

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A) Projektdaten

Kurztitel:	UFT-ADI
Langtitel:	Urban fabric types and microclimate response – assessment and design improvement
Programm:	ACRP 3rd Call
Dauer:	33 Monate
KoordinatorIn / ProjekteinreicherIn:	TU Wien; Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen; Fachbereich Landschaftsplanung + Gartenkunst
Kontaktperson Name:	O.Univ.Prof. Richard MA Dip LD Dr hc Stiles
Kontakt Adresse:	Operngasse 11, A - 1040 Wien
Kontakt Telefon:	+43 (0)1-58801-261 17
Kontakt E-Mail:	richard.stiles@tuwien.ac.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	AIT Austrian Institute of Technology GmbH; Energy Department / Giefinggasse 6, A - 1210 Wien TU München; Lehrstuhl für Strategie und Management in der Landschaftsentwicklung / Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, D-85354 Freising
Schlagwörter:	Urban, Stadtklima, Typologie, Mikroklima, Design, Landschaft, Maßnahmen, Simulationen, Messungen
Projektgesamtkosten:	€ 282.871,00
Fördersumme:	€ 282.871,00
Klimafonds-Nr:	K10AC1K000067
Erstellt am:	07.04.2014

B) Projektübersicht

1. Executive Summary

– Darstellung des Projekts

Städte sind Wohnort einer überwiegenden Mehrheit der europäischen Bevölkerung. Sie sind besonders empfindlich gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels, da die globale Erwärmung in verdichteten und stark versiegelten Stadträumen zu besonders starken Effekten führen kann (Stichwort Wärminseleffekt). Infolge kann das städtische Klima in Zukunft zunehmend die Gesundheit und das Wohlbefinden und somit die Lebensqualität der städtischen Bevölkerung beeinflussen. Städte sind aber nicht homogene Einheiten, sie haben eine sehr differenzierte interne Struktur was die Bebauungsform und –dichte bzw. Freiraumstruktur und Vegetationsanteil angeht. Es ist also zu erwarten, dass nicht alle Teile einer Stadt gleichermaßen von den Auswirkungen der Klimawandel beeinflusst werden bzw. unterschiedliche Potentiale und Möglichkeiten für entsprechende Adaptionsmaßnahmen aufweisen werden. Ein Ziel des Projektes war es deshalb, herauszufinden, inwieweit die Stadtmorphologie, als Ausdruck der kleinteiligen Bebauungs- und Freiraumstruktur den verschiedenen mikroklimatischen Phänomenen und deren Wahrnehmung durch die Bevölkerung beeinflussen kann.

Daraus sollten differenzierte Strategien entwickelt werden, die die negativen Effekte auf lokaler Ebene lindern können. Um dieses zu ermöglichen lag also ein weiterer Fokus in diesem Projekt in der Charakterisierung der Stadtmorphologie und der urbanen Landschaft, um die Interaktionen städtischer Freiflächen mit dem Mikroklima besser verstehen zu können. Am Beispiel der Stadt Wien wurden Stadtraumtypen gebildet und für die besonders kritische Typen jeweils klimatisch charakteristische und empfindliche Stadtraumsituationen identifiziert. Für diese wurden beispielhaft maßgeschneiderte, konkrete Gestaltungsmaßnahmen im Freiraum vorgeschlagen, die vor allem einer lokalen Überhitzung während der Sommermonate entgegensteuern sollen.

Basierend auf dem Raster der Statistik Austria wurde das gesamte Stadtgebiet von Wien in Quadranten von 500m x 500m gegliedert. Anhand einer Vielzahl von für die Stadtstruktur und für das Stadtklima relevanter Faktoren wurden mittels einer „two-step“ Clusteranalyse für die Gesamtheit dieser Quadranten neun allgemeine Stadtraumtypen generiert, die in sich eine weitgehend homogene Struktur aufweisen. Besonders klimasensible Stadtraumtypen wurden für eine weitere Untersuchung ausgewählt und mittels einer vertiefenden Clusteranalyse nochmals in jeweils drei Untertypen untergliedert, um somit präzisere Aussagen hinsichtlich der Typologie treffen zu können. Aus insgesamt fünf der generierten Stadtraumtypen wurden typische Quadranten statistisch herausgefiltert und auf jeweils einen Beispielquadranten für die weitere Untersuchung reduziert. Die endgültige Auswahl basiert auf weiteren Analysen von Eigenschaften aus der Grünraummonitoring und Flächenmehrzweckkarte sowie von Luftbilddauswertungen. Für die Charakterisierung der Beispielquadranten wurde die Freiraumstruktur und der *status-quo* der mikroklimatischen Gegebenheiten (unter Verwendung des Simulations-Programms ENVI-met 4.0) analysiert. Durch das Vergleichen der jeweiligen Karten konnte gezeigt werden, wie klimaempfindlich verschiedene Freiraumstrukturen in Bezug auf ihre

städtebauliche Situation sind. Die Ergebnisse dieser Analyse zu den einzelnen Quadranten sind exemplarisch für den jeweiligen Stadtraumtypen zu verstehen und können in weiterer Folge auch auf andere mitteleuropäische Städte mit vergleichbareren Stadtraumtypen übertragbar sein.

Durch die Charakterisierung der Beispielquadranten konnten gezielt Gestaltungsmaßnahmen zur Verbesserung des thermischen Komforts definiert werden. Die Maßnahmen fokussieren sich dabei auf unterschiedliche Kombinationen von Baumpflanzungen, Entsiegelung von Oberflächen und die Begrünung von Dächern (auf Basis des „Gründachpotentialkatasters“ der Stadt Wien). Diese wurden unter den gleichen Bedingungen wie die *status-quo* Simulationen mit ENVI-met simuliert. Entsprechend der unterschiedlichen städtebaulichen Bedingungen innerhalb der Beispielquadranten wurden unterschiedliche Untersuchungsschwerpunkte festgelegt, die Aspekte wie Straßenorientierung, Straßenbreite, Bebauungsdichte und Anteil an versiegelter Fläche berücksichtigen. Die Auswertung erfolgte anhand der für das thermische Wohlbefinden wesentlichen Klimafaktoren Windgeschwindigkeit, mittlere Strahlungstemperatur, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit sowie anhand des PMV (*predicted mean vote*) als Index für den thermischen Komfort. Die Ergebnisse wurden in Form von Karten, Mittelwerten und Tagesgängen dargestellt und ausgewertet. Auf Grundlage der Simulationsauswertung und unter Berücksichtigung der Ergebnisse eines vorangegangenen Projekts wurde ein allgemeiner Maßnahmenkatalog entwickelt. Abschließend wurden spezifische Maßnahmenpakete in Form einer Prioritätenliste für jeden einzelnen Beispielquadranten als Repräsentant des jeweiligen Stadtraumtyps definiert.

– Zusammenfassung der wesentlichen Projektergebnisse

Die Stadtraumtypologie, die das Ergebnis einer Kombination zwischen stadtmorphologischen und mikroklimatischen Eigenschaften ist, zeigt eine breite Übereinstimmung mit anderen ähnlichen Stadtypologien, die auch unter anderen Gesichtspunkten entstanden sind. Die Charakterisierung der unterschiedlichen Freiraumstrukturen, welche auf Basis von Beispielquadranten stattgefunden hat, zeigt, dass es einen engen Zusammenhang zwischen den städtischen Freiraumstrukturen und dem lokalen Mikroklima gibt. So spiegeln sich städtische Freiraumstrukturen in der lokalen mikroklimatischen Situation wider.

Die Analyse der mikroklimatischen Simulationen zeigt die grundsätzliche Wirkung der unterschiedlichen Maßnahmen (Baumpflanzungen, Entsiegelung, Dachbegrünung, u.a.). Dennoch können in Quadranten mit ähnlichen Freiraumstrukturen, Unterschiede festgestellt werden, die auf unterschiedliche lokale Bedingungen (Windrichtung, Verhältnis Höhe/Breite, Unterschiede in Gebäudestruktur, Grundstücke, u.a.) zurück zu führen sind. Daraus resultieren verschiedene Prioritätensetzungen hinsichtlich spezifischer Maßnahmen.

Die Ergebnisse können als Planungsrichtlinien bzw. zur Unterstützung von Entscheidungen für Stadtgestaltungsfragen dienen. Des Weiteren können die Ergebnisse, bei entsprechender Präsentation von Maßnahmen und Auswirkungen, das Bewusstsein für die Notwendigkeit einer klimasensiblen Freiraumgestaltung schärfen.

2. Hintergrund und Zielsetzung

Die bisherige Forschung zu Auswirkungen des Klimawandels auf die Städte hat sich vor allem auf die Ebene der gesamten Stadt bzw. auf den Aspekt der Energieeffizienz von Gebäuden konzentriert. Nur wenige Studien beschäftigten sich explizit mit der städtischen Landschaft als Ganzes – also dem Zwischenspiel zwischen der gebauten Struktur und der Matrix der dazwischen liegenden Freiräume. Das Projekt hatte zum Ziel, den Klimawandel sowohl aus der Sicht der städtischen Landschaft als Gesamtheit als auch auf der Ebene der einzelnen kleinräumlichen Strukturen zu betrachten und deren Einfluss auf das Mikroklima und das Potential zur Verbesserung der stadtklimatischen Situation durch bestimmte Gestaltungsmaßnahmen anhand konkreter Beispielbereiche zu untersuchen. Ein wichtiger Aspekt war dabei, inwieweit sich die klimatische Situation in den kleinräumigen Strukturen unter zukünftigen Klimaentwicklungen noch weiter verschärfen wird.

Die Ergebnisse sollen dazu dienen, Entscheidungsträgern aus der Stadtverwaltung sowie Planerinnen und Planern eine Grundlage zu bieten, sowohl für eine notwendige Bewusstseinsstärkung stadtklimatischer und freiraumbezogener Belange als auch für die Umsetzung konkreter gestalterischer Maßnahmen zur lokalen Verbesserung der klimatischen Bedingungen und somit des thermischen Wohlbefindens und der Lebensqualität der StadtbewohnerInnen.

Das Projekt verfolgt einen systematischen Ansatz, der die klimatischen Bedingungen und die Auswirkungen von möglichen Gestaltungsmaßnahmen auf Basis von Quadranten in einem Raster von 500x500m untersucht. Die Quadranten wurden zu unterschiedlichen „Stadttraumtypen“ gruppiert. Dieser Ansatz - Stadttraumtypen zu bilden als Basis von Simulationen und die daraus resultierende Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen - hat das Potential auch in anderen mitteleuropäischen Städten angewendet zu werden.

Ein wichtiger Aspekt war der intensive Austausch mit externen Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Fachrichtungen. Dazu wurde ein internationaler ExpertInnenbeirat von Personen aus Forschung, Stadtverwaltung und Planung gebildet, der in den entscheidenden Projektphasen in Wien zusammengekommen ist, um über die (vorläufigen) Ergebnisse und weiteren Projektschritte zu diskutieren. Mitglieder: J-Prof. Dr. Fazia Ali-Toudert (TU Dortmund); Dr. Maria Balas (Umweltbundesamt); Prof. Dr. Christiane Brandenburg (BOKU Wien); Prof. Dr. Jürgen Breuste (Universität Salzburg); Prof. Dr. Michael Bruse (Johannes Gutenberg Universität Mainz); DI Jürgen Preiss (Wiener Umweltschutzabteilung MA22); Prof. Dr. Erich Mursch-Radlgruber (BOKU Wien); DI Thomas Proksch (Planungsbüro Land in Sicht, Wien); Dr. Isabel Wieshofer (Stadtentwicklung und Stadtplanung MA18); Dr. Maja Zuvela-Aloise (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik).

3. Projektinhalt und Ergebnis(se)

Arbeitspaket 2 – Generierung von Stadtraumtypen

1. Um die Stadt in unterschiedliche Stadtraumtypen zu gliedern wurde zuerst eine Reihe von Indikatoren aus den vier Themengruppen (Lokal)Klima, Gelände, Freiraum und Bebauung relevante Größen definiert. Mit Hilfe von Datengrundlagen für das gesamte Stadtgebiet wurden Variablen zu diesen Indikatoren für jeden 500 x 500m Quadranten zusammengetragen bzw. errechnet. Insgesamt wurden 250 Indikatoren extrahiert, von denen 44 schlussendlich ausgewählt worden sind und weiter in einer multivariaten statistischen Analyse verwendet wurden. Die Indikatoren wurden den Quadranten zugewiesen bzw. gemittelt.
2. Aus diesen Indikatoren wurden mittels **Faktorenanalyse** die stärksten Einflussfaktoren/Parameter der einzelnen thematischen Gruppen ermittelt. Die Gruppe „Klima“ wurde von einem Faktor repräsentiert, die Datengruppe „Gelände“ von zwei Faktoren und die Datengruppe „Freiraum“ und „Gebäude“ wurden jeweils durch drei Faktoren dargestellt.
3. Anschließend wurden die ermittelten Faktoren mittels einer **Clusteranalyse** verknüpft, so dass jeder Quadrant jeweils einem Cluster zugeordnet werden konnte. Ein Cluster entspricht einem Stadtraumtyp, definiert aufgrund deren Homogenität bezüglich den ausgewählten Indikatoren. Aufgrund der hohen Anzahl der Quadranten (1458) war keine *One-Step* oder hierarchische Clusteranalyse möglich. Daher wurde die statistische Methode einer *Two-Step* Clusteranalyse gewählt. Neun unterschiedliche Stadtraumtypen wurden dabei identifiziert. Jeder dieser Typen repräsentiert eine Kombination aus Faktoren, die sowohl die physikalische Morphologie als auch die Klimasensitivität widerspiegeln.

Stadtraumtypen

- 1 - Industrie und Gewerbe
- 2 - Dichtes Stadtgebiet
- 3 - Stadterweiterung in der Ebene
- 4 - Freistehende und durchgrünte Bebauung in Hanglage
- 5 - Siedlungsrand in der Ebene (Wiener Becken)
- 6 - Flussraum (Donauraum)
- 7 - Landwirtschaftliche Flächen
- 8 - Siedlungsrand in Hanglage zu Waldfläche
- 9 - Bewaldetes Hügelland (Wienerwald)

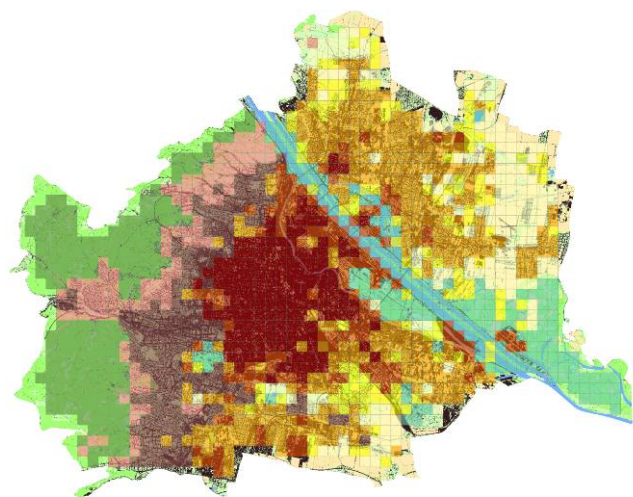


Abb. 3.1: Alle neun Stadtraumtypen und ihre Verteilung



Stadtraumtyp		Klima	Bebauung / Flächennutzung / Vegetation
Typ 1	Industrie- und Gewerbezone	Starker Einfluss des städtischen Wärmeinsel Effekts	Heterogene Gebäudestruktur; hoher Anteil an versiegelter Fläche; Blockrandbebauung dominiert Bebauungsstruktur; daneben lineare Bebauung aus den 1960er und 1970er Jahren; Große Industriezonen mit großzügigen Grünflächenanteilen – daher hoher Prozentanteil an Wiesenflächen.
Typ 2	Dichtes Stadtgebiet	Höchste Anzahl an heißen Nächten; warmer Winter	Stadtraumtyp mit höchstem Anteil an versiegelter Fläche; hohe Gebäudehöhe; gründerzeitliche Blockrandbebauung mit geringem Anteil an begrünten Innenhofflächen; wenig Vegetationsflächenanteil
Typ 3	Stadterweiterung in der Ebene	Höchste Anzahl an heißen Sommertagen; aber mehr Abkühlung in der Nacht	Heterogene Gebäudestruktur; ungefähr die Hälfte der Stadtraumfläche ist versiegelt; ebenes Gelände; hoher Anteil an Wiesen- und landwirtschaftlichen Flächen; mäßiger Anteil an Sträuchern und kleinen Bäumen (bis 3,5m-15m Höhe)
Typ 4	Freistehende und durchgrünte Bebauung in Hanglage	Kühler und feuchter aufgrund der Nähe zum höher gelegenen Wienerwald	Hohe Geländeunterschiede; Freistehende Einfamilienhäuser und Villenanlagen mit großzügigen Gärten; Hauptsächlich Blockrandbebauung; hohe Innenhofbegrünung; hoher Anteil an Strauchflächen, sowie Bäume (<0,5m und >3,5m)
Typ 5	Siedlungsrand in der Ebene (Wiener Becken)	Heiße Sommertage, kühle Nächte	Wohngebiete mit niedriger Bebauungsdichte; Erholungsgebiete mit hohem Anteil an Vegetationsflächen; kaum Bäume
Typ 6	Flussraum (Donauraum)	Durch Wärmeineleffekt ziemlich beeinflusst – ähnlich zum Stadtraumtyp 5; schnellerer Abkühlungsprozess in der Nacht	Sehr geringer Anteil an versiegelter Fläche; niedrige Gebäudeanteil; hoher Anteil an Wasserflächen und Bäumen
Typ 7	Landwirtschaftliche Flächen	Niedrigste Niederschlagsrate; wenig Vegetationsschatten	Bebauungsstruktur v.a. Einfamilienhäuser mit niedriger Bebauungsdichte; wenig Gebäudeschattenanteil; niedriger Anteil an versiegelter Fläche – große landwirtschaftliche Produktionsflächen
Typ 8	Siedlungsrand in Hanglage zu Waldfläche	Kühl, wenig versiegelte Fläche die sich aufheizen könnte	Einfamilienhausgebiet mit hohem Durchgrünungsgrad; Hoher Anteil an Strauchflächen, sowie Vegetation von 3,5-15m Höhe
Typ 9	Bewaldetes Hügelland (Wiener Wald)	Kühl, feucht, hoher Vegetationsschattenanteil; höchste Niederschlagsmenge	Geringe Bebauungsdichte; hoher Waldflächenanteil; geringer Anteil an niedriger Vegetation; hohe Geländeunterschiede

Tabelle 3.1: Kurzbeschreibung der Stadtraumtypen

Die Stadtraumtypen 1 bis 5 und 8 sind durch einen hohen Anteil an versiegelter Fläche, einen geringen Anteil an Grünraum, eine hohen Anzahl an heißen Sommernächten, etc. gekennzeichnet und zeigen dadurch das größte Potential für eine weitere Untersuchung auf. Diese Stadtraumtypen sind anfälliger für bestimmte Auswirkungen des Klimawandels und bieten sich somit für die Entwicklung von spezifischen Maßnahmen an. Die restlichen Stadtraumtypen werden durch einen hohen Vegetationsanteil, durch einen geringen Anteil an versiegelter Fläche, durch eine geringere Anzahl an heißen Sommernächten sowie auch durch kältere Winter (z.B. Stadtraumtyp 9 „Bewaldetes Hügelland –Wienerwald“) charakterisiert. Die Auswirkungen des Klimawandels werden in diesen Stadtraumtypen weniger kritisch ausfallen.

4. Obwohl die ausgewählten Stadtraumtypen bereits eine schlüssige Darstellung der Wiener Stadtmorphologie wiedergeben, wurde versucht, eine noch detailliertere Aussage zu der Feinstruktur der Stadtmorphologie zu bekommen, indem die Stadtraumtypen 2, 3 und 6 weiter untergliedert wurden. Um eine einheitliche Methodik zu verwenden, wurde bei der **Subtypen-Clusterung** ebenfalls die *Two-Step* Clusteranalyse verwendet. Diese Unterteilung führte zu jeweils drei Stadtraum-Subtypen.

Unterstadtraumtypen

- 2a - Gründerzeitliche zentrumsnahe Blockrandbebauung - Hanglage
- 2b - Gründerzeitliche zentrumsnahe Blockrandbebauung
- 2c - Erweiterter Stadtkern
- 3a - Stadterweiterung Nachkriegszeit
- 3b - Verdichtete Bebauung der Stadterweiterungsgebiete und alte Dorfkerne
- 3c - Einfamilienhausstruktur (Westen Wiens)
- 6a - Natürliche Auenlandschaft (Lobau)
- 6b - Gewässernahe Grünbereiche
- 6c - Fluss und wassernahe Landschaftspark (Donauinsel und Prater)

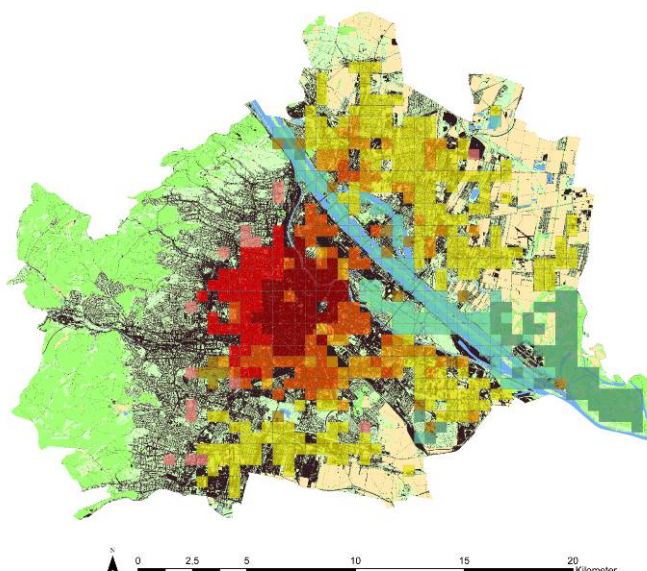


Abb. 3.2: Alle neun Stadtraum-Subtypen und ihre Verteilung

Stadtraumtyp – Subtyp		Klima	Bebauung / Flächennutzung / Vegetation
S-t 2a	Gründerzeitliche zentrumsnahe Blockrandbebauung - Hanglage	Heiß; höchster Niederschlagsanteil unter den drei Untertypen; höchster Anteil an versiegelter Fläche; wenig Vegetationsschatten	Blockrandbebauung; ungefähr 86% der Gesamtfläche sind versiegelt; unebene Geländemorphologie; geringer Anteil an Grünflächen, jedoch erhöhter Anteil an Bäumen bis 3,5m Höhe und Sträuchern
S-t 2b	Gründerzeitliche zentrumsnahe Blockrandbebauung	Heiß, hoher Anteil an heißen Sommernächten	Gründerzeitliche Blockrandbebauung; hoher Anteil an versiegelter Fläche; geringe Geländeunterschiede; Wiesen und Kleinbaumstrukturen dominieren im Untertypen

S-t 2c	Erweiterter (Historischer) Stadtkern	Höchste Anzahl an heißen Tagen und heißen Nächten;– Wärmeinselgefährdet durch hohen Anteil an versiegelter Fläche	Gründerzeitliche Blockrandbebauung und historische Gebäude; Wiesen und Kleinbaumstrukturen dominieren; höchster Anteil an Wasserflächen innerhalb der drei Untertypen
S-t 3a	Stadterweiterung Nachkriegszeit	Hohe Anzahl an heißen warmen Nächten; mittlerer Anteil an Niederschlag innerhalb der drei Untertypen; Kühlere Bereiche entstehen v.a. durch höheren Vegetationsschattenanteil; ausgeprägter Wärmeinseleffekt gefördert durch hohen Anteil an versiegelten Flächen	Einzelhäuser – v.a. für landwirtschaftlichen Gebrauch; mittlere Gebäudehöhe bei 6m; geringe Bebauungsdichte; hoher Anteil an Wiesen- und Rasenflächen (v.a. landwirtschaftliche Anbauflächen); wenig baumbestandene Flächen
S-t 3b	Verdichtete Bebauung der Stadterweiterungs-gebiete und alte Dorfkerne	Warme Tage und warme Nächte; hoher Anteil an versiegelten Flächen – Wärmeinseleffekt; wenig Vegetationsschatten;	Unterschiedliche Bebauungsstrukturen (für Wohn- wie auch für landwirtschaftliche Nutzung); höchste Gebäudedichte innerhalb der drei Untertypen; mittlere Gebäudehöhe bei 11m
S-t 3c	Einfamilienhausstruktur (Westen Wiens)	Der kühlste und der feuchteste (höchster Niederschlagsanteil) unter den drei Untertypen	Einfamilienhausstruktur und gründerzeitliche Blockrandbebauung wechseln sich ab; mittlere Gebäudehöhe bei 8m; niedrige Bebauungsdichte; hoher Anteil an Strauch- wie auch Kleinbaumstrukturen; die meisten Erhebungen im Gelände unter den drei Untertypen
S-t 6a	Natürliche Auenlandschaft (Nationalpark “Lobau”)	Kühl, durch hohen Anteil an Vegetation(schatten), sowie durch niedrigen Anteil an versiegelter Fläche geringe Auswirkungen des Wärmeinseleffekts	Niedrigster Anteil an Gebäuden und niedrigste Gebäudehöhe; Hoher Anteil an Sträuchern und Vegetation mit einer Höhe von 3,5m-15m
S-t 6b	Gewässernahe Grünbereiche	Kühl; hoher Anteil an Vegetationsschatten und wenig Gebäudeschattenanteil – kaum Wärmeinseleffekt; Höchster Anteil an Niederschlag unter den Untertypen	Höher Anteil an Gebäuden – jedoch generell gesehen geringe Bebauungsdichte; Einzelhausstrukturen; 30% versiegelte Fläche; Hoher Anteil an Wiesen- und Rasenflächen, sowie Sträuchern; hoher Anteil an Wasser
S-t 6c	Fluss und wassernahe Landschaftspark (Donauinsel und Prater)	Unter den der Untertypen der wärmste; hoher Anteil an Wasserflächen vermindert Wärmeinseleffekt	Untertyp mit dem höchsten Anteil an Wasserflächen; sehr geringe Bebauungsdichte und geringer Anteil an versiegelten Flächen; hoher Anteil an Strauch- wie auch Wiesen- und Rasenflächen

Tabelle 3.2: Kurzbeschreibung der „Unterstadtraumtypen“

Arbeitspaket 3 – Charakterisierung der Stadtraumtypen und Identifikation von Freiraumstrukturen

Ziel dieses Arbeitspakets war es, typische Eigenschaften der verschiedenen Stadtraumtypen im Hinblick auf ihre Freiraumstrukturen und ihre mikroklimatischen Bedingungen zu untersuchen.

1. Zunächst wurde jeweils ein typischer Quadrant aus den Stadtraumtypen 1 bis 5 für die weitere Untersuchung definiert. Die **Auswahl** erfolgte in mehreren Schritten wie folgt:
 - a. Mit Hilfe einer **statistischen Analyse** wurde eine repräsentative Menge an Stichproben für jeden Stadtraumtypen gezogen. Die Anzahl der Stichproben war abhängig von der Anzahl der Quadranten innerhalb eines Stadtraumtyps. (Abb. 3.3)
 - b. Die ausgewählten Stichproben aus jeden Stadtraumtypen wurden weiteren Analysen bezüglich deren Flächenstruktur unterzogen. Das Hauptaugenmerk lag auf der Identifizierung von typischen Freiraumstrukturen. Die Datensätze aus dem „Grünraummonitoring“ und der Flächenmehrzweckkarte wurden dazu in **ArcGIS** integriert und mit dem vorhandenen Raster verschnitten. Um einen typischen, den Stadtraumtyp repräsentierenden Quadranten heraus zu finden, wurden nur diejenigen Kategorien ausgewählt, die mit mehr als 5% Flächenanteil in einem Quadranten vertreten waren. Der Flächenanteil jeder Zufallsstichprobe wurde dazu mit dem gemittelten Wert aus allen vorhandenen Stichproben des jeweiligen Stadtraumtyps verglichen. Der Stichprobenquadrant, der diesem Wert am nächsten kam, wurde als typischer, den Stadtraumtyp am ehesten beschreibender Quadrant ausgewählt.
 - c. Für die endgültige Auswahl eines typischen Quadranten wurden die Stichproben mit **Luftbildern** verglichen, um die Anwendbarkeit der Quadranten für das Simulationsverfahren zu gewährleisten (z.B. um wichtige Freiraumstrukturen innerhalb eines Stichprobenquadranten zu lokalisieren und um eine Verfälschung der Simulationsergebnisse durch Randeffekte zu vermeiden).

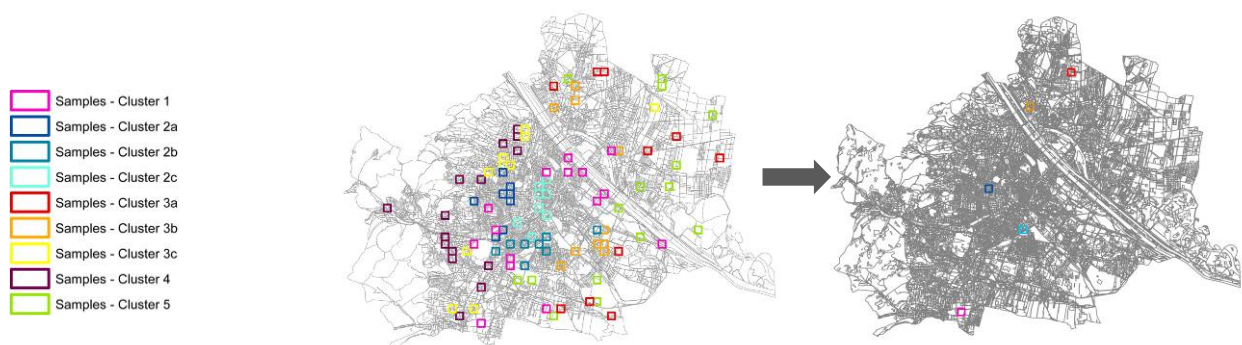


Abb. 3.3: Verteilung der Stichproben und endgültige Auswahl

Folgende Auswahl wurde getroffen (s. Abb. 3.4.):

- Quadrant 555 – Stadtraumtyp 1
als Beispiel für ein typisches Industrie- und Gewerbegebiet;
- Quadrant 723 – Stadtraumtyp 2 – Subtyp 2a
als typischer Vertreter gründerzeitlicher Blockrandbebauung;
- Quadrant 919 – Stadtraumtyp 2 – Subtyp 2b
gründerzeitliche Blockrandbebauung mit integrierten Parkflächen und breiten Straßenbereich (Gürtel)
im südlichen Bereich des Quadranten
- Quadrant 983 – Stadtraumtyp 3 – Subtyp 3b
Zeilenbebauung mit gründerzeitlicher Blockrandbebauung, die durch Grünflächen von einander geteilt
sind;
- Quadrant 1264 – Stadtraumtyp 3 – Subtyp 3a
gekennzeichnet durch Einfamilienhäuser und landwirtschaftliche Flächen



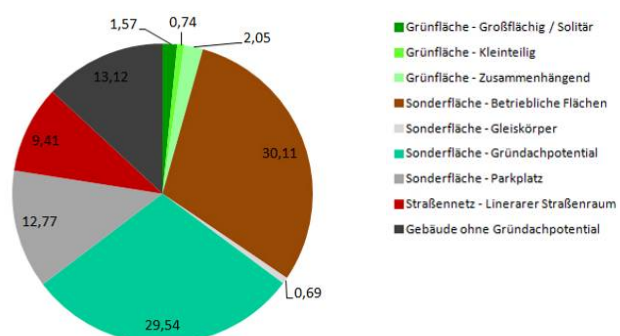
Abb. 3.4: Luftbilder der ausgesuchten Quadranten

2. In einem nächsten Schritt wurden innerhalb jedes Beispielquadranten anhand von Luftbildern typische **Freiraumstrukturen** identifiziert und mit den vorher genannten Datensätzen verglichen (Tabelle 3.3). Die identifizierten Freiraumstrukturen wurden mit **ArcGIS** digitalisiert, wodurch eine Analyse der prozentualen Verteilung in den einzelnen Quadranten möglich war (Tabelle. 3.4).

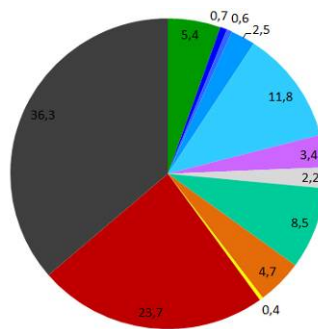
Straßennetz	Linearer Straßenraum	
	Aufweitung	Bestimmte Straßenabschnitte
		Besondere Kreuzungsbereiche
		Auflassen bestimmte Straßenzüge
Hof	Kleinteilig im Blockinneren	<i>vereinzelt</i>
		<i>(teilweise) zusammenhängend</i>
	Gesamter Block	<i>geschlossen</i>
		<i>offen</i>
Grünfläche	Kleinteilig ("Mosaik")	
	Zusammenhängend / fließend	
	Großflächig ("Solitär")	
Platzfläche	Kleinteilig ("Mosaik")	
	Zusammenhängend / fließend	
	Großflächig ("Solitär")	
Sonderflächen	Parkplatz	
	Betriebliche Flächen	
	Gleiskörper	
	Brachflächen	
	Landwirtschaftliche Flächen	

Tabelle 3.3: Identifizierte Freiraumstrukturen

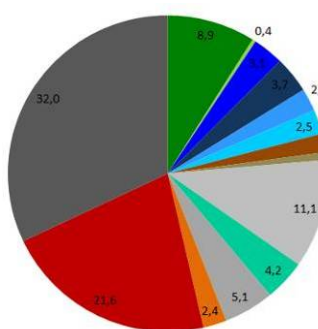
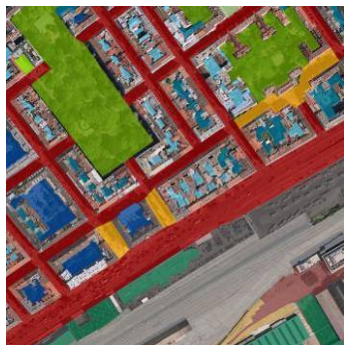
555 – SRT 1



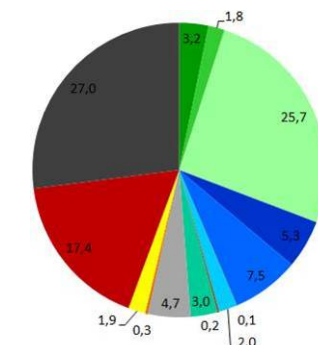
723 – SRT 2b



19 – SRT 2c



983 – SRT 3a



1264 – SRT 3b

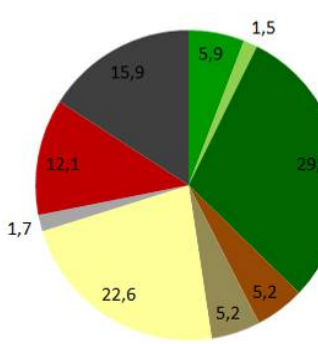


Tabelle 3.4: Identifizierte Freiraumstrukturen in ausgesuchten Quadranten und ihre prozentuelle Aufteilung

3. Die **mikroklimatischen Bedingungen** innerhalb der Beispielquadranten wurden anhand von *status-quo Simulationen* mit dem Programm ENVI-met 4.0 untersucht. Die Ergebnisse wurden mit den Karten der Freiraumstrukturen verglichen und im Hinblick auf typische und kritische Klimasituationen analysiert (Abb. 3.5). Die klimatischen Eingangsdaten, die für die Simulationen verwendet wurden, beschreiben einen typischen warmen Sommertag in der Wiener Innenstadt (Klimadaten der ZAMG). Weitere Simulationen

berücksichtigen die für das Jahr 2050 prognostizierten Klimabedingungen (auf der Grundlage der Ergebnisse des regionalen Klimamodells COSMO-CLM). Die Ergebnisse zeigen eine signifikante Verschärfung der bereits bestehenden kritischen klimatischen Gegebenheiten und unterstreichen damit die Notwendigkeit umgehender Gegenmaßnahmen.

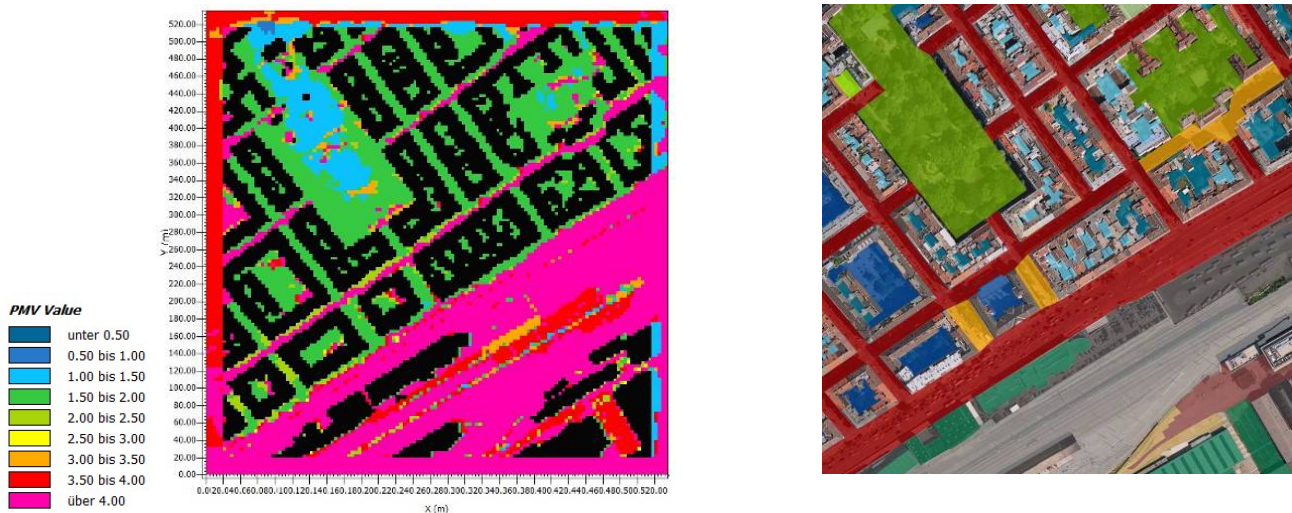


Abb. 3.5: Vergleich der *status-quo* Situation (gezeigt anhand des Wohlfühlindex PMV) mit den vorhandenen Freiraumstrukturen am Beispielquadranten 919 (Stadttraumtyp 2b)

Vergleichbare Freiraumstrukturen innerhalb der verschiedenen Quadranten zeigen unterschiedliche Klimasensitivitäten, unter anderem aufgrund ihrer spezifischen Proportionen. Freiraumstrukturen mit versiegelten Oberflächen erwärmen sich stärker, während Grünflächen mit bodendeckender Vegetation und Bäumen zu kühleren Temperaturen und somit zu deutlich höheren Komfortwerten führen. Doch auch in begrünten Innenhöfen bilden versiegelte Oberflächen Hotspots, die sich vor allem während der Nachmittagsstunden zu Wärmezonen entwickeln. Andere kritische Bereiche in einer dichten Stadtstruktur sind z.B. breite Straßen und offene Kreuzungsbereiche.

Arbeitspaket 4 – Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen städtischer Freiraumgestaltung und Mikroklima

Das vierte Arbeitspaket gibt einen Überblick über mikroklimatische Verhältnisse unterschiedlicher Freiräume und ihren Einfluss auf das lokale Klima im Hinblick auf gegenwärtige sowie zukünftige Klimabedingungen.

Zusätzlich wurde in einer Feldstudie am AIT Campus Seibersdorf überprüft, ob sich das ENVI-met Tool für die Fragestellungen in diesem Projekt eignet. Dafür wurden meteorologische Daten von unterschiedlichen Freiraumsituationen vor Ort erhoben. Referenzstellen waren dabei offene Wiesenflächen, Waldflächen, Höfe (Beobachtungsstandorte auf der Süd- und Nordseite), sowie nicht-schattige Asphaltflächen und schattige Kiesflächen (unter einem brückenförmigen Gebäude). Es wurden sechs Mikroklimaüberwachungsstationen installiert, die eine Reihe von Variablen aufgezeichneten und die Daten als Mittelwerte alle 15 Minuten abspeicherten. Die Variablen waren Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur (Bodenoberfläche, sowie

in 2m Höhe), relative Luftfeuchte, Strahlung, Niederschlag (nur auf Wiesenflächen) und Bodenfeuchte auf Wiesenflächen und Waldstandorten. Die Messungen wurden von Ende Juli bis Anfang Dezember 2011 durchgeführt. Dieser lange Überwachungszeitraum über mehrere Jahreszeiten und unter unterschiedlichen Wetterbedingungen sollte dazu beitragen, die Qualität der Messprotokolle zu verbessern. Darüber hinaus war es möglich einen Stichtag, der repräsentativ für einen längeren Zeitraum mit einer stabilen Wettersituation war, zu identifizieren. Die Analyse der mikroklimatischen Daten zeigte um den 21. August 2011 einen längeren Zeitraum in dem warmes, sonniges Wetter herrschte. Dieses Datum wurde als Referenz für weitere mikroklimatische Analysen herangezogen.

Die Messdaten der empirischen Untersuchung wurden mit den Simulationen verglichen, um das ENVI-met Simulationsmodell zu kalibrieren und um ein Verständnis für das Modell selbst zu bekommen. Darüber hinaus wollte man wissen, welche Parameter empfindlich auf Veränderungen reagieren, um diese zu verbessern. Es erlaubte zudem ein besseres Verständnis dafür, welchen Einfluss unterschiedliche Freiraumstrukturen auf das Mikroklima zeigen.

Im ersten Schritt wurden die Eingangsdaten für die Simulation vorbereitet. Der Rasterlayer vom Testgelände des Seibersdorfer Campus (190x190 Pixel, 2m Zellgröße) wurde generiert; Bodenoberfläche, Gebäude (Höhe, Dächer, Material) sowie Vegetation wurden definiert und lokale Böden/Pflanzen wurden zu der Datenbank der ENVI-met Parameter hinzugefügt. Im ENVI-Met Modell werden Bestrahlungsbedingungen nach jahreszeitlichen Tagesgängen und der spezifische Sonnenwinkel nach geographischer Lage berücksichtigt. Zusätzlich können Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Windgeschwindigkeit und -richtung als Anfangsrahmenbedingungen eingegeben werden, jedoch in der zunächst verwendeten ENVI-met Version 3.1 nur in Form von fixen Startwerten. Die erste Simulation der Temperatur- und Feuchtigkeitsverläufe zeigte zunächst erhebliche Abweichungen zwischen den Simulationen und den Messungen. Daraufhin wurde die neue Version ENVI-met 4.0 verwendet, die ein „simple forcing“ des Tagesgangs von Temperatur und Luftfeuchte erlaubt. Zuerst wurden beim „simple forcing“ die gemessenen stündlichen Temperaturwerte und dazugehörigen Werte der relativen Luftfeuchtigkeit eingegeben. Allerdings blieben die Simulationsergebnisse, vor allem während der Mittagszeit und der frühen Nachmittagsstunden, 4 bis 5°C unterhalb der gemessenen Werte. Dieses Ergebnis entsprach dem durchschnittlichen Temperaturverlauf im August einigermaßen, zeigte aber eine Abweichung von den Werten an dem spezifischen Tag. Durch Erhöhung der Temperaturkurve beim simple forcing konnte jedoch die Abweichung auf 2 bis 4,5°C reduziert werden. Vor allem aber zeigte sich eine gute Übereinstimmung mit dem Kurvenverlauf der gemessenen Werte. Die neuen Simulationsergebnisse zeigten eine Kurve, die der Kurve der Messungen weitgehend entsprach (Abb. 3.6). Da in dem Projekt unterschiedliche Freiraummaßnahmen simuliert und miteinander verglichen werden sollten, war es wichtiger, dass der simulierte Kurvenverlauf den realen Messungen entspricht als dass die absolute Temperaturwerte exakt übereinstimmen. Somit erwies sich ENVI-met 4.0 als geeignetes Tool für das Projekt.

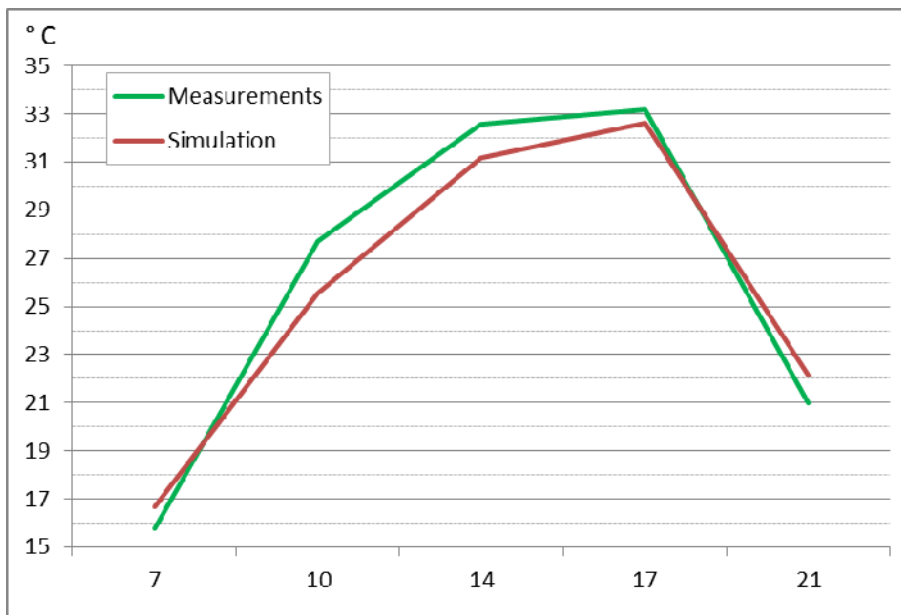


Abb. 3.6: Temperaturkurve der ENVI-met simulationen und der gemessenen Temperatur vom 21. August 2011 am AIT Seibersdorfer Campus

Arbeitspaket 5 – Anwendung der Erkenntnisse in Stadttypologie und Freiraumstrukturen

Das Ziel dieses Arbeitspakets war das Entwickeln von möglichen Gestaltungsvarianten, die zu einer Milderung der negativen Auswirkungen der gegenwärtigen mikroklimatischen Bedingungen führen können. Es umfasst die entsprechenden ENVI-met Simulationen mit den aus den Ergebnissen gewonnenen Karten, extrahierten Mittelwerten und Tagesgängen.

1. Basierend auf den Input-Daten und den Ergebnissen der *status-quo* Simulationen (Arbeitspaket 3) wurden verschiedene Maßnahmen-Varianten definiert und die mikroklimatischen Effekte mit ENVI-met 4.0 modelliert. Die modellierten **Gestaltungsmaßnahmen** sind:
 - a. Unterschiedliche Ausführungen von **Baumpflanzungen** unter Berücksichtigung der spezifischen städtebaulichen und klimatischen Bedingungen innerhalb der einzelnen Quadranten. Die Spezifikationen der simulierten Bäume wie Art (laubabwerfend), Größe (Kronendurchmesse 12m) und Pflanzabstand (Kronenschluss) basieren dabei auf den Ergebnissen eines vorangegangenen Projektes (FREIRAUM UND MIKROKLIMA 2011).
 - b. **Entsiegelung** von Oberflächen in den betroffenen Freiraumstrukturen. Dies beinhaltet einerseits eine schlichte Änderung des Oberflächenmaterials und andererseits auch strukturelle Veränderungen, wie z.B. eine potentielle Umwidmung von Verkehrswegen in öffentlichen unversiegelten Raum
 - c. Umsetzung extensiver **Dachbegrünungen** auf Grundlage des „Gründachpotentialkatasters“

Die unterschiedlichen Gestaltungsvarianten wurden einzeln bzw. in unterschiedlichen Kombinationen simuliert, sodass sich Rückschlüsse auf die maximale Wirkung bestimmter Freiraumstrukturen und die jeweils „optimalsten Gestaltungsvarianten“ für den gesamten Quadranten ziehen lassen. Aufgrund der

unterschiedlichen Freiraum- und Bebauungsstrukturen innerhalb der einzelnen Beispielquadranten wurde der Fokus der jeweiligen Gestaltungsvarianten auf bestimmte Aspekte gelegt (Tabelle 3.5).

	Freiraumstruktur	Fokus der Gestaltungsvarianten	Varianten
555 Stadtraumtyp 1	Geprägt von großen versiegelten Flächen (Betriebe und Parkplätze), hohes Gründachpotential	Entsiegelung der versiegelten betrieblichen Oberflächen (soweit sinnvoll), Kombination aus Entsiegelung und Baumpflanzungen entlang der Gebäude und auf Parkplätzen, flächendeckende Dachbegrünung	4
723 Stadtraumtyp 2b	Geprägt von einem orthogonalen Straßennetz (N, W) und vereinzelt, teilweise zusammenhängenden Höfen.	Baumpflanzungen entlang der Straßen mit Fokus auf die Straßenorientierung und jeweilige Straßenseite (Fassaden)	5
919 Stadtraumtyp 2c	Geprägt von einem orthogonalen Straßennetz mit Straßenaufweitungen (NW, NO), Gleiskörper und angrenzenden betrieblichen Flächen sowie unterschiedlichen Typen von Höfen und einer großen solitären Grünfläche	Baumpflanzungen entlang der Straßen mit Fokus auf die Südfassaden entlang des Gürtels, Entsiegelung im Bereich von Straßenaufweitungen und in potentieller Auflassung eines Straßenabschnittes entlang des Gürtels, Entsiegelung von betrieblichen Flächen und Parkplätzen (soweit sinnvoll), Entsiegelung und Baumpflanzungen innerhalb der größeren Höfe	10
983 Stadtraumtyp 3a	Geprägt von einem linearen Straßennetz mit aufgeweiteten Kreuzungsbereichen, offenen Höfen, zusammenhängenden Grünflächen und Parkplätzen	Baumpflanzungen entlang der Straßen mit Fokus auf die Kreuzungsbereiche, Entsiegelung und Baumpflanzungen in potentiell möglichen Auflassungen von Straßenabschnitten, Entsiegelung und Baumpflanzungen auf Parkplätzen	9
1264 Stadtraumtyp 3b	Geprägt von linearen Straßennetz, kleinteiligen Grünflächen und landwirtschaftlichen Flächen	Baumpflanzungen entlang der Straßen mit Fokus auf die Straßenorientierung und jeweilige Straßenseite (Fassaden), Entsiegelung und Baumpflanzungen auf Parkplätzen	6

Tabelle 3.5: Die fünf ausgesuchten typischen Beispielquadranten und die Gestaltungsvarianten

- Die **Simulationen** wurden mittels ENVI-met 4.0 für eine Laufzeit von 36 Stunden unter den identischen Bedingungen wie die *status-quo* Simulationen durchgeführt. Die Simulationsergebnisse wurden in Form von Karten, Tagesgängen und Mittelwertsdarstellungen aufbereitet und analysiert. Der Fokus der Analysen lag auf dem PMV (*predicted mean vote*) als Wert für das thermische Wohlbefinden und den hierfür wichtigsten klimatischen Faktoren Windgeschwindigkeit, mittlere Strahlungstemperatur, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für den allgemeinen „Maßnahmenkatalog“ (Arbeitspaket 6). Abb. 3.7 zeigt eine Übersicht über die Simulationskarten aller für den Quadranten 919 simulierten Gestaltungsvarianten.



Abb. 3.7: Übersicht der simulierten Gestaltungsvarianten für den Untersuchungsquadranten 919 und mit den entsprechenden Karten zu Mittleren Strahlungstemperatur, mittlere Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und PMV

Baumpflanzungen zeigen im Allgemeinen die größte Wirkung auf alle untersuchten Faktoren, vor allem lokal unter dem Baumkronenbereich. Die PMV Werte werden von „extrem heißen Bedingungen“ auf „leicht warme Bedingungen“ reduziert. Es lässt sich eine Korrelation zwischen der räumlichen Baumverteilung und den benachbarten Freiraumstrukturen sowie der Breite und Ausrichtung der jeweiligen Freiräume erkennen. Abbildung 3.8 zeigt die Unterschiede zwischen der *status-quo* Situation und den Gestaltungsvarianten von Baumpflanzungen entlang der Ost-West-orientierten (B2) Straßen im Vergleich zu den Nord-Süd-orientierten Straßen innerhalb des Beispielquadranten 723. Wie an den Karten mit dem jeweiligen PMV-Wert zu erkennen ist, zeigt sich die größte Effizienz der Maßnahmen an Ost-West-orientierten Straßen Hier wird der PMV in einem breiteren Straßenbereich um einen Wert von 3,5 gesenkt.

Die Diagramme in Abbildung 3.9 zeigen die Tagesgänge für unterschiedliche Faktoren des *status-quo* (lila) und der Gestaltungsvariante mit den Baumpflanzungen in Ost-West-orientierten Straßen (blau). Die Diagramme zeigen in der Gestaltungsvariante eine signifikante Abnahme der mittleren Strahlungstemperatur und einen ähnlich signifikanten Anstieg der spezifischen Luftfeuchte aufgrund der Baumpflanzungen. Obwohl die Windgeschwindigkeit geringer ausfällt, wird die Lufttemperatur während der heißesten Tageszeit bis zu 1,5°C und in der Nacht bis zu 3°C reduziert.

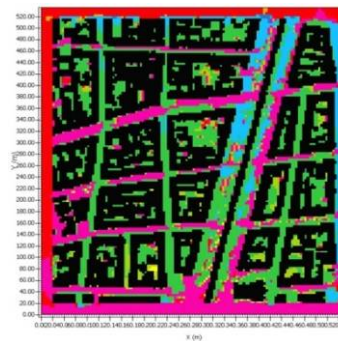
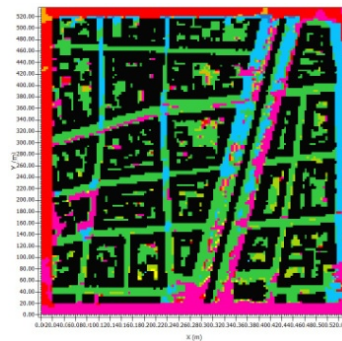
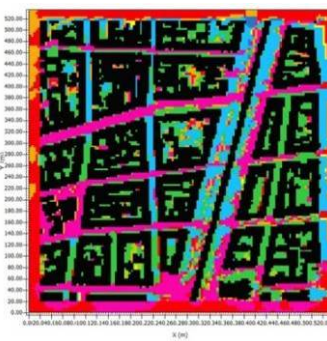
723_STQ

723_B2

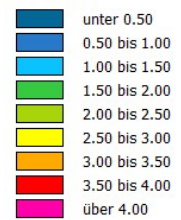
723_B3

Bäume in West-Ost Straßenzügen

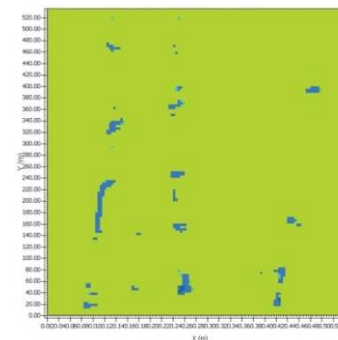
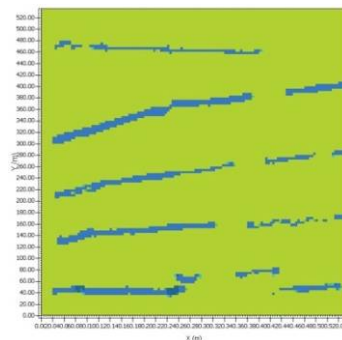
Bäume in Nord-Süd Straßenzügen



PMV Value



Differenzkarte



absolute Abweichung PMV Value

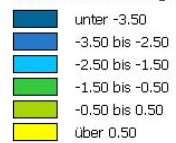


Abb. 3.8: Gegenüberstellung der Simulationskarten mit den PMV-Werten der zwei Gestaltungsvarianten „Bäume im West-Ost-“ und „Bäume in Nord-Süd-Straßenzügen“ für den Beispielquadranten 723.

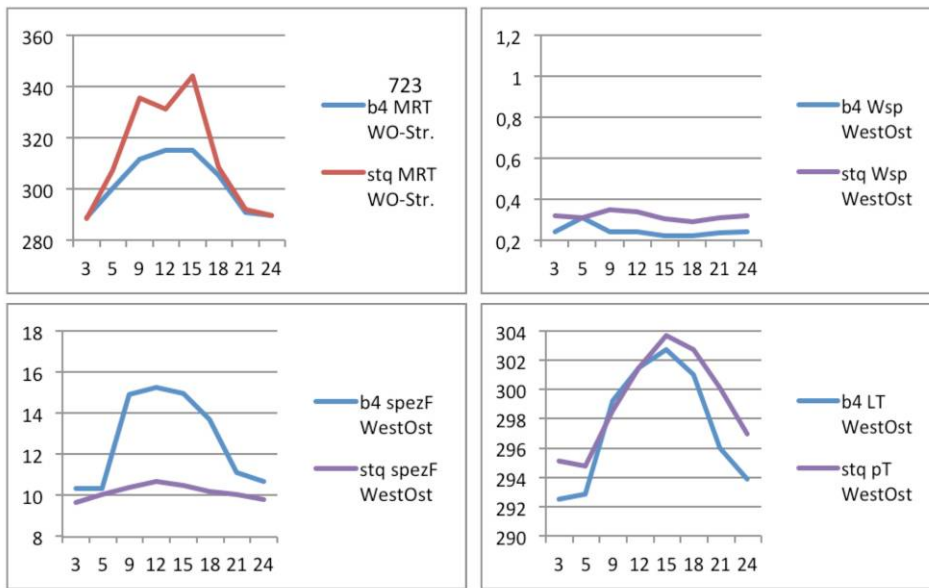


Abb. 3.9: Tagesschwankungen für die Klimafaktoren: Mittlere Strahlungstemperatur (al), Windgeschwindigkeit (ar), spezifische Luftfeuchte (dl) und Lufttemperatur (dr) für status-quo und für die Gestaltungsvariante „Baumpflanzungen im Ost-West-Straßenverlauf“ für den Beispielquadranten 723

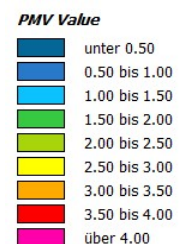
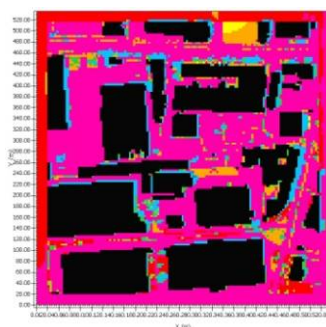
Eine **Entsiegelung von Oberflächen** alleine führt im Allgemeinen nur zu einer leichten Reduktion des PMV-Wertes. Abbildung 3.10 zeigt dazu eine Gegenüberstellung der Simulationskarten des PMV-Wertes für die *status-quo* Situation und für die Gestaltungsvariante mit einer Entsiegelung u.a. von Parkflächen für den Beispielquadranten 555.

555 – STQ und Variante

PMV

Differenzkarte

Entsiegelung von (Parkplatz)
Flächen



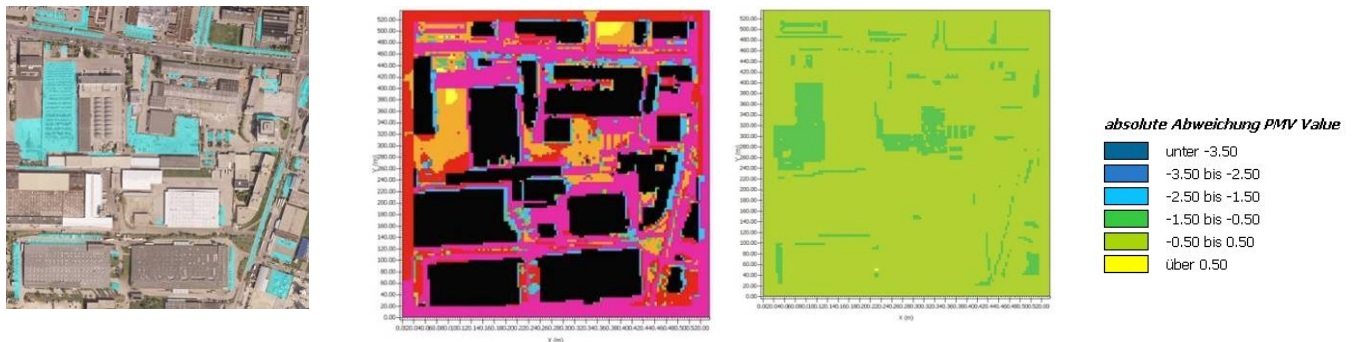


Abb. 3.10: Simulationskarten mit dargestellten PMV-Wert für die *status-quo* Situationen und die für die Gestaltungsvariante, mit der Entsiegelung von Oberflächen für den Beispielquadranten 555

Die folgenden Simulationskarten für den Beispielquadranten 919 verdeutlichen einen weitaus größeren mikroklimatischen Effekt. Abbildung 3.11 zeigt die PMV-Werte für die *status-quo* Situation und für die Gestaltungsvariante einer Entsiegelung der betrieblichen Flächen südlich der Bahngleise. Hier zeigt sich ähnlich wie im vorherigen Beispiel lokal ein leichter Rückgang des PMV-Werts um 15 Uhr. Betrachtet man jedoch die Differenzkarten für den Tagesgang im gesamten Gebiet des Quadranten, so zeigt sich in Windrichtung ein deutlicher Kühlungseffekt im nord-westlich angrenzenden Wohngebiet.

919 STQ und Variante

PMV

Differenzkarte

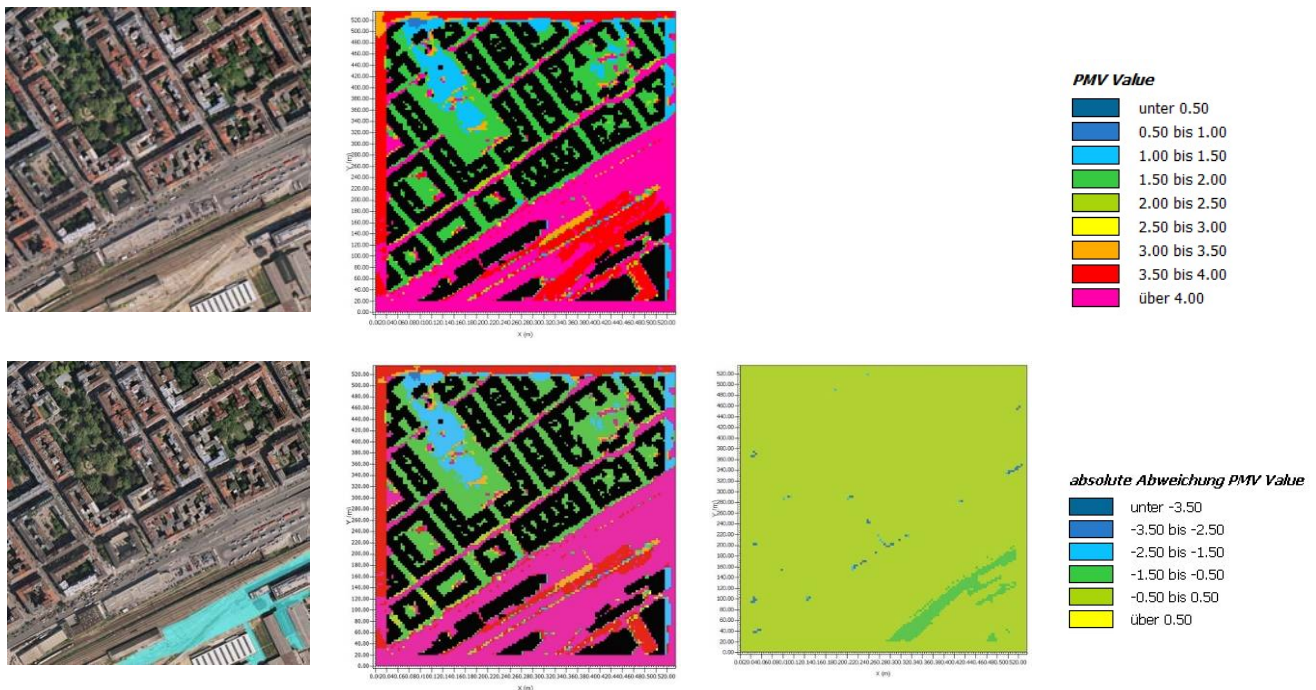


Abb. 3.11: Simulationskarten mit dargestellten PMV-Wert für die *status-quo* Situation und die für die Gestaltungsvariante einer Entsiegelung der betrieblichen Flächen südlich der Bahngleise

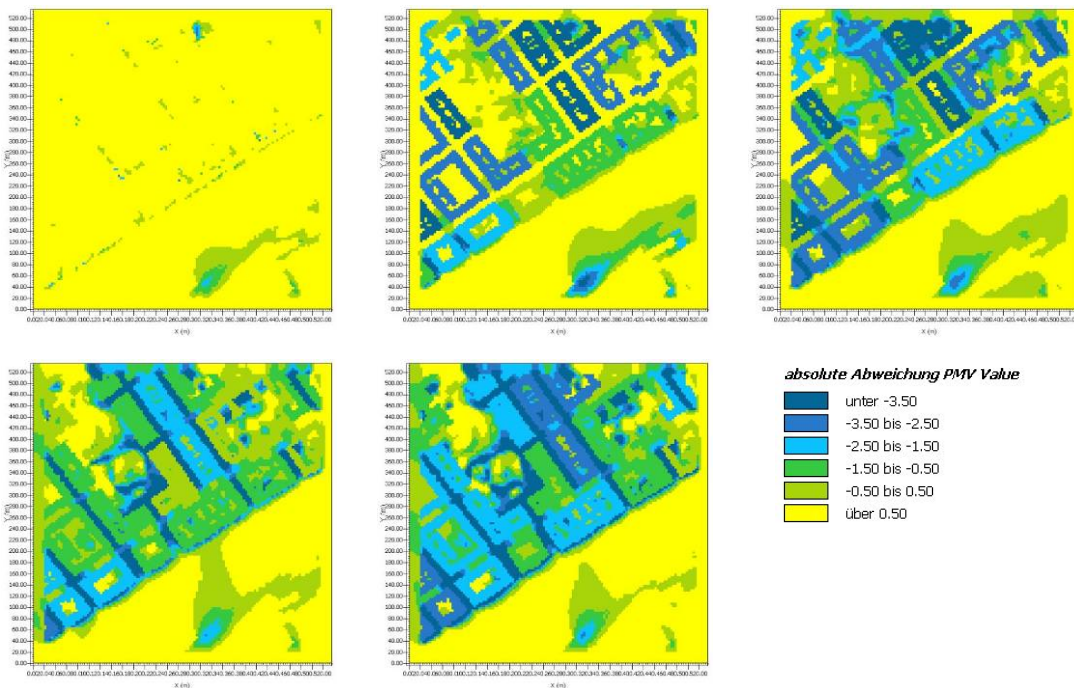


Abb. 3.12: Differenzkarten der *status-quo* Situation und der Gestaltungsvariante VE1 für 9 Uhr, 15 Uhr, 18 Uhr, 21 Uhr und 24 Uhr

Eine **Dachbegrünung** hat in der Regel weniger Auswirkung auf Bodenniveau. Erst wenn man die vertikale Verteilung der mikroklimatischen Werte betrachtet, zeigt sich deutlich der positive Effekt dieser Gestaltungsmaßnahme. Abbildung 3.13 zeigt einen Vertikalschnitt der potentiellen Lufttemperatur für die Dachbegrünungsvariante für den Quadranten 555. Die Karte zeigt eine deutliche Abkühlung in den höheren Luftschichten sowie auch in der Windrichtung hinter den Gebäuden.

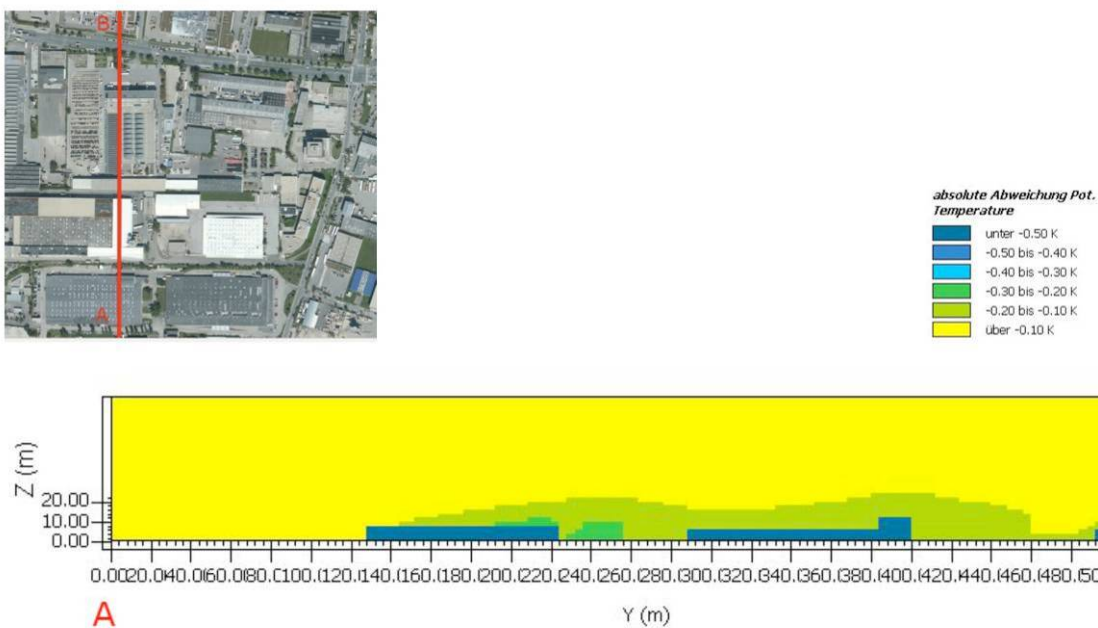


Abb. 3.13: Vertikalschnitt der Simulationskarte; die Abbildung zeigt die vertikale Verteilung der Lufttemperatur für die Gestaltungsvariante (Dachbegrünung) für den Quadranten 555

3. Abschließend wurden für die am dichtesten bebauten und besiedelten Quadranten 723, 919 und 983 die gesamten Tagesgänge des *status-quo* und der jeweiligen „Optimalvariante“ (Kombination aller Gestaltungsmaßnahmen) gegenübergestellt und anhand von Masken die maximal erreichbare Auswirkung innerhalb der einzelnen Freiraumstrukturen untersucht. Diese Mittelwertanalyse stellt eine wichtige Grundlage für die „Maßnahmenpakete“ dar (Arbeitspaket 6).

Die detaillierten Simulationsergebnisse und die abschließende Analyse kann aus dem ausführlichen Endbericht entnommen werden, der auf der Website des Projekts (www.urbanfabric.tuwien.ac.at) zu finden ist.

Arbeitspaket 6 – Empfehlungen von Planungs- und Gestaltungsmaßnahmen

Die Simulationsergebnisse wurden im Hinblick auf die einzelnen Freiraumstrukturen ausgewertet und führen zu allgemeinen Empfehlungen in Form eines Maßnahmenkataloges und zu konkreten Maßnahmenpaketen für die jeweiligen Beispielquadranten als Repräsentant für den entsprechenden Stadtraumtyp.

1. Der **allgemeine Maßnahmenkatalog** ist nach der Art der untersuchten Maßnahme gegliedert: Baumpflanzungen, Entsiegelung von Oberflächen und Dachbegrünung. Weitere Informationen und Empfehlungen basieren auf einer Literaturrecherche und auf der Auswertung und den Ergebnissen eines vorangegangenen Projekts, welches sich mit den Aspekten Baumgröße, Baumart, räumliche Verteilung, Pflanzabstand und mit verschiedenen Formen der Oberflächenentsiegelung beschäftigt hat (FREIRAUM UND MIKROKLIMA 2011).
2. Entsprechend den charakteristischen Freiraumstrukturen innerhalb jedes Beispielquadranten wurden **spezifische Maßnahmenpakete** auf Basis ihrer Effektivität festgelegt, wodurch sich eine Prioritätenreihung ergeben hat.

Jeder Stadtraumtyp wurde nach seiner topographischen Gegebenheit, nach seiner Bebauungsstruktur und seiner klimatischen Situation zusammenfassend beschrieben. Der jeweilige prozentuale Anteil der unterschiedlichen Freiraumstrukturen innerhalb der einzelnen Quadranten und die Übertragbarkeit auf den entsprechenden Stadtraumtypen wurde erörtert. Basierend auf den allgemeinen Empfehlungen wurden Maßnahmenpakete nach Prioritäten zusammengestellt. Die Reihung basiert auf den Daten der klimatischen Wirkung (sowohl lokal als auch auf die Umgebung), der potentiellen Implementierung und der potentiellen Nutzungsintensität und konzentriert sich somit auf die tatsächliche Effektivität der Maßnahmen unabhängig davon, wie viele Flächen hierfür im Quadranten zur Verfügung stehen. In einer zusätzlichen Hierarchisierung (Priorität*) wird der Flächenanteil der Freiraumstrukturen innerhalb des Stadtraumtyps in die Berechnung mit einbezogen. Diese Reihung berücksichtigt also das Potential der Maßnahmen, wenn sie im Quadranten flächendeckend (auf die jeweilige Freiraumstruktur bezogen) implementiert werden. Durch diese Differenzierung soll verdeutlicht werden, welches Potential einzelne und kleinmaßstäbliche Maßnahmen haben können, lokal zu einer deutlichen Verbesserung des Wohlbefindens beizutragen. Sie erlaubt zudem eine Abwägung von unterschiedlichen Aspekten der konkreten Umsetzung, wie z.B. Planungsaufwand, Kosten und technische Umsetzbarkeit. Abbildung 3.14 zeigt ein Beispiel der prozentuellen Verteilung von

Freiraumstrukturen im Beispielquadranten 555 als Repräsentant für den Stadtraumtyp 1 (Industrie- und Gewerbezone) mit dem dazugehörigen Maßnahmenpaket (Tabelle 3.6).

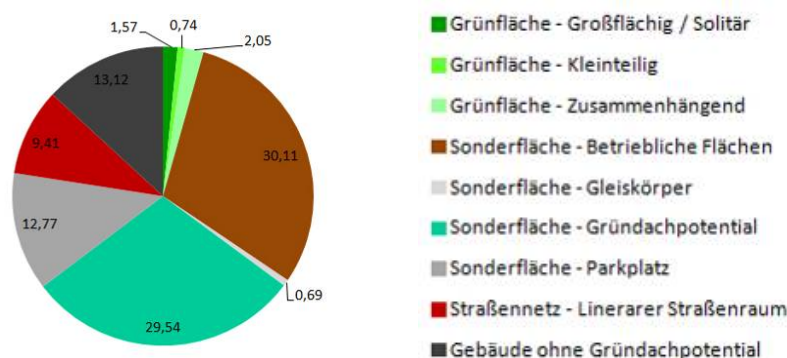


Abb. 3.14: Prozentuelle Verteilung von Freiraumstrukturen im Beispielquadranten 555

Priorität	Freiraumstruktur	Maßnahmen	Flächenanteil (FA)	Priorität* (unter Berücks. FA)
1	Parkplätze	Entsiegelung und Baumpflanzungen (flächendeckend)	13%	2
2	Gründachpotential	Dachbegrünung (flächendeckend) Wo statisch machbar möglichst intensive Dachbegrünung, da höherer mikroklimatischer Effekt und zusätzliche Grünflächen für Arbeiter und Anwohner	30%	1
2	Straßennetz	Baumpflanzungen Fokus auf breite Straßen und auf Ost-West orientierte Straßen	9%	3
3	Betriebliche Flächen	Entsiegelung und Baumpflanzungen (soweit möglich) Entsiegelung überall dort, wo keine Lagerfläche, Schwertransport oder Gefahrenstoffe Baumpflanzungen vor allem entlang der Betriebsgrenzen und vor den Betriebsgebäuden	30%	4

Tabelle 3.6: Maßnahmenpaket für Beispielquadrant 555 als Repräsentant für den Stadtraumtyp 1 nach Priorität

Der vollständige Maßnahmenkatalog und die spezifischen Maßnahmenpakete können dem ausführlichen Endbericht entnommen werden, der auf der Projektwebsite (www.urbanfabric.tuwien.ac.at) zu finden ist.

Arbeitspaket 7 – Dissemination und öffentliche Diskussion

Öffentlichkeitsarbeit und die allgemeine Bewusstseins-Stärkung für Klima- und Freiraumfragen war ein wichtiges Anliegen des Projektes. Dazu wurden frei zugängliche Ausstellungen in den Räumlichkeiten der Gebietsbetreuung Stadterneuerung (GB*) organisiert, die anhand von Plakaten über das städtische Mikroklima im Allgemeinen und über das Projekt selbst informierten. Die Ausstellungen wurden begleitet von öffentlichen Diskussionsabenden und einer abschließenden Projektpräsentation. Als Ausstellungsorte wurden der 16., 21.

und 23. Wiener Gemeindebezirk gewählt, in denen sich jeweils ein untersuchter Beispielquadrant befindet. Die abschließende Präsentation fand in Zusammenarbeit mit der GB* im 16. Bezirk statt und ermöglichte den Gedankenaustausch zwischen Projektpartnern, Mitgliedern des ExpertInnen-Teams, KollegInnen aus verwandten, wissenschaftlichen Projekten sowie interessierten BürgerInnen, die der Einladung der Gebietsbetreuung gefolgt sind.

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Allgemeine Schlussfolgerungen

- Klimawandelszenarien weisen immer wieder auf eine Zunahme und Intensivierung von Hitzewellen hin. Dies wird allgemein und aufgrund des Wärmeinseleffekts von Städten besonders innerhalb von urbanen Gebieten zu erheblichen Gesundheitsproblemen führen.
- Im Umgang mit dem städtischen Wärmeinseleffekt müssen sowohl die gebaute Umwelt als auch der dazwischen liegende Freiraum betrachtet werden. Die unterschiedlichen Stadtraumtypen verdeutlichen die engen Wechselwirkungen zwischen Freiraumstruktur und Mikroklima.
- Die städtische Vegetation ist entscheidend für die Reduzierung der Strahlungs- und Temperaturwerte und somit für die Verbesserung des thermischen Wohlbefindens sowohl im Freiraum als auch in den angrenzenden Gebäuden. Die Mikroklimasimulationen zeigen einen klaren Zusammenhang zwischen Kühlungseffekt und der Implementierung bzw. räumlichen Verteilung von Bäumen. Von den untersuchten Maßnahmen zeigten Baumpflanzungen die größte Wirkung auf die meisten mikroklimatischen Faktoren, da sie durch Beschattung die Strahlungs- und Oberflächentemperaturen reduzieren und zusätzlich durch Transpiration die Umgebung kühlen.

Typisierung der Stadtraumtypen und Freiraumstrukturen von Wien

Die Typisierung berücksichtigt eine Vielzahl an Indikatoren, die unter den Faktoren Klima, Gelände, Gebäude und Freiraum zusammengefasst wurden.

- Die Stadtraumtypisierung weist **Parallelen zu unter anderen Aspekten entwickelten Stadttypologien** auf und spiegelt die Beziehung zwischen stadträumlichen Strukturen und stadtklimatischen Mustern wieder. Die Charakterisierung der Stadtraumtypen, die auf Basis der untersuchten Beispielquadranten durchgeführt worden ist, verdeutlicht die **engen Wechselwirkungen zwischen der Freiraumstruktur und den mikroklimatischen Bedingungen**.
- Eine wichtige Erkenntnis war, dass die mikroklimatischen Bedingungen eine **hohe Variation sowohl zwischen den verschiedenen Stadtraumtypen als auch kleinräumig innerhalb einzelner Quadranten** aufweisen. Eine entscheidende Rolle spielen dabei Grundriss und Volumen der gebauten Struktur, der Anteil an versiegelten Flächen (hinsichtlich Wärmespeicherung), der Grad an Beschattung und Belüftung, sowie die Freiraumausgestaltung.

- Die Simulationen haben gezeigt, dass eine **gezielte und “richtige” Positionierung der untersuchten Maßnahmen entscheidend** ist. So kann eine einreihige Baumpflanzung im Straßenraum bei lockerer angrenzender Bebauung mehr Kühlung bewirken als eine zweireihige Baumpflanzung in einer engen Straße im dichten Siedlungsgebiet.

Gestaltungsmaßnahmen

Die untersuchten Gestaltungsmaßnahmen (Baumpflanzungen, Entsiegelung, Dachbegrünung) tragen allgemein zur Verbesserung der mikroklimatischen Bedingungen bei.

- **Baumpflanzungen**

Bäume erhöhen neben der Verdunstungskühle durch Transpiration auch wesentlich den Anteil an beschatteter städtischer Oberfläche und bewirken somit eine Reduzierung der Strahlungs- und Oberflächentemperaturen.

Unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Tagesverlaufs bewirkt das Pflanzen von Bäumen nicht nur eine signifikante Reduktion der mittleren Strahlungstemperatur sondern auch der Lufttemperatur, und zwar sowohl hinsichtlich Minimal-, Maximal- als auch Mittelwert.

Das **Lufttemperaturminimum** wird bei Baumpflanzungen **früher** erreicht als ohne Baumpflanzungen.

Kommentar: lokal kann es kurzzeitig vor allem in Höfen bei zusätzlichen Baumpflanzungen durch geringeren Luftaustausch und geringen sky view Werten zu einem leicht negativen Effekt kommen, so dass die Frühtemperaturen etwas höher liegen können.

- **Entsiegelung**

Eine Entsiegelung bewirkt grundsätzlich eine Reduzierung der Oberflächentemperatur und eine Erhöhung des Anteils an potentieller Verdunstungsfläche bei entsprechendem Wasservorrat im Boden.

Die Entsiegelung von großen Flächen kann eine Reduzierung der Lufttemperatur der angrenzenden dichten Bebauung in Windrichtung bewirken.

Kommentar: Eine Entsiegelung spielt zusätzlich eine entscheidende Rolle für den gesamten Wasserhaushalt der Stadt (Speicherung, Verdunstung, Versickerung ins Grundwasser).

- **Dachbegrünung**

Dachbegrünungen haben im Allgemeinen vor allem einen Effekt auf die unmittelbare Dachfläche und auf angrenzende Gebäudeebenen.

Dachbegrünungen zeigen in Windrichtung zusätzlich einen Kühlungseffekt auf Straßenniveau, besonders wenn diese auf niedrigen Dächern eingesetzt werden.

Kommentar: Eine Dachbegrünung trägt - ebenso wie eine Fassadenbegrünung - zur Beschattung und Isolierung von Gebäuden und somit zur Energieeffizienz bei. Zudem bieten begrünte Dachflächen zusätzliche Flächen zur Wasserspeicherung und Verdunstung.

Planungsempfehlungen

In den Beispielquadranten konnten trotz zum Teil ähnlicher Freiraumstrukturen deutliche Unterschiede identifiziert werden, die sich auf lokale Abweichungen in der stadträumlichen Struktur (Ausrichtung, Verhältnis von Höhe und Weite, angrenzende Freiraum- und Gebäudestruktur, etc.) zurückführen lassen. Dies führte zu einer Festlegung unterschiedlicher Prioritäten für die Gestaltungsmaßnahmen in den einzelnen Stadtraumtypen.

- Die **Ergebnisse sind als Planungsempfehlungen zusammengefasst** und stehen auf der Projektseite (urbanfabric.tuwien.ac.at) als Download zur Verfügung. Sie können als eine wichtige **Entscheidungshilfe für städtebauliche Planungsprozesse** dienen. Zudem unterstützen sie durch ihre leicht verständliche Darstellungsform die **Bewusstseinsbildung für die Notwendigkeit einer klima-sensitiven Freiraum- und Stadtgestaltung**.
- Die Ergebnisse dienen unterschiedlichen Personengruppen als gemeinsame Diskussionsbasis: der **Stadtverwaltung** als Argumentationshilfe, **ForscherInnen** als Unterstützung eigener Studien, **StadtplanerInnen** als Planungshilfe und der **lokalen Bevölkerung** als Vermittlung von stadtklimatischen Aspekten

Weitere geplante Schritte

- Es existiert bereits ein intensiver Austausch mit der Umweltschutzabteilung der Stadt Wien (MA22). Eine weitere Zusammenarbeit wird angestrebt, um eine konkrete Umsetzung (z.B. an Beispielflächen) zu untersuchen.
- Anhand einer weiteren Studie soll der Typisierungsansatz des Projektes getestet und verfeinert werden. Dabei soll die Übertragbarkeit sowohl auf andere Aspekte (zusätzlich zum Stadtklima) als auch auf andere Städte überprüft werden.
- Ein weiteres Nachfolgeprojekt soll sich der großflächigen Klimasimulation des gesamten Stadtgebietes widmen, um konkrete hot spots zu identifizieren, in denen die StadtbewohnerInnen einem besonderen Risiko des Hitzestresses ausgeliefert sind. Dabei sollen unterschiedliche Wetterbedingungen berücksichtigt werden. Im Rahmen des Projektes sollen AnwohnerInnen, EntscheidungsträgerInnen, ExpertInnen und VertreterInnen der Stadt und der Planung in Form von Workshops in das Projekt involviert werden.

C) Projektdetails

5. Methodik

Arbeitspaket	Titel	Methodik
AP 1	Projektmanagement	Projektmanagement ExpertInnentreffen
AP 2	Generierung von Stadtraumtypen	Raum- und Klimadatenerfassung /Extraktion; Raumanalyse, multivariate Statistik
AP 3	Charakterisierung der Stadtraumtypen und Identifizierung von Freiraumstrukturen	Numerische mikroklimatische Simulationen unter Berücksichtigung des Wärmeaustausches, Lüftung und Kühlung durch physikalische Eigenschaften sowie Freiraumstrukturen; Mikroklimatische Wirkungsanalyse; Literaturrecherche
AP 4	Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen städtischer Freiraumgestaltung und Mikroklima	Literaturstudie; Atmosphärische Zustandsüberwachung an Referenzstandorten; parallel dazu numerische Simulationen zur Kalibrierung des Mikroklimamodells; Mikroklimawirkungsanalyse
AP 5	Anwendung der Erkenntnisse in Stadttypologie und Freiraumstrukturen	Entwurf von Gestaltungsmaßnahmen; Simulationen
AP 6	Empfehlungen von Planungs- und Gestaltungsmaßnahmen	
AP 7	Dissemination und öffentliche Diskussion	Veröffentlichung der Ergebnisse und öffentliche Diskussionen der Empfehlungen mit städtischen Akteuren
AP 8	Bericht: Ausarbeiten der Empfehlungen	Endbericht

Tabelle 5.1: Übersicht über die im Projekt vorhandenen Arbeitspakete und angewandte Methodik

AP 2 - Generierung von Stadtraumtypen

Clustering

Um die Stadtraumtypen zu unterscheiden, wurden kleinklimatisch relevante Einflussgrößen bestimmt (Klima, Freiraum, Gelände, Bebauung). Für diese Merkmalsgruppen wurden **Indikatoren** definiert und die für die Erstellung der Stadtgliederung erforderlichen Datengrundlagen aufbereitet. Für diese Gliederung wurde auf das Raster der Statistik Austria mit der Größe 500x500m zurückgegriffen. Aus den Einzeldaten wurden Indikatoren als Mittelwerte für die jeweiligen Quadranten berechnet. Diese Indikatoren korrelieren innerhalb der einzelnen Themengruppen sehr stark miteinander. Bei der Verwendung in bestimmten multivariaten Verfahren (Regressions-, Clusteranalyse, u.a.) kann dies zu Problemen führen (Multikollinearität). Daher wurde eine **Faktorenanalyse** (Hauptkomponentenanalyse) mit Faktorrotation (varimax) durchgeführt, die in einer deutlich geringeren Zahl von wechselseitig unabhängigen Faktoren resultierte. Für die Auswahl der Faktoren wurde das Kaiser-Kriterium gewählt (Eigenwert des Faktors größer als eins, was bedeutet, dass der Faktor mehr erklärt, als

zumindest eine Variable). Die Faktorenwerte wurden sodann für jede Beobachtungseinheit (Rasterzelle) abgespeichert.

Die Zusammenfassung der Rasterzellen zu Stadtraumtypen erfolgte mit Hilfe einer **Clusteranalyse**. Auf Grund der großen Fallzahl (1458) wurde kein hierarchisches, sondern das iterative 2-Step Verfahren angewandt. Zur Verifizierung der Ergebnisse wurde (für eine Stichprobe) das hierarchische WARD-Verfahren angewendet, das eine weitgehende Übereinstimmung mit den Ergebnissen des 2.Step Verfahrens zeigte. Das gleiche Verfahren der Clusteranalyse wurde bei der Unterteilung der anderen drei Stadtraumtypen angewendet (Abb. 5.1).

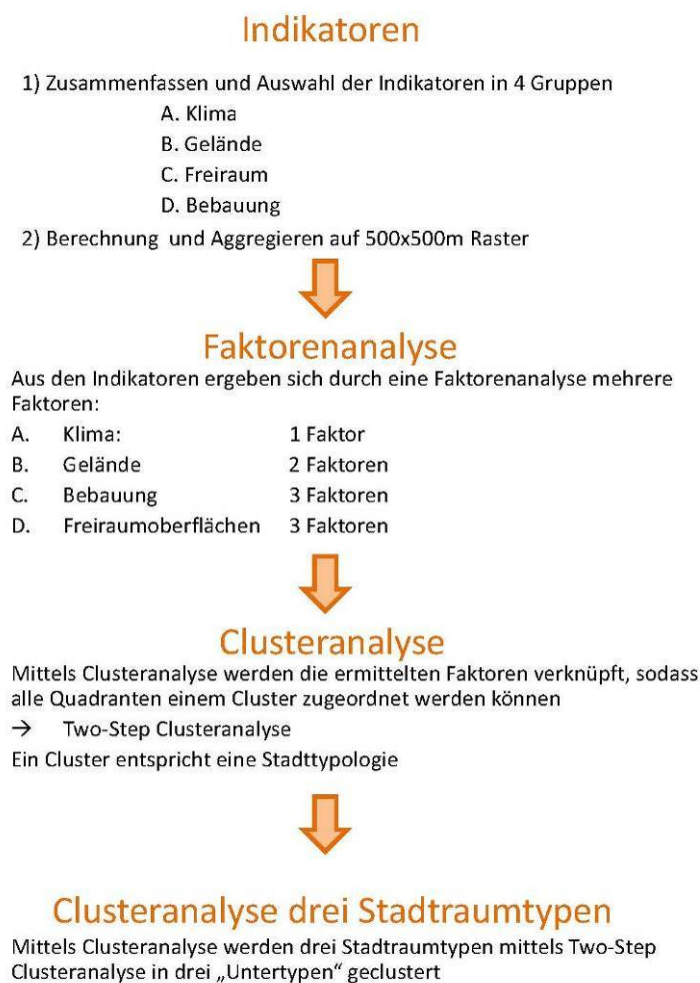


Abb. 5.1: Angewendete Methodik zum Erhalt der Stadtraumtypen

AP3 - Charakterisierung der Stadtraumtypen und Identifizierung von Freiraumstrukturen

Auswahl der Beispielquadranten:

Nach der Erstellung einer Typisierung war der nächste Schritt einen typischen, repräsentativen Quadranten für eine detaillierte Untersuchung des Zusammenhangs zwischen den kleinklimatischen Verhältnissen und Merkmalen der Freiraumstruktur zu finden. Dadurch wurde eine Übertragbarkeit, die aus der Analyse der Beispielquadranten resultierte, garantiert und Rückschlüsse auf den gesamten Stadtraumtypen konnten getroffen werden.

Zunächst wurde, abhängig von der Größe des Stadtraumtyps und der Streuung innerhalb der einzelnen Stadtraumtypen, eine repräsentative Auswahl von Stichproben (Quadranten) ermittelt. Aus dem Pool an Quadranten in einem Stadtraumtyp wurden dann **Zufallsstichproben** mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS gezogen (Tabelle 5.2).

Stadtraumtyp	Stichprobenanzahl	Gesamtanzahl Quadranten / Stadtraumtyp
1	15	124
2a	8	43
2b	8	59
2c	8	52
3a	10	219
3b	10	60
3c	10	16
4	15	157
5	15	123

Tabelle 5.2: Überblick über gezogene Stichproben / Stadtraumtyp

Die Zufallsstichproben wurden mit Hilfe der Wiener Flächenmehrzweckkarte, den Daten des Grünraummonitorings, wie auch mit Hilfe von Luftbildern analysiert. Um die Freiraumtypauswahl auch quantitativ zu untermauern wurden die aus der Zufallsstichprobe resultierenden Quadranten mit den Daten der **Flächenmehrzweckkarte**, wie auch mit den Daten aus dem **Grünraummonitoring** geometrisch verschnitten. Die sich daraus ergebenden Informationen bzgl. Flächennutzung dienten zur Charakterisierung der Stadtraumtypen. Aus den Verschneidungen ergaben sich ähnliche Freiraumtypen, die schon bei der Luftbildinterpretation identifiziert wurden. Die Methodik (Verschneiden der Daten, wie auch die Analyse / Interpretation) war bei der Flächenmehrzweckkarte wie auch beim Grünraummonitoring identisch.

Für die gezogenen Stichproben dieser Stadtraumtypen, die sich als typische Vertreter (Durchschnitt) ergaben, wurden die entsprechenden **Luftbildausschnitte** gegenüber gestellt und auf die jeweils charakteristischen Freiräume analysiert. Es wurden die Stichproben ausgesucht, die alle prägenden Freiraumstrukturen des jeweiligen Stadtraumtyps beinhalten und für die man die aussagenkräftigsten Simulationsergebnisse erzielen kann.

Die endgültige Auswahl erfolgte auf Grundlage der Kombination aus den Ergebnissen der Luftbildinterpretation sowie aus den Ergebnissen der im ArcGIS erfolgten Verschneidungen (Abb. 5.2).

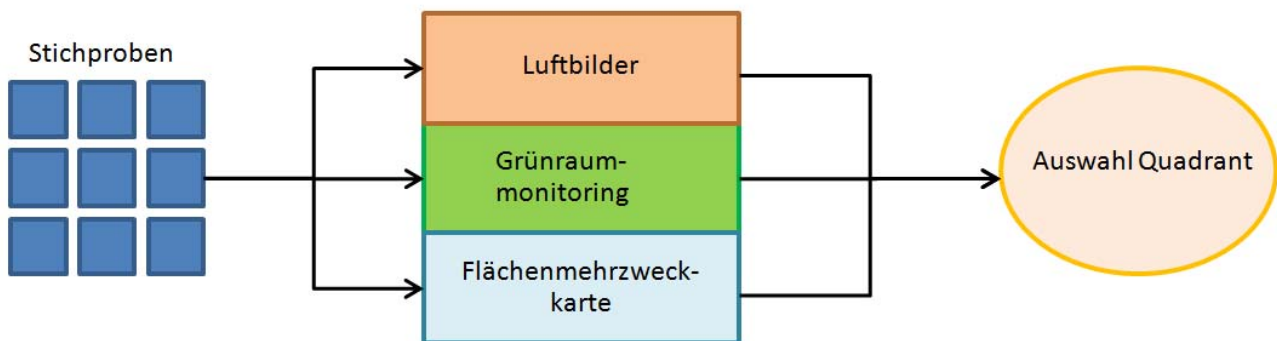


Abb. 5.2: Herangehensweise an die Auswahl der Beispielquadranten

Freiraumstruktur- und Mikroklimaanalyse

Für alle vorhandenen Stichproben wurden Luftbilder verwendet. Die ausgesuchten Ausschnitte für die jeweiligen Stichproben wurden im ArcGIS V.10.0 bearbeitet. Unterschiedliche, kleinräumige Freiraumstrukturen wurden erkannt und digitalisiert. Eine dazugehörige Datenbank wurde angelegt. Durch die Digitalisierung wurden die Freiraumstrukturen auf wesentliche Kategorien reduziert wodurch eine prozentuale Flächenauswertung möglich gemacht worden ist. Wesentliche kleinräumige Stadtstrukturen wurden auf diese Weise erkannt.

Zusätzlich zu der Charakterisierung wurden für alle Quadranten mit dem Programm ENVI-met 4.0 Simulationen zu den mikroklimatischen Bedingungen des Ist-Zustands durchgeführt. Ein besonderer Vorteil des verwendeten Simulations-Programms ist die mögliche Darstellung der Ergebnisse in Kartenform (s. dazu auch Erläuterungen zu AP5). Dies ermöglicht eine gute Vergleichbarkeit mit den digitalisierten Freiraumkarten (Abb. 5.3). Es konnten so kritische Bereiche identifiziert und in weiterer Folge maßgeschneiderte Maßnahmen entwickelt werden, die zu einer Verbesserung des Ist-Zustands führen können.

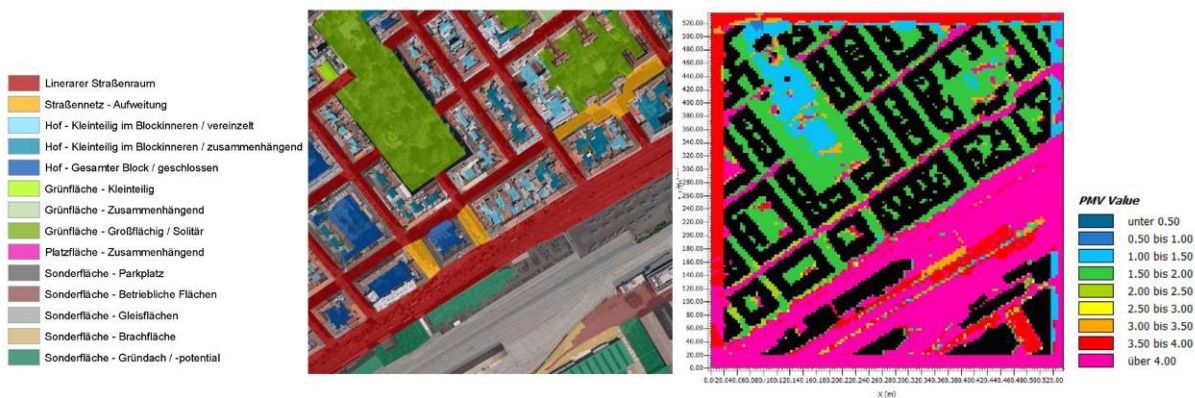


Abb. 5.3: Gegenüberstellung der digitalisierten Freiraumstrukturen und der ENVI-met Karte der *status-quo* Klimasituation für Quadrant 919

AP4 - Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen städtischer Freiraumgestaltung und Mikroklima

Literaturrecherche und Ergebnisse von vorangegangenen Projekten als Grundlagen-Basis

Vorab wurde eine Literaturrecherche, die wichtige theoretische Grundlagen für das Forschungsprojekt behandelt, durchgeführt. Es wurde vor allem auf die wesentlichen Merkmale und Ursachen des Stadtklimas mit seinen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und Wohlbefinden eingegangen. Zudem wurde der Zusammenhang zwischen Merkmalen der Bebauungs- und Freiraum- bzw. Vegetationsstruktur und der thermischen Komponente des Stadtklimas dargestellt. Diese Zusammenhänge mündeten in verschiedenen, beispielhaft ausgewählten Ansätzen zu stadtklimatischen Gliederungen als Grundlage für klimatische Bewertungs- und Hinweiskarten. Abschließend wurden Schlussfolgerungen für die Entwicklung eines stadtklimatischen Gliederungs- und Bewertungsansatzes für die Stadt Wien gezogen. Weitere Empfehlungen, v.a. im Hinblick auf den Maßnahmenkatalog, entstammen aus dem vorhergehenden Projekt zur Seestadt Aspern (FREIRAUM UND MIKROKLIMA 2011), in welchem unter anderem Aspekte wie Baumbeschaffenheit (Höhe, Kronenbreite, Blattflächendichte), Pflanzabstände und Verteilung im Freiraum, sowie auch unterschiedliche Oberflächeneigenschaften und Varianten zur Entsiegelung untersucht worden sind.

Validierung vom Simulationsprogramm ENVI-met

Um die Plausibilität der Simulationsergebnisse zu evaluieren und auch um die Parametrisierung des Modells zu optimieren wurde am Seibersdorf Campus des AIT (Austrian Institute of Technology) über den Zeitraum Mitte Juli bis Mitte Dezember 2011 eine Mikroklima-Messkampagne durchgeführt. Dazu wurde an sechs Referenzpunkten mit ausgewählten Standorteigenschaften und Umgebungscharakteristika Messeinrichtungen installiert (Abb. 5.4).

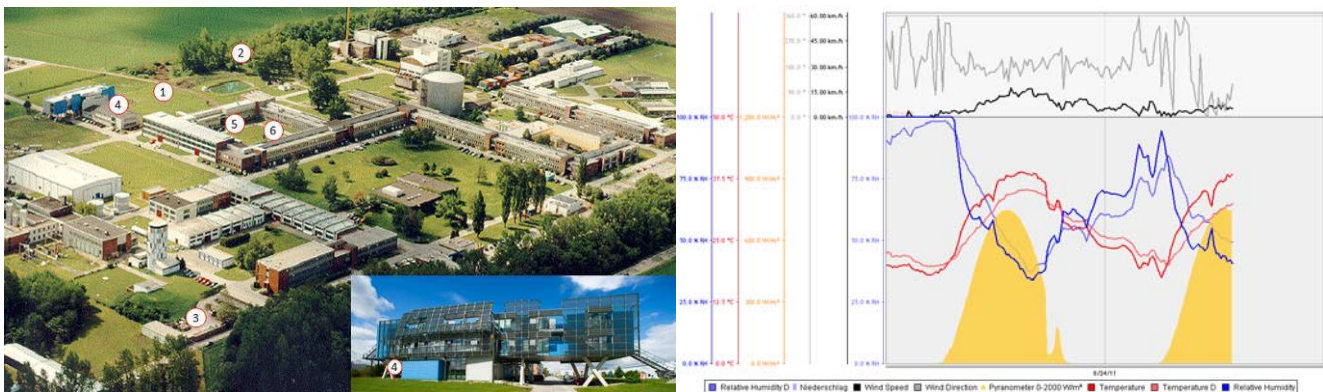


Abb. 5.4: Messtationen auf dem Seibersdorf-Gelände und Ergebnisse der Datenaufzeichnung für eine Messtation über 36 Stunden

Die Messdaten der sechs Messtationen wurden in einer Datenbank erfasst und als Excel-Tabellen abgelegt, um statistische und grafische Auswertungen für beliebige Zeitabschnitte liefern zu können.

Ausgehend von den Ergebnissen der Messkampagne wurden Schön- und Schlechtwetterepisoden identifiziert, um geeignet Eingangsdaten für die ENVI-met Simulationen auszuwählen die anhand der Ergebnisse der Messkampagne validiert wurde. Für die Simulationen wurde die topographische Situation jenes Teils des Campus Seibersdorf in dem die Messtationen situiert waren, erfasst: dazu wurden 3 ENVI-met Rastermodelle für Gebäude, Vegetation und Oberflächen- bzw. Bodencharakteristika) digitalisiert (Abb. 5.5). Die Randbedingungen für die Modellierung stammen aus ausgewählten Tagen der Messkampagne mit typischen meteorologischen Charakteristika für Schönwetter: nächtliche Initialtemperatur zwischen 15-20°C, Windgeschwindigkeit 1-3m, Windrichtung Süd-Ost, keine Bewölkung. Die Plausibilität der Simulationsergebnisse wurde durch Vergleich der Messungen mit den Modellergebnissen der Rasterzellen der Messtationen überprüft (Abb. 5.6.).

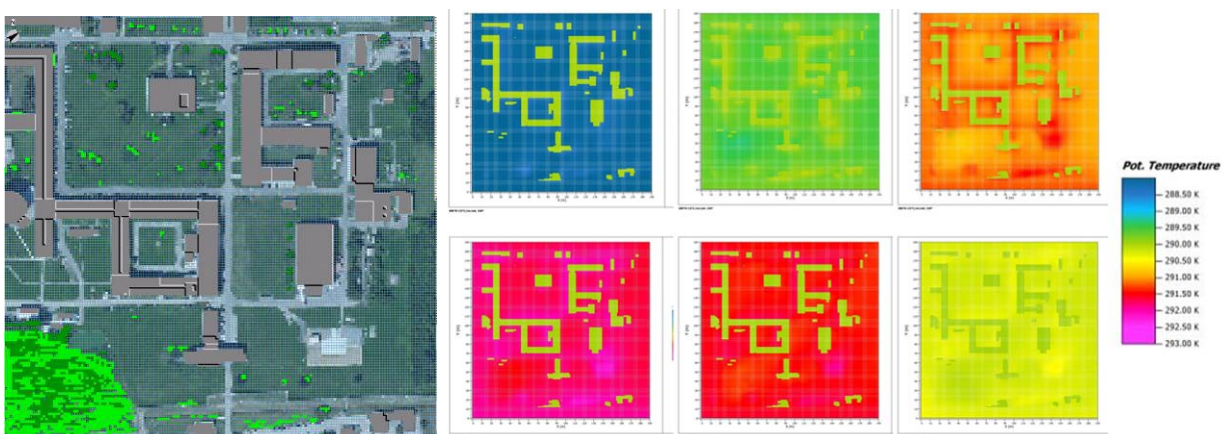


Abb. 5.5: ENVI-met Gebäude- und Vegetationsmodell und Temperaturkarten für einen Referenztag im 2-Stunden Intervall: 8h, 10h, 12h, 14h, 16h, 18h

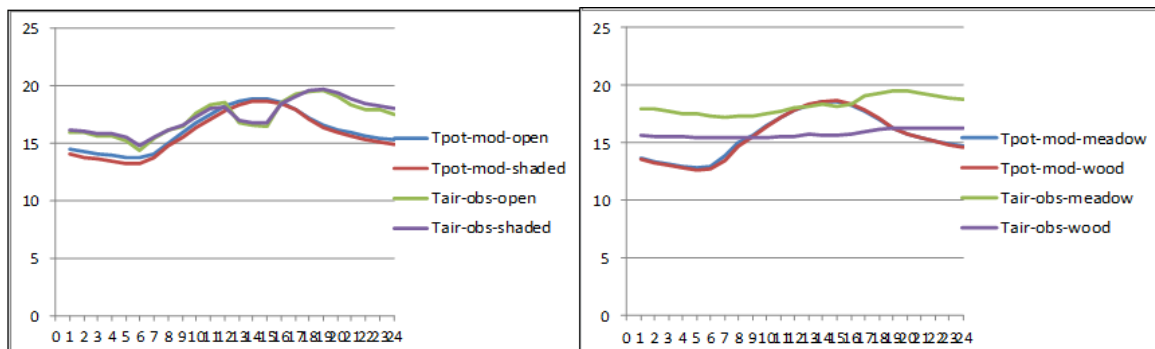


Abb. 5.6: Verlauf der beobachteten Lufttemperatur (grün, violett) und der modellierten potentiellen Temperatur (blau, rot) an 4 Messstationen (links: befestigt-sonnig und befestigt-schattig; rechts: Wiese-sonnig und Wald-schattig)

AP5 - Anwendung der Erkenntnisse in Stadttypologie und Freiraumstrukturen

Simulationsprogramm ENVI-met

Für alle im Projekt durchgeführten Simulationen wurde das Programm ENVI-met in der Version 4.0 verwendet. Vorteile dieses Programms sind unter anderem die Möglichkeiten zur Berechnung des PMV-Wertes für das thermische Wohlbefinden und zur Darstellung der Simulationsergebnisse in Kartenform und in Form von vertikalen Schnitten. Beides dient der besseren Vergleichbarkeit, Verständlichkeit und Vermittlung der mikroklimatischen Daten vor allem für alle fachfremden am Planungsprozess beteiligten Personen z.B. aus Stadtverwaltung und Planung.

ENVI-met ist ein numerisches Modell zur Simulation des urbanen Mikroklimas im (Tages-)Zeitverlauf in einem dreidimensionalen Gitterraster, in dem die atmosphärischen Prozesse in Bodennähe sowie in den darüber liegenden vertikalen Luftschichten simuliert werden. ENVI-met modelliert über unterschiedliche Teilmodelle eine Vielzahl von Prozesse, wie die Abbildung 3.1 zeigt:

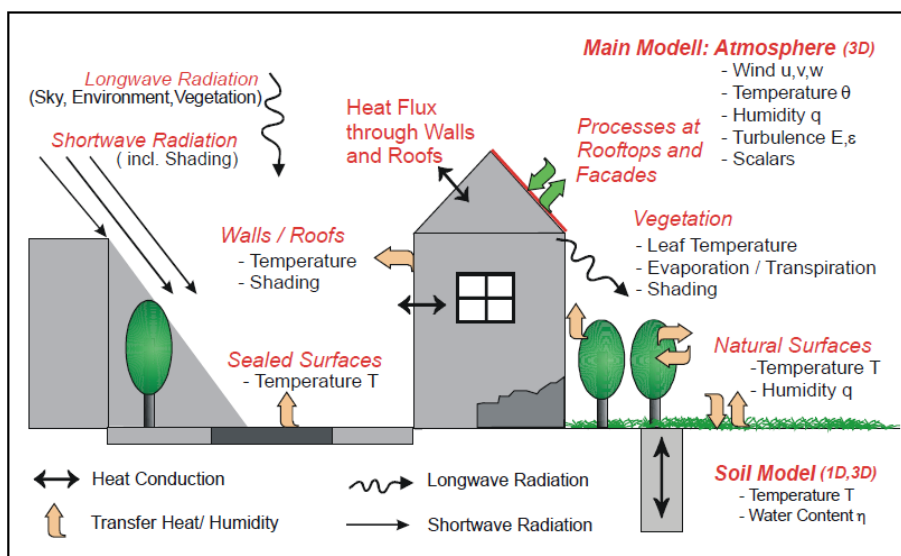


Abb. 5.7: Übersicht über die Teilmodelle von ENVI-met (VANDERKOM et al., 2012)

Die Rahmenbedingungen für die im Projekt durchgeführten Simulationen wurden in allen Quadranten einheitlich festgelegt. Dazu wurden die Messdaten der Station Wien Innere Stadt der ZAMG repräsentativ für das Innenstadtklima Wien verwendet. Für die Auswahl der Tagesgänge wurden Ergebnisse aus dem Klimamodell Aladin verwendet (Formayer 2011), das ebenfalls für die Station Wien Innere Stadt für den Zeitraum 1950 – 2100 gerechnet wurde. Das 99% Perzentil, ist der Wert, der von 99% der berücksichtigten Tage nicht überschritten wird. Er bezeichnet also die etwa 110 heißesten Tage der 30 Jahres Periode. Die daraus resultierenden Eingangswerte sind: Maximaltemperatur um 16h: 32,5°C, Minimumtemperatur 5h: 19°C / keine Bewölkung / Simulationsstart: 0:00 und Dauer 30h / stündliche Auswertung / Windrichtung: Südost. Als Windgeschwindigkeit wurde der Wert 3m/s angenommen, um eine gute Durchmischung im Modell zu erreichen.

Bei der Auswertung wurde der Fokus auf die klimatischen Faktoren gelegt, die wesentlichen Einfluss auf das thermische Wohlbefinden haben: Windgeschwindigkeit, mittlere Strahlungstemperatur, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Für die Darstellung des thermischen Wohlbefindens wurde der Index PMV verwendet. Die Auswertung der Daten erfolgt auf Basis von Karten, die die Ergebnisse der einzelnen Parameter auf dem jeweiligen Grundriss oder Schnitt der stadträumlichen Situation abbilden. Zusätzlich wurden räumliche und zeitliche Mittelwerte für die Freiraumrasterzellen in 1,50m über Grund (durchschnittliche Höhe der Atemorgane) in Diagrammen zusammengestellt.

Abgesehen von den ausgelesenen Tagesgängen wurde die Darstellung der Werte einheitlich für 15 Uhr (Temperaturmaximum) festgelegt um so die maximale thermische Belastung im Freiraum im Sommer berücksichtigen zu können.

6. Arbeits- und Zeitplan

		2011												2012												2013												2014	
	Monat	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1					
WP1	Management	33																																	1				
WP2	Generation UFT						9																																
WP3	Characterisation UFT											8																											
WP4	Interaction design-climate		3												3																								
WP5	Application of findings																			7																			
WP6	Recommendations																										8												
WP7	Public discussion																								6														
WP8	Report																														6								
EX	Expert-Meetings																						x						x		x								

7. Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Vorträge, Poster und Diskussionen auf Tagungen:

- Urban Environmental Forum 2012, Karlsruhe (16.09.2012 - 19.09.2012): H. Trimmel, K. Hagen, E. Mursch-Radlgruber, B. Scharf, P. Weihs: "The influence of vegetation on the energy balance within urban settlements", Poster.
- 14. Österreichischer Klimatag 2013, Wien (04.04.2013 - 05.04.2013): R. Stiles, K. Hagen, H. Trimmel, B. Gasienica-Wawrytko, W. Loibl, M. Köstl, T. Tötzer, S. Pauleit: "Urban fabric types and microclimate response - assessment and design improvement", Vortrag.
- Smart Cities Week 2013, Wien (27.11.2013 – 29.11.2013): R. Stiles: "Strategy to adapt to climate change", Podiumsdiskussion.
- 15. Österreichischer Klimatag 2014, Innsbruck (02.04.2014 – 04.04.2014): H. Trimmel, B. Gasienica-Wawrytko, K. Hagen, M. Köstl, W. Loibl, S. Pauleit, R. Stiles, T. Tötzer: "Freiraumstrukturelle Effekte auf das städtische Mikroklima – eine Simulationsstudie für Wien", Vortrag.
- RealCORP 2014, Wien (21.05.2014 – 23.05.2014): K. Hagen, B. Gasienica-Wawrytko, W. Loibl, R. S. Pauleit, Stiles, T. Tötzer, H. Trimmel, "Smart environment for smart cities: Assessing urban fabric types and microclimate responses for improved urban living conditions", Vortrag.

Publikationen:

- W. Loibl, R. Stiles, S. Pauleit, K. Hagen, B. Gasienica-Wawrytko, T. Tötzer, H. Trimmel, M. Köstl, W. Feilmayr (2014): "Improving open space design to cope better with urban heat island effects". In: Gaia, 23/1, pp. 64-66.
- K. Hagen, B. Gasienica-Wawrytko, W. Loibl, S. Pauleit, R. Stiles, T. Tötzer, H. Trimmel (2014): "Smart environment for smart cities: Assessing urban fabric types and microclimate responses for improved urban living conditions". In: Proceedings of RealCORP 2014, 9 pp. (angenommen).
- R. Stiles, B. Gasienica-Wawrytko, K. Hagen, H. Trimmel, W. Loibl, M. Köstl, T. Tötzer, S. Pauleit, A. Schirmann, W. Feilmayr (2014): "Understanding the whole city as landscape. A multivariate approach to urban landscape morphology". In: SPOOL, 14pp. (eingereicht).

Ausstellung:

"Urban Fabric + Microclimate" mit Präsentationen und öffentlichen Diskussionen:

- *Gebietsbetreuung Stadterneuerung (GB*)* 7/8/16: 20.06.2013 – 04.07.2013, Haberlgasse 76, 16. Wiener Gemeindebezirk.
- *Gebietsbetreuung Stadterneuerung (GB*)* 21: 17.06.2013 – 31.08.2013, Matthäus-Jisda-Straße 3/4/R1, 21. Wiener Gemeindebezirk.
- Kaufpark Alterlaa; 17.06.2013 – 04.07.2013, Anton-Baumgartner-Straße 44, 23. Wiener Gemeindebezirk.

Workshops:

- 1. ExpertInnentreffen: 07.05.2012, TU Wien
- 2. ExpertInnentreffen: 15.03.2013, TU Wien
- 3. ExpertInnentreffen: 04.10.2013, TU Wien

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.