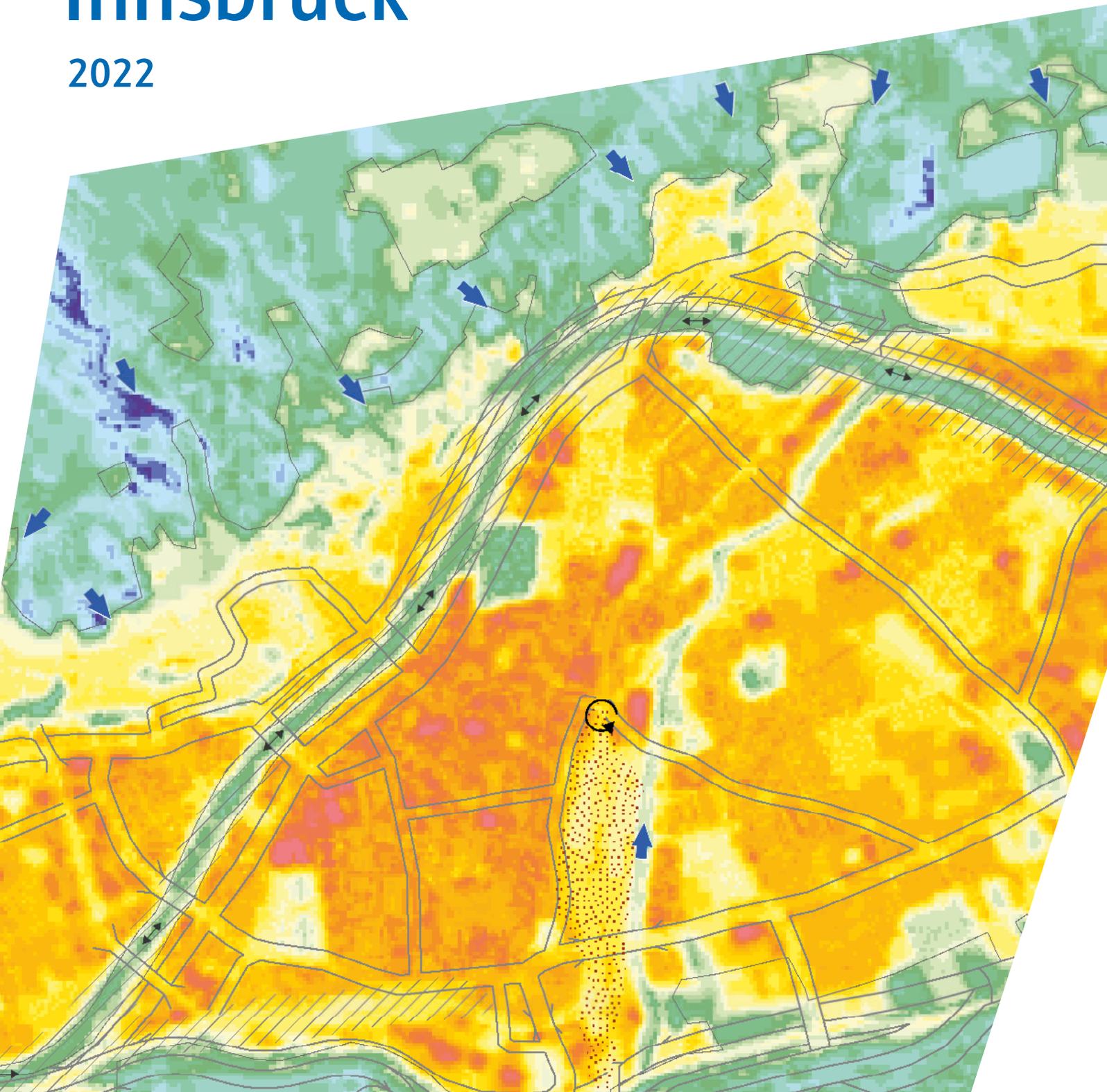


Stadtklimaanalyse Innsbruck

2022



Kontakt Daten Auftragnehmer:

Weatherpark GmbH Meteorologische Forschung und Dienstleistungen
Ingenieurbüro für Meteorologie
Gardegasse 3/3
A-1070 Wien
Tel. A: +43 1 522 37 29
Tel. D: +49 152 02 07 91 50
Fax: +43 1 522 37 29 - 11
info@weatherpark.com
www.weatherpark.com

Subauftragnehmer

INKEK GmbH Institut für Klima- und Energiekonzepte
Schillerstraße 50
D-34253 Lohfelden
Tel. D: +49 5608 95875 11
Fax: +49 5608 95875 12
info@inkek.de
www.inkek.de

Titelseite: Ausschnitt Innsbruck Innenstadt aus der Klimaanalysekarte

LEAD Mag. Matthias Ratheiser

TEAM MSc Isabel Auer

DATE 15. Juli 2022

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	5
1.1. Einleitung: Besonderheiten von Innsbruck und Einbettung in Vorarbeiten.....	5
1.2. Ergebnisse und Empfehlungen	7
1.3. Ziele.....	8
2. Die Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie.....	10
2.1. Einleitung.....	10
2.2. Ziele der Stadtklimaanalyse	10
2.3. Methodik	11
2.3.1. Allgemeines und Richtlinien.....	11
2.3.2. Datengrundlagen.....	12
2.3.3. Analyseschritte.....	13
2.4. Messkampagne	14
2.5. Themenkarten.....	18
2.5.1. Themenkarte Gebäudevolumen	18
2.5.2. Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung.....	19
2.6. Klimaanalysekarte	20
2.6.1. Methodik zur Erstellung der Klimaanalysekarte	21
2.6.2. Klimatope und Kategorien der thermischen Komponente	23
2.6.3. Exkurs: Der stadtklimatische Bewertungsindex PET	26
2.6.4. Dynamische Komponente: Klimaphänomene	27
2.6.5. Legende der Klimaanalysekarte	28
2.6.6. Beschreibung der Klimaanalysekarte	31
2.7. Planungshinweiskarte	32
2.7.1. Methodik zur Erstellung.....	32
2.7.2. Planungsempfehlungen pro Kategorie	34
2.7.3. Verwendung und Umgang mit Ergebniskarten	49
2.7.4. Laufende Schulung der Anwender*innen	49
2.7.5. Toolbox: Übersicht beispielhafter Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas.....	50
3. Szenarien.....	55
3.1. Allgemeines zu globalen Klimaszenarien.....	55
3.1.1. Klimaprognose RCP 8.5.....	55
3.2. Szenarien 1a und 1b: „Stadtentwicklung weiter wie bisher“	56
3.2.1. Szenario 1a („Stadtentwicklung weiter wie bisher“, Ist-Stand Klima)	56

3.2.2. Szenario 1b („Stadtentwicklung weiter wie bisher“, Klimaprognose RCP 8.5)	57
3.3. Szenarien 2a und 2b: „Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung“	59
3.3.1. Szenario 2a (Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung, Ist-Stand Klima)	59
3.3.2. Szenario 2b (Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung, Klimaprognose RCP 8.5)	60
3.4. Wichtigsten Erkenntnisse aus den Szenarienkarten	61
4. Stakeholder*innen-Interviews	64
4.1. Einleitung (Ziel, Zweck und Methodik)	64
4.2. Wünsche der Interviewpartner*innen für die Zukunft	65
4.3. Erkenntnisse aus den Interviews	66
5. Strategische Empfehlungen zur Verbesserung des Stadtklimas	69
6. Weiterführendes zu mikroklimatische Detailstudien	78
6.1. Einleitung	78
6.2. Allgemeines – Skalenfrage	78
6.3. Arten von Detailstudien – ein Überblick	80
7. Literatur	84
8. Haftungseinschränkung	85
9. Anhang	86
9.1. Sammlung an vorhandenen Stadtklimainformation	86
9.1.1. Gesetzliche Regelungen	86
9.1.2. Stadtinterne Konzepte und Analysen	88
9.1.3. Vorhandene Maßnahmen /Förderungen und interne Angebote	91
9.1.4. Sonstige Steuerungsmöglichkeiten der Stadtplanung	92
9.1.5. Stadtklimarelevante Forschungsprojekte (Auswahl)	94
9.2. Interviewleitfaden	96

1. Zusammenfassung

1.1. Einleitung: Besonderheiten von Innsbruck und Einbettung in Vorarbeiten

In Österreich wird die Klimakrise von Jahr zu Jahr stärker bemerkbar. Für Städte ist insbesondere das häufigere Auftreten von heißen Tagen und die Intensivierung von Hitzewellen eine besondere Herausforderung. Eine ausführliche Beschreibung der **klimatischen Situation und der zeitlichen Entwicklung des Stadtklimas von Innsbruck** bietet die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) erstellte „Bestandsaufnahme des Klimas in Innsbruck“ aus dem Jahr 2020. Eine zentrale Aussage dieser Studie ist: „In Innsbruck ist es in den letzten Jahren schon um gut 2°C wärmer geworden.“ Wenn man in Betracht zieht, dass es bis 2020 global rund 1°C wärmer geworden ist, bestätigt der Wert aus Innsbruck die besondere Betroffenheit des Alpenraums, wenn es um die Klimakrise geht. Messungen und Modelle zeigen, dass im Alpenraum mit rund der doppelten Erwärmung gerechnet werden muss als im globalen Mittel. Aus erwähnter Studie stammt auch Abbildung 1.1, die die zeitliche Entwicklung der jährlichen Anzahl der Sommertage an der Station Innsbruck Universität von 1877-2019 zeigt. Diese unterstreicht den Trend zur Erwärmung, die – in diesem Ausmaß und dieser Geschwindigkeit – vor allem eines ist: deutlich spürbar für alle Bewohner*innen der Stadt.

In der Stadtplanung war dieses Thema noch bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts hinein keine Herausforderung, da Hitzewellen seltene Extremereignisse waren. Dies hat sich geändert. Mittlerweile sind Hitzewellen auch in einer Stadt wie Innsbruck, die auf einer Seehöhe von 600 m liegt, jeden Sommer an der Tagesordnung. Hinzu kommt das Phänomen der „Urban Heat Island“, also die **städtische Wärmeinsel**. Sie bezeichnet das Phänomen, dass die Stadt im Jahresmittel und in der Nacht wärmer ist als das Umland. Im Winter, wo die Wärmeinsel am stärksten ausgeprägt ist, verringert sie zwar den Heizbedarf, aber während Hitzewellen¹ beeinträchtigt sie den erholsamen Schlaf. Ein deutliches Signal dafür, dass die Wärmeinsel in Innsbruck heute bereits ein Thema ist, ist die Entwicklung der so genannten Tropennächte. Das sind Nächte, in denen die Minimumtemperatur nicht unter 20°C sinkt. Aus der Umweltmedizin ist bekannt, dass sich solch warmen Nächte negativ auf die Erholungsfähigkeit des Organismus auswirken. Während in tiefer gelegenen Städten bereits seit längerem Tropennächte auftreten, ist das in Innsbruck ein neues Phänomen. Die erste Tropennacht in den Aufzeichnungen an der Station Innsbruck Universität stammt aus dem Jahr 1984. Seit dem Jahr 2007 treten diese regelmäßig auf, 2019 waren es bereits 3, Tendenz steigend.

Neben der Bestandsaufnahme und der Entwicklung auf Basis von Klimastationen wurde von der ZAMG 2020 auch eine **Modellierung des Stadtklimas von Innsbruck** durchgeführt: „Stadtklimamodellierung für Innsbruck“. Diese erlaubt auf Basis von Höhen-, Bebauungs-, und Landnutzungsdaten die Berechnung der räumlichen Verteilung von hitzebezogenen Parametern wie Hitzetage, Sommertage und Tropennächte. Das Modell erlaubt mit seiner Genauigkeit von 100 m horizontale Auflösung Aussagen darüber, wo sich im Stadtgebiet hitzebelastete Bereiche befinden. Die mittlere Anzahl von Sommertagen pro Jahr zum Beispiel variiert von 5 an den höher gelegenen, unverbauten Hanglagen bis zu 85 in der Innenstadt. Der Wert an der Station Universität beträgt 63.

¹ Im Winter ist der Wärmeinseleffekt zwar stärker ausgeprägt, aber aufgrund des niedrigeren Temperaturniveaus nicht in diesem Sinne relevant.

Die ausführlich dokumentierten, berechneten und von den Bewohner*innen der Stadt Innsbruck gefühlten Veränderungen der Temperatur erfordern neben deutlich größeren und ehrgeizigeren globalen Anstrengungen im Klimaschutz vor allem eines: eine adäquate und wirkungsvolle **Anpassung an die unvermeidbaren Auswirkungen** dieser Veränderungen. Diese Anpassungen betreffen einerseits lokale, kleinräumig wirksame Maßnahmen im Straßenraum, wie Beschattung (v.a. durch großkronige Bäume), Nebelduschen oder Grünoasen. Andererseits sind systematische und stadtweite, ordnungspolitische Maßnahmen der Stadtverwaltung, die einen Transformationsprozess einleiten, unumgänglich. Beispiele dafür sind: das Freihalten von Kaltluftschneisen, das Einrichten eines Klimarats oder das Fördern von Bewusstseinsbildung. Es braucht also eine Schnittstelle zwischen dem Stadtklima und der Stadtverwaltung, damit Anpassungsmaßnahmen möglichst zielsicher und wirkungsvoll sind.

Vor diesem Hintergrund hat die Stadt Innsbruck die Weatherpark GmbH 2020 beauftragt, eine **Stadtklimaanalyse nach VDI** (Verein Deutscher Ingenieure) Richtlinie zu erstellen. Mit der Durchführung einer Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie² ist eine flächendeckende, systematische Analyse des Stadtklimas möglich. Diese Analyse ist eine Weiterführung und eine Präzisierung der vorhandenen flächigen Klimamodellierung der Stadt Innsbruck. Präzisierung deshalb, weil die Genauigkeit dieser Analyse mit einer horizontalen Auflösung mit 30 m deutlich höher ist als bei der bestehenden Modellierung. Weiterführung einerseits, weil die Klimaanalysekarte als eine von zwei zentralen Ergebnissen eine Zusammenschau der Verteilung von thermischen und dynamischen Stadtklimaeinflüssen bietet. Andererseits, weil die Planungshinweiskarte - als zweites zentrales Ergebnis - die Verteilung der Stadtklimaverhältnisse mit konkreten, verorteten Planungsempfehlungen verknüpft. Von den bestehenden Arbeiten der ZAMG können die Klimaauswertungen und Teile der Geodaten als Input für die Stadtklimaanalyse verwendet werden.

Anhand dieser Ergebniskarten werden kurz gesagt die wichtigsten stadtklimatischen Phänomene und Wechselwirkungen systematisch einheitlich verortet und Hinweise für die Planung abgeleitet. Dadurch können gezielt positive Phänomene (wie Kaltluftbahnen) geschützt werden und umgekehrt kann negativen Phänomenen (wie Überwärmung) gezielter entgegengewirkt werden.

Ansprechpartnerinnen für Weatherpark waren bei der Stadt Innsbruck die Referate Verkehrsplanung, Klimaschutzstrategien sowie Raumplanung und Stadtentwicklung.

Beim Subauftragnehmer von Weatherpark, der INKEK GmbH, war dies während des gesamten Projektes Dipl.-Ing. Sebastian Kupski.

² VDI 3787 Blatt 1:2015-09 (Umweltmeteorologie - Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen) sowie VDI 3787 Blatt 8: 2020-09 (Umweltmeteorologie - Stadtentwicklung im Klimawandel)

Sommertage INNSBRUCK UNIV. 1877 - 2019

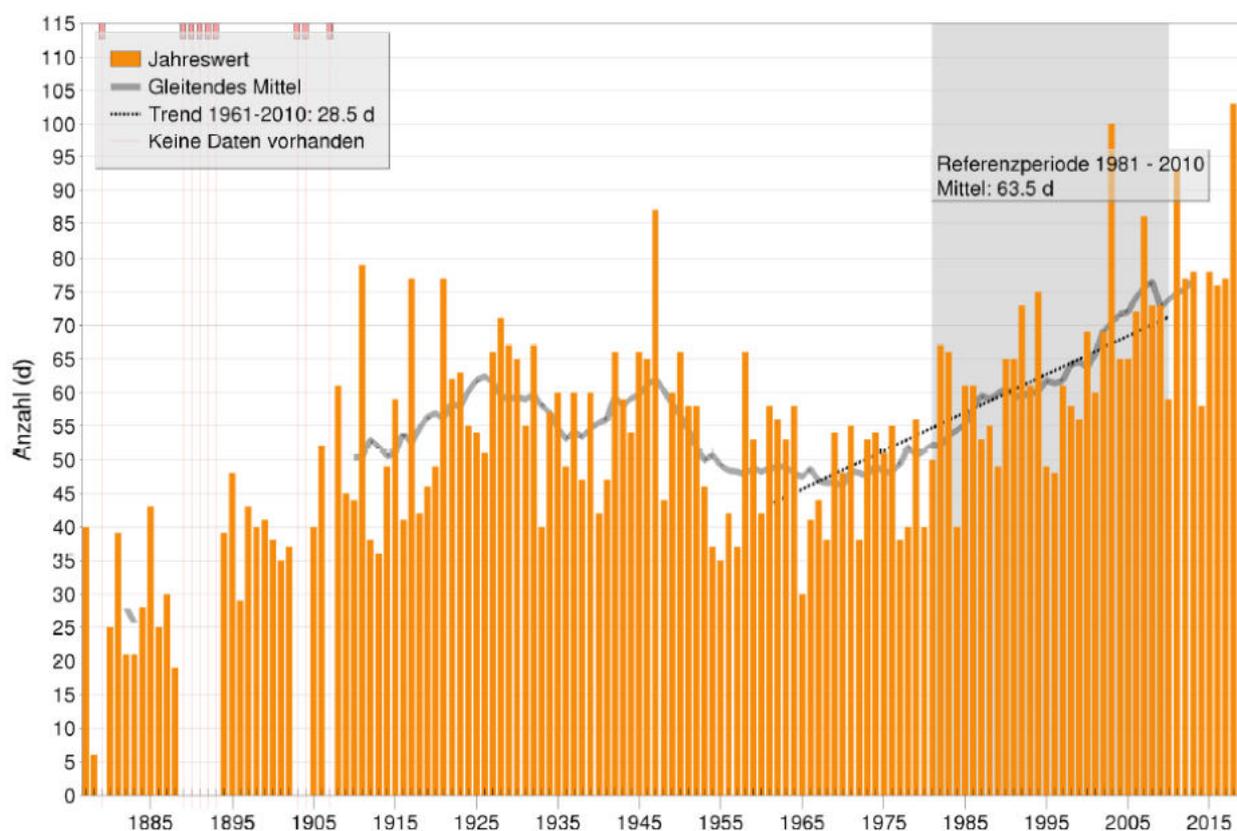


Abbildung 1.1: Auswertung der Anzahl der Sommertage (max. Temp. > 25°C) pro Jahr (1877-2019) für die Station Innsbruck-Universität von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG).³

1.2. Ergebnisse und Empfehlungen

Im Projekt Stadtklimaanalyse Innsbruck wird nicht nur die Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie und deren Ergebnisse beschrieben, sondern auch weiterführende Erkenntnisse und Empfehlungen:

Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie (siehe Kapitel 2)

Die Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie ist eine flächendeckende, systematische Analyse des Innsbrucker Stadtklimas und liefert fundierte Grundlagen der Ist – Situation. Folgende Karten wurden erstellt:

- Themenkarten (Kapitel 2.5)
- Klimaanalysekarte (Kapitel 2.6)
- Planungshinweiskarte (Kapitel 2.7)
- In Kapitel 2.7 sind neben den konkreten Planungshinweisen auch weiterführende Empfehlungen zur Verwendung der Analysekarten in der täglichen Planungsarbeit enthalten.

³ Aus: Bestandsaufnahme des Klimas in Innsbruck, ZAMG, 2020

Szenarien (siehe Kapitel 3)

Prognostizierte zukünftige Entwicklungen von Stadtentwicklung und Klima werden in Szenarien der Klimaanalysekarten betrachtet. Dies liefert Erkenntnisse und Empfehlungen für zukünftige stadtplanerische Entscheidungen.

Stakeholder*innen-Interviews (siehe Kapitel 4)

Einige an Planungsprozessen Beteiligte wurden nach Input und Ideen gefragt, um bei künftigen Planungen das Stadtklima möglichst wirkungsvoll zu beeinflussen. In diesem Kapitel befindet sich eine Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus den Interviews.

Strategische Empfehlungen (siehe Kapitel 5)

In diesem Kapitel werden – über die Planungshinweise hinaus - Empfehlungen für die Stadt Innsbruck für eine umfassende Strategie zur Verbesserung des Stadtklimas und zur Anpassung an die bereits unausweichlichen Veränderungen des Klimawandels formuliert.

1.3. Ziele

Ziel des Projektes war es, einen nächsten Schritt am Weg zu einer umfassenden Strategie der Stadt Innsbruck zur Verbesserung des Stadtklimas und zur Anpassung an die bereits unausweichlichen Veränderungen zu gehen. Dies soll vor allem durch planerische Hinweise für zukünftige (Um)Bauprojekte, aber auch durch strategische Empfehlungen erreicht werden.

Um die Lebensqualität – trotz der bereits spürbaren und unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels – hoch zu halten, ist auf gesamtstädtischer und strategischer Ebene Klimawandelanpassung notwendig. Dafür ist es wichtig, fundierte Grundlagen zu haben, um das Stadtklima gut zu kennen und es dadurch bei künftigen Planungsprozessen bestmöglich berücksichtigen zu können. Solch eine Grundlage liefert die Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie, die zentraler Bestandteil dieses Projekts war.

Anhand der Stadtklimaanalyse werden beispielsweise Frischluft- und Kaltluftbahnen verortet, um sie so gezielter schützen zu können. Außerdem zeigt die Analyse auf, welche Bereiche der Stadt besonders stark überwärmt sind und daher lokale Anpassungsmaßnahmen (Mix aus Maßnahmen wie etwa Begrünung, Entsiegelung, ...) zu priorisieren sind. Für eine klimabewusste, zukunftsfähige Stadtentwicklung ist es jedoch nicht nur notwendig auf die Ist-Situation zu reagieren, sondern auch die zu erwartenden Veränderungen zu berücksichtigen. Daher wurden auch Szenarienkarten erstellt, die die Auswirkungen durch zukünftige Stadtentwicklung und den Klimawandel zeigen.

Die erstellten Karten...

- ...liefern eine übersichtliche Darstellung von stadtklimatischen Mechanismen, die für das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung relevant sind.
- ...liefern eine Bewertung der Wirksamkeit der stadtklimatischen Mechanismen.
- ...dienen zur Ableitung von Empfehlungen für die Förderung positiver Einflussfaktoren auf das Stadtklima und zur Verminderung negativer Einflussfaktoren.
- ...weisen Schutzfunktionen für positiv wirksame stadtklimatische Mechanismen auf.

- ...zeigen die Auswirkungen durch zukünftige Stadtentwicklung und den Klimawandel auf (Szenarienkarten).

Im Zuge des Projekts werden außerdem zahlreiche Empfehlungen für die Stadt Innsbruck abgeleitet. Die formulierten Empfehlungen verfolgen das Ziel, dass

- die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse Innsbruck erfolgreich in Planungsprozesse der Stadt integriert werden.
- ein Transformationsprozess in der Stadt weiter vorangetrieben wird, um die klimasensible Stadtentwicklung zu fördern und zu priorisieren.

Die Ergebnisse dieses Projekts sollen dadurch mithelfen, eine an die Auswirkungen der Klimakrise angepasste und resiliente Stadt zu formen.

2. Die Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie

2.1. [Einleitung](#)

Das Stadtklima weist zwei spezielle Phänomene auf, die die Lebensqualität der Bewohner*innen beeinflussen. Einerseits heizt sich der urbane Raum durch die erhöhte Wärmekapazität (der verbauten Flächen) stärker auf als das Umland und weist somit höhere Lufttemperaturen auf. Dieser sogenannte Wärmeinseleffekt (Urban Heat Island Effekt) kommt insbesondere in der Nacht zum Tragen und beeinträchtigt damit den notwendigen erholsamen Schlaf.

Untertags führen die Gebäude und versiegelte Flächen außerdem - bei gleicher Lufttemperatur - lokal zu höheren *gefühlten* Temperaturen. Die gefühlte Temperatur – und somit der Komfort im Freien – hängt nämlich nicht nur von der aktuellen Lufttemperatur, sondern auch ganz maßgeblich von Strahlung, Wind und Luftfeuchtigkeit ab.

Beide Effekte akkumulieren sich und bewirken, dass es neben unangenehmen Witterungsverhältnissen zu gesundheitlichen Belastungen kommt. Durch die Klimakrise, die in Innsbruck – wie in vielen anderen Städten – bereits heute deutlich spürbar und auch messbar ist, werden diese Belastungen immer größer (siehe Kapitel 1.1). Auch bei strengen Klimaschutzmaßnahmen sind diese – und manche weiteren Auswirkungen – bereits unvermeidbar. Das Signal, welches von Klimaveränderungen ausgeht, wird sich in Städten und Ballungsräumen verstärkt auswirken. Die Zunahme an austauscharmen Strahlungswetterlagen vermehrt den Hitzestress, vor allem innerhalb windschwacher Stadträume. Zu beachten ist somit, wie sich der Wärmeinseleffekt und die Belüftung auf den thermischen Komfort auswirken.

Gleichzeitig steigt durch die wachsende Bevölkerung der Druck auf den begrenzten städtischen Raum. Um die Lebensqualität in den Städten trotz dieser Herausforderungen hoch zu halten, ist eine klimawandelangepasste Planung unumgänglich.

2.2. [Ziele der Stadtklimaanalyse](#)

Damit Leistungsfähigkeit, Wohlbefinden und Gesundheit von Menschen in Städten auch zukünftig gesichert sind und lebenswerte urbane Räume weiterhin ermöglicht werden, müssen städtebauliche Planungen schon heute so optimiert werden, dass die thermischen Belastungen auch unter extremen Hitzebedingungen sowohl im Freien als auch in den Innenräumen auf ein erträgliches Maß begrenzt bleiben.

Dafür ist es wichtig, die Ist-Situation des Stadtklimas zu kennen, um es bestmöglich bei diversen Planungen zu berücksichtigen. Mit der Durchführung der Stadtklimaanalyse Innsbruck ist eine erstmalige flächendeckende, systematische Analyse des Stadtklimas möglich. Anhand der Ergebniskarten werden die wichtigsten stadtklimatischen Phänomene und Wechselwirkungen verortet und Hinweise für die Planung abgeleitet. Dadurch können gezielt positive Phänomene (wie Kaltluftbahnen) geschützt werden und umgekehrt können negativen Phänomenen (wie Überwärmung) gezielter entgegengewirkt werden.

Die Aufgabe einer planungsbezogenen Stadtklimatologie ist die Verbesserung der lufthygienischen und thermischen Bedingungen (Katzschner 2004). Das heißt:

- Abbau von Wärmeinseln (Wärmeinsel als Indiz für den thermischen Komfort), Freiraumplanung;
- Optimierung der städtischen Belüftung (Luftaustausch, Luftleitbahnen), Stadtplanung und Stadtentwicklung für die Lufthygiene und den thermischen Komfort;
- Vermeidung von Luftstagnation bei Inversionswetterlagen, Vermeidung von Barrieren für den Luftaustausch;
- Erhaltung und Förderung von Frischluft- oder Kaltluftentstehungsgebieten für den Luftaustausch und somit zur Verbesserung der lufthygienischen Situation.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden als Grundlage folgende Kartenwerke angefertigt:

- Themenkarte Gebäudevolumen (Kapitel 2.5.1)
- Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung (Kapitel 2.5.2)
- Klimaanalysekarte (Kapitel 2.6)
- Planungshinweiskarte (Kapitel 2.7)

Die ersten beiden Karten sind Grundlagen für die Klimaanalyse- und Planungshinweiskarte. Die Klimaanalysekarte enthält eine Zusammenschau der im Stadtgebiet relevanten Klimaphänomene und deren räumliche Verteilung. Um die Integration der Ergebnisse in die Planungsprozesse reibungslos zu gestalten, wurde aufbauend auf der Klimaanalysekarte eine Planungshinweiskarte (PHK) abgeleitet, in der die analysierten und vielschichtigen Ergebnisse zusammengefasst sind. Durch die vereinfachte Darstellung ist es möglich, schnell und eindeutig eine Einschätzung der klimatischen Bedeutung einer Fläche zu erhalten.

Es ist jedoch nicht nur notwendig auf die Ist-Situation zu reagieren, sondern auch die zu erwartenden Veränderungen (durch Stadtentwicklung und den Klimawandel) zu berücksichtigen. Daher werden in diesem Projekt zusätzliche Klimaanalysekarten erstellt, die zukünftige Entwicklungen durch die Stadtentwicklung und den zu erwartenden Klimawandelauswirkungen analysieren (Szenarienkarten, Kapitel 3).

[2.3. Methodik](#)

2.3.1. Allgemeines und Richtlinien

Basis für die Berechnungen und Darstellung bildet die aktuelle Fassung der VDI Richtlinie 3787 Blatt 1:2015-09 (Umweltmeteorologie - Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen) sowie die VDI 3787 Blatt 8: 2020-09 (Umweltmeteorologie - Stadtentwicklung im Klimawandel).

Richtlinien werden vor dem Hintergrund einer stadtplanerischen Anwendung erstellt, um mit einheitlicher Untersuchungsmethodik zur Ergebnisdarstellung und zur Bewertung des Stadtklimas zu kommen. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat sich zur Aufgabe gestellt, Richtlinien zu verfassen und Verfahren zur Erstellung von Klimakarten einheitlich zu regeln, um sie vergleichbar zu machen. Hierzu existieren einschlägige VDI Richtlinien.

In den einschlägigen Richtlinienblättern der Richtlinienreihe 3787 Verein Deutscher Ingenieure (VDI) werden außerdem folgende stadtklimatisch relevanten Fragestellungen dargestellt, wie sie auch in den Guidelines zum 5. EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation entwickelt wurden:

- räumliche Ausprägung und Wirksamkeit des Luftmassenaustauschs (Be- und Entlüftung);
- räumlich zeitliche Ausprägung der thermischen und lufthygienischen Aspekte des Stadtklimas, bzw. Auftreten von thermischen Belastungen (Besonnungs-, Verschattungsverhältnisse);
- räumliche Darstellung und Bewertung der Wirkungs- und Belastungsräume;
- energetische Optimierung durch Standortbestimmung aus der Stadtklimaanalyse mit Überwärmungsräumen und Kaltluftgebieten, Baudichte.

Wichtig zu beachten ist, dass die Stadtklimaanalyse für eine bestimmte Wetterlage durchgeführt wird. Eine geeignete Wetterlage für stadtklimatische Untersuchungen laut DMG (Deutsche Meteorologische Gesellschaft) ist:

„Für das Erkennen von lokalklimatischen Einzelheiten geeignete Wetterlagen sind von hohem Luftdruck geprägt, bei denen nur geringe Windgeschwindigkeiten auftreten und nur geringe oder keine Bewölkung vorhanden ist. Die geringe Windgeschwindigkeit verhindert die Zufuhr von neuen Luftmassen: innerhalb einer einheitlichen Luftmasse erreichen die lokalklimatischen Eigenheiten ihre größten Gegensätze. Geringe oder fehlende Bewölkung bewirkt einen sehr ausgeprägten Tagesgang nahezu aller Klimaelemente, z. B. Temperatur, Feuchte und Wind.“

2.3.2. Datengrundlagen

Für eine komplexe Abbildung der Ist-Situation ist eine entsprechende Datenbasis Grundvoraussetzung. Aus klimaökologischen Gesichtspunkten sind Faktoren wie Höheninformationen und Fließgewässer ein erster Anhaltspunkt, um die natürlichen Bedingungen abzubilden. Analog hierzu spielen natürlich die anthropogenen Einflüsse eine entscheidende Rolle. Gerade in den Städten hat die vom Menschen verursachte Veränderung der Erdoberfläche den größten und in den meisten Fällen auch negativsten Einfluss. Deshalb werden ebenso Daten bezüglich der Flächennutzung und Gebäudeinformationen benötigt. Je detaillierter die Eingangsdaten vorliegen, umso präziser und kleinteiliger können die Analysen ausfallen.

Neben den Geoinformationen ist das Wissen um klimarelevante Parameter von Bedeutung. Dabei ist die Lage eines verdichteten Stadtgebietes in Bezug auf Belüftung und regionale Windsysteme von besonderer Bedeutung. Daher wurde auch eine Messkampagne (21.07. bis 24.07.2021) durchgeführt, um die Simulationsergebnisse zu validieren (siehe Kapitel 2.4).

Für die Erstellung der Stadtklimaanalyse Innsbruck wurden folgende, von der Stadt Innsbruck zur Verfügung gestellte Datensätze verwendet:

Nr.	Datensatz	Datum (Stand)
1	Flächenwidmungsplan	2020
2	Naturstandkarte	2020
3	Gebäudepolygone	2020
4	3D-Modell Gebäude	2017 (aktualisiert)
5	Digitales Höhenmodell (DGM)	2017
6	Digitales Oberflächenmodell (DOM)	2017
7	Orthofoto	2019
8	Baumkataster	2020

Tabelle 2.1: Übersicht der digitalen Eingangsdaten

2.3.3. Analyseschritte

Folgende Analyseschritte werden im Zuge der Erstellung der Stadtklimaanalyse-Karten durchgeführt:

Relieftypisierung: Herausarbeitung klimatisch relevanter topografischer Faktoren (z. B. Höhenrücken, Täler, Hangneigungen, Exposition) und daraus ableitend Luftleitpotenzialbestimmung auf Basis des digitalen Höhenmodells von Luftbildern und topografischen Karten als wichtiges Ausgangsprodukt für die thermische und dynamische Analyse.

Strukturtypisierung: Herausarbeitung der v.a. nutzungsbedingten Oberflächenrauigkeit (so wird die Windwiderstandswirkung der Erdoberfläche bezeichnet. Stadt = sehr hohe Rauigkeit, Wasserfläche = sehr geringe Rauigkeit), differenziert nach klimatischer Relevanz (z. B. potenzielle Barrierewirkung bzw. Kanalisierung von Luftmassen), auf Basis der Nutzungsartflächen, topografischen Karten sowie Luftbildern als wichtiges Ausgangsprodukt für die dynamische Analyse.

Gebäudevolumen (→ Themenkarte Gebäudevolumen)

- Herausarbeitung der gebäudeabhängigen Barrierewirkung und der daraus resultierenden Minderung des Belüftungspotenzials auf Basis der Gebäudefläche und –höhe.
- Berechnung und Generalisierung des Volumens als Ausgangsprodukt für die dynamische Analyse.

Abflussbahnen und Abflussrichtungen: Herausarbeitung der orografisch bedingten Schneisen, die in Abhängigkeit von der Relieftypisierung, der Gebäudevolumina und der Strukturtypisierung berechnet werden konnten und als ergänzender Faktor für die dynamische Analyse eingesetzt werden.

Nutzungstypisierung: Herausarbeitung der thermischen Bedeutung unterschiedlicher Oberflächennutzungen und Zusammenfassung mikroklimatisch ähnlicher Nutzungen (z. B. potenzielles Kaltluftentstehungsgebiet, potenzielles Überwärmungsgebiet) auf Basis der Realnutzungskartierung, der Gebäudekartierung sowie der Luftbilder als wichtiges Ausgangsprodukt für die thermische Analyse.

Gebäudemasse

- Herausarbeitung der gebäudeabhängigen, thermischen Belastung durch die Wärmespeicherkapazität und Reflexion.
- Ableitung des physikalischen Verhaltens auf Grundlage der Gebäudekartierung (sowohl gesamtstädtisch als auch mikroklimatisch) als Ausgangsprodukt für die thermische Analyse.

Versiegelung der Oberflächen: Herausarbeitung der versiegelten Bereiche und Generalisierung bestimmter Gebietstypen. Zweidimensionale Betrachtung auf Grundlage der Realnutzungskartierung, der Gebäudekartierung sowie der Nutzungsartflächen als Ausgangsprodukt der thermischen Analyse.

Funktionsanalyse: Die Analyse erfolgt zunächst zweigleisig, unterteilt nach dynamischen und thermischen Aspekten. Anschließend wird die gegenseitige Einflussnahme im Sinne einer Wirkungsanalyse untersucht und entsprechend eingearbeitet.

Dynamische Analyse: Verknüpfung der dynamisch (und lufthygienisch) relevanten Erhebungsebenen untereinander (und damit Bestimmung z. B. der spezifischen Aktivität von Kalt-/Frischluftentstehungsgebieten).

Thermische Analyse: Verknüpfung der thermischen (und lufthygienischen) Nutzungseigenschaften untereinander sowie mit den dynamischen Einflussfaktoren des Reliefs und der Strömungsstruktur (Bestimmung z. B. des Auftretens von Kaltluftseen und des Abkühlungseinflusses auf Überwärmungsbereiche).

Funktionssynthese (→ Klimaanalysekarte)

Klimaanalysekarten stellen die Verknüpfung der dynamischen und thermischen Themenebenen in Bezug auf klimaökologische Potenziale, Defizite und Funktionen dar und symbolisieren damit eine idealtypische Wiedergabe der real existierenden flächenbezogenen, klimaökologischen Situation als Ausgangsbasis für die klimaökologische Bewertung.

Bewertung von Einzelaspekten/-kriterien (→ Planungshinweiskarte)

Auf Basis der Funktionsanalyse bzw. der Klimaanalysekarte sowie unter der Annahme von planerischen Fragestellungen der Bauleitplanung, erfolgt eine Bewertung sowohl der klimaökologischen Potenziale als auch der Defizitbereiche.

Hierzu werden die Klimatope der Klimaanalysekarte als einzelne Bewertungskriterien herangezogen, separat betrachtet und bewertet. Diese dienen als Ausgangsbasis für die zusammenfassende Gesamtbewertung.

2.4. Messkampagne

Zur Kontrolle und Kalibrierung der Simulationsergebnisse wurde für die Stadtklimaanalyse Innsbruck eine Messkampagne durchgeführt. Dafür wurden einerseits stationäre Messgeräte zum Einsatz gebracht, andererseits wurden Messfahrten von Schloss Ambras im Süden bis zum Friedhof Hötting im Norden durchgeführt. Wichtig zu beachten ist, dass die Stadtklimaanalyse für eine bestimmte Wetterlage durchgeführt wird. Eine geeignete Wetterlage für stadtklimatische Untersuchungen laut DMG (Deutsche Meteorologische Gesellschaft) ist:

„Für das Erkennen von lokalklimatischen Einzelheiten geeignete Wetterlagen sind von hohem Luftdruck geprägt, bei denen nur geringe Windgeschwindigkeiten auftreten und nur geringe oder keine Bewölkung vorhanden ist. Die geringe Windgeschwindigkeit verhindert die Zufuhr von neuen Luftmassen: innerhalb einer einheitlichen Luftmasse erreichen die lokalklimatischen Eigenheiten ihre größten Gegensätze. Geringe oder fehlende Bewölkung bewirkt einen sehr ausgeprägten Tagesgang nahezu aller Klimaelemente, z. B. Temperatur, Feuchte und Wind.“

Daher wurde die Messkampagne vom 21. bis 24. Juli 2021 bei eben dieser Wetterlage durchgeführt. Abbildung 2.1 zeigt die Verteilung der stationären Messstandorte in der Stadt. Die orangenen Punkte zeigen Temperaturreferenzstationen, die blauen Punkte jene für den Wind und die lila Punkte Referenzstationen für den Komfortindex PET. Verwendet wurden autarke, batteriebetriebene Sensoren in einer Strahlenschutzvorrichtung, damit die Messwerte durch die direkte Sonneneinstrahlung nicht verfälscht werden. Die Geräte waren „Onset Hobo“ Temperaturfühler im Strahlenschutzgehäuse. Dies ist dieselbe Messtechnik, wie sie auch im Projekt PIANO (siehe Seite 84) eingesetzt wurde. Diese Messungen sind notwendig, um die mobile Messfahrt (Start- und Zielort) zu kalibrieren und damit die korrekte thermische Einordnung und Qualität zu sichern. Eine Detailauswertung erfolgte diesbezüglich nicht.

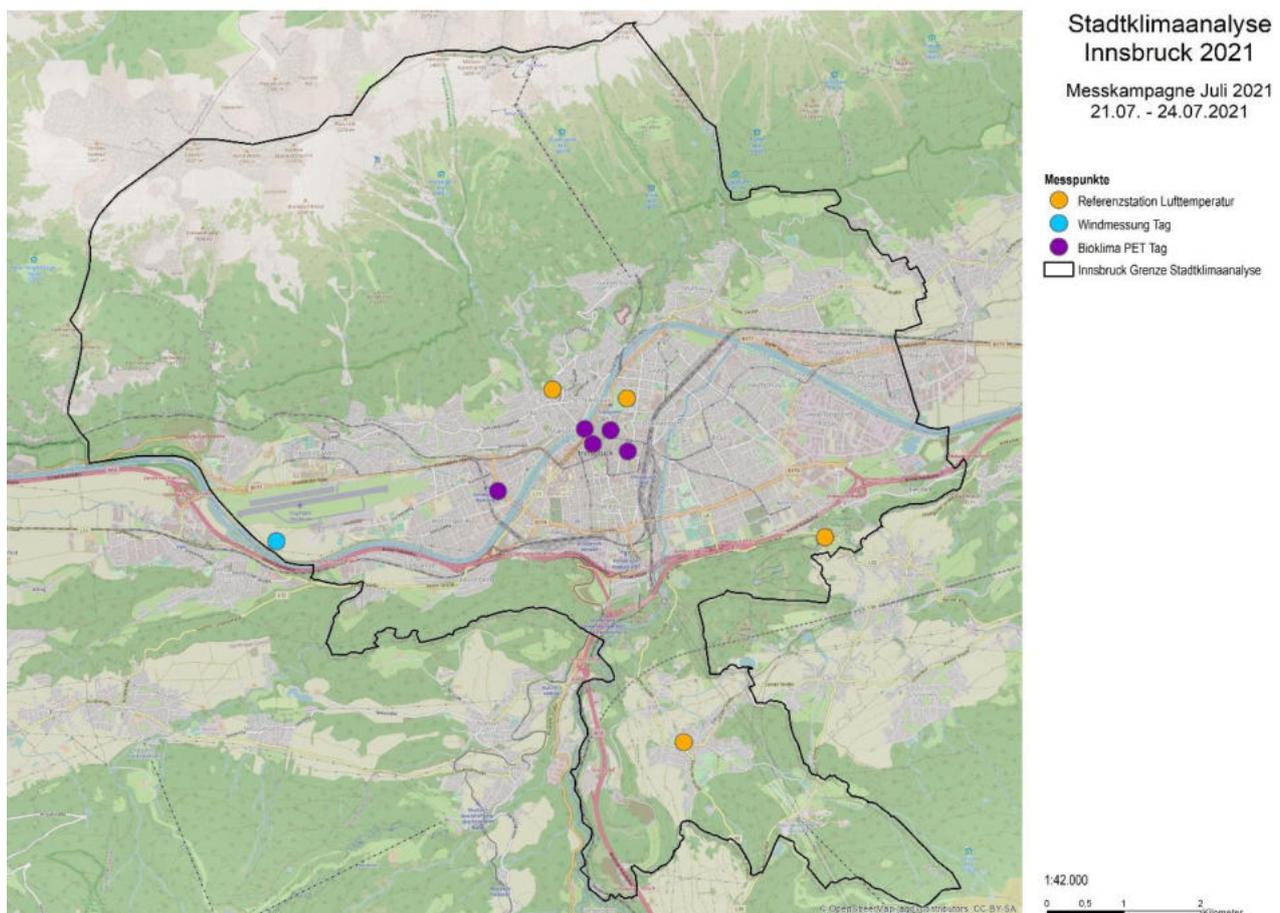


Abbildung 2.1: Übersicht der stationären Messpunkte während der Messkampagne von 21.-24.7.

Die Messfahrten wurden mit einem mobilen Sensoraufbau auf einem Lastenfahrzeug durchgeführt (siehe Abbildung 2.4). Die Messzeiträume waren zwischen 5:30 und 6:30 Uhr, 10:30 und 11:30 Uhr, 15:30 und 16:30 Uhr sowie zwischen 20:30 und 21:30 Uhr.

In Abbildung 2.2 ist das Ergebnis der Frühfahrt am 23.7.2021 dargestellt. Abbildung 2.3 zeigt das Ergebnis der Spätfahrt am 21.7.2021. Rechts im Bild zeigt die Legende die gemessene Lufttemperatur auf der Strecke.

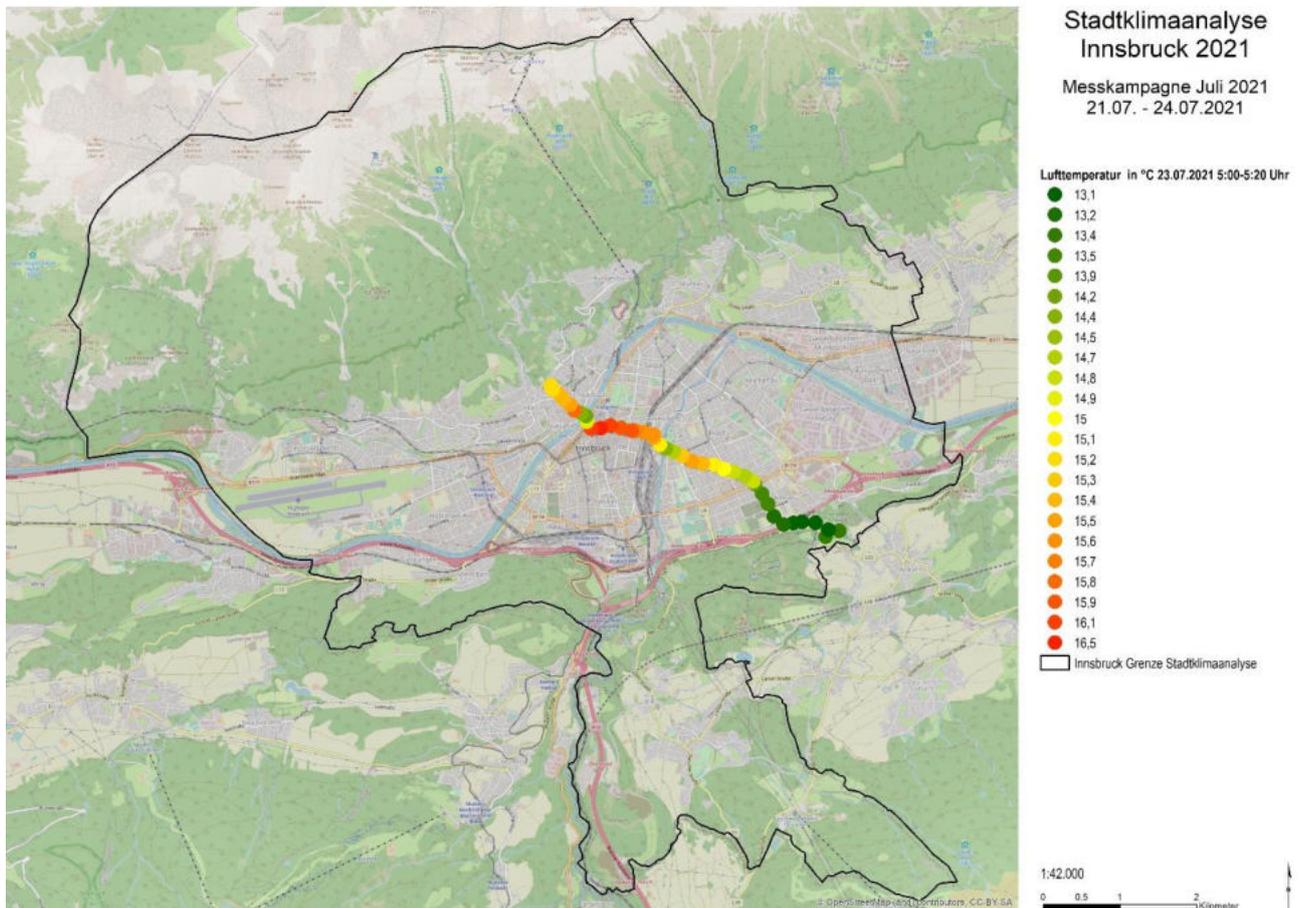


Abbildung 2.2: Ergebnis der Messfahrt in den Morgenstunden des 23.7.2021 Die Fahrtrichtung war von Süden nach Norden. Dargestellt ist die Lufttemperatur in °C.

Die Karte für die Frühfahrt lässt die städtische Wärmeinsel, wie sie sich kurz vor Sonnenaufgang darstellt, gut verfolgen. Bei Start in der Nähe von Schloss Ambras wurden 13,1°C gemessen. Bereits am Beginn der Amraser Straße steigt die Temperatur an. Kurz vor der Überquerung der Sill erreicht sie über 15°C. Der kühlende Einfluss der Sill ist durch einen kurzzeitigen Temperaturabfall (1,2°C im Vergleich zu den angrenzenden 250m entfernten Messungen) klar erkennbar. Bei der Durchquerung der Innenstadt wird die höchste Temperatur gemessen: 16,5°C. Auch die kühlende Wirkung des Inns ist zu sehen.

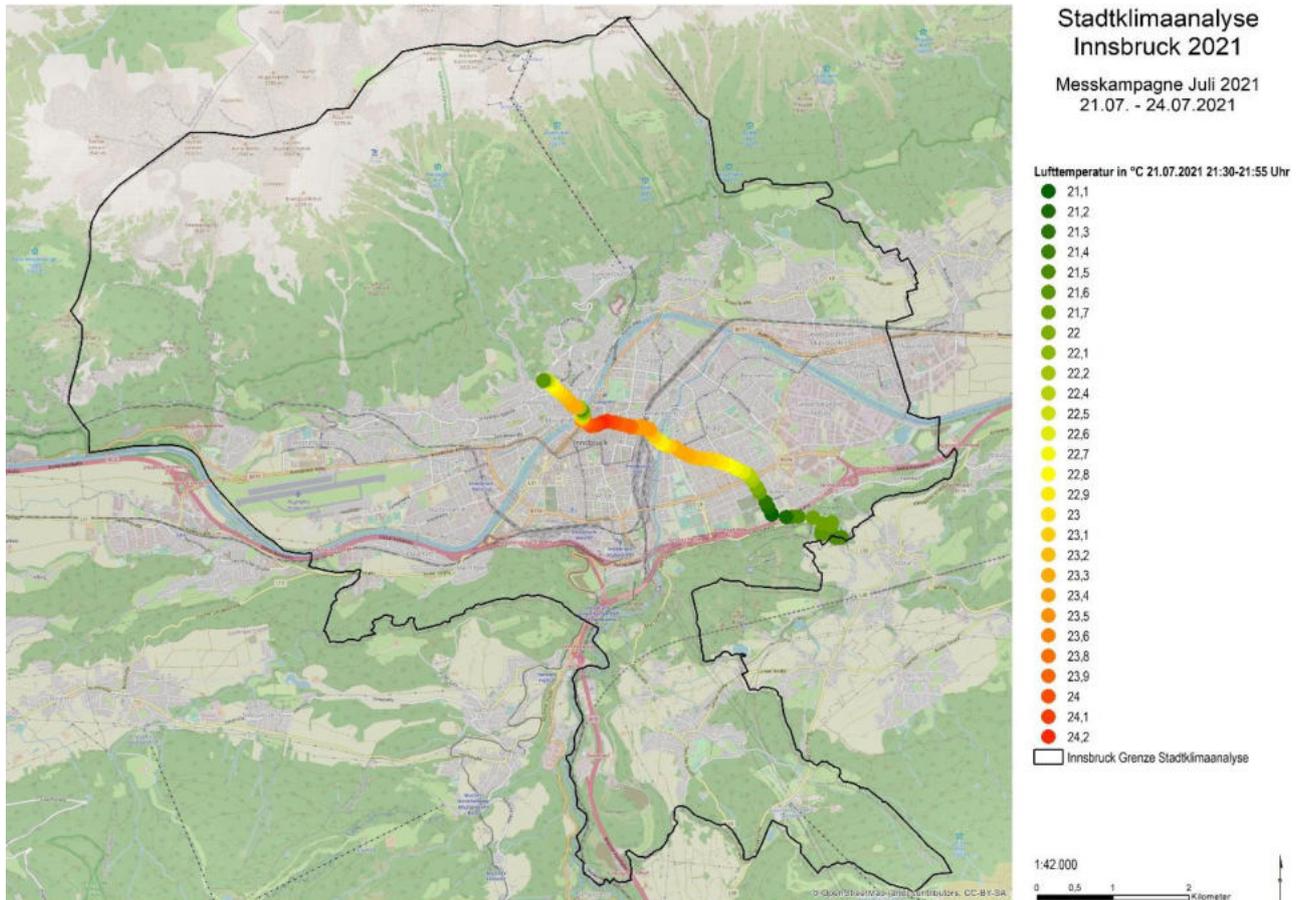


Abbildung 2.3: Ergebnis der Messfahrt in den Abendstunden des 21.7.2021 Die Fahrtrichtung war von Süden nach Norden. Dargestellt ist die Lufttemperatur in °C.

Bei der Spätfahrt (Abbildung 2.3) nach Sonnenuntergang ist im Wesentlichen ebenfalls ein Wärmeinseleffekt in der Innenstadt von rund 3 °C (in Relation zur Umgebung) erkennbar. Auffällig ist, dass die kühlende Wirkung von Inn und Sill noch nicht ausgeprägt ist. Das liegt an der kurzen Zeit, die seit Sonnenuntergang vergangen ist. Diese und andere detaillierten, kleinräumigen Unterschiede werden sich erst im Laufe der Nacht ausprägen.

Die Ergebnisse der Messfahrten und der stationären Messungen wurden verwendet, um die Berechnung der Klimaanalysekarte zu kalibrieren.



Abbildung 2.4: Ansicht der Messanordnung auf dem Elektro-Lastenrad. Das weiße Gehäuse ganz oben ist der Strahlenschutz, der den Temperaturfühler umgibt.

2.5. Themenkarten

2.5.1. Themenkarte Gebäudevolumen

Entsprechend des physikalischen Grundgesetzes der Energieerhaltung wird kurzweilige Sonnenstrahlung beim Auftreffen auf ein Objekt unter anderem in Wärmeenergie umgewandelt. Das Objekt wird erwärmt, speichert die Energie und gibt einen Teil dieser aufgenommenen Energie als langwellige Wärmestrahlung an die umgebende Atmosphäre ab. Dieser Prozess unterstützt die Ausprägung des städtischen Wärmeinseleffekts, da es zu einer verstärkten Speicherung von Energie in der bebauten Substanz, gefolgt von einer zeitlich verzögerten Abgabe (in der Nacht) kommen kann, wodurch sich die nächtliche Abkühlung des städtischen Raumes vermindert. Um sowohl die Speicherkapazität der eintreffenden Wärmestrahlungen als auch die Barrierewirkung der Bauwerke zu berücksichtigen, wurde die Themenkarte „Gebäudevolumen“ (Abbildung 2.5) angefertigt.

Eingangsdaten: Gebäudemodell Stadt Innsbruck, ergänzt durch Bauwerke im Bauprozess

Bearbeitung: Nachdem das Blockmodell (Gebäude mit Gebäudehöhen) angefertigt wurde, konnte das mittlere Gebäudevolumen flächendeckend für das Untersuchungsgebiet berechnet werden.

Hierbei wurde auf Basis eines Datensatzes mit 1 Meter horizontaler Auflösung das Maximum des Gebäudevolumens (100%) bei einer Höhe von 30 m festgelegt.

Um im stadtklimatischen Maßstab diese Informationen weiterverarbeiten zu können, wurden die Ergebnisse auf eine 30 Meter Auflösung aggregiert. Das Ergebnis zeigt die statistische Verteilung von Kubikmeter Bauvolumen pro Quadratmeter Flächeneinheit (siehe Themenkarte „Gebäudevolumen“). Diese Informationen fließen hauptsächlich in die Betrachtung der Wärmespeicherung ein, teilweise werden Parameter von der dynamischen Berechnung der Bodenrauigkeit genutzt.

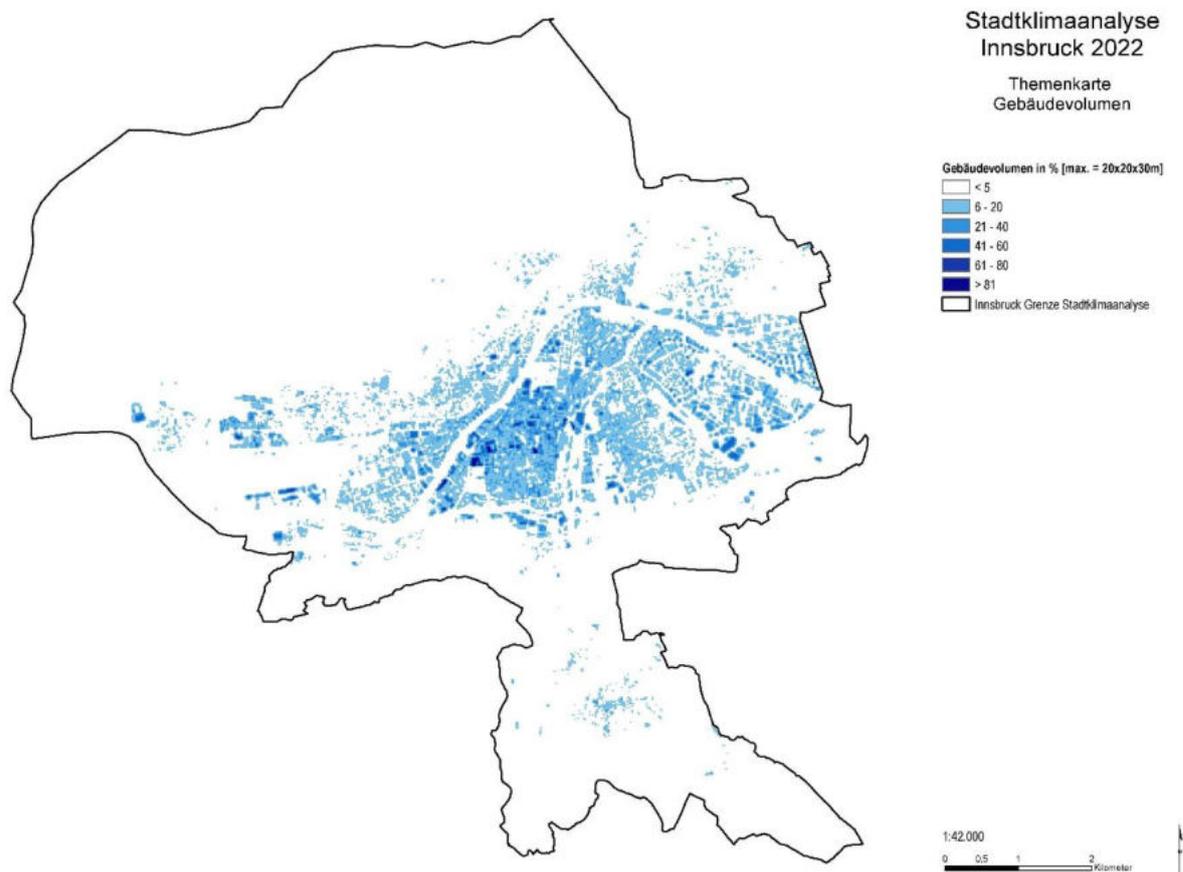


Abbildung 2.5: Ansicht der Themenkarte Gebäudevolumen

2.5.2. Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung

Die Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung zeigt die Zusammenschau der relevanten dynamischen Komponenten des Innsbrucker Stadtklimas. Zur Berechnung des Kaltluftgeschehens wurde die Software KLAM_21 eingesetzt.

KLAM 21 ist ein 2-dimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell des Deutschen Wetterdienstes zur Berechnung von Kaltluftflüssen und -ansammlungen in orographisch gegliedertem Gelände. Als Ergebnis erhält man die flächenhafte Verteilung der Kaltluflhöhe und ihrer mittleren Fließgeschwindigkeit, oder der Volumenströme zu beliebig abgreifbaren Simulationszeitpunkten (DWD 2016).

Eingangsdaten: Flächenwidmung, Versiegelungsklassen und DGM

Bearbeitung: Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. Zu diesem Zeitpunkt wird eine annähernd adiabatisch geschichtete Atmosphäre vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Lufttemperatur und der Luftdichte vorhanden sind. Es werden während der gesamten

Nacht gleichbleibend gute Ausstrahlungsbedingungen, das heißt eine geringe Bewölkung, angenommen (DWD 2016).

Für die Stadtklimaanalyse Innsbruck wurde eine sehr feine horizontale Auflösung von 10 Meter je Gitterzelle gewählt, um möglichst genaue Aussagen zu den extremen topografischen Bedingungen und den klimatischen Wechselwirkungen der kaltluftproduzierenden Flächen treffen zu können.

In Abbildung 2.6 sind die Ergebnisse in Form der Kaltfluthöhe 120 Minuten nach Sonnenuntergang und die Durchlüftung abgebildet.

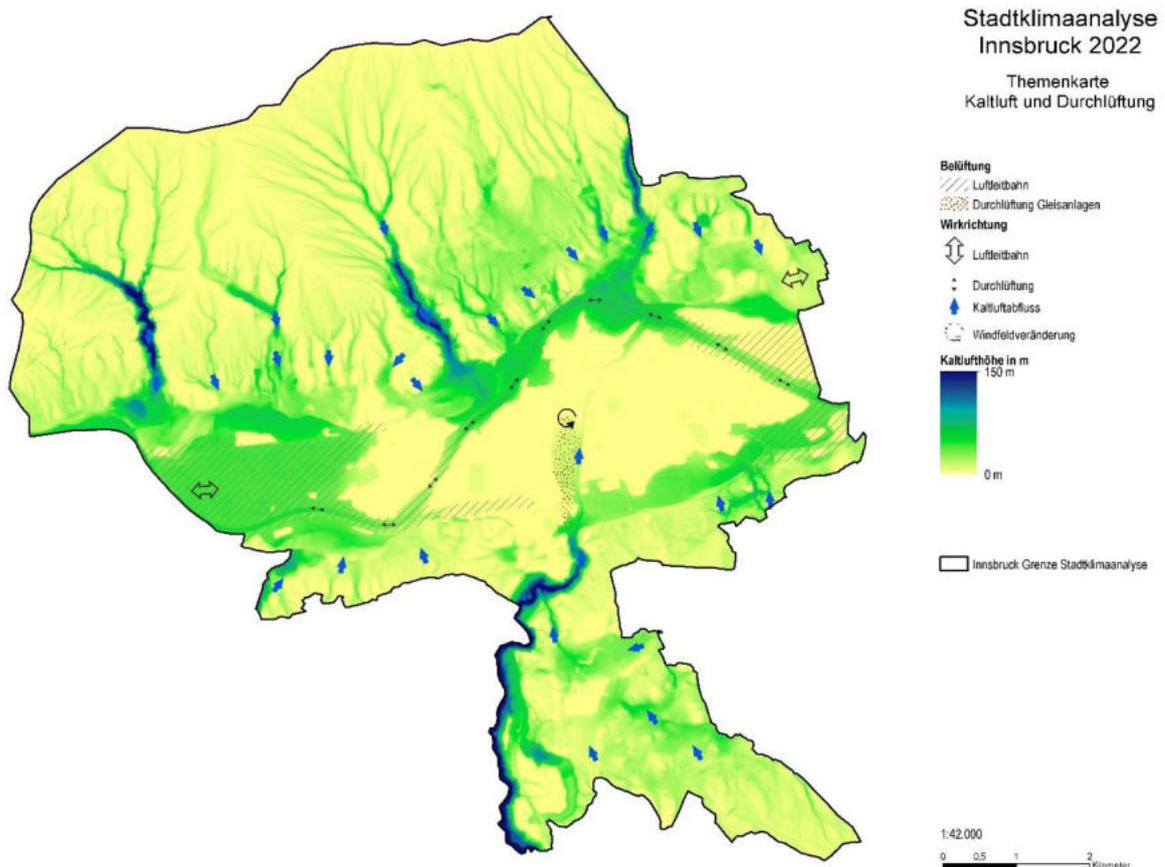


Abbildung 2.6: Ansicht der Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung

2.6. [Klimaanalysekarte](#)

Die Klimaanalysekarte liefert eine Zusammenschau der dynamischen und thermischen Komponente des Stadtklimas. Sie ist eine flächendeckende, detaillierte Analyse der stadtklimatischen Ist-Situation.

Anhand der Klimaanalysekarte sollen flächenbezogene Aussagen ermöglicht werden. In der generierten Klimaanalysekarte (früher: Klimafunktionskarte) können die klimatischen Wechselwirkungen der Klimatope (d. h. Gebiete ähnlicher mikroklimatischer Ausprägung) sowie lokale als auch regionale dynamische Prozesse (z. B. Luftleitbahnen, Kalt- und Frischluftabflüsse) abgelesen werden.

2.6.1. Methodik zur Erstellung der Klimaanalysekarte

In den VDI Richtlinien (insbesondere VDI RL 3787 Blatt 1) wird die Vorgehensweise zur Generierung einer Klimaanalysekarte festgelegt. Hauptsächlich werden diese Gutachten für Ballungsräume und größere Städte erstellt. Die Anwendung der VDI Richtlinien macht eine Vergleichbarkeit zwischen Städten möglich. Grundlage ist stets die Analyse der Ist-Situation, also eine möglichst präzise Abbildung der realen Klimafunktionen im Untersuchungsraum. Diese Analyse der Ist-Situation wurde zudem messtechnisch erfasst und validiert (siehe Kapitel 2.4).

Die Klimaanalysekarte liefert eine Zusammenschau der dynamischen und thermischen Komponente des Stadtklimas. Daher fließen bei der Berechnung der Klimaanalysekarte viele verschiedene Informationen mit ein. Bei der statistischen Verknüpfung verschiedenster Sachinformationen ist die Gewichtung bzw. die Einflussnahme der einzelnen Faktoren von großer Bedeutung. Da diese Faktoren aus klimatischen Gründen von Untersuchungsraum zu Untersuchungsraum unterschiedlich sind, besteht derzeit noch kein automatisiertes System zur Erstellung einer Klimaanalysekarte (Lohmeyer 2008). Die prinzipielle Vorgehensweise zur Erstellung einer Stadtklimaanalyse nach Lohmeyer ist in Abbildung 2.7 zu sehen.

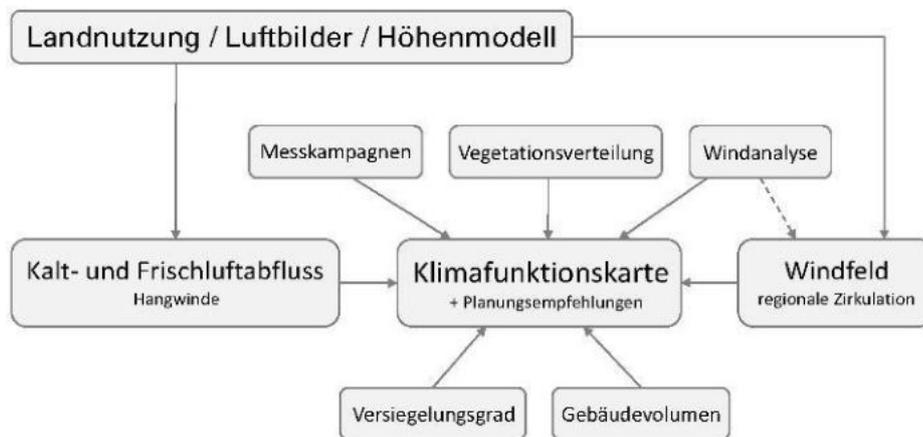


Abbildung 2.7: Prinzipielle Vorgehensweise zur Erstellung einer Stadtklimaanalyse nach Lohmeyer 2008.

Klimatische Rahmenbedingungen sind sehr heterogen, was durch die geografische Lage, die absolute Höhe über dem Meeresspiegel des Untersuchungsgebietes oder durch eine kontinentale bzw. maritime Beeinflussung verursacht wird. Neben diesen übergeordneten Faktoren gibt es eine Vielzahl kleinräumiger Einflüsse. Auf einer kleineren Skala können unterschiedliche Effekte, wie Binnengewässer oder Tallagen, die örtlichen klimatischen Verhältnisse stark prägen. Somit ist eine vorge-schaltete klimatische Erst-Einschätzung unumgänglich, wobei entsprechend ein größerer Ausschnitt, als der abgegrenzte Untersuchungsraum zu betrachten ist.

Für die Erstellung der Klimaanalysekarte erfolgte zunächst eine Gruppierung von Einflussfaktoren in die beiden klimatischen Komponenten Dynamik und Thermik. Diese beiden Komponenten haben einen unterschiedlichen Einfluss auf die jeweiligen Ebenen des Stadtklimas. Durch geeignete Funktionen und Algorithmen mit anschließenden Generalisierungen (modulares GIS Verfahren nach VDI 3787 Blatt 1) wird das Produkt in Form der Klimaanalysekarte aggregiert. Ein Überblick über die Methodik ist in Abbildung 2.8. zu sehen; Details zu den Arbeitsschritten finden sich in Kapitel 2.3.3.

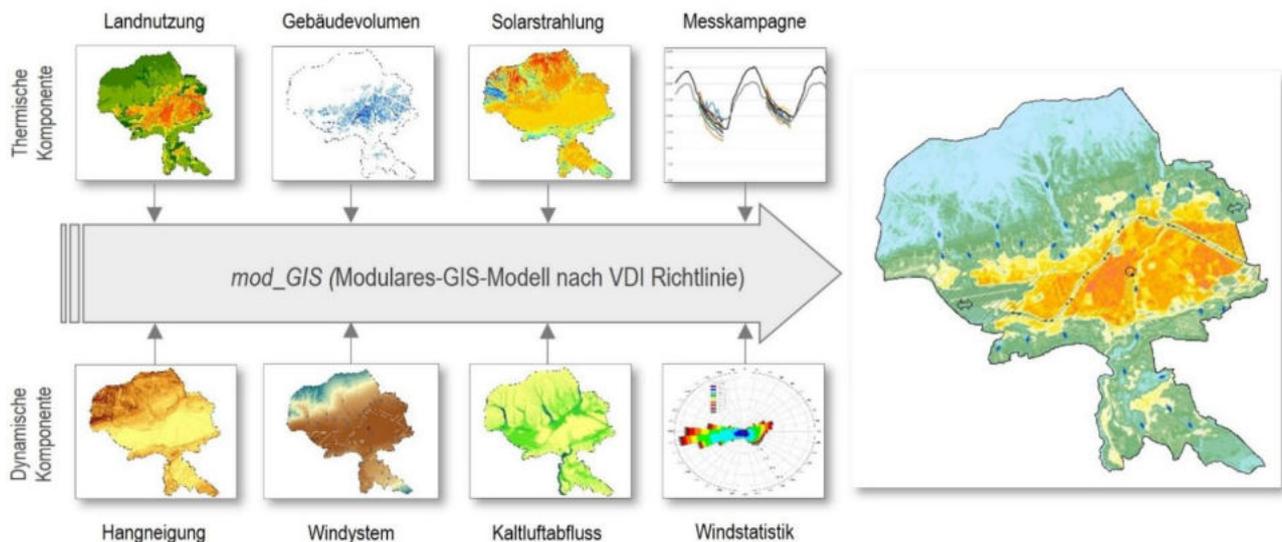


Abbildung 2.8: Schematische Darstellung der angewandten Methode.

Die dynamische Komponente beinhaltet Luftbewegungen unterschiedlicher Skalierung wie Frisch- und Kaltluftabflüsse, regionale Strömungen und synoptische Winde. Eine zusätzliche, entscheidende Komponente der Dynamik ist die Einflussnahme der Hangwinde. Diese Strömungen entstehen durch das Berg-Tal-Windsystem, das tagesperiodisch auftritt und gerade bei einem ausgeprägten Relief an Mächtigkeit gewinnen kann (Häckel 1985). Diese Einflussgröße wurde auf Grundlage des Digitalen Geländemodells (DGM) berechnet. Weitere Kriterien wie Rauigkeitslängen der Erdoberfläche (städtische Porosität) wurden ebenfalls in diese Rechenschritte integriert, um das Belüftungssystem realgetreu darzustellen. Die Zusammenschau der dynamischen Komponente bietet die Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung in Kapitel 2.5.2.

Das klimatische Wechselspiel beinhaltet neben der Belüftungssituation die thermischen Eigenschaften der Erdoberfläche. Für die thermische Komponente des Stadtklimas sind die Landnutzung, das Gebäudevolumen (eigene Themenkarte siehe Kapitel 2.5.1) und die Vegetationsverteilung entscheidend. Da diese Komponente die Basis darstellt und dementsprechend flächendeckend kartiert sein muss, wurde als Grundlage der aktuelle Stadtatlas verwendet, um eine Kategorisierung vornehmen zu können. Dieser detaillierte Eingangsdatensatz wurde um weitere Einflussfaktoren ergänzt, wobei der Oberflächenversiegelungsgrad Aufschluss über die Wärmespeicherkapazität gibt und Freiflächen mit niedriger Oberflächenrauigkeit Kaltluftentstehungsflächen darstellen. In diesem Zusammenhang ist die Albedo der Oberfläche eine zentrale Größe (Kupski 2017), da unterschiedliche Reflexions- und Absorptionsverhalten maßgeblich den Wärmehaushalt der städtischen Grenzschicht bestimmen (Oke 2006). In diesem Themenfeld ist der Effekt der Wärmeinsel Stadt besonders gut erkennbar, denn durch die Erwärmung der künstlichen Baumaterialien, gekoppelt mit der hohen Wärmespeicherleistung und der langsamen Abkühlrate, werden gerade in den Nachtstunden höhere Lufttemperaturen als im unbebauten Umland verursacht (Hupfer, Kuttler 1998; Baumüller 1995 et. al).

In der schlussendlich aggregierten Klimaanalysekarte wird die thermische und dynamische Komponente durch eine Einteilung in sogenannte Klimatope (siehe Kapitel 2.6.2) dargestellt.

2.6.2. Klimatope und Kategorien der thermischen Komponente

Um die thermische und dynamische Komponente des Stadtklimas darzustellen, erfolgt in der Klimaanalysekarte eine Einteilung in sogenannte Klimatope. Klimatope bezeichnen räumliche Einheiten, in denen die mikroklimatisch wichtigsten Faktoren relativ homogen und die mikroklimatischen Bedingungen wenig unterschiedlich sind (VDI RL 3787 Blatt 1).

In der Klimaanalysekarte erfolgt –basierend auf Klimatope nach VDI – eine Einteilung in sechs Kategorien. Die Namen der **Kategorien** sind Reizklima, Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiet, Frischluftentstehungsgebiet, Misch- und Übergangsklimate, Überwärmungspotential, Moderate Überwärmung, Starke Überwärmung. Die letzten drei Kategorien stehen für unterschiedliche Grade der Überwärmung, und somit für unterschiedlich starke thermische Belastung der Bevölkerung. Für die Einordnung in diese Kategorien war die Orientierung nach einer der folgenden **sechs Klimatope** nach VDI Klimateigenschaft ausschlaggebend: Freilandklima, Waldklima, Klima innerstädtischer Grünflächen, Vorstadtklima, Stadtklima, Innenstadtklima. Die Legende, die auf dem Kartenwerk erscheint, enthält neben Kategorie und Namen eine kurze Beschreibung zur Einordnung der Funktionen. Die klimaökologische Wertigkeit ist an der linken Seite angedeutet und verläuft von sehr wertvoll (+) für die naturnahen Klimatope (blau und grün) bis hin zu defizitär (-) für die Belastungsbereiche (gelb und rot).

Eine wichtige Grundlage für die Charakterisierung der Klimatope ist der thermische Index PET. Er beschreibt und bewertet die Eigenschaften und die Wirkung der Klimatope der Klimaanalysekarte auf den Menschen und vermittelt das Stressniveau. Grundlage bilden die Untersuchungen über das thermische Empfinden aus verschiedenen Forschungsprojekten, z.B. im Rahmen der „Klimazwei-Projekte“ (Katzschner et al., 2010).

Im Folgenden werden die verwendeten Klimatope (In Summe 11 Klimatope, 6 nach VDI Klimateigenschaft, zusätzlich 4 implizite Klimatope und das eigens für Innsbruck erstellte Reizklima), basierend auf den Erläuterungen in der VDI RL 3787 Blatt 1, beschrieben. Die 4 impliziten Klimatope sind in der Karte nicht sichtbar, werden jedoch inhaltlich berücksichtigt.

Reizklima

Um der extremen Topografie im Stadtgebiet von Innsbruck gerecht zu werden, wurde das Klimatop „Reizklima“ entwickelt und in die Klimaanalyse eingebunden. Reizklima ist ein Klimatyp, dessen Eigenheiten den Stoffwechsel und die Gesamtaktivität des Körpers eines Patienten „reizen“ im Sinn von „anregen“ soll. Darunter fallen neben dem Hochgebirge auch Küstenregionen. Luftkurorte befinden sich aufgrund der positiven gesundheitlichen Wirkung oftmals in Bereichen mit Reizklima. Im Stadtgebiet von Innsbruck sind das die Hochgebirgsbereiche der Nordkette. Sie zeichnen sich durch Hochgebirgsklima mit kurzen Sommern und langen, kalten Wintern mit monatelanger, geschlossener Schneedecke aus. Entstehungsgebiete für Kaltluft und Kaltluftleitbahnen sind für diese – größtenteils unbewohnten - Gebiete charakterisierend. Damit treten sie in warmen Sommernächten mit den besiedelten Talbereichen in Wechselwirkung.

Gewässerklima (implizit vorhanden)

Aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser, kommt es an den Oberflächen von Gewässern zu nur schwachen tagesperiodischen Temperaturschwankungen, das heißt Wasserflächen sind am Tag relativ kühl und nachts vergleichsweise warm. Sie können daher das lokale Klima stark beeinflussen.

Jedoch bleibt ihr klimatischer Einfluss in der Regel lediglich auf das Gewässer selbst und die unmittelbaren Randbereiche beschränkt.

Ein positiver Effekt für die klimatische Situation wird durch die geringe Rauigkeit von Gewässerflächen bewirkt, wodurch Austausch- und Ventilationsverhältnisse begünstigt werden. Dadurch ist eine Wirkung als funktionstüchtige Luftleitbahn möglich.

Freilandklima (Kategorie: Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiet)

Freilandklimatope stellen sich überwiegend über unbewaldeten, vegetationsbestandenen Außenbereichen ein. Sie zeichnen sich durch ungestörte Tagesgänge von Lufttemperatur und -feuchte und weitgehend unbeeinträchtigte Windströmungsbedingungen aus und wirken als Kaltluftentstehungsgebiete. Da in den Freilandbereichen selten Emittenten für Luftschadstoffe vorkommen und bei geeigneten Wetterlagen in den Nachtstunden Kaltluftmassen gebildet werden, können diese Bereiche eine sehr hohe Ausgleichsfunktion für die human-biometeorologisch und lufthygienisch belasteten, bebauten Bereiche besitzen.

Waldklima (Kategorie: Frischluftentstehungsgebiet)

Das Klima im Stammraum eines Waldes wird durch den Energieumsatz (verminderte Ein- und Ausstrahlung) bestimmt. Dichte und höher wachsende Baumvegetation führt zu gedämpften Tagesgängen von Lufttemperatur und -feuchte sowie zu niedrigen Windgeschwindigkeiten im Bestand. Das Kaltluftentstehungsgebiet befindet sich oberhalb des Kronenraums. Deshalb sind Waldgebiete auf geeigneten Flächen hochrelevant für die Entstehung von Kaltluft/Frischluft und deren Dynamik. Waldflächen erweisen sich aufgrund sehr geringer thermischer und human-biometeorologischer Belastungen als wertvolle Regenerations- und Erholungsräume. Darüber hinaus übernehmen Wälder bei geringen oder fehlenden Emissionen die Funktion als Frischluft- und Reinluftgebiete, können jedoch aufgrund der hohen Rauigkeit keine Luftleitfunktion übernehmen.

Klima innerstädtischer Grünflächen (Kategorie: Misch- und Übergangsklimate)

Die klimatischen Verhältnisse innerstädtischer Park- und Grünanlagen sind zwischen denen von Freiland- und Waldklima einzustufen. Dabei variiert die klimatische Reichweite von Parkflächen in Abhängigkeit von der Größe und Form der Parkanlagen, deren Ausstattung sowie von der Anbindung an die Bebauung oder Durchlüftungsbahnen.

Die Klimawirksamkeit von Grünflächen beschränkt sich je nach Größe, Relief und Rauigkeit auf die Fläche selbst (Mikroklimaeffekt), kann jedoch auch stadtklimatisch positive Fernwirkungen aufweisen. Verschiedene Untersuchungen und Modellierungen haben gezeigt, dass mikroklimatische Kühlungseffekte in Abhängigkeit der Verdunstungsleistung und Beschattung auch bei geringer Flächengröße nachweisbar sind. Bei einer engen Vernetzung können kleinere Grünflächen zur Abmilderung von Wärmeinseln beitragen, u. a. indem sie den Luftaustausch fördern.

Vorstadtklima (Kategorie: Überwärmungspotential)

Das Klimatop ist dem Übergangsbereich zwischen Freilandklima und dem Klima bebauter Flächen zuzuordnen und wird durch eine grüngerprägte Flächennutzung und Oberflächenstruktur geformt. Es überwiegt der Einfluss des unbebauten Geländeanteils. Dieser Klimatoptyp ist charakteristisch für die Vorstadtsiedlungen, Gartenstädte oder Ortsränder, die darüber hinaus oft im unmittelbaren Einflussbereich des Freilands stehen und dadurch günstige bioklimatische Verhältnisse aufweisen. Das Klima in den Vorstadtsiedlungen zeichnet sich durch eine leichte Dämpfung der Klimatelemente

Lufttemperatur, -feuchte, Wind und Strahlung aus. Die Windgeschwindigkeit ist niedriger als im Freiland, aber höher als in der Innenstadt.

Stadtrandklima (implizit vorhanden)

Das Stadtrandklima unterscheidet sich vom Vorstadtklima durch eine dichtere Bebauung und einen geringeren Grünflächenanteil. Dennoch handelt es sich um Bereiche mit einer lockeren Bebauung und einer relativ günstigen Durchgrünung. Hieraus resultiert eine nur schwache Ausprägung von Überwärmung, zumeist kann von einem ausreichenden Luftaustausch sowie eher günstigen bioklimatischen Bedingungen in diesen Gebieten ausgegangen werden.

Stadtklima (Kategorie: Moderate Überwärmung)

Charakteristisch für das Stadtklima ist eine überwiegend dichte, geschlossene Zeilen- und Blockbebauung mit hauptsächlich hohen Baukörpern und Straßenschluchten. Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad, die ausgeprägten Oberflächenrauigkeiten und geringen Grünflächenanteile ist der Stadtkörper während austauscharmer Strahlungsnächte deutlich überwärmt. Tagsüber treten hohe Strahlungstemperaturen auf, die zu Hitzestress führen. Die dichte städtische Bebauung verursacht ausgeprägte Wärmeinseln mit eingeschränkten Austauschbedingungen, die mit zeitweise ungünstigen human-biometeorologischen Verhältnissen und erhöhter Luftbelastung verbunden sind und das Stadtklima prägen.

Innenstadtklima (Kategorie: Starke Überwärmung)

Kennzeichnend für das Innenstadtklima sind ein sehr hoher Versiegelungsgrad, hohe Oberflächenrauigkeit sowie ein geringer Grünflächenanteil, der lediglich durch Einzelbäume im Straßenraum sowie kleine Rasenflächen, zum Teil mit Strauchvegetation als Straßenbegleitgrün, charakterisiert ist. Aufgrund dieser Eigenschaften weist das Innenstadtklima die stärksten mikroklimatischen Veränderungen im Stadtgebiet auf. Hierzu zählt vor allem der starke Wärmeinseleffekt, bedingt durch die Wärmespeicherfähigkeit der städtischen Oberflächen und die starken Windfeldveränderungen, die sich in den straßenparallelen Be- und Entlüftungssituationen widerspiegeln. Human-biometeorologisch ist dies sehr ungünstig.

Gewerbe-/Industrieklima (implizit vorhanden)

Gewerbebetriebe mit den dazugehörigen Produktions-, Lager- und Umschlagstätten prägen das Mikroklima maßgeblich. Bedingt durch den hohen Versiegelungsgrad in Kombination mit erhöhten Emissionen an Produktionsstätten kommt es verstärkt zu lufthygienischen und human-bioklimatischen Belastungssituationen. Zu diesen Flächen zählen auch häufig Sonderflächen, wie militärisch genutzte Flächen usw.

Gleisanlagen (implizit vorhanden)

Extremer Lufttemperaturtagesgang, trocken, nachts mögliche Kaltluftleitbahnen, geringe Strömungshindernisse.

2.6.3. Exkurs: Der stadtklimatische Bewertungsindex PET

Grundlage der analysierten Klimatope in der Klimaanalysekarte und für die Einteilung der thermischen Komponente in unterschiedliche Belastungskategorien bildet der stadtklimatische Bewertungsindex „physiologisch äquivalente Temperatur“ (PET) (vgl. Höppe 1999).

Die biometeorologische Kenngröße PET beschreibt unter Berücksichtigung der thermophysiologischen Zusammenhänge das thermische Empfinden des Menschen (Brandenburg und Matzarakis, 2007), und ist somit eine physikalische Kenngröße für das Wohlbefinden, das vom thermischen Wirkungskomplex abhängig ist (siehe Abbildung 2.9). Dabei liegt das Behaglichkeitsniveau des Menschen bei einem PET-Wert von 24°C. Neutralität herrscht dann, wenn so viel Wärme vom menschlichen Körper aufgenommen wird, wie selbstständig wieder abgegeben werden kann.

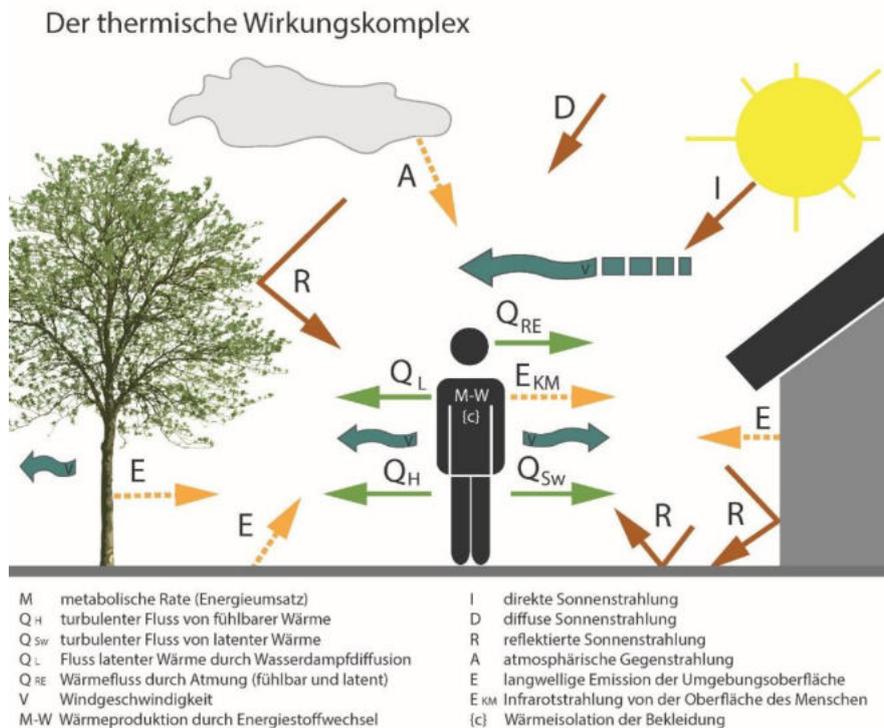


Abbildung 2.9: Schema "Thermischer Wirkungskomplex". Dargestellt sind die unterschiedlichen Parameter, die sich auf den Wärmehaushalt des Menschen auswirken. Durch planerische Eingriffe können diese Bedingungen beeinflusst werden (nach dem Klima-Michel-Modell, DWD).

Um Fehlinterpretationen vorzubeugen, werden die PET-Werte (angegeben in °C) in Abhängigkeit des Stressniveaus des Menschen in die Kategorien der Tabelle 2.2 eingeordnet.

PET (°C)	subjektives Empfinden	Stressniveau
> 42	sehr heiß	extremer Hitzestress
35 - 41	heiß	starker Hitzestress
29 - 34	sehr warm	moderater Hitzestress
25 - 28	warm	schwacher Hitzestress
18 - 24	neutral	kein thermischer Stress
13 - 17	kühl	schwacher Kältestress
< 13	kalt	Kältestress

Tabelle 2.2: Bereiche von Hitzestress in Abhängigkeit des Bewertungsindex PET (Katzschner et al. 2010).

2.6.4. Dynamische Komponente: Klimaphänomene

Die dynamische Komponente des Stadtklimas fließt in die Einteilung der Klimatope mit ein. Zusätzlich wird die dynamische Komponente in der Klimaanalysekarte, als auch in der Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung, durch Schraffuren und Symbole verdeutlicht.

Im Folgenden werden die dargestellten Klimaphänomene, basierend auf den Erläuterungen in der VDI RL 3787 Blatt 1, beschrieben:

Kaltluftbahn/ Kaltluftabflussrichtung

Der Kaltluftabfluss ist ein thermisches, während der Nacht induziertes Windsystem (Hangabwind). Dabei beginnt die am Hang bodennah erzeugte Kaltluft nach Sonnenuntergang abzufließen. Idealer Untergrund für die Kaltluftproduktion sind Wiesen und Felder. Aber auch Wälder und andere unversiegelte oder nur teilweise versiegelte Flächen dienen der Kaltluftproduktion. Die abkühlende Luft ist schwerer als die warme Tagesluft, wodurch sie durch die Schwerkraft angetrieben zu fließen anfängt.

Diese, durch Temperatur- und Dichteunterschiede entstehenden, bodennahen Kaltluftabflüsse, initiieren und/oder verstärken das nächtliche Windsystem. Generell beeinflusst Kaltluft das lokale Klima signifikant. Die vertikale Mächtigkeit der Kaltluftabflüsse ist auf wenige Dekameter beschränkt.

Neben der Stärke des Abflusses ist es entscheidend, ob durch die Kaltluft unbelastete (=Frischluft) oder belastete Luftmassen herab transportiert werden. Kaltluft kann sich zudem an Hindernissen aufstauen und in Senken und Tälern ansammeln (Sammelgebiete). In der Regional- und Stadtplanung sind Entstehungsgebiete, Sammelgebiete und Abflüsse der Kaltluft zu berücksichtigen.

In den Wirkungsräumen trifft die Kaltluftabflussbahn in Siedlungsräume ein, wo Bewohner*innen von geringeren nächtlichen Minimumtemperaturen und damit verbundenen bioklimatischen Vorteilen profitieren.

Luftleitbahn

Während die vorher beschriebenen Kaltluftbahnen ein Phänomen windschwacher, ungestörter Sommernächte sind, handelt es sich bei der Leitbahn ganz allgemein um einen bevorzugten Korridor durch die Stadt, den eine bodennahe Luftströmung nimmt.

Durch Ausrichtung, Oberflächenbeschaffenheit und Breite stellt eine Luftleitbahn eine bevorzugte Fläche für den bodennahen Luftmassentransport dar. Luftleitbahnen, häufig auch als Ventilationsbahnen bezeichnet, sind durch geringe Rauigkeit (keine hohen Gebäude, nur einzelnstehende Bäume), möglichst geradlinige oder nur leicht gekrümmte Ausrichtung und größere Breite (möglichst in einem Längen-/Breitenverhältnis 20:1) gekennzeichnet. Sie ermöglichen den Luftmassenaustausch zwischen Umland und Stadt. Die Wirksamkeit hängt von der Windverteilung ab, in Kombination mit der Ausrichtung der Luftleitbahn. Ferner können Luftleitbahnen vor allem bei Schwachwindlagen von großer Bedeutung für die klimatische Entlastung innerstädtischer Gebiete sein. Das Relief kann die Funktion als Luftleitbahn unterstützen. Effiziente Luftleitbahnen werden z. B. durch breite Flussauen gebildet. Breite, geradlinige Straßen oder Bahnanlagen können auch Luftleitbahnen darstellen. Luftleitbahnen können je nach Nutzung und Emissionseintrag lufthygienisch und thermisch beeinträchtigt sein.

Durchlüftungsbahn

Als Durchlüftungsbahnen werden klimarelevante Luftleitbahnen mit unterschiedlichem thermischem und/oder lufthygienischem Niveau bezeichnet, auf denen bei austauscharmen und/oder austauschreichen Wetterlagen lufthygienisch belastete oder unbelastete Luftmassen mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften in das Zielgebiet, hier die Stadt, transportiert werden.

Windfeldveränderung

Durch das Symbol Windfeldveränderung soll auf erhöhte turbulente Windgeschwindigkeitsänderungen (Böigkeit) oder drastische Windrichtungsänderungen (Wirbelbildung, Umströmung) hingewiesen werden. An diesen Stellen verursachen Cluster von hohen Bauwerken massive Störungen des natürlichen Windfeldes. Die allgemein gültige Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe gilt in solchen Bereichen nicht mehr. Das Windfeld ist dort chaotisch, was durch Böigkeit, Wirbelbildung und Kanalisierung charakterisiert ist. Stellenweise kann das modifizierte Windfeld Geschwindigkeiten aufweisen, die bis zu doppelt (oder in Extremfällen sogar bis zu dreimal) so hoch sind wie die natürlichen Windgeschwindigkeiten.

2.6.5. Legende der Klimaanalysekarte

Die Legende der Klimaanalysekarte beschreibt einerseits die Klimatope (Farbkodierung), als auch die Schraffuren und Symbole, die die dynamische Komponente des Stadtklimas nochmal zusätzlich verdeutlichen (siehe Abbildung 2.10 und Abbildung 2.11).

Klimatope (thermische und dynamische Komponente):

Kategorie	Klimatop	Beschreibung
+ Klimaökologische Wertigkeit	Reizklimagebiet	Neu eingeführt für die Alpenregion Innsbruck, hier: Hochgebirgsklima . Kurze Sommer, lange, kalte Winter. Wechselwirkung mit Tal in warmen Sommernächten über Kaltluftleitbahnen
	Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiet	Orientierung nach VDI Klimaeigenschaft: Freilandklima . Hoch aktive, vor allem kaltluftproduzierende Flächen im Außenbereich; Größtenteils mit geringer Rauigkeit und entsprechender Hangneigung.
	Frischluffentstehungsgebiet	Orientierung nach VDI Klimaeigenschaft: Waldklima . Flächen ohne Emissionsquellen; Hauptsächlich mit dichten Baumbestand und hoher Filterwirkung.
	Misch- und Übergangsklimate	Orientierung nach VDI Klimaeigenschaft: Klima inner-städtischer Grünflächen . Flächen mit sehr hohem Vegetationsanteil, geringe und diskontinuierliche Emissionen; Pufferbereiche zwischen unterschiedlichen Klimatopen.
	Gebiet mit Überwärmungspotential	Orientierung nach VDI Klimaeigenschaft: Vorstadtklima . Baulich geprägte Bereiche mit versiegelten Flächen, aber mit viel Vegetation in den Freiräumen; Größtenteils ausreichende Belüftung.
	Gebiet mit moderater Überwärmung	Orientierung nach VDI Klimaeigenschaft: Stadtklima . Dichte Bebauung, hoher Versiegelungsgrad und wenig Vegetation in den Freiräumen; Belüfungsdefizite.
•	Gebiet mit starker Überwärmung	Orientierung nach VDI Klimaeigenschaft: Innenstadtklima . Stark verdichtete Innenstadtbereiche/City, Industrie- und Gewerbeflächen mit wenig Vegetationsanteil, hohem Versiegelungsgrad sowie fehlender Belüftung.

Abbildung 2.10: Teil 1 der Legende der Klimaanalysekarte der Stadt Innsbruck 2022: Thermische Komponente.

Hervorhebung Dynamische Komponente:

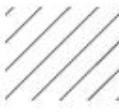
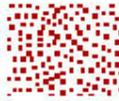
Kategorie	Name	Beschreibung
großräumig	 Luftleitbahn	Durch Ausrichtung, Oberflächenbeschaffenheit und Breite bevorzugte Fläche für den bodennahen Luftmassentransport. Luftleitbahnen sind durch geringe Rauigkeit (keine hohen Gebäude, nur einzeln stehende Bäume) gekennzeichnet.
	 Wirkrichtung Luftleitbahn	Sie ermöglichen den Luftmassenaustausch zwischen Umland und Stadt. Die Wirksamkeit hängt von der Windverteilung ab. Ferner können Luftleitbahnen vor allem bei Schwachwindlagen von großer Bedeutung für die klimatische Entlastung sein.
	 Kaltluftbahn/ Kaltluftabflussrichtung	Thermisches, während der Nacht induziertes Windsystem (Hangabwind). Dabei fließt die am Hang bodennah erzeugte Kaltluft ab. Das Pfeilsymbol entspricht der Abflussrichtung.
kleinräumig	 Durchlüftung/ Durchlüftungsbahn	Neben Luftleitbahnen auch Gleisanlagen, breite Straßen, Flussläufe etc. die als zusätzliche Bahnen belüftend wirken. Kanalisierung von Luftströmungen.
	 Durchlüftungsbahn Gleisanlagen	Extremer Lufttemperaturtagesgang, trocken, nachts mögliche Kaltluftleitbahn, geringe Strömungshindernisse.
	 Windfeldveränderung	Durch hohe Bebauung hervorgerufene Störung des Windfeldes. Hinweis auf erhöhte turbulente Windgeschwindigkeitsänderungen (Böigkeit) und drastische Windrichtungsänderungen (Wirbelbildung, Umströmung).

Abbildung 2.11: Teil 2 der Legende der Klimaanalysekarte der Stadt Innsbruck 2022: Dynamische Komponente.

2.6.6. Beschreibung der Klimaanalysekarte

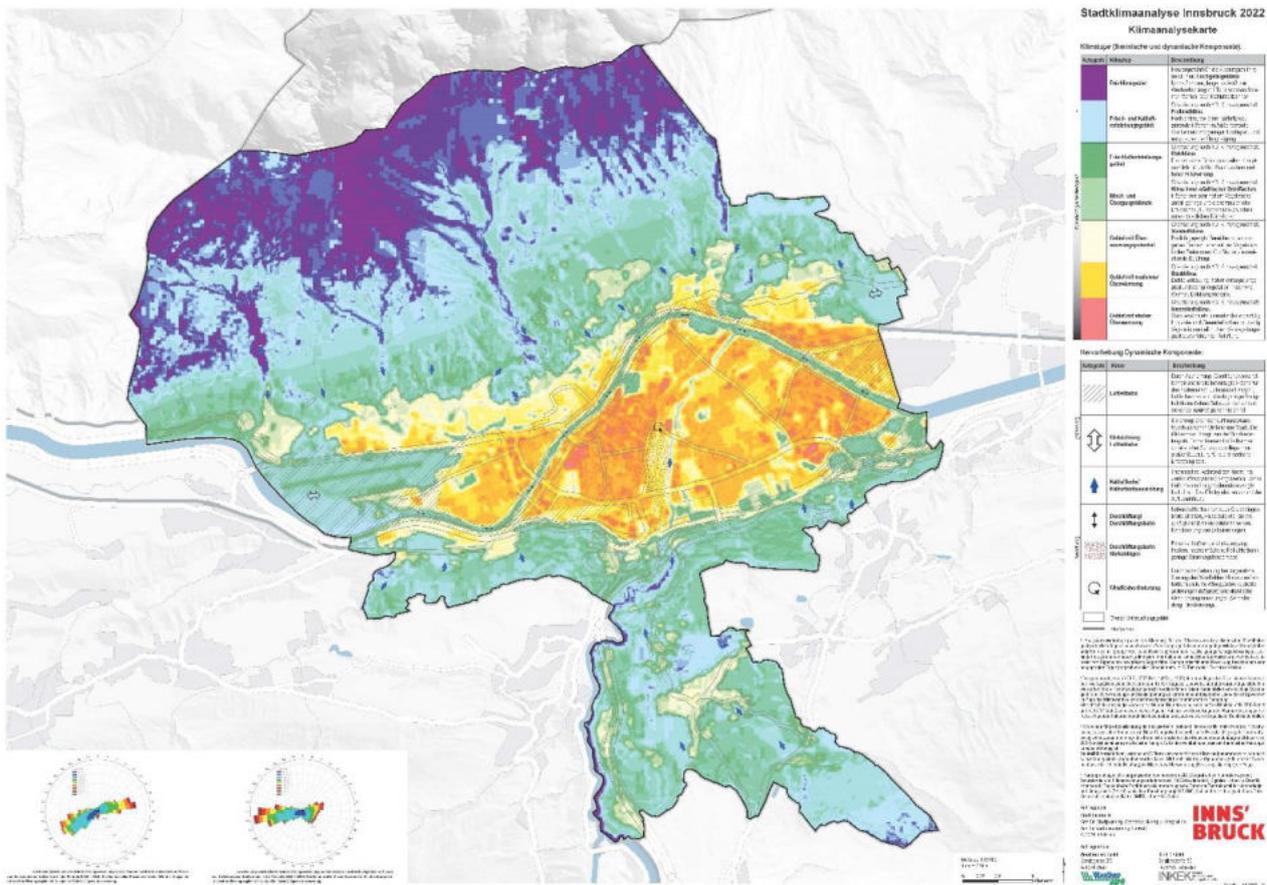


Abbildung 2.12: Ansicht der Klimaanalysekarte Innsbruck, ohne Maßstab.

Die farbigen Flächen in Abbildung 2.12 zeigen jenes Gebiet der Stadt Innsbruck, das für die Stadtklimaanalyse ausgewertet wurde. Das nördliche Stadtgebiet im Karwendel wurde weggelassen, da es einerseits für die planungsrelevanten Interpretationen der Ergebnisse keine Relevanz hat. Andererseits haben die Gebiete nördlich des Höhenzuges der Nordkette keine Auswirkungen auf das Stadtklima. Die Rastergröße liegt bei 15 m.

Für das Stadtklima relevante Informationen jenseits der Stadtgrenzen im Osten, Süden und Westen der Stadt flossen in die Analyse ein. Das heißt, dass z.B. die Landnutzung von Rum und Neu-Rum als „Rand“ außerhalb des Stadtgebiets für die Ergebnisse innerhalb der Stadtgrenzen berücksichtigt wurden. Es liegen jedoch keine Ergebnisse für diese Gebiete außerhalb der Stadtgrenzen vor, da die Stadtklimaanalyse per definitionem auf das Stadtgebiet begrenzt ist. Im Übrigen haben die Gebiete außerhalb der Stadt selbst keinen „Rand“ – in Form von Landnutzungsdaten noch weiter außerhalb der Stadt – was aber nötig wäre, um dort Ergebnisse auszuweisen.

Die beiden Windrosen (Quelle: ZAMG) links unten zeigen die langjährige, mittlere Windverhältnisse an den beiden offiziellen Klimastationen Innsbruck-Universität (links) und Innsbruck-Flughafen (rechts).

Die Farbflächen zeigen die in der Legende (siehe Abbildung 2.10) angeführten Klimatopie, wobei es in der Karte keine scharfen Sprünge zwischen den Klimatopie gibt, sondern fließende Übergänge, die durch Farbschattierungen zwischen den sechs Farbtönen der Klimatopie in der Legende liegen.

Darüber hinaus sind in der Karte die Symbole der dynamischen Komponente eingezeichnet (siehe Abbildung 2.11).

Die blauen Pfeile, die z.B. in den Rinnen der Nordkette eingezeichnet sind, stellen die Verläufe der nächtlichen Kaltluftsysteme dar. Es handelt sich dabei um eine zusammenfassende Darstellung, der die Themenkarte Kaltluft und Durchlüftung zu Grunde liegt. Die positiven, kühlenden Auswirkungen der Kaltluftströme auf die Klimatopverteilung sind in den Farbflächenverteilungen schon beinhaltet. Die Kaltluftströme sind sehr schwache, kaum als Windströmung wahrnehmbare Luftströme, die allerdings hoch effizient kühle Luft bis weit in die dicht verbaute Stadt befördert. Sie sind deshalb als besonders schätzenswerte Phänomene des Stadtklimas anzusehen.

Eine besondere Struktur stellt in diesem Zusammenhang die Sillschlucht, der Verlauf der Sill durch die Stadt und die angrenzende Bahnanlage dar. Diese topographischen Merkmale bilden einen Frischluftkorridor, der weit hinein in das Stadtgebiet reicht.

Eine Leitbahn anderer Qualität ist durch die Schraffur entlang des Inns und im Bereich des Flughafens dargestellt. Während die vorher beschriebenen Frischluftsysteme ein Phänomen windschwacher, ungestörter Sommernächte sind, handelt es sich bei der Leitbahn „Inn“ ganz allgemein um einen bevorzugten Korridor durch die Stadt, den eine bodennahe Luftströmung nimmt. Dieser Korridor zeichnet sich durch geringe Rauigkeit (also wenig Hindernisse für die Luft) aus. Die Ursache für die dort zu beobachtenden Luftströmungen liegt aber nicht im Stadtgebiet selbst. Es handelt sich dabei vielmehr um lokale oder großräumige Strömungssysteme. Darunter fällt zum Beispiel das Tal/Bergwindssystem des Inntals, das eine eindeutige tageszeitliche Variabilität hat. Darunter fallen aber auch Frontdurchgänge und der damit verbundene Wind, der keine ausgeprägte diurnale (tageszeitliche) Variabilität aufweist. Deren bodennaher Anteil nimmt auf seinem Weg über das Stadtgebiet von Innsbruck bevorzugt den in der Karte mit einer Schraffur markierten Weg.

2.7. Planungshinweiskarte

Um die Integration der Ergebnisse in die Planungsprozesse reibungslos zu gestalten, wurde aufbauend auf der Klimaanalysekarte eine Planungshinweiskarte (PHK) abgeleitet, in der die analysierten und vielschichtigen Ergebnisse zusammengefasst sind. Hier werden die teilweise komplexen klimatischen Funktionen bewertet. Somit kann die klimatische Sensibilität unterschiedlicher Areale und deren Wertigkeit lokalisiert und räumlich bestimmt werden. Durch die vereinfachte Darstellung ist es möglich, schnell und eindeutig eine Einschätzung der klimatischen Bedeutung einer Fläche zu erhalten. Empfehlungen und Hinweise zielen darauf ab,

- die klimatischen Verhältnisse im Bestand zu verbessern;
- zukünftige urbane Entwicklungen zu koordinieren;
- die Auswirkungen des prognostizierten Klimawandels möglichst abzumildern.

Die PHK kann sowohl in der Flächenwidmung, als auch in der Entwurfs- und Einreichplanung eingesetzt werden.

2.7.1. Methodik zur Erstellung

Die Planungshinweiskarte wurde nach VDI RL 3787 Blatt 1 (Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen: 2015-09) erstellt:

„In der vorliegenden Richtlinie wird beschrieben, wie stadtklimatische Sachverhalte in Karten dargestellt, bewertet und über daraus abgeleitete Hinweiskarten für die Planung nutzbar gemacht werden können.

Diese Karten stellen eine wichtige Grundlage für die Flächennutzungs- und Bauleitplanung auf kommunaler und regionaler Ebene dar und gewinnen im Zuge des Klimawandels und der Umweltgerechtigkeit zunehmend an Bedeutung.

Hinsichtlich der dargelegten Aspekte zur Human-Biometeorologie wird auf die Richtlinien VDI 3785 Blatt 1 (Umweltmeteorologie – Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima) und VDI 3787 Blatt 2 (Umweltmeteorologie – Methoden zur humanbiometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygiene für die Stadt- und Regionalplanung – Teil I: Klima) verwiesen, die wichtige, im Rahmen von Bewertungen der Wärmebelastung zu berücksichtigenden Faktoren ausführlich beschreiben und zudem die Grundlage dieser Richtlinie darstellen.“

Die wichtigste Aussage der Planungshinweiskarte ist die Empfindlichkeit hinsichtlich Nutzungsintensivierung, also grob gesagt wie wahrscheinlich es ist, dass das Stadtklima an einem Ort durch Verdichtung für die Menschen schlechter wird. Die Methode, mit der die Planungshinweiskarte aus der Klimaanalysekarte abgeleitet wird, macht genau das: sie schaut für einen beliebigen Punkt im Stadtgebiet, welche nachteilige und welche günstige Faktoren auf genau diesen Punkt wirken. Am Ende kommt eine Maßzahl raus, anhand derer Grün- und Freiflächen in 2 Kategorien und Siedlungsflächen in vier Kategorien der Empfindlichkeiten eingeteilt werden. Sammelt man alle Punktergebnisse und stellt sie flächig auf einer Karte der Stadt dar, erhält man die Planungshinweiskarte. Die Einflussfaktoren für diese Bewertung sind:

- Nähe zu Grünflächen (für Siedlungen) oder Qualität und Größe der Grünfläche (für Ausgleichsräume)
- Lage bezüglich der Frischluftschneisen und Lage bzgl. der Orographie
- Nähe zu Gewerbe- und Industriegebieten
- Lage in Bezug auf die Thermische Komponente aus der Klimaanalysekarte
- Lage in Bezug auf die Dynamische Komponente aus der Klimaanalysekarte

Die Methode, mit der diese Einflussfaktoren bewertet und gewichtet werden, ist einerseits eine GIS-Applikation mit einem Abfragealgorithmus und andererseits fließt das stadtklimatologische Know-How des Bearbeiters ein.

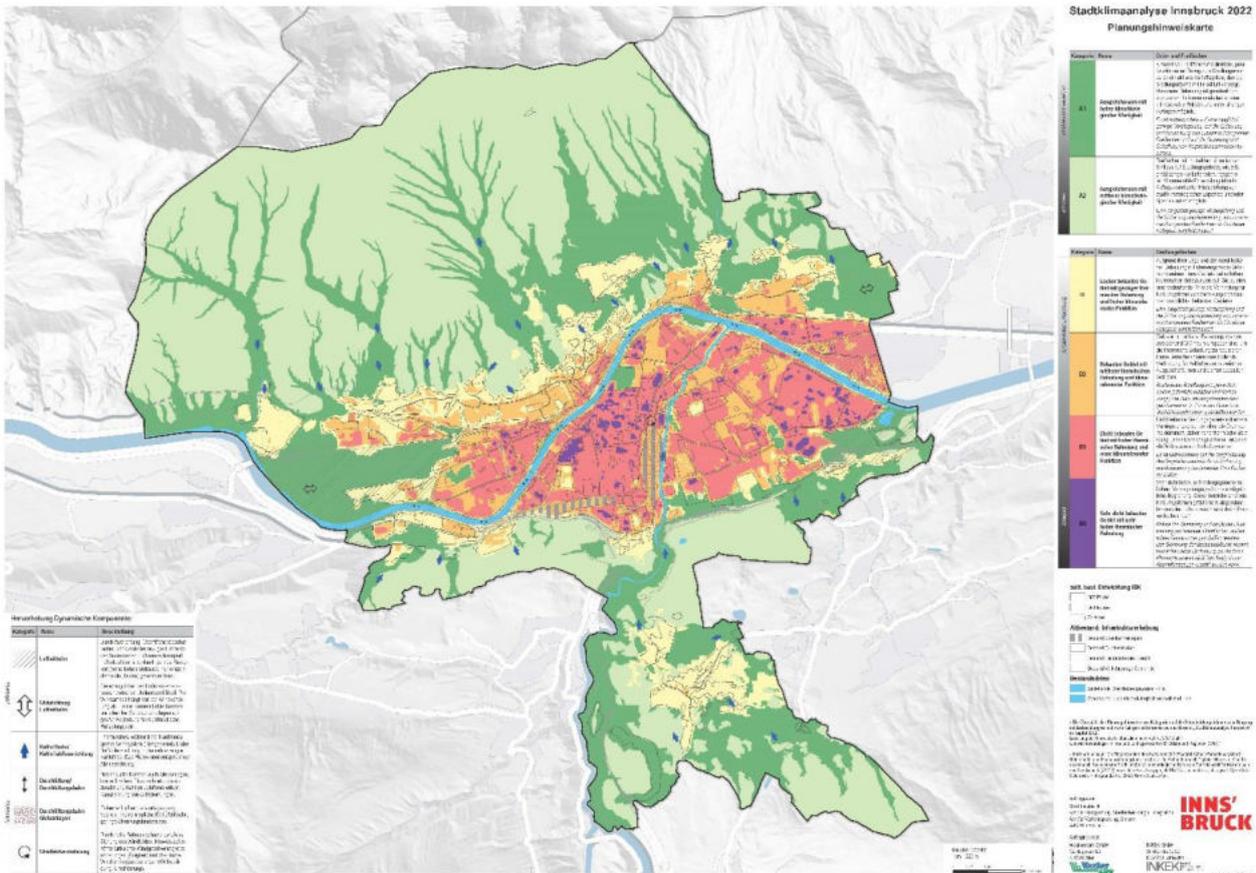


Abbildung 2.13: Ansicht der Planungshinweiskarte Innsbruck, ohne Maßstab

2.7.2. Planungsempfehlungen pro Kategorie

Die Legende der Planungshinweiskarte (siehe Abbildung 2.14) enthält planerische Hinweise, die in sechs Kategorien unterteilt sind. Zwei davon sind Ausgleichsräume, die – in unterschiedlichen Graden – schützenswerte Gebiete der Stadt darstellen, da sie – aufgrund der Kaltluft, die dort entsteht – einen Ausgleich zu den überwärmten Bereichen der Stadt darstellen. Flächen dieser Kategorien sind in der Karte in grünen Farbtönen gehalten. Vier Kategorien betreffen teilweise oder komplett bebaute Gebiete mit mehr oder weniger mikroklimatischer Belastung. In diesen Gebieten sind Entwicklungen möglich, wobei unterschiedliche Empfehlungen abgegeben werden, um dabei das Mikroklima zu berücksichtigen, bzw. zu verbessern. Flächen dieser Kategorien sind in der Karte an den gelben, orangen, roten und violetten Farben zu erkennen. Die Rastergröße liegt bei 30 m.

Die in der nachfolgenden Ausführung ausgeführten Planungsempfehlungen und Entscheidungsbäume pro Kategorie stellen fachliche Empfehlungen dar, die auf Grundlage der Expertise und bisheriger Erfahrungswerte im Bereich Stadtklima seitens des Auftragnehmers erstellt wurden. Für eine praktikable Anwendung der Stadtklimaanalyse wird es erforderlich sein, diese Planungsempfehlungen und Entscheidungsbäume für die Stadt Innsbruck in einem dynamischen Arbeitsprozess zu evaluieren, zu ergänzen und im Weiteren laufend zu optimieren (siehe auch Kapitel 5, Absatz "Prozessausarbeitung" sowie "Evaluierung und Aktualisierung").

	Kategorie	Name	Grün- und Freiflächen
schützen und vernetzen	A1	Ausgleichsraum mit hoher klimaökologischer Wertigkeit	<p>Klimaaktive Freiflächen mit direktem, positiv wirksamen Bezug zum Siedlungsraum durch ein aktives Kaltluftsystem, das die Siedlungsräume mit Frischluft versorgt. Von neuer Bebauung ist grundsätzlich abzusehen. In Ausnahmefällen ist eine klimasensible Entwicklung unter strengen Auflagen möglich.</p> <p><i>Es ist insbesondere auf eine möglichst geringe Versiegelung, auf die Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen und auf die Sicherung und Schaffung von Vegetationsschneisen zu achten.</i></p>
schützen	A2	Ausgleichsraum mit mittlerer klimaökologischer Wertigkeit	<p>Freiflächen mit indirektem klimatischen Einfluss auf Siedlungsgebiete, wie z.B. großflächige Kaltluftentstehungsgebiete. Klimasensible Entwicklung ist unter Auflagen und unter Hinzuziehung von stadtklimatologischer Expertise und/oder Spezialstudien möglich.</p> <p><i>Eine möglichst geringe Versiegelung und die Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen sind in dieser Kategorie empfehlenswert.</i></p>

Abbildung 2.14: Legende der Planungshinweiskarte Innsbruck, erster Teil: Grün- Und Freiflächen als Ausgleichsräume

	Kategorie	Name	Siedlungsflächen
klimasensible Entwicklung	B1	Locker bebautes Gebiet mit geringer thermischer Belastung und hoher klimarelevanter Funktion	Aufgrund ihrer Lage und der meist lockeren Bebauung mit überwiegendem Grünraum weisen diese Gebiete keine hohen thermischen Belastungen auf. Sie spielen eine bedeutende Rolle als Verbindung für Kaltluftsysteme zwischen Ausgleichsräumen und dichter bebauten Gebieten. <i>Eine möglichst geringe Versiegelung und die Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen sind in dieser Kategorie empfehlenswert.</i>
	B2	Bebautes Gebiet mit mittlerer thermischer Belastung und klimarelevanter Funktion	Gebiete mit mittlerer Bebauung, die von ausreichend Grünraum umgeben sind, um die thermische Belastung zu reduzieren. Diese Bereiche spielen eine Rolle als Verbindung für Kaltluftsysteme zwischen Ausgleichsräumen und dichter bebauten Gebieten. <i>Bestehende Belüftungsmöglichkeiten sollten jedenfalls erhalten und Vernetzungspotentiale mit umgebenden Ausgleichsräumen in Form von Grün- bzw. Ventilationsschneisen geschaffen werden.</i>
	B3	Dicht bebautes Gebiet mit hoher thermischer Belastung und ohne klimarelevanter Funktion	Dicht bebaute Siedlungsgebiete mit einem Versiegelungsgrad, der über die Grünräume dominiert, daher hohe thermische Belastung. Diese Bereiche profitieren teilweise als Wirkräume von Kaltluftsystemen. <i>Es ist insbesondere auf die Vergrößerung des Vegetationsanteils durch Sicherung und Ausweitung bestehender Grünflächen zu achten.</i>
sanieren	B4	Sehr dicht bebautes Gebiet mit sehr hoher thermischer Belastung	Sehr dicht bebaute Siedlungsgebiete mit hohem Versiegelungsgrad ohne maßgebliche Begrünung. Diese Bereiche sind von Kaltluftsystemen größtenteils abgeschnitten und der Luftaustausch wird durch Bauwerke behindert. <i>Neben der Sicherung und deutlichen Ausweitung bestehender Grünflächen sollten lokale Gunsträume geschaffen werden. Der Sicherung der Bestandsbäume kommt besonders hohe Bedeutung zu, da deren Klimawirksamkeit nicht kurzfristig durch Nachpflanzungen ersetzt werden kann.</i>

Abbildung 2.15: Legende der Planungshinweiskarte Innsbruck, zweiter Teil: Siedlungsflächen

A1: Ausgleichsraum mit hoher klimaökologischer Wertigkeit

Text in der Legende

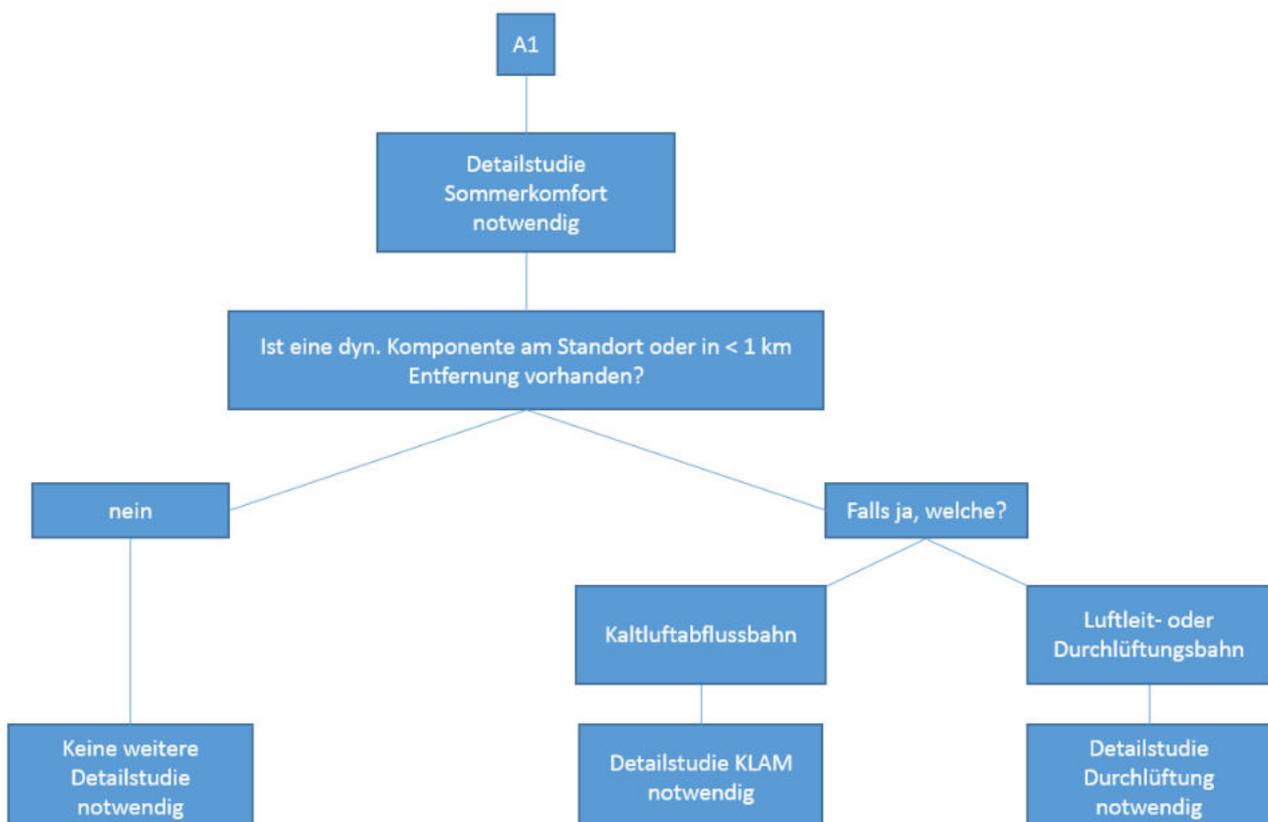
Klimaaktive Freiflächen mit direktem, positiv wirksamen Bezug zum Siedlungsraum durch ein aktives Kaltluftsystem, das die Siedlungsräume mit Frischluft versorgt. Von neuer Bebauung ist grundsätzlich abzusehen. In Ausnahmefällen ist eine klimasensible Entwicklung unter strengen Auflagen möglich.

Es ist insbesondere auf eine möglichst geringe Versiegelung, auf die Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen und auf die Sicherung und Schaffung von Vegetationsschneisen zu achten.

Empfehlungen

- Es sollte auf diesen Flächen keine Bebauung mit Grundstücksflächen $\geq 2,5$ ha erlaubt sein. Eine Bebauung mit Grundstücksflächen < 2.5 ha sollte nur unter strengen Auflagen erlaubt sein.
- Es sollte rechtlich bindend eine Detailstudie für den Sommerkomfort durchgeführt werden.

Vorschlag für einen Entscheidungsbaum zur Festlegung welche Detailstudie notwendig ist



Weitere Empfehlungen

- Die Hanglagen im Norden der Stadt, die mit einem Kaltluftsystem zusammenfallen, sollten jedenfalls rechtlich bindend vor jeglicher weiteren Bebauung geschützt werden (z.B. der Höttinger Graben oder das Tal des Sulzenbachs hinunter bis nach Kranebitten).
- Es sollte jedenfalls ein stadtklimatologischer Sachverständiger zum Prozess hinzugezogen werden (Stellungnahme, Bedarf an etwaiger weiterer Gutachten). Insbesondere für Ausnahmefälle mit Flächen $\geq 2,5$ ha ist jedenfalls bereits von Beginn an (bereits in der ersten Phase der städtebaulichen Konzeption) ein stadtklimatologischer Sachverständige hinzuziehen, der den ganzen Prozess begleitet.
- Auf Flächen, die mit Kaltluft- oder Durchlüftungssystemen (dynamische Komponente) zusammenfallen, muss an die Detailstudie und den darin untersuchten Auswirkungen eine besonders hohe Anforderung gestellt werden, da eine hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen gegeben ist. Das heißt, dass es keine bzw. nur geringe Auswirkungen geben darf.
- Es ist außerdem bei jeglicher Bebauung insbesondere zu achten auf:
 - möglichst geringe Versiegelung (Summeneffekt bedenken!)
 - möglichst geringe Gebäudehöhen, windoffene Gebäudeanordnung
 - Freihalten der Hänge von hangparalleler Riegelbebauung
 - Sicherung und – sobald möglich – Vergrößerung der innerstädtischen Flächen, die derzeit in Kategorie A1 fallen
 - Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen, deren Größe und Lage mit den lokalen Verhältnissen in der Klimaanalysekarte abgestimmt werden sollte
 - Sicherung und Schaffung von Vegetationsschneisen in Abstimmung mit der lokalen Ausprägung der dynamischen Komponente
 - Sicherung des Baumbestandes bzw. der Waldanlagen
- (Ausgleichs)maßnahmen, die verlangt werden könnten, sind beispielsweise:
 - Altbäume müssen in die Planung integriert werden
 - Einbinden des Baumreihenkonzepts
 - Max. Gebäudehöhe ist vorzuschreiben
 - Max. Versiegelungsgrad ist vorzuschreiben
- Unzureichende (Ausgleichs)maßnahmen sind beispielsweise:
 - Fassaden-/Dachbegrünungen
 - Ersatzpflanzungen durch kleine Jungbäume

A2: Ausgleichsraum mit mittlerer klimaökologischer Wertigkeit

Text in der Legende

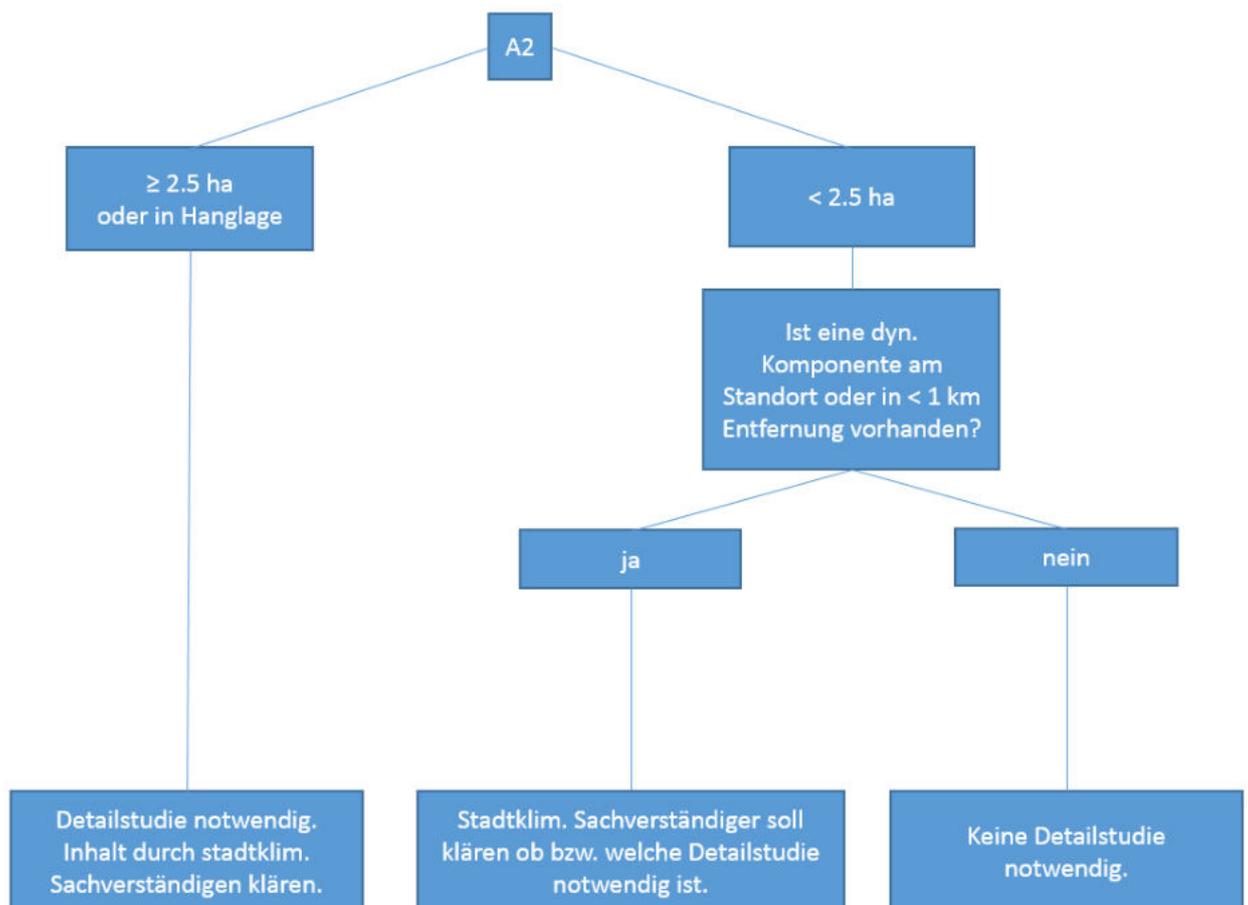
Freiflächen mit indirektem klimatischen Einfluss auf Siedlungsgebiete, wie z.B. großflächige Kaltluftentstehungsgebiete. Klimasensible Entwicklung ist unter Auflagen und unter Hinzuziehung von stadtklimatologischer Expertise und/oder Spezialstudien möglich.

Eine möglichst geringe Versiegelung und die Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen sind in dieser Kategorie empfehlenswert.

Empfehlungen

- Es sollte rechtlich bindend bei Planungsvorhaben mit Grundstücksflächen $\geq 2,5$ ha oder bei Hanglagen eine Detailstudie durchgeführt werden. Inhalt, Art und Anforderungen sind in Abstimmung mit einem stadtklimatologischen Sachverständigen zu klären. Wenn eine dynamische Komponente am Standort oder in < 1 km Entfernung vorhanden ist, klärt der stadtklimatologische Sachverständige ob bzw. welche weiteren Detailstudien notwendig sind.

Vorschlag für einen Entscheidungsbaum zur Festlegung welche Detailstudie notwendig ist:



Weitere Empfehlungen

- möglichst geringe Versiegelung (Summeneffekt bedenken!)
- Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen
- (Ausgleichs)Maßnahme, die verlangt werden könnte, ist beispielsweise die Vorschreibung eines maximalen Versiegelungsgrades

B1: Locker bebautes Gebiet mit geringer thermischer Belastung und hoher klimarelevanter Funktion

Text in der Legende

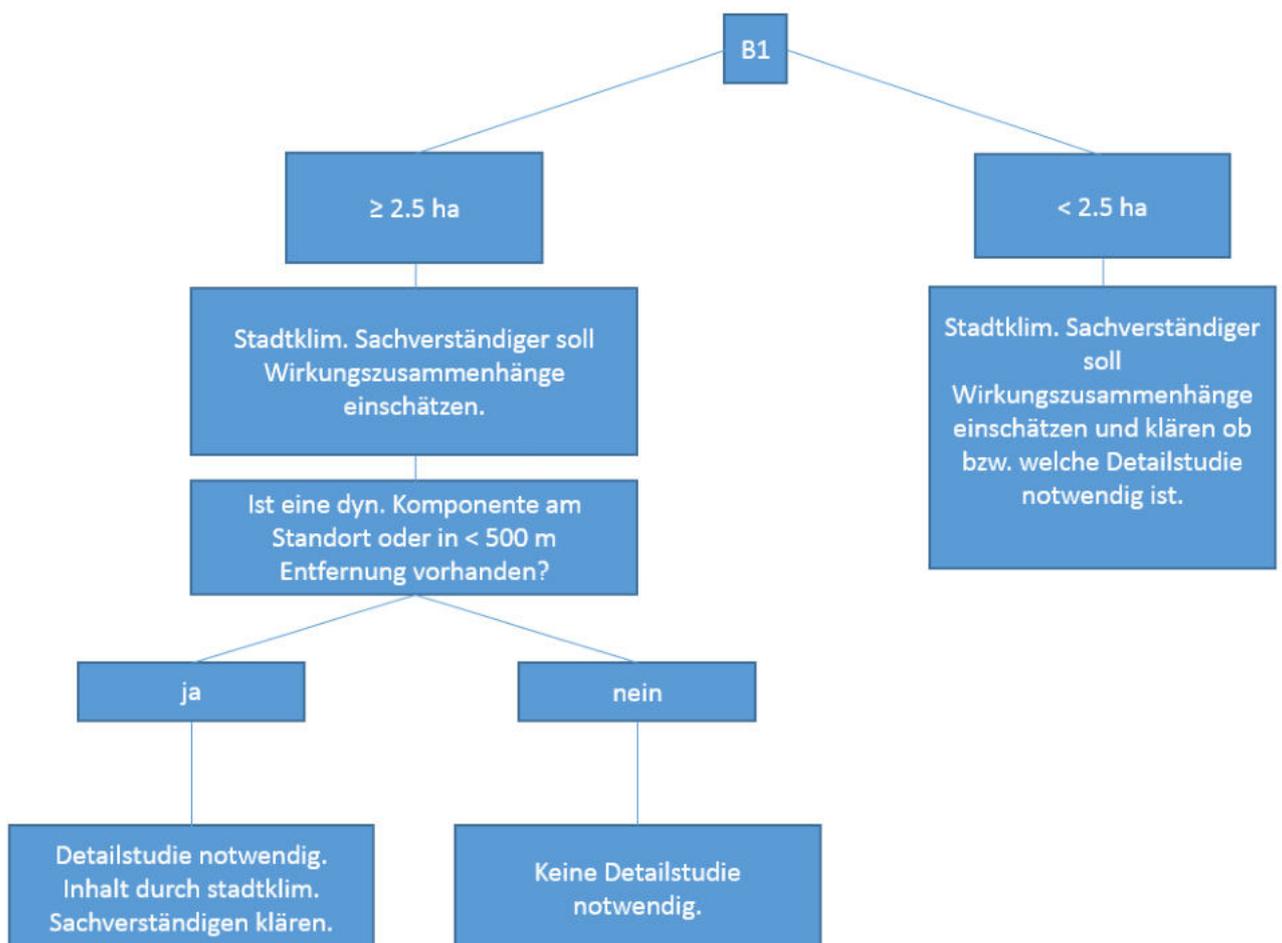
Aufgrund ihrer Lage und der meist lockeren Bebauung mit überwiegendem Grünraum weisen diese Gebiete keine hohen thermischen Belastungen auf. Sie spielen eine bedeutende Rolle als Verbindung für Kaltluftsysteme zwischen Ausgleichsräumen und dichter bebauten Gebieten.

Eine möglichst geringe Versiegelung und die Sicherung und Ausweitung von zusammenhängenden Freiflächen sind in dieser Kategorie empfehlenswert.

Empfehlungen

- Es sollte jedenfalls ein/e stadtklimatologische(r) Sachverständige(r) die Wirkungszusammenhänge abschätzen und ggf. klären ob bzw. welche Detailstudien notwendig sind. Bei Projekten $\geq 2,5$ ha bei denen am Standort oder in < 500 m Entfernung eine dynamische Komponente vorhanden ist, klärt der/die stadtklim. Sachverständige den Inhalt der Detailstudie.

Vorschlag für einen Entscheidungsbaum zur Festlegung welche Detailstudie notwendig ist:



Weitere Empfehlungen

- bestehende Belüftungsmöglichkeiten sollten erhalten werden.
- Dimensionierung und Anordnung der Gebäude sollten auf Belüpfungsfunktion Bezug nehmen.
- zusätzliche Wärmebelastungen: Neuplanungen sollten keine nachteilige Wirkung auf benachbarte Siedlungsräume nach sich ziehen.
- Sicherung bestehender Grünflächen/Vegetation
- Es sollten mindestens 2 Ausgleichs(maßnahmen) zur Klimawandelanpassung bei Neu- oder Umbauten vorgeschrieben werden (siehe „Toolbox“)

B2: Bebautes Gebiet mit mittlerer thermischer Belastung und klimarelevanter Funktion

Text in der Legende

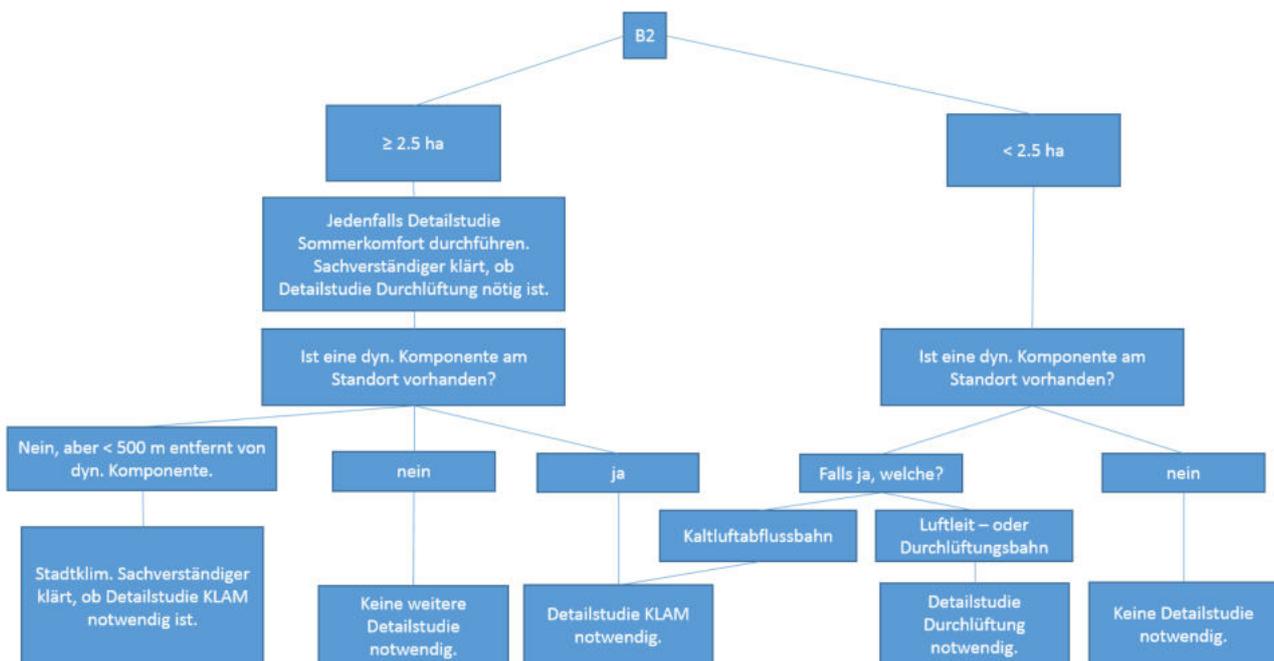
Gebiete mit mittlerer Bebauung, die von ausreichend Grünraum umgeben sind, um die thermische Belastung zu reduzieren. Diese Bereiche spielen eine Rolle als Verbindung für Kaltluftsysteme zwischen Ausgleichsräumen und dichter bebauten Gebieten.

Bestehende Belüftungsmöglichkeiten sollten jedenfalls erhalten und Vernetzungspotentiale mit umgebenden Ausgleichsräumen in Form von Grün- bzw. Ventilationsschneisen geschaffen werden.

Empfehlungen

- Es sollte rechtlich bindend bei Planungsvorhaben mit Grundstücksfläche $\geq 2,5$ ha eine Detailstudie für den Sommerkomfort durchgeführt werden und ein/e stadtklimatologische(r) Sachverständige(r) hinzugezogen werden, um die Notwendigkeit einer Durchlüftungsstudie zu klären. Sind am Standort oder in < 500 m Entfernung dynamische Komponenten vorhanden sind ggf. weitere Detailstudien notwendig (auch bei Planungsvorhaben $< 2,5$ ha).

Vorschlag für einen Entscheidungsbaum zur Festlegung welche Detailstudie notwendig ist:



Weitere Empfehlungen

- bestehende Belüftungsmöglichkeiten sollten erhalten werden.
- offene Siedlungsränder, d.h. keine Riegelbebauung
- Dimensionierung und Anordnung der Gebäude mit Bezug auf bestehende Belüftungsmöglichkeiten.
- zusätzliche Wärmebelastungen: Neuplanungen sollten keine nachteilige Wirkung auf benachbarte Siedlungsräume nach sich ziehen.
- Sicherung und Ausweitung bestehender Grünflächen/Vegetation
- Vernetzungspotentiale umgebender Ausgleichsräume
- Schaffung von Grün- bzw. Ventilationsschneisen innerhalb des Kategoriebereichs
- Es sollten mindestens 4 Ausgleichs(maßnahmen) zur Klimawandelanpassung bei Neu- oder Umbauten vorgeschrieben werden. Die Auswahl kann anhand eines Maßnahmenkatalogs erfolgen (siehe „Toolbox“).

B3: Dicht bebautes Gebiet mit hoher thermischer Belastung und ohne klimarelevanter Funktion

Text in der Legende

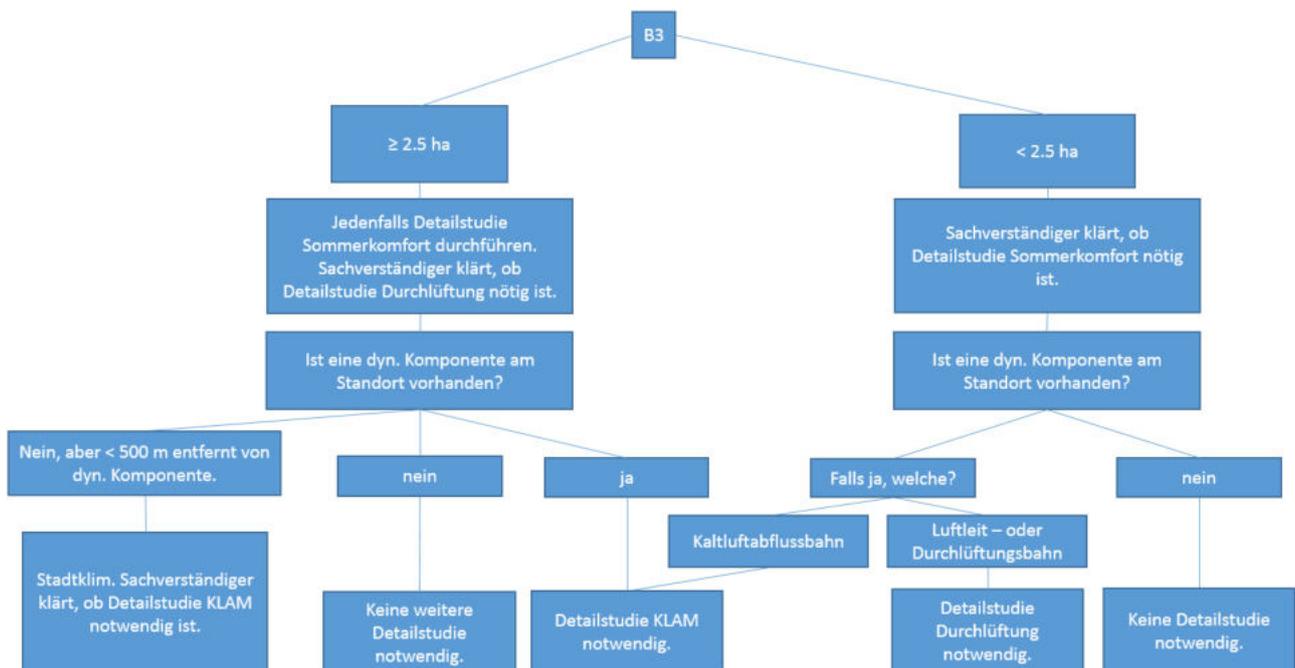
Dicht bebaute Siedlungsgebiete mit einem Versiegelungsgrad, der über die Grünräume dominiert, daher hohe thermische Belastung. Diese Bereiche profitieren teilweise als Wirkräume von Kaltluftsystemen.

Es ist insbesondere auf die Vergrößerung des Vegetationsanteils durch Sicherung und Ausweitung bestehender Grünflächen zu achten.

Empfehlungen

- Es sollte rechtlich bindend bei Planungsvorhaben ein/e stadtklimatologische(r) Sachverständige(r) zum Prozess hinzugezogen werden (Stellungnahme, Bedarf an Detailstudien).
- Es sollte rechtlich bindend bei Planungsvorhaben mit Grundstücksfläche $\geq 2,5$ ha eine Detailstudie für den Sommerkomfort durchgeführt werden. Für Projekte $< 2,5$ ha soll ein/e stadtklimatologische(r) Sachverständige(r) klären, ob eine Detailstudie für den Sommerkomfort notwendig ist. Sind am Standort oder in < 500 m Entfernung dynamische Komponenten vorhanden sind ggf. weitere Detailstudien notwendig (auch bei Planungsvorhaben $< 2,5$ ha).

Vorschlag für einen Entscheidungsbaum zur Festlegung welche Detailstudie notwendig ist:



Weitere Empfehlungen

- bestehende Belüftungsmöglichkeiten sollten erhalten werden.
- Erweiterung der Belüftungsflächen sind empfehlenswert
- Zusätzliche Wärmebelastungen: Neuplanungen sollten keine nachteilige Wirkung auf benachbarte Siedlungsräume nach sich ziehen.
- Sicherung und Ausweitung bestehender Grünflächen/Vegetation
- Vergrößerung des Vegetationsanteils
- Es sollten mindestens 6 (Ausgleichs-)Maßnahmen zur Klimawandelanpassung bei Neu- oder Umbauten vorgeschrieben werden (siehe „Toolbox“).

B4: Sehr dicht bebautes Gebiet mit sehr hoher thermischer Belastung

Text in der Legende

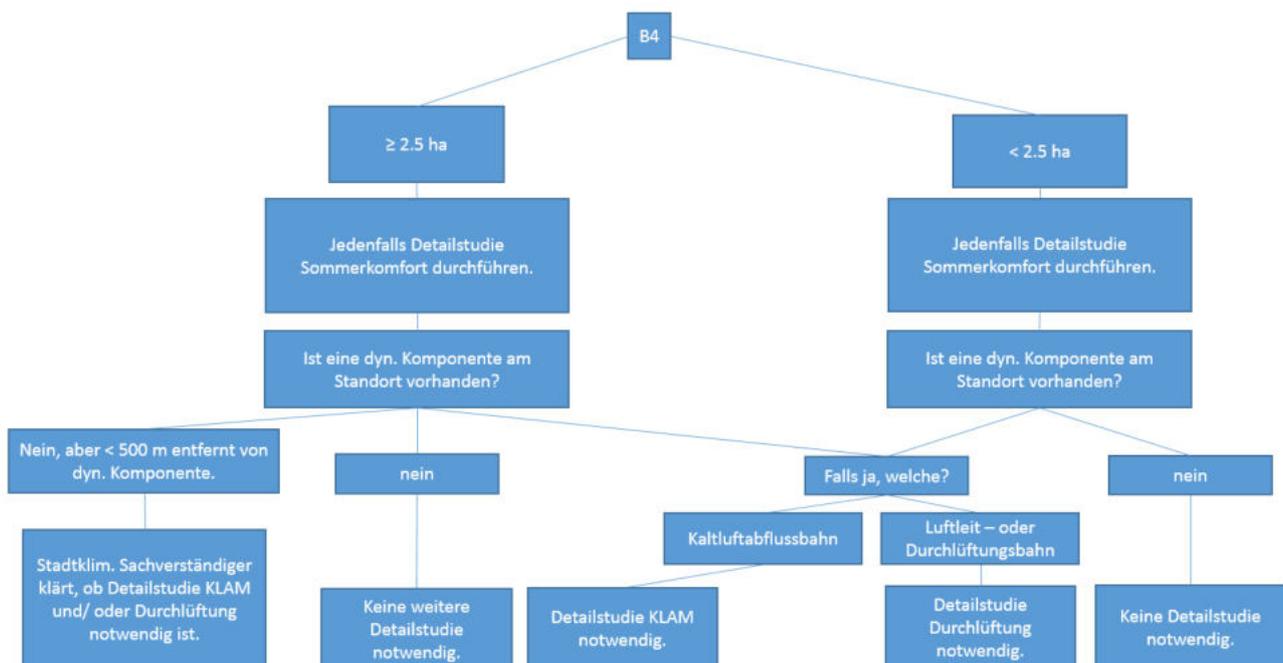
Sehr dicht bebaute Siedlungsgebiete mit hohem Versiegelungsgrad ohne maßgebliche Begrünung. Diese Bereiche sind von Kaltluftsystemen größtenteils abgeschnitten und der Luftaustausch wird durch Bauwerke behindert.

Neben der Sicherung und deutlichen Ausweitung bestehender Grünflächen sollten lokale Gunsträume geschaffen werden. Der Sicherung der Bestandsbäume kommt besonders hohe Bedeutung zu, da deren Klimawirksamkeit nicht kurzfristig durch Nachpflanzungen ersetzt werden kann.

Empfehlungen

- Es sollte rechtlich bindend bei Planungsvorhaben ein/e stadtklimatologische(r) Sachverständige(r) zum Prozess hinzugezogen werden (Stellungnahme, Bedarf an Detailstudien).
- Es sollte rechtlich bindend jedenfalls eine Detailstudie Sommerkomfort durchgeführt werden. Sind am Standort oder in < 500 m Entfernung dynamische Komponenten vorhanden sind ggf. weitere Detailstudien notwendig (auch bei Planungsvorhaben < 2,5 ha).

Vorschlag für einen Entscheidungsbaum zur Festlegung welche Detailstudie notwendig ist:



Weitere Empfehlungen

- Es sollten Baumpflanzungen auf allen privaten und öffentlichen Flächen mit höchster Priorität verfolgt werden, insb. bereits im Baumreihenkonzept enthaltende Baumreihen.
- Es ist außerdem insbesondere zu achten auf:
 - Zusätzliche Wärmebelastungen: Neuplanungen sollten keine nachteilige Wirkung auf benachbarte Siedlungsräume nach sich ziehen.
 - Sicherung und deutliche Ausweitung bestehender Grünflächen/Vegetation
 - Vergrößerung des Vegetationsanteils
 - Verringerung des Versiegelungsgrades
 - Verringerung des Emissionsaufkommens (Verkehr)
 - Schaffung lokaler Gunsträume
 - Sicherung der Bestandsbäume (rechtlich bindend, Fällung nur in plausibel begründeten Ausnahmen!)
- Es sollten proaktiv Verbesserungen angestrebt werden, wie zum Beispiel:
 - Umwandlung von PKW- Stellplätzen in (Kurz-)parkzonen in Grünflächen
 - Umwandlung von Quer- zu Längsparkern, um Platz für mehr Bäume zu schaffen.
 - Beschattung von Wartebereichen für Radfahrer*innen und Fußgänger*innen (Öffentlicher Verkehr, Plätze, Ampelbereiche, ...)
 - Verschattung von Fuß- und Radwegen
 - Jeder Umbauprozess (z.B. Kanalarbeiten, ...) sollte genützt werden, um etwas hinsichtlich Klimaschutz/anpassung zu verbessern (climate proofing).
 - Es sollten rechtlich bindend bei Neu- oder Umbauten (insbesondere auch im öffentlichen Raum) bestimmte (Ausgleichs-)Maßnahmen zur Klimawandelanpassung vorgeschrieben werden (beispielsweise verpflichtende Vergrößerung des Vegetationsanteils und/oder Verringerung des Versiegelungsanteils). Zusätzlich sollten mindestens 4 (Ausgleichs-)Maßnahmen vorgeschrieben werden (siehe „Toolbox“)

2.7.3. Verwendung und Umgang mit Ergebniskarten

Die Planungshinweiskarte dient als erster Überblick, um wichtige Handlungsempfehlungen für den weiteren Planungsprozess zu bekommen. Folgende allgemeine Vorgangsweise im Umgang mit der Planungshinweiskarte wird empfohlen:

1. Projektgebiet in der Planungshinweiskarte suchen – In welcher Kategorie liegt mein Projekt?
2. Planungshinweise zur entsprechenden Kategorie in der Legende und ergänzende Empfehlungen im Maßnahmenkatalog nachlesen – Worauf muss ich in der weiteren Planung achten?
3. Für Hintergrundinformationen kann die Klimaanalysekarte und Themenkarte „Kaltluft und Durchlüftung“ verwendet werden.
4. Bei Bedarf (z.B.: lt. Stellungnahme der Stadt, von Fachexpert*innen) Detailstudie durchzuführen.

2.7.4. Laufende Schulung der Anwender*innen

Es wird empfohlen, dass jede Person, die die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse in der täglichen Arbeit verwenden soll, eine Schulung dafür bekommt. Für die Anwender*innen der Stadtklimaanalysekarten ist es wichtig zu wissen:

Worauf ist bei der Verwendung der Karten zu achten?

- Summeneffekt
- Wirkzusammenhänge

Was gibt es für Grenzen der Modellierung/ Grenzen der Interpretation? Beispiele:

- Eingangsdaten (z.B. Vegetation)
- Annahmen im Modell (z.B. Wetterlage)

Detailstudien

- Grenzen von Detailstudien: welche meteorologischen Phänomene können erfasst werden / welche nicht (z.B.: Überlagerung von tagesperiodischen Windsystemen mit Kaltluftsystemen, Kaltluftbehandlung in CFD – Modellen)
- Aussagekraft von Detailstudien (siehe Kapitel 6)

Zu bedenken ist, dass bei Neuzugängen oder Personalwechsel diese Informationen weiterzutragen sind. Zudem könnten sich im Laufe der Anwendung oder durch methodische Weiterentwicklungen neue Erkenntnisse ergeben. Daher ist eine laufende Schulung zu empfehlen, um u.a. auch Erfahrungen austauschen.

2.7.5. Toolbox: Übersicht beispielhafter Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas

Beiträge zum menschlichen Wohlbefinden unter Tags

Das menschliche Wohlbefinden wird unter Tags durch folgende meteorologische Einflussgrößen gesteuert (zuerst genannte beeinflussen stärker⁴):

1. Direkte und reflektierte Sonnenstrahlung
2. Lufttemperatur
3. Windgeschwindigkeit
4. Luftfeuchtigkeit
5. Wärmestrahlung von Oberflächen

All diese Faktoren zusammen – gemeinsam mit einigen nichtmeteorologischen Faktoren - spürt der Mensch als Wärme- oder Kälteempfinden. Dieses Empfinden nennt man thermischen Komfort. Er kann durch Maßzahlen wie PET oder UTCI quantifiziert werden, die zusammenfassend häufig als „gefühlte Temperatur“ bezeichnet werden.

Maßnahmen zur Steigerung des thermischen Komforts sollten also in dieser Reihenfolge ansetzen: Sonnenstrahlung reduzieren, Temperatur reduzieren, Windgeschwindigkeit erhöhen, Luftfeuchtigkeit reduzieren, Wärmestrahlung reduzieren.

Faustregeln für die Planung von Maßnahmen

Naturgemäß können nicht immer alle der im letzten Absatz genannten Effekte erzielt werden. Die beste Wirkung kann durch einen individuellen Mix an Maßnahmen erreicht werden, der mit Hilfe von Mikroklimasimulationen für einen Standort erarbeitet wird. Es gibt jedoch eine Reihe von Faustregeln, die bei der Planung von Maßnahmen zur Erhöhung des Sommerkomforts berücksichtigt werden sollten:

- Die Maßnahmen müssen jedenfalls von den Menschen, für die sie gedacht sind, fühlbar sein. Unter Tags geht es darum, die gefühlte Temperatur zu senken (die Lufttemperatur bleibt dabei gleich). In der Nacht muss das Ziel sein, den Wärmeinseleffekt zu reduzieren, also die Lufttemperatur zu senken.
- Eine spürbare Reduktion der Lufttemperatur ist unter Tags im Freien kaum möglich. Dies ist (mit gleichzeitiger Reduktion der Luftfeuchtigkeit) nur unter hohem Energieaufwand durch Klimageräte im Innenraum möglich.
- Ein Grundprinzip ist: die Größenordnung der geplanten Maßnahmen korrespondiert mit der Größe der Wirkung. Ein Beispiel unter Tags: Ein einzelner, kleiner Baum auf einem großen Platz, bringt keinen spürbaren Effekt. Viele, ältere Bäume, kombiniert mit weiteren Maßnahmen, bringen in Summe spürbare, großflächige Abkühlung für die Benutzer*innen des Platzes, indem sie die gefühlte Temperatur reduzieren.
- Die wirkungsvollste Maßnahme unter Tags ist meistens einfach zu realisieren: Abschatten. Diese sollte daher stets prioritär behandelt werden.

⁴ Unter gewissen Extrembedingungen (z.B. in tropischen Luftmassen oder in der Wüste) kann sich die Reihenfolge ändern. Für Hitzetage, wie sie für Innsbruck typisch sind, passt sie.

- Maßnahmen wirken immer am besten, wenn sie kombiniert werden. Eine Einzelmaßnahme ist in der Regel nur punktförmig oder gar nicht spürbar.
- Maßnahmen sollten in der Regel ohne Energie- und Ressourcenverbrauch auskommen. Beim Einsatz von Wasser ist der Verbrauch im Verhältnis zur Verfügbarkeit und des Nutzens zu beachten.
- Bäume und anderen Pflanzen wirken zu 90% über die Beschattung. Nur etwa 10% der komfortfördernden Wirkung entfallen auf die Verdunstungskälte. Und das nur, wenn die Pflanzen ausreichend Wasser verdunsten können, was in der Stadt im Sommer meistens nur bei bewässerten Pflanzen der Fall ist oder bei solchen, die Kontakt zu bodengebundenen Wasserspeichern haben (Grundwasser, Schwammstadt).

Die Verortung der Maßnahmen im Stadtgebiet von Innsbruck findet in der Planungshinweiskarte in Kapitel 2.7 der Stadtklimaanalyse statt.

Einzelmaßnahmen zur Reduktion der gefühlten Temperatur unter Tags

- Beschattung von Freiräumen und Wegen (Reduktion der direkten Sonnenstrahlung und somit der gefühlten Temperatur um bis zu 10°C)
 - Bäume, die mindestens 20 Jahre alt sind (Alleen und Einzelbäume)
 - Pergolen mit Kletterpflanzen
 - Konstruktive Elemente (z.B. Flugdächer, Schirme, Sonnensegel)
 - Bereitstellung von beschatteten Sitzgelegenheiten, Spielflächen, Wartebereichen, Alltagswegen
 - Ausnützen des natürlichen Gebäudeschattens, Wandern des Schattens über den Tag und im Jahr berücksichtigen, Verwenden von Schattenstudien
- Schaffen von aktiven Abkühlungsmöglichkeiten durch erlebbares Wasser ((Kurzzeitige) starke Reduktion des Hitzeempfindens durch Benetzen der Haut)
 - Wasserinstallationen
 - Begehbare Brunnen
 - Nebelduschen
 - Wasserspiele
- Schaffen von begrünten Oberflächen (Reduktion der Wärmestrahlung und Reflexion und somit der gefühlten Temperatur um bis zu 2°C in unmittelbarer Nähe)
 - Boden entsiegeln (Rasengleise, Blumenbeete, Rasengitter, Straßenbegleitgrün)
 - Intensive Dachbegrünung
 - Natürliche oder technische Fassadenbegrünung (siehe „Arbeitsgruppe Grüne Fassaden – Informationsbroschüre“)
 - Grüne Wandelemente
- Schaffen von hellen Oberflächen (Reduktion der Wärmestrahlung und somit der gefühlten Temperatur. Dazu liegen keine quantitativen Angaben vor). Diese sollten allerdings nicht

weiß oder gar reflektierend sein, da dies zusätzliche Hitzebelastung durch Reflektion der Sonnenstrahlung zur Folge hat.

*Maßnahmen, die in der Regel von den Passant*innen nicht spürbar sind:*

- Trockene Begrünung, die kein Wasser zum Verdunsten zur Verfügung hat
- Mobiles Grün, da dies meistens zu klein ist, um eine spürbare Kühlung zu generieren
- Bäume, die jünger als 20 Jahre sind
- Bäume in Baumscheiben, die kleiner als 20m³ sind
- Nebelduschen, deren Nebel zu weit weg (nicht berührbar) ist
- Stehende (auch große) Wasserflächen. Diese erwärmen sich schnell und sind in der Regel ab dem dritten Tag einer Hitzewelle nicht mehr wirkungsvoll.
- Brunnen, die nicht die Möglichkeit bieten, das Wasser zu berühren und/oder nicht spritzen, also keine Springbrunnen sind. Die Verdunstungskälte alleine ist in der Regel nicht spürbar.
- Boden mit Wasser benetzen: Einmaliges wässern eines aufgeheizten Stein- oder Asphaltbodens bringt keine Abkühlung, da die Wärmekapazität des Bodens zu groß ist.
- Ausgetrocknete Erdböden und Schotter- oder Kiesoberflächen, da sie sich ähnlich wie Asphalt erhitzen.

Einzelmaßnahmen zur Reduktion der städtischen Wärmeinsel in der Nacht

In der Nacht eines Hitzetags übernimmt in Ermangelung der Sonnenstrahlung die Lufttemperatur die Vorherrschaft über den thermischen Komfort:

1. Lufttemperatur
2. Windgeschwindigkeit
3. Luftfeuchtigkeit
4. Wärmestrahlung von Oberflächen

Sobald am Abend die Sonne untergeht, beginnen der Erdboden und die Oberflächen der Gebäude abzukühlen, indem sie Wärmestrahlung abgeben. Die darüber liegende Luft wird im Laufe der Nacht von den Oberflächen indirekt gekühlt. Maßnahmen, diesen Prozess zu beschleunigen bzw. zu verstärken sind:

- Freie Abstrahlung ermöglichen: Sonnensegel, Markisen, mobile Dächer etc. einfahren, damit sie die abstrahlende Wärme nicht einfangen.
- Helle Materialien einsetzen: Ideal wären weiße oder reflektierende Oberflächen, da sie ein Aufheizen unter Tags stark reduzieren. Allerdings wird dadurch die thermische Komfort unter Tags spürbar vermindert. Ein Kompromiss sind hellgraue Oberflächen für den Boden und Begrünung oder hellgraue Farbtöne für Fassaden.
- Flächenversiegelung reduzieren: Boden, der Feuchtigkeit über Tags halten kann, erhitzt sich nicht über die Lufttemperatur hinaus (z.B. Wiese) und produziert sofort nach Sonnenuntergang Kaltluft.

Systemische Maßnahmen zur Reduktion der Wärmebelastung

Maßnahmen, die über punktuelle Einzelmaßnahmen hinausgehen und daher eine stadtweite, systemische Wirkung erzielen können, werden hier aufgelistet. Diese sind:

- Kaltluftsysteme erhalten (werden in der Planungshinweiskarte der Stadtklimaanalyse Innsbruck verortet)
 - Entstehungsgebiete nicht verbauen
 - Leitbahnen nicht blockieren: Gebäude so planen, dass sie...
 - ...nicht über die mittlere Hindernishöhe hinausragen (z.B. mittlere Bebauungs- oder Baumhöhe in der Umgebung)
 - ...mit der Längsachse nicht quer zur Strömungsrichtung stehen (diese kann – je nach Standort – eine Hangabströmung oder eine Talausströmung sein).
 - ...nicht die komplette Kaltfluthöhe am Standort einnehmen.
 - Auf unverbaute, direkte Grünverbindungen zwischen Leitbahnen und Wirkungsräume achten (zur Verortung: vgl. mit Klimaanalysekarte)
- Baumbestand systematisch erhalten und weiterentwickeln (siehe auch „Baumreihenkonzept des Amts für Grünanlagen“): Ein Baum bietet ab einem Alter von ca. 20 Jahren eine spürbare Erhöhung des thermischen Komforts durch seine Schattenwirkung. Alte, gesunde Bäume zu fällen und durch Nachpflanzungen zu ersetzen, bringt für die nächsten 10-15 Jahre eine Verschlechterung der Komfortsituation am Standort.
- Entsiegeln bei Neubauprojekten
- Grünflächenanteil möglichst hoch halten
- Grünflächen nicht unterbauen
- Anpassung bei allen Neubauten / neuen Siedlungen mitdenken
- Innenhofbegrünung fördern
- Beschatten von Bereichen, die von Menschen zum Verweilen genutzt werden: An Sommertagen ($T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$) ist die Benutzung der genannten Flächen unangenehm und führt über einen längeren Zeitraum zu Hitzestress (mittl. Anzahl Sommertage in Innsbruck: 64 pro Jahr, stark steigend).
 - Wartebereiche des ÖV
 - Wartebereiche für Fußgänger*innen und Radfahrer*innen bei Ampeln
 - Spielplätze
 - Sitzgelegenheiten
- Erhaltung, Aufwertung und Vernetzung von städtischen Grünflächen
- Zugang zu Freizeitanlagen und Grünräumen erweitern (z.B. Grünflächen im Besitz der Stadt)
- Parkplätze entsiegeln und beschatten (Rasengitter und Bäume)
- Straßenbegleitgrün erweitern (siehe auch „Baumreihenkonzept des Amts für Grünanlagen“): Allen, Einzelbäume, Strauchreihe, Wiese

- Verhindern, dass Pflanzen und Böden austrocknen
- Regenwassermanagement
- Bäume Kontakt zum freien Erdkörper ermöglichen und/oder Schwammstadtprinzip einsetzen (siehe auch „Baumreihenkonzept des Amts für Grünanlagen“)
- Zisternen, Wasserspeicher
- Bewässern von Dachflächen
- Bewässerungsmanagement

3. Szenarien

Für eine klimabewusste, zukunftsfähige Stadtentwicklung ist es nicht nur notwendig auf die Ist-Situation zu reagieren, sondern auch die zu erwartenden Veränderungen zu berücksichtigen. Daher wurde in diesem Projekt auch die zukünftige stadtklimatische Situation durch die bauliche Entwicklung und den zu erwartenden Klimawandelauswirkungen analysiert. Für die Stadtentwicklung bis 2100 wurden zwei verschiedene Szenarien untersucht: Stadtentwicklungsszenario A „Stadtentwicklung weiter wie bisher“ und Stadtentwicklungsszenario B „Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung“.

Aufbauend auf der Klimaanalyse der Ist-Situation wurden daher vier Szenarien entwickelt. Ergebnis sind weitere Klimaanalysekarten:

- Szenario 1a „Stadtentwicklung weiter wie bisher“ – Zeitraum 2100, Ist-Stand Klima – Zeitraum 1991 – 2020
- Szenario 1b „Stadtentwicklung weiter wie bisher“ – Zeitraum 2100, Klimaprognose RCP 8.5 (Referenzzeitraum 2071 – 2100)
- Szenario 2a „Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung“ – Zeitraum 2100, Ist-Stand Klima – Zeitraum 1991 – 2020
- Szenario 2b „Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung“ – Zeitraum 2100, Klimaprognose RCP 8.5 (Referenzzeitraum 2071 – 2100)

3.1. Allgemeines zu globalen Klimaszenarien

Globale Klimaszenarien geben die Entwicklung des Klimas auf der Erde in Form der globalen Mitteltemperatur an. Für die nächsten Jahrzehnte wird die Entwicklung dieser Maßzahl mit Hilfe von mathematisch-physikalischen Computermodellen vorausberechnet. Dafür sind unterschiedliche Annahmen und Randbedingungen notwendig. Eine Annahme ist die Entwicklung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre. Da diese zu einem großen Teil von den von Menschen verursachten Emissionen abhängt, werden den Klimaszenarien so genannte Emissionspfade zu Grunde gelegt. Da sind Annahmen darüber, welche Mengen an Treibhausgasen in den nächsten Jahren in die Atmosphäre emittiert werden. Diese Annahmen haben im fünften Sachstandsbericht des Weltklimarates folgende Bezeichnungen erhalten:

- RCP2.6 entspricht dabei einem Szenario mit deutlichen Anstrengungen beim Klimaschutz, die auch Anstrengungen im Bereich negativer Emissionen einschließen.
- RCP8.5 entspricht einem „Weiter-so-wie-bisher“-Szenario, bei dem also keine Anstrengungen im Klimaschutz erfolgen.
- RCP4.5 entspricht geringen Anstrengungen beim Klimaschutz.

3.1.1. Klimaprognose RCP 8.5

Als Eingangsdatensatz für die regionale Klimaveränderung (für Szenario 1b und 2b) wurde auf Ergebnisse der ÖKS15 Szenarien für Innsbruck zurückgegriffen. Konkret wurde aus den ÖKS15 Szenarien für Innsbruck folgender Input verwendet:

- „Worst Case Szenario“ RCP 8.5

- Signal in der Lufttemperatur
- Prognosezeitraum 2021 – 2100

In einigen Diskussionsrunden wurde die Berechnung und Auswertung von zwei unterschiedlichen Stadtklimaszenarien auf Basis zweier unterschiedlicher globaler Klimaszenarien verworfen. Dafür gibt es zwei Hauptargumente: einerseits folgt aus den obigen Interpretationshinweisen, dass die Verwendung eines günstigeren Klimaszenarios – und somit einer höheren Ausgangstemperatur für die Erstellung der Analyse der thermischen Komponente - zwar eine großflächige Verschiebung der drei Überwärmungskategorien der Klimaanalysekarte (siehe Kapitel 2.6.2) zur Folge hätte, darüber hinaus aber keine neuen, für Planungshinweise verwertbaren Informationen liefert. Außerdem hätte so eine Vorgehensweise keinerlei Auswirkungen auf die dynamische Komponente. Andererseits führt die Unterscheidung von zwei städtebaulichen Szenarien genau zum gewünschten Erkenntnisgewinn: Die räumlich differenzierte Verteilung der unterschiedlichen Belastungs- und Ausgleichsräumen verändert sich, je nachdem wie günstig/ungünstig die angenommenen städtebaulichen Entwicklungen sind. Daraus können Planungsempfehlungen für die Zukunft gewonnen werden.

3.2. Szenarien 1a und 1b: „Stadtentwicklung weiter wie bisher“

Bei den Szenarien 1a und 1b wurde für die „Stadtentwicklung weiter wie bisher“ bis 2100 angenommen, dass die künftige Bebauung in Innsbruck entsprechend der bisherigen Zielvorgaben im ÖROKO 2.0 erfolgt (mäßige Berücksichtigung der Klimasensitivität in der Stadtentwicklung). Es wurden daher folgende Parameter im Vergleich zur Ist-Situation verändert:

- mäßige Innenverdichtung im Bestand
- Erweiterungsgebiete gem. ÖROKO 2.0 mit mäßiger Begrünung
- Mobilisierung aller Baulandreserven

3.2.1. Szenario 1a („Stadtentwicklung weiter wie bisher“, Ist-Stand Klima)

Die Karte Szenario 1a ist in Abbildung 3.1 abgebildet.

- Raster: 25 m

Beispielhafte Ergebnisse (im Vergleich zum Ist-Stand, Klimaanalysekarte in Abbildung 2.12)

- Erweiterungsgebiet Hötting West: Durchlüftungsbereich im Westen wird durch die Bebauung etwas schmaler. Durch die angenommene offene/poröse Bebauung in Kombination mit dem Erhalt des Grünzugs und nur mäßig versiegelten Flächen können die stadtklimatischen Auswirkungen jedoch möglichst gering gehalten werden.
- Hofgarten: Der Hofgarten ist etwas kleinräumiger wirksam/ die direkte Umgebung ist stärker überwärmt.
- Gewerbegebiet Rossau: Das Gewerbegebiet, das bereits im Ist-Stand stark überwärmt ist, ist noch deutlicher und großflächiger (Auswirkungen auf die Umgebung) überwärmt. Die nahe gelegene Luftleitbahn des Inns mit seinen Grün- und Freiflächen hat keinen mildernden Einfluss.

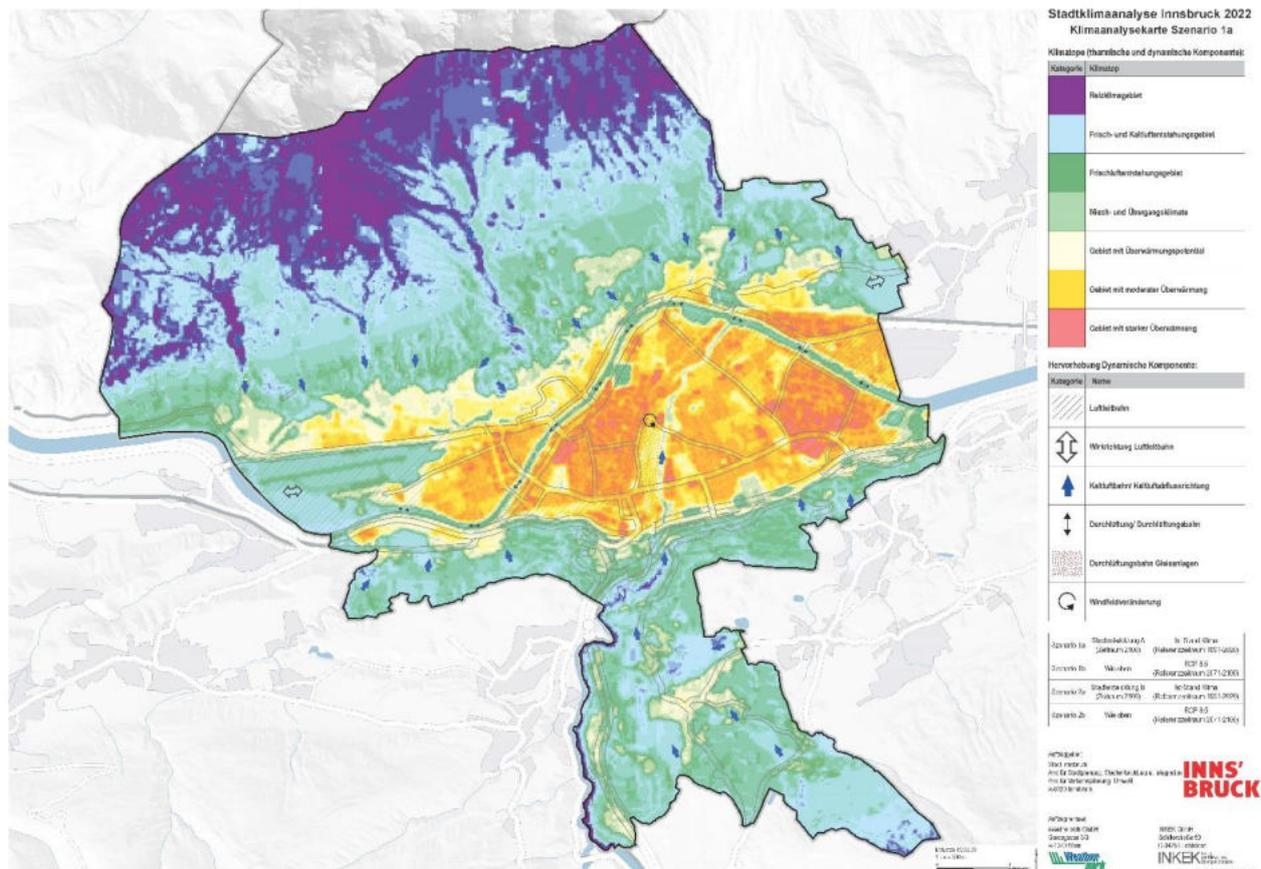


Abbildung 3.1: Ansicht der Klimaanalysekarte Szenario 1a, ohne Maßstab.

3.2.2. Szenario 1b („Stadtentwicklung weiter wie bisher“, Klimaprognose RCP 8.5)

Die Karte Szenario 1b ist in Abbildung 3.2 abgebildet.

- Raster: 50 m

Allgemein zeigt sich durch das angenommene Klimawandelszenario RCP 8.5, dass

- der gesamte innerstädtische Bereich deutlicher überwärmt ist.
- die Wirksamkeit der Kaltluft/Luftleit/Durchlüftungsbahnen im innerstädtischen Bereich reduziert wird (siehe z.B.: entlang der Sill).

Beispielhaftes Ergebnis (im Vergleich zum Szenario 1a in Abbildung 3.1)

- Klimatopie in den höheren Regionen bleiben gleich, aber das Reizklima nimmt nach unten (Richtung Tal hin) ab. Die Kalt/Frischluftegebiete behalten ihre Qualität: auch wenn es trockener wird, die Höhenlagen bleiben weiter begünstigt → diese Bereiche sind daher umso schützenswerter!

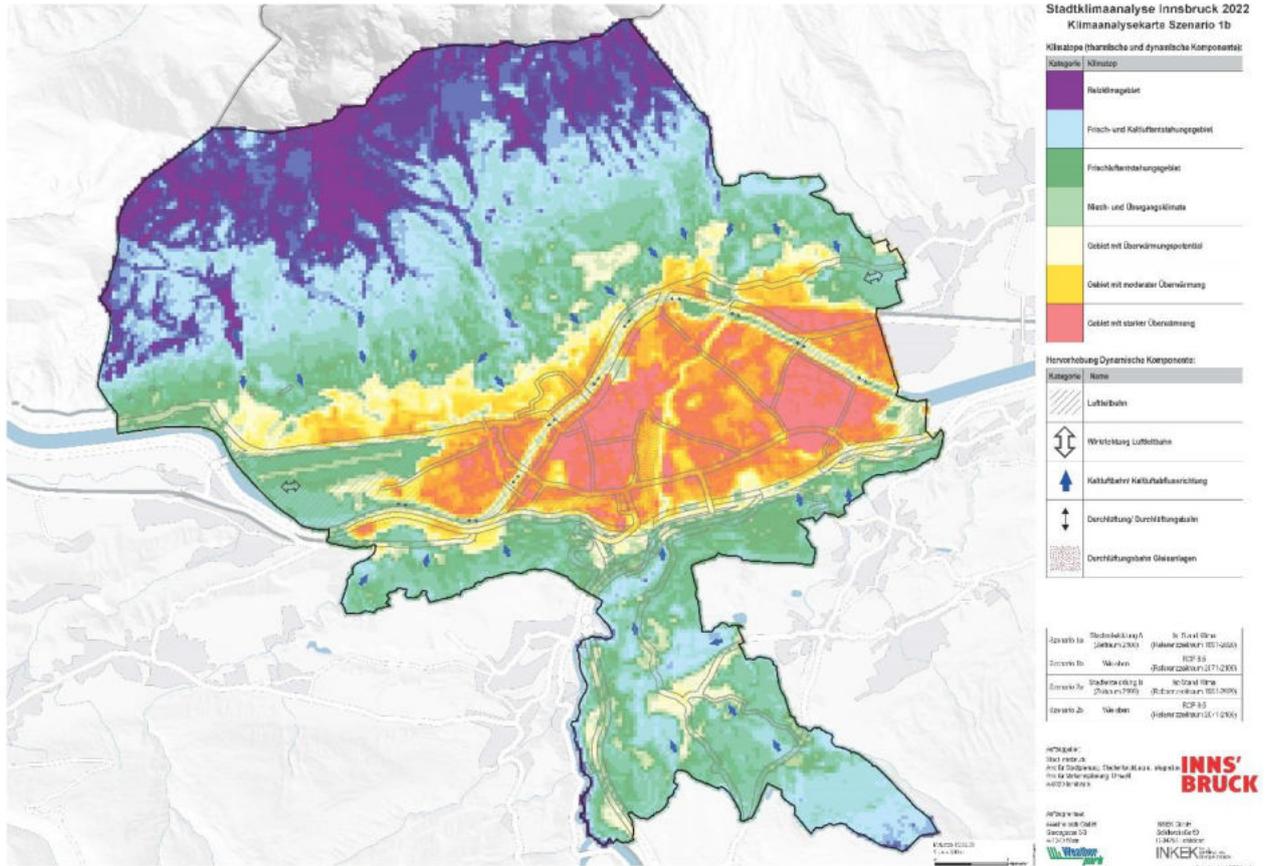


Abbildung 3.2: Ansicht der Klimaanalysekarte Szenario 1b, ohne Maßstab.

3.3. Szenarien 2a und 2b: „Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung“

Bei den Szenarien 2a und 2b wurde für die „Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung“ bis 2100 angenommen, dass die künftige Bebauung auf den gleichen Flächen wie bei 1a und 1b („Stadtentwicklung weiter wie bisher“) erfolgt – aber mit deutlich klimasensitiverer Stadtentwicklung. Es wurden daher folgende Parameter im Vergleich zur Ist-Situation verändert:

- mäßige Innenverdichtung im Bestand mit Fokus auf Erhaltung der Durchlüftungsfunktion (insbesondere in Gewerbegebieten deutlich klimasensitive Bebauung)
- Erweiterungsgebiete gem. ÖROKO 2.0 mit Fokus auf Erhaltung der Durchlüftungsfunktion + Begrünung
- Mobilisierung aller Baulandreserven
- Aufwertung bestehender Grün- und Freiflächen
- Entsiegelung bestehender Freiflächen
- Setzung zusätzlicher Stadtbäume (insbesondere entsprechend dem Baumreihenkonzept)
- Begrünung aller Flachdächer im Stadtgebiet

3.3.1. Szenario 2a (Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung, Ist-Stand Klima)

Die Karte Szenario 2a ist in Abbildung 3.3 abgebildet.

- Raster: 25 m

Beispielhafte Ergebnisse (im Vergleich zum Szenario 1a in Abbildung 3.1):

- Huter Areal (Sieglanger): Es kommt zu einer geringeren Überwärmung, da eine geringere Gebäudehöhe/größe angenommen wurde und somit die Durchlüftung besser erhalten bleibt.
- Die stadtklimatische Bedeutung der bestehenden Grünzüge („Terrassenböschung Hötting West“, „Grünzug Amras-Pradl-Reichenau“) wird ersichtlich, da sie auch im Szenario noch für angenehmere stadtklimatische Bedingungen sorgen → diese Grünzüge sind daher jedenfalls zu erhalten und wenn möglich auszuweiten.

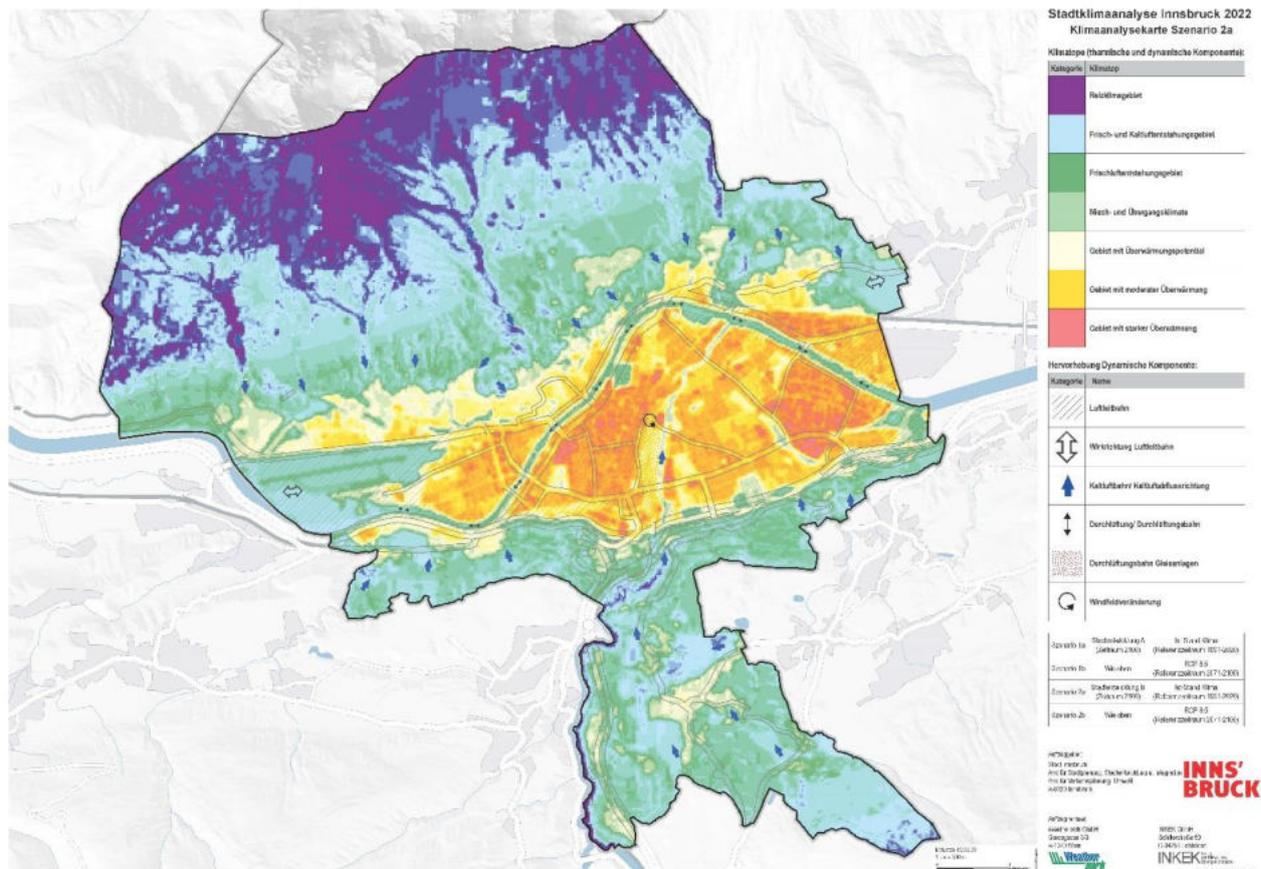


Abbildung 3.3: Ansicht der Klimaanalysekarte Szenario 2a, ohne Maßstab.

3.3.2. Szenario 2b (Stadtentwicklung mit starkem Fokus auf Klimawandelanpassung, Klimaprognose RCP 8.5)

Die Karte Szenario 2b ist in Abbildung 3.4 abgebildet.

- Raster: 50 m

Allgemein lässt sich aus Szenario 2b schließen, dass trotz klimabewusster Stadtentwicklung generell eine stärkere Überwärmung in Innsbruck zu erwarten ist.

Beispielhaftes Ergebnis (im Vergleich zum Szenario 1b in Abbildung 3.2)

- Die zusätzliche Überwärmung im Bereich Gewerbegebiet Rossau/DEZ ist deutlich weniger stark ausgeprägt.

Das zeigt, dass es umso wichtiger ist, dass klimasensible Planung einen hohen Stellenwert einnimmt: das Mikroklima sollte bei Planungen von Beginn an berücksichtigt werden und ein für den jeweiligen Standort optimaler Maßnahmenmix zur Anpassung interdisziplinär erarbeitet werden.

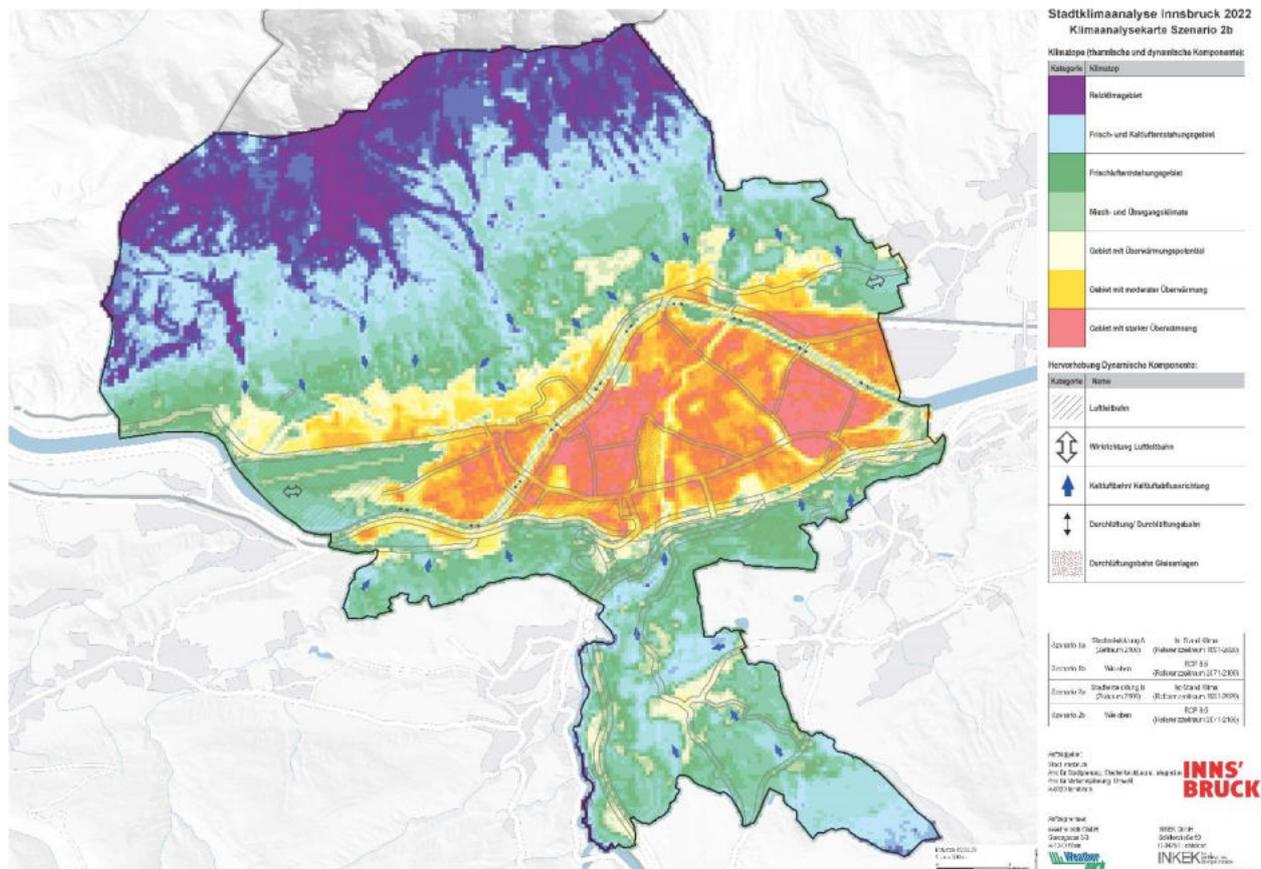


Abbildung 3.4: Ansicht der Klimaanalysekarte Szenario 2b, ohne Maßstab.

3.4. Wichtigsten Erkenntnisse aus den Szenarienkarten

Bei der Interpretation der Karten ist zu beachten, dass die Karten nur einen Trend zeigen. Das Raster der Karten wird gröber, da die Eingangsdaten mit größeren Unsicherheiten behaftet sind (einerseits weniger detaillierte Gebäudeinformationen für die Stadtentwicklung; andererseits Spannungsweite beim Klimaszenario RCP 8.5). Bei den Karten 1a und 2a (nur Stadtentwicklung, kein Klimawandelszenario) liegt ein 25 m Raster vor. Bei den Karten 1b und 2b (Stadtentwicklung + Klimawandel) liegt ein 50 m Raster vor. Daher sind auch nur größere (Nutzungs)änderungen aber keine mikroklimatischen Veränderungen (z.B.: durch mehr Stadtbäume) in den Karten erkennbar.

Allgemein sei zu den Auswirkungen durch den Klimawandel (Szenario 1b und 2b) auf Folgendes hingewiesen:

Durch das veränderte Klimasignal (RCP 8.5, Prognosezeitraum 2021 – 2100) treten unterschiedliche Veränderungen auf. Vor allem steigert sich der Effekt der städtischen Wärmeinsel in seiner Intensität und in seiner Größe. Urbane Gebiete, geprägt von künstlichen Baumaterialien wie Asphalt, Beton etc. werden zukünftig besonders stark betroffen sein (Kuttler 2011). Das sind besonders die dicht bebauten, städtischen Gebiete sowie die großflächigen Gewerbe- und Industrieflächen. In diesen Bereichen ist in Zukunft nahezu flächendeckend von der höchsten Hitzebelastung/ Hitzestressniveau auszugehen.

Locker besiedelte Gebiete mit einem hohen Vegetationsanteil auf den Flächen sind weniger stark betroffen, allerdings sind die Auswirkungen durch den Klimawandel auch auf Naturflächen festzustellen. So werden die Funktionen der Frisch- und Kaltluftentstehungsgebiete auf den Hängen wahrscheinlich einen leichten Verlust ihrer Funktionsfähigkeit durch die prognostizierten längeren Trockenperioden erleiden.

Anders verhalten sich die Kaltluftentstehungsgebiete auf den anderen naturnahen Flächen. Diese Flächen werden wahrscheinlich ihre Funktion weiterhin erfüllen können. Der Kaltluftabfluss erleidet somit nahezu keine Einschränkungen und gilt demnach als besonders schützenswert, da er in Zukunft eine noch höhere Bedeutung für das Stadtklima des Ballungsraums haben wird als bisher (um der verstärkten Wärmeinsel entgegenzuwirken).

Es ist zu bedenken, dass zusätzlich auch die Auswirkungen auf Flora und Fauna zu berücksichtigen sind. Dies ist im Wesentlichen abhängig von den Erfolgen beim Klimaschutz.

Zusammenfassend lässt sich sagen:

- Aufgrund der bereits unvermeidbaren Auswirkungen des Klimawandels ist jedenfalls mit einer weiteren Überwärmung im Stadtgebiet zu rechnen. Hierbei sind vor allem die bereits heute überwärmten Gebiete betroffen. Inwiefern die Überwärmung noch weiter zunimmt, ist abhängig von der tatsächlichen Ausprägung des Klimawandels und daher insbesondere abhängig von den weltweiten Erfolgen im Klimaschutz.
- Ausdrücken wird sich die zunehmende Überwärmung auch in mehr, längeren und intensiveren Hitzewellen. Diese bringen auch mehr Tropennächte mit sich. In den Sommermonaten werden dadurch einerseits Freiflächen ohne abmildernde Maßnahmen immer häufiger unter Tags nicht nutzbar. Andererseits wird der Nachtschlaf häufiger weniger erholsam. Das zeigt, dass es – um erfolgreich zu sein – ein Zusammenspiel von Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen braucht: lokal wirksame Einzelmaßnahmen (z.B. klimafitte Freiflächengestaltung), großräumig-systematische Maßnahmen (z.B. Schutz und Erhalt von Kaltluftsystemen) und strategisch-stadtweite Maßnahmen (z.B. Einbindung von Mikroklima in den Planungsprozess).
- Trotz klimabewusster Stadtentwicklung ist - im Falle einer tatsächlichen Temperaturzunahme wie in RCP 8.5 angenommen - eine deutlich stärkere Überwärmung in Innsbruck zu erwarten. Das zeigt, dass es umso wichtiger ist, dass klimasensible Planung einen hohen Stellenwert einnimmt: das Mikroklima sollte bei Planungen von Beginn an berücksichtigt werden und ein für den jeweiligen Standort optimaler Maßnahmenmix zur Anpassung interdisziplinär erarbeitet werden.

Die für Innsbruck spezifischen Erkenntnisse aus den Szenarienkarten sind:

- Grünkorridore („Terrassenböschung Hötting West“, „Grünzug Amras-Pradl-Reichenau“) haben eine besondere stadtklimatische Bedeutung und sollten jedenfalls erhalten und nach Möglichkeit erweitert werden.
- Klimasensible Stadtentwicklung reduziert negative Auswirkungen auf das Umland, vor allem am Talboden.
- Die stadtklimatische Lage ist entscheidend, wie sich Nutzungsänderungen auswirken: Bsp.: beim Huter-Areal hat eine Vergrößerung des Gebäude-Fußabdrucks einen geringeren negativen Effekt als eine ähnliche Vergrößerung im innerstädtischen Bereich. Das liegt daran,

dass das Huter-Areal im Nahbereich einer Durchlüftungsbahn liegt und dadurch (derzeit noch) stadtklimatisch etwas begünstigt ist.

- Kalt/ Frischluftentstehungsgebiete sind besonders schützenswert, da sie durch den Klimawandel in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen.
- Von seiner Höhenlage begünstigt ist Igls: dort wirkt sich der in Szenario 2b eingerechnete Klimawandeleffekt nur sehr schwach aus.

4. Stakeholder*innen-Interviews

4.1. Einleitung (Ziel, Zweck und Methodik)

Im Zuge der Erstellung der Stadtklimaanalyse Innsbruck wurden Interviews mit zuständigen Stellen bei der Stadt und weiteren Stakeholder*innen (aktuelle Forschungsprojekte etc.) durchgeführt.

Ziele und Funktionen der Interviews waren:

- Erhebung, Sammlung und Bewertung der derzeit verfügbaren Stadtklimainformationen und in Verwendung befindlichen Werkzeugen innerhalb der Stadt Innsbruck → eine Übersicht der vorhandenen Stadtklimainformationen ist im Anhang zu finden.
- Überblick über die Verwendung der Informationen und Umgang mit diesen in der beruflichen (tagtäglichen) Praxis, um später die Empfehlungen zielgerichteter formulieren zu können.
- Überblick über die Wünsche der Mitarbeiter*innen der Stadt Innsbruck bezüglich Stadtklimainformationen, um ein Stimmungsbild unter den beteiligten Personen zu erhalten.
- Die Interviews dienen auch zur Bewusstseinsbildung bei den Gesprächspartner*innen.

Als Grundlage für die Interviews wurde ein Leitfaden mit fünf Sachthemen von Weatherpark erstellt (siehe Anhang 9.2). Aufgrund der unterschiedlichen beruflichen Hintergründe der Interviewpartner/innen wurde bei den einzelnen Interviews nicht jede Frage explizit behandelt. Es wurden keine Tonaufzeichnungen der Interviews gemacht. Die Auswertung der Interviews erfolgte nicht personenbezogen, vielmehr wurden die Informationen aus allen durchgeführten Interviews gesammelt.

Die wiedergegebenen Meinungen, Beschreibungen, Vorschläge und Wünsche stellen immer die Meinung einzelner Personen dar. Sie stellen daher immer kleine Einblicke in das jeweilige Themenfeld dar und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

In folgender Tabelle sind alle durchgeführten Interviews aufgelistet. Als Interviewer seitens Weatherpark waren jeweils Mag. Matthias Ratheiser und Isabel Auer MSc anwesend.

Datum	Uhrzeit	Ort	Interviewpartner/innen
14.06.2021	09:00-10:00	Rathaus Innsbruck	Jänicke Leandra MSc (IIG, Nachhaltigkeitskoordinatorin)
14.06.2021	11:00-12:00	Rathaus Innsbruck	Mag. Pirchmoser Stefan (IKB AG, Leiter Unternehmensentwicklung und Innovation)
14.06.2021	13:30-14:30	Rathaus Innsbruck	Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Kleidorfer Manfred Back Yannick MSc (Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Umwelttechnik)

14.06.2021	14:30-15:30	Rathaus Innsbruck	Stadt Innsbruck Mag. Dr. Meze Elisabeth (BürgerInnenbeteiligung)
14.06.2021	16:00-17:00	Rathaus Innsbruck	Stadt Innsbruck DI Weidner Anne, Reimair Simone MSc, (Raumplanung und Stadtentwicklung), DI Strieder Roman (Projekte, Gestaltung und Ortsbildschutz) Mag. Schermer Christine (Verkehrsplanung, Umwelt)
15.06.2021	08:30-10:00	Rathaus Innsbruck	Stadt Innsbruck Dipl. -Ing Müller Christian, DI Reckziegel Karl-Heinz (Tiefbau) DI Mag. Pinter Markus (Grünanlagen)

Tabelle 4.1: Übersicht der Interviewpartner*innen

4.2. Wünsche der Interviewpartner*innen für die Zukunft

Folgende Wünsche für die Zukunft wurden von den interviewten Personen genannt und beschrieben. Hier sind sie als zusammenfassende Schlagworte wiedergegeben:

- Bessere rechtliche Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen schaffen
- Priorisierung des Themenbereichs Stadtklima (z.B. durch eine eigene, übergeordnete Stelle **mit einem/r Stadtklimatolog*in** unter dem Bürgermeister)
- Systematischere und schnellere Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen.
- Es braucht einen klaren Workflow: Wann muss sich wer mit wem absprechen.
- Klimawandel in allen Prozessen mitdenken
- Systematische Bewusstseinsbildung und Miteinbeziehung der Bevölkerung: „Was kann ich beitragen?“
- Die **aus der SKA resultierenden** Kartenwerke sollen zur Bewusstseinsbildung genutzt werden.
- Übergeordnete Raumplanung: Da klimatische Phänomene nicht an politischen Grenzen halt machen, braucht es eine gemeinsame Anstrengung von Stadt Innsbruck und Land Tirol.
- Interdisziplinäres Denken
- Evaluierung bestehender Prozesse, Leitfäden, Masterpläne
- Mehr Anerkennung für klimabewusstes Handeln – das schlechte nicht mehr belohnen

4.3. Erkenntnisse aus den Interviews

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Interviews werden im Folgenden zusammengefasst. Sie werden ebenfalls bei der Ausformulierung der Empfehlungen in Kapitel 0 berücksichtigt. Es handelt sich hierbei nur um einen Auszug/ Eindruck anhand der durchgeführten Interviews. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit, da in den Gesprächen nicht alle Aspekte behandelt werden konnten.

Zusammenarbeit innerhalb der Stadt

Innerhalb der Stadt Innsbruck / den Planungsämtern gibt es regelmäßige Treffen (Ämterbesprechung, alle 2 Wochen), wodurch eine enge Abstimmung möglich ist. Außerdem gibt es eine gute Vernetzung zwischen den ausführenden und den planenden Ämtern. Das Thema Stadtklima spielt bei der gemeinsamen Projektentwicklung jedoch leider noch keine große Rolle. Dafür fehlt es auch an Expertise und klarer Zuständigkeit innerhalb der Stadt.

Zusammenarbeit Stadt – Externe

Es braucht zur Anwendung der Stadtklimaanalyse eine noch engere Vernetzung der Stadt mit anderen relevanten Playern (z.B. Wohnbauträger und Stadtteilzentren). Durch das Cool-INN Projekt (Messepark) gibt es vor allem eine Zusammenarbeit der Universität (Institut für Umwelttechnik) mit der Grünplanung, der IKB und der Geschäftsstelle Bürgerbeteiligung. Der Austausch zwischen Stadt Innsbruck und der IKB und der IIG scheint gut zu funktionieren.

Fehlende (rechtlich) bindende Vorgaben im Bereich Raum- und Bauordnung

Stadtklimatische Anpassungsmaßnahmen für private Bauwerber vorzugeben gestaltet sich teilweise als sehr schwierig. Im Örtlichen Raumordnungskonzept sind zwar Ziele formuliert, aber diese haben keine rechtlich bindende Wirkung für private Bauwerber (nur für die Gemeinde selbst).

In der Tiroler Bauordnung (TBO) besteht die grundsätzliche Möglichkeit zur Erlassung von Örtlichen Bauvorschriften, jedoch sind auch hier hinsichtlich stadtklimatisch wirksamen Begrünungsmaßnahmen nur sehr eingeschränkt Vorgaben möglich (Dachbegrünungen für lediglich einen Teilbereich der Stadt). Die aktuelle Zielsetzung ist primär gestalterisch und richtet sich insb. auf den Schutz des Orts- und Straßenbildes. Nichtsdestotrotz wäre auch mit den derzeit beschränkten Möglichkeiten eine flächendeckende Verordnung von Örtlichen Bauvorschriften von großer Bedeutung. Die Örtlichen Bauvorschriften sollten daher seitens des Landesgesetzgebers auch auf das Ziel der Verbesserung des Stadtklimas ausgerichtet werden können.

Je nach Art des Investors (private vs. öffentliche Investoren wie städtische Tochtergesellschaften) gestalten sich für die Stadt Innsbruck unterschiedliche Steuerungsmöglichkeiten.

Im Falle von projektbezogenen Änderungen von Flächenwidmungs- oder Bebauungsplänen werden seitens der Stadt für das jeweilige Vorhaben diverse Zielvorgaben eingefordert, die bereits im Örtlichen Raumordnungskonzept festgeschrieben sind, u.a. auch stadtklimatisch wirksame Maßnahmen. Diese umfassen i.d.R. ein hochwertiges Grün- und Freiraumkonzept (inkl. Baumpflanzungen, Dachbegrünung, etc.). Die Umsetzung dieser Ziele bzw. Maßnahmen wird privatrechtlich mit einem sog. Projektsicherungsvertrag abgesichert. Grenzen der Anforderungen liegen aber insbesondere in den zumutbaren Baukosten, die insbesondere bei geförderten Projekten (Wohnbauförderung) sehr limitiert sind.

Bei privaten Investoren, die für Ihre Projekte keine Änderung hoheitlicher Verordnungen (FWP, BBP) brauchen, gibt es grundsätzlich nur einen empfehlenden Charakter (Bauberatung, Projektvorlage beim Innsbrucker Gestaltungsbeirat, etc.)

Wettbewerbe

Eine weitere Möglichkeit der Vorgabe sind Wettbewerbsrandbedingungen. Diese Randbedingungen werden seitens der Stadtplanung in Zusammenarbeit mit anderen Planungsämtern ausgearbeitet. Seit kurzem findet dabei der „Leitfaden für Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen“ für Anliegen des Klimaschutzes (aber nicht Anpassung) Anwendung (siehe 9.1.2).

Auch bei Projektentwicklungen, die im Innsbrucker Gestaltungsbeirat diskutiert werden, wird der Themenbereich Stadtklima berücksichtigt und insbesondere der / die Landschaftsplaner*in (ein Mitglied des Beirats) kann hier umfassende Expertise einbringen.

Eingriffsmöglichkeiten im öffentlichen Raum

Der öffentliche Raum liegt je nach Nutzungsart und Eigentümer*innenstruktur in unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen der Planungsämter der Stadt Innsbruck. Die Stadt Innsbruck hat aus aktueller Sicht keine innerstädtischen Flächen zur Verfügung, auf denen großflächig neue Grünräume entstehen können. Entsprechende Anforderungen, auch öffentliche Freiflächen zu schaffen, muss bei jeweiligen Projektentwicklungen soweit möglich eingefordert werden. Hier spielt auch die Nutzbarkeit von Dachflächen eine zunehmend große Rolle. Dem Baumreihenkonzept wird ein hoher Stellenwert gegeben, da es als ein wichtiger Hebel für Maßnahmen im öffentlichen Raum gesehen wird.

Fehlende Finanzierung

Lösungen bzw. einzelne Anpassungsmaßnahmen sind hinreichend bekannt, es fehlt aber bei öffentlichen und privaten Bauwerken oft an der Finanzierung bzw. am Finanzierungswillen (bspw. professionelle Landschaftsplanung, Dachbegrünungen etc.). Der Stadt fehlt es oft an Geld für umfassende neue Baumpflanzungen.

Fehlende Struktur bei der Umsetzung/Fehlende Zuständigkeit

Es wirkt so, als würde an vielen Stellen etwas getan werden, aber es gibt keinen organisierten und strategischen Prozess. Einzelmaßnahmen sind hinreichend bekannt, aber es fehlt an der Struktur bei der Umsetzung. Es gibt einige Zielformulierungen, aber es fehlt an den Rahmenbedingungen für die Umsetzung.

Fehlende Expertise in der Stadt

In der Stadt Innsbruck fehlt es noch an Expertise bezüglich Stadtklima. Durch die fehlende Expertise und unklare Zuständigkeit (fehlende Struktur) wird in den Planungsprozessen der Stadt das Thema Stadtklima noch nicht ausreichend mitgedacht bzw. hat einen zu geringen Stellenwert. Es gibt keinen Punkt im Planungsprozess an dem (verbindlich) das Mikroklima (Komfortqualität auf den Freiflächen) und etwaige Auswirkungen auf das Stadtklima überprüft werden.

Durch die fehlende Expertise kann die Stadt auch nicht beurteilen, ob ein Projekt im Detail untersucht werden muss oder nicht. Derzeit obliegt es an der Einschätzung der Mitarbeiter*innen der jeweiligen Planungsämter, ob für ein Projekt weiterführende Studien verlangt werden müssen bzw.

ob Anpassungsmaßnahmen umzusetzen sind. Wenn ein Gutachten durchgeführt wird (z.B.: RAIQA), ist es der Stadt auch nicht möglich, die Plausibilität der Gutachten einzuschätzen.

Auch bei Wettbewerben / in der Jury ist das Thema noch zu wenig angekommen. Oft gibt es auch eine Diskrepanz zwischen Anpassungsmaßnahmen und anderen relevanten Planungserfordernissen (z.B. Gestaltungsanforderungen/ Orts- und Straßenbild). Hier bedarf es noch an Bewusstseinsarbeit bei den unterschiedlichen Akteuren auf der planenden und beurteilenden Seite, denn es schließt sich nicht aus sowohl auf Gestaltungsaspekte als auch auf das Stadtklima Rücksicht zu nehmen. Es braucht dafür interdisziplinäre Zusammenarbeit, Offenheit von (ggf.) neuen Ideen und eine Priorisierung der Wünsche der Stadt

Wissenstransfer

Derzeit gibt es keine Formate / Workshops zum Austausch von Wissen innerhalb der Stadt bzw. mit Workshops von externen Expert*innen.

Steigendes Interesse der Bevölkerung

Für die erfolgreiche Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen braucht es auch die Beteiligung der Bevölkerung. Die Initiative und das Interesse seitens der Bevölkerung für das Thema steigt in Innsbruck zunehmend. Es bedarf an Angeboten, um die Bevölkerung noch mehr mitzunehmen: Stadteilspaziergänge, z.B. um den Menschen den Widerspruch zwischen Platzverbrauch durch den motorisierten Individualverkehr und Gestaltungsmöglichkeiten für eine klimafitte Stadt näher zu bringen und beispielsweise auf den Wert von (privaten) Bäumen für das Stadtklima hinzuweisen. Andere bestehende Angebote wie Einzugsbegleitung, Garteln vor der eigenen Haustür etc. sollten ausgebaut bzw. intensiviert werden.

5. Strategische Empfehlungen zur Verbesserung des Stadtklimas

In diesem Kapitel werden Empfehlungen für die Stadt Innsbruck zusammengefasst, um das Thema Stadtklima und Klimawandelanpassung zukünftig möglichst wirkungsvoll zu berücksichtigen. Diese Empfehlungen gehen über die konkrete Anwendung der Ergebniskarten hinaus und zielen darauf ab, dass die Stadt Innsbruck einen entscheidenden nächsten Schritt am Weg zu einer umfassenden Anpassung an die Klimakrise gehen kann.

Die Empfehlungen ergeben sich aus den Erkenntnissen aus den Interviews (siehe Kapitel 4.3) und der Expertise und Erfahrungen von Weatherpark. Die Wünsche der Interviewpartner*innen für die Zukunft sind bereits wertvolle Hinweise und sind in die Formulierung der Empfehlungen eingeflossen.

Politischer Wille

Für die Umsetzung aller Empfehlungen ist der politische Wille unabdingbar. Durch die politische Unterstützung und den politischen Auftrag können die Empfehlungen realisiert werden. Dann können die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse auch systematisch und wirkungsvoll genutzt werden, beispielsweise in Verhandlungen. Ein öffentliches Kommittee der Politik, möglichst von der/dem Bürgermeister(in), setzt ein eindeutiges Signal und stärkt die stadtklimatischen Belange.

Transformationsprozess fördern

Es wird empfohlen, jene Planungs- und Entscheidungsprozesse innerhalb der Stadt, an deren Ende bauliche Umgestaltungen stehen, so zu verändern, dass das Thema Stadtklima ein gewichtiger Abwägungsfaktor wird. Entscheidend ist dabei,

- dass es objektiv ermittelte, quantitative Grundlagen gibt, die in der Abwägung mit anderen, bereits etablierten Themen Bestand haben. Diese Grundlagen liefert die Stadtklimaanalyse.
- dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Stadt, die in die Planungs- und Entscheidungsprozessen involviert sind bzw. diese gestalten, über genügend Wissen zur praktischen Anwendung der Stadtklimaanalyse in der täglichen Arbeit verfügen.
- und weiters, dass Abläufe und Planungsprozesse so gestaltet sind, dass die Einbindung der Empfehlungen aus der Stadtklimaanalyse formal vorgesehen sind.

Der Transformationsprozess sollte auch einen Paradigmenwechsel herbeiführen. Es gilt, bei allen Projekten bzw. Planungen Klimawandelanpassung und Klimaschutz (z.B.: auch durch Nutzung von Baubestand, Entgegenwirken von Gebäudeabbrüchen) einen hohen Stellenwert zu geben und nicht nur die bisher durchzuführenden Studien und Aspekte (bspw. Verkehrssicherheit) zu bedenken. Es muss sich die Gedankenwelt/die Maximen umdrehen bzw. wandeln: Es gilt, bei jedem Projekt zu überlegen: „Was/wie kann dieses Projekt möglichst viel zur Anpassung und zum Klimaschutz beitragen?“

Der Anspruch sollte sein, jene Projekte umzusetzen, die möglichst viel zur Anpassung und zum Klimaschutz beitragen und nicht jene, die die geringsten negativen Auswirkungen haben. Zu einem erfolgreichen Transformationsprozess zählt auch, dass sich die gesamte Organisationsstruktur der Stadt stärker auf Klimawandel und Klimawandelanpassung ausrichtet.

Prozessausarbeitung: Einbindung der Stadtklimaanalyse in den Planungsprozess

Für den Transformationsprozess ist die Einbindung der Ergebnisse der nun vorliegenden Stadtklimaanalyse entscheidend. Die Implementierung der Erkenntnisse der Stadtklimaanalyse in vorhandene Planungsprozesse auf unterschiedlichen Planungsebenen obliegt der Stadt. Dabei ist hilfreich, eine Koordinationsstelle einzurichten, um den Prozess zu strukturieren und zu vereinheitlichen. Als Koordinationsstelle würde sich ein(e) Stadtklimatologe/in anbieten.

Ob bzw. wie verbindlich die Stadtklimaanalyse verwendet wird, ist abhängig von der Art des Bauprojektes, der Änderung, die in der Stadt stattfinden soll, oder vom Stadtplanungsprozess. Während für große Stadtentwicklungsprojekte die Verwendung rechtlich bindend sein sollte, ist dies für Kleinprojekte (< 1000 m² Grundstücksfläche und/oder < 500 m² Bruttogeschoßfläche) nicht zwingend notwendig. Es sollte daher für jeden Stadtplanungsprozess in Innsbruck (Stadtentwicklungen, Umwidmung, Neubauten, Wettbewerbe etc.) einen vorgeschriebenen, stadtinternen Prozessablauf geben, der festlegt:

- wann, wie und von wem die Stadtklimaanalyse (Planungshinweiskarte) verwendet werden soll.
- ob bzw. welche Planungshinweise verbindlich umgesetzt werden sollen.
Beispiel: Umsetzung der Planungshinweise könnten bei Wettbewerben verlangt werden.
- wann Detailstudien durchgeführt werden sollen

Es muss also eine Antwort auf die Frage gefunden werden, wie die Planungsempfehlungen aus der Planungshinweiskarte Eingang in die tatsächliche Planung finden. Eine Ausarbeitung, wie die Ergebnisse strukturiert in die Planungsprozesse eingebunden werden können, ist ein längerer Prozess. Dieser sollte jedoch zügig nach Veröffentlichung der Ergebnisse in Gang gesetzt werden.

Die neue VDI-Richtlinie „Umweltmeteorologie – Stadtentwicklung im Klimawandel“ (VDI 3787 Blatt 8) kann als Hilfestellung herangezogen werden.⁵ Zudem sei erwähnt, dass es seit Juni 2019 eine ISO - Norm (ISO 14090:2019; Adaptation to climate change - Principles, requirements and guidelines) gibt, die hilfreiche Anhaltspunkte für die Stadt liefern könnte.

(Teile der) Planungshinweise rechtlich bindend verankern

Die Planungshinweiskarte sollte in der Stadt Innsbruck eine wichtige (Argumentations)grundlage für zukünftige Stadtplanungen und –entwicklungen werden. Besonders wichtige Teile der Planungshinweise sollten jedenfalls auch rechtlich bindend verankert werden (z.B. Schutz von Gebieten, die als Kaltluftleitbahn fungieren)

Anstellung eines/r Stadtklimatolog/in

Innerhalb der Stadt gibt es im Moment kaum Kapazitäten (sowohl zeitlich als auch finanziell), um sich eingehend mit dem Stadtklima zu beschäftigen. Außerdem fehlt der fachliche Hintergrund. Ein/e Stadtklimatologe/in als Primärexperte/in könnte beratend den anderen Fachabteilungen zur

⁵ <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-3787-blatt-8-umweltmeteorologie-stadtentwicklung-im-klimawandel>

Seite stehen. An dieser Position können auch Informationen über etwaige nationale und internationale Entwicklungen zusammengeführt und weiter verteilt werden. Dies würde zu einer besseren Kommunikation und Abstimmung bezüglich Stadtklimatologie und Klimawandelanpassung innerhalb der Stadt Innsbruck beitragen. Bei den Kosten sei hierbei zu beachten, dass zusätzliche Ausgaben durch etwaige Folgestudien oder Beauftragungen miteinberechnet werden müssten.

In Wien (Max Wittowski, MSc) und Graz (Dominik Piringer, MSc) gibt es beispielsweise bereits einen Stadtklimatologen. In Linz gibt es mittlerweile sowohl einen Stadtklimatologen (Mag. Johannes Horak) und einen Stadtklimakoordinator (Oliver Schrot, MSc.).

Förderung des nationalen und internationalen Austauschs

Der Umgang mit dem Thema Stadtklima ist sowohl national als auch international von Stadt zu Stadt verschieden. In Deutschland gibt es schon viele Städte, die eine Stadtklimaanalyse haben und verwenden. Es ist zu empfehlen, sich über die Möglichkeiten der Integration und Verankerung der Ergebnisse in der Stadtverwaltung und -planung (→ Transformationsprozess) auszutauschen.

Vor allem in Deutschland und der Schweiz ist die Verwendung von Stadtklimaanalysen bereits weiter verbreitert. Als Beispiel werden in der Folge drei Städte genannt:

In **Zürich** gibt es einerseits vom Kanton eine Stadtklimaanalyse mit Planungshinweiskarte und Klimaszenarien. Andererseits gibt es darauf Bezug nehmend die von der Stadt ausgearbeitete „Fachplanung Hitzeminderung“, die ein Anpassungskonzept darstellt. Sie identifiziert die wichtigsten Handlungsfelder der Hitzeminderung und entwickelt konkrete Handlungsansätze für die Stadt. Akteure können auf dieser Grundlage auf eine breit gefächerte Toolbox zurückgreifen, um in ihrem jeweiligen Wirkungsbereich sowohl vorsorglich als auch unmittelbar zur Hitzeminderung beizutragen.

In **Hamburg** gab es 2013 aufbauend auf eine Stadtklimaanalyse von 2012⁶ den ersten Aktionsplan⁷ zu Klimawandelanpassung in Hamburg, der verschiedene Maßnahmen beinhaltet. 2015 erfolgte dann eine Zusammenfassung von Anpassung und Klimaschutz im sogenannten Klimaplan von Hamburg⁸. Als Ergebnis des Forschungsprojektes KLIMZUG-NORD ist außerdem 2014 das Kursbuch „Klimaanpassung - Handlungsoptionen für die Metropolregion Hamburg“⁹ erschienen. 2017 wurden die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse ergänzt und aktualisiert¹⁰.

Jena ist eine Stadt mit rund 100.000 Einwohnern in Deutschland. 2013 wurde JenKAS vom Stadtrat angenommen. Es besteht aus einem Handbuch „Klimawandelgerechte Stadtentwicklung“ für Jena, das aktuelle und zukünftige Klimadaten für Jena beschreibt und städtebauliche Leitbilder aufzeigt. Auch die rechtlichen Grundlagen werden in diesem Handbuch¹¹ beschrieben. Demnach können in Jena die Anpassungsmaßnahmen in Bebauungsplänen festgesetzt werden. Aufbauend auf die Planungshinweiskarte Jena gibt es für jeden Stadtteil Empfehlungen für die Anpassung. In dem Handbuch findet sich auch eine Beschreibung des zusätzlichen Tools „Entscheidungsunterstützung für

⁶ <https://www.hamburg.de/landschaftsprogramm/12360220/stadtklima-naturhaushalt-historie/>

⁷ <https://www.hamburg.de/contentblob/4052864/e1b7549bfc46806b9cafa9d89963bd62/data/aktionsplan-anpassung-an-den-klimawandel.pdf>

⁸ <https://www.hamburg.de/klimaplan/>

⁹ <https://www.hamburg.de/contentblob/4592370/f6b63f90fe5b9cf557b72ce0a372bb78/data/d-kursbuch-klimaanpassung.pdf>

¹⁰ <https://www.hamburg.de/landschaftsprogramm/3957546/stadtklimaanalyse-hamburg-2017/>

¹¹ https://jenkas.de/sites/default/files/2020-08/JenKAS-Handbuch_einer_klimawandelgerechten_Stadtentwicklung_Web.pdf

Lokale Klimawandelanpassung“ (JELKAS). JELKAS priorisiert 118 Handlungsempfehlungen zunächst allgemein nach ihrer Effektivität. Danach erfolgt eine weitere, auf den jeweiligen Ortsteil abgestimmte Gewichtung. Schließlich werden die jeweils 15 bestgeeigneten Empfehlungen aufgelistet.

Aber nicht nur im Ausland, auch innerhalb von Österreich bietet sich ein Austausch mit anderen Städten an, die sich ebenfalls den Herausforderungen der Klimakrise stellen wollen. Denn das Thema Stadtklima wird auch in vielen österreichischen Städten immer relevanter.

In **Graz** wird beispielsweise bereits über eine reine Stadtklimaanalyse nach der VDI-Richtlinie hinausgedacht. Im Zuge des KIS (Klima-Informationssystems) will Graz ein umfassendes und innovatives Klima-Informationssystem aufbauen und entwickeln, das weit über die Standardfunktionen einer VDI-Stadtklimaanalyse hinausgeht und visionäre Konzeptionen und Planungen unterstützt¹².

In **Linz** wurde die Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie im Mai 2021 präsentiert. In **Wien** sind die Arbeiten ebenfalls 2021 veröffentlicht worden.

Es wird empfohlen, sich mit anderen Städten im Weiteren zu diesem Thema auszutauschen.

Klimabeirat/ Expert/innenbeirat

Dabei kann es sich um ca. 3 Personen/Fachleute handeln, die der Stadt beratend zur Seite stehen und Projekte unterstützen und koordinieren. Über solch einen Beirat, den auch das UCCRN (Urban Climate Change Research Network) empfiehlt, kann auch ein Eindruck gewonnen werden, wie andere Städte damit umgehen. Außerdem kann von den beteiligten Fachleuten zusätzliche Expertise eingeholt werden. Ein Zusammentreffen sollte regelmäßig, z.B. 3-mal pro Jahr, stattfinden. Daher muss für 3 Personen 3-mal im Jahr je ein Tag plus Vor- und Nachbereitung in die Finanzplanung miteinberechnet werden, zzgl. Reisekosten (keine Flugreisen, vorrangig Bahnreisen unterstützen) und Verpflegung.

Bewusstseinsbildung bei Stakeholdern, der Bevölkerung und in der Stadtverwaltung

Aussagekräftige, grafisch gut aufbereitete Analysen der aktuellen Stadtklimasituation sind eine wichtige Argumentationsgrundlage, um Verständnis für kostenintensive Maßnahmenumsetzungen und Projekte zu schaffen. Mit der Stadtklimaanalyse gibt es nun eine wesentliche Argumentationsgrundlage. Zudem kann durch öffentliche Aktionen (Messungen, Spaziergänge, Workshops, Aktionstage etc.) auf die Problematik hingewiesen werden.

Wichtig ist außerdem auch ein passender Webauftritt, um die Öffentlichkeit zu informieren. Derzeit (Stand September 2021) gibt es auf der Website der Stadt Innsbruck kaum Informationen bezüglich Stadtklimatologie, Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel.

Ein Faktor, der bei der Bewusstseinsbildung essentiell ist, ist das Sichtbarmachen von guten Beispielen und die Entwicklung von positiven Visionen. Oftmals ist das Fehlen von konkreten Bildern und Vorstellungen über die Zukunft, also eine Vision einer „besseren“ Zukunft ein großes und entscheidendes Hindernis am Weg zur Gestaltung und Umsetzung vieler in diesem Bericht beschriebenen Maßnahmen. Es wird daher dringend empfohlen, an diesem Punkt weiterzuarbeiten, indem klimasensible Lösungen positiv und klar visualisiert und beschrieben werden, um bei der Bevölkerung

¹² <https://www.graz.at/cms/beitrag/10282564/7759359/Stadtklimaanalysen.html> (aufgerufen am 16.04.2021)

der Stadt, aber auch bei Planer*innen Bilder in den Köpfen zu erzeugen: Bilder von fair aufgeteilten Straßen und Plätzen, Bilder einer Freiflächengestaltung mit vernetztem Grün und komfortablen Aufenthaltsbereichen, die zum Verweilen einladen. Bilder, die alle die notwendige Transformation der Städte mit Freude und Mut angehen lassen. Nur mit solchen positiven Visionen einer an die Folgen der Klimakrise angepassten Stadt(planung) werden mehr und mehr Entscheidungsträger*innen und Bürger*innen ihre inneren und äußeren Widerstände fallenlassen und zu einer gemeinsamen Lösung dieser gewaltigen Herausforderung unserer Zeit kommen. Ein Beispiel für eine solche Aufbereitung und Visualisierung ist der Faltplan der Initiative Klimakongret (www.klimakongret.at).

Zur Bewusstseinsbildung können auch mobile, meteorologische Messungen, wie z.B. während der Messkampagne für die Stadtklimaanalyse, beitragen.

Die Bewusstseinsbildung innerhalb der Stadt ist ein entscheidender Faktor für einen umfassenden Transformationsprozess. Dafür sind insbesondere laufende Fortbildungen und interdisziplinäre Zusammenarbeit wichtig.

Vulnerabilitätsanalysen

Sogenannte Vulnerabilitätsanalysen, die aufbauend auf der Stadtklimaanalyse erstellt werden können, sind hilfreich als Argumentationsgrundlage bei Politik und Bevölkerung. Durch eine Verschneidung der Ergebnisse der Stadtklimaanalyse Innsbruck mit Bevölkerungsdaten (Alter, Bevölkerungsdichte, etc.) können wichtige sozioökonomische Schlüsse gezogen werden und Priorisierungen erfolgen.

Evaluierung von Co-Benefits

Um die Akzeptanz für Klimawandelanpassung zu erhöhen, ist außerdem zu empfehlen, dass Co-Benefits ausgearbeitet und kommuniziert werden. Co-Benefits könnten beispielsweise sein: Schaffung von Arbeitsplätzen, Erreichen von Klimaschutzziele, Stadt attraktiveren für den Tourismus etc.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern

Das Stadtklima und somit das Handlungsfeld Klimawandelanpassung ist eine Querschnittsmaterie. Dies zeigt sich unter anderem dadurch, dass bei der Umsetzung von wichtigen Maßnahmen (z.B. Baumpflanzungen) viele verschiedene Ämter der Stadt betroffen sind. Eine große Herausforderung ist daher die enge und abgestimmte Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Ämtern, um die schnelle und strategische Anpassung an den Klimawandel zu ermöglichen.

Bei der Planung sollte daher nicht sequentiell gearbeitet werden, sodass ein Fachbereich nach dem anderen seinen Beitrag liefert, ohne von den anderen Fachbereichen etwas zu wissen. Das ist nicht nur bei der Ausarbeitung von neuen Prozessabläufen wichtig, sondern auch bei der konkreten Entwicklung von lokalen Anpassungsmaßnahmen im Zuge eines Planungsprozesses. Um den optimalen Anpassungsmix für den jeweiligen Standort zu finden und zu ermöglichen, braucht es eine intensive Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachbereichen (Mobilitätsdesign, Architektur und Städtebau, Grünanlagen-Planung, Stadtentwicklung, Tiefbau, Stadtklimatologie, ...).

Außerdem lohnt es sich, ein interdisziplinäres Team bestehend aus stadtinternen Mitarbeiter/innen und auch externen Fachleuten aufzustellen. Die externen Fachleute sollten jedenfalls die Themen Mobilitätsdesign, Architektur, Landschaftsarchitektur, Stadtplanung, Stadtklimatologie ... abdecken.

Durch regelmäßige Treffen dieses Teams kann der Austausch und die bessere Zusammenarbeit unter den Fachrichtungen gefördert werden.

Regelmäßige interne Fortbildungen anbieten

Es sollten regelmäßige Workshops mit Fachleuten durchgeführt werden, um die Verteilung von Wissen innerhalb der ganzen Stadtverwaltung zu gewährleisten.

Diese Workshops sollten Inputs von unterschiedlichen Fachleuten einbringen:

- Landschaftsplaner*innen: Kenntnisse zu klimafitten Stadtbäumen, passende Einpflanzungen/Verpflanzungen, Schaffen von Wurzelraum (Schwammstadt), etc.
- Verkehrsplaner*innen: Fußgänger/innen und Radfahrer/innen freundliche Mobilitätslösungen, Begegnungszonen, etc.
- Meteorolog*innen: Erklärung und Interpretation von Mess- und Simulationsergebnissen, Möglichkeiten und Grenzen der Modelle

Stadtklimatologie, Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel sind derzeit immer präsenter werdende Themen. Daher ist vor allem in den letzten Jahren das Angebot an Veranstaltungen (Konferenzen, Seminare, Workshops) - insbesondere in Deutschland - stark gestiegen. Ein Besuch von solchen Veranstaltungen ist dringend zu empfehlen, um sich über neue Erkenntnisse, Erfahrungen und Möglichkeiten zu informieren und auszutauschen. Dafür bräuchte es eine/n Verantwortliche/n in der Stadt Innsbruck. Dafür würde sich der/die Stadtklimatologe/in anbieten.

Um über geplante Veranstaltungen informiert zu werden, ist eine regelmäßige Recherche bzw. die Durchsicht von verschiedenen Newslettern notwendig. Auch für diese Tätigkeit bedarf es einer zuständigen Stelle, z.B. einen Stadtklimatologen.

Um am Laufenden über Veranstaltungen zu bleiben sind folgende Newsletter u.a. zu empfehlen: „Klimawandelanpassung“ des Umweltbundesamtes¹³, European Climate Adaptation Newsletter¹⁴.

Berücksichtigung des Stadtklimas im Planungsprozess von hohen Häusern und Hochhäusern

Eine Überarbeitung der stadtinternen Abläufe wird dahingehend empfohlen, dass noch vor einer Ausschreibung bzw. dem Planungsbeginn eines hohen Hauses (Firsthöhe größer oder gleich 22 m) und eines Hochhauses (Firsthöhe größer oder gleich 32 m) von Fachexpert*innen überprüft werden muss, ob der Standort des Planungsvorhabens laut Stadtklimaanalyse grundsätzlich für ein Hochhausprojekt geeignet ist. Dafür ist eine frühzeitige fachliche Begleitung und Überprüfung der Auswirkungen auf das Stadtklima zu empfehlen.

Es sollte eine Prozessbeschreibung ausgearbeitet werden in welcher definiert wird, wie Hochhausprojekte stadtklimatologisch begleitet werden (notwendige Überprüfungen, Ablauf etc.). Ein Beispiel dafür ist das Hochhauskonzept der Stadt Wien¹⁵. Siehe dazu auch die vorhandene Hochhausstudie (Kapitel 9.1.2).

¹³ https://www.klimawandelanpassung.at/ms/klimawandelanpassung/de/kwa_allgemein/newsletter/

¹⁴ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/newsletter>

¹⁵ <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/step/step2025/fachkonzepte/hochhaeuser/>

Durchführung von Detailstudien einzelner Bau- und Infrastrukturprojekte (inklusive Auflagen für die Bauwerber*innen)

Die Durchführung von Detailstudien wird durch die neu erstellen Grundlagen erleichtert. Anhand der Stadtklimaanalyse kann nun einfacher festgelegt werden, ob bzw. welche Detailstudie an einem Standort notwendig ist. Aufbauend auf die Planungshinweiskarte könnten die Entscheidungsbäume (verbindlich) festgelegt werden. Diese helfen zu entscheiden, wann welche Detailstudie durchzuführen ist bzw. von Bauwerber*innen verlangt werden kann. Zu folgenden stadtklimatologischen Aspekte können Detailstudien durchgeführt werden:

- Windkomfort
- Durchlüftung
- Kaltluftsysteme
- Sommerkomfort

Die Stadtklimaanalyse erleichtert außerdem die tatsächliche Durchführung von Detailstudien, da die stadtklimatischen Phänomene erstmalig flächendeckend erfasst sind und dadurch passende Anfangsbedingungen für die Simulationsmodelle abgeleitet werden können. Grundlageninformationen zu Detailstudien sind in Kapitel 6 ausgeführt.

Es ist hierbei auch zu bedenken, dass es eine Bewusstseinsbildung bei Bauwerber*innen für Detailstudien braucht, damit diese nicht nur als notwendige Pflicht angesehen werden. Vielmehr sollte den Bauwerber*innen bewusst werden, dass Detailstudien immer hilfreich sind, um den Wert und das positive Image eines Bauprojektes und den umgebenden Freiflächen zu stärken. Durch Detailstudien und individueller Maßnahmenentwicklung (u.a. zur Anpassung an die Hitze oder die Windbedingungen) kann der Komfort auf den Freiflächen immer noch gezielt verbessert werden. Es gilt daher bei den Bauwerber*innen die Motivation zu wecken, bei jedem Projekt einen wichtigen Beitrag zur modernen und umweltbewussten Stadtgestaltung leisten zu wollen. Ein Beitrag dazu kann die EU Taxonomie sein. Sie fordert einen Nachweis für klimaresilientes Bauen und Planen und ist so ein Beitrag zur Bewusstseinsbildung und zur Anpassung an den Klimawandel.

Zukunftsweisende Planung forcieren

Wichtig ist, dass Innsbruck – wie alle Städte - zukunftsweisend planen und handeln muss. Für eine klimabewusste, zukunftsfähige Stadtentwicklung ist es nicht nur notwendig auf die Ist-Situation zu reagieren, sondern auch die zu erwartenden Veränderungen (durch die Stadtentwicklung und den Klimawandel) zu berücksichtigen. Daher wurden im Zuge des Projekts auch Szenarienkarten erstellt (siehe Kapitel 3). Anhand dieser Szenarienkarten ist abzuleiten, welche städtischen Flächen angesichts des zu erwartenden Temperaturanstiegs in der Zukunft eine noch höhere Bedeutung für das Stadtklima in Innsbruck haben werden als bisher. Diese gilt es daher mit einer besonders hohen Priorität nachhaltig zu sichern.

In den Planungen und Umsetzungen sollte auch antizipiert werden, dass sich in Zukunft weitere Sektoren verändern werden (müssen). z.B.:

- Mobilität: Reduktion MIV → Neuaufteilung des öffentlichen Raums → Platz für Anpassungsmaßnahmen, positive Rückkopplung mit Klimaschutz

- Kultur, Soziales, Arbeit: Siesta, Zusammenleben → mit der Arbeit Ausweichen auf weniger heiße, produktivere Tageszeiten

Berücksichtigung des Klimawandels bei öffentlichen Ausschreibungen und Wettbewerben

Der Klimawandel sollte bei öffentlichen Ausschreibungen/ Wettbewerben in der Bewertung mitberücksichtigt werden. Dazu braucht es die Einbindung von Expert*innen für Stadtklima und Humanmedizinern in der Jury. Hierbei gilt es nicht nur Klimaschutz (Architektur, Baustoffe etc.), sondern auch Klimawandelanpassung zu berücksichtigen. In der Stadt Innsbruck ist dies bereits als Maßnahmenidee in der Anpassungsstrategie formuliert worden.

Zusammenarbeit mit dem Umland stärken

Für das Stadtklima relevante Flächen und Einflüsse enden nicht an der Stadtgrenze, sondern gehen darüber hinaus. Aus diesem Grund sollte ein aktiver Austausch mit angrenzenden Gemeinden stattfinden und idealerweise eine regionalklimatische Arbeitsgruppe etabliert werden.

Festlegung von Indikatoren, Schwell- und Grenzwerten

Derzeit gibt es für viele Bereiche (Windkomfort, Überwärmung, Wärmeinsel, etc.) weder national noch international festgelegte Indikatoren, Schwell- und Grenzwerte. Dadurch ist eine Beurteilung, ob ein Projekt aus mikroklimatischer Sicht verträglich ist oder nicht, schwierig. Es wird empfohlen, dass sich die Stadt mit dieser Thematik beschäftigt und eigene Indikatoren, Schwell- und Grenzwerte festlegt, um die Überprüfung von Detailstudien zu erleichtern. Als Anhaltspunkt sei beispielsweise auf VDI-Richtlinien, WTG (Windtechnologische Gesellschaft) Merkblätter, ÖGNI, ÖGNB und die holländische Norm zum Windkomfort hingewiesen. Indikatoren, Schwell- und Grenzwerte sollten regelmäßig evaluiert und ggf. aktualisiert werden (durch Erfahrungen aus der Praxis, neue wissenschaftliche Erkenntnisse, etc.).

Evaluierung und Aktualisierung

Es sollte eine regelmäßige Evaluierung und ggf. Aktualisierung des stadtinternen Prozesses und der Entscheidungsbäume (Kapitel 2.7.2) erfolgen, um sicherzustellen, dass die Verwendung und der Umgang mit den Ergebnissen für die Stadt Innsbruck sinnvoll und praktikabel ist. Durch die praktischen Erfahrungen kann der Prozess laufend optimiert werden. Durch die Evaluierung sollte auch sichergestellt werden, dass das Werkzeug Stadtklimaanalyse tatsächlich hilft, klimasensible Stadtentwicklung in Innsbruck zu betreiben. Hierbei ist auch zu beachten, dass eine erneute Durchführung einer Stadtklimaanalyse nach jeweils ca. 5 Jahren (je nach Veränderung der Stadt und des Klimas) empfohlen wird. Solch eine Aktualisierung kann auch genutzt werden, um zu evaluieren, ob und inwiefern sich die stadtklimatische Situation in Innsbruck verbessert / verschlechtert hat.

Ausbau des meteorologischen Messnetzes

Da die Stadt Innsbruck derzeit über kein eigenes meteorologisches Messnetz verfügt, sollte die Realisierung eines solchen in Zukunft als Ziel gesetzt werden. Dabei können stadtklimatologisch interessante Orte und Phänomene durch langjährige, konsistente Messungen abgedeckt werden, welche derzeit noch nicht durch das Messnetz anderer Betreiber erhoben werden. Insbesondere in der Innenstadt wären engmaschigere Messungen (insbesondere von Wind und Lufttemperatur) hilfreich. Dabei wäre die Integration der Messung der PET (Gefühlte Temperatur) oder Infrarot - Messungen (Wärmebildmessungen) zukunftsweisend.

Bei der Datenaufbereitung sollte darauf geachtet werden, dass das Dateiformat an bestehende Messdaten (des Landes, IKB, etc.) angepasst wird. Damit ergibt sich eine konsequente Aufbereitung der Daten, welche die Auswertung auch zukünftig erleichtert.

Für den Aufbau eines profunden Messnetzes, das alle für das Stadtklima wichtige Aspekte abdeckt, kann der Austausch mit anderen Städten in Österreich und international hilfreich und empfehlenswert sein. Beispielsweise arbeitet die Stadt Graz intensiv an einem Klima – Informationssystem (KIS). Zudem könnte eine Kollaboration (mit dem Land Tirol oder der ZAMG) angestrebt werden.

Zugriff Messdaten der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) und der Universität Innsbruck

Eine wichtige Messstation in der Innenstadt wird von der ZAMG betrieben. Außerdem führt die Universität Innsbruck einige Messungen durch. Es sollte eine Möglichkeit zur umfangreichen, automatischen und jeweils aktuellen Verfügbarkeit dieser Messdaten in höchster verfügbarer Auflösung geschaffen werden. Damit könnte mit den Daten stadintern weitergearbeitet werden und bspw. zur Bewusstseinsbildung genutzt werden. Für das Thema Hitze in der Stadt wären insbesondere die Daten der besonderen Erscheinungen (Tropennächte, Kysely-Tage, Hitzetage, Sommertage etc.) von öffentlichem Interesse.

Überarbeitung der Strategie und Erarbeitung Aktionsplan 2022/23

Die vorhandene Strategie zur Anpassung an den Klimawandel sollte basierend auf den neuen Grundlagen (Planungshinweiskarte, Empfehlungen, Maßnahmenkatalog) – hinsichtlich konkreter (strategische) Handlungsschritte überarbeitet werden. Zudem bieten die Ergebnisse dieses Projekts eine gute Grundlage für die Erarbeitung eines neuen Aktionsplans 2022/23 und können bei der Prioritätensetzung helfen. Dabei sollten einzelne Schritte konkreter festgelegt werden (inkl. Festlegung der Evaluierung).

Werkzeuge / Grundlagen überarbeiten und ergänzen

Bestehende Werkzeuge sollten mit den Erkenntnissen aus der Stadtklimaanalyse evaluiert, verschliffen und ggf. überarbeitet werden (siehe dazu Bemerkungen bei den vorhandenen Grundlagen im Anhang). Bei neuen Werkzeugen/Konzepten sollten jedenfalls die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse miteinfließen. Das Stadtklima sollte bei allen Prozessen in der Stadt dadurch besser integriert werden.

6. Weiterführendes zu mikroklimatische Detailstudien

6.1. Einleitung

Die Stadtklimaanalyse ist eine Untersuchung auf der Ebene des Mesoklimas (Größenordnung > 1 km). Bei Neu- oder Umbauplanungen kann es notwendig sein, eine detailliertere Untersuchung (Rasterauflösung < 5 m) vorzunehmen, um die kleinräumigsten Phänomene zu analysieren.

Anhand der Stadtklimaanalyse kann einfacher festgelegt werden, ob bzw. welche Detailstudie an einem Standort notwendig ist. Aufbauend auf der Planungshinweiskarte könnte durch Entscheidungsbäume (verbindlich) festgelegt werden, wann welche Detailstudie durchzuführen ist bzw. von Bauwerber*innen verlangt werden kann. Detailstudien können anhand der Stadtklimaanalyse einfacher und zielgerichteter durchgeführt werden. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Grundlagen zu mikroklimatischen Detailstudien zusammengefasst.

6.2. Allgemeines – Skalenfrage

Bei der Berücksichtigung vom Stadtklima in der Planung ist es entscheidend, die verschiedenen Skalen (Größenordnungen) zu verstehen.

Abhängig von der Handlungs- bzw. Planungsebene ist auf unterschiedliche stadtklimatische Phänomene zu achten. Daher unterscheidet sich auch die Untersuchungsmethodik und die übergeordnete Anpassungsstrategie. In der VDI-Richtlinie 3785, Blatt 1 ist angeführt, welche Phänomene auf den unterschiedlichen Planungsebenen untersucht werden sollen. In Anlehnung dazu wurde folgende Tabelle erstellt, die einen Überblick über die Skalen geben soll. Je kleiner die Handlungsebene wird (Einzelobjektplanung), umso wichtiger werden die kleinräumigsten (mikroklimatischen) Phänomene, wie Sonneneinstrahlung und Abschattung. Auf der größeren gesamtstädtischen Planungsebene (Mesoklima) sind hingegen die großräumigeren Phänomene, wie Luftzirkulation, Kaltluftbahnen und etwaige Wechselwirkungen zu beachten.

Eine Stadtklimaanalyse findet auf der Planungsebene Stadt/Ortsteil ihre direkte Anwendung. Sie ist eine mesoklimatische Analyse und zeigt regionale Zusammenhänge und Abhängigkeiten auf. Anhand der Planungshinweiskarte können auf einen Blick grundlegende Aussagen und Empfehlungen für einen Standort getroffen werden. Das erleichtert die Projektplanung von Beginn an.

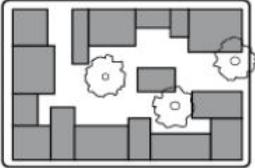
Administrativ	Planungsebene	Stadtklimatische Fragestellungen	Untersuchungsmethodik	Anpassungsstrategien	
Region	Regionalplanung M 1: 100.000	Regionale Luftaustauschprozesse	Regionalklimaanalyse	z.B.: Belüftung und Flächenverteilung	Strategische Maßnahmen
Stadt	Örtliches Entwicklungskonzept M 1:10.000	Städtische Wärmeinsel, Klimatope	Stadtklimaanalyse	z.B.: Vernetzung von Grünflächen, Flächennutzung	
Ortsteil 	Flächenwidmungsplan M 1: 5.000	Luftaustausch, Kaltluftabfluss	Stadtklimaanalyse; ggf. Detailstudie (je nach Planungshinweis lt. SKA)	z.B.: Vernetzung und Ausstattung von Grünflächen, Belüftung	Strategische/lokale Maßnahmen
Bebauungsstruktur/Block 	Bebauungsplan M 1:2.000	Mikroklimatische Untersuchungen (Windkomfort, Sommerkomfort, Kaltluftabfluss)	Detailstudien (Mikroklimamodelle) – je nach Planungshinweis lt. SKA	z.B.: Schatten, Oberflächengestaltung, Versiegelung, Gebäudevolumen, -höhe, -ausrichtung	Lokale Maßnahmen
Gebäude 	Objektplanung M 1:500 oder feiner	Mikroklimatische Untersuchungen (Windkomfort, Sommerkomfort)	Detailstudien (Mikroklimamodelle) – je nach Planungshinweis lt. SKA	z.B.: Schatten, Oberflächengestaltung, Gebäudedetails	

Tabelle 6.1: Überblick Skalen (Größenordnungen) der Klimaphänomene in der Stadt

Die Stadtklimaanalyse bietet außerdem eine wertvolle Grundlage für vertiefende Detailstudien (Gutachten). Denn sie dient dazu, Hinweise zu geben, worauf auf der Planungsebene Block/Gebäude geachtet werden muss. Anhand der Planungshinweiskarte kann abgeleitet werden, ob bzw. welche Detailstudien gemacht werden müssen.

Ohne eine Stadtklimaanalyse würde diese wichtige Grundlage fehlen, da keine Ersteinschätzung der stadtklimatischen Bedingungen an einem Standort möglich wäre. Durch die Verwendung einer Stadtklimaanalyse wird sichergestellt, dass nur jene Detailstudien zu Fragestellungen durchgeführt werden, die für den betroffenen Standort relevant sind. Dadurch kann ein Mehraufwand und somit auch Mehrkosten vermieden werden.

Durch die Stadtklimaanalyse kann zudem verhindert werden, dass an einem Standort kontraproduktive Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel gesetzt werden. Es sollte für jeden Standort individuell der optimale Maßnahmenmix gefunden werden, der auch die Bedingungen und Phänomene der weiter entfernten Umgebung berücksichtigt. Befindet man sich beispielsweise in einer Kaltluftbahn mit hoher Wirksamkeit, können intensive, dichte Baumpflanzungen, die lokal am Standort eine Verbesserung des Mikroklimas (u.a. Hitzestress) bringen würden, auf der gesamtstädtischen Ebene kontraproduktiv sein, weil sie den Kaltluftfluss abschwächen und somit stromabwärts für negative Konsequenzen sorgen. Nur durch die Stadtklimaanalyse sind solche großräumigeren Phänomene und Abhängigkeiten bekannt und können berücksichtigt werden.

6.3. Arten von Detailstudien – ein Überblick

Folgende Phänomene können in Detailstudien untersucht werden:

- Windkomfort
- Durchlüftung
- Kaltluftsysteme
- Sommerkomfort (physiologisch äquivalente Temperatur PET als Maß für die Hitzebelastung untertags und Lufttemperatur als Maß für die sommerliche Wärmeinsel nachts)

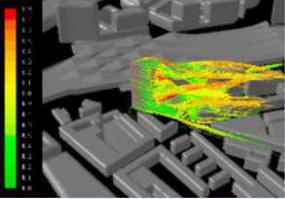
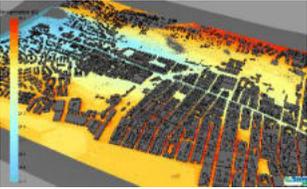
Die Auswahl, welche Detailstudie an einem Standort notwendig ist, kann anhand der Entscheidungsbäume und/oder der Expertise des/der Stadtklimatologen/in erfolgen. Detailuntersuchungen können durch Fachexpert*Innen folgender Fachbereiche durchgeführt werden: Meteorologie, Klimatologie oder Stadtklimatologie. Für die Detailstudien kommen unterschiedliche Computersimulationsmodelle zum Einsatz. Bisher gibt es im deutschsprachigen Raum keine allgemeinen Richtlinien (ähnlich VDI) zur Durchführung von Detailstudien. Die übliche Vorgehensweise bei solchen Detailstudien ist:

- Nachbildung des Untersuchungsgebiets sowie dessen Umgebung zum Ist-Zustand (Bestand) und (falls vorhanden) zum letztgültigen Planstand
- Gegebenenfalls auch Vergleich der rechtsgültigen Bebauungsmöglichkeiten mit der potenziellen Dichteerhöhung
- Durchführung von computergestützten Simulationen für die Planstände
- Auswertung und graphische Aufbereitung von charakteristischen Parametern und der relativen Veränderungen, sowie Bewertung und Einordnung der Veränderungen. Vergleich mit Grenzwerten, sofern diese vorhanden sind.
- Ableitung von Empfehlungen für die weitere Planung. Anhand von Vorher-Nachher-Vergleichen können etwaige Auswirkungen durch die geplante Bebauung / Veränderung quantifiziert werden und ggf. Maßnahmen entwickelt werden.

Wichtig zu beachten ist hierbei, dass bei Detailstudien ausreichend Umgebung im Computermodell nachgebaut wird, um auch die umliegenden Effekte berücksichtigen zu können. Zudem ist ein ausreichend großer Rand um das tatsächliche Untersuchungsgebiet notwendig, weil es bei Simulationsmodellen zu sogenannten numerischen Randeffekten kommen kann, die dann in die spätere Interpretation nicht einfließen dürfen. Die tatsächliche Größe der Ränder liegt im Ermessen der Anwender*innen des Modells.

Außerdem ist es wichtig die Grenzen der Simulationsmodelle und somit der Detailstudien zu kennen: u.a. welche meteorologischen Phänomene können erfasst werden / welche nicht (z.B.: Überlagerung von tagesperiodischen Windsystemen mit Kaltluftsystemen, Kaltluftbehandlung in CFD – Modellen).

Die folgende Tabelle bietet einen kurzen Überblick über die Detailstudien.

Detailstudie	Wo/Wann ist diese Untersuchung zu empfehlen?	Was wird untersucht?	Was kann abgeleitet werden?	Notwendige Grundlagendaten	Auflösung
Windkomfort 	<ul style="list-style-type: none"> • bei Hochhäusern • an Standorten, die (lt. PHK) nahe zu Windfeldänderungen liegen <ul style="list-style-type: none"> ○ um Aufenthaltsqualität (Windkomfort) im Freien zu analysieren bzw. hoch zu halten 	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl der Stunden mit unangenehmen Windverhältnissen (Windkomfort) für kurzes und langes Verweilen • Verstärkungsfaktoren (Wird der Wind verstärkt oder abgeschwächt?) • Trajektorien 	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweise für Gebäudeanordnung, -höhe und -ausrichtung • Maßnahmenempfehlungen für Gebäudedetails (Vordächer, Sockel...) • Maßnahmenempfehlungen für die Freiflächen (Balkone/ Dachterrassen) • Empfehlungen für Nutzungsanpassungen 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Gebäudedaten • Windklimatologie an einem nahegelegenen, repräsentativen Standort oder eigene Messungen • Gegebenenfalls Bepflanzung 	0.3 – 3m
Durchlüftung 	<ul style="list-style-type: none"> • bei der Neuplanung von Stadtvierteln und einzelnen Gebäuden, um in einer frühen Planungsphase die Ausrichtung und Dimensionierung der Gebäude zu optimieren • an Standorten, die lt. PHK innerhalb bzw. nahe an Durchlüftungsbahnen liegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Verstärkung/Ab schwächung einer Frischluftströmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweise für Gebäudeanordnung, -höhe und -ausrichtung • Hinweise für die Ausrichtung von Straßenzügen 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D – Gebäudedaten • meteorologisches Szenario 	1-5 m

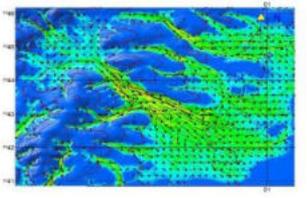
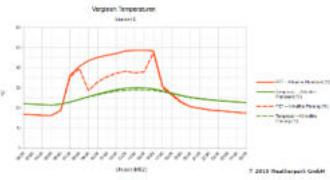
<p>Kaltluft(abfluss)</p>  <p>DWD, KLAM_21</p>	<ul style="list-style-type: none"> • an Standorten, die lt. PHK innerhalb bzw. nahe an Kaltluftbahnen liegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung der Kaltluft in der Nacht (etwa 2 bzw. 4 h nach Sonnenuntergang) • Veränderung der Kaltluftströmung durch Änderungen in der Bebauung 	<ul style="list-style-type: none"> • Hinweise für Gebäudeanordnung, -höhe und -ausrichtung • Stellungnahme, ob Kaltluftbahn wesentlich verändert/beeinflusst wird 	<ul style="list-style-type: none"> • Landnutzung (aus FMZWK) • Digitales Geländemodell • Gegebenenfalls 3D-Gebäudedaten 	<p>5 – 25 m</p>
<p>Sommerkomfort</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • an Standorten, die eine hohe Überwärmung aufweisen ○ um den Effekt der städtischen Wärmeinsel zu analysieren ○ um Aufenthaltsqualität (Hitzebelastung) im Freien zu analysieren bzw. hoch zu halten <p>Es bieten sich Vergleichssimulationen zwischen IST-Zustand und ein oder mehreren Planungsvarianten an.</p>	<p>Für einen typischen heißen Tag können verschiedene meteorologische Parameter berechnet werden. Vor allem relevant sind die</p> <ul style="list-style-type: none"> • physiologisch äquivalente Temperatur (PET) als Maß für die Hitzebelastung untertags • Lufttemperatur als Maß für die UHI nachts 	<ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmenempfehlungen für die Freiflächen, um Hitzestress zu minimieren • Hinweise auf Hot Spots • Empfehlungen für Nutzungsanpassungen 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D – Gebäudedaten • Aktueller, detaillierter Planstand der Freiflächen mit Informationen zu Baumstandorten, Oberflächengestaltung etc. 	<p>0.5 – 5 m</p>

Tabelle 6.2: Überblick Arten von Detailstudien

7. Literatur

Baumüller, J.; Hoffmann, U.; Reuter, U. 1995:

Städtebauliche Klimafibel, Hinweise für die Bauleitplanung Folge 2. Stuttgart: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg.

Brandenburg C., Matzarakis, A., 2007:

Das thermische Empfinden von Touristen und Einwohnern der Region Neusiedler See. In: Matzarakis, A., Mayer, H. (Eds.), Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 16, 67-72.

DWD 2016:

Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Deutscher Wetterdienst, Klima- und Umweltberatung.

Häckel H. 1985:

Meteorologie. UTB – Ulmer, Stuttgart.

Hupfer P., Kuttler, W. 1998:

Witterung und Klima B.G. Teubner Stuttgart.

Höppe, P. 1999:

The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int. J. Biometeorol. 43, 71-75.

Katzschner, L. 2004:

Beitrag der Stadtklimatologie zu den Zielen einer neuen Urbanität UVP Report, Nr. 1/2004, Hamm.

Katzschner, L.; Katzschner, A.; Kupsi, S. 2010:

Abschlussbericht des BMBF Verbundprojekts KLIMES. Teilvorhaben Planerische Bewertung der kleinräumigen Stadtklimaanalyse zur Umsetzung der Maßnahmen „Anpassung an Klimaextreme“, Universität Kassel.

Kupsi S. 2017:

Klimagerechte Materialien – Hitze Hotspot Stadt. Natürlich Technik: Mit neuen Materialien dem Klimawandel trotzen. In Garten + Landschaft 07/2017, Georg D.W. Callwey GmbH & Co. KG, München.

Kuttler, W. 2011:

Klimawandel im urbanen Bereich, Teil 1, Wirkungen; Climate change in urban areas, Part 1, Effects. In: Environmental Sciences Europe (ESEU), Springer open, DOI: 10.1186/2190-4715-23-11, S. 1-12.

Lohmeyer, A. 2008:

Klimafunktions- und Klimaplanungskarten, Lohmeyer Aktuell, 20/2008, Karlsruhe.

OKE, T. R. 2006:

Boundary layer climates. Routledge. London. New York.

8. Haftungseinschränkung

Ausgehend von der vom Auftraggeber vorgegebenen Aufgabenstellung führt Weatherpark GmbH Meteorologische Forschung und Dienstleistungen (kurz: Weatherpark) Modellberechnungen und/oder Beurteilungen im Bereich der Meteorologie durch und erarbeitet so Lösungsvorschläge für den Auftraggeber. Weatherpark verpflichtet sich, im Rahmen dieser Tätigkeit die den Modellberechnungen und/oder Beurteilungen zugrunde gelegten tatsächlichen Gegebenheiten und meteorologischen Einflussfaktoren mit der gebotenen Sorgfalt zu ermitteln und/oder einzuschätzen und bei der Durchführung der Modellberechnungen und/oder Beurteilungen die Methoden anzuwenden, die dem Stand der Technik und der meteorologischen Wissenschaft entsprechen. Dessen ungeachtet sind aufgrund der Ergebnisse der Modellrechnungen und/oder der Beurteilungen nur meteorologische Prognosen möglich, wobei es dafür der Interpretation der Berechnungsergebnisse und/oder der Beurteilungsergebnisse durch Weatherpark selbst bedarf. Weatherpark kann daher nur die Haftung dafür übernehmen, dass sie die von ihr übernommenen Modellberechnungen und/oder Beurteilungen mit der gebotenen Sorgfalt erstellt und durchgeführt und dabei die dem Stand der Technik und der meteorologischen Wissenschaft entsprechenden Methoden angewendet hat. Jedoch entspricht es dem Wesen der Leistung von Weatherpark, dass eine Haftung dafür, dass die abgegebenen Prognosen auch eintreten, nicht übernommen werden kann.

Da den Modellberechnungen und/oder Beurteilungen teilweise auch Annahmen und Schätzungen zugrunde gelegt werden müssen, kann Weatherpark auch keine Haftung für Zwischenergebnisse der Berechnungen und/oder der Beurteilungen übernehmen. Im Übrigen bleibt es Weatherpark vorbehalten, eine Interpretation der Ergebnisse der Modellrechnungen und/oder der Beurteilungen vorzunehmen und so Lösungsvorschläge für den Auftraggeber zu erstellen; keinesfalls übernimmt Weatherpark eine Haftung für Schlussfolgerungen, die der Auftraggeber selbst oder Dritte aus den Berechnungsergebnissen und/oder Beurteilungsergebnissen ziehen.

Weatherpark übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit von Daten und Auswertungen Dritter.

9. Anhang

9.1. Sammlung an vorhandenen Stadtklimainformation

In diesem Kapitel werden in der Stadt Innsbruck vorhandene Stadtklimainformationen zusammengefasst. Unter „Stadtklimainformationen“ wird u.a. verstanden: Messdaten, Forschungsprojekte (laufende und abgeschlossene Ergebnisse), stadtinterne Unterlagen (Konzepte, Analysen, Empfehlungen), Pläne, umgesetzte Maßnahmen, (gesetzliche) Regelungen, aktive Gremien und zuständige Abteilungen.

Die nachstehende Auflistung basiert auf den von den Interviewpartner*innen genannten Stadtklimainformationen sowie Informationen durch Recherchen und Erfahrungen von Weatherpark. **Bei den hier angeführten Stadtklimainformationen besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit.**

Bei einzelnen Stadtklimainformationen erfolgte außerdem eine Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark (bspw. inhaltliche Empfehlungen für eine Überarbeitung bzw. organisatorische Empfehlungen zur besseren Verwendbarkeit / Zugänglichkeit). Diese Bewertungen bzw. Empfehlungen sind immer in diesem Stil (kursiv geschrieben) dargestellt.

9.1.1. Gesetzliche Regelungen

Örtliches Raumordnungskonzept ÖROKO 2.0

Das ÖROKO 2.0 ist im März 2020 in Kraft getreten und ist die erste Fortschreibung des örtlichen Raumordnungskonzepts. Er ist das aktuelle, übergeordnete hoheitliche Planungsinstrument der Stadt Innsbruck. Die räumliche Entwicklung der Stadt wird darin für die nächsten 10 Jahre festgelegt (bauplatzscharf)¹⁶ und gilt als Vorgabe für Flächenwidmung und Bebauungspläne.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark:

Positiv hervorzuheben beim ÖROKO ist das Leitziel der regionalen Zusammenarbeit. Das ist aus stadtklimatischen Gründen ebenfalls zu unterstreichen. Außerdem wird die nachhaltige Entwicklung und der Erhalt von funktionstüchtigen Freiflächen- und Grünflächen erwähnt.

Siedlungserweiterungsflächen (Potentialflächen, BE-Gebiete & Zielgebiete) sollten mit den Ergebnissen der Stadtklimaanalyse überlagert werden. Sollte es Überschneidungen von Siedlungsentwicklungsflächen und klimaökologisch wertvollen Flächen (Ausgleichsräumen lt. Planungshinweiskarte) geben, sollten diese Flächen im Detail analysiert werden. Es gilt abzuwägen, ob die Flächen weiterhin uneingeschränkt als Potentialflächen anzusehen sind, ob ihre stadtklimatische Funktion als Ausgleichsraum wichtiger ist oder ob ihre stadtklimatische Funktion zusätzliche Anforderungen hinsichtlich Bebaubarkeit (Dichte / Baustruktur o.ä.) verursacht.

Für die 9 definierten Zielgebiete (potentielle Siedlungserweiterungsgebiete laut Erläuterungsbericht) sollten die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse im Detail analysiert werden und in den weiteren Planungen berücksichtigt werden.

¹⁶ <https://www.innsbruck.gv.at/page.cfm?vpath=wohnen/planen--einreichen/stadtplanung> (aufgerufen am 15.12.2021)

Bezogen auf den Verordnungstext des ÖROKO 2.0 gibt es folgende Anmerkungen seitens Weatherpark: Die Abschnitte § 4 Sicherung von Freihalteflächen und Freilandfunktionen und § 5 Sicherung von Grün- und Sportflächen im Siedlungsgebiet sollten mit Ergebnissen der Stadtklimaanalyse aktualisiert bzw. untermauert werden. Ggf. ergeben sich anhand der Stadtklimaanalyse nicht nur neue Erkenntnisse für Siedlungserweiterungsgebiete, sondern auch für weitere Freihalte-/ Vorsorgeflächen.

In Bezug auf § 9 Räumlich-funktionale Entwicklungen kann die Stadtklimaanalyse u.a. Argumentationsbasis sein, wo Entwicklungen von Freiräumen und Freiflächen besonders wichtig wären.

*Bei § 11 Stadtgestaltung wird auf die Einbindung von Landschaftsplaner*innen bei privaten Projekten hingewiesen. In Abs. 1 lit. d wird beschrieben, dass bei öffentlichen Straßen- und Platzräumen die Anforderungen des Klimawandels berücksichtigt werden müssen. Abs. 1 lit. e ist festgehalten, dass für öffentliche und halböffentliche Grünanlagen besondere Planungsverfahren (zB Gestaltungswettbewerbe) durchgeführt werden sollen. Hier wäre der Rahmen für die Verankerung des Themas Stadtklima gegeben. Das wurde bereits bei 3 Plätzen angewandt: Bozner Platz, Messepark (Cool-INN-Projekt) und DDr. Luggerplatz (Alp-INN-Projekt). Weitere Beispiele sollten folgen.*

*Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Stadtklimatolog*innen wäre auch bei der Entwicklung von Bildungs- und Betreuungseinrichtungen relevant. (§ 12 Gemeindebedarfseinrichtungen).*

Flächenwidmungs- und Bebauungsplan

Die Flächenwidmungs- und der Bebauungsplanung ist in Innsbruck ebenfalls fachliche Aufgabe der Stadtplanung. Der Flächenwidmungsplan legt die Nutzung / Funktion jeder Fläche fest. Es wird zwischen den Widmungskategorien Freiland, Bauland, Vorbehaltsflächen und Sonderflächen unterschieden. Im Bebauungsplan werden die Art der Erschließung und Bebauung für das Bauland definiert und die Gestaltung von Bauvorhaben festgelegt (z.B.: Festlegung einzelner Baukörper, Straßenverlauf, Baulinien, Bauweise, Baudichte, Bauhöhe).

Sowohl der Flächenwidmungs- als auch der Bebauungsplan teilen sich derzeit in mehrere Einzelpläne.

*Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Im Land Tirol ist es im Bebauungsplan derzeit leider nicht möglich auch Vorgaben für Anpassungsmaßnahmen (verbindlich) zu verankern. Es braucht daher neue Anforderungen an das Landesgesetz. Bei Projektentwicklungen, Verordnungsänderungen und im Bauverfahren sollten vermehrt stadtklimatischen Aspekte miteinfließen (durch Berücksichtigung der Stadtklimaanalyse, ggf. Hinzuziehen von Expert*innen). Wichtig wäre jedenfalls die dafür zuständigen Mitarbeiter*innen im Umgang mit den Ergebnissen der Stadtklimaanalyse zu schulen. Analog zu anderen fachspezifischen Themenbereichen wird eine eigene Gutachterstelle (ähnlich zu Lärm oder Verkehr) für Stadtklima empfohlen, so wie sie zum Beispiel vor kurzem in Linz oder Wien eingerichtet wurde.*

9.1.2. Stadtinterne Konzepte und Analysen

Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Innsbruck¹⁷

In Anlehnung an die Anpassungsstrategie des Landes Tirol hat die Stadt Innsbruck gemeinsam mit alpS eine städtische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel erstellt, die im Juni 2020 samt dem dazugehörigen Aktionsplan 2020/2021 vom Stadtsenat beschlossen wurde. Kernstück dieser Arbeiten war der groß angelegte partizipative Prozess mit internen und externen Expert*innen, die an der Strategie gearbeitet und eine Risiko- und Klimafolgenanalyse für 13 Sektoren (Aktivitätsfelder) durchgeführt und anschließend 66 Maßnahmen zu jedem Sektor entwickelt haben.

Außerdem wurde im Rahmen eines Ideen Workshops Maßnahmenideen zu verschiedenen Themenbereichen gesammelt.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Mit der Erstellung der Stadtklimaanalyse nach VDI wurde die Maßnahme KWA-R-02 (Raumplanung/ Stadtentwicklung bis 2025) und KWA-R-05 (Stadtklimamodellierung) behandelt. Viele der weiteren Maßnahmen in der Anpassungsstrategie lassen sich durch die Stadtklimaanalyse besser verorten bzw. priorisieren. Beispielsweise kann für die Priorisierung von mehr Grünräumen (KWA-R-04) die Stadtklimaanalyse herangezogen werden, um notwendige Vernetzungspotentiale herauszuarbeiten. Als besonders positiv sind folgende Maßnahmen aus der Strategie hervorzuheben:

- KWA – BW – 02 (Bauwerksbegrünung)
- KWA – BW – 04 (Projektbezogene Frei- und Grünraumgestaltung)
- KWA-BW-05 (Vorgaben für wettbewerbliche Randbedingungen im Städtebau und Hochbau)
- KWA-SÜ-01 (Bewusstseinsbildung)
- KWA-SÜ-02 (jährliche Maßnahmenpriorisierung). Diese Maßnahmen sollten jedenfalls weiter verfolgt, umgesetzt bzw. konkretisiert werden.

*Von den Themenbereichen und Maßnahmenideen sind besonders positiv zu erwähnen: Bewusstseinsbildung Grün Kühlen in der Stadt, Baurechtliche Prüfung zur Vorschreibung von Begrünungsmaßnahmen, Baumpflanzungen auf Privatgrundstücken und die Ausarbeitung eines Kriterienkatalogs zum Thema Bauen und Klimawandel. Dieser Kriterienkatalog sollte jedenfalls die Ergebnisse/Erkenntnisse aus der Stadtklimaanalyse miteinbeziehen. Insbesondere die Maßnahmenidee Klimawandel bei öffentlichen Ausschreibungen/Wettbewerben in der Bewertung mit zu berücksichtigen wäre für den Transformationsprozess der Stadt Innsbruck wichtig. In die Jury bzw. ein die Jury beratendes Gremium sollten dann jedoch nicht nur Mediziner*innen sondern auch Expert*innen für Klimawandel, Stadtklimatologie.*

Aktionsplan 2021/2022¹⁸

Aufbauend auf die Strategie wurden 15 Maßnahmen für den Aktionsplan 2021/22 von Expert*innen und politischen Vertreter*innen ausgewählt. Der konkrete Zeitplan und die Umsetzung liegt bei

¹⁷ <https://energie.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=subsites/energie1/dokumente42/strategie> (aufgerufen am 15.12.2021)

¹⁸ <https://energie.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=subsites/energie1/dokumente42/aktionsplan> (aufgerufen am 15.12.2021)

den im Aktionsplan angeführten Verantwortlichen. Eine Maßnahme kann mehrere Teilaspekte beinhalten. So zählt zur Maßnahme Innsbruck „grün“ beispielsweise die Dachbegrünung von IVB Haltestellen, aber auch die Ausarbeitung eines *Leitfadens für Fassadenbegrünung*.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Die Einführung eines Aktionsplans ist ein wichtiger Schritt am Weg zur Anpassung an die Klimakrise. Für die Maßnahme Bauen in Zeiten des Klimawandels ist jedoch beispielsweise keine Zuständigkeit im Aktionsplan angegeben. Für solch eine zentrale Maßnahme wäre das jedoch besonders empfehlenswert. Die Maßnahme Stadtklimaanalyse wird durch die Durchführung der Stadtklimaanalyse nach VDI größtenteils behandelt (exkl. Niederschläge). Die Einbindung der Ergebnisse in bestehende Prozesse ist der wichtigste nächste Schritt. Für die Umsetzung einiger der Maßnahmen im Aktionsplan kann die Stadtklimaanalyse zudem verwendet werden. z.B.: Urban Gardening: welche Flächen sollten frei gehalten werden; Klimawandel: Ich kenn mich aus!, Einbindung in den neuen Webauftritt, G´und trotz Hitze: Ableitung von Vulnerabilitätsanalysen anhand der Stadtklimaanalyse).

Generell ist im Zusammenhang mit Maßnahmen und Aktionsplänen wichtig, dass Zuständigkeiten klar verteilt sind, Meilensteine definiert werden und die Umsetzung/ der Fortschritt regelmäßig evaluiert wird.

Bestandsaufnahme des Klimas und Stadtklima-Modellierung (ZAMG)^{19,20}

Im Jahr 2020 wurden die Bestandsaufnahme des Klimas und die Stadtklima-Modellierung von der ZAMG bearbeitet. Ergebnis waren mehrere Berichte und Präsentationen. Der Fokus lag hier auf der bestehenden Hitzebelastung. Der Auftrag wurde von den beiden Ämtern Stadtplanung, Stadtentwicklung und Integration sowie Verkehrsplanung, Umwelt gegeben.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Zur Abgrenzung der Stadtklimaanalyse von dieser Modellierung sei darauf hingewiesen, dass die ZAMG-Modellierung ein wesentlich gröberes Raster verwendet. Zudem sind in den Ergebniskarten die Anzahl der Hitzetage angegeben. In der Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie erfolgt hingegen die Darstellung von Klimatopen (räumliche Einheiten mit ähnlichen mikroklimatischen Bedingungen). Anhand der Klimatope wird nicht nur die thermische Komponente, sondern auch die dynamische Komponente Kaltluftbahnen, Durchlüftungsbahnen) berücksichtigt. In der Klimaanalysekarte wird jeder Fläche auch ihre klimaökologische Wertigkeit zugeordnet.

Leitfaden für Energieeffizientes und Nachhaltiges Bauen²¹

Dieser Leitfaden wurde im Mai 2019 veröffentlicht. Die Erstellung lag beim Verein Energie Tirol und der Stadt Innsbruck (Amt für Stadtplanung, Stadtentwicklung und Integration, Amt für Verkehrsplanung, Umwelt;). Er dient als Hilfestellung bei Architekturwettbewerben und ist für alle Bauvorhaben (Neu/Umbau und Sanierungsaufgaben) verpflichtend, an denen die Stadt Innsbruck beteiligt ist. Bei Architekturwettbewerben privater Bauwerber gilt der Leitfaden als Empfehlung. Es werden Muss-

¹⁹ https://oeroko.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=subsites/oeroko12/dokumente43/studien_konzepte/20200602_bestandsaufnahme_berecht_final (aufgerufen am 15.12.2021)

²⁰ https://oeroko.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=subsites/oeroko12/dokumente43/studien_konzepte/20200602_modellierung_berecht_final (aufgerufen am 15.12.2021)

²¹ <https://energie.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=subsites/energie1/dokumente42/leitfaden-energieeffizientes-und-nachhaltiges-bauen> (aufgerufen am 15.12.2021)

und Wahlkriterien formuliert. Für alle Kriterien ist auch die Zuständigkeit und die Projektphase, in der das Kriterium relevant ist/ zu überprüfen ist, angeführt.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Die Einführung solcher Leitfäden ist eine gute Idee. Es ist sehr positiv, dass dieser Leitfaden bei Beteiligung der Stadt am Projekt bereits eine verbindliche Vorgabe ist. Es sollte evaluiert werden, inwiefern die Verwendung dieses Leitfadens funktioniert und ggf. der Prozess optimiert werden. Das Thema Klimawandelanpassung, Stadtklima könnte in ähnlicher Form in den Planungsprozess integriert werden.

Hochhausstudie (2002)²²

Die Hochhausstudie wurde bereits im Jahr 2002 von der Stadt Innsbruck (Stadtplanung) in Zusammenarbeit mit dem Architekturforum erstellt. Die Studie behandelt die Frage, ob es in Innsbruck überhaupt Hochhäuser braucht und andererseits wird diskutiert, welche Anforderungen / Qualitäten für Hochhäuser in Innsbruck notwendig wären.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: In der Studie wird auf die ökologischen Anforderungen eingegangen, aber auch explizit erwähnt, dass eine stadtklimatische Grundlage fehlt. Die Aussagen zum Thema Ökologische Anforderungen (S. 32) können durch die Stadtklimaanalyse aktualisiert bzw. konkretisiert werden. Es werden in der Studie zwar bereits Gebiete angeführt, die für eine Hochhausentwicklung ausgeschlossen werden (z.B.: Innufer wegen Windkanalwirkung). Anhand objektiven und systematischen Analyse des Innsbrucker Stadtklimas kann konkreter abgeleitet werden, an welchen Standorten Hochhäuser aus stadtklimatischer Sicht nicht oder nur mit hohen Auflagen zu bauen sind. Anhand der Stadtklimaanalyse sollten daher die Aussagen dieser Hochhausstudie (insbesondere Kapitel 3.4 Ausweisung von Hochhausstandorten) überprüft und ggf. angepasst werden. Positiv zu erwähnen ist, dass in der Studie als Begleitmaßnahmen bereits auf begleitende stadtklimatische Gutachten hingewiesen wird. Für den Umgang mit Hochhäusern wird empfohlen, einen verbindlichen Prozess festzulegen (siehe bspw. Fachkonzept Hochhäuser in Wien).

*Jedenfalls ist eine Aktualisierung der Studie zu empfehlen und dabei sind die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse miteinzubeziehen. Dafür sollten Expert*innen für Stadtklima bei der Ausarbeitung hinzugezogen werden.*

Anpassung an den Klimawandel – Herausforderungen und Chancen (Land Tirol, 2015)²³

Die Anpassungsmaßnahmen des Landes Tirol wurden 2015 in Anlehnung an die österreichische nationale Strategie erarbeitet. Die Strategie Innsbrucks (Punkt 1) hat die Einteilung der Sektoren an dieses Dokument des Landes Tirols angepasst.

²² <https://aut.cc/was-ist-aut/das-engagement/interventionen/fachbeirat-fuer-pema-projekt-tag-erstmal/publikation-hochhausstudie-innsbruck-pdf-ca-3-mb> (aufgerufen am 15.12.2021)

²³ https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/klima/Klimastrategie/Teil_III_Anpassung_an_den_Klimawandel_20150319.pdf (aufgerufen am 15.12.2021)

Tiroler Nachhaltigkeits- und Klimastrategie²⁴

Die Tiroler Nachhaltigkeits- und Klimastrategie wurde 2021 veröffentlicht und fokussiert sich auf den Planungshorizont 2030. Klimawandelanpassung ist darin eines von sechs Handlungsfeldern.

Merkblatt Baumschutz²⁵

Die Stadt Innsbruck (Grünanlagen) brachte 2014 ein Merkblatt zum Baumschutz heraus. Dieses illustriert worauf bei Bäumen im Wurzelbereich, bei Bauvorhaben und bei Veranstaltungen zu achten ist.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Beim Merkblatt handelt es sich um eine sehr kurze und unverbindliche Zusammenfassung von Hinweisen. Der Schutz von Bestandsbäumen ist ein sehr wichtiges Thema und sollte daher einen hohen Stellenwert innerhalb der Stadt haben.

Baumreihenkonzept (Amt für Grünanlagen)

Seit Herbst 2021 gibt es stadtintern eine umfangreiche Neufassung des Baumreihenkonzepts für Innsbruck, das auch politisch beschlossen wurde. Dieses soll zur systematischen und flächendeckenden Konzeption neuer Baumreihen im Straßenraum dienen. Es ist als dynamisches Grundlagenelement verstanden, das laufend weiterentwickelt und angepasst wird.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Wie auch im Konzept bereits erwähnt wird, ist zu empfehlen Neupflanzungen mit den Ergebnissen der Stadtklimaanalyse zu priorisieren.

Broschüre Fassadenbegrünung (Amt für Stadtplanung)

Diese Informationsbroschüre wurde 2019 erstellt, ist jedoch noch nicht politisch beschlossen. Sie beinhaltet Informationen zu den technischen Grundlagen, der Wirkungsweise und rechtlichen Rahmenbedingungen und liefert Praxisbeispiele.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Die Informationsbroschüre sollte als Grundlage zur Diskussion der Fördermöglichkeiten von Fassadenbegrünungen in Innsbruck genutzt werden.

9.1.3. Vorhandene Maßnahmen /Förderungen und interne Angebote

Förderung Dachbegrünungen (Land Tirol)

Das Land Tirol fördert Dachbegrünungen (extensiv und intensiv) ab einer durchwurzelbaren Aufbauhöhe von mindestens 10 Zentimetern.

Begrünung Bushaltestellen mit Moosmatten (Stadt Innsbruck)

Die Begrünung von Bushaltestellen wird seit 2019 von Innsbrucker Verkehrsbetrieben durchgeführt.

²⁴ https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/landesentwicklung/raumordnung/Nachhaltigkeit/Nachhaltigkeits- und Klimakoordination/Publikationen/Nachhaltigkeits-und-Klimastrategie_2021.pdf (aufgerufen am 15.12.2021)

²⁵ https://www.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=redaktion/ma_iii/tiefbau/dokumente17/merkblatt-baumschutz-2014 (aufgerufen am 15.12.2021)

Schwammstadt Prinzip

Das Schwammstadt Prinzip wird in Innsbruck angewendet. (u.a. Haus der Musik, Projekt Cool-INN beim Messepark).

Regenwassermanagement

Seit 2003 wird in jedem Um/Neubau vorgeschrieben, dass das Regenwasser auf Eigengrund versickert werden muss und nicht in den Kanal darf.

9.1.4. Sonstige Steuerungsmöglichkeiten der Stadtplanung

Wettbewerbe

In den Aufgabenstellungen und Ausschreibungen von Gestaltungswettbewerben können Vorgaben von stadtklimatologischen Randbedingungen gegeben werden. Die Einhaltung der Vorgaben kann bei einer mikroklimatischen Vorprüfung durch eine(n) Stadtklimatolog*in geprüft werden. Siehe auch dazu der Hinweis zu Wettbewerben in Kapitel 5.

Innsbrucker Gestaltungsbeirat IGB

Der Gestaltungsbeirat ist ein unabhängiges Sachverständigengremium mit einer beratenden und unterstützenden Rolle. Der IGB beurteilt Bauprojekte auf Qualität hinsichtlich Architektur, Stadtgestaltung, Städtebau und Stadtentwicklung und gibt gegebenenfalls Hinweise und Kriterien zur Weiterentwicklung und Verbesserung. Ihm kommt bei Projektentwicklungen ohne Wettbewerb die qualitätsfindende- und beratende Funktion zu. Bei städtebaulichen und architektonischen Wettbewerben ist der IGB vorbereitend bei der Definition der Randbedingungen eingebunden und in der Jury vertreten. Welche Projekte dem IGB vorgelegt werden müssen, ist in den Statuten festgelegt.²⁶

*Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Da der IGB per Statut auf gestalterische Themen beschränkt ist, ist ein städtischer Gutachter für Klimathemen (Stadtklimatolog*in) empfehlenswert, der die Notwendigkeit von Spezialgutachten und/oder Beratungsleistungen durch eine(n) Fachgutachter*in abschätzen kann. Die Erstellung dieser Gutachten bzw. das Hinzuziehen der Berater*innen sollte dem Bauwerber obliegen, die Prüfung der Stichhaltigkeit der Informationen dem/der Stadtklimatolog*in.*

Bauberatung

Die Bauberatung hat in Innsbruck die Aufgabe Auskunft zu Planungsinstrumenten wie Widmungs- und Bebauungsplan zu geben. Hier wird schon sehr stark auf stadtklimatische Aspekte wie Begrünung etc. hingewiesen und werden diverse Maßnahmen empfohlen, auch wenn diese für Bauträger nicht rechtlich verpflichtend auszuführen sind.

Projektsicherungsverträge

In Verhandlungen mit den Bauwerbern werden Projektsicherungsverträge als zivilrechtliche Verträge ausgearbeitet. Die Grundlage dafür bieten Strategien und Konzepte der Planungsämter.

²⁶ https://www.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=redaktion/ma_iii/stadtplanung_stadtentwicklung_integration/dokumente22/statut-igb (aufgerufen am 15.12.2021)

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Verpflichtungen zur Umsetzung stadtklimatischer Maßnahmen seitens der Bauwerber sollten in solche Verträge aufgenommen werden. Quellen für meteorologische Messdaten

Amt der Tiroler Landesregierung

In Innsbruck werden durch das Amt der Tiroler Landesregierung an 4 Stationen Luftschadstoffmessungen durchgeführt: Nordkette, Sadrach, Fallmerayerstraße und Andechsstraße. Es werden jedoch nur an der Station Sadrach auch meteorologische Parameter (Wind, Temperatur, rel. Feuchte, Globalstrahlung) gemessen. Die Jahresberichte sind online verfügbar²⁷.

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Die ZAMG betreut in Innsbruck folgende Messstationen

- Innsbruck – Universität (seit 01.05.1986)
- Innsbruck – Flughafen (seit 01.07.1992)
- O-Dorf und Nordkette (Temperaturhangprofil, TEMPIS Messdaten, 1999 – 2018)²⁸
- Universität Innsbruck – Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften

Das Institut betreut u.a. das IAO (Innsbruck Atmospheric Observatory), an dem Langzeitmessungen durchgeführt werden.

Es werden aber auch projektbezogene Messungen durchgeführt. Beispielsweise erfolgten für das Projekt PIANO Luftfeuchte- und Temperaturmessungen mit HOBO Loggern von Juli 2017 – November 2018.

Universität Innsbruck – Institut Umwelttechnik

Auch das Institut für Umwelttechnik betreut projektbezogene Messstationen. Durch das Smart Water City Projekt gibt es beispielsweise 76 Messstationen am Campus Technik. Die Messungen laufen noch und die Daten sind öffentlich verfügbar²⁹.

Beim laufenden Projekt Cool-INN werden ebenfalls Messungen (in Zusammenarbeit mit den Innsbrucker Kommunalbetrieben) durchgeführt.

Innsbrucker Kommunalbetriebe

Die Innsbrucker Kommunalbetriebe (IKB) betreuen zusammen mit dem Institut für Umwelttechnik die Messstation für das Projekt CoolInn. Seitens der IKB gibt es auch das Ziel, ein permanentes Messnetz zum Umweltdatenmonitoring aufzubauen.

²⁷ <https://www.tirol.gv.at/umwelt/luftqualitaet/> (aufgerufen am 15.12.2021)

²⁸ https://oeroko.innsbruck.gv.at/data.cfm?vpath=subsites/oeroko12/dokumente43/studien_konzepte/20200602_bestandsaufnahme_bericht_final (aufgerufen am 02.09.2021)

²⁹ <https://umwelttechnik-swc.uibk.ac.at/ui/sensors/> (aufgerufen am 02.09.2021)

9.1.5. Stadtklimarelevante Forschungsprojekte (Auswahl)

Diese informative Auflistung ohne Anspruch auf Vollständigkeit stammt aus den Interviews, aus Input der Auftraggeberinnen und ist Ergebnis eigener Recherche.

Projekte mit Beteiligung der Stadt Innsbruck

- SENSUS - The social equality of Nature-based Solutions to urban heat stress³⁰

Dieses Projekt von der BOKU Wien beschäftigt sich mit der Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen (sogenannten Nature based solutions) zur Reduzierung der Hitzebelastung und dem Zusammenhang mit sozialen Ungleichheiten. Die Stadt Innsbruck ist dabei als Vergleich zu den Ergebnissen aus Wien involviert. Das Projekt läuft noch bis Sommer 2024.

- VERITAS - ImproVEment and veRlification of urban extreme Temperature predictions with sAtellite and ground observationS in Austria³¹

Im Projekt der ZAMG geht es darum, die Vorhersage von Extremereignissen (Hitzebelastung) für Städte zu verbessern. Neben Innsbruck sind die Städte Wien, Klagenfurt, Linz und Baden in das Projekt involviert.

- cool-INN - Kühle urbane Lebensräume für eine resiliente Gesellschaft³²

Dieses Projekt, das vom Klima- und Energiefond gefördert wird, beschäftigt sich mit der Installation grüner und blauer Infrastruktur im innerstädtischen Gebiet. Ziel ist es eine ideale Anlage mit hohem Kühleffekt und multifunktionalen Möglichkeiten zu schaffen. Ausgewählt wurde als Untersuchungsraum der Ing.-Ezel Park in Innsbruck. Die Einbindung der Bevölkerung soll eine große Rolle bei der Umgestaltung spielen. Das Projekt soll als Experimentierraum dienen und es wird unter anderem auch ein Leitfaden mit Bewertungsmatrix abgeleitet werden, welcher für Städte als Entscheidungshilfe für die Planung von blauer Infrastruktur herangezogen werden kann.

Das Projekt wird von der IKB in Zusammenarbeit mit u.a. der Universität Innsbruck (Institut Umwelttechnik), der BOKU Wien und der Stadt Innsbruck durchgeführt. Im Zuge dieses Projekts, werden am Standort auch Messungen (Lufttemperatur, Feuchte) durchgeführt, um die Auswirkungen zu evaluieren. Die Laufzeit ist auf 3 Jahre angesetzt (2020-2023).

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Das Projekt eignet sich gut zur Bewusstseinsbildung der Bevölkerung. Bei dem Projekt zeigt sich auch eine gute Zusammenarbeit mehrerer relevanter Player in der Stadt Innsbruck: der Universität, der IKB und der Stadt Innsbruck selbst. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit ist sehr positiv und sollte auch für weitere Projekte angestrebt werden.

Projekte von/mit dem Institut für Umwelttechnik (Universität Innsbruck)

³⁰ https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.projekt_uebersicht?sprache_in=de&menue_id_in=300&id_in=13804 (aufgerufen am 15.12.2021)

³¹ <https://projekte.ffg.at/projekt/4052460> (aufgerufen am 15.12.2021)

³² <https://projekte.ffg.at/projekt/3706007> (aufgerufen am 15.12.2021)

- Dynalp

Das Projekt untersuchte die Auswirkungen des Klimawandels und der Flächenversiegelung auf das Wassermanagement bzw. die Infrastruktur. Eine Visualisierung der Ergebnisse für Innsbruck ist online verfügbar³³.

- CONQUAD: Consequences of adaptation: Assessing multi-benefits and challenges in the transfer to more resilient and sustainable urban water systems

Das Projekt CONQUAD beschäftigte sich mit möglichen Auswirkungen durch Anpassungsmaßnahmen bei städtischen Entwässerungssystemen.

- Back et al (2021): A rapid fine-scale approach to modelling urban bioclimatic conditions

Das Institut für Umwelttechnik an der Universität Innsbruck beschäftigt sich mit einem eigenen 2D GIS – basiertem Modellierungsansatz zur Analyse von Oberflächentemperatur, mittlerer Strahlungstemperatur und vom Komfortmaß UTCI (Universal Thermal Climate Index). Ziel ist dabei, in städtischen Strukturen Hot-Spots zu finden und Anpassungsmaßnahmen zu priorisieren und zu optimieren.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Zur Abgrenzung zur Stadtklimaanalyse nach VDI Richtlinie sei darauf hingewiesen, dass bei dieser 2D Modellierung nicht auf Kaltluftbahnen und Durchlüftungsbereiche eingegangen werden kann. Im Gegensatz zur Stadtklimaanalyse wird diese Modellierung vorrangig für Detailuntersuchungen (Stadtteilbereiche) durchgeführt. Im Zuge der Planung und Umsetzung von konkreten Anpassungsmaßnahmen sind solche weiterführenden Detailuntersuchungen jedenfalls zu empfehlen. Zu beachten ist jedoch, dass es sich bei dieser GIS basierten Methode nicht um 3-dimensionale Mikroklimasimulationen handelt, die für fundierte Detailuntersuchungen bzw. Mikroklimastudien Stand der Technik sind.

Projekte von/ mit dem Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften

- Innsbruck – Box (i-Box)

Im Zuge des Projekts i-Box werden verschiedenste Messungen und numerische Simulationen (virtuelle i-Box) kombiniert, um die Grenzschichtprozesse über komplexem Gelände (in Innsbruck/ im Inntal) zu untersuchen³⁴.

- CROSSINN: Cross-valley flow in the Inn Valley investigated by dual-Doppler lidar measurements

Dieses Forschungsprojekt (Laufzeit 2018 – 2021³⁵) beschäftigt sich mit der Strömungsstruktur im Inntal. 2019 wurde (zusätzlich zu den Messungen der i-Box) von Juli bis Oktober 2019 eine Messkampagne durchgeführt.³⁶

- PIANO (Penetration and Interruption of Alpine Foehn)

³³ <http://www.dynalp.com/visualisation/>

³⁴ <https://www.uibk.ac.at/acinn/research/atmospheric-dynamics/projects/innsbruck-box-i-box.html>

³⁵ https://www.imk-tro.kit.edu/english/844_8306.php

³⁶ <https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/102/1/BAMS-D-19-0283.1.xml>

Das PIANO Forschungsprojekt (Laufzeit 2018 – 2021) beschäftigt sich intensiv mit dem alpinen Föhn im Inntal. Es gibt dazu bereits einige Publikationen und Messergebnisse³⁷.

*Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Eine Zusammenarbeit mit der Universität/ dem Institut ist jedenfalls zu empfehlen, um die Expertise der Forscher*innen miteinbeziehen zu können. (Mess)ergebnisse aus diesen oder ähnlichen Forschungsprojekten könnten von der Stadt genutzt werden. Beispielsweise bietet es sich für die Studie zu Hochhäusern an, nicht nur die Ergebnisse der Stadtklimaanalyse, sondern auch Forschungsergebnisse miteinzubeziehen.*

- Studien zur Wärmeinsel in Innsbruck

Im Zuge von zwei Bachelorarbeiten an der Universität Innsbruck (Institut für Atmosphären- und Kryosphärenwissenschaften) wurde die Wärmeinsel in Innsbruck sowohl im Sommer (Rzehak, 2018) als auch im Winter (Schmitt, 2018) anhand von HOBO- Messungen analysiert.

Bewertung bzw. Empfehlung von Weatherpark: Die Messdaten (HOBO Logger) werden auch für die Stadtklimaanalyse herangezogen. Die Schlussfolgerungen aus den Arbeiten sind für die Stadt Innsbruck wertvoll und können auch bei der Bewusstseinsbildung helfen.

9.2. Interviewleitfaden

Interviewleitfaden Stadtklima Innsbruck

Ziel und Funktion des Interviews:

- Erhebung des aktuellen Status der derzeit verfügbaren Stadtklimainformationen in Innsbruck
Unter „Stadtklimainformationen“ wird u.a. verstanden: Messdaten, Forschungsprojekte (laufende und Ergebnisse von abgeschlossenen), stadtinterne Unterlagen (Konzepte, Analysen, Empfehlungen,...), Pläne, umgesetzte Maßnahmen, (gesetzliche) Regelungen, aktive Gremien und zuständige Abteilungen
- Überblick über die Verwendung der Informationen und Umgang mit diesen in der beruflichen Praxis
- Übersichtliche Zusammenstellung der gesammelten Informationen

Methode: qualitatives halbstrukturiertes (leitfadengestütztes) Interview, Face-to-Face, Dauer ca. 60 Minuten pro Interview; anschließend Auswertung (qualitative Inhaltsanalyse)

Zielgruppe: MitarbeiterInnen zuständiger Stellen der Stadt Innsbruck & Externe

Sachthemen:

- A) Beruflicher Bezug & Wissen über bisherige Untersuchungen zum Stadtklima der Stadt Innsbruck
- B) Verwendung und Brauchbarkeit stadtklimarelevanter Informationen in der beruflichen Praxis
- C) Erwartungen & Wünsche für Zukunft

³⁷ <https://www.uibk.ac.at/projects/piano/description/>

Thema A) Beruflicher Bezug & Wissen über bisherige Untersuchungen zum Stadtklima der Stadt Innsbruck

Ich möchte nun mit Ihnen die derzeitige Informationslage zum Stadtklima der Stadt Innsbruck betrachten.

Leitfragen:

1. Wie ist ihr beruflicher Bezug zum Klimawandel und zum Stadtklima? Inwieweit sind Sie in Ihrer beruflichen Praxis mit den Themen Klimawandelanpassung und Stadtklima konfrontiert?
2. Welche Herausforderungen sehen Sie?
3. Wie würden Sie die auf Ihren beruflichen Tätigkeitsbereich zukommenden Klimawandelfolgen beschreiben?
4. Inwieweit sind Risiken, die durch den Klimawandel entstehen, in Ihrem beruflichen Umfeld bewusstes Gesprächsthema?
5. Können Sie beschreiben, inwieweit Sie regelmäßig zu neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen betreffend Klimaentwicklung in Österreich informiert werden
 - a. Wer informiert Sie?
 - b. In welchem Format (Veranstaltungen, schriftliche Aussendungen)?
 - c. Von welcher Institution stammt die wissenschaftliche Erkenntnis?
 - d. Fahren Sie auf Messen, Konferenzen oder ähnliches? Wenn ja, zu welchen?
6. Können Sie mir einen Überblick geben, auf welche Informationen betreffend der Themen Klimawandel(-anpassung) und Stadtklima Sie in ihrer beruflichen Praxis zurückgreifen können? Speziell für Innsbruck!
 - a. Welche Informationen kennen Sie – allgemein und auf Innsbruck bezogen?
 - i. Messdaten
 - ii. Forschungsprojekte: Studien aktuell (zB Cool Inn) und Klimazukunft von ZAMG (Klimaszenarien für Österreich & Tirol?) Stadtklimamodelle?
 - iii. stadtinterne Unterlagen? Konzepte, Analysen, Leitfäden, Empfehlungen..? ((Fassaden)Begrünung, Aktionsplan?)
 - iv. Pläne? (Grünraum, Baumreihenkonzept o.ä.?..)
 - v. (umgesetzte) Maßnahmen? (+ ihre Einschätzung)
 - vi. gesetzliche Regelungen (Baumpflanzungen, Mindestabstände, Anbringungen Sonnenschutz,..)
 - vii. aktive Gremien
 - viii. zuständige Abteilungen
 - ix. Klimawandelanpassungsstrategie Österreich
 - b. Wie aktuell sind die Quellen?
 - c. Wer ist Ihr Ansprechpartner (Person/Institution)?
 - i. In Innsbruck
 - ii. In anderen Städten ? Wer / Wo?
 - d. Wer ist alles involviert?
7. Welche Maßnahmen(-empfehlungen) kennen Sie oder werden zurzeit angewendet?

- a. Welche Quellen?
 - b. Einschätzung
8. Wie wird Stadtklima und Klimawandel (-anpassung) zurzeit im Widmungs- und Planungsprozess berücksichtigt?
- a. Interne Abläufe?
 - b. Vorgaben der Stadt?
 - c. Einzelgespräche?
 - d. Wettbewerbe (für Hochhäuser)?
 - e. Planungshinweiskarten?
 - f. Stadtklimaanalyse?
 - g. UVP Städtebau
 - h. AnrainerInnen-Feedback?
9. Welche Messungen oder Analysen des Stadtklimas kennen Sie? Umweltmessungen?
- a. Was ist davon auch für Gesamtstadt umgesetzt worden?
 - b. Wo gibt es Messungen?
 - c. Kennen & nutzen Sie die Ergebnisse der ZAMG Studie (Modellierung Hitzetage)?
10. Details Aktionsplan & Strategie (gibt einen Stadtsenatsbeschluss dazu)
- a. Wissen Sie davon?
 - b. Sind sie beteiligt?
 - c. Laufen die Maßnahmen schon?
 - d. Werden Maßnahmen evaluiert? Gibt es einen Fortschrittsbericht?
 - e. Wie ist die weitere Vorgangsweise? Gibt es eine Aktualisierung? Wann?
11. Details CoolInn:
- a. Kennen Sie das Projekt?
 - b. Was sind für Simulationen geplant?
 - c. Wie lange wird nach Umgestaltung gemessen?
 - d. Wie sieht Ablauf des Prozesses aus?
12. Details Leitfaden energieeffizientes und nachhaltiges Bauen
- a. Wie wurde das angenommen?
 - b. Wie funktioniert die Anwendung?

Alternativfrage:

13. Welche Erfahrungen haben Sie mit Stadtklimaanalysen oder kennen Sie andere Werkzeuge von anderen Städten, mit denen Mikroklima bzw. Stadtklimainformation aufbereitet wird?

Thema B) Verwendung und Brauchbarkeit stadtklimarelevanter Informationen in der beruflichen Praxis

Leitfragen:

1. Können Sie mir beschreiben, welchen Nutzen Sie aus der Verwendung von stadtklimatologischen Informationen ziehen?
2. Inwieweit geben Sie selbst gezielt Einzelstudien zu bestimmten Fragestellungen in Auftrag? (Als Direktauftrag, Forschungsprojekte,...)
3. Beschreiben Sie bitte die Wissensvernetzung mit anderen Abteilungen/Institutionen

4. Inwieweit haben Sie Zugriff auf von anderen Abteilungen erstellte/in Auftrag gegebene Gutachten? Oder können Sie diese veranlassen?
5. Inwieweit kennen Sie Ihre Ansprechpartner zu stadtklimatologischen Fragestellungen/ Wissen Sie an wen sie sich mit Ihren Anliegen wenden müssen, um Hilfe oder Antworten zu bekommen?
6. Vorgaben: Stadt Innsbruck – Land Tirol:
 - a. Gesetze, Vorschriften usw.? Was steht zur Verfügung, was ist bekannt?
7. Was wird von Bauerwerbern verlangt, wenn sie ein Bauprojekt einreichen? Ablauf?
8. Wie sollen Vorgaben an Bauwerber bezüglich Mikroklima aussehen?
 - a. Grenzwerte? Scharfe Zahlen? (etwa bei Belüftung Abnahme des Massenflusses?) Ermessen des Sachbearbeiters
 - b. Bebauungszustand als Referenz?
9. Gibt es ein Monitoring? Über längere Zeitspanne?

C) Erwartungen & Wünsche für Zukunft

1. Erwartungen an Projekt SKA
 - a. Was erwarten sie bei den Ergebnissen?
 - b. Maßnahmenkatalog? Wie sollte dieser aussehen?
2. Welche Wünsche für die Zukunft gibt es?
3. Welche Bedürfnisse haben Sie bezüglich Mikroklima- und Stadtklimainformationen?
4. Wie möchten Sie diese umgesetzt sehen?
 - a. Welche Schritte sind notwendig? (kurz-, mittel-, langfristig?)
 - b. Bestand- und Neubau – welches Interesse darin?
 - c. Zusätzliche Studien notwendig? Welche? Wie? Finanzierung?
5. Welche Maßnahmen sind für Sie relevant zur Anpassung an den Klimawandel?
6. Vom organisatorischen Ablauf her:
 - a. Wer soll sich wann um das Thema kümmern?
 - b. In welcher Detailschärfe?
 - c. Klima-Beirat (wie von UCCRN empfohlen) vorstellbar?
 - d. Wie diese Informationen und das Wissen um Anpassung vielen zur Verfügung stellen?
7. Welche Schritte empfehlen Sie als nächstes?

Abschlussfrage:

1. Wurde ein Thema, auf das Sie gerne noch eingehen möchten, gar nicht berücksichtigt?
2. Wer könnte noch etwas zu dieser Erhebung beitragen?