen energetische Vorteile
- optimale Dachneigung für Süd-Dächer 25-40° (bzw. Flachdach mit geneigten Solarmodulen), bei O-W-Ausrichtung 0-30° (siehe Abb. 30)
- die Baukörperform beeinflusst stark die Tageslichtnutzung, günstig sind hohe A/V-Werte (Hüllflächen/Bauvolumen) und weniger kompakte Volumen (z.B. Atrium optimiert die Tageslichtnutzung durch zweiseitige Belichtung der Räume), dies aber wirkt sich negativ auf den winterlichen Wärmeschutz aus und widerspricht dem energetischen und kompakten Städtebau (siehe Kapitel Energie)! Planungsprinzipien solarer Städtebau und kompakter Städtebau müssen deshalb gut aufeinander abgestimmt und abgewogen werden

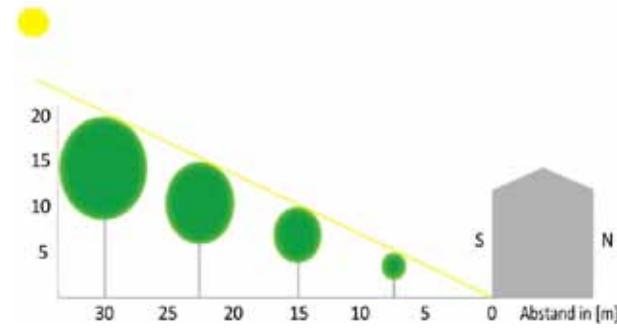


Abb. 28: Verschattungswirkung von Bepflanzung

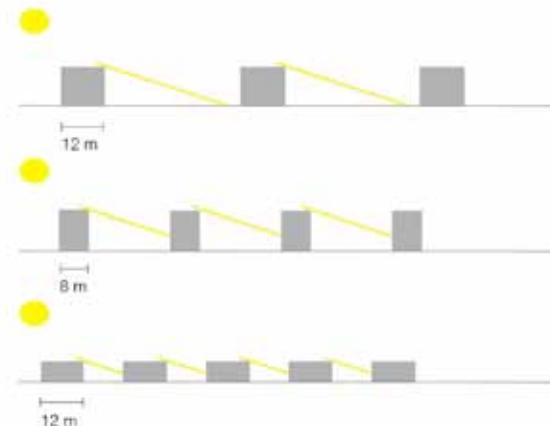


Abb. 29: Besonnungsverhältnisse bei unterschiedlichen Gebäudeabständen und -höhen

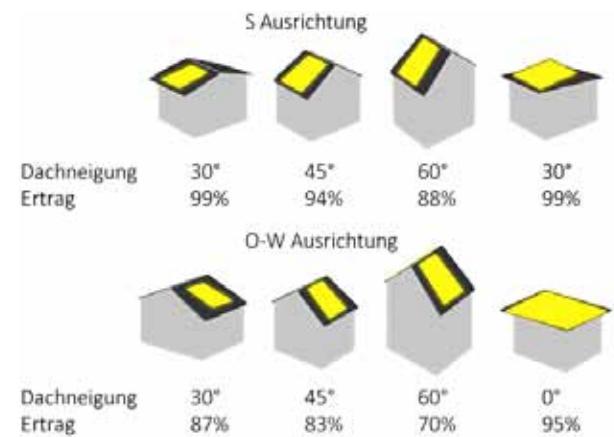


Abb. 30: Verschattungswirkung von Bepflanzung

d | 3 Oberflächen

Neben der Sonneneinstrahlung haben die eingesetzten Materialien einen bedeutenden Einfluss auf die Überhitzung der Stadt, denn Wasserflächen, Dächer und Straßen absorbieren den größten Teil dieser Strahlung, besitzen jedoch ein geringes Rückstrahlvermögen, was man als Albedowert bezeichnet.

In weiterer Folge erhitzen die Oberflächen und damit auch ihre Umgebung, was zum städtischen Wärmeinsel-Effekt (siehe Abb. 31) führt. Der Albedowert steht aber nicht im festen Zusammenhang mit dem Wärmeinsel-Effekt.¹³⁴

Zum Beispiel haben Grünflächen zwar ein geringes Rückstrahlvermögen, wandeln die einfallende Energie aber durch Photosynthese um. Zusätzlich lassen Grünanlagen und Gebäudebegrünung (und auch versickerungsfähige Oberflächen und wassergebundene Decken) gespeichertes Wasser verdunsten, was wie eine Pufferfunktion auf das Mikroklima wirkt.

Bei der Auswahl der Materialien für Außenbereiche ist daher neben Ästhetik-, Gestaltungs-, Beständigkeits- und Kostengründen ganz besonders auf deren Auswirkungen auf das Mikroklima zu achten.¹³⁵

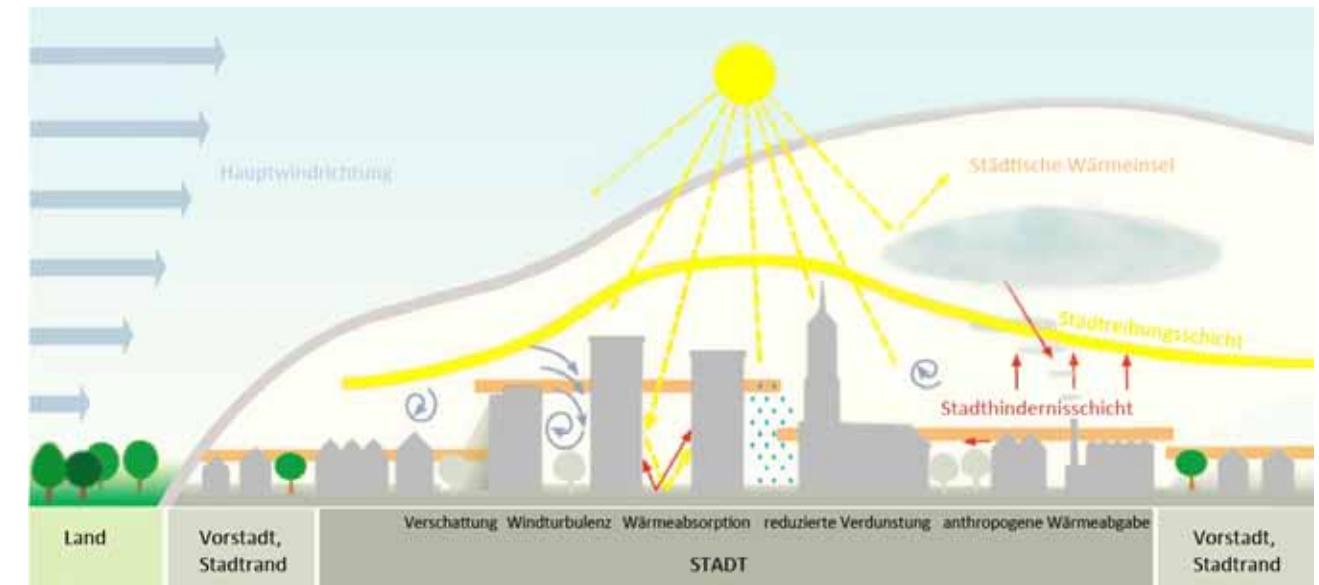


Abb. 31: städtischer Wärmeinseleffekt

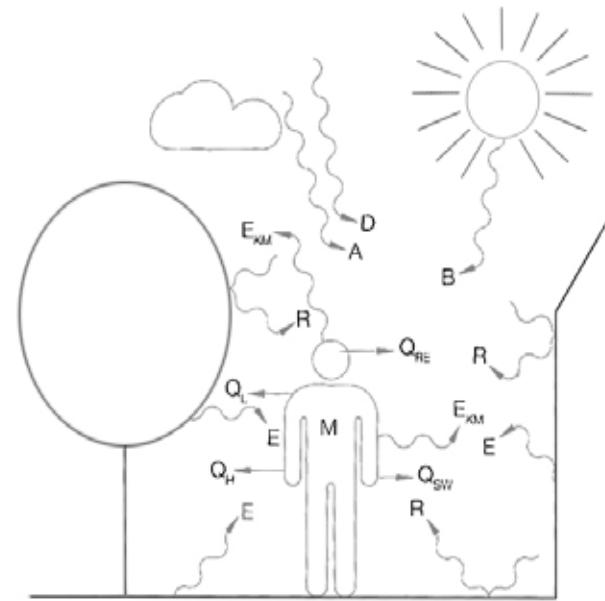
¹³⁴ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 132.

¹³⁵ Vgl. Ebda., 132.

d | 4 Thermischer Komfort

Der thermische Komfort im Außenraum wird nicht allein durch die Lufttemperatur bestimmt, sondern durch das Zusammenwirken weiterer Faktoren, wie direkter Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeiten, Luftfeuchte und Wärmestrahlung von Oberflächen. Das komplexe System des menschlichen Wohlbefindens bezüglich des thermischen Komforts kann durch das Klima-Michael-Modell (siehe Abb. 32) beschrieben werden: gefühlte Temperatur hängt von Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit ab, die wiederum den Wärmefluss vom Körper an die Umgebung beeinflussen.¹³⁶

Bebaute Flächen, Plätze und Gebäude (besonders Hochhäuser) beeinflussen sowohl die Windströmung als auch die Wahrnehmung von Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit und Temperatur. In der städtebaulichen Planung können diese Effekte eingesetzt werden, um die empfundene Temperatur und Luftfeuchte zu steuern. Zu nennen sind u.a.: der Einsatz solarbetriebener Sprühnebelanlagen und schattenspendender Elemente wie Sonnensegel, eine angemessene Dimensionierung von Straßenverläufen, die Beachtung lokaler Windgeschwindigkeiten für ein angenehmes Windgefühl und die Planung von kühlenden Grün- und Wasserflächen zur Verdunstung.¹³⁷



- M Gesamtenergieumsatz
 - Q_H turbulenter Fluss fühlbarer Wärme
 - Q_{SW} turbulenter Fluss latenter Wärme
 - Q_L turbulenter Fluss latenter Wärme durch Wasserdampfdiffusion
 - Q_{RE} Wärmefluss über Atmung (fühlbar und latent)
- Komponenten der Strahlungsbilanz Q
- I direkte Sonnenstrahlung
 - D diffuse Sonnenstrahlung
 - R Reflexstrahlung (kurzwellig)
 - A Wärmestrahlung der Atmosphäre
 - E Wärmestrahlung der Umgebungsflächen
 - E_{KM} Wärmestrahlung des Menschen

Abb. 32: Klima-Michel-Modell

d | 5 Klimatisch - lufthygienische Planungshinweise

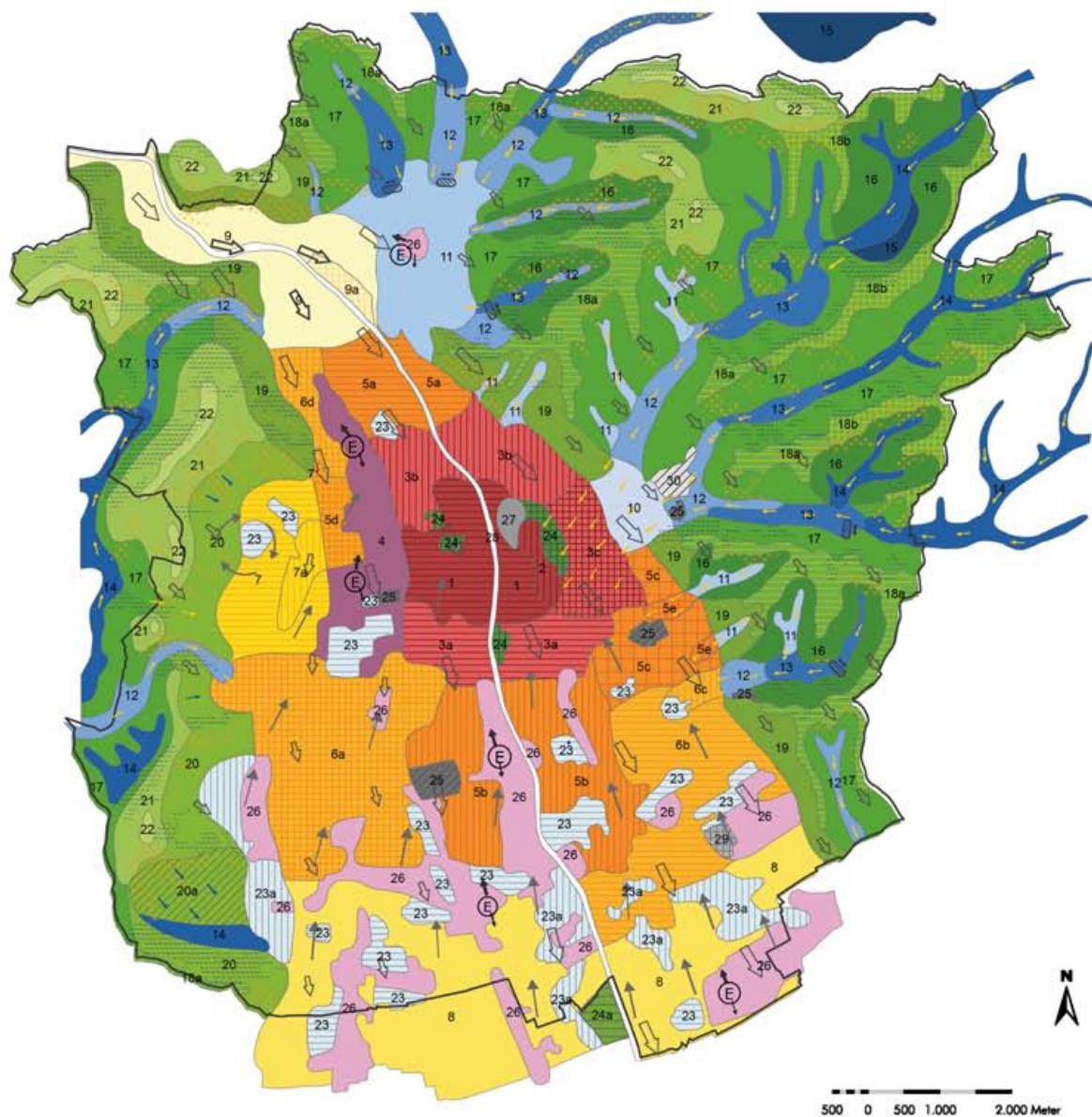
In Zeiten des Klimawandels sind in der nachhaltigen Stadtplanung Grundlagenuntersuchungen, zu Themen wie u.a. Klima, Luft und Sonne, besonders in Verdichtungsräumen von großer Bedeutung. Hier empfiehlt sich die Benutzung von Karten, wie der Klimatopkarte (siehe Abb. 33) oder der Karte für Planungshinweise (siehe Abb. 34) als Informationsgrundlage, in denen regional - spezifische, planungsrelevante Klimagesichtspunkte dargestellt werden. Die Flächenkennzeichnung gibt Rückschlüsse zur Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen, was eine klimatisch und lufthygienisch optimierte Planung ermöglicht.

Die Planungshinweise nehmen primär Bezug auf bauliche Nutzungsänderungen, denn Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung haben zumeist weniger Folgen auf das Klima als weiträumige Bebauungen und Versiegelungsmaßnahmen.¹³⁸

¹³⁶ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 133.

¹³⁷ Vgl. Ebda., 133; o.A.: Humankomfort, <https://www.weatherpark.com/humankomfort/>, 01.11.2018.

¹³⁸ Vgl. Reuter/Kapp 2012, 185-186.



STRAHLUNG/ BESONNUNG

- Defizit – vorwiegend Nordhänge
- Überschuss – Südhänge mit Überwärmung

NÄCHTLICHE WINDSYSTEME IN GRAZ

Murtalabwind

- Düseneffektbereich mit sehr hoher Windgeschwindigkeit; in 10 m Höhe über Grund 3–6 m/s, in 50–150 m Höhe 5–10 m/s
- Bereiche mit dominanter Murtalabwind; in 50–200 m Höhe 3–6 m/s
- Randbereiche mit geringer Geschwindigkeit; weniger als 3 m/s

Seitentalwinde

- Stark ausgeprägter Abwind in Düseneffektabschnitten; 2–3 m/s
- Schwach bis mäßig entwickelter Talabwind; 0,5–2 m/s
- Bauliches Strömungshindernis

Hangabwinde

- Besitzen nur lokale Bedeutung für die Hangfußbereiche; generell nur wenige Meter mächtige Strömungen mit 0,5–2 m/s

Flurwinde

- Bedeutend nur für die südlichen und westlichen Bereiche, häufig Windscherung mit dem darüberströmenden Murtalabwind; Nebelverfrachtung vom Grazer Feld in das Stadtgebiet; Mächtigkeit 30–70 m, Windgeschwindigkeit 0,5–1,5 m/s

EMISSION

- Betriebe mit bedeutenden Emissionen; zugehörige Hauptwindrichtungen für Tag (dünne Pfeile) und Nacht (dicke Pfeile)

MURTAL MIT DEM STADTGEBIET VON GRAZ

- Städtische Wärmeinsel (Kernzone ganzjährig)
- Wie 1, jedoch mit Beeinflussung durch Frischluftzubringer aus NE
- Gründerzeitgürtel mit noch starker Überwärmung (Nord)
- Gründerzeitgürtel mit noch starker Überwärmung (Süd)
- Gründerzeitgürtel mit noch starker Überwärmung (mit Frischluftzubringereinfluss aus NE)
- Industriezone im NW mit Hauptbahnhof
- Blockbebauungszone mit mäßiger Überwärmung (Nordwest)
- Blockbebauungszone mit mäßiger Überwärmung (Süd)
- Blockbebauungszone mit mäßiger Überwärmung (Ost)
- Blockbebauungszone mit mäßiger Überwärmung (Ost mit Frischluftzubringereinfluss)
- Blockbebauungszone mit mäßiger Überwärmung (West)
- Gartenstadtzonen (West)
- Gartenstadtzonen (Ost)
- Gartenstadtzonen (mit Frischluftzubringereinfluss aus den Seitentälern)
- Gartenstadtzonen (Nordwest)
- Sonderzone mit Rezirkulation im Westen von Graz
- Sonderzone mit Rezirkulation im Westen von Graz (mit Blockbebauung)
- Stadttrandgürtel, zumeist nur geringe Überwärmung, allerdings eingelagerte Industrie- und Gewerbeflächen; Zone mit sehr geringer Durchlüftung und hoher Nebelbildung
- Düseneffektzone im Nordwesten
- Freifläche mit Wasserwerk Andritz und Aufforstungsfläche

SEITENTALBEREICHE

- Seitentaleinmündungsbereiche
- Hangmulden und kleine Seitentäler
- Mäßig kalte Seitentäler und Abschnitte
- Kalte Seitentäler und Abschnitte
- Sehr kalte Seitentäler
- Teilweise extrem kalte Seitentaleinmündungsbereiche
- Talbecken mit geringer Durchlüftung

HANG- UND KAMMLAGEN

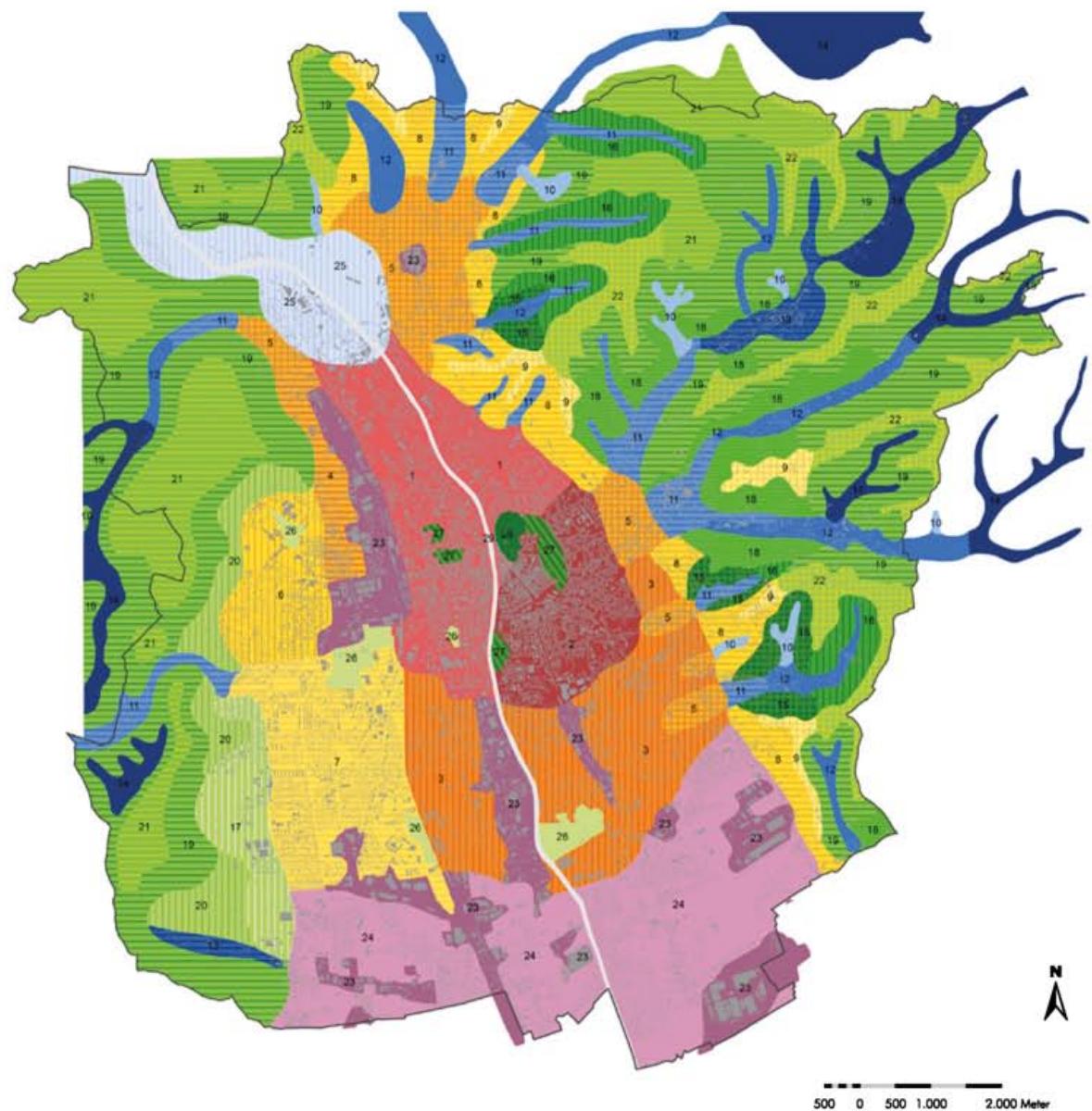
- Hangzonen in Seitentälern
- Bedeckungszone im Osten (vom Murtalabwind beeinflusst)
- Bedeckungszone im Osten (unbeeinflusst)
- Untere Hangzone im Osten und in Raasdorf/Göding (Murtalabwindbeeinflussung)
- Untere Hangzone im Westen (Pöbtsch-Buchkogelzug, lokale Hangwinde)
- Untere Hangzone im Westen (großer unbewaldeter SE Hang des Buchkogels)
- Oberer Hangzone ab ca. 550 m
- Kammlagen und Gipfelbereiche ab ca. 600 m

SONDERKLIMATOPE

- Isolierte Grünflächen, häufig mit der Ausbildung stagnierender Kaltluft (mäßig kalt)
- Isolierte Grünflächen, häufig mit der Ausbildung stagnierender Kaltluft (kalte Standorte)
- Parkflächen
- Parkflächen (außerhalb der Stadtgrenze)
- Friedhöfe
- Industrie- und Gewerbeflächen mit starker Aufheizung tagsüber; hoher Versiegelungsgrad
- Schlossberg (Zone mit starker Murtalabwindbeeinflussung)
- Mur mit Überbereich (verbesserte Durchlüftung in der Hauptwindrichtung)
- Deponiebereich Köglerweg
- LKH-Bereich im Sillingtal

Abb. 33: Klimatopkarte Steiermark

Legende



Eignung	Klimatische Besonderheiten	Planerische Empfehlungen
ENGERER STADTBEREICH MIT GROSSER BEBAUUNGSDICHTE (Zentrum und Gründerzeitgürtel)		
1	Wärmeinselbereich mit dichter Bebauung, nachts Murtalauwind	Straßen- und Höfe begrünen, Parks als Auflockerung, Flächenentriegelung durchführen
2	Wie 1, jedoch mit Frischluftzufuhr aus den Seitentälern	Wie oben, jedoch Gebäudeausrichtung gemäß nördlicher Strömungsrichtung
ZONEN MIT MITTLERER BEBAUUNGSDICHTE (Blockstrukturen dominant)		
3	Überwiegende Blockbebauung mit mäßiger Durchlüftung	Mittlere Bebauung, Flächenentriegelung durchführen, Gebäudeausrichtung (N-S)
4	Zone mit heterogener Bebauung und guter Durchlüftung (Murtalauwind dominant)	Mittlere Bebauung, Versiegelungsgrad beachten, Gebäudeausrichtung (NW-SE)
5	Zone mit Blockbebauung und Seitentalauwindeinfluss	Mittlere Bebauung, Versiegelungsgrad und Gebäudeausrichtung beachten
6	Heterogene Blockbebauung im NW mit Rotareffekt und Luftstagnation im Inneren der Zone	Mittlere Bebauung, Versiegelungsgrad beachten, Gebäudeausrichtung (NW-SE)
7	Gartenstadtgürtel im Südwesten, geringe Durchlüftung, Zunahme der Inversionsstärke und große Nebelhaftigkeit	Mittlere Blockbebauung, Vorrang FW gegenüber Gas, Gebäudeausrichtung (N-S)
ZONEN MIT LOCKERER BEBAUUNGSDICHTE (Hang- und Riedellagen)		
8	Hanglagen im Osten, Murtalauwindeinfluss, lokale Hangwinde	Lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung
9	Riedelzone, gut durchlüftet, thermisch begünstigt und wenig Inversionsgefährdet	Lockere Bebauung bei Berücksichtigung der Topographie, Gebäudeausrichtung
ZONEN IN TAL- UND TALBECKENLAGEN (mit Einschränkungen aus immisionsklimatologischer Sicht)		
10	Kleine Seitentäler und Hangmulden, Kaltluftabfluss	Lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung
11	Einmündungsbereich der Seitentäler, nur mäßig kalt, Bedeutung als Frischluftzubringer	Lockere bis mittlere Bebauung, Gebäudeausrichtung
12	Nähe Seitentalabschnitte, Frischluftzubringer	Nur Restgrundstücke bebauen, lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung
13	Wie Zone 10, jedoch mit stagnierender Kaltluft durch Kaltluftbau	Lufthygienisch sortieren, lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung
14	Sehr nahe Seitentalabschnitte - Kaltluftproduktion, „Kältepole“	Nur Restgrundstücke bebauen, lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung
15	Talbeckenslage, geringe Durchlüftung mit hoher Inversionsbereitschaft	Lufthygienisch sortieren, nur FW od. E-Hzg. zulässig, Restparzellen auffüllen, lockere Bebauung
16	Talbeckenslagen im Grüngürtel, wenig durchlüftet, erhöhte Inversionsbereitschaft	Nur Restgrundstücke bebauen
17	Talrandzone im SW von Grätz, sehr geringer Durchlüftung und Nebelhaftigkeit bzw. erhöhter Inversionsbereitschaft	Lockere bis mittlere Bebauung, Vorrang FW gegenüber Gas

Eignung	Klimatische Besonderheiten	Planerische Empfehlungen
ZONEN IN HANG-, BERG- ODER RIEDELRÜCKENLAGEN (mit Einschränkungen aus immisionsklimatologischer Sicht)		
18	Hanglagen in Seitentälern im Osten - Kaltluftproduktionsflächen	Lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung
19	Hanglagen im Grüngürtel, Kaltluftproduktion	Nur Restgrundstücke bebauen
20	Hanglagen entlang des Plöschbaches mit Bedeutung als Frischluftproduzent für die Hangflüsse	Lockere Bebauung, Gebäudeausrichtung (Kaltluftabfluss beachten)
21	Bergflanken über 550m, merklich geringere Inversionsgefährdung, gut durchlüftet, Erholungsfunktion im Winter	Von Bebauung freihalten
22	Riedelzone im Grüngürtel, gute Durchlüftung, Eignung für Naherholung	Lockere Bebauung möglich
WOHNEN MIT EINSCHRÄNKUNGEN, INDUSTRIE- UND GEWERBEGEBIETE		
23	Industrie- und Gewerbeflächen mit starker Erwärmung tagsüber, Emissionen (auch von Kunden und Angestellten/Verkehr)	Begrünung von Parkplätzen, Anschluss an FW oder FG
24	Gartenstadttyp im Süden von Grätz mit eingeschalteten Industrie- und Gewerbeflächen; erhöhte Inversions- und Nebelgefährdung bei geringer Durchlüftung	Emissionsarme Betriebe, Anschluss an FW oder FG, lockere Wohnbebauung möglich
SONDERFLÄCHEN		
25	Sehr gut durchlüfteter Talbereich (Düseneffekte des Murtalauwinds) mit Kernzone	Bebauung 2-3 geschosig, Gebäudeausrichtung (W-NW) keine festen Baustoffe Kernzone: außerhalb des bestehenden Baukörpers 25 bzw. Freiland Sondernutzung keine weitere Bebauung
26	unbebaute Freiflächen (vorwiegend landwirtschaftliche Nutzung)	Mittlere Bebauung unter Berücksichtigung der Schaffung von klimawirksamen Parks möglich
27	Parkflächen (Naherholung, Filterfunktion der Bäume)	
28	Schlossberg (Erholungsfunktion)	
29	Mur mit Uferbereich	

Für die Zonen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 16, 20, 24 und 25 gilt laut § 11 Abs. 2 der Verordnung zum 3.0 Flächenwidmungsplan 2002 der Grenzwert für die Staubemission von 4,0g je m² Bruttogeschossfläche des Gebäudes pro Jahr.

Abb. 34: Planerische Hinweise

Legende

d | 6 Planungsprinzipien einer klimatisch und lufthygienisch angepassten Stadtplanung: ¹³⁹

- Das lokale Klima wird stark durch Vegetationsflächen beeinflusst, denn diese sind für die nächtliche Frisch- und Kaltluftzufuhr sowie tagsüber (bei ausreichender Baumbepflanzung) für den thermischen Ausgleich zuständig. Städtische Grün- und Freiflächen fördern den Luftaustausch, wirken sich positiv auf das Mikroklima aus und sollten daher möglichst nicht verbaut werden.
- Täler und die Frischluftzufuhr beeinflussende Taleinschnitte sind als Frischluftbahnen möglichst von Bebauungen freizuhalten und Behinderungen (siehe Abb. 35) wie querstehende Gebäude, Niveausprünge im Längsprofil von Tälern, Quer zum Tal verlaufende Baumreihen/-gruppen, ins Tal wachsende Siedlungskörper u.a. sollten vermieden werden.
- Auch Hanglagen und Schneisen innerhalb der Hänge sollten aufgrund des intensiven Kalt- und Frischlufttransports nicht bebaut werden (Ausnahme: Südhangbebauung aus energetischer Sicht, siehe Abb. 36).

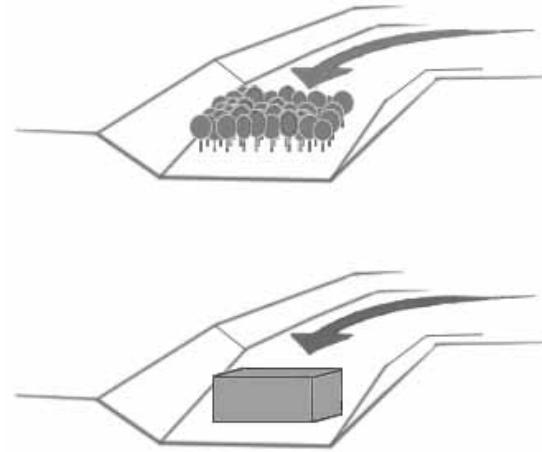


Abb. 35: Baumriegel bzw. Bebauung als Kaltluftstrom - Hindernisse

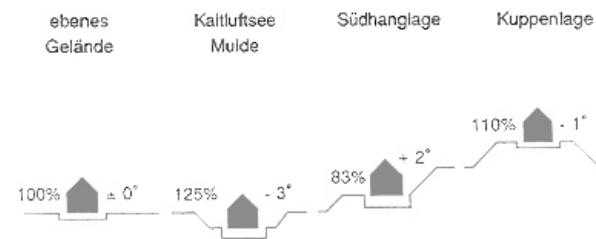


Abb. 36: Wärmeverluste und Temperaturen je nach topographischer Standortsituation

¹³⁹ Vgl. Reuter/Kapp 2012, 187-188, 198-199, 204-205, 211, 214, 222, 227-229.

- Nicht vermeidbare Hangbebauungen sollten offen, mit niedrigem Nutzungsmaß, gering überbauter Fläche und großen Gebäudeabständen erfolgen (siehe Abb. 37), zum Tal oder Hang parallele Zeilenbebauungen aufgrund blockierender Riegelwirkung sollten vermieden werden (siehe Abb. 38).
- Bei flachen Hanglagen fördern punktförmige Bebauungen mit größeren Grün- und Freiflächen eine bessere Durchlüftung und Kaltluftproduktion.
- Bei der Hochhausplanung auf Hängen müssen aerodynamisch unerwünschte Nebenwirkungen und unbehaglich zugige Aufenthaltsbereiche vermieden werden.
- Eine großflächige Grün-Umrandung sowie Grünzüge als Durchdringung von Siedlungen fördern unter richtiger Orientierung den Luftaustausch.
- Die Zersiedelung durch Streusiedlungen sowie blockierende Bebauungsgürtel (z.B. beim Zusammenwachsen von Nachbarorten) sollten vermieden werden.
- Gewerbe- und Industriezonen dürfen umliegende Wohngebiete nicht durch lokale Winde mit erhöhten Immissionen belasten.
- Eine Vermeidung der Bodenversiegelung durch Grün- und Wasserflächen ist anzustreben.

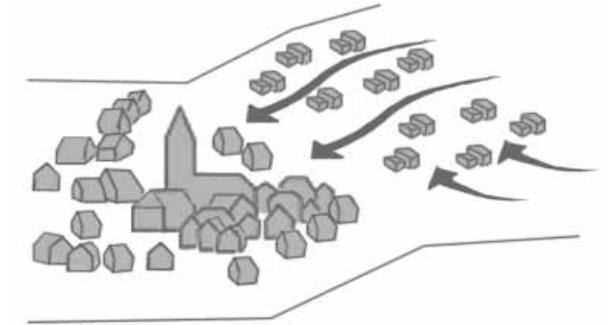


Abb. 37: Durchlässige Hangbebauung

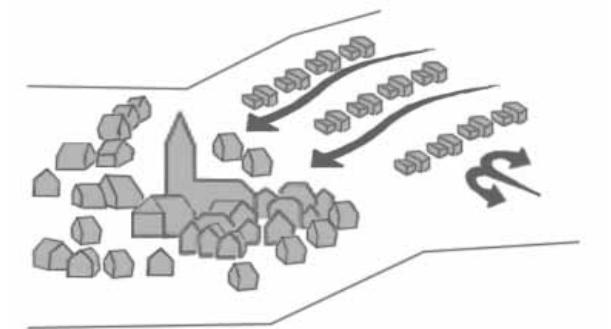
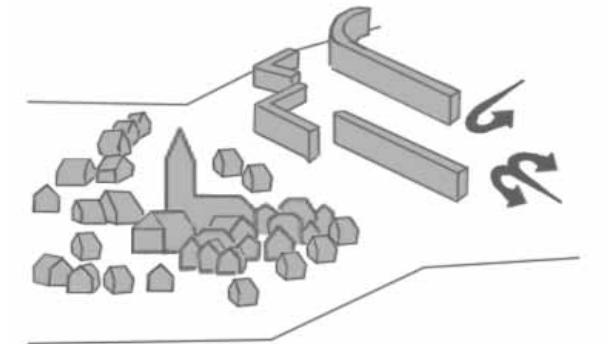


Abb. 38: Hang- bzw. talparallele Hangbebauung mit durchlüftungsstörender Wirkung

- Auch viele kleine Grünflächen mindern, bei enger Vernetzung und sinnvoller Anordnung, durch die Summenwirkung die thermische Belastung bzw. den Wärmeinsel-Effekt. Bei Straßenbepflanzungen, zur Reduzierung der Aufheizung ist auf eine ungehinderte Luftzirkulation zu achten, damit diese die Schadstoffe abtransportieren kann.
- Dachbegrünungen können helfen den Feuchtigkeitshaushalt (Verdampfung des Regenwassers in die Stadtluft) und das thermische Milieu in bebauten Gebieten zu regulieren und haben daneben auch bauphysikalische Vorteile (spart Energie beim Heizen und Kühlen).
- Eine geringere Flächenausdehnung und Bebauungsdichte begünstigt die Durchlüftung der Stadt auch bei schwachem Wind.
- Kleinteilige, aufgelockerte Stadtrandbebauungen sind vorteilhaft, abriegelnde Bauformen sind dagegen zu vermeiden (siehe Abb. 39).
- Eine Fassadenbegrünung hat neben ästhetischen, besonders aus stadtklimatischen und bauphysikalischen Aspekten viele Vorteile (siehe Abb. 40, Verbesserung der Wärmedämmung, Verminderung der Wärmeverluste, Feuchteproduktion, Kühlungswirkung, Schutz der Fassade vor Aufheizung und Schlagregen, Verbesserung der Luftqualität, Lärmreduktion).



Abb. 39: Zusammenhang zwischen städtebaulicher Dichte und Durchlüftung

a hohe Dichte an den Rändern der Stadt

b abnehmende Dichte zu den Rändern der Stadt hin

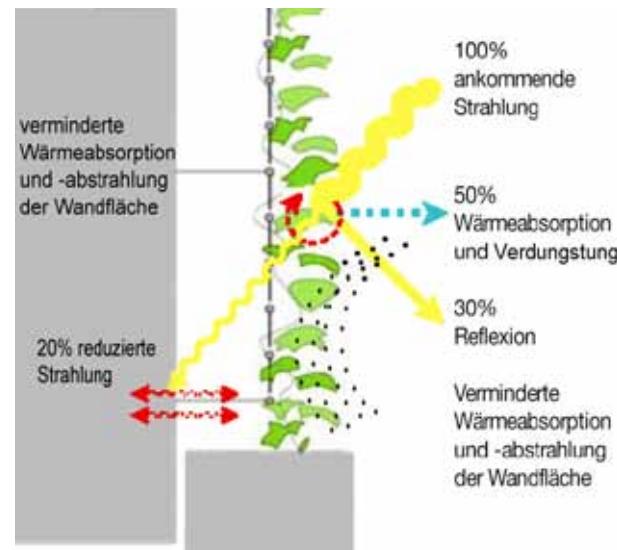


Abb. 40: klimatische Vorteile einer Fassadenbegrünung

e | Stoffströme

Damit Städte mit den wichtigsten Gütern und Dienstleistungen versorgt werden können, müssen im Umland enorme Landflächen beansprucht werden. In europäischen Städten kann diese Fläche die tatsächliche Dimension des Zentrums bis zu 300 mal übersteigen. Stoffströme sind in urbanen Regionen aber an sich nicht zu vermeiden, jedoch sollten sie sich zu nachhaltigen Kreisläufen schließen, indem sie bewusst geplant, in die richtige Bahn gelenkt und im besten Fall reduziert werden.

„Der Stoffwechselkreislauf ist erst geschlossen, wenn die Abfälle und Rückstände des täglichen Lebens mit einem Minimum an Aufwand und Gefahr entfernt und beseitigt sind.“¹⁴⁰

Diese Erkenntnis stammt vom amerikanischen Ingenieur Abel Wolman, der die Güterströme zur Versorgung von Städten mit dem Stoffwechsel eines Organismus verglich (siehe Abb. 41). Demnach sind Prozesse wie „Aufnahme, Transport, Speicherung und Umwandlung von Ressourcen“,¹⁴¹ langfristig nur vertretbar, wenn die Schadstoffbelastungen in der Atmosphäre, den Gewässern sowie Böden durch Luftverunreinigungen, Abwässer und Abfälle so weit wie möglich minimiert werden.¹⁴²

140 Wolman 1965, 179-190.

141 Jordi 2012, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/landschaft/dossiers/magazin-umwelt-lebensraum-stadt/stofffluesse-im-urbanen-raum--die-versorgung-der-stadt-haengt-vo.html>, 01.11.2018.

142 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 144-145; Jordi 2012, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/landschaft/dossiers/magazin-umwelt-lebensraum-stadt/stofffluesse-im-urbanen-raum--die-versorgung-der-stadt-haengt-vo.html>, 01.11.2018.

Bei der Auseinandersetzung mit Stoffströmen können mehrere Ziele verfolgt werden. Zum einen steht die Reduzierung des Rohstoffverbrauchs und der Transporterfordernisse im Vordergrund. Und zum Anderen geht es um den Umweltschutz, durch Reduktion von Emissionen aus Stoffstromprozessen. Leider entstehen zwischen den Zielen teilweise Überschneidungen bzw. Gegensprüche, in diesem Fall müssen die verschiedenen Anforderungen bewusst abgewogen werden. Des Weiteren können Stoffströme mit einem zeitlichen Bezug oder einem Planungsbezug unterschieden werden.¹⁴³

unterschiedliche Stoffströme hinsichtlich des zeitlichen Bezugs:¹⁴⁴

- langfristige Stoffströme, z.B. verbaute Baustoffe
- kurzfristige Stoffströme, z.B. Abfallentsorgung

unterschiedliche Stoffströme hinsichtlich des Planungsbezugs:

- Versorgung (Import)
- Entsorgung (Export)
- Verbrauch
- Verwertung
- Weiterverarbeitung

143 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 144-145.

144 Vgl. Ebda., 144-145.

e | 2 Nachhaltigkeitspotenzial - Stoffströme

Besonders in der Stadtplanung und im Bausektor besteht großes Potenzial hinsichtlich Ressourcenschonung und Resilienz. Städte sind Brennpunkte immensen Ressourcenverbrauchs und zu großen Teilen Schuld an der Emissionsbelastung, denn sie definieren den Bedarf an Raum- und Infrastruktur sowie vielen Produkten und Dienstleistungen. Hier können erhöhte Stoffflüsse (u.a. für Errichtung und Entsorgung) durch eine Optimierung der Energieversorgung und -nutzung um ein Vielfaches gesenkt werden. Zudem sollte bereits bei der Wahl der Energietechnologien verstärkt auf die Bau- und Siedlungstypologie Bezug genommen werden.¹⁴⁶

In Zukunft wird das Thema der Stoffströme besonders in der Debatte der Optimierungsprozesse und Kosteneinsparung an Bedeutung gewinnen. Maßnahmen und Technologien zur Reduzierung des Materialbedarfs und des Abfalls bzw. zum Recycling, werden unter den Aspekten von Rohstoffknappheit und Umweltauswirkungen in den Vordergrund treten. Doch dafür muss auch das gesamte Wirtschaftssystem umstrukturiert werden. Der aktuell lineare Verlauf muss sich zu einem geschlossenen Kreislauf entwickeln, bei dem kein Abfall mehr entsteht.¹⁴⁷

146 Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/synenergie-energetisch-optimierte-siedlungsentwicklung-unter-synergienutzung-von-energieeffizienz-raumplanung-baukultur.php#projectPartners>, 01.11.2018.
147 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 150, 163.

3.2.5 Nachhaltige Mobilität

„Wer Straßen sät, wird Verkehr ernten.“¹⁴⁸

Daniel Goeudevert

Eine Stadt ist ein Netz aus Straßen, Wegen, Plätzen, Räumen und seit Neuestem auch digitaler Infrastrukturen. In einer Zeit geprägt von Globalisierung und Informationstechnologien, steht das Thema Vernetzung immer mehr im Fokus, auch im Bereich der Mobilität. Überall und stets vernetzt zu sein ist ein Grundbedürfnis einer neuen Gesellschaft geworden, was die Nachfrage nach einem effizienten, nachhaltigen Infrastrukturnetz deutlich ansteigen lässt.¹⁴⁹

Doch die Mobilität, wie sie die letzten Jahrzehnte praktiziert wurde, befindet sich gegenwärtig an einem historischen Wendepunkt, ähnlich wie vor 125 Jahren, nach der Erfindung des Automobils. Der andauernde Städtewachstum, die Ausbreitung des Einfamilienhausteppichs im Grünen und auch urbane Schrumpfungprozesse haben massive Auswirkungen auf die Umwelt, Siedlungsstruktur und Verkehrssysteme und erzeugen weiterhin neuen Bedarf an klimabelastenden Verkehrsmitteln.¹⁵⁰

„Der Anteil des Verkehrs an den globalen CO₂-Emissionen beträgt rund 20 Prozent, an den NOx-Emissionen aber fast 50 Prozent und an den CO-Emissionen ca. 75 Prozent.“¹⁵¹

148 Goeudevert, Daniel, http://www.die-klimaschutz-baustelle.de/zitate_mobilitaet_klimawandel.html, 27.10.2018.

149 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 151.

150 Vgl. Rauch 2001, 23; Rauch 2017, 7.

151 Hahn/Simoni 1994, 4-5.

Dieser Zustand muss sich zu einem nachhaltigen, umweltschonenden System entwickeln, welches die Abgas-, Lärm-, Hitze- und Schmutzbelastung reduziert und dabei sichere, lebenswerte Stadträume schafft.¹⁵² Das kann aber nur gelingen, wenn bereits in der städtebaulichen Struktur eine angemessene Dichte, Funktionsdurchmischung und ausgewogene Nutzung der bebauten Umwelt angestrebt wird. Denn der Stadtraum beeinflusst maßgeblich das Verkehrssystem, unsere Verkehrsmittelwahl und auch die zurückgelegten Wege.¹⁵³

Maßnahmen wie u.a. der Umstieg vom privaten PKW als Hauptverkehrsmittel auf ein multimodales Verkehrssystem aus zu Fuß Gehen, Radfahren und Öffentlichen Verkehrsmitteln, der Reduzierung des LKW-Transports und des Flugverkehrs sind dringend notwendig.¹⁵⁴ Eine weitere Herausforderung besteht in der Eindämmung ländlicher Zersiedelung, die mit hohem Energieverbrauch, ungebremster Flächenversiegelung und erhöhtem Infrastrukturbedarf verknüpft ist.¹⁵⁵

Prinzipiell sollte ein nachhaltiges Mobilitätskonzept also die negativen Auswirkungen des Verkehrs weitestgehend reduzieren und dabei die Mobilität der Bewohner und die Versorgung der Stadt verbessern.¹⁵⁶

152 Vgl. Hertzsch 2015, 207.

153 Vgl. Rauch 2017, 7, 210; Rey 2011, 18.

154 Vgl. Rauch 2001, 23.

155 Vgl. Klima- und Energiefonds 2016, 18-19.

156 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 151.

a | Planung nachhaltiger Verkehrskonzepte

Bei der Erarbeitung eines nachhaltigen und umweltschonenden Mobilitätskonzeptes ist es wichtig vorausschauend und langfristig zu denken. Das Ziel einer hohen Mobilität, bei gleichzeitig geringem Verkehrsaufwand sollte dabei im Mittelpunkt stehen, was eine optimale Abstimmung von Raumplanung und Flächennutzung erfordert. Gleichzeitig muss sich die Verkehrsplanung an den Prinzipien nachhaltiger Mobilität (siehe Abb. 42), also vermeiden, verlagern, verträglich gestalten orientieren. Im Detail bedeutet dies, die Verkehrsleistung infolge günstiger Siedlungsstrukturen zu minimieren, den Personenverkehr auf öffentliche Verkehrsmittel zu verlagern und den motorisierten Verkehr möglichst umweltverträglich zu organisieren.

Als Planungshilfe können verkehrsorientierte Stadtentwicklungsprojekte, sog. *TOD (Transport Oriented Development)* dienen. Nach TOD-Prinzip geplante Städte sind relativ dicht bebaut und primär mit Straßenbahnen erschlossen. Sie weisen kurze Distanzen auf, bieten den Menschen gut gestaltete öffentliche Räume in vertretbarer Entfernung für Fußgänger- und Radverkehr, haben kurze Lieferstrecken und einen geringen Flächenverbrauch. Weitere Leitbilder mit ähnlichen Zielen sind u.a. *die Stadt der kurzen Wege* und *die kompakte, funktionsdurchmischte Stadt*. Allen gemein ist die Idee der Bündelung wichtiger Funktionen (Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Produzieren, Erholen) und eine angemessene städtebauliche Dichte.¹⁵⁷

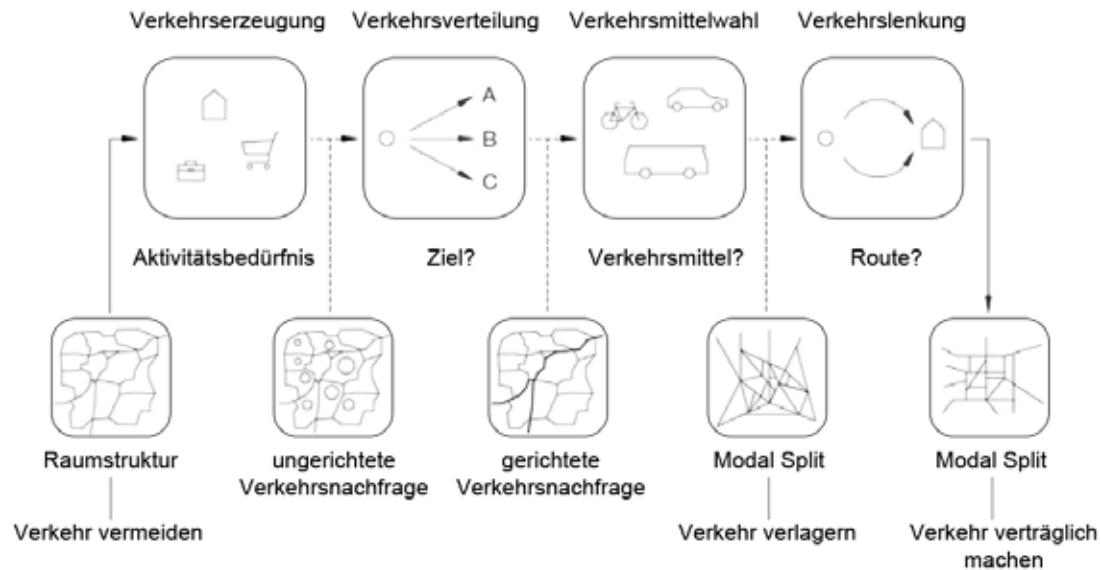


Abb. 42: Prinzipien nachhaltiger Mobilität nach dem Vier-Stufen-Modell

¹⁵⁷ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2016, III.; Bott/Grassl/Anders 2013, 151; Gehl 2016, 126-128; Kohla/Felendorf 2015, 390.

Hier spielen besonders Verdichtungsmaßnahmen als Alternative zur Suburbanisierung eine bedeutende Rolle. Sie können helfen den Pendlerverkehr, der in Österreich immerhin bei 52 %¹⁵⁸ liegt, maßgeblich zu reduzieren. Sehr deutlich kann am Modal Split des Personenverkehrs (der Hauptverkehrsmittelwahl, siehe Abb. 43) abgelesen werden, dass der Anteil des motorisierten Individualverkehrs (mIV) bei geringerer Siedlungsdichte und Zentralität, sowie bei eher peripheren Lagen übermäßig steigt. Auch ein multimodales Mobilitätsangebot kann helfen, den Anteil des motorisierten Individualverkehrs durch flexiblere Möglichkeiten bei der Verkehrsmittelwahl zu reduzieren.¹⁵⁹

In den letzten Jahren zeichnete sich bereits ein positiver Trend im Mobilitätsverhalten jüngerer Generationen (im Alter 18 bis 35 Jahre) in urbanen Räumen ab. Hier steht der private PKW nicht mehr an erster Stelle der Verkehrsmittelwahl und auch der Anteil des Rad- und Fußgehverkehrs steigt langsam.¹⁶⁰ Diese Entwicklung gibt Hoffnung. Denn analysiert man ein Verkehrssystem nach den Kriterien der Umweltauswirkungen, des Platzbedarfs sowie des Energiebedarfs, ergibt sich eine klare Rangordnung der Verkehrsmittel:¹⁶¹

1. zu Fuß gehen
2. Fahrrad, E-Bike
3. öffentliche Verkehrsmittel
4. motorisierter Individualverkehr

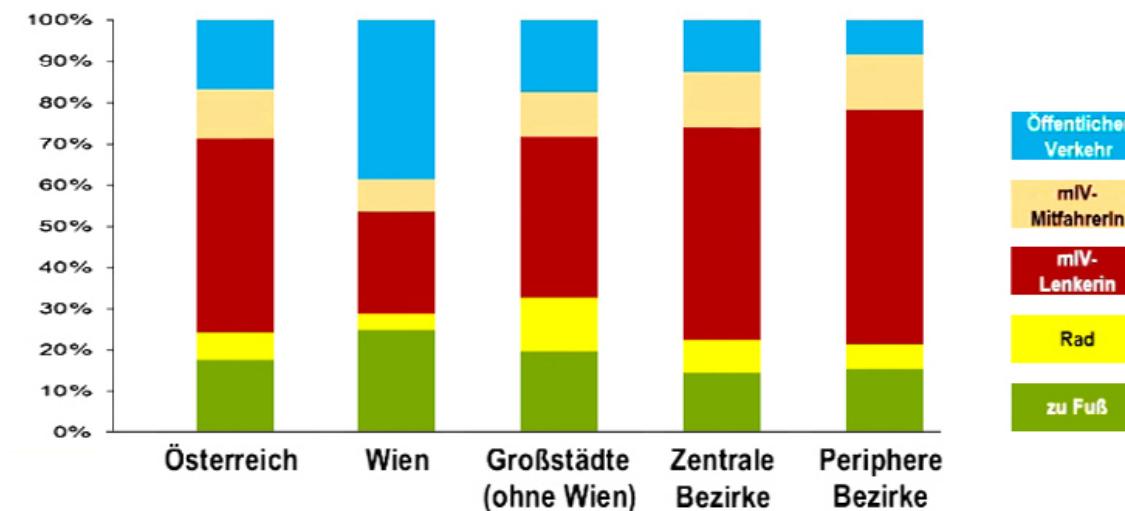


Abb. 43: Modal Split nach Verkehrsmittel und Raumtypologie

¹⁵⁸ o.A. Österreich ist ein Land der Pendler, https://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/5417480/ueber-100-km_oesterreich-ist-ein-land-der-pendler, 30.11.2018.
¹⁵⁹ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2016, III.; Bott/Grassl/Anders 2013, 151; Kohla/Felendorf 2015, 390.

¹⁶⁰ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie 2016, III.; Bott/Grassl/Anders 2013, 151; Kohla/Felendorf 2015, 390.
¹⁶¹ Vgl. Österreichisches Ökologie-Institut 2008, 62.

b | Städtebauliche Maßnahmen für nachhaltige Mobilitätskonzepte:¹⁶²

- kürzere Wegdistanzen durch Dezentralisierung und Nutzungsmischung in der Raumstruktur (ausgewogenes Arbeits-, Einkaufs-, Dienstleistungs- und Freizeitangebot)
- kompakte Siedlungsstrukturen und angemessene Bebauungsdichte
- Nahversorgungseinrichtungen, öffentliche Räume und Naherholungsgebiete in fußläufiger Entfernung bzw. guter Erreichbarkeit durch öffentliche Verkehrsmittel (Radius max. 500-800 m)
- dichtes Netz von Wegen und fußläufigen Verbindungen für Blocklängen unter 100 m
- Steigerung der Aufenthaltsqualität im Straßenraum und im öffentlichen Raum
- autofreie Straßen zur Belebung von Fußgängerzonen, zur Förderung sozialer Kommunikation und lokaler Wirtschaft
- fußgängerfreundliche Gestaltung von Verkehrsräumen (Fahrbahnbreite 40%, Seitenraumbreiten je 30%)
- Ausbau von fahrrad- und fußgängerfreundlichen Verkehrswegen
- Um- bzw. Rückbau von Straßen für den motorisierten Verkehr
- Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzes und qualitativ gut gestaltete Umgebung von Haltestellen
- Senkung des motorisierten Individualverkehrs, Verkehrsberuhigung und -bündelung
- Ausbau eines engmaschigen Fahrradverleihsystems
- Parkraumbewirtschaftung, Reduzierung von PKW-Stellplätzen im öffentlichen Raum
- Schaffung von Sammelgaragen nach dem Prinzip der Äquidistanz (ÖV-Haltestelle und Sammelgarage mit gleicher Entfernung zu Wohnung/Arbeitsplatz fördert die Verkehrsmittelwahl des ÖV)
- Einrichtung von Ladestationen für E-Bikes und Elektroautos
- ausreichend Park and Ride Flächen am Stadtrand (an wichtigen Zufahrtstraßen und mit guter Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz)
- Förderung von Share-Economy und Ausbau multimodaler Knotenpunkte
- Geschwindigkeitsbeschränkungen
- Transportreduzierung durch Lebensmittelproduktion vor Ort

¹⁶² Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 151-153; Knoflacher 1996, 196-197, 222; Knoflacher o.J. 6-11; Hertzsch 2015, 210; Beckmann 2011, 22-25; Österreichisches Ökologie-Institut 2008, 63.

c | Nachhaltigkeitspotenzial - Mobilität

Die Dringlichkeit einer Änderung des aktuellen Verkehrssystems und besonders des Mobilitätsverhaltens ist wissenschaftlich nachgewiesen und prinzipiell jedem Menschen bewusst. Die steigende Nachfrage nach Autostraßen der letzte Jahrzehnte, hat die Probleme nicht gelöst, sondern verstärkt. Trotzdem sind gerade im Verkehr die größten Zunahmen für CO₂-Emissionen zu verzeichnen.

Sanfte Mobilitätsangebote (siehe Abb. 44) und nachhaltige Erschließungen in Städten sind nicht nur notwendig, sondern haben in vielerlei Hinsicht Vorteile. Sowohl für den Menschen, als auch für Umwelt und Wirtschaft haben sie positive Auswirkungen. Einfache Maßnahmen wie der Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel bzw. das Fahrrad, oder das Zurücklegen kurzer Wege zu Fuß, können bereits einen beachtlichen Teil zum Klimaschutz und zum menschlichen Wohlbefinden beitragen. Durch die Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs werden CO₂-Emissionen gesenkt, die Lärmbelastigung verringert sich und der Ressourcenverbrauch wird eingedämmt.



Abb. 44: Verkehrsmittel sanfter Mobilität

Auch der Wechsel auf verbrauchs- und abgasarme Fahrzeuge und die Nutzung von Car-Sharing oder Mitfahrgelegenheiten bringen viele Vorteile mit sich. *Nutzen statt besitzen* ist das neue Motto, welches das Auto als Prestige-Objekt verdrängen muss. Neben der Senkung des aktiven Verkehrs hat Car-Sharing den positiven Nebeneffekt, gleichzeitig den ruhenden Verkehr zu entlasten. Und auch Fahrräder und E-Bikes können ausgeliehen oder geteilt werden. E-Bikes können besonders der älteren Generation helfen mobil zu bleiben und auch längere Wegdistanzen mit dem Fahrrad zu bewältigen.

Um den Gütertransport zu verringern können regionale und saisonale Produkte gekauft werden, was gleichzeitig die lokalen Kleinbauern und Geschäfte unterstützt. Eine Senkung des motorisierten Verkehrs auf den Straßen erhöht zusätzlich die Sicherheit und die allgemeine Lebensqualität, was im (wieder-) belebten öffentlichen Raum sichtbar wird.¹⁶³

¹⁶³ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 153; Österreichisches Ökologie-Institut 2008, 10, 63; Hertzsch 2015, 209.

3.2.6 Energie

„Es gibt heute Alternativen in Form der Erneuerbaren Energien und damit keine Rechtfertigung mehr, Umwelt und Gesundheit durch Kohleabbau und -verbrennung weiter zu gefährden.“¹⁶⁵ Alex Rosen

Wie in den vorangegangenen Handlungsreichen einer nachhaltigen Stadtplanung, geht es auch beim Thema Energie nicht einzig um planerische Maßnahmen und technische Erneuerungen. Eine genauso große Bedeutung kommt den Gewohnheiten und Verhaltensmustern der Menschen zu. Diese müssen sich langfristig ändern, um die Erde und damit unsere Umwelt maßgeblich zu entlasten. Für alle nachhaltigen Lösungsansätze, auch in der energetisch optimierten Stadtplanung, steht deshalb sowohl die Resilienz von lebenden Systemen als auch die Suffizienz im Vordergrund.

Die Resilienz beschreibt die Widerstandsfähigkeit eines ökologischen Systems, welches trotz äußerer Einwirkungen und Störungen (z.B. Klimawandel) weiterbesteht und seine Funktionen beibehält. Unter Suffizienz versteht man im Grunde genommen einen nachhaltigen Konsum bzw. Konsumverzicht, also ein Hinterfragen des eigenen Lebensstils.¹⁶⁴

Eine nachhaltige und effiziente Energieversorgung muss die negativen Umwelteinflüsse und Ressourcenverknappung begrenzen und dabei weiterhin ausreichend Energie zur Verfügung stellen. Dafür muss sich die Primärenergieerzeugung von der Gewinnung aus fossilen Energieträgern abwenden und auf die Bereitstellung aus erneuerbaren Quellen setzen. Als zukünftige Energiequellen können u.a. Sonne, Wasser, Wind und in geringerem Maße Geothermie und Biomasse dienen. Dabei ist es wichtig dass die nachhaltig gewonnene Energie dort verwendet wird, wo sie erzeugt wurde. So werden Umweltauswirkungen durch zusätzlichen Infrastrukturbedarf vermieden.¹⁶⁶

Damit die Energiewende erfolgreich und langfristig umgesetzt werden kann, wurde eine energetische Effizienzstrategie entwickelt. Sie baut auf drei Säulen, den drei E auf:

- Energieeinsparung
- Effizienzsteigerung
- erneuerbare Energien

Um einen effektiven Fortschritt im Klimaschutz zu erreichen, müssen alle drei Säulen optimal zusammenspielen.¹⁶⁷

¹⁶⁵ Rosen, Alex, http://www.die-klimaschutz-baustelle.de/zitate_energie.html, 28.11.2018.

¹⁶⁶ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 162; Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken: Resilienz/Suffizienz, https://www.nachhaltigkeit.info/suche/volltext/ergebnis_1.htm, 28.11.2018; Seidler/Brauner 2014, 171-173.

¹⁶⁷ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 162.

a | Energie- und ressourcenschonende Stadtplanung

Die Menge und Verteilung des Energieaufwandes einer Stadt hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Darunter fallen u.a. der Energieverbrauch von Gebäuden, die Herstellungsprozesse und deren Anwendungen, die Lage und Nutzung der städtischen Quartiere, die Struktur der Energieversorgung, die Wahl der Energieträger sowie deren Verfügbarkeit, das Verkehrssystem einer Stadt und die Bebauungsdichte. Die Bereiche Industrie, Verkehr und private Haushalte sind dabei die größten Energieverbraucher (siehe Abb. 45) in europäischen Städten.¹⁶⁸

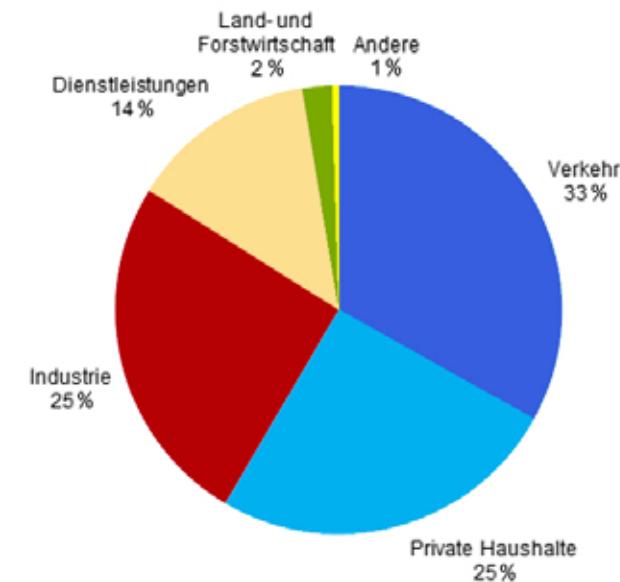


Abb. 45: Energieverbrauch nach Bereichen

¹⁶⁸ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 166.

Eine nachhaltige Stadtplanung kann die energie- und ressourcenschonende Entwicklung von städtischen Gebieten durch mehrere Gestaltungsfaktoren unterstützen. Hier sind die entscheidenden Parameter, nach ihrem Einfluss auf den Energieverbrauch und damit auch auf die CO₂-Emissionen gereiht (teilweise Überschneidung mit Planungsprinzipien solarer Stadtplanung):

- Kompaktheit der Baustruktur
- Bebauungsdichte
- Kompaktheit der Bauvolumen
- Ausrichtung der Gebäude bzw. Orientierung der Hauptfassaden zur Sonne
- Anordnung der Gebäude in der Stadtstruktur und gegenseitige Verschattung
- Verschattung durch Vegetation

In der energetisch optimierten Planung von Städten haben sich zwei Planungsprinzipien etabliert, die sich in gewissen Punkten überlagern. Die *solare Stadtplanung* die bereits im Kapitel natürliche Ressourcen und Klima erläutert wurde und der *kompakte Städtebau*. Um die größten Erfolge hinsichtlich Energieeinsparung zu erzielen, sollten die Regeln beider Planungsbereiche eingehalten und aufeinander abgestimmt werden.¹⁶⁹

¹⁶⁹ Vgl. Rauch 2017, 7, 168, 169, 171.

b | kompakter Städtebau

Die wesentlichen Einflussfaktoren für die Kompaktheit einer Stadtstruktur sind die Bebauungsdichte und die Kompaktheit der Bauvolumen. Zweiteres hat direkten Einfluss auf den Heizwärmebedarf der Gebäude und ist somit ein wichtiges Steuerelement für den Energiebedarf.

Für das A/V- (Hüllfläche/Gebäudevolumen) bzw. A/NGF- (Hüllfläche/Nettogrundfläche) Verhältnis von Baukörpern gilt, je geringer die Hüllfläche und je größer das Gesamtvolumen, umso kleiner ist der Heizwärmebedarf. Gebäudetypen wie die Blockrandbebauung oder größere Zeilen und Punktbebauungen sind kosten- sowie flächensparend und weisen daneben geringe A/V-Verhältnisse auf als Einfamilienhäuser oder Bungalows (siehe Abb. 46).

Aber auch diese können im Verbund, also als Reihenhäuser oder mehrgeschoßige Stadthäuser ihre Kompaktheit erhöhen.

Eine Bauform mit großer, quadratischer Grundfläche ist zwar energetisch ideal (siehe Abb. 47), aber aus Gründen schlechter Belichtung nur mäßig umsetzbar. Daher sind neben der Größe des Baukörpers besonders die Proportionen, also Länge, Tiefe und Höhe zu beachten.

Eine nachhaltige innerstädtische Kompaktheit wird bei mittleren bis hohen Bebauungsdichten mit qualitativen Freiräumen und hoher Aufenthaltsqualität erreicht.¹⁷⁰

¹⁷⁰ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 170; Peseke/Roscheck 2010, 77-79; Stadt Frankfurt am Main 2014, 6-7.

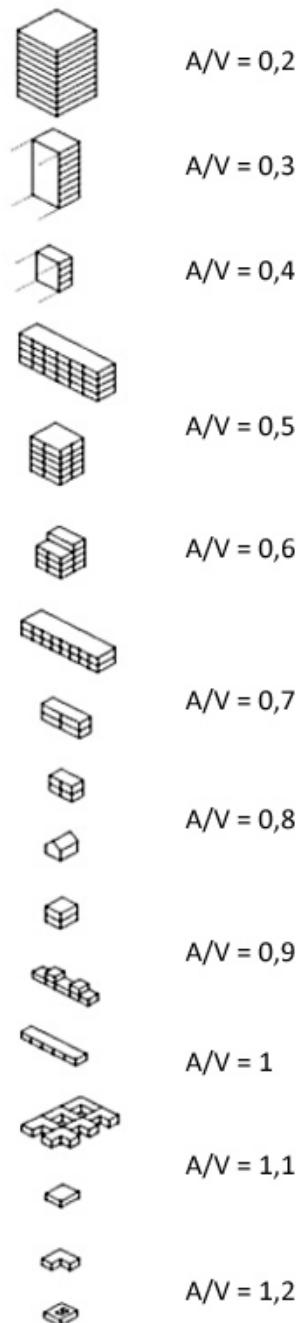


Abb. 46: A/V-Verhältnis unterschiedlicher Bautypologien

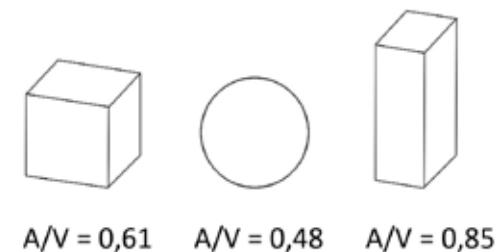


Abb. 47: A/V-Verhältnis unterschiedlicher Volumen



Abb. 48: A/V-Verhältnis nach Geschosszahl:

1 bis 2 Geschosse - ungünstige A/V-Verhältnisse
3 bis 5 Geschosse - optimale A/V-Verhältnisse
ab 6 Geschossen - energetisch sehr geringer Einfluss

Planungsprinzipien im kompakten Städtebau.¹⁷¹

- verdichtete Bebauungsformen bzw. Bauformen mit günstigen A/V-Werten wählen (z.B. Blockrandbebauung, 3-5 geschossige Zeilenbebauung)
- optimale Gebäudetiefe im Wohnungsbau zw. 12 und 14 m (größere Tiefen bringen mehr solare Gewinne, wirken sich aber negativ auf die natürliche Belichtung aus)
- günstige Geschosszahlen zw. 3 und 5 Geschossen (siehe Abb. 48, darüber kaum Verbesserung des A/V und zusätzlich wird ein Aufzug ab 4. Geschoss benötigt)
- günstiges A/V bei großen Baukörpern (MFH, RH): 3-5 Geschosse, Gebäude- bzw. Zeilenlänge 30-50 m, Baukörperhöhe 10-12 m
- günstiges A/V bei kleinen Baukörpern (EFH, DH): 2 Vollgeschosse + Dachgeschoss, Gebäudegrundriss Länge/Tiefe von 1/1 bis 3/2
- energetisch günstige Dachformen: Flachdach (Vollgeschoss), Satteldach, Pultdach, Tonnendach (in Verbindung mit 2 Vollgeschossen)
- Flachdächer sind steilen Dachformen aufgrund der Kompaktheit zu bevorzugen
- für die energetische Bewertung der Dächer ist der A/WF- (Hüllflächen/Wohnflächen) aussagekräftiger als der A/V-Wert und besonders die Effizienz der aktiven Solarnutzung ist zu beachten

¹⁷¹ Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 170, 171; Peseke/Roscheck 2010, 78; Stadt Frankfurt am Main 2014, 7-9.

c | Energiesparende Gebäude

- eine Auflösung bzw. Zergliederung des kompakten Bauvolumens (z.B. Vor- und Rücksprünge, Gebäudeversatz) wirkt sich ungünstig auf das A/V-Verhältnis aus
- gebäudeintegrierte Garagen und Luftgeschosse wirken sich durch den unbeheizten Raum energetisch negativ aus
- optimale Geschossflächenzahl (Verhältnis zwischen Bruttogeschoßfläche und Grundstücksgröße) für wenig Flächenverbrauch liegen zwischen 0,6 bis 0,8 (siehe Abb. 49)

GFZ	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	2,0	4,0
Netto Wohnbau-landbedarf	290 m ²	145 m ²	100 m ²	73 m ²	58 m ²	48 m ²	41 m ²	29 m ²	15 m ²

Abb. 49: NWBL/Person nach GFZ - Werte

Bei den Gebäuden liegt ein großes Energiesparpotenzial im Bereich des Stromverbrauchs. In den letzten Jahren haben sich hinsichtlich des Energiestandards mehrere Kategorien für technisch sowie wirtschaftlich effiziente Häuser entwickelt:

- Niedrigenergiehäuser
- Niedrigstenergiehaus
- Passivhäuser
- Nullenergiegebäude (energieneutral)
- Plusenergiehäuser (erzeugen mehr Energie, als sie benötigen)

Energiesparhäuser bzw. thermisch sanierte Gebäude benötigen heute nur noch einen Bruchteil der Heizwärme und dies bei einem erhöhten thermischen Komfort.¹⁷²

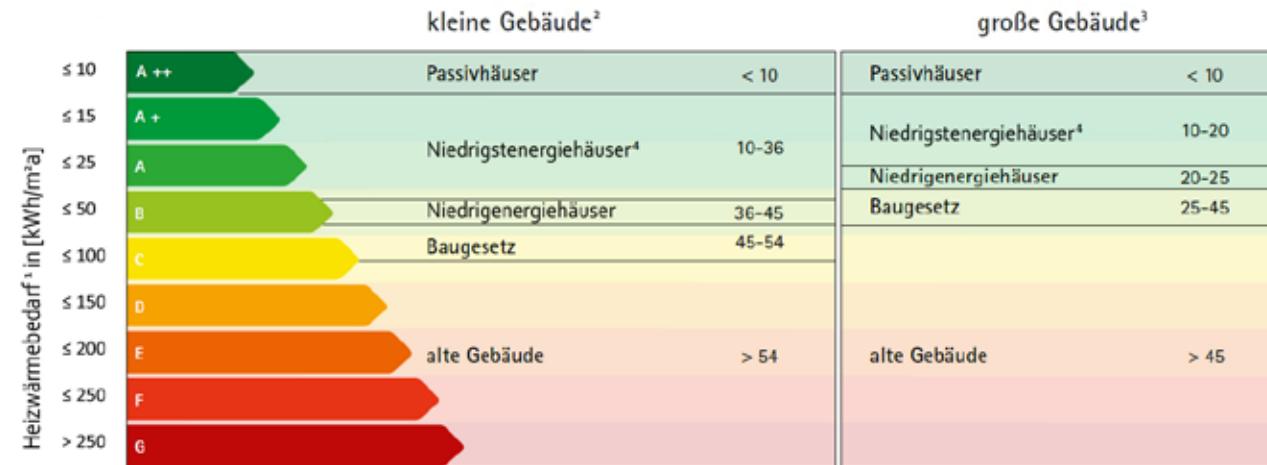


Abb. 50: Energieausweis (Stand: Juni 2013)

1) Die tatsächlichen Grenzwerte für die Gebäudetypen ergeben sich in Abhängigkeit des A/V-Verhältnisses und liegen zwischen den Werten kleiner und großer Gebäude.

2) kleine Gebäude: z.B. 2 geschossiges Eigenheim mit 130 m² Nutzfläche

3) große Gebäude: z.B. mehrgeschossiger Wohnbau

4) Zielwert für Neubauförderung HWB BGF, Ref

172 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 167; o.A. Energiesparhäuser, https://www.sto.at/de/bauherren/fassade_1/waermedaemmung/energiesparhaeuser.html, 28.11.2018; o.A. Energiesparhäuser kommen auch der Umwelt zugute, http://www.energiesparmeister.at/Energiesparhaus/start_energiesparhaus.html, 28.11.2018.

Um die energetische Qualität von Neubauten oder Bestandsgebäuden zu beschreiben, dient der Energieausweis (siehe Abb. 50). Hier werden neben der Gebäudehülle auch die Heizungs- und Lüftungsanlagen, die Warmwasserbereitung, die Energiegewinne durch Sonneneinstrahlung, die Wärmeabgabe durch Geräte und Personen sowie die verwendeten Energieträger berücksichtigt. Mit Hilfe dieser Daten können genormte Energiemengen berechnet werden, ähnlich wie beim Kraftverbrauch von Autos.¹⁷³

Die verwendeten Technologien reichen von einer ausgezeichneten Wärmedämmung, über modernste Fenstertechnik (Wärmeschutzverglasung), entsprechenden Sonnenschutz für Sommer, aktive und passive Wärmeabgabe (z.B. aus Sonnenstrahlung, Körperwärme der Bewohner, Abwärme von Geräten), Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien (z.B. Photovoltaik für den Betrieb einer Wärmepumpe oder der Warmwasseraufbereitung) und/oder Solarthermie (z.B. zum Heizen), bis hin zur automatischen Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung. Bei Null- und Plusenergiehäusern, also Gebäuden die keine externe Energieversorgung benötigen bzw. dieser sogar die überschüssige Energie zuführen, entscheiden besonders die Lage und Ausrichtung der Gebäude und Module über die Effizienz.¹⁷⁴

173 Vgl. Fachabteilung Energie und Wohnbau Land Steiermark 2013, 2.
174 Vgl. Bott/Grassl/Anders 2013, 167; o.A. Energiesparhäuser, https://www.sto.at/de/bauherren/fassade_1/waermedaemmung/energiesparhaeuser.html, 28.11.2018; o.A. Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Niedrigstenergiehaus, <https://www.wohnnet.at/bauen/bauvorbereitung/energiesparhaus-17180>, 28.11.2018

d | Nachhaltigkeitspotenzial - Energie

Unter dem Aspekt des Klima- und Umweltschutzes, sind der Umstieg auf erneuerbare Energien, die Umrüstung auf ein nachhaltiges Verkehrssystem, energieeffiziente Gebäude sowie auch die sparsame Energienutzung der Menschen unerlässlich. Eine energie- sowie ressourcenschonende Stadtplanung unterstützt all diese Maßnahmen. Ihr geht es im Grunde um die primäre Energiegewinnung aus Sonne, Wasser, Wind, Biomasse und Geothermie (je nach Standort), eine verstärkte flächensparende Innenentwicklung, die Schaffung kompakter städtischer Strukturen mit sinnvoller Nutzungskombination, Bebauungen in energetisch optimierter Bauweise bzw. energetische Sanierungsmaßnahmen des Bestands, reduzierten Verkehrsbedarf und nachhaltige Mobilitätsangebote.

Bezüglich einer energetischen Effizienzsteigerung auf Quartiersebene spielen seit einigen Jahren auch Projekte unter dem Namen *Smart City*, also intelligente Städte eine immer größere Rolle. Diese versuchen über modernste Technologien, Bereiche wie Energie, Verkehr und Bevölkerung miteinander zu vernetzen. Mit Hilfe regelmäßiger Datenanalysen, ihrer Bilanzierung und den Beteiligungsprozessen der Bewohner, werden effiziente und ressourcenschonende Optimierungen in der Raum- und Energieplanung ermöglicht. Eine intelligente Vernetzung über Smart Grids soll die Energie dabei speichern, verschieben und austauschen können.¹⁷⁵

175 Vgl. Waldvogel/Rimnov/Baschek 2017, 29-31.

Energiesparen beginnt aber bereits im Kleinen.

Jeder Mensch kann etwas zur Senkung der CO₂ Belastung beitragen, denn der Bereich Haushalt ist einer der größten Energieverbraucher. Hier kann u.a bei der Raumheizung und dem Kalt- und Warmwasserbedarf viel Energie eingespart werden (siehe Abb. 51). Dabei sind die einfachsten Maßnahmen oft schon sehr wirkungsvoll, wie das Befreien der Heizkörper von Möbeln und Vorhängen, Stoßlüften im Winter statt gekippter Fenster, eine nächtliche Temperatursenkung der Räume, die Vermeidung von unnötig fließendem Wasser und das kurze Duschen statt einem Vollbad.¹⁷⁶

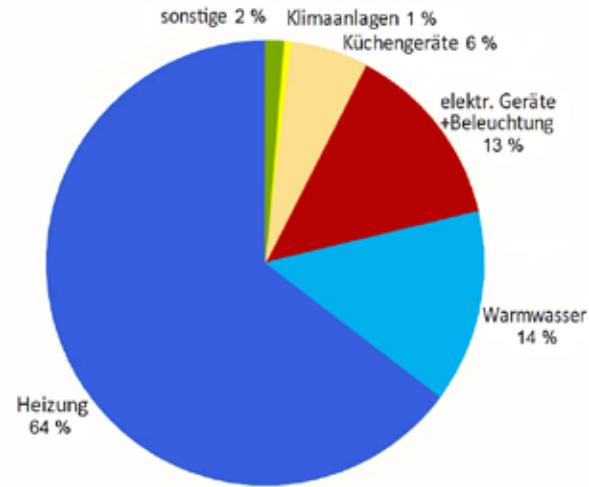


Abb. 51: Energieverbrauch im Haushalt (EU)

4 Schwerpunkt Luftqualitätssteigerung

¹⁷⁶ Vgl. Waldvogel/Rimnov/Baschek 2017, 29-31.

„Saubere Luft ist ein Menschenrecht, das dem Großteil der Weltbevölkerung fehlt.“

Fatih Birol

Die Luftverschmutzung durch anthropogene Schadstoffe ist ein weltweites Umwelt- und Gesundheitsproblem. Im folgenden Kapitel wird die Problematik auf zentraleuropäischer Ebene und im Weiteren im Raum Graz behandelt. Eine allgemeine Thematisierung auf globaler Ebene, ist durch große kontinentale und länderspezifische Unterschiede nicht möglich.

4.1 Problemstellung Luftverschmutzung

Schon lange ist bekannt, dass sich unser aktueller Lebensstil, geprägt von hohem Energieverbrauch, unterschiedlichsten Industrieprozessen sowie einem sehr dichten Verkehrsaufkommen, negativ auf die Luftqualität auswirkt. Die mit Schadstoffen verunreinigte Luft macht uns Menschen krank und verursacht schwerwiegende Umweltprobleme. Unsere Gesundheit wird dabei am meisten durch Feinstaub, Stickstoffdioxid und bodennahes Ozon gefährdet. Bei dauerhafter bzw. zu starker Belastung können chronische Erkrankungen, Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Probleme, Herzinfarkt, Schlaganfall, Lungenschäden sowie ein frühzeitiger Tod die Folge sein.¹⁷⁷

¹⁷⁷ Vgl. Europäische Umweltagentur: Luftverschmutzung, <https://www.eea.europa.eu/de/themes/air/intro>, 02.12.2018; Presse- und Informationsamt der Bundesregierung: Schadstoffemissionen senken, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/luftverschmutzung-macht-krank-425482>, 02.12.2018.

Die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die Umwelt sind ebenso besorgniserregend. Durch die Vergiftung, Versauerung und Überdüngung der Böden werden Tier- und Pflanzenwelt gefährdet, was eine Verringerung der Biodiversität zur Folge hat. Daneben führen erhöhte Ozonkonzentrationen zur Schädigung von Pflanzen. Dies kann sich auch durch Ernteschäden bemerkbar machen, was sich wiederum negativ auf die Nahrungsmittelversorgung auswirkt.¹⁷⁹

Verursacht werden die Verunreinigungen in der Luft sowohl durch anthropogene (siehe Abb. 52) als auch natürliche Quellen:¹⁸⁰

- Verbrennung fossiler Brennstoffe (für Energie, Industrie, Verkehr und Haushalte)
- industrielle Produktion und der Einsatz von F-Gas (fluorierte Treibhausgase) erzeugenden Lösemitteln
- Landwirtschaft (Ammoniakemissionen in der Tierhaltung, Stickstoffdünger)
- Abfallverwertung und -beseitigung
- Vulkanausbrüche, Staub, Busch- und Waldfeuer u.a.

¹⁷⁸ Birol: Luftverschmutzung macht krank, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/luftverschmutzung-macht-krank-425482>, 02.12.2018.

¹⁷⁹ Vgl. Europäische Umweltagentur: Luftverschmutzung, <https://www.eea.europa.eu/de/themes/air/intro>, 02.12.2018:

¹⁸⁰ Vgl. Europäische Umweltagentur: Luftverschmutzung, <https://www.eea.europa.eu/de/themes/air/intro>, 02.12.2018; Umweltbundesamt Dessau-Roßlau: Reaktiver Stickstoff in der Umwelt, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-oekosysteme/reaktiver-stickstoff-in-der-umwelt#textpart-1>, 02.12.2018.

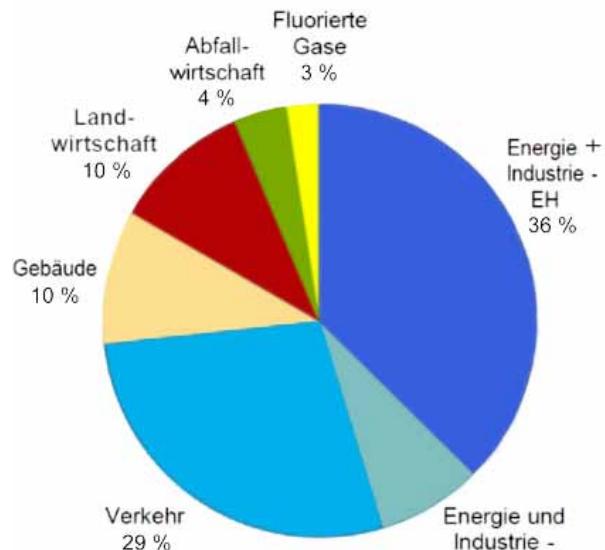


Abb. 52: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Österreich (EH = Emissionshandel)

In den letzten Jahrzehnten konnte die Luftqualität bereits durch verschärfte Luftreinhaltungsvorgaben der EU Kommission teilweise verbessert werden. Doch in den meisten europäischen Städten übersteigen viele Luftschadstoffkonzentrationen weiterhin die Grenzwerte.¹⁸¹

4.2 Verbesserung der Luftqualität in europäischen Städten

Die Luftqualität in Städten hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab. Zum Einen von natürlichen Bedingungen wie der Topographie, der geographischen Lage und dem lokalen Klima. Zum Anderen aber auch von zahllosen stadtplanerisch beeinflussbaren Faktoren, die im folgenden Maßnahmenkatalog behandelt werden.

Eininge dieser Maßnahmen wurden bereits in den letzten Kapiteln indirekt angesprochen, weil sie gleichzeitig auf mehreren Ebenen positive Auswirkungen haben können und die Verbesserung der Luftqualität genauso auch Teil einer nachhaltigen Stadtplanung ist.

Ein wesentlicher Zusammenhang besteht u.a. mit der Verringerung der Emissionen im Verkehrs- und Energiebereich sowie mehr Grünräumen in den Städten. Doch es werden noch etailiertere andere Lösungen dargestellt, die zur Steigerung der Luftqualität beitragen können.

4.2.1 Stadtplanerische Maßnahmen für eine bessere Luft

Energie und Gebäude

- energieeffiziente Neubauten sowie hochwertige energetische Sanierungen von Bestandsgebäuden (sowohl Wohngebäude als auch Gewerbe-, Industrie- und Bürogebäude), haben ein großes Energiesparpotenzial und können somit CO₂-Emissionen einsparen¹⁸²
- die Energieversorgung von städtischen Quartieren, auf Basis lokaler Energieträger aus erneuerbaren Quellen (Sonnenenergie, Windenergie, Wasserkraft, Biomasse, Erdwärme) oder durch Abwärmennutzung (z.B. gebäudetechnischer Anlagen), hilft Luftschadstoffe durch fossile Energieträger zu vermeiden¹⁸³
- Baustoffe aus ökologischen bzw. ökologisch verträglichen Materialien (ohne schädliche Lösungsmittel) bei Errichtung und Sanierung von Gebäuden, helfen Luftschadstoffe durch die Gebäudehülle weitestgehend zu vermeiden¹⁸⁴
- die nachhaltige Verwendung von Holz für den Bau und die Innenausstattung von Gebäuden unterstützt die Kohlenstoffbindung und somit die Luftreinigung¹⁸⁵

Städtebau

- Standortwahl für Bebauungen und Siedlungsentwicklungen nach klimatisch- und lufthygienischen Gesichtspunkten und unter Beachtung der Klimatopkarten inklusive Hinweisen für die Planung
- natürlichen Luftaustausch fördern durch Berücksichtigung der Luftströme bei der Baukörpersituierung, Freihaltung von Frischluftschneisen durch Begrenzung von Gebäudehöhen
- kompakte Siedlungsstrukturen mit dezentralen Versorgungseinrichtungen, eine Funktionsmischung aus Wohnen, Arbeiten, Bildung, Erholung und Versorgung reduzieren den Verkehrsaufwand, unterstützen nachhaltige Mobilitätsformen und senken damit verkehrsbedingte Luftverschmutzung¹⁸⁶
- Einkaufszentren und Gewerbeparks am Stadtrand sind aufgrund zunehmenden Verkehrsaufwands zu vermeiden
- Innenentwicklung (u.a. Stadtentwicklung in Abstimmung bestehender ÖV-Achsen, Bebauung von Brachflächen) und (Nach-) Verdichtung bestehender urbaner Strukturen helfen den Verkehr zu reduzieren und dem Verbrauch natürlicher Ressourcen entgegenzuwirken sowie durch den Erhalt natürlicher Böden die Luft zu filtern¹⁸⁷

¹⁸¹ Vgl. Europäische Umweltagentur: Luftverschmutzung, <https://www.eea.europa.eu/de/themes/air/intro>, 02.12.2018.

¹⁸² Vgl. Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, 46-47.

¹⁸³ Vgl. Ebda., 49-50.

¹⁸⁴ Vgl. Ebda., 51- 52.

¹⁸⁵ Vgl. Ebda., 59.

¹⁸⁶ Vgl. Ebda., 46.

¹⁸⁷ Vgl. Ebda., 47.

- eine Freiraumgestaltung mit möglichst viel unversiegelten Flächen in verdichteten Gebieten, fördert die Staubbindung durch natürliche Böden und verbessert so die Luftqualität¹⁸⁸
- verstärkter Ausbau grüner Infrastruktur und Anpflanzungen von Bäumen, Sträuchern und Moos auf Freiflächen, Dachgärten und Fassaden (z.B. aktive Fassaden und Straßenbeläge sowie Moose und Gräser, großflächig begrünte Wände in Straßenschluchten), diese binden CO₂ und Stickoxide und produzieren saubere Luft¹⁸⁹
- auch Plakatwände mit eingespannten Moosflächen, Kunstgegenstände im öffentlichen Raum oder Sitzmöbel in Kombination mit Bepflanzungen, können helfen die Luft von Schadstoffen zu befreien (z.B. City Tree, Smogtower)
- viele Farmscraper bzw. urbane Farmen sind energieneutral, bieten Möglichkeiten zum Anbau von Obst und Gemüse in der Stadt und helfen nebenbei noch die Luft zu verbessern (u.a. Eco-Pod, Asian Cairns, Multileveled vertical urban allotments)
- Lärmschutzwände können durch Begrünung (z.B. Moos mit guten Luftfiltereigenschaften) einen doppelten Mehrwert bringen und neben der Lärm- auch die Schadstoffbelastung in der Luft mindern¹⁹⁰

¹⁸⁸ Vgl. Umweltbundesamt Wien: Flächeninanspruchnahme, http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme, 18.08.1018.
¹⁸⁹ Vgl. Reuter/Kapp 2012, 243-244.
¹⁹⁰ Vgl. Ebda., 244.

- Umwidmungen land- und forstwirtschaftlicher Flächen für den Bau von Siedlungen, Straßen oder sonstigen Infrastrukturen und die daraus resultierenden Flächenversiegelungen sind zu begrenzen, um die Schadstoff-Speicherfunktion der Böden zu erhalten¹⁹¹
- Bepflanzungen die an stark befahrene Straßen angrenzen, sind für eine verbesserte Luftfilterung durch Baumreihen abzuschirmen (die Parkierung kann dabei unterirdisch erfolgen, um den oberirdischen Platz für Vegetation nutzen zu können)¹⁹²
- sensiblen Nutzungen (u.a. Erholung und Wohnen) sollten genügend Schutzabstand zu Straßen aufweisen, weil die fahrzeugbedingte Luftschadstoffbelastung mit zunehmender Entfernung stark abnimmt¹⁹³
- die Aufenthaltsqualität im Straßenraum soll gesteigert werden (durch Bepflanzung und Sitzmöglichkeiten entlang von Geh- und Radwegen, Geschwindigkeitsbeschränkungen für Fahrzeuge, Straßendimensionierung u.a.) um die luftschonende Verkehrsmittelwahl zu unterstützen

¹⁹¹ Vgl. Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, 58.
¹⁹² Vgl. Reuter/Kapp 2012, 242.
¹⁹³ Vgl. Ebda., 244.

Verkehr

- gut ausgebaute ÖV- (Verkehrsmittelangebot, Frequenz, Komfort, Anbindung, Haltestellen u.a.), sowie Rad- und Fußwegnetze helfen den mIV zu senken und die Luftbelastung herabzusetzen¹⁹⁴
- Minderung der Emissionen im ÖV, durch Umstieg auf luftschonendere Verkehrsmittel wie Straßenbahn, O-Bus, EEV-Standard oder Erdgas Busse¹⁹⁵
- um den ÖV flexibler und damit attraktiver zu machen, sind multimodale Mobilitätsangebote zu fördern (u.a. Park & Ride, Bike & Ride, vernetzte Fahrrad-, E-Bike- und E-Autoverleihsysteme, Mitfahrzentralen, Car-Sharing, Pendlerbörse)
- in peripheren Siedlungsräumen sind die Bahn und Regionalbuslinien auszubauen, sowie das Angebot von Rufbussen oder Sammeltaxis zu stärken, um den Bewohnern eine Alternative für den luftbelastenden mIV zu bieten¹⁹⁶

¹⁹⁴ Vgl. Reuter/Kapp 2012, 241.
¹⁹⁵ Vgl. Becker 2009, 86-87..
¹⁹⁶ Vgl. Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, 64.

- Ausbau und flächendeckendes Angebot der Ladestationen für E-Autos und E-Bikes, als Unterstützung einer umweltschonenderen Fahrzeugwahl¹⁹⁷
- CO₂-senkende Maßnahmen beim Verkehrsraumbau, wie Straßenbegleitgrün, emissionsenkende Straßenoberflächen, Nassreinigung
- Durchzugsstraßen in Wohngebieten sind zu vermeiden, überlastete Ortsdurchfahrten sind auf Umfahrungen umzuleiten und der motorisierte Verkehr auf Hauptstraßen kann durch Bündelung beruhigt werden, um in bewohnten Gebieten die Schadstoffemissionen zu reduzieren¹⁹⁸
- Straßenbezogene fahrverbote für LKW und mIV sowie Geschwindigkeitsbeschränkungen im innerstädtischen Bereich senken den CO₂-Ausstoß

¹⁹⁷ Vgl. Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, 64.
¹⁹⁸ Vgl. Reuter/Kapp 2012, 241.

4.3 Luftproblematik in Graz

Die Stadt Graz zählt in Österreich als die Region mit der höchsten Luftbelastung. Als Hauptgrund ist die geographische Lage, mit den abschottenden Alpen im Norden dafür verantwortlich. Durch die Kessellage wird besonders im Winter die Durchlüftung der Stadt behindert. Dies führt dazu, dass sich Schadstoffe wie Feinstaub und Stickstoffdioxid vermehrt in der Luft anreichern.¹⁹⁹

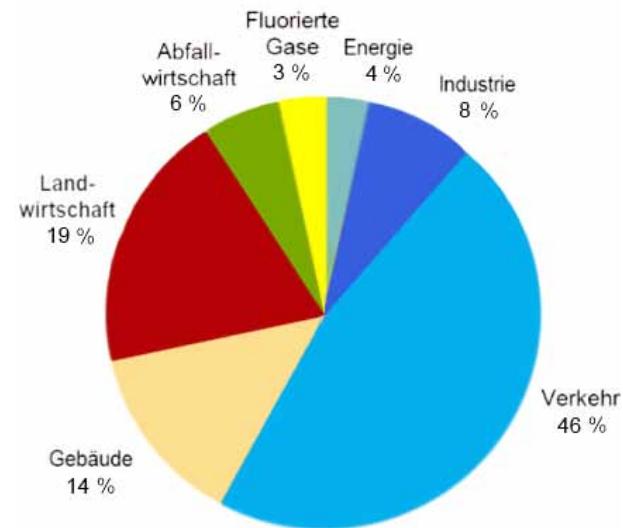


Abb. 53: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Steiermark (nicht Emissionshandel)

Beinahe die Hälfte der Treibhausgasemissionen in der Steiermark sind verkehrsbedingt. In Graz liegt der Handlungsbedarf besonders in der Eindämmung der Treibhausgasemissionen durch den Verkehr, die Landwirtschaft und dem Gebäudesektor (siehe Abb. 53). Für die Emissionen im Straßenverkehr sind zu zwei Drittel der Personenverkehr und zu einem Drittel der Gütertransport verantwortlich. Der motorisierte Verkehr stößt Feinstaub und Stickoxide über den Auspuff in die Luft, besonders die Dieselfahrzeuge. Des Weiteren wird der Feinstaub durch Reifenabrieb, Bremsmanöver und Staub - Aufwirbelungen auf den Straßen freigesetzt. So sind Maßnahmen zur Luftqualitätssteigerung im Bereich der Mobilitäts- und Verkehrsplanung von größter Bedeutung, unterstützt durch eine durchlüftungsfördernde Bebauung.²⁰⁰

Die Stadt Graz konnte die Luftqualität in den letzten Jahren schon maßgeblich steigern. Besonders Maßnahmen des Klimaschutzplan Steiermark, welcher u.a. die Forderungen der EU - Klimaziele bis 2020 und der nationalen Klimaschutzgesetze erfüllt, haben hierbei geholfen. Dennoch wurden in letzter Zeit wiederholt die Grenzwerte für Feinstaub und Stickstoffdioxid in der Atemluft überschritten.²⁰¹

¹⁹⁹ Vgl. Umweltamt der Stadt Graz: Grazer Luft, <http://www.umwelt.graz.at/cms/ziel/6669505/DE>, 02.12.2018; Umweltamt der Stadt Graz: Feinstaub und NOx, <http://www.umwelt.graz.at/cms/ziel/6669505/DE>, 02.12.2018.

²⁰⁰ Vgl. Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2017, 60; Rueter, Gero: Luftverschmutzung, <https://www.dw.com/de/wie-kriegen-wir-bessere-luft-in-die-st%C3%A4dte/a-37126725>, 10.12.2018.

²⁰¹ Vgl. Fachabteilung Energie und Wohnbau Land Steiermark 2017, 13-14.

5 *Städtebauliches Leitbild Olympiawiese Graz*

5.1 Planungsanlass

Das 37 ha große Areal in Graz-Liebenau, bietet sich aufgrund seiner Lage im Stadtgefüge und der Nähe zu wichtigen Infrastrukturen für die Entwicklung eines neuen Wohnquartiers an. Hier sollen für etwa 2.200 Menschen vorrängig Wohnungen und ein großer öffentlicher Freiraum, aber auch ein neues Zentrum mit Flächen für Handel, Büros, Dienstleistungen und soziale Infrastrukturen geplant werden.

Im städtebaulichen Leitbild für die Olympiawiese sollen die wesentlichen Gestaltungselemente und Flächennutzungen, die Nutzungsgrößen und das Erschließungssystem für ein nachhaltiges Quartier vorgeben. Hierfür wird ein grundsätzliches Planungskonzept ausgearbeitet, das die strukturellen und stadtgestalterischen Rahmenbedingungen als Basis für zukünftige Planungen bildet.

Die Lage des Planungsgebiets definiert für die Stadt Graz eine wichtige stadtklimatische Zone. Auf der großen Freifläche entsteht in der Nacht kühle Frischluft, die durch den Flurwind ins Zentrum geblasen wird. So kann der urbane Wärmeinsel-Effekt eingedämmt bzw. verhindert werden. Eine gute Stadtdurchlüftung ist in Graz zudem besonders aus lufthygienischer Sicht schwierig. Aufgrund der geographischen Beckenlage und der Windarmut im Grazer Feld, können sich Schadstoffe vermehrt in der Luft anreichern, was zu Luftproblemen führt. Daher nimmt die Steigerung der Luftqualität durch städtebauliche Maßnahmen, sowie eine gut durchdachte Freiraumplanung, für das Leitbild des neuen Quartiers eine übergeordnete Rolle ein.



Abb. 54: Planungsareal im Stadtgefüge

5.2 Standortanalyse

5.2.1 Geschichtlicher Rückblick Bezirk Liebenau

Liebenau liegt an der süd-östlichen Grenze der Stadt Graz (siehe Abb. 54), zwischen den Bezirken Jakomini (N), St. Peter (O) und der Mur (W) und bildet den 7. der insgesamt 17 Stadtbezirke. Das Gebiet umfasst eine Fläche von 8 km² und hat 13.200 Einwohner.

Liebenau entstand 1946 durch die Zusammenlegung der 5 Gemeinden Neudorf, Murfeld, Engelsdorf, dem alten Liebenau und Teilen von Thondorf (heutige Verwaltung Gössendorf). Zur Zeit des Nationalsozialismus befand sich in Liebenau eines der größten Grazer Internierungslager, das sogenannte *Lager V*, welches nach dem Zweiten Weltkrieg als Flüchtlingslager verwendet wurde.

Als Wirtschafts- und Gewerbestandort etablierte sich Liebenau bereits 1941 mit dem Sitz der *Puchwerke*, woran heute noch das Puch-Hochhaus am früheren Eingang der Werke erinnert.

Heute ist ein Teil dieses Geländes wichtiger Produktionsstandort für die *Magna Steyr*, daneben befindet sich eine große Gewerbezone mit dem Einkaufszentrum Murpark. Auch die Sportarena ist auf diesem Gebiet angesiedelt und direkt angrenzend das Eisstadion.²⁰²

Seit Anfang 2017 ist ein Wasserkraftwerk, etwa 600m nördlich der Puntigamerbrücke in Entstehung. Es soll 20.000 Grazer Haushalte mit sauberem Strom versorgen und die Mur durch unterschiedliche Maßnahmen als

Erholungsraum für die Menschen zugänglich machen. Das Murkraftwerk bringt allerdings auch ökologische Nachteile mit sich. So müssen für den Bau etwa 16.000 Bäume entlang der Mur gefällt werden. Diese Altbäume sollen laut Energie Steiermark im Verhältnis 2:3 nachgepflanzt werden. Doch die CO₂-Filterung und Sauerstoffproduktion der Jungbäume ist um ein Vielfaches geringer. Auch der Standort der Bäume ändert sich, so wird das grüne Band entlang der Mur unterbrochen. Hier müssen ökologische Ausgleichsmaßnahmen durchgeführt werden, um den Lebensraum für Pflanzen und Tiere nicht zu gefährden.²⁰³



Abb. 55: Graz - Bezirk Liebenau

²⁰² Vgl. o.A.: Graz 7. Bezirk Liebenau, <https://www.geomix.at/oesterreich/steiermark/graz/graz-7-bezirk-liebenau>, 10.12.2018; o.A.: Liebenau Graz, [https://de.wikipedia.org/wiki/Liebenau_\(Graz\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Liebenau_(Graz)), 10.12.2018.

²⁰³ Vgl. Energie Steiermark: Unsere Mur, <http://www.murkraftwerkgraz.at/Kraftwerk/Default.aspx>, 10.12.2018; Barwick, Christine: Lass Dich nicht pflanzen, <http://www.rettetdiemur.at/Baeume>, 10.12.2018.

5.2.2 Standortprofil Olympiawiese

a | Lage und Infrastruktur

Das Entwicklungsgebiet (siehe Abb. 55) liegt direkt an der Mur in Graz - Liebenau und verteilt sich auf einer großen flachen Freifläche, welche durch die Ziehrerstraße geteilt wird (siehe Abb. 56). Es grenzt im Norden an eine Winkelbebauung, mehrere freistehende Mehrparteienhäuser, einem Einfamilienhaus-Band sowie dem Spar-Supermarkt an.

Im Süden wird das Planungsareal durch den Petersbach und dahinterliegendem Gewerbe begrenzt und im Westen durch den R2 Murradweg und dem gerade entstehenden Murkraftwerk. Im Osten schließen Gewerbegebäude und Mehrfamilienhäuser an das Gebiet an. Die ist eben (ausgenommen Mur-Uferböschung) und in vorwiegend landwirtschaftlicher Widmung. Innerhalb eines 500 m Radius sind Infrastrukturen wie Murpark, Eishalle und Stadion, Sportzentrum, Kirchen, Schulen und Kindergärten vorhanden.



Abb. 56: Graz - Bezirk Liebenau - Olympiawiese



Abb. 57: Lage und Infrastruktur

b | Klima

Das Entwicklungsgebiet befindet sich nach Klimatopkarte Graz (siehe Abb. 34) im Bereich einer isolierten Grünzone, mit der Ausbildung stehender, mäßig kalter Luft. Es dominieren nächtliche Flurwinde, die aufgrund der großen Temperaturunterschiede zwischen der aufgeheizten Stadt und der Kaltluft im Grazer Feld entstehen (siehe Abb. 57). Sie strömen vom Süden mit langsamen Geschwindigkeiten in Richtung Norden, wodurch auch der Talneben oft nach Liebenau gelangt. Somit gehört dieser Bereich zu den am meisten von Nebel gefährdeten Bezirken und auch Luftschadstoffe können sich hier gut anreichern. Der Murtalwind bläst tagsüber Richtung Norden und nachts Richtung Süden. So kann es besonders nach Sonnenuntergang zu Windscherungen mit den Flurwinden kommen. Die Hauptwindrichtungen in Liebenau sind tagsüber (siehe Abb. 58) von Süd-Osten in Richtung Stadtzentrum. In der Nacht kommt der Wind vorwiegend von Nord-West bzw. Norden und bläst talabwärts.



Abb. 58: Olympiawiese-Hauptwindrichtungen Nacht

- ↓ Murtalabwinde
- ↑ Flurwinde



Abb. 59: Graz - Hauptwindrichtungen

- | Z | Hauptwindrichtung Nacht
- | S | Hauptwindrichtung Tag
- | Z | Hauptwindrichtung insgesamt
- | W | Hauptwindrichtung Nacht in Seitentälern
- | () | Hauptwindrichtung Tag in Seitentälern
- | / | Kammlagen, tagsüber gut ventiliert
- | [] | Abschnitte mit großer Kalmehäufigkeit

c | Siedlungs- und Bebauungsstruktur

Die Wohnbebauungen nördlich und östlich der Olympiawiese sind 2-4 geschoßig, liegen in Bereichen mittlerer Bebauungsdichte (0,3-0,8) und sind vorwiegend in kleinteiliger, offener Bauweise (Ausnahme Winkelbebauung in N-W). Im Osten befinden sich Gewerbebauten mit max. 8m Höhe und einer Dichte von 0,5-1,5. Im Planungsgebiet selbst befinden sich vereinzelt Bestandsgebäude, als freistehende Einfamilienhäuser bzw. 3-Kanthöfe (siehe Abb. 59) in teils dörflichen Strukturen.



Abb. 60: Schwarzplan mit Gewässerstruktur und Planungsgebiet

d | Nutzungen

Das Planungsgebiet wird aus unbebauten Freiflächen mit vorwiegend landwirtschaftlicher Nutzung gegliedert. Laut der planerischen Hinweiskarte Graz (siehe Abb. 35) sind mittlere Bebauungen mit der Schaffung von klimawirksamen Parks möglich. Im Norden und Nord-Osten schließen Flächen für Allgemeines Wohnen an, im Osten und Süd-Osten Gewerbegebietsflächen sowie Vorbehaltsflächen für Kommunale Einrichtungen und Kurgebiete (siehe Abb. 60).



Abb. 61: Nutzungen

- Orange Wohnen
- Rot Kerngebiet
- Purpur Industrie und Gewerbe
- Rosa Einkaufszentrum
- Grün Sondernutzung im Freiland
- Gelb Freiland
- Blau Verkehr
- Hellblau Gewässer

e | Frei- und Grünraumstruktur

Das Entwicklungsgebiet befindet sich zwischen kleinteiliger und großflächigeren Siedlungsstrukturen (siehe Abb. 61) mit natürlichen Freiflächen und Landwirtschaftsflächen. Es besteht eine unmittelbare Nähe zu den Fließgewässern Mur und Petersbach. Im Bereich des Murkraftwerks ist ein Wasserpark angedacht, der Baumbestand wurde hier stark reduziert.

Im Norden schließt das Planungsgebiet an ein Sportzentrum mit unterschiedlichen Sportflächen an. Dieses befindet sich gerade in Umgestaltung bzw. Erweiterung.

Über dem neuen Südgürtel ist ein Trassenpark geplant, der für Freizeit- und Sportmöglichkeiten zur Verfügung stehen soll.

Im Planungsareal befinden sich an der südlichen Baustücksgrenze und auf mittlerer Höhe an der Ziehrerstraße erhaltenswürdige Altbaumbestände.



Abb. 62: Figur-Grund Plan mit erhaltenswertem Baumbestand im Planungsgebiet

f | Verkehr

Die wichtigste Verkehrsachse (siehe Abb. 62) im Planungsgebiet bildet die von Nord nach Süd-Ost verlaufende Ziehrerstraße. Daneben befindet sich eine Wegschleife der Kammerwehrgasse bis zur Puntigamerstraße. Zurzeit besteht noch eine temporäre Baustellenzufahrt für den Kraftwerksbau, welche von der Ziehrerstraße bis zum Murradweg führt.

Wichtige Verkehrsverbindungen in unmittelbarer Umgebung sind die Puntigamerstraße, der kürzlich fertiggestellte Südgürtel, die Liebenauer Hauptstraße sowie die Liebenauer Tangente, welche direkt auf die Südautobahn führt. Im Planungsgebiet selbst ist der öffentliche Verkehr derzeit auf Busse beschränkt. Durch die Nähe zum Murpark und dem Stadion ist das Gebiet auch per S-Bahn und Bim erreichbar. Es grenzt direkt an den Murradweg, zudem sind vom Murpark bis zum Jakominiplatz Radstreifen entlang der Haupterschließung vorhanden.



Abb. 63: Verkehr

g | Bestandsaufnahmen Planungsgebiet



Abb. 64: Blick vom R2 Radweg auf das entstehende Murkraftwerk



Abb. 65: Blick vom R2 Radweg in Richtung Ziehrerstraße



Abb. 66: Blick von der Ziehrerstraße in Richtung Osten



Abb. 67: Blick von der Ziehrerstraße in Richtung Norden

5.3 Übergeordnete Entwicklungsziele

An der West - Grenze des Planungsgebiets wurde das klimaaktive grüne Band des Murufers durch das im Bau befindliche Wasserkraftwerk stark reduziert. Aufgrund der Tatsache, dass zusammenhängende Grünzüge mit dichtem Altbaumbestand einen besonders positiven Einfluss auf das Stadtklima haben, ist dieses Band wieder herzustellen und mit Grünflächen durch das Planungsgebiet zu erweitern. Der entstehende Naturraum soll dabei für die Menschen- und Tierwelt nutzbar sein und der ganzen Stadt einen nachhaltigen Mehrwert bringen.

Einen weiteren ökologischen Schwerpunkt bildet der südlich verlaufende Petersbach. Er hat bei Starkregen häufig Probleme mit den flüchtig großen Wassermassen. Die planerischen Vorsorgemaßnahmen für den Hochwasserschutz sollen dabei das Wasser im urbanen Raum erlebbar machen und dadurch gleichzeitig die Lebensqualität der Bewohner und der Tierwelt erhöhen.

Durch die Lage des Gebiets zwischen zwei Flüssen und dem geplanten öffentlichen Grünraum, soll der Identitätscharakter und die Nähe zur Natur gestärkt werden. Belebte, attraktive öffentliche Räume mit unterschiedlichen Freiraumnutzungen sollen den Bewohnern zur Verfügung stehen und einen engen Bezug zum Wohnumfeld erlauben.

Für die Menschen des Quartiers und des näheren Umfelds wird ein neues Zentrum mit Mischnutzungen definiert. Die Bebauungsstruktur

unterstützt dabei eine bessere Stadtdurchlüftung, durch die Elemente Wasser und Grünraum soll zusätzlich ein gutes Mikroklima im ganzen Gebiet geschaffen werden. Die höheren Gebäude und Bebauungsdichten, sind im Bereich des neuen Zentrums an der Ziehrerstraße vorgesehen. In Richtung Mur sollen Dichte und Gebäudehöhen dann abnehmen.

Ein weiterer Fokus des Leitbildes für die Olympiawiese liegt in der weitestgehend autofreien inneren Erschließung des Gebietes, für eine ressourcenschonende, sowie umwelt- und menschenfreundliche Mobilität. Hierfür, wird ein auf Sammelgaragen gebündeltes Stellplatzangebot am Quartiersrand vorgesehen und der öffentliche Verkehr mit Bussen ausgebaut. Der Großteil des Straßenraums (Ausnahme Ziehrerstraße) ist auf gleichem Niveau und als multifunktionaler öffentlicher Raum zugestalten. Die Bewohner können sich so den unmittelbaren Stadtraum aneignen. Die geplante W-O Verbindungsachse, vom Murufer ins Quartierszentrum, bildet eine Flaniermeile entlang des neuen Flusses. Sie soll zum Radfahren und zu Fuss gehen anregen und durch öffentliche Erdgeschossnutzungen auch die Wirtschaft ankurbeln. In der Flaniermeile sind nur öffentlicher Verkehr und die Zufahrten zu den Parkgaragen gestattet. Ein durchgängig vernetztes Geh- und Radwegsystem, mit Anbindung an bestehende Infrastrukturen, soll durch das ganze Gebiet führen und die Maßnahmen für eine sanfte Mobilität abrunden.

5.3.1 Planungsgrundsätze

Freiraum:

- Wiederherstellung des grünen Bandes am Murufer als klimaaktiver Grünraum
- Hochwasserchutzmaßnahmen für den Petersbach in Form von zugänglichen Umleitungen durch das Quartier
- Freihalten der Uferstreifen entlang der natürlichen Gewässer Mur und Petersbach von Bebauungen
- Verbesserung der Biotopvernetzung durch Schaffung großräumiger Freiflächen und deren Verbindung untereinander, sowie Vernetzung an bestehende Grünflächen
- Freihaltung der für das Klima, den Luftaustausch und die Luftgüte bedeutenden Zonen
- Gestaltung öffentlich zugänglicher Parkanlagen, durchgängigen Geh- und Radwegen, Sitz- und Liegegelegenheiten, Kinderspielflächen, Sportflächen, Hundewiesen, WC-Anlagen, Trinkbrunnen
- Errichtung von erlebbarem Wasser im öffentlichen Raum, im Zuge des Hochwasserschutzes für den Petersbach
- Durchgrünung der Bebauungsstrukturen mit Innen-/Hinterhofbegrünung, Dach- und Fassadenbegrünung und Gemeinschaftsgärten
- Baumpflanzungen an Straßenzügen und auf öffentlichen Plätzen
- Erhalt des Baumbestandes und Neupflanzungen
- Beschränkung der Bodenversiegelung durch durchlässige Oberflächengestaltung zur Wasserretention und zur Verbesserung des Mikroklimas
- Erhalt von mind. 30% der jeweiligen Hoffläche als ökologisch wirksame Naturböden zur Regenwasserversickerung
- Erhalt des Bauernladens im Norden der Ziehrerstraße, inkl. dazugehöriger landwirtschaftlichen Flächen
- Schaffung von Übergangsbereichen als Pufferzonen zum Gewerbe im Süden mit intensiver Bepflanzung zum Wohngebiet

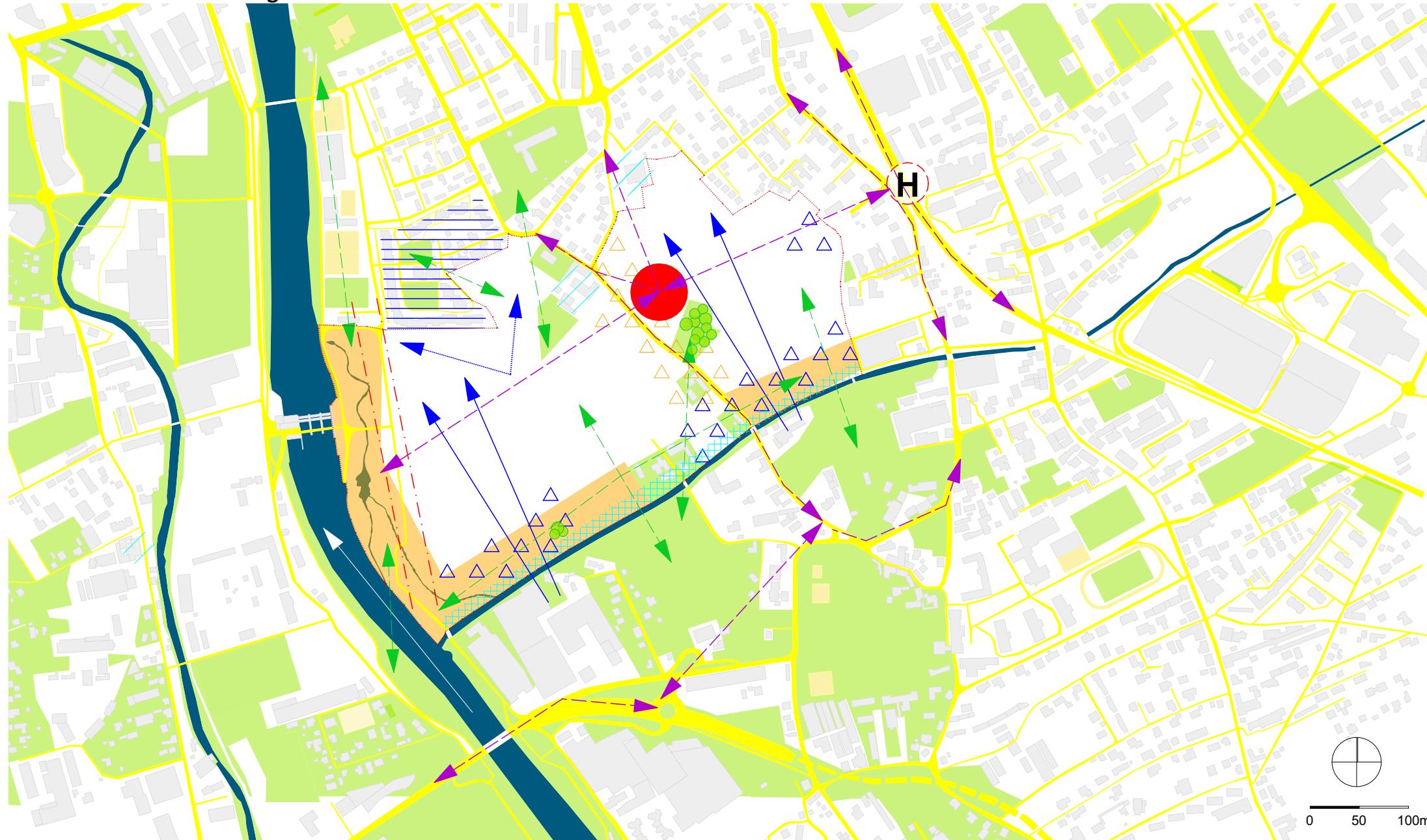
Bebauung:

- räumliche Durchlässigkeit für die Durchlüftung unter Berücksichtigung der Luftströme in Hauptwindrichtung N-S bzw. NW-SO
- Orientierung der Bebauungsstruktur in Hauptwindrichtung
- Begrenzung der Gebäudehöhen quer zur Hauptwindrichtung mit max. 5 Geschossen
- Höhenentwicklung und Dichte vom Zentrum in Richtung Mur abnehmend (*siehe Abb. 77, Grundlegende städteauliche Festlegungen*)
- Nahversorgungseinrichtungen, öffentliche Räume und Naherholungsgebiete in fußläufiger Entfernung und gut durch öffentliche Verkehrsmittel erschlossen
- Freiflächenangebot für Kommunikation, Nachbarschaftshilfe, Gärtnern u.a. in den Innenhöfen
- vielfältige Nutzungsmischung im Zentrum aus Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, öffentlichen Freiräumen und Bereichen für soziale Nutzungen wie geteilte Arbeitsräume (co-working) und Werkstätten, Veranstaltungsräume und Ausstellungsflächen
- Pufferzone zur Hauptverkehrsachse Ziehrerstraße von reiner Wohnbebauung
- öffentliche Nutzungen in der Erdgeschosszone der neuen W-O Verbindungsachse
- Bebauung in Niedrigenergiehaus B-Standard, ≤ 50 HWB in kWh/(m²·a)
- Energierversorgung primär vom neuen Wasserkraftwerk und aus solarer Energiegewinnung
- Freihalten der Uferstreifen entlang der Mur (20 m) und des Petersbachs (10 m) ab Böschungsoberkante von Bauland

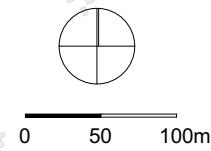
Erschließung:

- Fernhalten des ruhenden Verkehrs vom Zentrum (nur Anlieferung gestattet)
- fußgängerfreundliche Gestaltung der Straßenräume, im Verhältnis Fahrbahnbreite 40%, Seitenraumbreiten je 30%
- Schaffung von Sammelgaragen (Parkgaragen) am Quartiersrand, nach dem Prinzip der Äquidistanz (ÖV-Haltestelle und Sammelgarage mit gleicher Entfernung zu Wohnung/Arbeitsplatz)
- Geschwindigkeitsbeschränkungen von 30 km/h auf den Straßen im Quartier, mit Ausnahme der Ziehrerstraße
- Ausbau des öffentlichen Verkehrs, Einsatz von Bussen mit EEV-Standard für die Quartierserschließung, optional neue Straßenbahnlinie, neue S-Bahn Haltestelle an W-O Verbindungsachse im Osten
- Ausbau vernetzter Rad- und Gehwege im ganzen Gebiet und mit Anschluss an bestehende Wege
- neue Erschließungswege mit direkter Verbindung zu wichtigen Infrastrukturen im Umfeld (Schulen, Sportstätten, Naherholung, Einkaufszentren, Verkehrsknoten)
- Schaffung von begleitenden Baumreihen bei neuen und umgestalteten Straßenräumen
- autofreies neues Zentrum zur Belebung der Fußgängerzone, zur Förderung sozialer Kommunikation und der lokalen Wirtschaft
- neuer ÖV-Knotenpunkt im Norden an der Ziehrerstraße inkl. Radverleih und optional tim-Station

5.4 Planerische Umsetzung des Leitbildes



- wichtige Verbindungsachsen
- Hauptwindrichtungen
- Durchlüftungslenkung aufgrund von Blockaden
- Grünraum Vernetzung
- Hochspannungsleitung
- Durchlüftungsblockade durch Bebauung
- Pufferzone zu Gewerbe Bestand
- Pufferzone zu Hauptverkehrsachsen
- Hochwasserschutzmaßnahme vorsehen
- keine Ausweisung als Bauland möglich (lt. STEK 4.0)
- größere Grünflächen Bestand
- Sportflächen
- Nahversorgung Bestand
- neues Zentrum (Kerngebiet mit 60 % Wohnen)
- erhaltene Bestandsgebäude
- Straßen fließender Verkehr
- neue S-Bahn Haltestelle (optional)
- erhaltenswerter Baumbestand
- Gewässer



Legende

Abb. 68: übergeordnetes Leitbild | M 1:8000



-  Hochwasserschutzmaßnahme
-  Kerngebiet mit Wohnen
-  Mischgebiet mit Wohnen
-  Wohnen
-  vernetzte Grünraumstruktur für Ökologie, Sport, Erholung, Freizeit
-  größere Grünflächen Bestand
-  Nahversorgung Bestand
-  erhaltene Bestandsgebäude
-  Straßen Bestand
-  erhaltenswerter Baumbestand

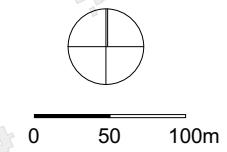


Abb. 69: grobe Nutzungszonierung | M 1:8000

Legende

Festlegung der Straßenquerschnitte zur Entwicklung des städtebaulichen Rasters:

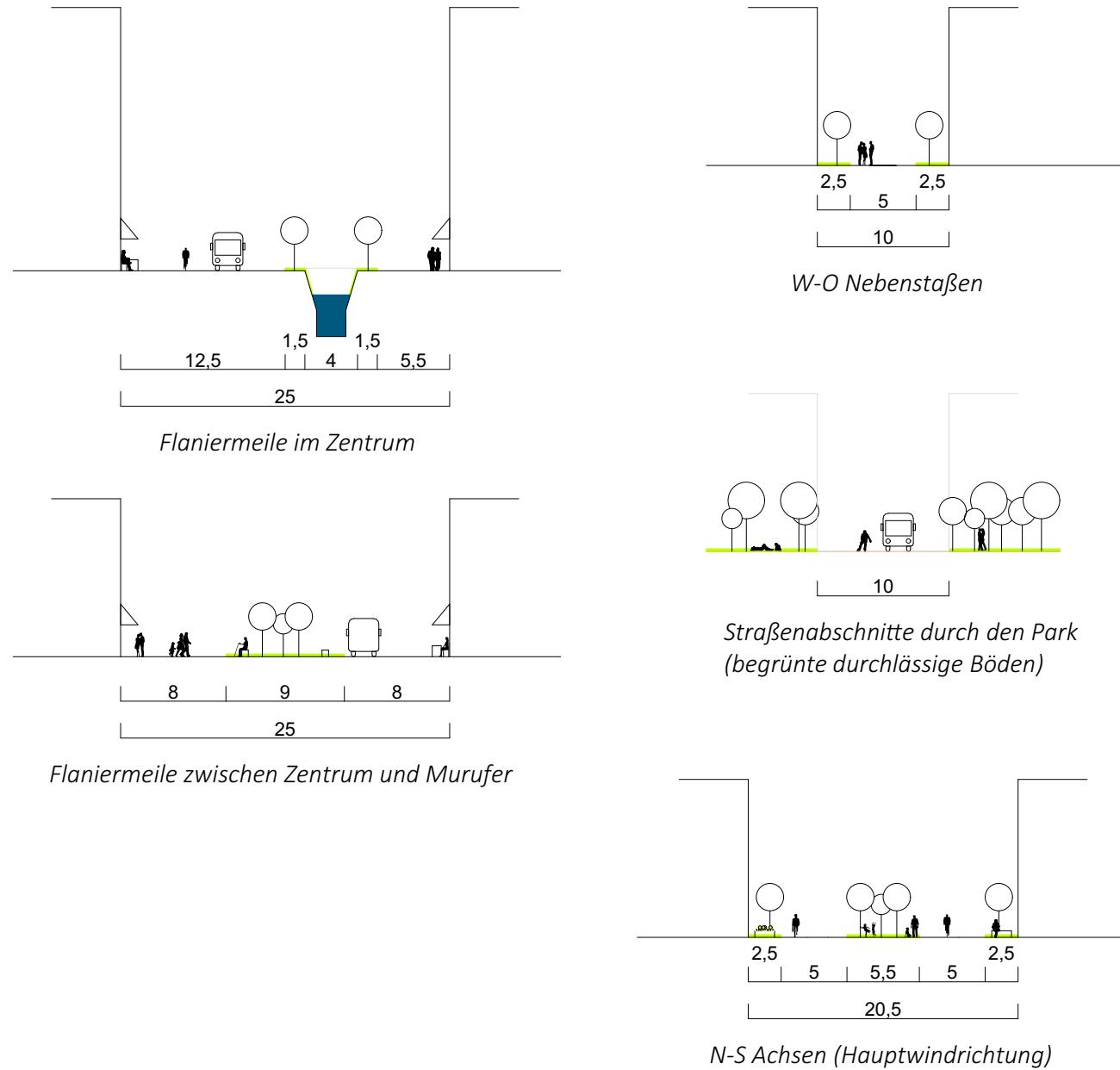


Abb. 70: Festlegung der Straßenquerschnitte

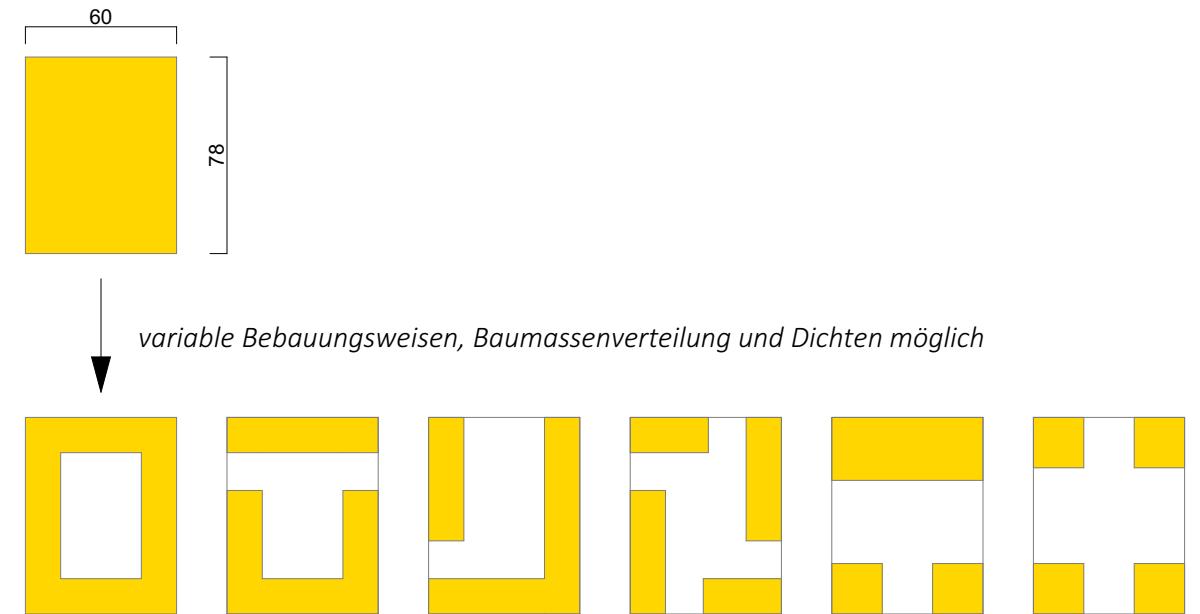
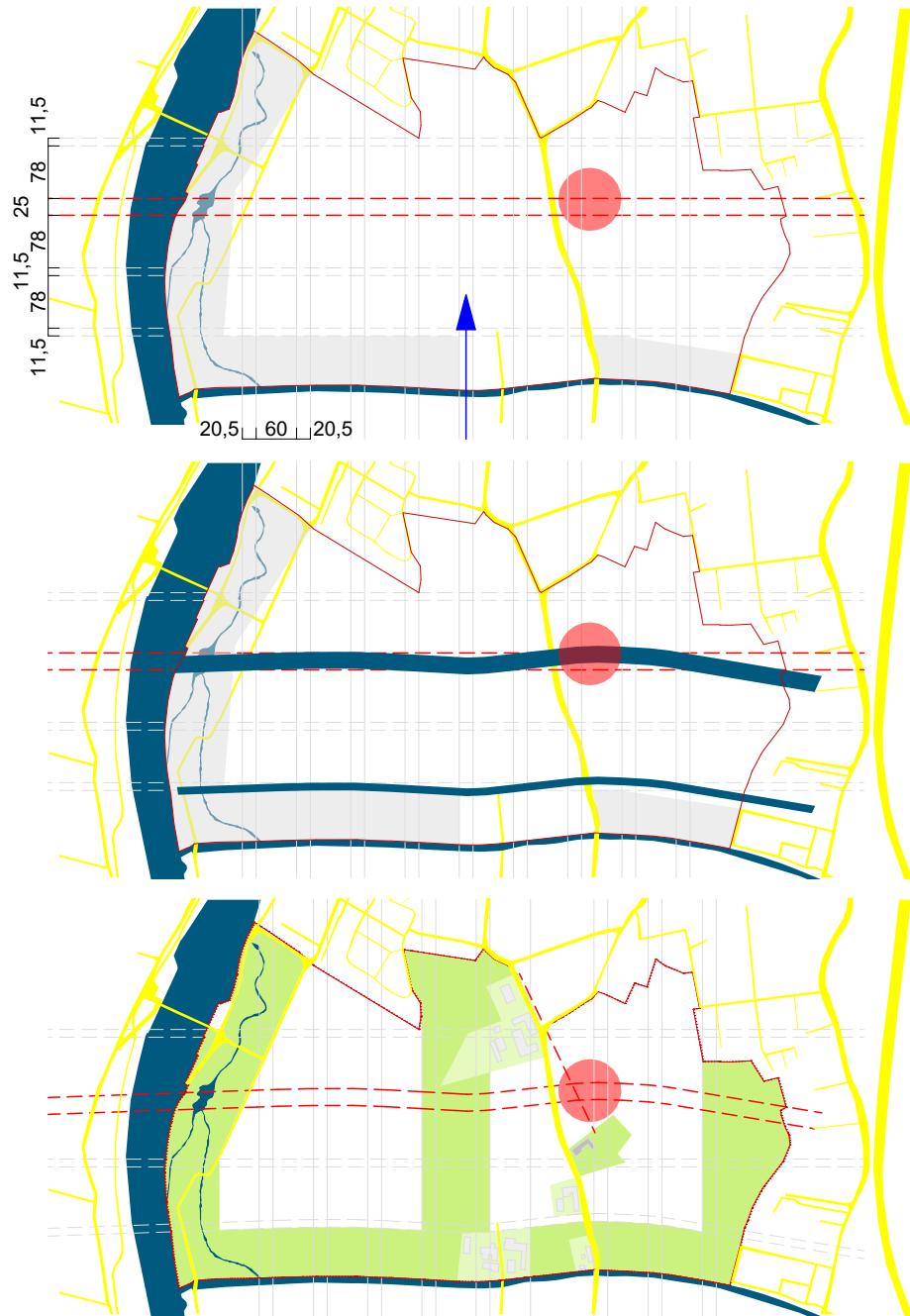


Abb. 71: flexible Bauungsfelder



- städtebauliches Raster
- Flaniermeile (W-O Verbindungsachse)
- Hauptwindrichtung
- Grenze Planungsgebiet
- Freihaltezone lt. STEK 4.0
- neues Zentrum
- öffentliche Grünflächen
- private Grünflächen Bestand
- landwirtschaftliche Flächen
- erhaltenswerter Baumbestand

Schritt 1:
Gliederung des Rasters
> Straßenquerschnitten am Planungsgebiet

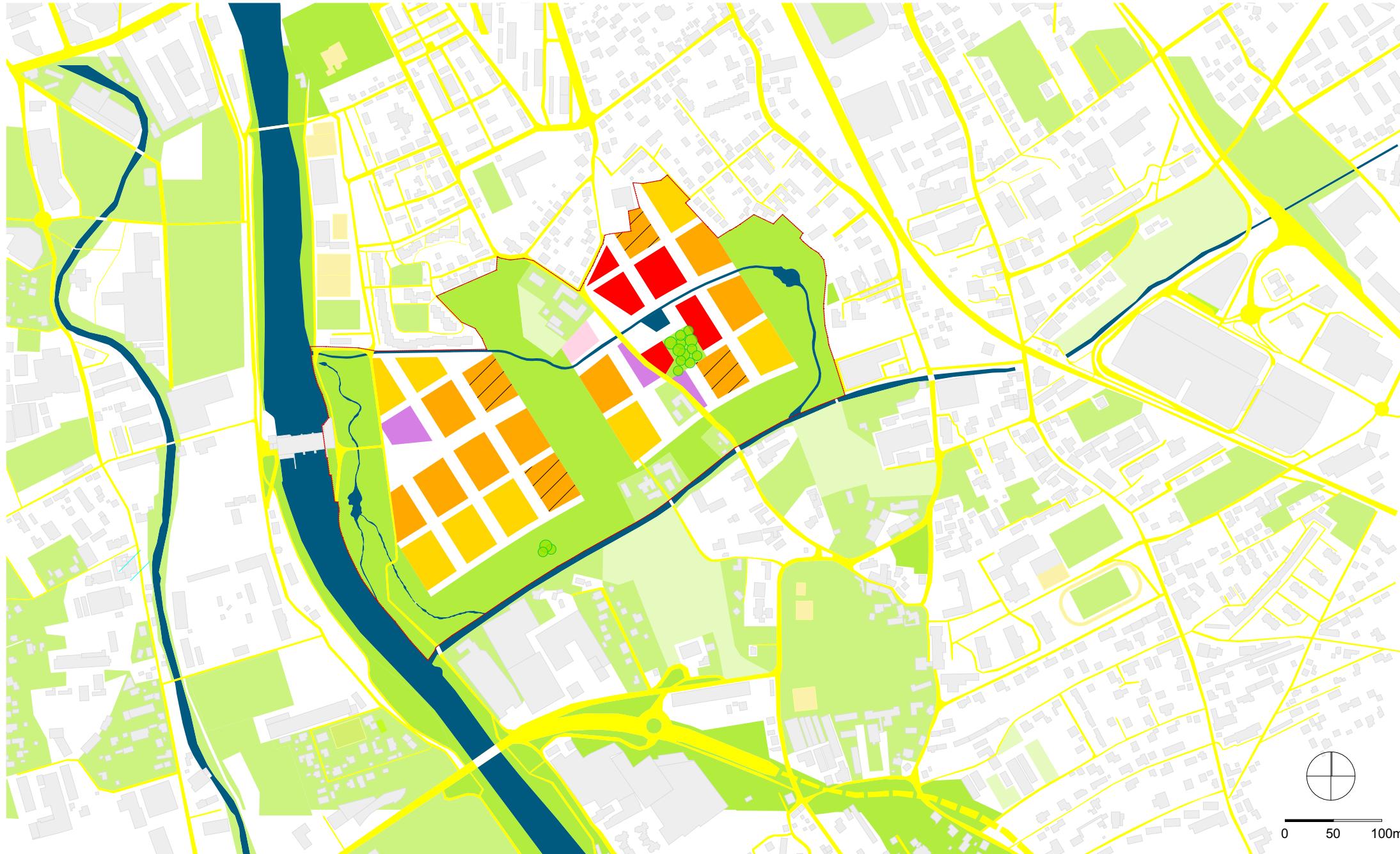
Schritt 2:
Überlagerung des Rasters
> mit dem Element Wasser
> Multiplikation Petersbach

Schritt 3:
Überlagerung des Rasters
> mit dem Element Grünfläche und Bestand

Abb. 72: Entwicklung des städtebaulichen Rasters

Legende

Entwicklungsschritte



- Kerngebiet mit 60% Wohnen
- Mischgebiet
(Handel, Dienstleistungen, Beherbergungsbetriebe, Wohnen)
- Bildung und soziale Einrichtungen
- Zonen für Parkgaragen
- Wohnen allgemein
- reine Wohnnutzung
- öffentliche Grünzonen
- private und halböffentliche Freiflächen
(Ersichtlichkeit ab 0,1 ha)
- landwirtschaftliche Freiflächen
- Bestandsgebäude
- Gewässer Bestand
- Straßen fließender Verkehr
- erhaltenswerter Baumbestand

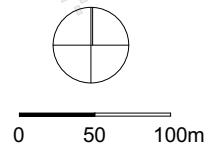


Abb. 73: Rahmenplan der Nutzungen | M 1:8000

Legende

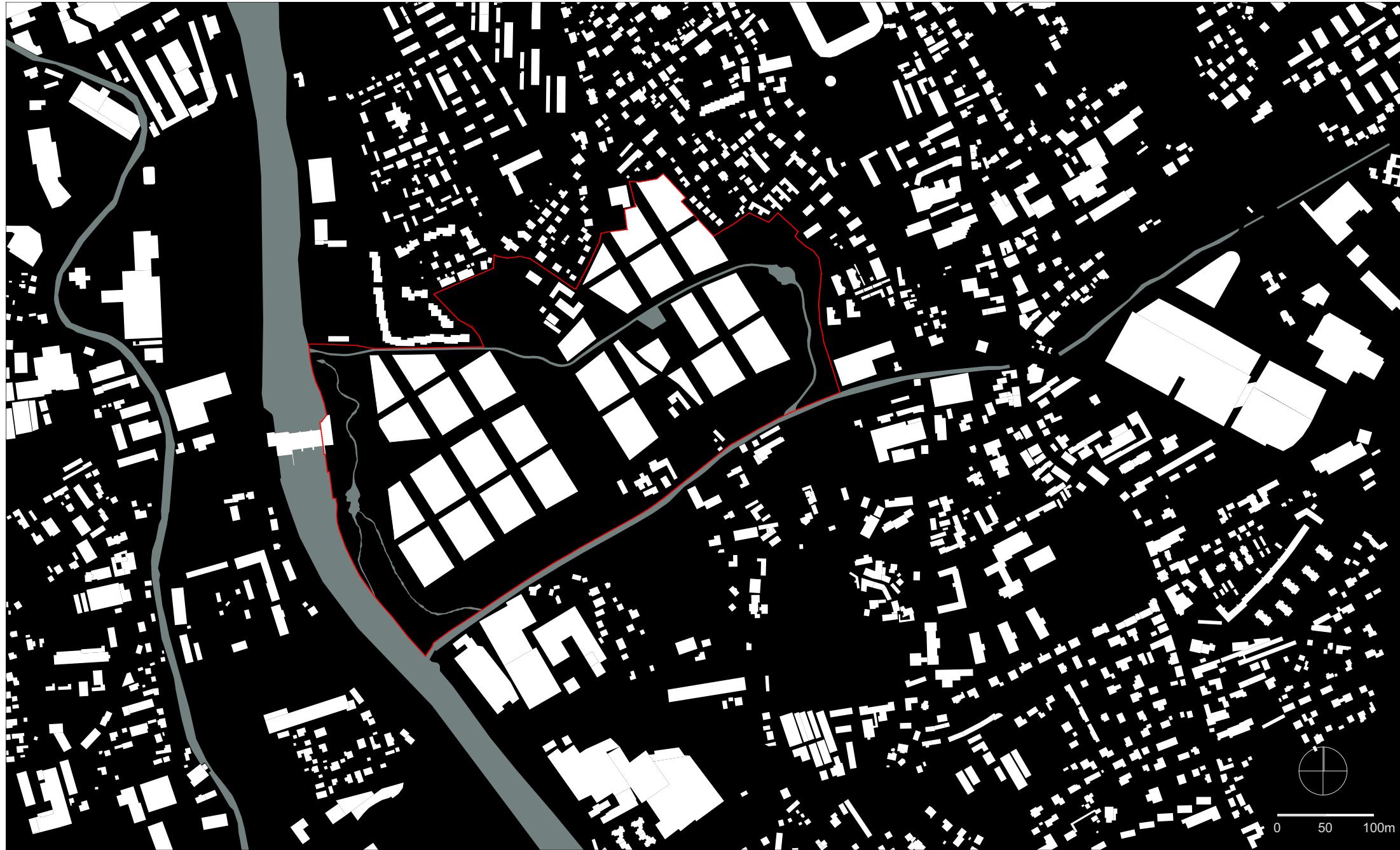
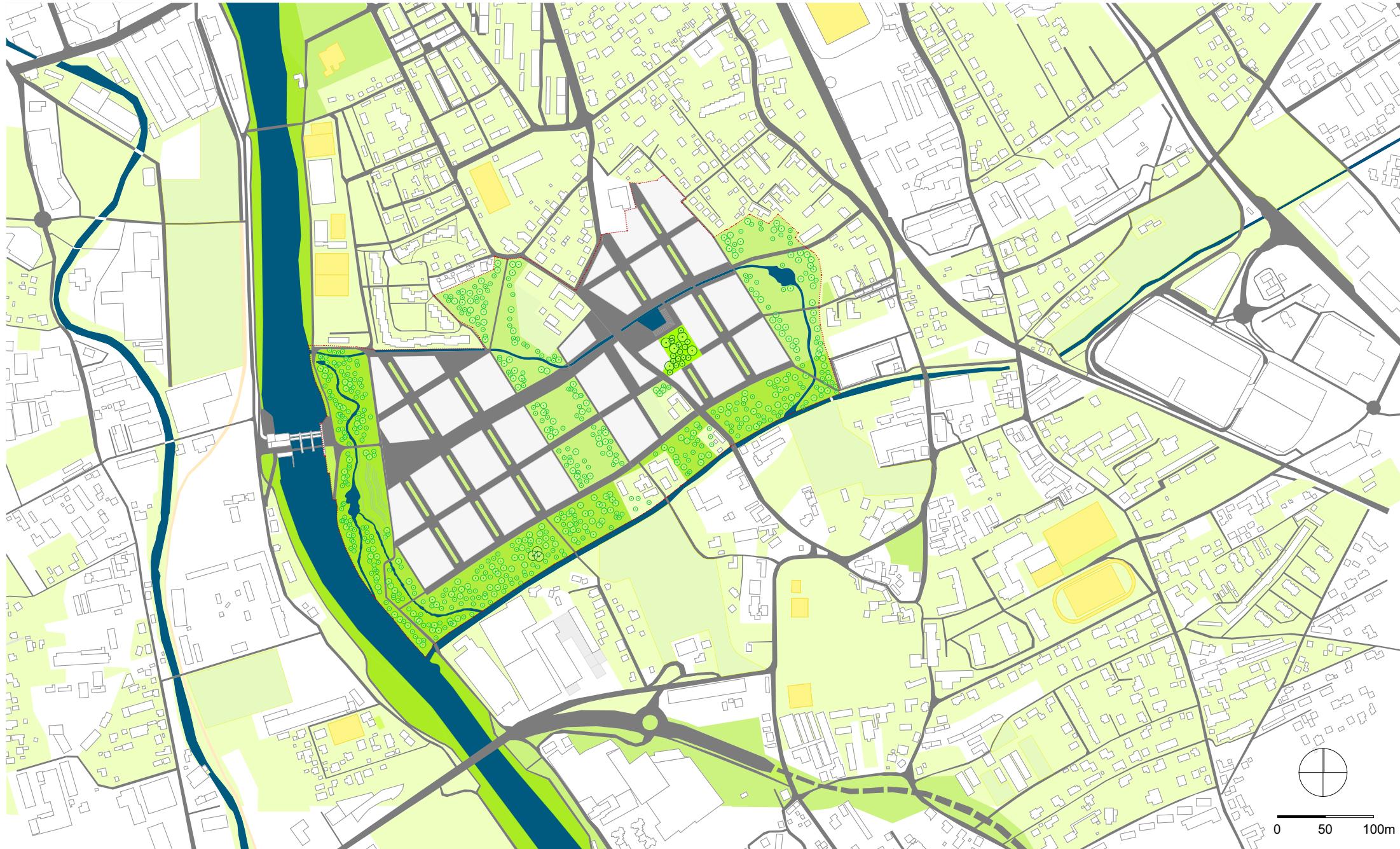


Abb. 74: Freiraumstruktur als Figur-Grund Plan | M 1:8000



- öffentl. Freiräume (Straßen, Plätze)
- öffentliche Grünräume (Parks, Kinderspielflächen, Hundewiesen, neue Sportflächen)
- Stadtpark mit erhaltenem Baumbestand
- privates und halböffentliches Grün
- Auwald
- Anbauflächen
- Sportflächen Bestand
- Gewässer
- erhaltenswerter Baumbestand
- Neupflanzungen

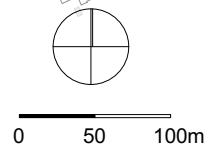


Abb. 75: differenzierte Freiraumstruktur | M 1:8000

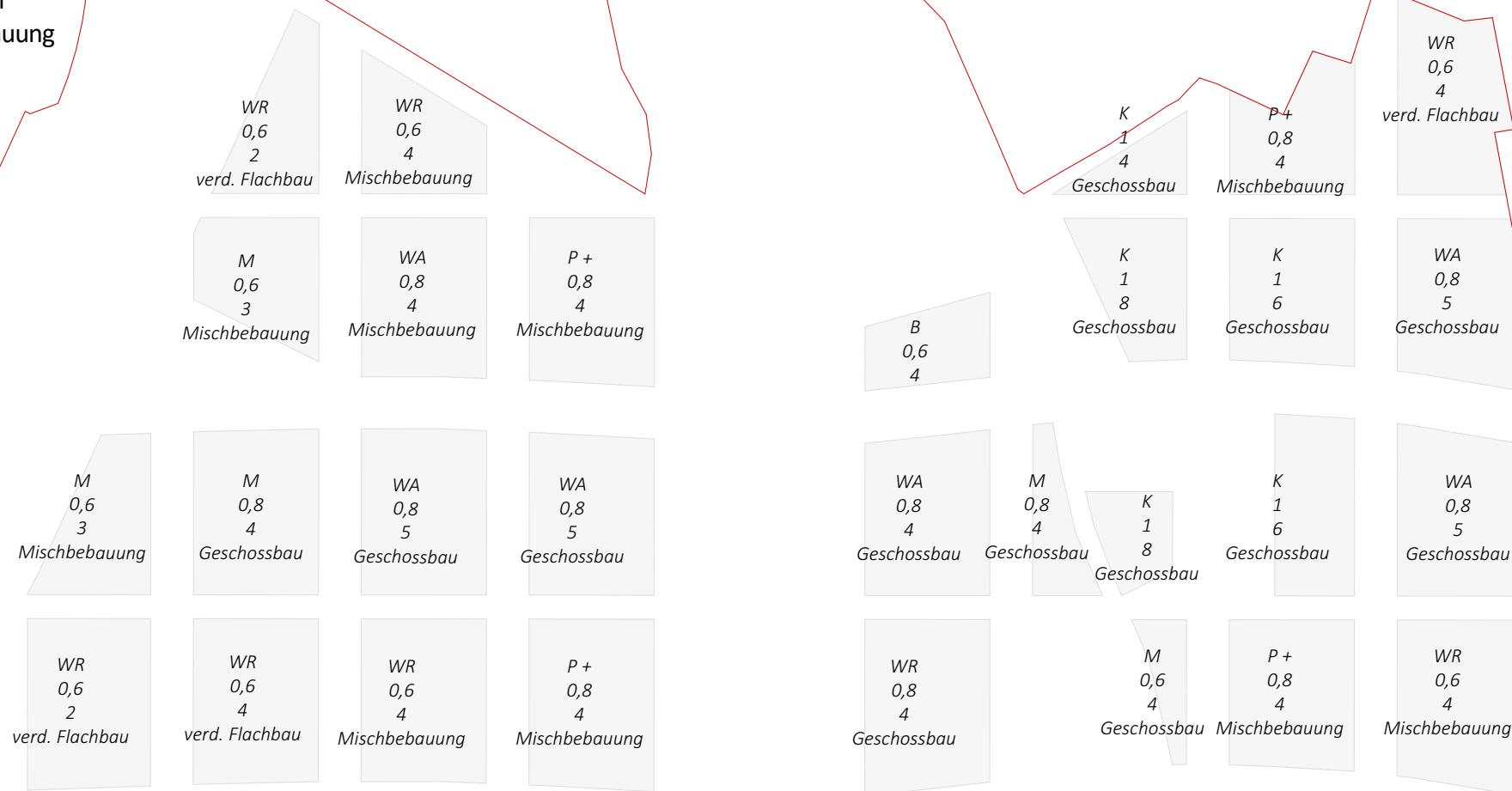
Legende



- Bahn
(Radius Bahnhof 500m und 1000 m)
- - - Straßenbahn neu (optional)
- Straßenbahn
- - - Buslinien neu
- Buslinien Bestand
- - - Rad- und Fusswege neu
- Radwege Bestand
- Zufahrten PKW neu
- Straßen fließender Verkehr Bestand
- Bestandsgebäude
- neue ÖV-Verkehrsknotenpunkte
- bestehende Verkehrsknotenpunkte
- P Bereich für Parkgaragen

Abb. 76: Erschießung | M 1:8000

Angaben Planstempel:
 Nutzung
 BBD max.
 Geschossanzahl max.
 zul. Bauweisen
 für Wohnbebauung



Städtebauliche Kennzahlen Wohnquartier Olympiawiese - Graz:

Bruttobaugebiet: 37 ha
 Bruttobauland: 27 ha
 (exkl. Ufer-Freihaltezone und erhaltener Bestand)
 Nettanutzflächen: 11 ha
 Einwohner: ca. 2000 EW bei 180 EW/ha
 öffentliche Freiflächen: 14,6 ha
 (inkl. Murer und Uferzone Petersbach)
 öffentliche Verkehrsflächen: 8 ha
 Wohnschlüssel:
 20% verdichteter Flachbau: BBD 0,6 | 129 WE
 40% Geschossbebauung: BBD 0,8 | 273 WE
 40% Mischbebauung: BBD 1 | 455 WE
 Gemeinbedarfseinrichtungen:
 Kindergarten: 0,08 ha > aufgerundet 0,1 ha
 Volksschule: 0,6 ha > wird verdoppelt für 2
 Züge mit ges. 1,2 ha
 Dienstleistungen: 0,2 ha
 Handel: 0,2 ha

Anmerkung: die Baufelder sind als Grundgrenzen zu verstehen.

Legende:
 WR - reines Wohnen
 WA - Wohnen allgemein
 M - Mischnutzung mit Wohnen
 K - Kerngebiet mit 60 % Wohnen
 B - Bereiche für Bildung und soziale Einrichtungen
 P + - Bereiche mit Pargaragen und sonstigen Nutzungen

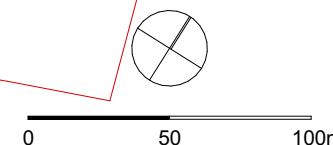


Abb. 77: Grundlegende städtebauliche Festlegungen für die Bebauung

Zoom - In Ausschnitte



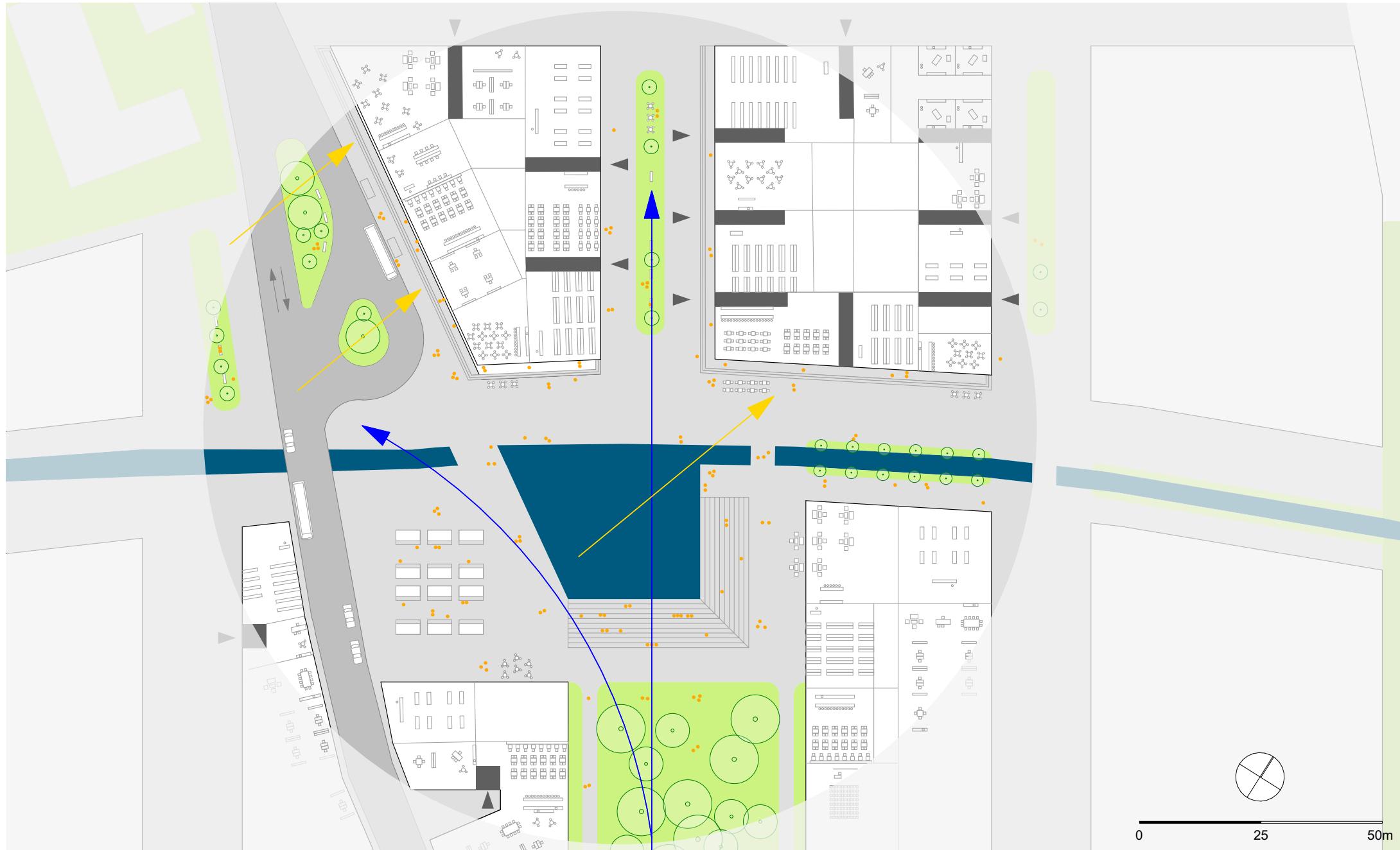
Abb. 78: Zoom - In Bereiche



Abb. 79: Zoom - In Baufeld | M 1:1000

Potenziale:

- solare Potenziale > max. 30° Abweichung der Hauptfassade von Südausrichtung
- geeignet für die Aufstellung von Anlagen zur Nutzung aktiver Sonnenenergie auf dem Dach
- Durchlüftung durch den Innenhof in Hauptwindrichtung und Querungen
- vielfältige Freiraumutzungen für unterschiedliche Altersgruppen
- geringer Anteil versiegelter Flächen durch grüne Zonen und durchlässige Böden
- zusätzliche Begrünung der Fassade und des Daches empfohlen
- Möglichkeit zum Gemüseanbau in Hochbeeten
- Freiraumangebot zur Förderung nachbarschaftlicher Kontakte
- gemischte Nutzungen mit teils öffentlicher EG-Zone



Potenziale:

- solare Potenziale > max. 30° Abweichung der Hauptfassade von Südausrichtung
- geeignet für die Aufstellung von Anlagen zur Nutzung aktiver Sonnenenergie auf dem Dach
- ungehinderte Durchlüftung in Hauptwindrichtung möglich
- geringer Anteil versiegelter Flächen durch grüne Zonen und durchlässige Böden (Ausgenommen Hauptverkehrsachse)
- gutes Mikroklima durch den Stadtpark und das Becken der Hochwasserumleitung (mit erhaltenswerter Bepflanzung)
- neuer ÖV-Knotenpunkt
- Nutzungsmischung durch öffentliche EG-Zonen und Wohnen in den Obergeschossen
- vielfältiger und nutzungsöffener Straßenraum, z.B. Platz für einen Wochenendmarkt, neue Sitzstufen am Wasser erhöhen die Aufenthaltsqualität, neues Becken als Eislaufplatz im Winter nutzbar, bei vorübergehend notwendiger Trockenlegung als Podium, Freiluftkino oder für Open-Air Konzerte nutzbar
- attraktive Promenade für ein belebtes Zentrum als positiven Beitrag für die Wirtschaft

Abb. 80: Zoom - In Zentrum | M 1:1000

6 *Anhang*

6.1 Literaturverzeichnis

Ahlhelm, Inge u.a.: Klimaschutz in der räumlichen Planung. Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung, Dessau-Roßlau 2012, 50

Amt der Steiermärkischen Landesregierung (Hg.): Klima- und Energiestrategie Steiermark 2030, Graz 2017, 13-14, 46-52, 58-60,64

Astleithner, Florentina: Nachhaltige Stadtentwicklung. Einschätzung des Diskurs- und Handlungsfeldes im Wiener Kontext, in: SWS-Rundschau. Stadtkultur und Stadtentwicklung 42 (2002), H. 1, 101

Barwick, Christine: Lass Dich nicht pflanzen, online unter: <http://www.rettetdiemur.at/Baeume>, in: <http://www.rettetdiemur.at>, 10.12.2018

Becker, Anne-Christin u.a.: Nachhaltige Stadtentwicklung als Erfolgsrezept für die Vitalisierung von Großwohnsiedlungen. Können Maßnahmen der nachhaltigen Stadtentwicklung die Bevölkerungsstruktur der Großwohnsiedlung Hellersdorf stabilisieren, Berlin 2001, 7-9

Becker, Udo u.a.: Stickoxide, Partikel und Kohlendioxid. Grenzwerte, Konflikte und Handlungsmöglichkeiten kommunaler Luftreinhaltung im Verkehrsreich, Dresden 2009, 86-87

Beckmann, Klaus J. u.a.: Leitkonzept Stadt und Region der kurzen Wege. Gutachen im Kontext der Biodiversitätsstrategie, Berlin 2011, 22-25, 68

Biol/Fatih: Luftverschmutzung macht krank, online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/luftverschmutzung-macht-krank-425482>, in: <https://www.bundesregierung.de>, 02.12.2018

Boeing, Niels: Stadt sucht Plan, in: ZEIT. Wissen 5 (2014), online unter: <https://www.zeit.de/zeitwissen/2014/05/urbanisierung-stadt-moderne-wachstum/komplettansicht>, 18.08.2018

Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 21, 47, 52-53, 93, 98-99, 127-139, 142, 144-145, 147-148, 150-153, 162-163, 166-171

Böhm, Jutta u.a.: Urbanes Grün in der doppelten Innenentwicklung. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben ‚Entwicklung von naturschutzfachlichen Zielen und Orientierungswerten für die planerische Umsetzung der doppelten Innenentwicklung sowie als Grundlage für ein entsprechendes Flächenmanagement‘, Bonn 2016, 13-14, 20.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hg.): SynENERGIE. Energetisch optimierte Siedlungsentwicklung unter Synergie-nutzung von Energieeffizienz, Raumplanung & Baukultur, o.O. o.J., online unter: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/synenergie-energetisch-optimierte-siedlungsentwicklung-unter-synergienutzung-von-energieeffizienz-raumplanung-baukultur.php#projectPartners>, in: <https://nachhaltigwirtschaften.at>, 01.11.2018

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie u.a. (Hg.): Österreich unterwegs 2013/2014. Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitäts-erhebung Österreich unterwegs 2013/2014, Wien 2016, III

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Hg.): Durchgängigkeit und Vernetzung unserer Flusslandschaften, in: Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus. Nationale und

internationale Wasserwirtschaft (2016), online unter: https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/massnahmen-programme/massnahmen_teil1.html, in: <https://www.bmnt.gv.at>, 18.08.2018

Carnau, Peter: Nachhaltigkeitsethik. Normativer Gestaltungsansatz für eine global zukunftsfähige Entwicklung in Theorie und Praxis, München 2011, 14

Dalsgaard, Andreas M.: The Human Scale. Dänemark 2012 (DVD: EuroVideo Medien GmbH, 2014)

de Saint-Exupéry, Antoine: Die Stadt in der Wüste, in: Rauch, Karl (Hg.): Gesammelte Schriften Bd. 2, Düsseldorf 31985, 340

Despommier, Dickson: Vertikale Farmen, online unter: <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/LEDs-im-Urban-Farming>, in: <https://www.infineon.com>, 18.08.2018

Eckel, Heyo/Hüttemann, Ulrich/Rink, Claus: Der Städtebau verändert das Klima. Stadtökologische Zusammenhänge werden derzeit noch zu wenig beachtet, in: Deutsches Ärzteblatt 96 (1999), H. 15

Energiewende e.V. und Kreisbauamt Starnberg (Hg.): Energieeffizienz in der Bauleitplanung. Handlungsempfehlungen für die Gemeinden des Landkreises Starnberg, Starnberg 2015, 6-15

Energie Steiermark (Hg.): Unsere Mur. Ganz schön stark, online unter: <http://www.murkraftwerk-graz.at/Kraftwerk/Default.aspx>, in: www.murkraftwerk-graz.at, 10.12.2018

Europäische Umweltagentur EUA (Hg.): Luftverschmutzung, online unter: <https://www.eea.europa.eu/de/themes/air/intro>, in: <https://www.eea.europa.eu>, 02.12.2018

Fachabteilung Energie und Wohnbau Land Steiermark (Hg.): Klimaschutzplan Steiermark. Klimaschutzbericht 2016, Graz 2017, 13-14

Fachabteilung Energie und Wohnbau Land Steiermark (Hg.): Der Energieausweis. Eine Amtsinformation der Fachabteilung Energie und Wohnbau, Graz 2013, 2

Fiedler, Johannes u.a.: aspern Seestadt Citylab. Die Instrumente des Städtebaus, Wien 2011, 13, 24

Fiedler, Johannes (17.12.2013): Graz Reininghaus. Öffentlicher Raum in Graz-Reininghaus, online unter: <http://www.arch-urb.at/tag/johannes-fiedler-professor>, in: <http://www.arch-urb.at>, 25.09.2018

Fürst, Franz/Himmelbach, Ursus/Potz, Petra: Berichte aus dem Institut für Raumplanung 41. Leitbilder der räumlichen Stadtentwicklung im 20. Jahrhundert-Wege zur Nachhaltigkeit, Dortmund 1999, 7, 61

Gatterer, Harry: Lebensraum Stadt. Prosperierend, kreativ und grün, in: Mahrer, Harald/Halper, Dietmar (Hg.): Urbane Lebenswelten. Ideen für die Stadt der Zukunft, Wien 2012, 87

Gehl, Jan: Städte für Menschen. Berlin 2016, 30-32, 49, 126-128

Goeudevert, Daniel, online unter: http://www.die-klimaschutz-baustelle.de/zitate_mobiltaet_klimawandel.html, in: <http://www.die-klimaschutz-baustelle.de>, 27.10.2018

Hahn, Ekhart/Simoni, E. Udo: Ökologischer Stadtumbau. Ein neues Leitbild, Berlin 1994, 3-5, 7

Hauff, Volker (Hg.): Unsere gemeinsame Zukunft. Der Brundtland-Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Greven 1987, 46

Hermant-de Callataÿ, Corinne u.a.: Städte von morgen. Herausforderungen, Visionen, Wege nach vorn, Luxemburg 2011, III, VII, 5

Hertzsch, Eckhart/Vobruba, Martha: Integration-Partizipation-Diversifikation. Städtische Mobilität und Infrastrukturen der Zukunft, in: Bautechnik 92 (2015), H. 3, 207-209

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Modelle und Konzepte zur Nachhaltigkeit, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/modelle_und_konzepte_zur_nachhaltigkeit_2018.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 16.08.2018

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Nachhaltigkeit in der Stadtplanung, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeit_in_der_stadtplanung_1878.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 18.08.2018

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Nachhaltigkeit Definition, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 16.08.2018

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Nachhaltigkeit, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/nachhaltigkeit_1398.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 16.08.2018

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Ein Säulen Modell & Pyramiden Modelle, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_e_ein_saeulen_modell_pyramiden_modelle_1543.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 18.08.2018

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Drei Säulen Modell, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/1_3_a_drei_saeulen_modell_1531.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 18.08.2018

Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken (Hg.): Resilienz. Definitionen Umwelt/Suffizienz. Definitionen Modelle & Konzepte, online unter: https://www.nachhaltigkeit.info/suche/volltext/ergebnis_1.htm, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 28.11.2018.

Jordi, Beat (20.11.2012): Stoffflüsse im urbanen Raum. Die Versorgung der Stadt hängt von ihrem Umland ab, in: Bundesamt für Umwelt (Hg.): Lebensraum Stadt 4 (2012), online unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/landschaft/dossiers/magazin-umwelt-lebensraum-stadt/stofffluesse-im-urbanen-raum--die-versorgung-der-stadt-haengt-vo.html>, in: <https://www.bafu.admin.ch>, 01.11.2018

Klima und Energiefonds (Hg.): Faktencheck Nachhaltiges Bauen. Mit energieeffizienten Gebäuden zum erfolgreichen Klimaschutz, Wien 2016, 18-19

Knoflacher, Hermann: Zur Harmonie von Stadt und Verkehr. Freiheit vom Zwang zum Autofahren. Böhlau Verlag Wien 2016, 196-197, 222

Knoflacher, Hermann: Städtebau aus idealisierter Sicht eines Verkehrsplaners, Bremen o.J., 6-11

Kohla, Birgit/Fellendorf, Martin: Lenken und Leiten des städtischen Verkehrs, in: Elektrotechnik & Informationstechnik 132 (2015), H.7, 390

Kohr, Leopold: Probleme der Stadt. Gedanken zur Stadt- und Verkehrsplanung, Salzburg 2008, 74

Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (Hg.): Urbanisierung und Bodenschutz. Warum zwei Prozent für den Boden die Welt bedeuten, Dessau/Roßlau 2017, 3-6

Korda, Martin (Hg.) u.a.: Städtebau, Stuttgart-Leipzig ⁴1999, 154, 156

Kühn, Manfred, in: Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung (Hg.): Grundzüge einer nachhaltigen Siedlungsstruktur- und Stadtentwicklung in den neuen Ländern, Berlin 1997, 13

Mahrer, Harald/Halper, Dietmar (Hg.): Urbane Lebenswelten. Ideen für die Stadt der Zukunft, Wien 2012, 85-86

Martin, Christiane u.a.: Gewässerstruktur, in: Spektrum. Lexikon der Geowissenschaften (2000), online unter: <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/gewaesserstruktur/5875>, in: <https://www.spektrum.de>, 18.08.2018

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen, Meckenheim 2007, 4-6, 11

Osterreichisches Ökologie-Institut (Hg.): Mobilität visionär gestalten. Impulse für eine nachhaltige Stadtmobilität von der AGENDA 21 am Alsergrund, Wien 2008, 10, 62, 63

o.A.: Kelvin in Celsius, online unter: <https://www.metric-conversions.org/de/temperatur/kelvin-in-celsius>, in: <https://www.metric-conversions.org>, 18.08.2018

o.A.: Humankomfort, online unter: <https://www.weatherpark.com/humankomfort/>, in: <https://www.weatherpark.com/>, 01.11.2018

o.A. (04.05.2018): Österreich ist ein Land der Pendler, in: Kleine Zeitung, online unter: https://www.kleinezeitung.at/wirtschaft/5417480/Ueber-100-km_Oesterreich-ist-ein-Land-der-Pendler, 30.11.2018

o.A. (09.06.2005): Niedrigenergiehaus, Passivhaus, Niedrigstenergiehaus, online unter: <https://www.wohnet.at/bauen/bauvorbereitung/energiesparhaus-17180>, in: <https://www.wohnet.at>, 28.11.2018

o.A.: Energiesparhäuser kommen auch der Umwelt zugute, online unter: http://www.energiesparmeister.at/Energiesparhaus/start_energiesparhaus.html, in: <http://www.energiesparmeister.at>, 28.11.2018

o.A.: Energiesparhäuser, online unter: https://www.sto.at/de/bauherren/fassade_1/waermedaemmung/energiesparhaeuser.html, in: <https://www.sto.at>, 28.11.2018

o.A.: Graz 7. Bezirk Liebenau, online unter: <https://www.geomix.at/oesterreich/steiermark/graz/graz-7-bezirk-liebenau>, in: <https://www.geomix.at>, 10.12.2018

o.A.: Liebenau Graz, online unter: [https://de.wikipedia.org/wiki/Liebenau_\(Graz\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Liebenau_(Graz)), in: <https://de.wikipedia.org>, 10.12.2018

Peseke/Birgit, Roscheck/Annekathrin: Der Weg in die Zukunft. Energetische Stadtplanung, in: Forum Stadt- und Regionalplanung e.V. (Hg.): Graue Reihe des Instituts für Stadt- und Regionalplanung (Technische Universität Berlin), Berlin (2010), H.28, 77-79

Plasse, Wiebke, zit. n. Charles Darwin: Weltveränderer Charles Darwin, online unter: <https://www.geo.de/geolino/mensch/2868-rtkl-weltveraenderer-charles-darwin>, in: <https://www.geo.de>, 27.10.2018

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (Hg.): Schadstoffemissionen senken. Luftverschmutzung macht krank, online unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/luftverschmutzung-macht-krank-425482>, in: <https://www.bundesregierung.de>, 02.12.2018

Raith, Erich: Evolutionärer Städtebau, in: Fiedler, Johannes u.a.: aspern Seestadt Citylab. Die Instrumente des Städtebaus, Wien 2011, 102

Rauch, Christian: Die Evolution der Mobilität. Eine Studie des Zukunftsinstituts im Auftrag des ADAC, München 2017, 7

Rauh, Wolfgang u.a., in: VCÖ Verkehrsclub Österreich (Hg.): Klimafaktor Verkehr. Wege zur klimaverträglichen Mobilität, Linz/Wien 2001, 7, 23

Reicher, Christa: Städtebauliches Entwerfen, Wiesbaden 2012, 5, 94, 96, 100-103, 107-109

Reidel, Johannes: Erfolgreich oder ruinös? Transnationale Unternehmen und nachhaltige Entwicklung-kritische Reflexion aus menschenrechtlicher Perspektive. München 2010, 102

Reuter, Ulrich/Kapp, Rainer, in: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hg.): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, Stuttgart 2012, 241-244

Rey, Emmanuel, in: Bundesamt für Raumentwicklung ARE/Bundesamt für Energie BFE: Nachhaltige Quartiere. Herausforderungen und Chancen für die urbane Entwicklung, Bern 2011, 10, 18-19

Rosen, Alex, http://www.die-klimaschutz-baustelle.de/zitate_energie.html, 28.11.2018

Rueter, Gero (31.01.2017): Luftverschmutzung. Wie kriegen wir bessere Luft in die Städte, online unter: <https://www.dw.com/de/wie-kriegen-wir-bessere-luft-in-die-st%C3%A4dte/a-37126725>, in: <https://www.dw.com>, 10.12.2018

Schnattinger, Andrea: Biodiversität in der Stadt. Umweltstadt 1, in: Wiener Umwelthanwaltschaft, Wien 2009, 2,5, online unter: <http://wua-wien.at/images/stories/publikationen/umweltstadt-09-01.pdf>, in: <http://wua-wien.at/>, 18.08.2018

Seidler, Sabine/Brauner, Günther: Energie-Umwelt-Wirtschaft. Gegensätze oder drei Teile eines Ganzen, in: Klima- und Energiefonds (Hg.): Energy 2121. Bilder zur Energiezukunft, Bad Vöslau 2014, 171-173

Spindler, Edmund A.: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, o.O., o.J., online unter: <https://www.nachhaltigkeit.info/media/1326279587phppeJPyvC.pdf>, in: <https://www.nachhaltigkeit.info>, 16.08.2018

Stadt Frankfurt am Main/Regionalverband FrankfurtRheinMain (Hg.): Klimaschutz in der Stadtplanung. Praxisleitfaden, Oktober 2014, 6-9, 14-19

Tschavogova, Karin (20.08.2013): Wem gehört die Stadt, online unter: <http://www.gat.st/news/wem-gehört-die-stadt>, in: <http://www.gat.st>, 18.08.2018

Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (Hg.): Die Stadt für Morgen. Umweltschonend mobil-lärmarm-grün-kompakt-durchmisch, Dessau-Roßlau 2017, 16

Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (Hg.): Reaktiver Stickstoff in der Umwelt, online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-oekosysteme/reaktiver-stickstoff-in-der-umwelt#textpart-1>, in: <https://www.umweltbundesamt.de>, 02.12.2018

Umweltamt der Stadt Graz (Hg.): Grazer Luft, online unter: <http://www.umwelt.graz.at/cms/ziel/6669505/DE>, in: <http://www.umwelt.graz.at>, 02.12.2018

Umweltamt der Stadt Graz (Hg.): Feinstaub und NOx, online unter: <http://www.umwelt.graz.at/cms/ziel/4849410/DE>, in: <http://www.umwelt.graz.at>, 02.12.2018

Umweltbundesamt Wien: Die AGENDA 2030 für nachhaltige Entwicklung, online unter: http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/nachhaltigkeit/nachhaltig/17_sdg, in: <http://www.umweltbundesamt.at>, 16.08.2018

Umweltbundesamt Wien: Flächeninanspruchnahme, online unter: http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/raumordnung/rp_flaecheninanspruchnahme, in: <http://www.umweltbundesamt.at> 18.08.1018

Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt Dessau-Roßlau (Hg.) (17.07.2017): Flächenrecycling und Innenentwicklung, online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/flaechenrecycling-innenentwicklung#textpart-1>, in: <https://www.umweltbundesamt.de>, 27.10.2018

Walcha, Henning: Materialien für die Arbeit vor Ort. Nachhaltige Stadtentwicklung, Wesseling o.J., 9

Waldvogel, Sarah/Rimnov, Klaus/Baschek, Eckhard (23.03.2017): Special. Smart Cities, in: Handelszeitung, H. 12, 29-31

Weiß, Tobias u.a.: Solare Potentiale im Städtebau, online unter: <http://www.aee.at/aee/77-zeitschrift/zeitschriften/2015-01/851-solare-potentiale-im-staedtebau>, in: <http://www.aee.at>, 01.11.2018

Wienke/Uwe (26.11.2013): Geschichte des klimagerechten Bauens. Licht, Luft und Sonne-Das Neue Bauen, online unter: <http://klimagerechtes-bauen.blogspot.com/2013/11/licht-luft-und-sonne-das-neue-bauen.html>, in: <http://klimagerechtes-bauen.blogspot.com>, 01.11.2018

Wolman, Abel: The metabolism of cities, in: Scientific American, 213 (1965), H. 3, 179-190

6.2 Abbildungsverzeichnis

Alle hier nicht angeführten Bilder/Grafiken/Pläne wurden von der Autorin selbst angefertigt.

Abb. 1: nach: Hansjörg Küster: Forstlicher Nachhaltigkeitsbegriff

Abb. 2: nach: Bundesamt für Raumentwicklung Schweiz: Das Drei-Dimensionen-Konzept, in: Nachhaltige Entwicklung in der Schweiz, o.O. 2007, 11

Abb. 3: historische Entwicklung und Rahmenbedingungen der Nachhaltigkeitsdiskussion, Grafik: Stephan Anders, Quelle: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 20

Abb. 4: Die Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030 im Überblick, Grafik: CBM Christoffel Blindenmission Schweiz, Quelle: <https://www.cbmswiss.ch/de/was-wir-tun/fakten-und-hintergruende/uno-nachhaltigkeitsziele.html>, 16.08.2018

Abb. 5: nach: Spindler, Edmund A.: Nachhaltigkeitsdreieck, in: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, o.O. o.J., 12

Abb. 6: nach: Spindler, Edmund A.: Drei-Säulen-Modell, in: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, o.O. o.J., 13

Abb. 7: nach: Spindler, Edmund A.: gewichtetes Säulenmodell der nachhaltigen Entwicklung, in: Geschichte der Nachhaltigkeit. Vom Werden und Wirken eines beliebten Begriffes, o.O. o.J., 14

Abb. 8: nach: Alexandro Kleine: Das Integrierende

Nachhaltigkeits-Dreieck erlaubt die kontinuierliche Zusammenführung der drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales, online unter: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IND_-_Integrierendes_Nachhaltigkeits-Dreieck.png

Abb. 9: nach: Tichy, United Nations/DESA: Prozentsatz der Bevölkerung in urbanen Siedlungsräumen, online unter: https://image.kurier.at/images/cfs_1864w/2609926/46-109559907.jpg

Abb. 10: nach: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: ökologischer Fussabdruck der Menschheit, in: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 53

Abb. 11: nach: Stephan Anders: Grundlagen einer nachhaltigen Quartiersplanung, in: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 96

Abb. 12: nach: Umweltbundesamt: Aufteilung für das Flächenrecycling von Brachflächen, online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/flaechensparen-boeden-landschaften-erhalten/flaechenrecycling-innenentwicklung#textpart-3>

Abb. 13: Unterschiedliche Dichte in verschiedenen städtebaulichen Strukturen mit gleich vielen Wohneinheiten, Grafik: Greg Jackson, Universität Stuttgart, Quelle: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 99

Abb. 14: 80 Jahre später ist der grüne Mittelstreifen des Grabens ein einziger grosser Café-Freisitz, gerahmt von Fussgängerzonen, Foto: Stadt Winterthur, Quelle: <https://www.espazium.ch/ffentlicher-raum-im-umbruch>

Abb. 15: Hafencity Hamburg. Die Treppen am Kaiserkai sind beliebte Verweilorte, Foto: ELBE&FLUT, ©: Hafencity Hamburg, Quelle: <http://www.gat.st/news/wem-gehoert-die-stadt>

Abb. 16: Krongarten in Wien, Quelle: http://web452.webbox333.server-home.org/d7141_8xw/wp-content/uploads/2013/06/IMG_4201.jpg

Abb. 17: Collage City. Cambridge, Bild: Collin Rowe/Fred Koetter, Quelle: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 97

Abb. 18: nach: Die drei Freiraumfunktionen überlagern sich in der Fläche, online unter: <http://www.nibis.de/~nachsied/umaterialien/freiraum/naherung.htm>

Abb. 19: nach: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hg.), in: Urbane Freiräume. Qualifizierung, Rückgewinnung und Sicherung urbaner Frei- und Grünräume, o.O. 2017, 1

Abb. 20: nach: infineon, online unter: <https://www.infineon.com/cms/de/discoveries/LEDs-im-Urban-Farming>

Abb. 21: nach: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan, Wichtige Bodenfunktionen, in: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 137, nach: Wasserwirtschaftsamt Bayern

Abb. 22: nach: Hoyer, Jaqueline u.a.: Water Sensitive Urban Design. Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future, Berlin 2011

Abb. 23: Quelle: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Kon-

zepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 142, nach: Prominski, Martin u.a.: Fluss. Räume. Entwerfen, Basel 2012

Abb. 24: nach: Gesellschaft für Mittelstandsförderung, online unter: <https://www.netzwerke-gemiffo.de/stadtklima>

Abb. 25: nach: Energiewende e.V. und Kreisbauamt Starnberg, Darstellung der möglichen Nutzung solarer Strahlungsenergie im Vergleich Sommer und Winter, in: Energieeffizienz in der Bauleitplanung. Handlungsempfehlungen für die Gemeinden des Landkreises Starnberg, Starnberg 2015, 9

Abb. 26: nach: Verschattung von Solarfassaden und der Einfluss des Abstands, in: Stadt Frankfurt am Main/Regionalverband FrankfurtRheinMain (Hg.): Klimaschutz in der Stadtplanung. Praxisleitfaden, Oktober 2014, 16, nach: Stadt Essen 2009

Abb. 27: nach: Verdeutlichung des Schattenwurfes von Gebäuden in Abhängigkeit von der Hanglage bei gleichem Einstrahlwinkel, in: Energiewende e.V. und Kreisbauamt Starnberg (Hg.): Energieeffizienz in der Bauleitplanung. Handlungsempfehlungen für die Gemeinden des Landkreises Starnberg, Starnberg 2015, 12

Abb. 28: nach: Schematische Darstellung der Verschattungswirkung von Bepflanzung, in: Energiewende e.V. und Kreisbauamt Starnberg (Hg.): Energieeffizienz in der Bauleitplanung. Handlungsempfehlungen für die Gemeinden des Landkreises Starnberg, Starnberg 2015, 14

Abb. 29: nach: Vergleich der Gebäudeabstände einer Zeilenbebauung bei gleichbleibender baulicher Dichte im Hinblick auf die Besonnungsverhältnisse, in: Stadt Frankfurt am Main/Regionalverband FrankfurtRheinMain (Hg.): Klimaschutz in der

Stadtplanung. Praxisleitfaden, Oktober 2014, 16, nach: Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2010

Abb. 30: nach: © 2008 Eco-Tec-Industries, Dachausrichtung für Sonnenkollektoren und Photovoltaikanlagen, online unter: <http://www.eco-tec-industries.de/produkte/energiegewinnung/index.html>

Abb. 31: nach: Schematische Darstellung der städtischen Wärmeinsel und der mikroklimatischen Bedingungen im urbanen Raum, in: Wiebke Schoenber, Georg u.a.: Positionspapier der Arbeitsgruppe Urbane Ökosysteme & Klimawandel in der Metropolregion Hamburg (MRH) in der Querschnittsaufgabe Naturschutz, Hamburg 2014, 2, nach: Oßenbrügge, J./Bechtel B.

Abb. 32: nach: Helbig, Alfred/Baumüller, Jürgen/Kerschgens, Michael J. (Hg.): Klima-Michel-Modell, in: Stadtklima und Luftreinhaltung, Berlin 1999, 136

Abb. 33: nach: Vermessungsamt Graz, Stadtklima_KLIMATOPKARTE, online unter: https://www.graz.at/cms/dokumente/10295935_8115447/0d4e2522/Stadtklima_KLIMATOPKARTE.pdf

Abb. 34: nach: Vermessungsamt Graz, Stadtklima_PLANERISCHE_HINWEISE_.pdf, online unter: https://www.graz.at/cms/dokumente/10295935_8115447/f6512ac0/Stadtklima_PLANERISCHE_HINWEISE_.pdf

Abb. 35: nach: Reuter, Ulrich/Kapp, Rainer: Baumriegel als Hindernis. Bebauung als Hindernis, in: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hg.): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, Stuttgart 2012, 224, nach: Bunzel u.a. 1997

Abb. 36: nach: Reuter, Ulrich/Kapp, Rainer: Wärmeverluste und Temperaturen in Abhängigkeit von der topographischen Standortsituation, in: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hg.): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, Stuttgart 2012, 232

Abb. 37: nach: Reuter, Ulrich/Kapp, Rainer: Durchlässige Hangbebauung, in: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hg.): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, Stuttgart 2012, 231

Abb. 38: nach: Reuter, Ulrich/Kapp, Rainer: Keine hangparallele Zeilenbebauung. Hangbebauung mit talparalleler Riegelwirkung, in: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hg.): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, Stuttgart 2012, 231

Abb. 39: nach: Reuter, Ulrich/Kapp, Rainer: Randbebauung, in: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (Hg.): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, Stuttgart 2012, 231

Abb. 40: nach: FBB Fachvereinigung, online unter: <https://www.gebaeudegruen.info/gruen/fassadenbegruenerung/wirkungen-vorteile-fakten/wirkungen-vorteile>

Abb. 41: nach: TERRA: Modell eines Stadt-Ökosystems, in: Erdkunde für Baden-Württemberg. Ausgabe für Gymnasien, Schülerbuch, 46

Abb. 42: nach: Prinzipien nachhaltiger Mobilität. vermeiden, verlagern und verträgliches Gestalten von Verkehr, in: Bott, Helmut/Grassl, Gregor C./Anders, Stephan: Nachhaltige Stadtplanung. Konzepte für nachhaltige Quartiere, Regensburg 2013, 152, nach: Frank Schröter, TU Braunschweig

Abb. 43: nach: Modal Split nach Raumtypen, in: Klimabündnis Österreich, online unter: https://www.klimabuendnis.at/teil_3/modal-split-nach-region

Abb. 44: nach: nachhaltige-mobilität, online unter: <https://mobil-hh.de/wp-content/uploads/2017/06/nachhaltige-mobilit%C3%A4t-1038x576.jpg>

Abb. 45: nach: Finalenergyconsumption, online unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/1/1d/Final_energy_consumption%2C_EU-28%2C_2015_%28%25_of_total%2C_based_on_tonnes_of_oil_equivalent%29_YB17-de.png, nach: Eurostat

Abb. 46: nach: A/V-Verhältnis unterschiedlicher Gebäudetypen, in: Stadt Frankfurt am Main/Regionalverband FrankfurtRheinMain (Hg.): Klimaschutz in der Stadtplanung. Praxisleitfaden, Oktober 2014, 8, nach: Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2010

Abb. 47: nach: Gleiches Raumvolumen mit unterschiedlicher Oberfläche der Außenhülle, in: Peseke/Birgit, Roscheck/Annekathrin: Der Weg in die Zukunft. Energetische Stadtplanung, Berlin (2010), H.28, 79

Abb. 48: nach: Einfluss der Geschoszahl auf das A/V-Verhältnis, in: Stadt Frankfurt am Main/Regionalverband FrankfurtRheinMain (Hg.): Klimaschutz in der Stadtplanung. Praxisleitfaden, Oktober 2014, 9, nach: Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern 2010

Abb. 49: nach: Nettowohnbaulandbedarf pro Person für ausgewählte GFZ-Werte, in: Peseke/Birgit, Roscheck/Annekathrin: Der Weg in die Zukunft. Energetische Stadtplanung, Berlin (2010), H.28, 78

Abb. 50: nach: Grazer Energieagentur: Energieausweis, online unter: https://www.grazer-ea.at/cms/upload/energieausweis/energieausweis_infofolder_einzelseiten_130719.pdf

Abb. 51: Daten nach: Eurostat: Energieverbraucher im Haushalt. EU Haushalte 2015, online unter: <https://diepresse.com/home/wirtschaft/energie/5191314/Wo-in-den-Haushalten-am-meisten-Energie-verbraucht-wird>

Abb. 52: Daten nach: Umweltundesamt: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen 2016, online unter: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase>

Abb. 53: Daten nach: Umgeher, Marco: Anteil der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in der Steiermark (Nicht-ETS), in: Klimaschutzplan Steiermark. Klimaschutzbericht Steiermark 2016, Graz 2017, 13

Abb. 54: nach: Clemens Stockner, Fließgewässer in Graz, online unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Flie%C3%9Fgew%C3%A4sser_in_Graz#/media/File:Flie%C3%9Fgew%C3%A4sser_in_Graz.png

Abb. 55: nach: Clemens Stockner, Fließgewässer in Graz, online unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Flie%C3%9Fgew%C3%A4sser_in_Graz#/media/File:Flie%C3%9Fgew%C3%A4sser_in_Graz.png

Abb. 56: nach: Lazar und Sulzer 2013: Karte der planerischen Hinweise von Graz, in: Sulzer, Wolfgang: Reale Abbildungen der Stadtentwicklung Graz, Graz o.J., 36

Abb. 57: nach: Windrichtungsverhältnisse Stadt Graz, in: Sulzer, Wolfgang: Reale Abbildungen der Stadtentwicklung Graz, Graz o.J., 32

Abb. 58: Daten nach GIS Steiermark: Digitaler

Atlas Steiermark, online unter: [https://gis.stmk.gv.at/atlas/\(S\(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt\)\)/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat](https://gis.stmk.gv.at/atlas/(S(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt))/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat)

Abb. 59: Daten nach GIS Steiermark: Digitaler Atlas Steiermark, online unter: [https://gis.stmk.gv.at/atlas/\(S\(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt\)\)/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat](https://gis.stmk.gv.at/atlas/(S(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt))/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat)

Abb. 60: Daten nach GIS Steiermark: Digitaler Atlas Steiermark, online unter: [https://gis.stmk.gv.at/atlas/\(S\(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt\)\)/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat](https://gis.stmk.gv.at/atlas/(S(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt))/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat)

Abb. 61: Daten nach GIS Steiermark: Digitaler Atlas Steiermark, online unter: [https://gis.stmk.gv.at/atlas/\(S\(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt\)\)/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat](https://gis.stmk.gv.at/atlas/(S(qrihrjshfzwvztzt25su1kgt))/init.aspx?ks=das&cms=da&karte=kat)

Alle weiteren Abbildungen sind selbstständig angefertigt!

6.3 Abkürzungsverzeichnis

A/V	Verhältnis Hüllfläche zu Volumen
A/NGF	Verhältnis Hüllfläche zu Nettogrundfläche
A/WF	Verhältnis Hüllfläche zu Wohnfläche
Abb.	Abbildung
BBD	Bebauungsdichte
DH	Doppelhaus
Ebda	ebenda (bei Quellenwiederholung in der Fußnote)
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle (europäischer Abgasstandard für Busse und Lkw)
EFH	Einfamilienhaus
EH	Emissionshandel
EU	Europäische Union
EW	Einwohner
F-Gas	fluorierte Treibhausgase
GFZ	Geschossflächenzahl
ha	Hektar
Hg.	Herausgeber
HWB	Heizwärmebedarf
IG-L	Immissionsschutzgesetz Luft
KFZ	Kraftfahrzeug
km ²	Quadratkilometer
kWh	Kilowattstunde
LKW	Lastkraftwagen
m	Meter
m ²	Quadratmeter
max.	maximal
MFH	Mehrfamilienhaus
mind.	mindestens
mIV	motorisierter Individualverkehr

NWBL Nettowohnbauland
O-Bus Oberleitungsbus
ÖV öffentlicher Verkehr
O-W Ost-West
PKW Personenkraftwagen
RH Reihenhaus
S Süd
S-O Süd-Ost
S-W Süd-West
WE Wohneinheit
zit. n. zitiert nach
zw. zwischen

