
Planungshinweiskarten und Maßnahmen zur Klimawandel- anpassung in der Stadt Salzburg

Studie im Rahmen der Erstellung des neuen
REK der Stadt Salzburg



Studie im Auftrag der Stadt Salzburg

Amt für Stadtplanung und Verkehr

Vertreten durch: Dipl.-Ing. Dr. Andreas Schmidbaur

Schwarzstraße 44

Postfach 63

5024 Salzburg

Auftragnehmerinnen und Projektteam

GeoSphere Austria

Regionalstelle Salzburg und Oberösterreich

Akademiestraße 39, 5020 Salzburg

Mag.^a Claudia Riedl

Matthias Göbel, Msc

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur

Institut für Landschaftsplanung (ILAP)

Peter-Jordan-Straße 65, 1180 Wien

DI Dr. Florian Reinwald

E-Mail: florian.reinwald@boku.ac.at

DIⁱⁿ Mag.^a Ursula Liebl

DIⁱⁿ Birgit Gantner

Salzburg/Wien, Oktober 2024

Einleitung

Die Stadt Salzburg erstellt aktuell ein neues Räumliches Entwicklungskonzept (REK Neu). Im Zuge der Studie „Klimawandelanpassungskonzept Stadt Salzburg“ wurden durch die BOKU und die GeoSphere Austria (ehemals ZAMG) Grundlagen für die Anpassung an die Herausforderungen des Klimawandels erarbeitet, welche in den REK-Grundlagenbericht einfließen (Stadt Salzburg 2021a, BOKU & ZAMG 2021).

Anlass und Ausgangslage

Die Anpassung an den Klimawandel ist in der Stadtplanung heute von entscheidender Bedeutung, da Städte zunehmend von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind. Extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen oder Überschwemmungen werden häufiger und intensiver, was die Lebensqualität und Sicherheit der städtischen Bevölkerung beeinträchtigt. Voraussetzung für eine effektive Anpassung ist eine ganzheitliche Herangehensweise, die verschiedene Bereiche der Stadtplanung umfasst.

Die Integration von Klimawandelanpassung in die Stadtplanung erfordert eine langfristige Perspektive und die Zusammenarbeit verschiedener Interessengruppen, einschließlich der Stadtpolitik, Planer:innen, Entwickler:innen, Unternehmen und Bürger:innen. Nur durch eine koordinierte und proaktive Herangehensweise kann die Resilienz städtischer Gemeinschaften gegenüber den Herausforderungen des Klimawandels gestärkt werden.

Klimawandelanpassung als einer der Handlungsschwerpunkte des REK Neu

Für die Entwicklung des REK Neu wurden seitens der Stadt Salzburg strategische Vorgaben in Form von Handlungsschwerpunkten und Leitsätzen erarbeitet (Stadt Salzburg 2021b). Einer der neun Handlungsschwerpunkte ist „Salzburg wird klimafit und setzt auf nachhaltige Energie“ und bringt damit den Klimaschutz und die Klimawandelanpassung in den Fokus. Der Leitsatz für die Klimawandelanpassung lautet: „Maßnahmen zur Klimawandelanpassung werden zum künftigen Erhalt der Lebensqualität konsequent umgesetzt“.

Empfehlungen für die Anpassung an den Klimawandel

In einem eineinhalbjährigen Prozess wurden durch die Zusammenarbeit der MA 5/03 – Amt für Stadtplanung und Verkehr und weiterer Fachämter der Stadt Salzburg, der GeoSphere Austria und des Instituts für Landschaftsplanung der Universität für Bodenkultur Wien die folgenden Empfehlungen als Grundlage für das REK Neu ausgearbeitet.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Ziele, Inhalte und Methoden	6
1.1 Fragestellungen und Ziele	6
1.2 Ablauf der Bearbeitung.....	7
1.3 Methodik zur Erstellung der Planungshinweiskarten	8
2 Vertiefende Grundlagenerhebung – Lufttemperatur an einem Hitzetag und das Windsystem	18
2.1 Berechnung der Temperaturverhältnisse an einem Hitzetag	18
2.2 Grundlagen zum Windsystem der Stadt Salzburg	28
3 Grundlagen für die Klimawandelanpassung in der Raum- und Stadtplanung.....	32
3.1 „Climate Proofing“ – Integration der Klimawandelanpassung in die Raum- und Stadtplanung.....	32
3.2 Anpassungsleistungen der Raum- und Stadtplanung.....	34
3.3 Übergeordnete Strategien zur Klimawandelanpassung und die Anforderungen an die Stadtplanung	37
3.4 Integration der Klimawandelanpassung in das REK Neu der Stadt Salzburg	41
4 Planungshinweiskarten und Beschreibung der Zielbereiche und Ziele zur Anpassung an den Klimawandel.....	44
4.1 Zielbereich I: Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen	47
4.2 Zielbereich II: Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg.....	57
4.3 Zielbereich III: Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung	64
4.4 Zielbereich IV: Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur	69
5 Zielbereich I: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen	74
5.1 Ziel 1: Schaffung einer hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestruktur	74
5.2 Ziel 2: Sicherung und Ausbau einer durchgrüntem Stadt.....	76
5.3 Ziel 3: Verbesserung des thermischen Komforts in Gebäuden und Außenräumen durch technische Maßnahmen	80

6 Zielbereich II: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg	84
6.1 Ziel 4: Sicherung der Kühl- und Durchlüftungseffekte des überregionalen und regionalen Windsystems	84
6.2 Ziel 5: Sicherung des lokalen Hang- bzw. Talwindsystems sowie des Windsystems der Stadtberge	86
6.3 Ziel 6: Sicherung der Kaltluftproduktion und -leitung der Landschaftsräume (Flurwinde).....	88
7 Zielbereich III: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung ..	92
7.1 Ziel 7: Erhaltung und Aufwertung der Ausgleichsräume	92
7.2 Ziel 8: Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume	94
8 Zielbereich IV: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur.....	96
8.1 Ziel 9: Ausbau und Verbesserung des Zugangs zu blauer Infrastruktur	96
8.2 Ziel 10: Regenwassermanagement zur Reduktion des (Oberflächen-)Abflusses sowie Förderung der Versickerung und Verdunstung	98
9 Weitere Maßnahmenempfehlungen zur Stärkung der Kapazitäten in der Klimawandelanpassung	102
10 Zusammenfassung der Empfehlungen zu den Zielbereichen, Zielen und Maßnahmen für das REK Neu	106
10.1 Zielbereich I: Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen.....	107
10.2 Zielbereich II: Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg	109
10.3 Zielbereich III: Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung	111
10.4 Zielbereich IV: Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur.....	112
Verzeichnisse.....	116
Quellen- und Literaturverzeichnis	116
Abbildungsverzeichnis.....	122
Tabellenverzeichnis.....	123

Ziele, Inhalte und Methoden

1 Ziele, Inhalte und Methoden

Das Räumliche Entwicklungskonzept der Stadt Salzburg als Teil der örtlichen Raumplanung dient als Grundlage der Entwicklung der Gemeinde vor allem für die Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung und bindet die Gemeinde im Rahmen ihrer Planungen (§ 23 ROG 2009).

Aufbauend auf den Ergebnissen der Studie „Klimawandelanpassungskonzept Stadt Salzburg“ (BOKU & ZAMG 2021), die 2021 abgeschlossen wurde, sollen zusätzliche Grundlagen in Bezug auf die thermische Belastung, Planungshinweiskarten sowie Empfehlungen für Ziele und Maßnahmen für das neue Räumliche Entwicklungskonzept der Stadt Salzburg erarbeitet werden.

Übergeordnete Ziele der Studie

Die Verbesserung der Grundlagen zur Beurteilung der städtischen Überwärmung bildet die Ausgangslage für die weitere Bearbeitung. Zusätzlich zu den Daten und Karten der stadtklimatologischen Kenngrößen wie Hitzetage und Tropennächte aus dem ACRP-Forschungsprojekt ADAPT-UHI (2018–2020) (IIASA et al. 2020) und der Studie für den REK-Grundlagenbericht (BOKU & ZAMG 2021) wird mithilfe der Berechnung der Landoberflächentemperatur (siehe Kap. 2) eine robuste Basis für die Planungshinweiskarten erstellt.

Die Entwicklung einer Methodik für die Erstellung von Planungshinweiskarten (siehe Kap. 1.3) sowie deren Erstellung selbst (siehe Kap. 4) ist das zweite große Ziel dieser Studie. Planungshinweiskarten basieren auf den durchgeführten Expositions- und Vulnerabilitätsanalysen und verbinden diese mit planerischem Wissen.

Die Überführung der in der Grundlagenstudie entwickelten allgemeinen Maßnahmenübersicht zur Klimawandelanpassung in konkrete Ziele und Maßnahmen – inkl. einer soweit möglich räumlichen Verortung dieser Maßnahmen in Zusammenhang mit den Planungshinweiskarten – war das dritte übergeordnete Ziel. Im Zuge der Projektbearbeitung wurden die bestehenden Zielsetzungen zur Integration der Klimawandelanpassung in das REK Neu abgestimmt. Die einzelnen Ziele und Maßnahmen wurden nach den Themen bzw. Zielbereichen städtische Überwärmung, Ausgleichsräume, Durchlüftung sowie Regenwassermanagement differenziert und beschrieben.

1.1 Fragestellungen und Ziele

Aus der vorangestellten Zielformulierung leiten sich folgende zentrale Forschungsfragen bzw. Bearbeitungsschwerpunkte ab:

- Mit welcher Methode lassen sich Überwärmungskarten erstellen?
- Mit welcher Methode lassen sich Planungshinweiskarten erstellen?
- Welche Zielbereiche, Ziele und Maßnahmen unterstützen die Umsetzung der Klimawandelanpassung als Beitrag zum REK Neu?

- Wie lassen sich diese Maßnahmen verorten bzw. räumliche Handlungsbereiche abgrenzen?

1.2 Ablauf der Bearbeitung

Die Entwicklung der Planungshinweiskarten sowie der Ziele und Maßnahmen zur Anpassung der räumlichen Entwicklung an die Herausforderungen des Klimawandels für die Stadt Salzburg umfasst mehrere Schritte der Bearbeitung, Leistungen der GeoSphere Austria und Arbeitspakete.

Die Bearbeitung der Ziele und Forschungsfragen erfolgte in folgenden Leistungen seitens der GeoSphere Austria:

- a) Berechnung der Landoberflächentemperatur (LST) für das Salzburger Stadtgebiet in einer Auflösung von 100 m mit den aktuellsten verfügbaren Eingangsdaten
- b) Aufbereitung von vorhandenen und neu berechneten Daten für die Grundlagenerhebung zur Erstellung von Grundlagenkarten zu den Themen Kaltluftabfluss und Wärmebelastung als Basis für die Planungshinweiskarten
- c) Mitwirkung bei der Erstellung von Planungshinweiskarten zu den Themen urbane Wärmeinsel sowie Frischluft-Kaltluftproduktion und -abfluss
- d) Wissenschaftliche Unterstützung bei der Begründung der Maßnahmen zur Klimawandelanpassung für das REK Neu
- e) Teilnahme und Mitwirkung an Workshops, Besprechungen und Präsentationen
- f) Erstellung von Textbausteinen für das REK Neu und einen Abschlussbericht

Die Bearbeitung der Ziele und Forschungsfragen erfolgte in folgenden Arbeitspaketen seitens der BOKU:

- Arbeitspaket 1 – Grundlagenerhebung und Methodenentwicklung
- Arbeitspaket 2 – Zielbereiche und Maßnahmen für das REK Neu
- Arbeitspaket 3 – Planungshinweiskarten
- Arbeitspaket 4 – Abstimmungsprozess Maßnahmen und Karten
- Arbeitspaket 5 – Projektmanagement, Ergebnissicherung und Dokumentation

In einem ersten Schritt wurden die Grundlagen aktualisiert sowie Vorbilder und Methoden für die Erstellung von Planungshinweiskarten ausgehoben und verglichen (zur Methodik siehe Kapitel 1.3).

Partizipative Erarbeitung der Ziele und Maßnahmen

In mehreren Abstimmungsgesprächen und drei großen Workshops wurden die Grundlagen vorgestellt, die Bearbeitungsmethoden erläutert und die Ergebnisse der Bearbeitung diskutiert. Beteiligt an den Workshops waren: MA 5/03 – Stadtplanung und Verkehr, MA 7/02 – Stadtgärten, MA 5/01 – Baurechtsamt, MA 6/04 – Straßen- und Brückenamt sowie Land Salzburg, Abt. 5 – Natur- und Umweltschutz, Gewerbe.

Im Zuge des ersten Workshops erfolgte eine Vorstellung der neuen Grundlagenkarten und -daten sowie ihrer Erstellungsmethodik. Im zweiten Teil wurden die Grundlagen für die Maßnahmenentwicklung und der strategische Rahmen des REK Neu diskutiert sowie verschiedene Methoden für die Erstellung von Planungshinweiskarten vorgestellt.

Im zweiten Workshop standen die Entwürfe für die Planungshinweiskarten im Vordergrund. Basierend auf den diskutierten Methoden und Grundlagen wurden die Entwürfe im Zuge von mehreren Bearbeitungsrounds behandelt und abschließend ein Überblick über potenzielle Zielbereiche und Maßnahmen für das REK Neu gegeben.

Der dritte Workshop widmete sich der Vorstellung und Diskussion der Zielbereiche und Ziele sowie der Maßnahmenvorschläge für das REK Neu.

1.3 Methodik zur Erstellung der Planungshinweiskarten

Im folgenden Abschnitt ist die methodische Herangehensweise dargelegt, mit welcher die drei Planungshinweiskarten erstellt wurden. Die Ableitung von Planungsempfehlungen aus unterschiedlichen klimatischen Analysen (siehe BOKU & ZAMG 2021 und Kap. 2) ist ein notwendiger Schritt, um das klimatische Wissen für die räumliche Planung zu „übersetzen“ und um als Information für nachfolgende Stadtplanungs- und Entwicklungsprozesse zu dienen.

Derzeit gibt es nur wenige methodische Leitlinien und Ansätze für die Erstellung solcher Planungshinweiskarten. Die VDI-Richtlinie 3787 Blatt 1 (VDI 2015) ist unseres Wissens aktuell die einzige methodische Richtlinie zur Erstellung von Planungsempfehlungskarten. Gemäß der Richtlinie und Baumüller (2015) ist es das Ziel der Planungsempfehlungskarten, eine integrierte Bewertung der Ergebnisse der Klimaanalysekarten und der ergänzenden Analysen anzubieten, um für Städte geeignete Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen abzuleiten.

Planungshinweiskarten beinhalten neben einer Synthese von Daten aus diversen Klimaanalysen (siehe die nächsten Kapitel) immer auch Expert:inneneinschätzungen. Diese Vorgehensweise wird auch durch internationale Forschungsergebnisse wie jene von Schau-Noppel et al. (2020) oder von Fallmann & Emeis (2020) bestätigt. Die gemeinsame Erstellung von Planungshinweiskarten durch die Zusammenarbeit von Klimaexpert:innen, Planungsexpert:innen und lokalen Expert:innen ist ein anspruchsvoller, aber entscheidender Schritt (ebd.). Dieser Zugang wird auch in vielen Fallstudien diskutiert und bestätigt: Autor:innen wie Ren et al. (2013) am Beispiel von Kaohsiung (Taiwan), Alcoforado et al. (2009) am Beispiel von Lissabon (Portugal) oder Acero et al. (2013) am Beispiel des Baskenlandes (Spanien) beschreiben ähnliche Ansätze.

Für die Stadt Salzburg wurde im Zuge des Prozesses eine maßgeschneiderte Methodik entwickelt, die auf Basis der Klimaanalysen und der analysierten Herausforderungen in Bezug auf das Stadtklima Grundlagen für die Stadtplanung liefert.

Zur Analyse und zur Unterstützung der Verortung von Maßnahmen wurden insgesamt drei unterschiedliche Karten erstellt:

1. Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“
2. Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“
3. Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“

Die drei Planungshinweiskarten beziehen sich auf unterschiedliche Komponenten des Stadtklimas. In der Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“ wird der städtische Wärmeineffekt dargestellt und verschiedene Klimatope abgegrenzt. Die Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“ stellt die dynamische Komponente Wind, also die unterschiedlichen Windsysteme der Stadt Salzburg, dar. Die Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“ stellt die kühleren Bereiche sowie die Ausgleichsräume für die Bevölkerung dar.

Für die Erstellung der Karten wurden unterschiedliche Grundlagendaten aus mehreren Quellen verwendet und mithilfe eines geografischen Informationssystems (ArcGIS 10.7.1) bearbeitet sowie grafisch dargestellt. Zudem kamen MS Excel zur Auswertung sowie Grafikprogramme zur Verbesserung der Darstellung zum Einsatz.

1.3.1 Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“

In der Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“ werden die Klimatope in der Stadt Salzburg identifiziert und abgegrenzt. Klimatope sind nicht parzellenspezifische räumliche Einheiten, die Gebiete mit ähnlichen klimatologischen Eigenschaften darstellen (Baumüller 2015, Mora 2010). Die Grenze zwischen zwei Klimatopen ist in der Realität keine feste Größe (Stanhill & Kalma 1995), die Stadtplanung benötigt aber für eine Differenzierung von Maßnahmen eine klare räumliche Abgrenzung. Klimatope unterscheiden sich hauptsächlich durch tägliche thermische Schwankungen, die Oberflächenstruktur und vertikale Rauigkeit, die Topografie sowie die Art der Landnutzung und Vegetationsbedeckung (Scherer et al. 1999, Baumüller 2015). Diese Parameter wurden für die Abgrenzung herangezogen. Die klimatische Information ergibt sich aus den Isothermen, die auf der gemittelten, am wärmsten Tag einer Hitzewelle gemessenen Lufttemperatur basieren (siehe Kap. 2). Die räumliche Information wird durch die Landnutzung dargestellt (siehe Tabelle 3, Tabelle 4 und Tabelle 5).

Die Entwicklung von Klimatopen ist jedoch auch ein qualitativer Prozess, der auf klimatischer Expertise oder Vorkenntnissen der lokalen Topografie, der Stadtstruktur und Klimatologie beruht (Scherer et al. 1996, 1999, Ren 2015). Folglich weist jede Stadt einen einzigartigen Satz von Klimatopen auf (Stewart & Oke 2015). Dies trifft auch auf die Stadt Salzburg zu (siehe Beschreibung der Klimatope in Kap. 4.1.2). Die Benennung der Klimatope orientiert sich an der VDI-Richtlinie 3787 (VDI 2015), differenziert diese aber weiter aus.

Erstellung der Planungshinweiskarte

Die Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“ differenziert neun räumlich abgegrenzten Klimatope in der Stadt Salzburg. Die farblich gekennzeichneten Klimatope umfassen die bebauten Bereiche der Stadt Salzburg und reichen von „Klimatop 1 – Altstadtbereich mit sehr

hoher thermischer Belastung (Innenstadtklima)“ zu „Klimatop 9 – Gebiete mit lockerer Bebauung und geringer thermischer Belastung (Vorstadtklima, Siedlungssplitter“).

Die Identifikation und die Abgrenzung der Klimatope erfolgten in mehreren Schritten und unter Einbeziehung unterschiedlicher klimatologischer und räumlicher Grundlagendaten (siehe Tabelle 3). Zusätzlich wurde für die Abgrenzung und Einteilung der Klimatope lokales Expert:innenwissen in den Workshops und Überarbeitungsrunden einbezogen.

Inhalte der Planungshinweiskarte

In der Hintergrundkarte wird die Landnutzung dargestellt. Innerhalb der Stadt werden überwiegend für das Wohnen bzw. überwiegend für das Gewerbe genutzte Bereiche differenziert. Dies leitet sich aus der Siedlungstypologie und Daten zur Gebäudenutzung sowie des Flächenwidmungsplans ab.

Die räumlichen Daten wurden mit den klimatischen Daten (modellierte Lufttemperatur am 01.08.2020, dem wärmsten Tag einer Hitzewelle, gemittelt zwischen 14 und 16 UTC¹ (heißeste Zeit des Tages) bzw. gemittelt zwischen 02 und 04 UTC (kühlste Zeit)) überlagert. Zudem wurden Bereiche mit besonders hohen Temperaturen am Tag und in der Nacht identifiziert („Hotspots“) und in die Betrachtungen miteinbezogen.

Zur Überprüfung und detaillierten Grenzziehung der Klimatope wurden die von Copernicus – dem Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Union – bereitgestellten Daten zur Dichte der Baumbedeckung („tree cover density“) und der Versiegelung („imperviousness“) mit den Klimatopen verschnitten und der jeweilige prozentuale Anteil für jedes Klimatop berechnet (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Darstellung des Versiegelungsgrads, der Baumdichte sowie des modellierten Temperaturmittels der einzelnen Klimatope (Copernicus 2018a, 2018b).

Klimatop Nr.	Mittelwert Versiegelung in %	Mittelwert Baumdichte in %	Mittelwert Temperatur in °C (Tag)	Mittelwert Temperatur in °C (Nacht)
1	77,67	4,58	32,83	21,01
2	75,16	4,78	32,89	21,13
3	62,19	7,22	32,66	20,59
4	53,79	10,89	32,67	19,58
5	55,71	7,10	32,54	20,14
6	48,66	9,89	32,61	20,48
7	47,94	15,97	32,33	19,81
8	38,16	16,15	32,31	20,03
9	39,05	10,82	32,06	19,16

¹ UTC = Coordinated Universal Time, MESZ = UTC +2; 14 UTC entspricht also 16 Uhr MESZ (Mittel-europäische Sommerzeit).

Anhand der Versiegelung (und der Nutzung) wurden die einzelnen Klimatope in Anlehnung an die VDI-Richtlinie zugeordnet (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Zuordnung der Klimatope (VDI 2015, eigene Darstellung).

Klimatop Nr.	Mittelwert Versiegelung in %	VDI-Versiegelungsgrad in %	VDI-Klimatop	Zuordnung Klimatope Salzburg
1	77,67	über 70	Innenstadtklima	Innenstadtklima
2	75,16	über 70	Innenstadtklima/Gewerbe-/Industrieklima/Gleisanlagen	Innenstadtklima und Gewebeklima
3	62,19	50–70	Stadtklima	Stadtklima
4	53,79	30–50	Stadtrandklima	Stadtrandklima, schlechter durchlüftet
5	55,71	30–50	Stadtrandklima	Stadtrandklima, besser durchlüftet
6	48,66	30–50	Stadtrandklima/Gewerbe-/Industrieklima	Stadtrandklima und Gewebeklima
7	47,94	30–50	Stadtrandklima	Stadtrandklima, besser durchlüftet
8	38,16	20–30	Vorstadtklima	Vorstadtklima, Flächensiedlung
9	39,05 %	20–30	Vorstadtklima	Vorstadtklima, Siedlungssplitter

Kartengrundlagen

Die für die Erstellung der Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“ verwendeten Datengrundlagen sind in untenstehender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 3: Verwendete Datengrundlagen – Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“.

Eingangsdaten	Datentyp	Beschreibung	Quelle
Grenzen: Shapefile „SAGIS_GEMEINDEGRENZEN_Salzburg“	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Grenze Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Flächenwidmungsplan	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Flächenwidmungsplan der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Siedlungstypologie	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Siedlungstypologie der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Waldflächen DWID_Wald	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Waldflächen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Ländliche Gebiete	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	ländliche Gebiete der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Öffentliche Parks	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	öffentliche Parkanlagen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Gewässer	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Gewässer der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Erholungsgebiete	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Erholungsgebiete der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg

Ziele, Inhalte und Methoden

Fußgänger:innenzonen	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Fußgänger:innenzonen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Straßenräume mit Aufenthaltsqualität	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Straßenräume mit Aufenthaltsqualität der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Begegnungszonen	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Begegnungszonen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Plätze	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Plätze der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Landschaftsräume	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Landschaftsräume der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
REKERG_Staatsgrenze	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Staatsgrenze	Stadt Salzburg
REKERG_Bahn	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Bahnlinien	Stadt Salzburg
REKERG_Strasse	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Straßen	Stadt Salzburg
REKERG_Hintergrund Drucklayout	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Hintergrund Drucklayout	Stadt Salzburg
REKERG_Flughafen Rollbahn	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Rollbahn des Flughafens Salzburg	Stadt Salzburg
REKERG_Bauland	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Bauland	Stadt Salzburg
Lufttemperatur Tag: gam(dmsg-LST,height)_avg=2h_masked (DMSG-LST, siehe Kap. 2.1)	GeoTIFF	modellierte Lufttemperatur am 01.08.2020, gemittelt zwischen 14 und 16 UTC	GeoSphere Austria
Lufttemperatur Nacht: ta_2020-08-01T0200_gam(t_href,height)_avg=2h_masked (MUKLIMO-T, siehe Kap. 2.1)	GeoTIFF	modellierte Lufttemperatur am 01.08.2020, gemittelt zwischen 02 und 04 UTC	GeoSphere Austria
Isothermen	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Isothermen, basierend auf der modellierten Lufttemperatur am Nachmittag	GeoSphere Austria
IMD_2018_010m_03035_V2_0	GeoTIFF	Imperviousness Density 2018 (Raster 10 m)	Copernicus Land Monitoring Service (European Environment Agency (EEA))
TCD_2018_010m_03035_V2_0	GeoTIFF	Tree Cover Density 2018 (Raster 10 m)	Copernicus Land Monitoring Service (European Environment Agency (EEA))
Grundkarte: basemap.at	WMTS	Kartenhintergrund „Gau“: farbreduziert, inkl. Höhenlinien	basemap.at

1.3.2 Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“

Die Darstellung der Karte „Kaltluftsystem“ legt den Fokus sowohl auf die unterschiedlichen Windsysteme der Stadt Salzburg als auch die Eindringbereiche der Kaltluft in zwei Zeitschritten.

Erstellung der Planungshinweiskarte

In der Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“ sind die Windsysteme der Stadt Salzburg (überregionales Windsystem, regionales Talwindsystem, lokales Hang- bzw. Talwindsystem) sowie die Eindringbereiche der Kaltluft, in denen die Höhe der Kaltluftschicht 35 m überschreitet, in zwei Zeitschritten (zwei bzw. vier Stunden nach Simulationsbeginn) dargestellt. Zudem sind Windrichtung und -intensität mittels Windpfeilen abgebildet. Der Kartenhintergrund zeigt die Landnutzung in der Stadt Salzburg mit Fokus auf Grün- und Ausgleichsräume.

Die Inhalte der Karte basieren maßgeblich auf den Simulationen der nächtlichen Kaltluftabflüsse und der Windrichtung und -intensität mit KLAM_21 (siehe Kap. 2). Die Datengrundlagen wurden von der GeoSphere Austria als Raster-Dateien (GeoTIFF) bereitgestellt und in das ArcGIS übernommen.

Die Daten aus der KLAM_21-Simulation zur Höhe der Kaltluftsäule, also der Dicke des Kaltluftstroms (siehe dazu auch Abbildung 10), in den unterschiedlichen Zeitschritten wurden reklassifiziert, um eine einheitliche maximale Höhe zu erhalten. Der Eindringbereich der Kaltluft wird in zwei Zeitschritten (zwei bzw. vier Stunden nach Beginn der Simulation) und ab einer Höhe von über 35 m dargestellt. Die Auswahl der zeitlichen Intervalle erfolgte in den genannten zwei Zeitschritten, da diese die Veränderung der Kaltluftsäule im Stadtgebiet anschaulich darlegen. Nach rund sechs Stunden ist die Kaltluft nahezu in das gesamte Stadtgebiet eingeströmt (siehe dazu auch Kapitel 2.2 zu den Grundlagen des Windsystems der Stadt Salzburg).

Die Windrichtung und die Windintensität in 2 m Höhe werden mittels Windpfeilen in ausgewählten Bereichen des Stadtgebiets dargestellt. Die Windgeschwindigkeit wird in 2 m Höhe dargestellt, weil dies eine international verwendete Referenzhöhe für meteorologische Messungen ist, um eine konsistente und vergleichbare Datenbasis zu schaffen. Diese Höhe liegt in der Nähe des menschlichen Aufenthaltsbereichs und ist für viele praktische Anwendungen wie z. B. Landwirtschaft oder Bauwesen besonders relevant.

Die Darstellung des überregionalen Windsystems erfolgt durch die Windrose am Salzburger Flughafen. Ersichtlich sind die (Haupt-)Windrichtungen, die Windgeschwindigkeit und die Windhäufigkeit. Um das regionale Talwindsystem sichtbar zu machen, wurden die Nacht- und Tagwinde in ihrer Richtung und Intensität nach Abstimmung mit Expert:innen der GeoSphere Austria eingefügt (basierend auf Rupnik 2003).

Kartengrundlagen

Die für die Erstellung der Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“ verwendeten Datengrundlagen sind in untenstehender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 4: Verwendete Datengrundlagen – Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“.

Eingangsdaten	Datentyp	Beschreibung	Quelle
Grenzen: Shapefile „SAGIS_GEMEINDEGRENZEN_Salzburg“	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Grenze Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Flächenwidmungsplan	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Flächenwidmungsplan der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Waldflächen DWID_Wald	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Waldflächen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Ländliche Gebiete	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	ländliche Gebiete der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Öffentliche Parks	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	öffentliche Parkanlagen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Gewässer	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Gewässer der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Erholungsgebiete	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Erholungsgebiete der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Fußgänger:innen-zonen	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Fußgänger:innen-zonen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Straßenräume mit Aufenthaltsqualität	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Straßenräume mit Aufenthaltsqualität der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Begegnungszonen	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Begegnungszonen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Plätze	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Plätze der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
REKERG_Staatsgrenze	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Staatsgrenze	Stadt Salzburg
REKERG_Bahn	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Bahnlinien	Stadt Salzburg
REKERG_Strasse	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Straßen	Stadt Salzburg
REKERG_Hintergrund Drucklayout	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Hintergrund Drucklayout	Stadt Salzburg
REKERG_Flughafen Rollbahn	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Rollbahn des Flughafens Salzburg	Stadt Salzburg
REKERG_Bauland	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Bauland	Stadt Salzburg
KLAM-HX: Kaltfluthöhe	Raster	Kaltfluthöhe in Zeitschritten, aus KLAM_21	GeoSphere Austria
Eindringbereiche der Kaltluft	Raster	Kaltluftproduktion in Zeitschritten, aus KLAM_21	GeoSphere Austria
Windstärke (UV-magn)	Raster	Windstärke in Zeitschritten, aus KLAM_21	GeoSphere Austria
Windrichtung (UV-dir)	Raster	Windrichtung in Zeitschritten, aus KLAM_21	GeoSphere Austria

1.3.3 Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“

In der Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“ sind Grünräume mit stadtklimatischer Wirkung, Ausgleichsräume im Siedlungsverband, die Stadtbereiche mit einer modellierten nächtlichen Abkühlung auf unter 20 °C nach einem Hitzetag (Datengrundlage MUKLIMO_3) sowie die modellierte thermische Belastung am Tag (Datengrundlage LST Downscaling, siehe dazu Kap. 2.1) anhand von Isothermen dargestellt. Auch die Verbesserungsmöglichkeiten für Grünverbindungen und Wege („Grünes Netz“) sind eingezeichnet.

Erstellung der Planungshinweiskarte

Die Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“ beinhaltet die Grünräume mit stadtklimatischer Wirkung sowie Ausgleichsräume im Siedlungsverbund wie etwa öffentliche Parks, Freiräume mit Aufenthaltsqualität, Erholungsgebiete oder funktionsgeprägte Freiräume. Die räumlichen Inhalte wurden aus Datengrundlagen der Stadt Salzburg generiert; so wurden Sportanlagen, Spielplätze, Freibäder, Kleingartengebiete, Friedhöfe und der Zoo als funktionsgeprägte Freiräume zusammengefasst und einheitlich dargestellt. Die öffentlichen urbanen Freiräume mit Aufenthaltsqualität beinhalten Fußgänger:innenzonen, Straßenräume mit Aufenthaltsqualität, Begegnungszonen und Plätze.

Das Grüne Netz, das als Freiraumverbundsystem in der Stadt Salzburg dient und Landschaftsräume mit urbanen Grün- und Erholungsflächen, funktionsgeprägten Freiräumen, Freizeiteinrichtungen sowie sozialer Infrastruktur verbinden soll, wurde hinsichtlich zu sichernder oder aufzuwertender Abschnitte sowie notwendiger Lückenschlüsse dargestellt.

Die klimatische Information der Karte ist in drei Ebenen vorhanden. Hinsichtlich der von Grünräumen mit stadtklimatischer Wirkung ausgehenden Kaltluftproduktion und -leitung sind Windrichtung und -intensität aus KLAM_21 dargestellt.

Weiters sind die Bereiche der Stadt, die in der Nacht nach einem Hitzetag (Tageshöchsttemperatur 30 °C oder darüber) auf unter 20 °C (Grenze Tropennacht) abkühlen, gekennzeichnet. Diese Daten sind aus der modellierten Lufttemperatur (am 01.08.2020, dem wärmsten Tag einer Hitzewelle, gemittelt zwischen 02 und 04 UTC) generiert (Datengrundlage MUKLIMO_3).

Zudem wurden Isothermen aus der modellierten Lufttemperatur (am 01.08.2020, gemittelt zwischen 14 und 16 UTC) erstellt und geglättet, um die unterschiedlichen Temperaturbereiche des Stadtgebiets darzustellen.

Kartengrundlagen

Die für die Erstellung der Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“ verwendeten Datengrundlagen sind in untenstehender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 5: Verwendete Datengrundlagen – Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“.

Eingangsdaten	Datentyp	Beschreibung	Quelle
Grenzen: Shapefile „SAGIS_GEMEINDEGRENZEN_Salzburg“	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Grenze Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Flächenwidmungsplan	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Flächenwidmungsplan der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Waldflächen DWID_Wald	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Waldflächen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Ländliche Gebiete	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	ländliche Gebiete der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Öffentliche Parks	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	öffentliche Parkanlagen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Gewässer	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Gewässer der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Erholungsgebiete	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Erholungsgebiete der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Fußgänger:innen zonen	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Fußgänger:innen zonen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Straßenräume mit Aufenthaltsqualität	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Straßenräume mit Aufenthaltsqualität der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Begegnungszonen	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Begegnungszonen der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Plätze	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Plätze der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Grünes Netz	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Grünverbindungen in der Stadt Salzburg	Stadt Salzburg
Isothermen	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Isothermen, basierend auf Lufttemperatur Tag: gam(dmsg-LST,height)_avg=2h_masked (GeoTIFF)	GeoSphere Austria
Lufttemperatur Nacht: ta_2020-08-01T0200_gam(t_href,height)_avg=2h_masked (MUKLIMO-T, siehe Kap. 2.1)	GeoTIFF	modellierte Lufttemperatur am 01.08.2020, gemittelt zwischen 02 und 04 UTC	GeoSphere Austria
REKERG_Staatsgrenze	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Staatsgrenze	Stadt Salzburg
REKERG_Bahn	Shapefile-Feature-Class, Linien-Layer	Bahnlinien	Stadt Salzburg
REKERG_Strasse	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Straßen	Stadt Salzburg
REKERG_Hintergrund Drucklayout	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Hintergrund Drucklayout	Stadt Salzburg
REKERG_Flughafen Rollbahn	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Rollbahn des Flughafens Salzburg	Stadt Salzburg
REKERG_Bauland	Shapefile-Feature-Class, Polygon-Layer	Bauland	Stadt Salzburg

**Vertiefende Grundlagenenerhebung –
Lufttemperatur an einem Hitzetag
und das Windsystem**

2 Vertiefende Grundlagenerhebung – Lufttemperatur an einem Hitzetag und das Windsystem

Die Klimaentwicklung (Vergangenheit und Zukunft) der Stadt Salzburg wurde bereits im REK-Grundlagenbericht und in der Studie „Klimawandelanpassungskonzept Stadt Salzburg“ ausführlich beschrieben. Auch die „Umwettklimatologische Studie Salzburg“ von Gabriele Rupnik (2003), die als Grundlage für die Karte N2.08 Durchlüftung im REK von 2007 diente, enthält viele Aussagen zu den meteorologischen Verhältnissen in der Stadt, die nach wie vor gültig sind.

In diesem Kapitel wird die Methode der Berechnung der Lufttemperaturen, die in die Planungshinweiskarten „Städtische Überwärmung“ und „Ausgleichsräume“ einfließen, genauer erläutert. Auch auf die Windsysteme in der Stadt Salzburg wird hier noch einmal eingegangen.

2.1 Berechnung der Temperaturverhältnisse an einem Hitzetag

Im Zuge des ADAPT-UHI-Projekts (IIASA et al. 2020) wurden Simulationen der Temperaturverhältnisse mit dem Modell MUKLIMO_3 (Sievers 2012, Sievers 2016) und jene der nächtlichen Kaltluftabflüsse mit KLAM_21 – das ebenso wie MUKLIMO_3 vom Deutschen Wetterdienst (DWD) entwickelt wurde – erstellt. Ergänzend dazu haben wir (GeoSphere Austria) neue Datengrundlagen basierend auf Satellitenmessungen der Landoberflächentemperatur (LST = Land Surface Temperature), gemessenen Lufttemperaturen in der Stadt und Machine-Learning-Methoden entwickelt.

Bei dieser neuen Methode wird für jeden 15-min-Zeitschritt ein statistisches Modell („Random Forest“) trainiert, um diverse Satellitenprodukte (Prädiktoren) mit der vom geostationären Satelliten „Meteosat Second Generation“ (MSG) gemessenen Oberflächentemperatur (LST) auf ca. 1 km zu verknüpfen. Als Prädiktoren dienen folgende Daten, die mit einer Auflösung von 50 m verfügbar sind:

- Geländemodell (Copernicus)
- Mittlere Jahresamplitude der Oberflächentemperatur (berechnet aus Landsat)
- Mittlere Oberflächentemperatur (berechnet aus Landsat)
- NDVI (normierter differenzierter Vegetationsindex, berechnet aus Sentinel 2A)
- Blattflächenindex (LAI, berechnet aus Sentinel 2A)
- RGB-Komposit (Sentinel 2A)
- Versiegelung (Copernicus)
- Baumdichte (Copernicus)
- Wassermaske (Global Human Settlement)

Für das Training werden diese Prädiktoren zunächst auf das 1-km-Raster von Meteosat vergrößert. Die Trainingsdaten umfassen ein Gebiet von ca. 235 x 158 km².

Anschließend wird das so trainierte Modell angewandt, um basierend auf den originalen 50-m-Prädiktoren die LST auf 50 m zu berechnen. Diese Methode und der Code basieren auf Sismanidis (2018).

Aus der LST und dem Geländemodell kann die Lufttemperatur mittels multilinearer Regression mit gemessenen Lufttemperaturen zum gleichen Zeitpunkt abgeleitet werden. Dazu verwenden wir 12 Stationen in und um die Stadt Salzburg: zwei TAWES-Stationen (GeoSphere Austria) und zehn Stationen vom Land Salzburg. Diese lineare Regression wurde auch für verschiedene Kombinationen der MUKLIMO_3- und KLAM_21-Daten sowie der LST des Satelliten Landsat (100-m-Auflösung) durchgeführt. Da die Daten von Landsat nur alle 16 Tage jeweils um 10 UTC zur Verfügung stehen, eignen sie sich nur für die Temperatur am Tag und nicht in der Nacht. Im Folgenden werden die Methoden verglichen.

In Abbildung 1 und Abbildung 2 ist die modellierte Lufttemperatur gegen die am 01.08.2020, dem wärmsten Tag einer Hitzewelle, gemessene Lufttemperatur, gemittelt zwischen 14 und 16 UTC (wärmste Zeit) bzw. zwischen 02 und 04 UTC (kälteste Zeit), aufgetragen. In den verschiedenen Panels wurden verschiedene Parameter für die multilineare Regression der Lufttemperatur verwendet.

Am Nachmittag wurden folgende Parameter verwendet:

- **DMSG-LST**: Downscaled Meteosat-LST (oben beschriebene Methode)
- **LANDSAT-LST**: LST von Landsat am 30.07.2020 10 UTC
- **MUKLIMO-SU25**: Sommertage aus MUKLIMO_3 (Bezugsperiode 1981–2010)
- **MUKLIMO-T**: Lufttemperatur aus einer repräsentativen MUKLIMO_3-Simulation (hohe Temperatur, wenig Wind)

Morgens wurden neben DMSG-LST und MUKLIMO-T folgende Parameter verwendet:

- **MUKLIMO-TN20**: Tropennächte aus MUKLIMO_3 (Bezugsperiode 1981–2010)
- **KLAM-HX**: Kaltfluthöhe aus KLAM_21 nach acht Stunden

Zusätzlich wurde die Höhe aus dem Geländemodell bei allen Modellen als Parameter verwendet.

Die Güte der Modelle wurde mit dem Bestimmtheitsmaß (R^2) und dem mittleren absoluten Fehler aus einer Kreuzvalidierung (MAE_{cv}) quantifiziert. Letzteres Maß ist dabei aussagekräftiger, da es quantifiziert, wie gut das Modell generalisieren, also nicht gesehene Datenpunkte vorhersagen, kann.

2020-08-01T1400

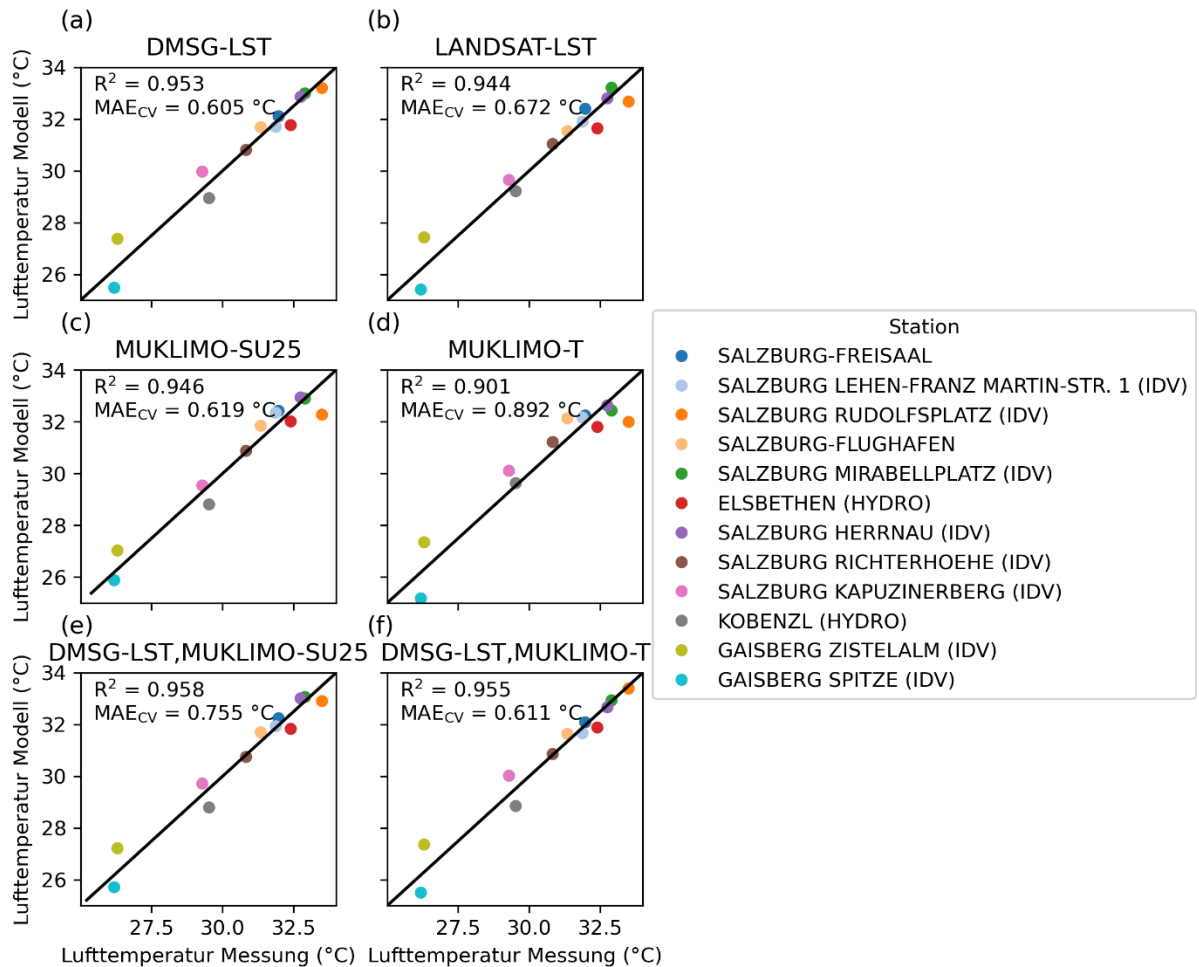


Abbildung 1: Modellierte vs. gemessene Lufttemperatur an 12 Stationen in der Stadt Salzburg am 01.08.2020 zur wärmsten Zeit des Tages (Mittelwert 14 bis 16 UTC). Die Titel der Panels beinhalten die Prädiktoren der linearen Regressionen zusätzlich zur Geländehöhe (© GeoSphere Austria).

Am Nachmittag ist das Modell mit der LST aus dem Meteosat-Downscaling (Abbildung 1a) das beste, während das Modell mit SU25 aus MUKLIMO_3 (1c) weniger gut abschneidet. Noch etwas schlechter, jedoch immer noch zufriedenstellend, schneiden die LST aus Landsat (1b) und die Lufttemperatur aus MUKLIMO_3 (1d) ab. Die Oberflächentemperatur um 10 UTC aus Landsat ist demnach nicht so aussagekräftig für die Lufttemperatur am Nachmittag zur heißesten Zeit wie die DMSG-LST. Eine Kombination von DMSG-LST und MUKLIMO-SU25 (1e) bzw. MUKLIMO-T (1f) erreicht zwar ein höheres Bestimmtheitsmaß als für DMSG-LST allein, der MAE_{cv} ist jedoch schlechter.

2020-08-01T0200

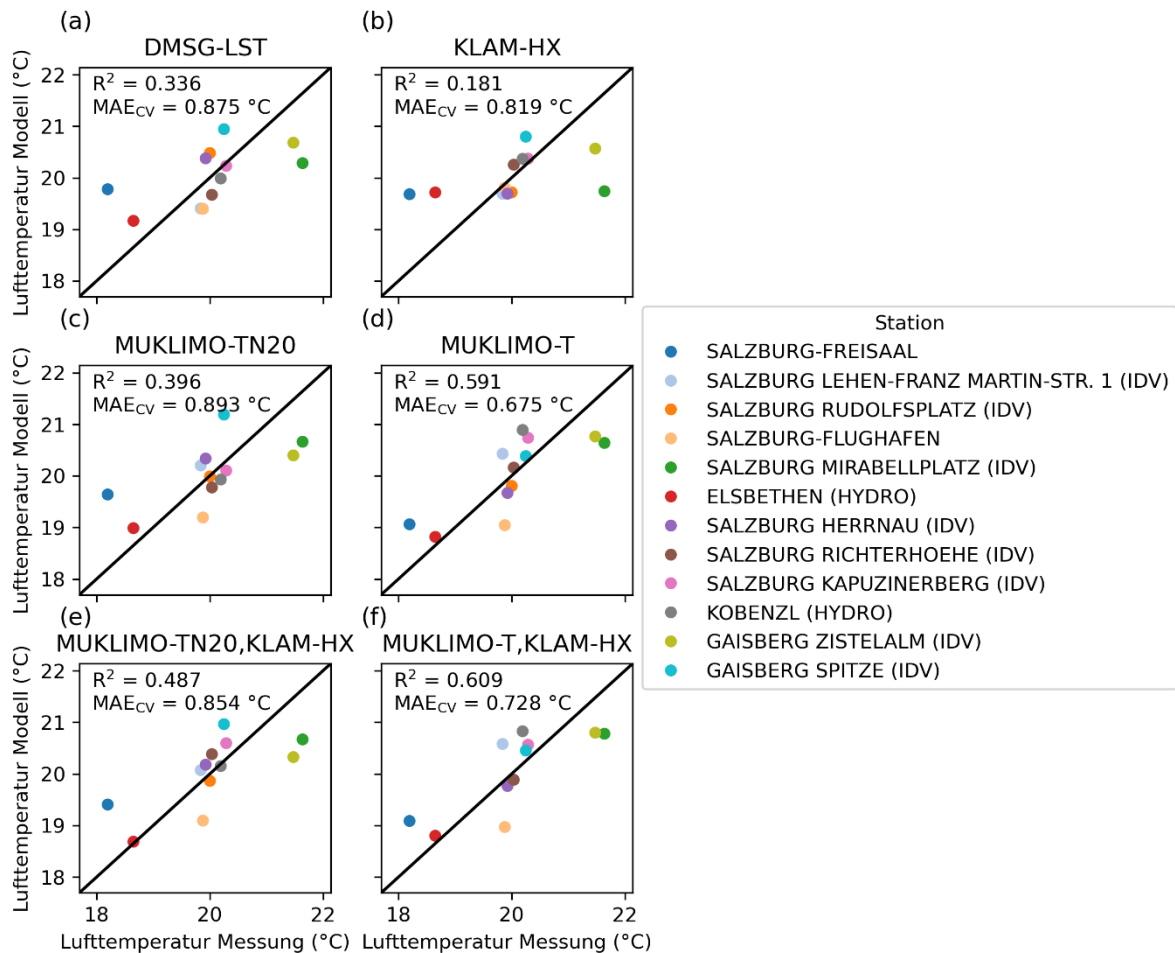


Abbildung 2: Wie Abbildung 1, aber für die kälteste Zeit des Tages (Mittelwert 02 bis 04 UTC) (© GeoSphere Austria).

Frühmorgens (Abbildung 2) erreicht das Modell mit der Lufttemperatur aus MUKLIMO_3 den besten MAE_{CV} (2d), während DMSG-LST sehr schlecht abschneidet (2a). Letzteres liegt wohl daran, dass die Kaltluftströme von den Stadtbergen und von naheliegenden Wasser- und Grünflächen mit diesem statistischen Ansatz nicht modelliert werden können, da die Temperatur an einem Gitterpunkt einzig und allein anhand der Eigenschaften dieses Gitterpunkts (Landbedeckung, LST-Jahresamplitude etc.) bestimmt wird, ohne benachbarte Gitterpunkte direkt zu berücksichtigen. Die Kaltfluthöhe aus KLAM_21 bringt auch keinen bzw. keinen nennenswerten Mehrwert für die Berechnung der Lufttemperatur (2e vs. c und f vs. d). Das könnte unter anderem daran liegen, dass Kaltfluthöhe und Temperatur nicht linear zusammenhängen und die Temperatur eines Kaltluftabflusses und die Gesamtzeit, die ein Ort unter dem Einfluss dieses Abflusses steht, auch eine entscheidende Rolle spielen.

Für die Hitze am Nachmittag wird daher das Modell mit DMSG-LST in den Planungshinweis-karten „Städtische Überwärmung“ und „Ausgleichsräume“ verwendet, während die nächtliche Überwärmung aus dem Modell mit der Lufttemperatur aus MUKLIMO_3 dargestellt wird.

Zum Vergleich haben wir die Berechnungen für einen Tag in einer weiteren Hitzewelle, und zwar für den 30.06.2019, wiederholt (Abbildungen 3 und 4). Auch hier schneidet das Modell mit DMSG-LST am Nachmittag am besten ab (Abbildung 3a), während die Modelle mit der Lufttemperatur aus MUKLIMO_3 (mit und ohne KLAM-HX) in der Früh am besten funktionieren (Abbildungen 4d und 4f). Insgesamt ist die Übereinstimmung mit den Messdaten an diesem Tag, besonders in der Früh, noch deutlich besser als am 01.08.2020.

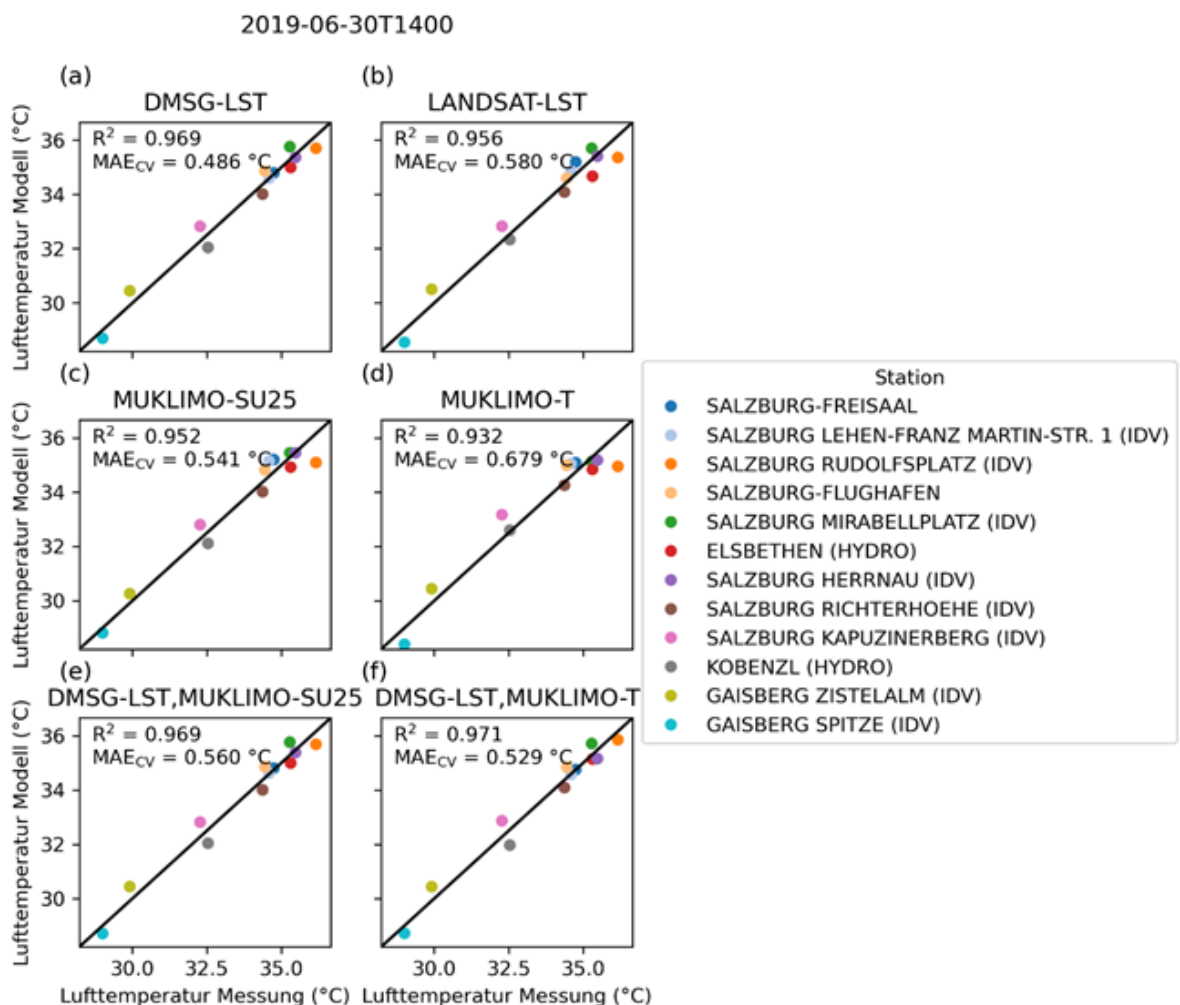


Abbildung 3: Wie Abbildung 1, aber für den 30.06.2019 (© GeoSphere Austria).

2019-06-30T0200

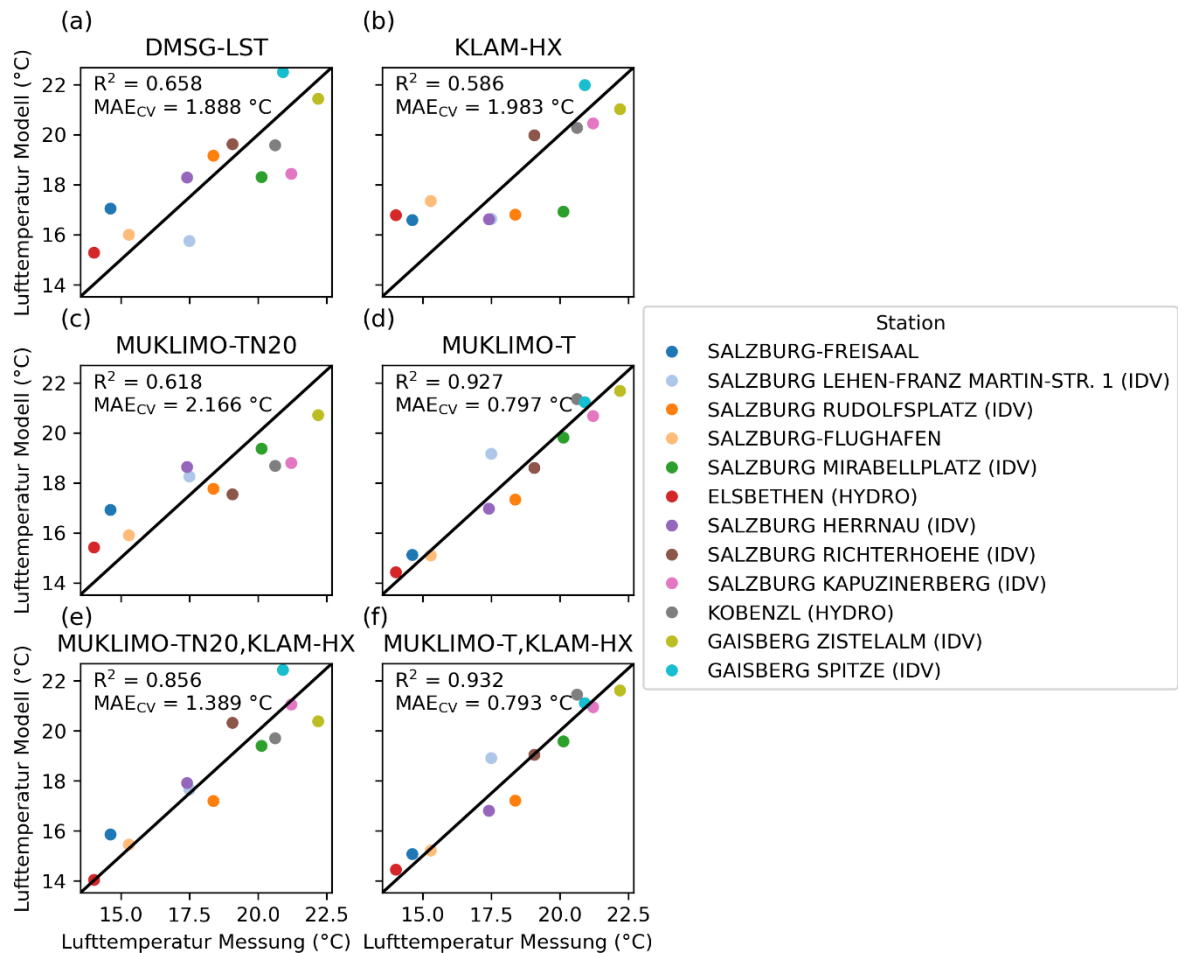


Abbildung 4: Wie Abbildung 2, aber für den 30.06.2019 (© GeoSphere Austria).

Eine räumliche Darstellung der besten Modelle für den 01.08.2020 ist in Abbildung 5 gegeben. Der Wärmeinseleffekt ist deutlich erkennbar, sowohl nachmittags als auch morgens.

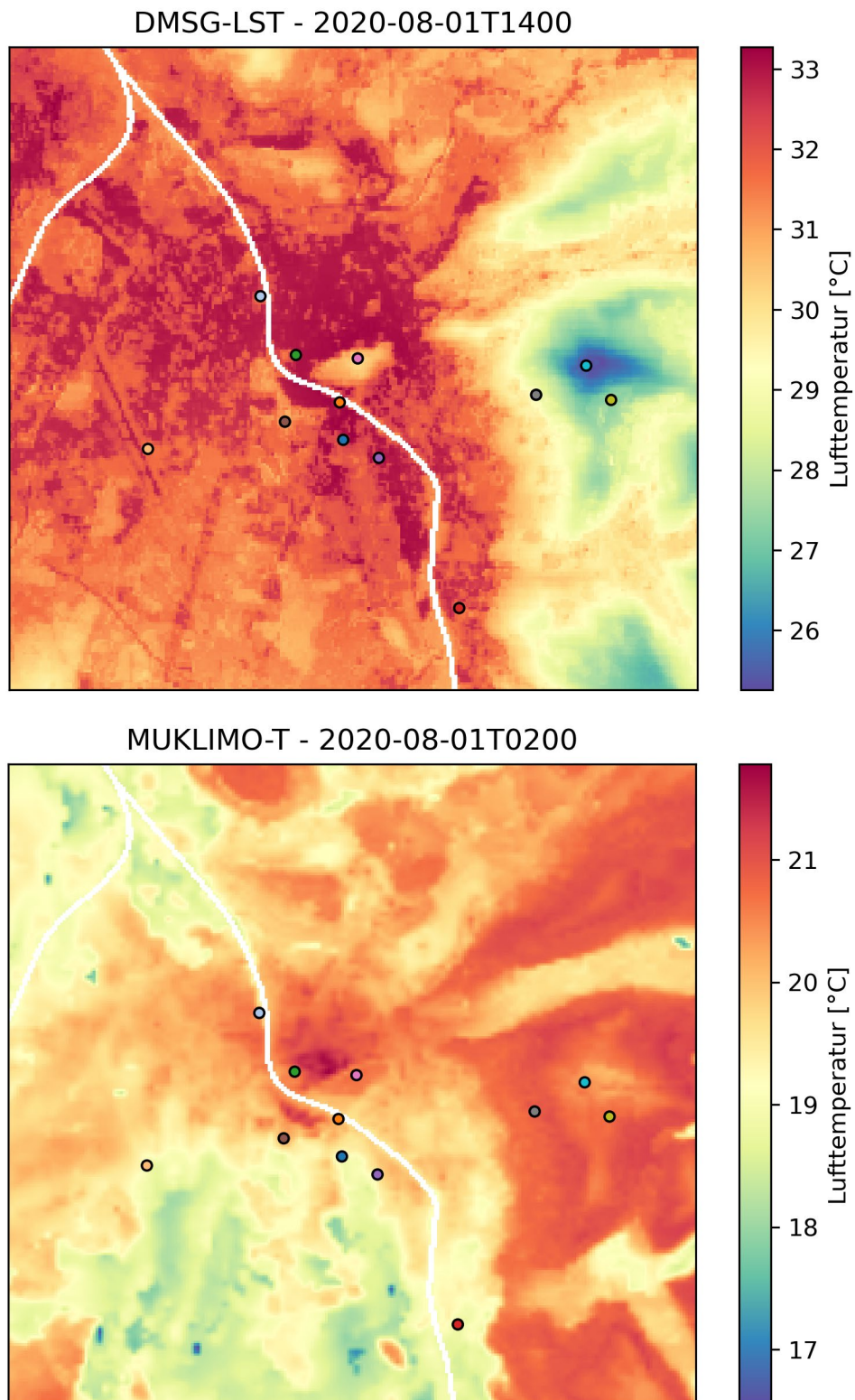


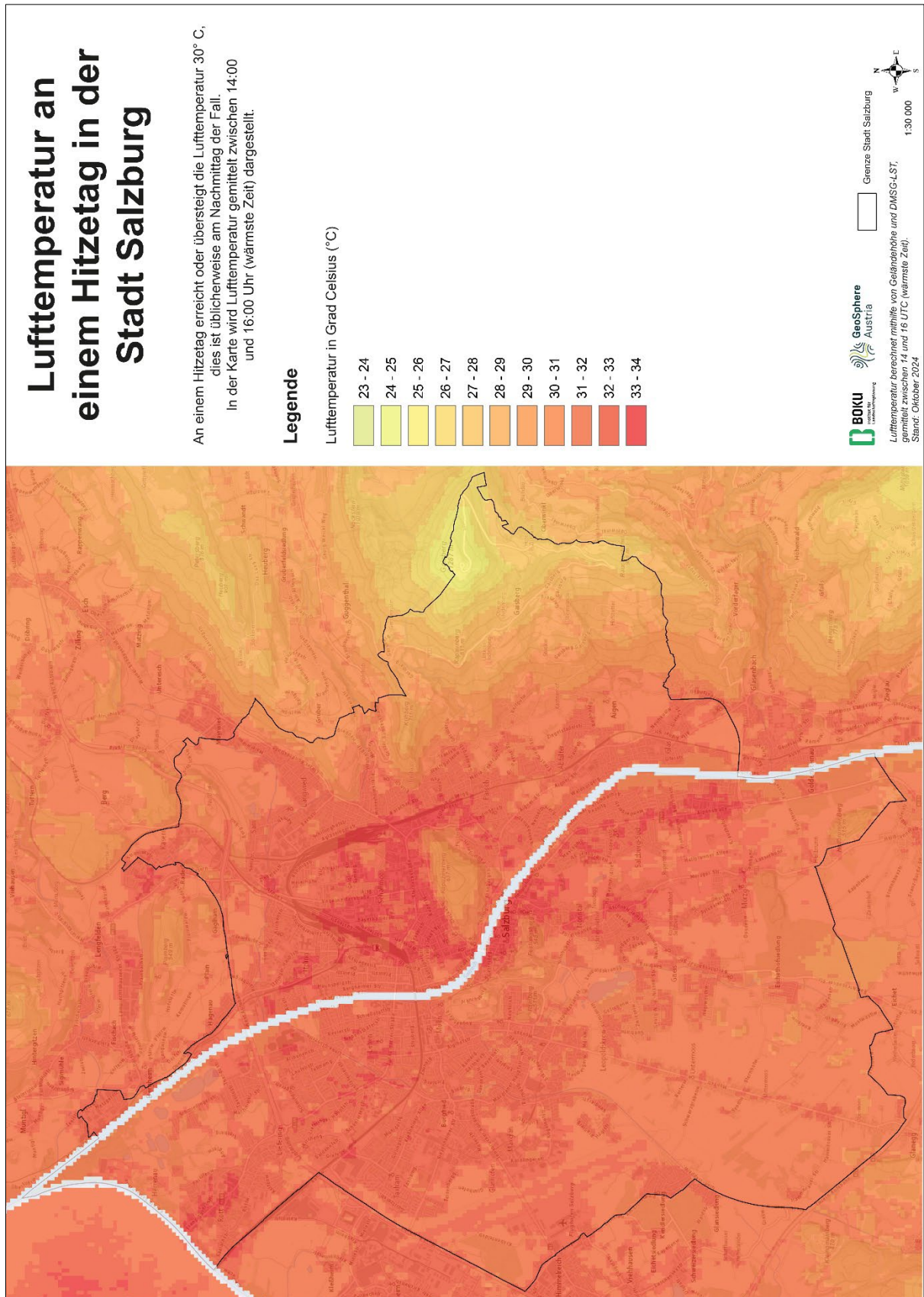
Abbildung 5: Lufttemperatur in Salzburg am 01.08.2020, modelliert mithilfe von Geländehöhe und DMSG-LST (nachmittags, oben) bzw. der Lufttemperatur aus MUKLIMO_3 (morgens, unten). Die in der Regression verwendeten Stationen sind mit der gleichen Farbkodierung wie in den Abbildungen 1–4 dargestellt (© GeoSphere Austria).

Besonders die stark versiegelten Stadtteile sind von dieser städtischen Überwärmung betroffen, wohingegen das umliegende Grünland im Süden und Nordwesten der Stadt durch deutlich kühlere Temperaturen geprägt ist und nachts dort Kaltluft produziert werden kann.

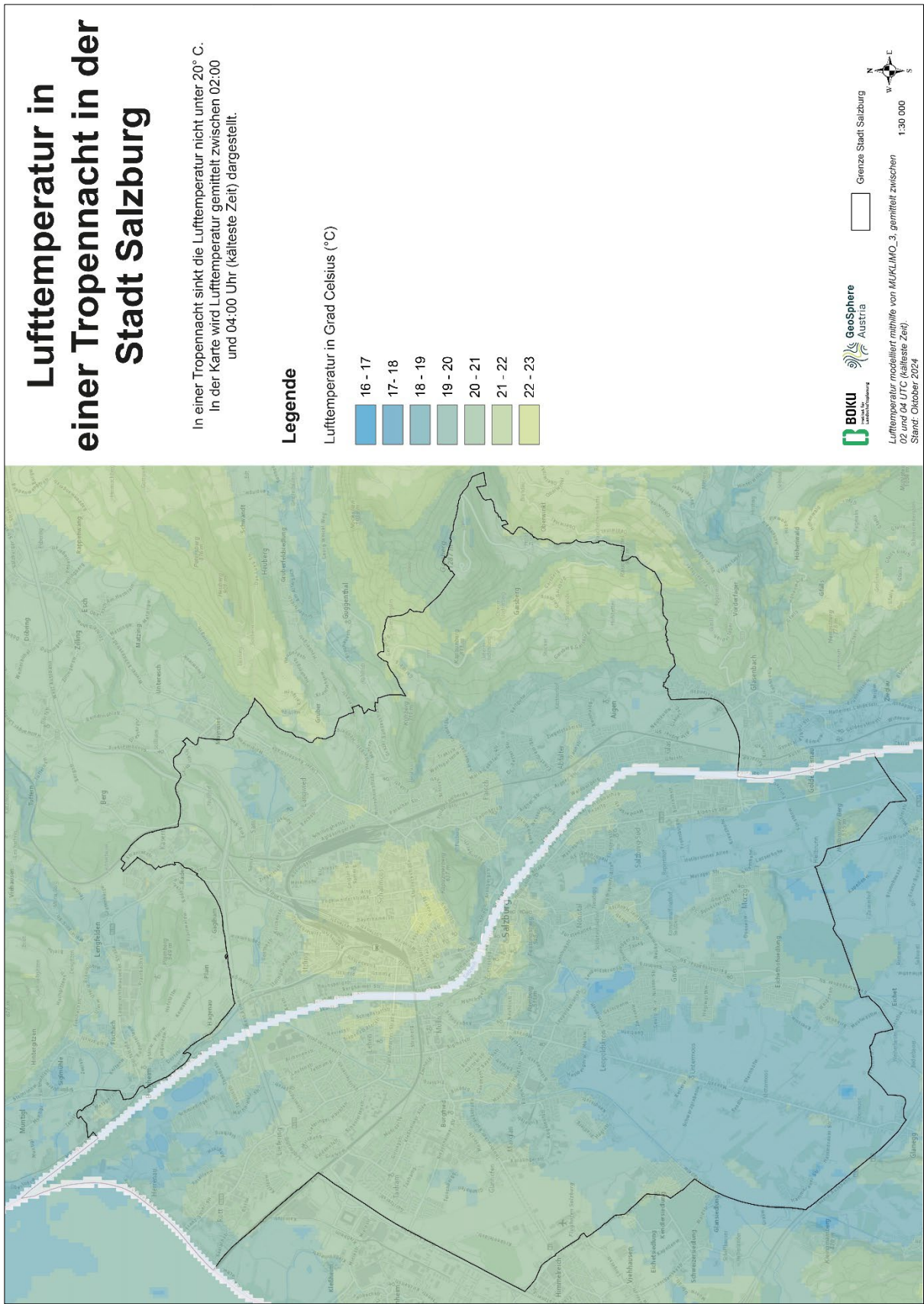
Während nachmittags die Temperatur mit der Höhe stark abnimmt und somit am Gaisberg viel niedrigere Temperaturen herrschen als in der Stadt, ist morgens die Temperatur am Gaisberg deutlich höher als im Tal außerhalb der überwärmten Bereiche. Diese Inversion kommt dadurch zustande, dass die nachts bodennah entstehende kalte Luft schwerer ist als die warme Luft abseits des Bodens, deshalb hangabwärts fließt und sich im Tal ansammelt. Diese nächtlichen Kaltluftströmungen sind besonders wichtig, um die städtische Überwärmung zu reduzieren. Die bewaldeten Hänge des Gaisbergs sind dabei noch wärmer als der weitgehend baumfreie Gipfel – zum einen, da die Wiesen am Gipfel besser auskühlen können als der Wald, und zum anderen, da sich am flachen Gipfelplateau die produzierte Kaltluft besser halten kann.

Die wichtigsten Kaltluftentstehungsgebiete südlich und nördlich des Gaisbergs (Guggental und Glasenbachklamm) sind in der morgendlichen Temperaturkarte deutlich zu erkennen.

Lufttemperatur an einem Hitzetag in der Stadt Salzburg



Lufttemperatur in einer Tropennacht in der Stadt Salzburg



2.2 Grundlagen zum Windsystem der Stadt Salzburg

Die Stadt ist sehr gut durchlüftet. Im Salzachtal werden die großräumigen West-Ost gerichteten Winde durch die Hänge der Berge in der Umgebung zu Nordwest-Südost-Strömungen abgelenkt (= überregionales Windsystem). An den umliegenden Hängen im angeschlossenen Salzachtal Richtung Hallein herrscht ein ausgeprägtes Berg-Talwindsystem, das einen markanten Tagesgang zeigt und für ständigen Luftaustausch sorgt (= regionales Talwindsystem).

Die Frisch- und Kaltluftzufuhr für die Stadt erfolgt somit an den meisten Tagen aus Süd bis Südost in der Nacht und aus Nord bis Nordwest am Tag. Durch die Lage am Nordrand der Alpen tritt Föhn häufig auf. Dies ist auch an der dargestellten Windrose (siehe Abbildung 6) gut erkennbar, die die Windrichtungsverteilung und die Windgeschwindigkeiten am Salzburger Flughafen zeigt. Am häufigsten kommt der Wind aus Süd bis Südost, ein weiteres Maximum gibt es aus Nordwest.

Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt für die Klimanormalperiode 1981 bis 2010 am Flughafen Salzburg 2,6 m/s, in Salzburg Freisaal hingegen nur 1,4 m/s. Starke Westwinde können am Flughafen relativ ungebremst wehen, werden in Salzburg Freisaal von den Stadtbergen und den umliegenden Häusern und Bäumen jedoch deutlich abgeschwächt. Ostwinde, wie sie bei Hochdruckwetterlagen im Alpenvorland typisch sind, dringen ins Salzburger Becken insgesamt nur abgeschwächt vor.

Ganz grundsätzlich ist anzumerken, dass die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt. Direkt am Boden ist die Windgeschwindigkeit aufgrund der Reibung (fast) null und nimmt sehr rasch zu.

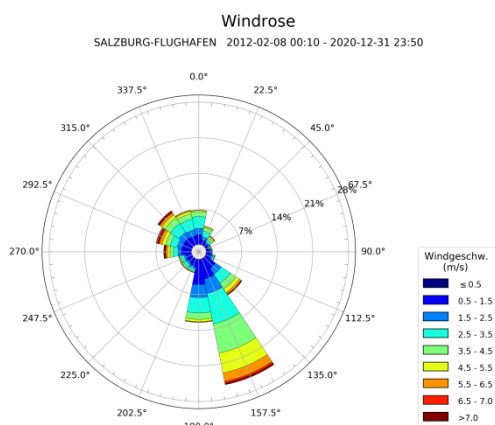


Abbildung 6: Windrose aus den Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten vom Salzburger Flughafen.

In klaren, windschwachen Nächten sorgt zusätzlich vor allem der Gaisberg für frische Luft (= lokales Hang- bzw. Talwindsystem). Die kühle Luft der Nacht wird vor allem am und um den Gaisberg erzeugt und fließt in den ersten Nachtstunden in die östlichen Stadtteile, teilweise

bis über die Salzach. Am Ende der Nacht, nach rund sechs Stunden, ist die Kaltluft nahezu in das gesamte Stadtgebiet eingeströmt.

In klaren Nächten verliert der Boden Energie und kühlt ab. Freie Grünflächen wie Wiesen und Felder kühlen stärker aus als der dichte Wald oder verbaute Gebiete. Da kalte Luft schwerer ist als warme, fließt die im Laufe der Nacht anwachsende Kaltluft in geneigtem Gelände ab wie eine Flüssigkeit. Dieser Prozess tritt das ganze Jahr über auf und ist umso wirksamer, je schwächer der großräumige Wind weht. Es entstehen mehr oder weniger stark ausgeprägte Hangab- und Talauswinde. Die Stadt Salzburg hat in einigen Stadtteilen und vor allem im Umland zahlreiche freie und naturbelassene Flächen, die viel Kaltluft produzieren, und zudem viele geneigte Flächen, die ein Ausbreiten der Kaltluft begünstigen.

Die drei großen Kaltluft- und Frischluftzubringer für die Stadt Salzburg sind die Glaserbachklamm, das Guggenthal und Söllheim. Über diese drei Täler strömt – ausgehend vom Gaisberg und dessen Nachbarn – beginnend nach Sonnenuntergang kühle und schadstoffarme Luft in die Osthälfte der Stadt (Gnigl, Kasern, Langwied, Aigen, Parsch, Schallmoos, Neustadt, Itzling, Elisabethvorstadt) ein. Gleichzeitig ist diese unbelastete Luft auch kühler als ihre Umgebung. Sie wirkt daher in der Nacht kühlend. Auch kleinere Zubringer und Gräben zwischen dem Kühberg und dem Aigner Campingplatz bringen Kaltluft in die Stadtteile Parsch und Aigen bis zur Salzach und in die Herrnau.

Sehr effizient in ihrer nächtlichen Abkühlung und ein Glücksfall für die natürliche Luftzirkulation in einer Stadt, sowohl am Tag als auch in der Nacht, sind die Stadtberge. Insbesondere in den ersten Nachtstunden fließt an den Hängen vom Kapuzinerberg, vom Festungsberg, Rainberg und Mönchsberg in praktisch alle Richtungen die Kaltluft ab und kühlt die unmittelbar umliegenden Häuser und Gassen. Davon profitieren insbesondere Teile von Schallmoos, der Altstadt, der Riedenburg, Mülln und Neustadt.

Die Kaltluftproduktion (= lokales Hang- bzw. Talwindsystem) wurde mit KLAM_21 berechnet. KLAM_21 (Sievers 2005) ist ein vom Deutschen Wetterdienst (DWD) entwickeltes zweidimensionales, mathematisch-physikalisches Simulationsmodell zur Berechnung von Kaltluftflüssen in orografisch gegliedertem Gelände für Fragen zur Standort-, Stadt- und Regionalplanung.

Das Modell simuliert die Entwicklung von Kaltluftflüssen und die Ansammlung von Kaltluft in einem beliebig auswählbaren, rechteckig begrenzten Untersuchungsgebiet. Über diese Fläche wird ein numerisches Gitter gelegt, wobei der Gitterpunktabstand für diese Studie 10 m beträgt. Jedem einzelnen Gitterpunkt werden eine Flächennutzung und eine Geländehöhe zugeordnet. Jeder Landnutzungsclassen wiederum entsprechen eine fest vorgegebene Kaltluftproduktionsrate und eine Rauigkeit als Maß für den aerodynamischen Widerstand und gegebenenfalls eine Porosität als Maß für die Durchlässigkeit von bebauten Flächen. Das Zusammenspiel dieser Einflussgrößen bestimmt das Entstehen, Fließen und die Ansammlung der Kaltluft.

Der Start der Simulation liegt kurz vor Sonnenuntergang. Zu diesem Zeitpunkt wird eine annähernd adiabatisch geschichtete Atmosphäre (d. h. es wird keine Wärme mit der Umgebung ausgetauscht) vorausgesetzt, in der keine horizontalen Gradienten der Lufttemperatur und der Luftdichte vorhanden sind. Es werden während der ganzen Nacht gleichbleibend gute Ausstrahlungsbedingungen, das heißt ein wolkenloser Himmel, angenommen.

Bei der Simulation für diese Studie wurde eine südliche Grundströmung mit 1 m/s Geschwindigkeit in 10 m Höhe über dem Grund angenommen. Der Simulationszeitraum von acht Stunden entspricht der mittleren Dauer einer Sommernacht.

Grundlagen für die Klimawandelanpassung in der Raum- und Stadtplanung

3 Grundlagen für die Klimawandelanpassung in der Raum- und Stadtplanung

Klimawandelanpassung bildet eine entscheidende zweite Säule der Klimapolitik und ergänzt die Bemühungen zur Eindämmung von Treibhausgasemissionen (Prutsch & Balas 2014). Während die Reduzierung von Emissionen darauf abzielt, den Klimawandel zu verlangsamen und dessen Auswirkungen zu begrenzen, konzentriert sich die Klimawandelanpassung darauf, sich auf bereits unvermeidbare Veränderungen einzustellen und die Resilienz gegenüber den damit verbundenen Risiken zu stärken. Die Raum- und Stadtplanung nimmt hier eine Schlüsselrolle ein.

Die Notwendigkeit der Anpassung ergibt sich aus der Realität, dass der Klimawandel bereits stattfindet und seine Auswirkungen auf die Umwelt, die Wirtschaft und die Gesellschaft zunehmend spürbar sind. Steigende Temperaturen, eine beobachtbare Zunahme an Extremwetterereignissen oder veränderte Niederschlagsmuster sind nur einige der Herausforderungen, mit denen Städte, Regionen und Länder konfrontiert sind.

3.1 „Climate Proofing“ – Integration der Klimawandelanpassung in die Raum- und Stadtplanung

Die städtische Anpassung an den Klimawandel erfordert grundsätzlich eine umfassende und koordinierte Strategie und Umsetzung, die verschiedene Gruppen wie die Stadtpolitik, die Verwaltung, die Privatwirtschaft und die Zivilgesellschaft sowie die Wissenschaft umfasst. Eine frühzeitige und aktive Anpassung an die Entwicklungen des Klimawandels ist unbedingt erforderlich. Die Beachtung der Folgen des Klimawandels ist bei allen Projekten der Stadtentwicklung relevant.

Viele Herausforderungen in der räumlichen Anpassung an den Klimawandel werden neben der Stadtplanung von einer Vielzahl anderer Fachämter umgesetzt bzw. beeinflusst. Eine enge Abstimmung verschiedener Fachämter ist notwendig, unterstützt eine effektive Umsetzung und reduziert Zielkonflikte. Der Raum- und damit Stadtplanung wird hier – wie auch in der österreichischen Strategie zur Klimawandelanpassung – eine (koordinative) Schlüsselrolle zugeschrieben (BMK 2024).

Eine durchgängige Berücksichtigung des Themas der räumlichen Anpassung an den Klimawandel muss auf allen Entscheidungs- und Planungsebenen, in allen Planungsinstrumenten sowie in allen städtebaulichen und architektonischen Qualifizierungsverfahren (z. B. bei Architekturwettbewerben) im Sinne eines „Climate Proofing“ erfolgen. Beim „Climate Proofing“ wird nicht die Wirkung eines Projekts oder Plans auf die Umwelt, sondern die Einwirkung sich verändernder Umweltbedingungen auf den gesamten Planungssektor betrachtet (UBA 2016).

Nach diesem Verständnis umfasst „Climate Proofing“ im österreichischen Raumplanungskontext drei Handlungsfelder: (A) die übergeordnete Agenda und Zielsetzung in der Politik, (B) die Analyse und Stärkung der Kapazitäten und Kompetenzen der Planungsträger:innen und (C) die konkrete Umsetzung der Klimawandelanpassung auf verschiedenen Planungsebenen mit unterschiedlichen Instrumenten (siehe Abbildung 7) (Schindelegger et al. 2021, Reinwald et al. 2023a).



Abbildung 7: „Climate Proofing“-Framework im österreichischen Planungskontext (© Reinwald, F., Schindelegger, A. & Weichselbaumer, R. in Schindelegger et al. 2021).

Neben organisatorischen und strategischen Maßnahmen, die die Kapazitäten und Kompetenzen der Planungsträger:innen im Sinne eines „Climate Proofing“ prüfen und verbessern, sind es vor allem die übergeordneten strategischen und politischen Zielsetzungen sowie die konkreten planerischen Handlungsmöglichkeiten zur Anpassung, die in einem örtlichen Entwicklungskonzept entscheidend sind.

Im Zuge der Studie wurden alle drei Ebenen bearbeitet: Die übergeordneten Strategien zur Klimawandelanpassung in der räumlichen Planung und Entwicklung wurden analysiert (siehe Kap. 3.3), Empfehlungen für den Ausbau der Kapazitäten der Planungsträger:innen (siehe Kap. 9) sowie Zielbereiche, Ziele und Maßnahmenempfehlungen ausgearbeitet (ab Kap. 4).

3.2 Anpassungsleistungen der Raum- und Stadtplanung

Grob lassen sich die Handlungsmöglichkeiten in der räumlichen Anpassungsplanung grundsätzlich in drei Handlungsbereiche gliedern:

- Planerische Lösungen und Maßnahmen zur Entwicklung einer hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestruktur
- Naturbasierte Lösungen und Maßnahmen durch Nutzung der Ökosystemleistungen grüner und blauer Infrastruktur
- Technische Lösungen und Maßnahmen zur Reduktion der Folgen des Klimawandels

3.2.1 Planerische Lösungen und Maßnahmen

Die Integration von Klimawandelanpassung in die städtischen Entwicklungspläne wie das REK trägt dazu bei, Städte widerstandsfähiger gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu machen. Mit den unterschiedlichen Instrumenten der örtlichen Raumplanung kann die Entwicklung einer klimaresilienten Gebäude- und Siedlungsstruktur planerisch gesteuert werden. Auch naturbasierte Maßnahmen (siehe Kap. 3.2.2) im Bereich der grünen und blauen Infrastruktur – also z. B. Grünflächenschaffung oder Baumpflanzungen – lassen sich mit den raumplanerischen Instrumenten steuern.

Das Räumliche Entwicklungskonzept der Stadt Salzburg ist ein langfristiger Leitfaden für die Gemeindeentwicklung und ein strategisches Instrument, um Klimawandelanpassung auf Gemeindeebene in die Raumplanung zu integrieren. Es liefert Vorgaben, Ziele und Maßnahmen zur langfristigen Umsetzung einer klimaresilienten Siedlungsentwicklung im eigenen Wirkungsbereich und ist eine wesentliche Grundlage für die verbindlichen raumplanerischen Instrumente auf kommunaler Ebene, mit deren Hilfe Flächen von einer Bebauung freigehalten werden können oder die Art und Weise einer Bebauung und damit die Stadt- und Siedlungsstruktur rechtsverbindlich festgelegt werden können.

Durch den Flächenwidmungsplan, der die zulässigen Nutzungen flächendeckend festlegt, können durch entsprechende Widmungen nicht nur Freihalteflächen erhalten oder geschaffen, sondern diese auch über Korridore verbunden werden, um die Durchlüftung der Siedlungen mit Kaltluft sicherzustellen (Reinwald et al. 2023b).

Der Bebauungsplan regelt allgemein die Bauweise, Höhe, Dichte und Gestaltung von Bauprojekten auf einer Parzelle und kann somit die Entwicklung einer klimaresilienten Stadt- und Gebäudestruktur unterstützen. In Salzburg kann der Bebauungsplan der Grundstufe z. B. die bauliche Ausnutzbarkeit (Geschoßflächenzahl oder Baumassenzahl), die Gebäudehöhe bzw. die Bauweise sowie die Baufluchtlinie steuern. Im Bebauungsplan der Aufbaustufe (z. B. ab Geschoßfläche 2.000 m² oder Baumasse über 7.000 m²) können zusätzliche Vorgaben ausgesprochen werden.

Die bauliche Ausnutzbarkeit bzw. die Vorgaben zur Höhe und Dichte beeinflussen das Gebäudevolumen und damit z. B. die thermische Speicherfähigkeit, also die städtische

Überwärmung. Durch die Gebäudestellung (steuerbar durch Baufluchtlinie, Baulinie oder Baugrenzlinien (§ 55 ROG 2009)) können z. B. sowohl die Durchlüftung als auch die Schattenbildung gesteuert werden. Auch können Vorgaben zur Grünflächenschaffung und deren Ausgestaltung sowie Pflanzgebote ausgesprochen werden (§ 61 Abs. 2 ROG 2009), die sowohl die Versickerung von Regenwasser als auch die städtische Überwärmung maßgeblich beeinflussen.

3.2.2 Naturbasierte Lösungen und Maßnahmen

In der neuen EU-Strategie und der Österreichischen Strategie für die Anpassung an den Klimawandel werden naturbasierte Lösungen als eine von drei übergeordneten Prioritäten genannt und ihre Umsetzung in größerem Maßstab gefordert, um die Klimaresilienz zu erhöhen. Neben den klimabezogenen Zielen sollen auch in Bezug auf Biodiversität und Gesundheit Verbesserungen erreicht werden (Europäische Kommission 2021). Nach Definition der Europäischen Kommission sind naturbasierte Lösungen („nature-based solutions“) jene, „die von der Natur inspiriert und unterstützt werden, die kosteneffizient sind, gleichzeitig ökologische, soziale und wirtschaftliche Vorteile bieten und dabei helfen, Resilienz aufzubauen“ (European Commission o.J., o.S.).

Naturbasierte Lösungen zur Anpassung der Städte an den Klimawandel stellen vor allem Maßnahmen in Zusammenhang mit dem Einsatz grüner (und blauer) Infrastruktur (u. a. Sicherung und Ausbau von Grünflächen oder Gewässerrestrukturierung bzw. -renaturierung) dar, um deren regulierende Ökosystemleistungen zu nutzen. Die Europäische Kommission (2013, 3) definiert grüne Infrastruktur als „ein strategisch geplantes Netzwerk natürlicher und naturnaher Flächen“, das terrestrische sowie aquatische Ökosysteme umfasst und sich „sowohl im urbanen als auch im ländlichen Raum befinden kann“. Die zahlreichen positiven Auswirkungen urbaner grüner Infrastruktur (UGI), d. h. von Parks, Stadtwäldern, Gärten, begrünten Dächern und Wänden, Friedhöfen, Seen, Teichen, Bächen, Flüssen, Brunnen oder Wasserrückhaltebecken, sind vielfach durch Studien nachgewiesen (Choi et al. 2021, Dennis et al. 2020, Elmqvist et al. 2015, Demuzere et al. 2014) und beinhalten die Kühlung durch Verschattung und Evapotranspiration, die Förderung des Wasserrückhalts sowie die Erhöhung der Luftqualität. Weiters trägt die urbane grüne und blaue Infrastruktur zur Steigerung des körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens sowie der Biodiversität bei.

Mit der Umsetzung naturbasierter Lösungen kann gleichzeitig dem eng mit dem Klimawandel verbundenen Verlust an Biodiversität begegnet werden. Durch den Klimawandel verändern sich auch die Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere (BMK 2022a). Der Biodiversitätsverlust reduziert die Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel. Durch einen Ausbau urbaner grüner Infrastruktur kann die Stadtplanung einen Beitrag leisten, funktionierende Ökosysteme zu erhalten bzw. zu entwickeln. Maßnahmen zur Sicherung und Entwicklung eines vernetzten Grün- und Freiraumsystems in der Stadt reduzieren somit die Hitzebelastung, schaffen einen Ausgleichsraum für die Bevölkerung und verbessern gleichzeitig die Biodiversität.

3.2.3 Technische Lösungen und Maßnahmen

Zusätzlich können technische Lösungen und Maßnahmen an Gebäuden, auf Grundstücken und in öffentlichen Räumen helfen, die Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren.

Maßnahmen im Bereich der grauen Infrastruktur (z. B. Anlagen zum Objektschutz oder Regenrückhaltebecken) sind klassische Maßnahmen zur Reduktion der Auswirkungen von Naturgefahren im Bereich der pluvialen und fluvialen Überschwemmungen. Technische Maßnahmen, die beispielsweise dem gezielten Objektschutz dienen, können bestehende Strukturen sowie sensible Einrichtungen (kritische Infrastruktur) schützen. Für die Stadtplanung relevant sind die Berücksichtigung des Flächenbedarfs für technische Maßnahmen sowie mögliche Auflagen für neue Bauprojekte bzw. Erweiterungen des Bestandes.

Daneben gibt es auch technische Maßnahmen hauptsächlich im Bereich der Oberflächen von Gebäuden und Belägen (z. B. Erhöhung der Albedo, d. h. des Rückstrahlvermögens von Oberflächen, durch eine helle Farbgebung; Einsatz von versickerungsfähigen Oberflächen) sowie des Gebäudesektors (z. B. außenliegender Sonnenschutz). Auch Maßnahmen im Bereich des Regenwassermanagements fallen in diese Kategorie: Technische Maßnahmen zur Versickerung von Regenwasser vor Ort wie Mulden oder Rigole, die Umsetzung des Schwammstadtprinzips im öffentlichen Raum sowie Bewässerungssysteme werden diesem Maßnahmenbereich zugeordnet.

3.3 Übergeordnete Strategien zur Klimawandelanpassung und die Anforderungen an die Stadtplanung

3.3.1 Internationale Strategien

Die zentrale weltweite Strategie zum Schutz des Klimas und zur Klimawandelanpassung ist der 2015 beschlossene „**Weltklimavertrag**“. Zentrales Klimaschutzziel ist es, die durchschnittliche Erwärmung der Atmosphäre auf unter 2 °C zu begrenzen. Mit der Ratifizierung 2016 hat sich Österreich aber auch verpflichtet, Maßnahmen zur Anpassung zu planen, umzusetzen und zu monitoren, um die beobachteten und prognostizierten Folgen des Klimawandels abzumildern (VN 2015a, Übereinkommen von Paris, Artikel 7, (9)).

Mit den 2015 von der Generalversammlung der Vereinten Nationen beschlossenen „**Sustainable Development Goals**“ (Ziele für nachhaltige Entwicklung) sind alle Mitgliedsstaaten aufgefordert, die Anpassungsfähigkeit gegenüber klimabedingten Gefahren zu verbessern, Maßnahmen zur Anpassung zu setzen und die Resilienz städtischer Systeme zu erhöhen (VN 2015b). Mit dem „Ziel 11 – Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten“ werden die Städte sowie die Planung und Bauwirtschaft direkt angesprochen, ihren Beitrag zu leisten. Auch hier hat die österreichische Bundesregierung bereits 2016 alle Bundesministerien aufgefordert, dieses Ziel in ihre Programme und Strategien zu integrieren.

In der 2021 aktualisierten **Anpassungsstrategie der Europäischen Union** (2013 erstmalig beschlossen) wird eine schnellere Anpassung gefordert. Alle Entscheidungsebenen, darunter auch die lokale Ebene, werden aufgerufen, Anpassungsstrategien (weiter) zu entwickeln, da Klimawandelanpassung vor allem auf lokaler Ebene vollzogen wird.

Gleichzeitig wird die Wichtigkeit naturbasierter Lösungen für die Anpassung betont und deren breite Umsetzung verlangt: „Blaue-grüne (im Gegensatz zu grauen) Infrastrukturen sind multifunktionale ‚No regret‘-Lösungen, bieten gleichzeitig ökologische, soziale und wirtschaftliche Vorteile und tragen zur Stärkung der Klimaresilienz bei“ (Europäische Kommission 2021, 14). Direkt wird „die Entwicklung städtischer Grünflächen und die Begrünung von Dächern und Außenwänden sowie die Förderung und nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern und landwirtschaftlichen Flächen“ sowie die „Wiederherstellung der schwammähnlichen Funktion der Böden“ gefordert (ebd., 14).

Die Planung wird direkt angesprochen: „Wir müssen mehr tun, um den Gebäudebestand in Europa dafür zu wappnen, dass er den Auswirkungen des Klimawandels standhält“ (ebd., 18). Neben dem Klimaschutzpotenzial im Gebäudesektor wird darauf hingewiesen, dass Gebäude zur Klimawandelanpassung beitragen, „beispielsweise durch Wasserrückhaltung vor Ort durch begrünte Dächer und Außenwände, wodurch der Einfluss städtischer Wärmeinseln verringert wird“ (ebd., 18).

3.3.2 Nationale Strategien

In Österreich gibt es eine Vielzahl von Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, die auf nationaler, regionaler und lokaler Ebene ansetzen.

Die „**Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel**“ (erstmalig beschlossen 2012, aktualisiert 2017 und 2024) deckt verschiedene Handlungsfelder ab – darunter „Bauen und Wohnen“ (Aktivitätsfeld 6), „Raumordnung“ (Aktivitätsfeld 12) sowie „Stadt – urbane Frei- und Grünräume“ (Aktivitätsfeld 14) – mit einer direkten Relevanz für die räumliche Entwicklung und die Stadtplanung.

Im Aktivitätsfeld 6 „Bauen und Wohnen“ wird erstmals neben den gestalterischen und technischen Maßnahmen zur Anpassung der Gebäude die Wichtigkeit der Außenräume angesprochen. Hier wird eine „weitgehende Entsiegelung der Oberflächen mit gleichzeitiger Schaffung grüner (Blumenwiese, Hecken, Bäume) und blauer Infrastruktur (Teiche), Regenwasserspeicherung etc.“ gefordert, um die Aufenthaltsqualität zu steigern und das Hochwasserrisiko zu reduzieren (BMK 2024, 221f).

Im Aktivitätsfeld 12 „Raumordnung“ wird die zentrale Rolle der Raumordnung und damit der Stadtplanung in der Klimawandelanpassung betont und gefordert, dass „Raum- und Siedlungsstrukturen“ klimaresilient entwickelt werden. Erstmals wird hier auch die Anpassung des rechtlichen Rahmens gefordert und explizit eine Verankerung der Klimawandelanpassung in allen Strategien und Gesetzen verlangt. Die zentralen Ziele und Maßnahmen sind die Reduktion von weiterer Flächeninanspruchnahme sowie die Sicherung, Entwicklung und Vernetzung von multifunktionalen Frei- und Grünräumen. „Sicherung, Entwicklung und Vernetzung von multifunktionalen Frei- und Grünräumen mit naturbasierten Anpassungsfunktionen“ – so lautet der Titel der neuen Handlungsempfehlung in der Anpassungsstrategie. In der Zielformulierung wird bezüglich grüner Infrastruktur auf ihre „multifunktionalen Leistungen für die Anpassung an Hitze, Trockenheit, Starkregen und Hochwasser“ als naturbasierte Lösung zur Klimawandelanpassung hingewiesen (BMK 2024, 461). Das ist einer der drei zentralen Ziel- bzw. Maßnahmenbereiche in der räumlichen Planung und Entwicklung zur Klimawandelanpassung – neben der Anpassung der räumlichen Strukturen durch planerische und technische Maßnahmen. Gefordert wird auch erstmals ein „Perspektivenwechsel von der Planung der baulichen Entwicklung zu einer gleichwertigen, integrierten ‚Positivplanung‘ von Grün- und Freiräumen“ (BMK 2024, 465). Die Notwendigkeit, grüne Infrastruktur (auch) über die Raumordnung und Bauordnung (rechtsverbindlich) mittels ihrer Instrumente zu steuern, wird damit betont. Auch wird die Prüfung und Entwicklung von „regional/lokal differenzierten, quantitativen Zielwerten für grüne Infrastruktur in Siedlungsräumen“ gefordert (BMK 2024, 466). Und es geht noch weiter: „Prüfung und ggf. Entwicklung raumordnungsgesetzlicher Ermächtigungen für anpassungswirksame Festlegungen im Bebauungsplan: z. B. Mindestanteile unversiegelter, versickerungsfähiger und begrünter Flächen im Planungsgebiet; Mindestgrünanteile am Bauplatz bzw. Grünflächenfaktor“ (BMK 2024, 470). Deutlich wird, dass die grüne Infrastruktur von einem „Nice-to-have“ zu einer zentralen Trägerin der Anpassung wird, die zunehmend auch rechtsverbindlich gesteuert werden muss.

Im Aktivitätsfeld 14 „Stadt – urbane Frei- und Grünräume“ wird die kommunale Frei- und Grünraumplanung nochmals explizit als entscheidende Trägerin der Klimawandelanpassung angesprochen. Ausdrücklich erwähnt werden die vielfältigen Funktionen der Grün- und Freiräume, die den „Hitzeinseleffekt“ vermindern, Frischluftschneisen darstellen, die Eindringtiefe von Kaltluft ins Stadtgebiet erhöhen, den Wasserhaushalt regulieren, das Abwassersystem durch die Versickerungsleistung entlasten sowie zur Luftreinhaltung beitragen und Lebensraum für einheimische Tier- und Pflanzenarten darstellen“ (BMK 2024, 546).

Im **Österreichischen Raumentwicklungskonzept „Raum für Wandel“** (ÖREK 2030) wird die Klimakrise als einer der zentralen „Megatrends“ mit hoher Relevanz für die Raumentwicklung dargestellt. Einer der drei übergeordneten Grundsätze ist eine „Klimaverträgliche und nachhaltige Raumentwicklung“ (ÖROK 2021).

Konkrete Vorgaben zur Umsetzung einer klimaresilienten räumlichen Entwicklung gibt es in der ersten von vier Säulen des ÖREK 2030: „Mit räumlichen Ressourcen sparsam und schonend umgehen“. Die Bodenversiegelung und die Flächeninanspruchnahme müssen reduziert werden, um einen Beitrag zu einer resilienten Raum- und Siedlungsstruktur zu leisten. Mit dem Ziel 6 werden die steigenden Risiken von Naturgefahren und deren Zusammenhang mit dem Klimawandel angesprochen, die durch eine „präventive Raumplanung“ eingegrenzt werden müssen. Hervorgehoben wird mehrfach die „Sicherung und Erweiterung der Grünräume mit ihrer Erholungsfunktion und ihrer enormen mikroklimatischen Bedeutung in der Klimakrise“ (ÖROK 2021, 14). Drei der zehn Punkte, die für die Umsetzung von Maßnahmen eine hohe Priorität haben, haben einen starken Bezug zur Klimawandelanpassung: „Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung reduzieren“ (Punkt 2), „Freiräume ressourcenschonend und für den Klimaschutz gestalten“ (Punkt 4) sowie „Klimawandelanpassung durch Raumentwicklung und Raumordnung unterstützen“ (Punkt 6).

3.3.3 Klimawandelanpassung im Land Salzburg

Im österreichischen Bundesland Salzburg wurden verschiedene Strategien zur Anpassung an den Klimawandel entwickelt, um die Resilienz der Regionen gegenüber den beobachteten und erwarteten klimatischen Veränderungen zu stärken. Ähnlich wie die Bundesstrategie formuliert die **„Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Salzburg“** 14 Aktivitätsfelder (siehe dazu ausführlich den Grundlagenbericht). Im ersten Fortschrittsbericht zur Klimawandelanpassungsstrategie (Land Salzburg 2022a) wird eine Maßnahmenübersicht zur Anpassung an den Klimawandel gegeben.

Tabelle 6: Übersicht jener Maßnahmen aus den verschiedenen Handlungsfeldern der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Salzburg, die eine Relevanz für die Stadtplanung aufweisen (Land Salzburg 2022a, 9ff).

Handlungsfeld	Kurzbeschreibung Maßnahmen
Bauen & Wohnen	• Reduktion versiegelter Flächen, z. B. durch Forcierung von Dach- und Fassadenbegrünung oder unversiegelte oder gering versiegelte Verkehrsflächen zur Erhöhung des Retentionsvermögens und zum Schutz vor sommerlicher Überwärmung
	• Erhöhung der Freiraumqualität im Umfeld von Gebäuden
Raumordnung	• Erweiterte Planungsgrundlagen zur Bewertung und Maßnahmen zur Verringerung des Risikos von pluvialem Hochwasser
	• Frühzeitige Beurteilung der Standortqualitäten für neue Siedlungen und Baulandsicherungsmodelle
	• Sichern/reservieren von Flächen für Retentionsbecken
Stadt – urbane Frei- und Grünräume	• Dachbegrünung mit Regenwasserretention
	• Vernetzung von Frei- und Grünräumen
	• Ausarbeitung einer Planungsstrategie zur Senkung des Versiegelungsgrads
	• Anpassen des Wassermanagements von Freiräumen (u. a. dem Wohnumfeld)
	• Förderung von Urban Gardening
	• Anpassung von Pflanzenarten und Bewässerungsvorrichtungen an veränderte Bedingungen
	• Förderung der ökologischen Funktion von öffentlichen Grünräumen

Im Zuge der Neubewertung der Klimawandelfolgen wurden im Handlungsfeld „Bauen und Wohnen“ die „Notwendigkeit der Anpassung von Gebäudeplanung und Haustechnik an Sommerhitze“ sowie die „Zunehmende Notwendigkeit zur Schaffung von Kühleffekten durch Bepflanzung und Bauwerksbegrünung“, im Handlungsfeld „Raumordnung“ die „Zunahme des Bedarfs und der Regelung von Freiräumen“ sowie im Handlungsfeld „Stadt – urbane Frei- und Grünräume“ ein „Erhöhter Pflegeaufwand und Wasserbedarf im Stadtgrün“, die „Verstärkung des thermischen Stadtklimaeffektes“ sowie die „Stärkere Nutzung der Freiräume“ ergänzt (ebd.).

In dem 2022 überarbeiteten „**Salzburger Landesentwicklungsprogramm**“ (Land Salzburg 2022b) wird als Grundsatz und Leitlinie der Landesentwicklung die „Orientierung an einer klimaverträglichen und nachhaltigen Raumentwicklung“ verankert.

Das Leitbild „Sicherung einer nachhaltigen Freiraumentwicklung unter Berücksichtigung von Klimawandel, Anpassung an den Klimawandel und Ressourceneffizienz“ ist eine der Grundlagen für die „Freiraumentwicklung“. Hier ist auch ein expliziter Hinweis verankert: „Die zunehmenden Risiken durch Naturgefahren und weitere Gefahren in Folge des Klimawandels sollen durch präventive Raumplanung eingegrenzt werden“ (Land Salzburg 2022b, 3). Die

Erhaltung und die Sicherung unversiegelter Flächen zum Schutz des Klimas sowie zur Abflussregulierung und damit Klimawandelanpassung sind hier die Grundsätze.

Auch in Bezug auf die Entwicklung einer nachhaltigen Siedlungsstruktur wird eine Klimawandelanpassung durch eine rasche Reduktion der Bodenversiegelung und der Flächeninanspruchnahme gefordert, um die Siedlungsentwicklung klimaschonender und resilienter zu gestalten.

3.4 Integration der Klimawandelanpassung in das REK Neu der Stadt Salzburg

Ausgangspunkt für die Bearbeitung der Zielbereiche, Ziele und Maßnahmen sind die Handlungsschwerpunkte und Leitsätze für das REK Neu, die von der Stadt Salzburg formuliert wurden (Stand: 15. September 2021).



Abbildung 8: Die neun Handlungsschwerpunkte des REK Neu (Stadt Salzburg 2021b, 3).

Der Handlungsschwerpunkt 3 „Salzburg wird klimafit und setzt auf nachhaltige Energie“ umfasst sowohl den Klimaschutz (z. B. Energieraumplanung, ressourcenschonende und effiziente Energieversorgung) als auch die Klimawandelanpassung. Die entsprechenden Anpassungsmaßnahmen in der Stadtentwicklung werden durch einen Leitsatz näher definiert: „Maßnahmen zur Klimawandelanpassung werden zum künftigen Erhalt der Lebensqualität konsequent umgesetzt“.

Die Vorgaben umfassen:

- „Bei baulichen Maßnahmen sind klimarelevante Aspekte, wie zum Beispiel Hitzeinseln, die Frischluftzirkulation, Kaltluftentstehung, Regenwassermanagement, etc. zu berücksichtigen. Einen essentiellen Beitrag zur Klimawandelanpassung leisten insbesondere Bäume und andere Begrünungselemente, da sie Schattenbildung und Kühlung (durch Verdunstung) bewirken. Große Bestandsbäume haben weitaus den wirkungsvollsten Effekt und deshalb ist ihr Schutz auch im Sinne einer klimafitten Stadt von besonderer Bedeutung.
- Durch die Notwendigkeit zur Berücksichtigung des Klimawandels ergeben sich geänderte Anforderungen auf verschiedenen Handlungsebenen. Durch entsprechende Klimawandelanpassungsmaßnahmen sind auf lokaler Ebene Verbesserungen des Mikroklimas anzustreben, wobei auch großräumigere positive Wechselwirkungen begünstigt werden. Die Beachtung des Klimawandels ist bei allen Vorhaben der Stadtentwicklung relevant.
- Insgesamt ist eine klimaangepasste Stadtentwicklung ein wichtiger Aspekt zur Sicherung der Gesundheit und der Lebensqualität der Stadtbevölkerung und ein Faktor der Standortattraktivität.
- Die Erreichung des Leitsatzes lässt sich quantitativ messen, etwa durch Datenauswertung zur Veränderung des Mikroklimas.“ (Stadt Salzburg 2021b, 9)

Planungshinweiskarten und Beschreibung der Zielbereiche und Ziele zur Anpassung an den Klimawandel

4 Planungshinweiskarten und Beschreibung der Zielbereiche und Ziele zur Anpassung an den Klimawandel

Basierend auf den übergeordneten Zielen und Strategien, einer umfassenden Grundlagen-erhebung sowie den Workshops und Abstimmungsgesprächen werden vier zentrale Zielbereiche für die Klimawandelanpassung in der Stadt Salzburg empfohlen:

- 1 Zielbereich I: Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen
- 2 Zielbereich II: Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg
- 3 Zielbereich III: Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung
- 4 Zielbereich IV: Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur

Die Gliederung der konkreten Ziele und der einzelnen Maßnahmen orientiert sich an diesen vier zentralen Zielbereichen. Die einzelnen Ziele und Maßnahmen beziehen sich vielfach auf Entwicklungsprojekte – womit bauliche Entwicklungen aller Größenordnungen gemeint sind (sowohl Neubau als auch Transformation, Nachverdichtung etc.) – und können sich teilweise überschneiden bzw. leisten einzelne Maßnahmen zu verschiedenen Zielen einen Beitrag. So leistet etwa die Erhaltung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg ebenso wie die Erhaltung und der Ausbau klimarelevanter Ausgleichsräume einen Beitrag zur Reduktion der städtischen Überwärmung. Die stadtplanerischen Handlungsmöglichkeiten und Maßnahmen unterscheiden sich aber größtenteils, weshalb sie getrennt analysiert und dargestellt werden.

Die Beachtung der Folgen des Klimawandels ist bei allen Entwicklungsprojekten relevant und umzusetzen – unter Wahrung folgender Grundsätze:

- Verschlechterungsverbot: keine Verschlechterung für derzeit von der städtischen Überwärmung gering bzw. wenig betroffene Bereiche (Klimatope geringer thermischer Belastung (siehe Kap. 4.1.2))
- Verbesserungsgebot: Erfordernis der Verbesserung für derzeit von der städtischen Überwärmung mittel bzw. stark betroffene Bereiche (Klimatope mit sehr hoher, hoher und mittlerer thermischer Belastung (siehe Kap. 4.1.2))

Im Folgenden werden die einzelnen Zielbereiche, die erstellten Planungshinweiskarten sowie die konkreten Ziele zu den einzelnen Zielbereichen beschrieben. Für den Zielbereich IV gibt es keine Planungshinweiskarte, da dieser Themenbereich in der Studie „Regenwassermanagement. Grundlagen, Maßnahmen und Empfehlungen“ im Auftrag der Stadt Salzburg, Amt für Stadtplanung und Verkehr (Grimm & Achleitner 2018) bearbeitet wurde. Die konkreten Maßnahmen zur Erreichung der Ziele werden in den Kap. 5, 6, 7 und 8 erläutert.

Die nächsten beiden Seiten geben einen Überblick über alle Zielbereiche, Ziele und Maßnahmen.

					
Zielbereich I: Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen			Zielbereich II: Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg		
Ziel 1: Schaffung einer hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestruktur	Ziel 2: Sicherung und Ausbau einer durchgrünten Stadt	Ziel 3: Verbesserung des thermischen Komforts in Gebäuden und Außenräumen durch technische Maßnahmen	Ziel 4: Sicherung der Kühl- und Durchlüftungseffekte des überregionalen und regionalen Windsystems	Ziel 5: Sicherung des lokalen Hang- bzw. Talwindsystems sowie des Windsystems der Stadtberge	Ziel 6: Sicherung der Kaltluftproduktion und -leitung der Landschaftsräume (Flurwinde)
Maßnahme 1.1 – Berücksichtigung stadtklimatischer Anforderungen und Wirkungen bei allen Entwicklungsprojekten	Maßnahme 2.1 – Reduktion der Versiegelung und Ausbau von Begrünungen bei Entwicklungsprojekten	Maßnahme 3.1 – Einsatz von außenliegendem (technischem) Sonnenschutz	Maßnahme 4.1 – Berücksichtigung der Hauptwindrichtung in Bezug auf die Gebäudestellung	Maßnahme 5.1 – Vermeidung von Bebauung, dichten Aufforstungen sowie Dämmen im Bereich der Kaltluftleitbahnen	Maßnahme 6.1 – Verhinderung einer weiteren Bebauung der Grünräume mit einer besonderen stadtklimatischen Funktion
Maßnahme 1.2 – Berücksichtigung der kumulativen Summenwirkung und Interaktionseffekte von baulichen Eingriffen	Maßnahme 2.2 – Schaffung kleinflächiger Grünräume und Einsatz von Begrünungselementen im Straßenfreiraum	Maßnahme 3.2 – Einsatz passiver Formen der Gebäudekühlung und Förderung der (passiven) Lüftungsmöglichkeiten	Maßnahme 4.2 – Einholen einer Windstudie bei Entwicklungsprojekten mit einer Gebäudehöhe von mehr als 35 m	Maßnahme 5.2 – Einholen von Windstudien bei Projekten in und in der Nähe von wichtigen Kaltluftleitbahnen	Maßnahme 6.2 – Klimasensible Gestaltung der Übergänge zwischen Bebauung und größeren Freiflächen
Maßnahme 1.3 – Durchführung mikroklimatischer Simulationen der Auswirkungen auf die thermische Belastung bzw. die Durchlüftung	Maßnahme 2.3 – Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes und Forcierung von Baumpflanzungen	Maßnahme 3.3 – Vermeidung von dunklen Oberflächen unter Berücksichtigung des Ortsbildes		Maßnahme 5.3 – Abstimmung mit den Nachbargemeinden zur Sicherung der Kaltluftproduktion und Kaltluftleitbahnen	Maßnahme 6.3 – Berücksichtigung und Entwicklung der Landnutzung in den Kaltluftproduktionssättungen
	Maßnahme 2.4 – Vorrangige Berücksichtigung standortgerechter und klimaresistenter Pflanzenarten	Maßnahme 3.4 – Ausbau von Verschattungselementen in sonnenexponierten öffentlichen Räumen			
	Maßnahme 2.5 – Vermehrter Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünungen				

			
Zielbereich III: Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung		Zielbereich IV: Etablierung eines effizienten Regenwasser-managements und blauer Infrastruktur	
Ziel 7: Erhaltung und Aufwertung der Ausgleichsräume	Ziel 8: Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume	Ziel 9: Ausbau und Verbesserung des Zugangs zu blauer Infrastruktur	Ziel 10: Regenwassermanagement zur Reduktion des (Oberflächen-) Abflusses sowie Förderung der Versickerung und Verdunstung
Maßnahme 7.1 – Sicherung der großen Ausgleichsräume (Stadtlandschaften) und Verbesserung ihrer Nutzbarkeit und Biodiversität	Maßnahme 8.1 – Schaffung einer Erreichbarkeit der Ausgleichsräume innerhalb einer Distanz von 300 m vom Wohnort aus für alle Bewohner:innen Salzburgs	Maßnahme 9.1 – Öffnung von verrohrten Gewässerabschnitten und Verbesserung des Zugangs zum und der Erlebbarkeit von Wasser für die Bevölkerung	Maßnahme 10.1 – Reduktion des Regenwasserabflusses durch Einsatz von versickerungsfähigen Oberflächen im öffentlichen und privaten Raum
Maßnahme 7.2 – Ausbau der Grünflächen innerhalb des Stadtgebiets und Entwicklung einer klimaresilienten und biodiversen Gestaltung öffentlicher Parks	Maßnahme 8.2 – Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume durch die Schaffung „grüner Wege“ zur Förderung der aktiven Mobilitätsformen	Maßnahme 9.2 – Umsetzung offener Wasserflächen und Erhöhung des Angebots an (bewegtem) Wasser im öffentlichen Raum	Maßnahme 10.2 – Förderung des Rückhalts, der Verdunstung und der Versickerung von Regenwasser vor Ort
		Maßnahme 9.3 – Schaffung von zusätzlichen Trinkbrunnen	Maßnahme 10.3 – Umsetzung des Schwammstadtprinzips im öffentlichen Raum bei entsprechenden baulichen Voraussetzungen
			Maßnahme 10.4 – Schaffung von multifunktionalen Rückhalteräumen zur Verbesserung des Überflutungsschutzes durch kurzzeitige Retention
			Maßnahme 10.5 – Effiziente Bewässerung von Bepflanzungen durch Nutzung von alternativen Bewässerungssystemen und Wassersammelsystemen

4.1 Zielbereich I: Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen

Wie die Karte „Städtische Überwärmung“ (siehe Kap. 4.1.1) zeigt, sind die einzelnen Teilräume der Stadt Salzburg unterschiedlich von der städtischen Überwärmung betroffen. Der städtische Wärmeinseleffekt wird hauptsächlich durch ein hohes Maß an versiegelten und bebauten Flächen bzw. einen geringen Vegetationsanteil hervorgerufen. Diese Ausbildung von Wärmeinseln wird auch durch eine fehlende Durchlüftung (siehe Kap. 4.2) sowie fehlende Grün- und Ausgleichsräume (siehe Kap. 4.3) zusätzlich gefördert. Städtische Wärmeinseln entstehen durch eine Kombination verschiedener Faktoren, die typisch für städtische Umgebungen sind. Der hohe Anteil an versiegelten Flächen in Städten – wie Asphalt und Beton von Straßen, Gehwegen und Gebäuden – absorbiert tagsüber Wärme und gibt sie nachts langsam wieder ab.

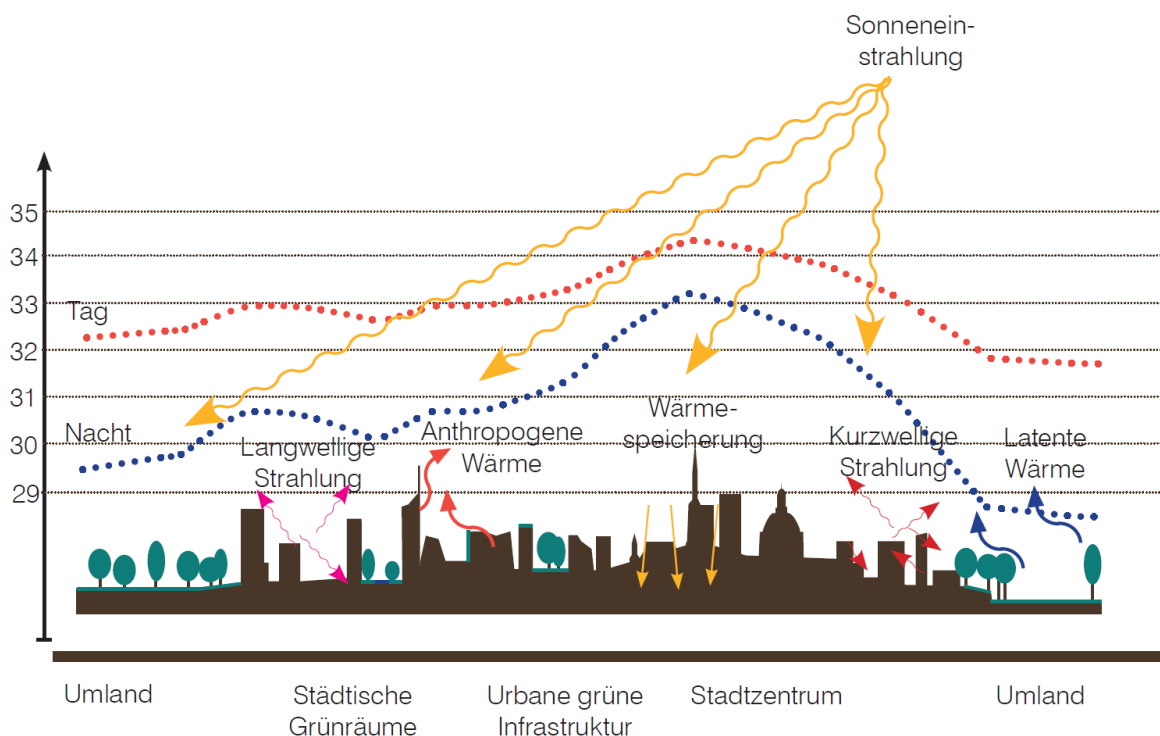
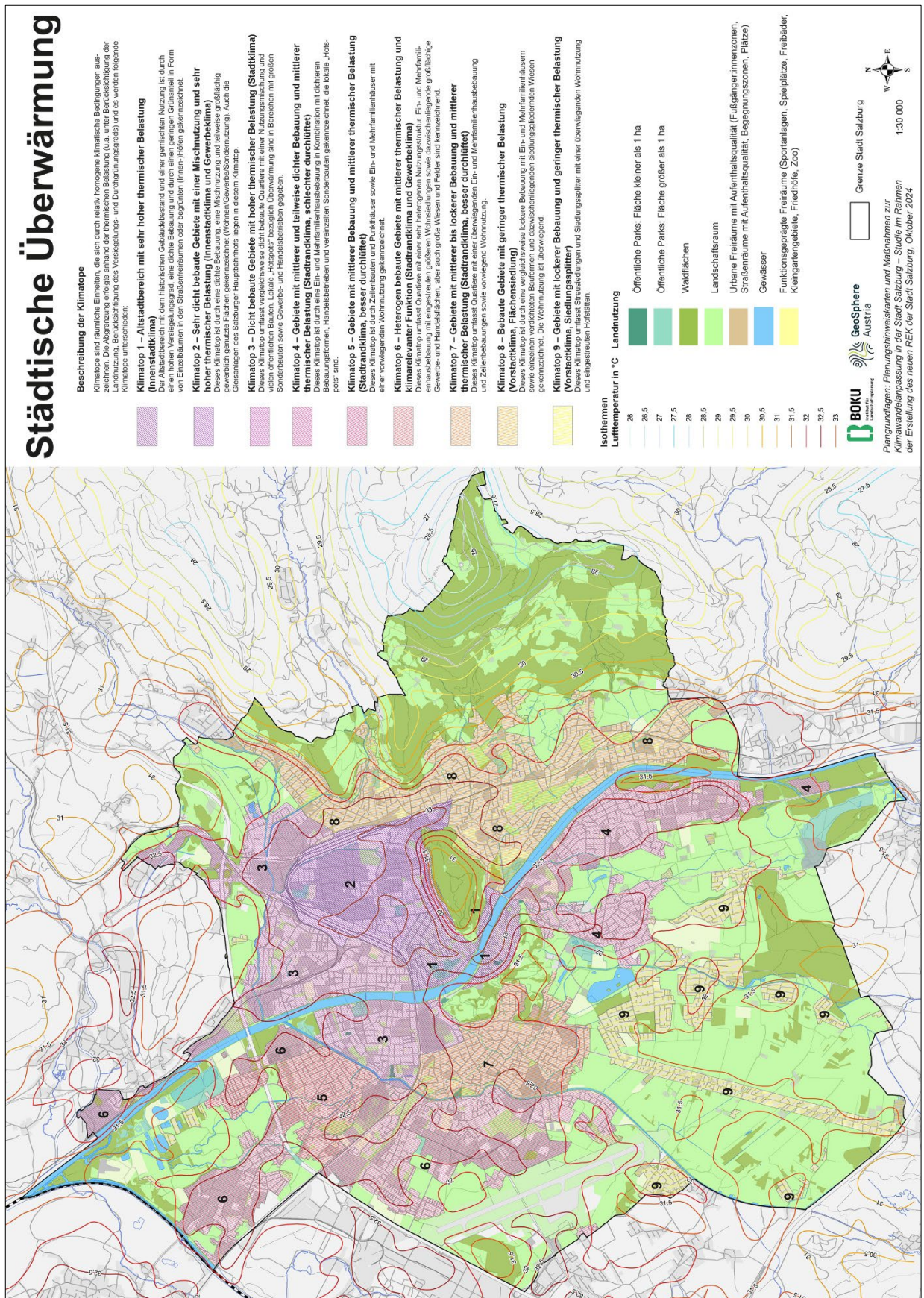


Abbildung 9: Schematische Darstellung des Wärmeinseleffektes (Reinwald et al. 2023b).

Dadurch bleibt die Temperatur in Städten im Vergleich zu ländlichen Gebieten (vor allem nachts) oft höher. Städte haben in der Regel weniger Vegetation und Grünflächen als ländliche Gebiete. Pflanzen tragen jedoch zur Kühlung der Umgebung bei, indem sie durch Verdunstung von Wasser aus ihren Blättern eine kühlende Wirkung erzeugen. Die Umwandlung von versiegelten Flächen in versickerungsfähige Flächen mit hohem Vegetationsanteil kann dazu beitragen, den Wärmeaustausch mit dem Boden zu verbessern und die Wärmeabsorption zu verringern. Zusätzlich tragen anthropogene Wärmeemissionen von Gewerbeanlagen, Verkehr oder Klimaanlagen zur städtischen Wärmeinsel bei.

4.1.1 Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“



4.1.2 Beschreibung der Klimatope in der Stadt Salzburg

Klimatope sind räumliche Einheiten, die sich durch ähnliche baulich-räumliche Aspekte (wie z. B. Versiegelungsgrad, Durchgrünung, Nutzung) und relativ homogene klimatische Bedingungen auszeichnen (VDI 2015). Die Abgrenzung erfolgte anhand der thermischen Belastung, der Landnutzung, des Versiegelungs- sowie des Durchgrünungsgrads (siehe zur Methode Kap. 1.3.1).

Klimatop 1 – Altstadtbereich mit sehr hoher thermischer Belastung (Innenstadtklima)

Der Altstadtbereich mit dem historischen Gebäudebestand und einer gemischten Nutzung (Stadtteile: Altstadt, Neustadt) ist durch einen hohen Versiegelungsgrad, eine dichte Bebauung und durch einen geringen Grünanteil in Form von Einzelbäumen in den Straßenfreiräumen oder begrünten (Innen-)Höfen gekennzeichnet. (Historische) Parks, Stadtberge und das Salzachufer sind die lokalen öffentlichen Ausgleichsräume.

Planungshinweise: Die Handlungsmöglichkeiten zur Klimawandelanpassung sind aufgrund der dichten historischen Bebauung eingeschränkt und umfassen Maßnahmen wie die Entsiegelung, (Innen-)Hofentsiegelung und -begrünung (siehe Kap. 5.2.1) im Bereich der Blockrandbebauung (rechte Altstadt, Neustadt) bzw. die Gebäudebegrünung (siehe Kap. 5.2.5). Großes Potenzial liegt hier im Bereich der Verbesserung der Aufenthaltsqualität in den Straßenfreiräumen und auf Plätzen durch eine Reduktion der Versiegelung sowie Schaffung von grüner (insbesondere Baumpflanzungen, siehe Kap. Maßnahme 2.3 – Sicherung des erhaltenen Baumbestandes und Forcierung von Baumpflanzungen und blauer Infrastruktur (siehe Kap. 8.1).

Klimatop 2 – Sehr dicht bebaute Gebiete mit einer Mischnutzung und sehr hoher thermischer Belastung (Innenstadtklima und Gewerbeklima)

Dieses Klimatop (Stadtteil: Schallmoos) ist durch eine dichte Bebauung, eine Mischnutzung und teilweise großflächig gewerblich genutzte Gebäude gekennzeichnet (Wohnen/Gewerbe/Sondernutzung). Auch die Gleisanlagen des Salzburger Hauptbahnhofs liegen in diesem Klimatop. Durch einen vergleichsweise hohen Bebauungsgrad und eine großflächige Versiegelung im Bereich der gewerblichen Nutzungen sind diese Gebiete deutlich überwärmt. Die nächtliche Abkühlung wird durch die aus Nordosten einströmende Kaltluft unterstützt.

Planungshinweise: Großes Potenzial, die thermische Belastung zu reduzieren, liegt in der (geplanten) Umnutzung (Transformation von gewerblicher zur Mischnutzung mit Wohnanteil) in diesen Bereichen. Im Zuge der Nutzungsänderungen könnten Flächen des Grünflächenabzugs auch zur Umsetzung von Maßnahmen zur Klimawandelanpassung verwendet werden (siehe Kap. 5.2.1). Eine starke Reduktion der Versiegelung sollte im Zuge der Transformation angestrebt werden. Dachbegrünungen (vor allem bei großen Gewerbe- und Handelsgebäuden) bieten hier ebenfalls ein großes Potenzial (siehe Kap. 5.2.5). Die Sicherung und Entwicklung von Grünverbindungen sowie die Steigerung der Aufenthaltsqualität in den Straßenfreiräumen (siehe Kap. 7.2.2) verbessern die Erreichbarkeit der Ausgleichsräume.

Klimatop 3 – Dicht bebaute Gebiete mit hoher thermischer Belastung (Stadtklima)

Dieses Klimatop umfasst vergleichsweise dicht bebaute Quartiere mit einer Nutzungsmischung und vielen öffentlichen Bauten (Stadtteile: Lehen, Elisabeth-Vorstadt, Itzling, Teile von Gnigl, Kasern, Mülln). Lokale „Hotspots“ bezüglich Überwärmung sind in Bereichen mit großen Sonderbauten sowie einzelnen Gewerbe- und Handelsbetrieben gegeben. Größere öffentliche Ausgleichsräume sind mit Ausnahme des Lehener Parks und des Glanspitz-Parks in diesen Stadtteilen wenige vorhanden. Bestehende (private) Gärten sowie Abstandsgrün bei Zeilen- und Punktbauten reduzieren die thermische Belastung bzw. sind lokale Ausgleichsräume für die Bewohner:innen. Die westlichen Bereiche dieses Klimatops werden durch die nächtlichen Kaltluftströme des lokalen Talwindsystems noch zu einem gewissen Grad erreicht.

Planungshinweise: Großes Potenzial für die Klimawandelanpassung in diesem Bereich bieten der Erhalt und der Ausbau der Begrünung der vorhandenen öffentlichen und privaten Grünflächen im Siedlungsverband (siehe Kap. 7.1.2). Die Entsiegelung und Begrünung großer Parkplätze sowie Dachbegrünungen im Bereich der gewerblichen Hallen und Gebäude können die Anzahl der lokal vorhandenen „Hotspots“ reduzieren (siehe Kap. 5.2.1 und 5.2.5). Bei Entwicklungsprojekten sind eine geringe Versiegelung und Unterbauung sowie ein Ausbau der grünen Infrastruktur anzustreben, um die gegebene hohe thermische Belastung nicht weiter zu erhöhen (siehe Kap. 5.2.1).

Klimatop 4 – Gebiete mit mittlerer und teilweise dichter Bebauung und mittlerer thermischer Belastung (Stadttrandklima, schlechter durchlüftet)

Dieses Klimatop ist durch eine Ein- und Mehrfamilienhausbebauung in Kombination mit dichteren Bebauungsformen und vereinzelt Sonderbauten gekennzeichnet (Stadtteile: Nonntal, Salzburg Süd), die zu einer thermischen Belastung führen. Größere Ausgleichsräume (Freisaal, entlang Hellbrunner Allee, Leopoldskroner Weiher) sind vorhanden. Ein lokaler „Hotspot“ ist im Bereich der Gewerbe- und Handelsareale an der Alpenstraße gegeben. Eine nächtliche Abkühlung erfolgt durch das lokale Hang- bzw. Talwindsystem, das Kaltluft zuführt. Durch die in diesem Bereich von den Stadtbergen abgelenkten bzw. gebremsten überregionalen und regionalen Winde ist dieses Gebiet vergleichsweise schlechter durchlüftet.

Planungshinweise: Die großen Ausgleichsräume haben eine lokalklimatische Wirkung und helfen, die durch die teilweise dichte Bebauung gegebene thermische Belastung zu reduzieren. Diese Räume gilt es zu erhalten. Die Übergänge der Grünbereiche zu den Siedlungsbereichen sollten „porös“ gehalten werden, also das Eindringen der Kaltluft aus diesen Bereichen nicht blockiert werden (siehe Kap. 6.3.2). Auch der hohe Anteil an Gärten und Grünflächen in den Bereichen der Wohnbebauung reduziert die thermische Belastung und ist deshalb aus stadtklimatischer Sicht zu erhalten (siehe Kap. 7.1.2). Die lokal gegebenen „Hotspots“ können (bei Umbauten und Nutzungsänderungen) durch Entsiegelungen der großflächigen Parkplätze und Gebäudebegrünungen reduziert werden. Bei eventuellen Nachverdichtungen im Bereich der Ein- und Mehrfamilienhausbebauung ist auf die Erhaltung einer

ausreichenden Begrünung zu achten, um die thermische Belastung nicht weiter zu erhöhen (siehe Kap. 5.2.1 und 5.2.5).

Klimatop 5 – Gebiete mit mittlerer Bebauung und mittlerer thermischer Belastung (Stadttrandklima, besser durchlüftet)

Dieses Klimatop ist durch Zeilenbauten und Punkthäuser sowie Ein- und Mehrfamilienhäuser mit einer vorwiegenden Wohnnutzung gekennzeichnet (Stadtteil Lieferung Süd). Der Stadtteil ist durch zahlreiche Gärten und Abstandsgrün bei den Wohnsiedlungen geprägt und weist daher eine mittlere thermische Belastung auf. Auch liegt er in einem vergleichsweise gut durchlüfteten Teil der Stadt Salzburg.

Planungshinweise: Aufgrund des vergleichsweise hohen Nachverdichtungspotenzials im Bestand und des gegebenen Potenzials zur Innenentwicklung im Bereich der Zeilenbebauung und Transformationsflächen ist hier auf die Summenwirkung der einzelnen Entwicklungsprojekte zu achten (siehe Kap. 5.1.2). Mikroklimatische Analysen zur Erhaltung der Durchlüftung bzw. Minimierung der thermischen Belastung unterstützen eine klimaresiliente Entwicklung (siehe Kap. 5.1.3). Um die thermische Belastung nicht zu erhöhen, werden entsprechende Ausgleichsmaßnahmen vor allem im Bereich der Gebäudebegrünung (siehe Kap. 5.2.5), der Förderung der Durchgrünung bzw. Minimierung der (Neu-)Versiegelung empfohlen (siehe Kap. 5.2.1).

Klimatop 6 – Heterogen bebaute Gebiete mit mittlerer thermischer Belastung und klimarelevanter Funktion (Stadttrandklima und Gewerbeklima)

Dieses Klimatop umfasst Quartiere mit einer sehr heterogenen Nutzungsstruktur (Stadtteile: Lieferung Nord, Maxglan, Taxham). Ein- und Mehrfamilienhausbebauung mit eingestreuten größeren Wohnsiedlungen sowie dazwischenliegende Wiesen und Felder sind kennzeichnend. Ebenso vorhandene großflächige Gewerbe- und Handelsareale zeigen eine deutliche Überwärmung. Aufgrund der guten Durchlüftung durch das überregionale Windsystem und das regionale Talwindsystem sowie des vergleichsweise hohen Grünanteils ist eine mittlere thermische Belastung gegeben.

Planungshinweise: Bei Entwicklungsprojekten in diesem Gebiet – sowohl im Bereich des Wohnens als auch der gewerblichen Flächen – ist die Durchgrünung zu sichern sowie die Versiegelung auf das notwendige Maß zu reduzieren, um die thermische Belastung nicht zu erhöhen (siehe Kap. 5.2.1). Dabei sind entsprechende Ausgleichsmaßnahmen wie z. B. Dachbegrünungen (auch auf unterbauten Flächen) zu berücksichtigen (siehe Kap. 5.2.5). Insbesondere bei größeren Entwicklungsprojekten werden mikroklimatische Simulationen empfohlen, um die Klimaresilienz dieser Quartiere zu erhöhen und die Auswirkungen auf die umliegenden Quartiere möglichst gering zu halten (siehe Kap. 5.1.3). Die großen siedlungsgliedernden Grünräume (z. B. Grünflächen um den Flughafen, Seen im Nordwesten), die lokale Kaltluftproduktionsstätten sowie Ausgleichsräume sind, sollten erhalten werden (siehe Kap. 6.3.1). Die thermische Belastung wird auch durch die teilweise dichte Bebauung in den westlich angrenzenden Gemeinden beeinflusst. Eine Abstimmung auf regionaler Ebene zur

Erhaltung der guten Durchlüftung und zur Steuerung der Landnutzung wird empfohlen (siehe Kap. 6.2.3).

Klimatop 7 – Gebiete mit mittlerer bis lockerer Bebauung und mittlerer thermischer Belastung (Stadttrandklima, besser durchlüftet)

Dieses Klimatop umfasst Quartiere mit einer überwiegenden Ein- und Mehrfamilienhausbebauung mit Gärten und Zeilenbebauungen mit Abstandsgrün sowie vorwiegend Wohnnutzung (Stadtteile: östlicher Teil von Maxglan, Riedenburg). Die großen angrenzenden Grünräume im Bereich der Leopoldskroner Weiher und nördliches Leopoldskroner Moos sowie die Wiesen und Felder in Maxglan sind lokale Ausgleichsräume sowie Kaltluftentstehungs- und -leitungsgebiete, die helfen, die thermische Belastung zu reduzieren. Aufgrund der Lage ist eine gute Durchlüftung durch das überregionale Windsystem und das regionale Talwindssystem gegeben.

Planungshinweise: Bei Entwicklungsprojekten sollten eine ausreichende Durchgrünung und ein möglichst niedriger Versiegelungs- und Unterbauungsgrad erreicht werden, um die thermische Belastung nicht zu erhöhen (siehe Kap. 5.2). Im Bestand ist auch bei einer eventuellen Nachverdichtung die vorhandene Durchgrünung möglichst zu erhalten (siehe Kap. 5.2.1). Auch hier gilt, dass die Siedlungsgrenzen zu den Ausgleichsräumen hin durchlässig für die Kaltluft gestaltet sein sollten. Die lokalen Windrichtungen sind zu berücksichtigen, um die gute Durchlüftung zu erhalten (siehe Kap. 6.3.2).

Klimatop 8 – Bebaute Gebiete mit geringer thermischer Belastung (Vorstadtklima, Flächensiedlung)

Dieses Klimatop umfasst Quartiere am Hangfuß des Kühbergs, Plainbergs, Gaisbergs und Heubergs (Stadtteile: Langwied, Heuberg, Gnigl Süd, Parsch, Aigen). Es ist durch eine vergleichsweise lockere Bebauung mit Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie einzelnen verdichteten Bauformen und dazwischenliegenden siedlungsgliedernden Wiesen gekennzeichnet. Die Wohnnutzung überwiegt. Durch die aus den Tälern einströmende Kaltluft wird die nächtliche Abkühlung unterstützt. Es ist eine tendenziell geringe thermische Belastung gegeben mit Ausnahme einzelner Bereiche in Neuhauserfeld und Wolfsgartenfeld.

Planungshinweise: Bei Entwicklungsprojekten ist der hohe Anteil an Durchgrünung zu erhalten, um die thermische Belastung nicht zu erhöhen (siehe Kap. 5.2.1). Wichtig sind die in diesem Bereich vorhandenen Kaltluftleitbahnen der Täler, die die nächtliche Durchlüftung großer Teile der Stadt Salzburg unterstützen. In den direkten Eindringbereichen (siehe auch Karte „Kaltluftsystem“) sind eine Erhöhung der Rauigkeit bzw. hohe und hangparallele Riegelbebauungen kritisch zu sehen (siehe Kap. 6.2.1). Lokale Windstudien zur Beurteilung der Auswirkungen werden vor allem für größere Entwicklungsprojekte empfohlen (siehe Kap. 6.2.2).

Klimatop 9 – Gebiete mit lockerer Bebauung und geringer thermischer Belastung (Vorstadtklima, Siedlungssplitter)

Dieses Klimatop umfasst Streusiedlungen und Siedlungssplitter mit einer überwiegenden Wohnnutzung und eingestreuten Hofstätten (Stadtteile: Leopoldskroner Moos, Morzg, Gneis und Gneis Süd). Diese locker bebauten Wohngebiete und Siedlungssplitter zeigen eine geringe thermische Belastung. Die umliegenden Grünräume und landwirtschaftlichen Flächen beeinflussen nicht nur das Lokalklima in diesen Siedlungen, sondern sind auch wichtige Kaltluftentstehungs- und -leitungsgebiete.

Planungshinweise: Eine ausreichende Begrünung und eine Reduktion der Neuversiegelung sind bei Entwicklungsprojekten anzustreben (siehe Kap. 5.2.1). Eine Erweiterung dieser Siedlungen ist aus stadtklimatischer Sicht nicht empfehlenswert.

4.1.3 Ziele zur Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen

Übergeordnetes Ziel ist die Reduktion der urbanen Überwärmung. Zur Verminderung urbaner Wärmeinseln und damit der thermischen Belastung der städtischen Bevölkerung dienen sowohl planerische Lösungen, um die Bebauungs- und Siedlungsstruktur zu optimieren, naturbasierte Lösungen, um eine Durchgrünung der Stadt zu erzielen, als auch technische Lösungen, um den thermischen Komfort vor allem in Gebäuden zu erhöhen. Darüber hinaus leisten auch die anderen Zielbereiche einen Beitrag zur Reduktion der städtischen Überwärmung. Im Folgenden werden die einzelnen Ziele und die Hintergründe beschrieben. Für die konkreten Maßnahmen zur Zielerreichung siehe Kap. 5.

Ziel 1: Schaffung einer hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestruktur

Die Stadt- und Gebäudestruktur beeinflusst zentral die thermische Belastung in bebauten Bereichen. Die Kombination aus der verstärkten Absorption von Wärme tagsüber und einer verzögerten nächtlichen Abkühlung aufgrund der Speicherkapazität der Baukörper und versiegelter Oberflächen führt zu einer Überwärmung überbauter Bereiche. Ausrichtung, Querschnitte, Ausstattung und Vegetation von Straßen sowie Höhe und Beschaffenheit der angrenzenden Bebauung beeinflussen das Mikroklima und damit die Aufenthaltsqualität für die Bewohner:innen und Nutzer:innen. Die Optimierung der Bebauungs- und Siedlungsstruktur durch z. B. Verbesserung der Kalt- und Frischluftzirkulation oder die Reduktion der Wärmeaufnahme durch eine stärkere Durchgrünung sind hier entscheidend. Durch die Planung von klimaresilienten Stadt- und Gebäudestrukturen soll ein Aufheizen der Straßenfreiräume und der angrenzenden Gebäude vermindert und die Lebensqualität in einer Stadt erhöht werden.

Eine frühzeitige planerische Berücksichtigung stadtklimatischer Anforderungen und Wirkungen bei allen (größeren) Entwicklungsprojekten ist notwendig (siehe Kap. 5.1.1). Das Ziel ist eine auf allen Planungsebenen durchgängige Berücksichtigung der Klimawandelanpassung in allen strategischen und rechtsverbindlichen Planungsinstrumenten und -dokumenten, den städtebaulichen oder architektonischen Qualifizierungsverfahren (z. B. Architekturwettbewerben) sowie Bauverfahren der Stadt Salzburg.

Mikroklimatische Simulationen der thermischen Belastung bzw. der Auswirkungen auf die Durchlüftung sind für Stadtentwicklungsprojekte ein wichtiges Instrument (siehe Kap. 5.1.3). Vor allem bei größeren Entwicklungsprojekten bzw. großflächigeren Bestandsänderungen wird die Durchführung empfohlen. Entscheidend für eine klimaresiliente Planung ist auch die Berücksichtigung der kumulativen Summenwirkung und Interaktionseffekte von baulichen Eingriffen insbesondere bei größeren Entwicklungsprojekten (siehe Kap. 5.1.2).

Ziel 2: Sicherung und Ausbau einer durchgrünten Stadt

Bodenverbrauch und Bodenversiegelung zählen europaweit zu den großen Herausforderungen in Zusammenhang mit der Anpassung an den Klimawandel. Mit dem Verlust von Boden und somit der Vegetation gehen auch die damit verbundenen möglichen

Ökosystemleistungen (Regulation des Wasserkreislaufes, Transpiration etc.) und Lebensräume für Pflanzen, Tiere und den Menschen verloren.

Durchgrünte Siedlungen bzw. Grundstücke können bei einer flächenmäßig großen Ausdehnung einen entscheidenden Beitrag zur Reduktion der Hitzebelastung leisten. Die Erhaltung bzw. Erhöhung des Grünanteils ist ein Ziel, das maßgeblich die Hitzebelastung reduziert, aber auch viele Synergien (mit z. B. Regenwassermanagement, Biodiversität, Gesundheit) ermöglicht. In Neubaugebieten und bei Nachverdichtung geht durch den zunehmenden Einsatz verdichteter Bebauungsformen der durchschnittliche Grünanteil zurück. Der Zielkonflikt zwischen kompakten Siedlungen, um den Gesamflächenverbrauch zu reduzieren, und hohem Grünanteil, um die lokalen Hitzebelastungen zu reduzieren, ist hier immanent. Durch mikroklimatische Simulationen lässt sich der benötigte Umfang an grüner Infrastruktur bestimmen und deren Umfang optimieren. Ausgleichsmaßnahmen können vor allem in dicht bebauten Bereichen durch Gebäudebegrünungen gesetzt werden.

Naturbasierte Lösungen wie die gezielte Begrünung als Anpassungsmaßnahme sind auf funktionierende Böden und lokale Wasserkreisläufe angewiesen, um die Regulierungsleistungen grüner Infrastruktur zu nützen. Daher ist das Ziel einer klimaresilienten Stadtentwicklung, die Versiegelung im Bestand zu reduzieren, die Neuversiegelung u. a. bei Entwicklungsprojekten zu minimieren und somit den Anteil an Flächen mit natürlichem Bodenschluss zu erhöhen, um lokale Wasserkreisläufe durch Versickerung vor Ort zu ermöglichen (siehe Kap. 8.2.1 und 8.2.2).

Ebenso ist die Erhaltung und Erweiterung des Baumbestandes auf Grundstücken und damit die Erhöhung der Verdunstungskühlung sowie Senkung der bodennahen Temperaturen durch Verschattung anzustreben. Die Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes und die Forcierung von Baumpflanzungen sind die effektivsten Maßnahmen, da sie vor allem auch die gefühlte Temperatur durch die Verschattung reduzieren (siehe Kap. 5.2.3). Um die Zukunftsfähigkeit der Bepflanzungen unter sich weiter verändernden klimatischen Bedingungen zu verbessern, sind sowohl – abgestimmt auf den Standort – klimaresistente Pflanzenarten zu verwenden, als auch eine entsprechende Bewässerung, Stammschutz sowie genug durchwurzelbarer Raum im Untergrund zur Verfügung zu stellen (siehe Kap. 8.2.3). Auch können Gebäudebegrünungen einen Beitrag zur Sicherung der Durchgrünung leisten (siehe Kap. 5.2.5).

Das Thema Bodenschutz bzw. Reduktion des Versiegelungsgrads und Verbesserung der Durchgrünung ist auf allen dem REK nachgelagerten Planungsebenen und in allen Projekten zu berücksichtigen und umzusetzen.

Ziel 3: Verbesserung des thermischen Komforts in Gebäuden und Außenräumen durch technische Maßnahmen

Die Kombination aus der verstärkten Absorption von Wärme tagsüber und einer verzögerten nächtlichen Abkühlung aufgrund der Speicherkapazität der Baukörper und versiegelter Oberflächen führt zu einer Überwärmung bebauter Bereiche. Um den thermischen Komfort in Gebäuden zu erhöhen, werden häufig Klimaanlage eingesetzt. Durch diese wird jedoch der

anthropogene Wärmeeintrag gesteigert und damit die Stadt zusätzlich aufgeheizt. Ziel ist, den thermischen Eintrag in Gebäude durch das Setzen von vorwiegend passiven technischen Maßnahmen zu beeinflussen und den Energieverbrauch für Kühlung durch Klimaanlage zu reduzieren. Durch außenliegende Verschattungselemente, Lüftungsmöglichkeiten oder einen technischen Sonnenschutz kann dies erreicht werden. Auch im öffentlichen Raum können Verschattungselemente wie Sonnensegel die Aufenthaltsqualität verbessern (siehe Kap. 5.3.1, 5.3.2 und 5.3.4).

Ein zweiter zentraler Ansatz zur Reduktion der städtischen Überwärmung ist der Einsatz geeigneter Oberflächenmaterialien. Diese können durch ihre unterschiedliche Albedo (Maß für das Rückstrahlvermögen von Oberflächen), die Wärmekapazität (Maß für die Speicherfähigkeit), den solaren Reflexionsindex (Maß für die Albedo in Kombination mit dem Emissionsgrad) sowie durch ihre unterschiedlichen Abflussbeiwerte (Verhältnis der Niederschlagsmenge zum direkten Abfluss) maßgebliche Beiträge zur Reduktion der thermischen Belastung (und dem Regenwassermanagement) leisten. Die Vermeidung von dunklen Oberflächen (bei Belägen, Dächern und Fassaden unter Berücksichtigung des Ortsbildes) ist hier der Ansatz (siehe Kap. 5.3.3).

4.2 Zielbereich II: Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg

Die Stadt Salzburg ist aufgrund ihrer Lage grundsätzlich gut durchlüftet. Die Aufrechterhaltung einer guten Durchlüftung in Städten trotz des Klimawandels erfordert eine ganzheitliche Herangehensweise und die Integration verschiedener Maßnahmen in die Stadtplanung und Stadtentwicklung.

Zur Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg sind vier unterschiedliche Wind- bzw. Durchlüftungssysteme in der Stadtentwicklung zu berücksichtigen:

1. Überregionales Windsystem
2. Regionales Talwindsystem
3. Lokales Hang- bzw. Talwindsystem
4. Flurwinde der Landschaftsräume

Überregionales Windsystem

Durch die offene Lage des Salzburger Beckens nach Nordwesten hin ist es möglich, dass atlantische Strömungen, also die großräumigen West-Ost gerichteten Winde, ungehindert in die Stadt Salzburg eindringen können. Im Salzachtal werden diese großräumigen Winde durch die Hänge der Berge in der Umgebung zu Nordwest-Südost-Strömungen abgelenkt. Die großräumige Kalt- und Frischluftzufuhr für die Stadt durch dieses überregionale Windsystem erfolgt aus Süd bis Südost bzw. aus Nord bis Nordwest (siehe Windrose in der Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“).

Regionales Talwindsystem

Zudem bildet sich an den umliegenden Hängen im angeschlossenen Salzachtal Richtung Hallein – als zweites großes Windsystem – ein regionales Talwindsystem aus. Es zeigt einen markanten Tagesgang und sorgt für einen Luftaustausch. Dieses regionale Windsystem tritt bei Schönwettertagen bei geringer überregionaler Luftströmung auf. Durch die Berg- und Talwindzirkulation treten im gesamten Salzachtal vom Pinzgau bis Salzburg tagsüber talaufwärts und nachts talabwärts gerichtete Strömungen auf, die vor allem den westlichen Teil der Stadt Salzburg gut durchlüften und kühlen.

Lokales Hang- bzw. Talwindsystem

In klaren und windschwachen Sommernächten (typisch für einen Hitzetag in Salzburg) bildet sich ein ausgeprägtes Hang-Talwindsystem aus, das einen markanten Tagesgang zeigt und für Luftaustausch sorgt. Die kühle Luft der Nacht wird vor allem am und um den Gaisberg erzeugt und fließt im Laufe der Nacht in die östlichen Stadtteile, teilweise bis über die Salzach.

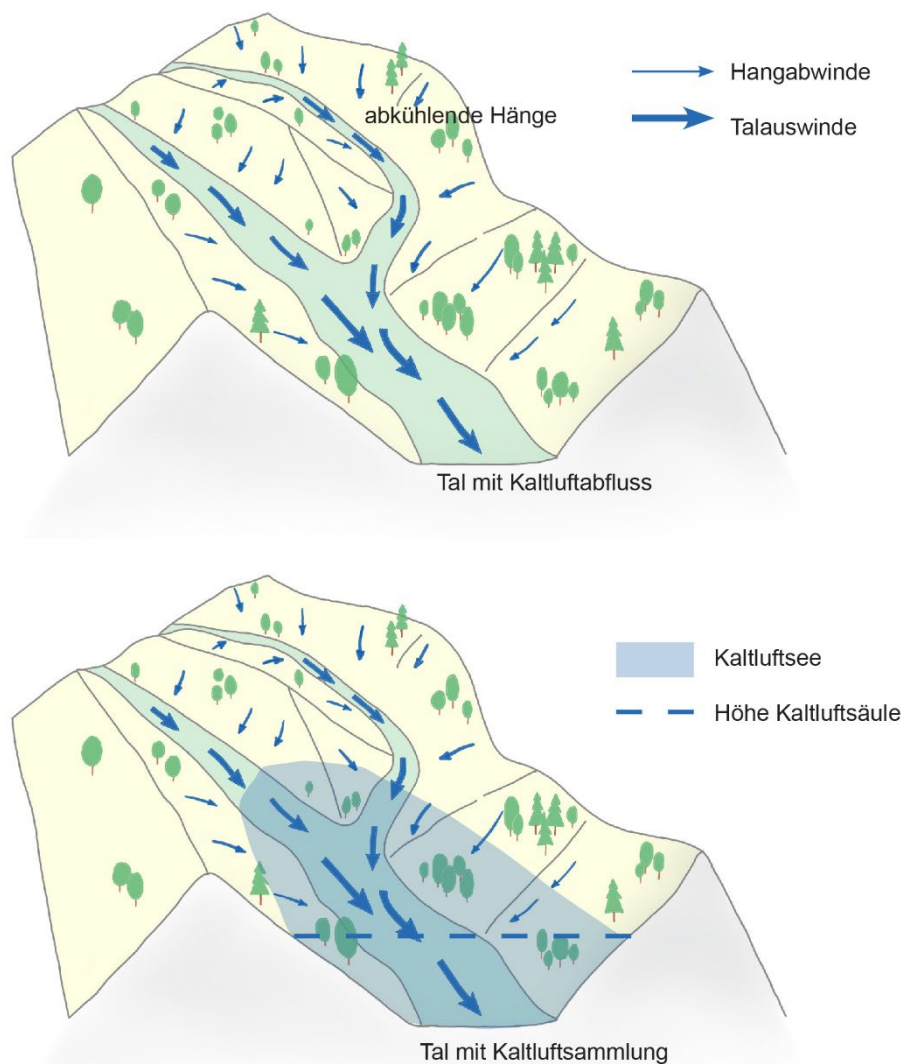
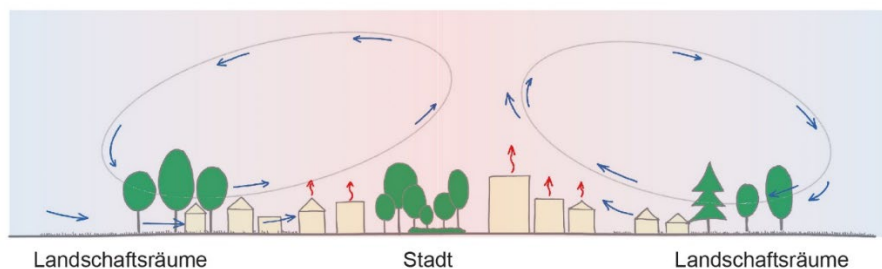


Abbildung 10: Kaltluft bildet sich in der Nacht auf den Hängen und fließt über den Talboden in die Stadt (oben). Im Tal bildet sich ein Kaltluftsee, der in der Stadt für Kühlung sorgt (unten). Werden Gebäude, Dämme oder dichte Wälder in diesen Bereichen errichtet, wird die ausströmende Kaltluft blockiert (© ILAP, verändert nach Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark 2016).

Flurwinde der Landschaftsräume

(Nächtliche) Flurwinde entstehen durch den Temperaturunterschied zwischen der Stadt und der sie umgebenden Kulturlandschaft. Durch die bodennahen Druckunterschiede zwischen der kälteren Luft im Umland und der wärmeren Luft im Stadtgebiet entsteht ein Flurwind – im Allgemeinen vom Umland in die Stadt gerichtet. Die einströmende Kaltluft kühlt die Siedlungsbereiche. Gleiches gilt für (größere) Parks, die eine sogenannte „Parkbrise“ erzeugen.

Flurwinde der Landschaftsräume



Parkbrise

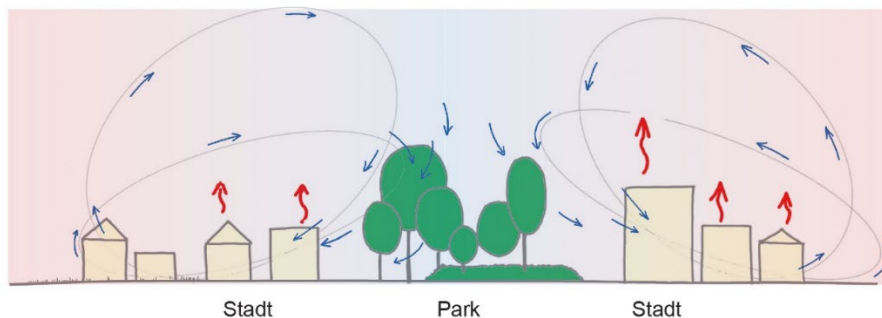
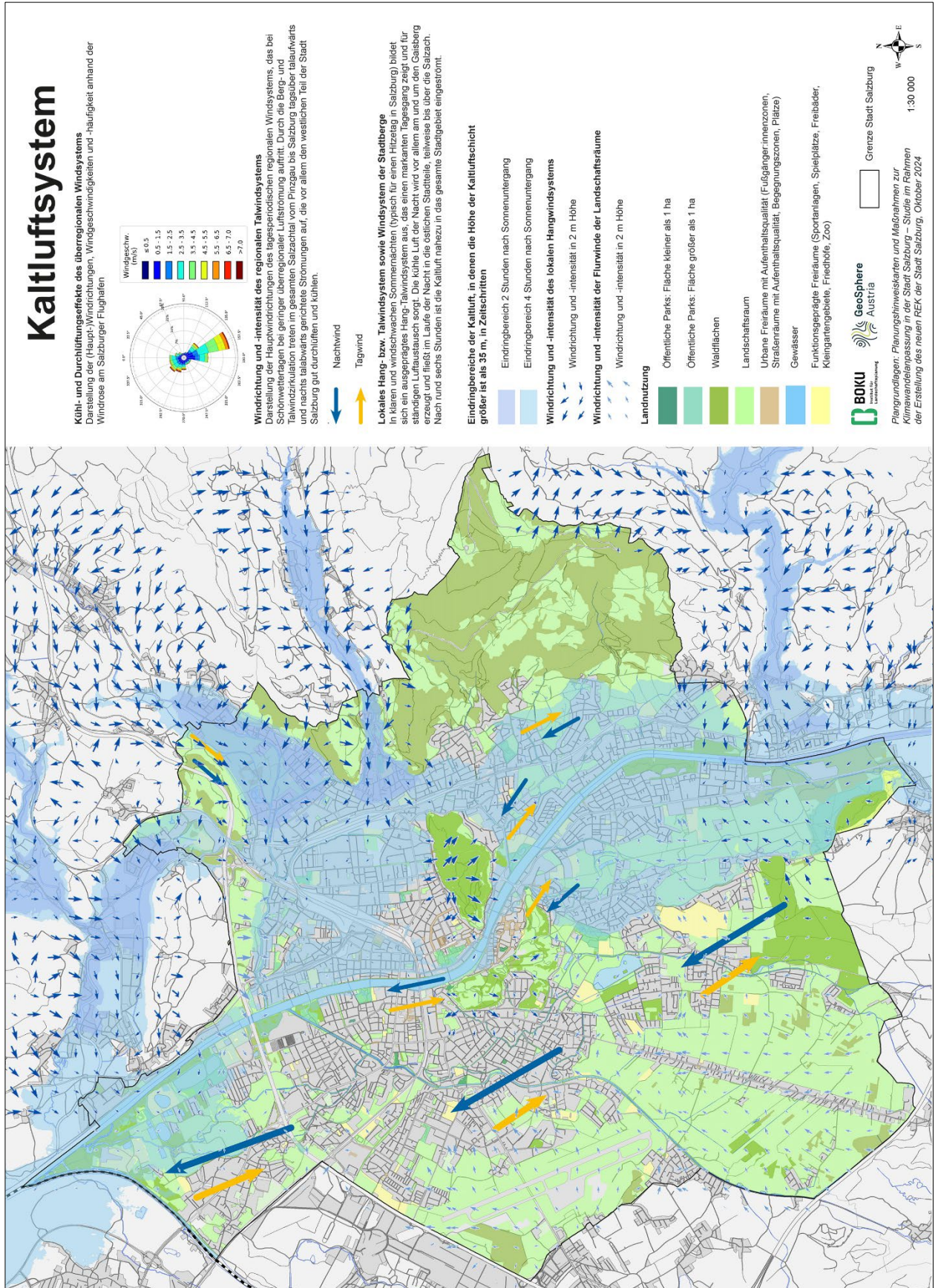


Abbildung 11: Der Kühleffekt von Grünräumen durch Kaltluftproduktion und -leitung ist ein komplexes Phänomen, das sich aus einer Kombination vieler Faktoren wie z. B. der Größe des Grünraumes, der Form seiner Grenzen oder der Zusammensetzung und Anordnung seiner Landschaftselemente ergibt. Prinzipiell steigt die in bebauten Bereichen erwärmte Luft auf und kalte Luft strömt aus den umliegenden Grünbereichen in Form von Flurwinden ein. Das gilt für die großen Landschaftsräume, bei denen ein sogenannter „Flurwind“ entsteht (oben), ebenso wie für Grünräume im Siedlungsverband, die eine sogenannte „Parkbrise“ erzeugen (unten) (© ILAP, verändert nach Han et al. 2023).

4.2.1 Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“



4.2.2 Ziele zur Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg

Die „natürlichen Klimaanlage“ der Stadt Salzburg sind für die städtische Kühlung und Durchlüftung relevant und in ihrer Funktionalität zu erhalten. Planerisch kann dies durch die Sicherung von Durchflussskorridoren und eine Stadtgestaltung, die die natürliche Belüftung erhält, unterstützt werden. Zusätzlich liefern die großen zusammenhängenden Grünräume der Stadt auch lokal, für die angrenzenden Siedlungsbereiche, Kaltluft. Im Folgenden werden die einzelnen Ziele und die Hintergründe beschrieben. Für die konkreten Maßnahmen zur Zielerreichung siehe Kap. 6.

Ziel 4: Sicherung der Kühl- und Durchlüftungseffekte des überregionalen und regionalen Windsystems

Sowohl das überregionale als auch das regionale Windsystem zeigen als Hauptwindrichtungen Strömungen aus Süd bis Südost bzw. aus Nord bis Nordwest. Durch die Stadtberge werden diese Strömungen abgelenkt bzw. abgeschwächt. So ist der Westen Salzburgs tendenziell besser durchlüftet als die östlichen Stadtteile. Es ist wichtig, bestehende Durchflussskorridore wie Flüsse, Bäche, Kanäle und Grünzüge zu schützen und zu erhalten, da sie kühlende Winde in die Stadt bringen und den Luftaustausch fördern. Die Durchlüftung wird von der „Oberflächenrauigkeit“ beeinflusst. Die Windwiderstandswirkung lässt sich planerisch beeinflussen. Dies kann durch die Platzierung von Gebäuden, Straßen und Grünflächen in einer Weise geschehen, die den Luftstrom nicht blockiert (Barrierewirkung) bzw. die Rauigkeit durch deren Höhe oder Ausrichtung nicht übermäßig erhöht (z. B. Vermeidung breiter Bebauung quer zur Hauptwindrichtung) (siehe Kap. 6.1.1). Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen ist eine Analyse oft nur mit Simulationen möglich. Windstudien helfen, die Auswirkungen der Bebauung zu beurteilen und zu minimieren (siehe Kap. 6.1.2).

Ziel 5: Sicherung des lokalen Hang- bzw. Talwindsystems sowie des Windsystems der Stadtberge

In klaren, windschwachen Sommernächten entwickelt sich nachts ein weiteres Windsystem, das gerade in sommerlichen Hitzeperioden die Kühlung der Stadt unterstützt. Für die Stadt Salzburg bedeutet das, dass kalte Luft primär von den Hügeln und Bergen östlich der Stadt, aber auch von den Stadtbergen in die Stadt gelangt.

In diesen Nächten werden ungefähr ab Mitternacht die östlichen Stadtteile bis etwa zur Salzach und knapp darüber hinaus besonders effektiv gekühlt. Der Kaltluftkörper ist in einer idealen, sternenklaren Nacht vier Stunden nach Sonnenuntergang in den östlichen Stadtteilen wie Itzling, Gnigl, Schallmoos, Aigen, Parsch, Hellbrunn 30 bis 60 m dick. Im Westen der Stadt (z. B. Liefering, Maxglan) erreicht er eine Stärke von 10 bis 30 m.

Die drei großen Kaltluft- und Frischluftzubringer für die Stadt Salzburg sind die Glaserbachklamm, das Guggenthal und Söllheim. Über diese drei Täler strömt – ausgehend vom Gaisberg und dessen Nachbarn – beginnend nach Sonnenuntergang frische und unbelastete Luft in die Osthälfte der Stadt. Ein weiterer Zubringer von nächtlicher Kaltluft erfolgt von Anif und Rif her. Dieser Luftstrom ist in der Regel langsamer als jener vom Gaisberg und in vielen

Nächten weniger stark ausgeprägt. Sehr effizient in ihrer nächtlichen Abkühlung und ein Glücksfall für die natürliche Luftzirkulation in einer Stadt, sowohl am Tag als auch in der Nacht, sind auch die Stadtberge. Insbesondere in den ersten Abendstunden fließt an den Hängen vom Kapuzinerberg, vom Festungsberg, Rainberg und Mönchsberg in praktisch alle Richtungen die Kaltluft ab und kühlt die unmittelbar umliegenden Häuser und Gassen. Um nicht nachhaltig in den bestehenden Kühlungsmechanismus einzugreifen, muss man sensibel mit sehr großen Verbauungen und der Schaffung von Hindernissen im Bereich der drei großen Kaltluftzubringer der Stadt Salzburg und ihrer Einzugsgebiete umgehen (siehe Kap.6.2.1, 6.2.2 und 6.2.3).

Ziel 6: Sicherung der Kaltluftproduktion und -leitung der Landschaftsräume (Flurwinde)

Die Erhaltung von Kaltluftproduktionsstätten sowie von Bereichen, in die diese Kaltluft abgeleitet wird, ist eine zentrale Zielsetzung, um die grundsätzlich gute Durchlüftung der Stadt Salzburg auch weiterhin zu sichern.

Unabhängig vom Gaisberg und der Kaltluft, die nachts von weiter her anströmt, gibt es auch kühlende Flächen im Umland und in der Stadt selbst. Die Kaltluftentstehung ist ein abendliches bzw. nächtliches Phänomen, das auf der Auskühlung der Erdoberfläche basiert (Abstrahlung). Sie ist besonders effizient auf unversiegelten bewachsenen Oberflächen und wird damit von der Oberflächenbedeckung beeinflusst. Ebenso ist sie abhängig von Bodenart und -typ, Porenvolumen sowie Bedeckungsanteil – dichte Böden leiten Wärme besser und sind schlechtere Kaltluftproduzenten. Grünland wie z. B. Wiesen, Felder oder Brachland mit niedriger Vegetationsdecke produziert aufgrund der nächtlichen Abkühlung Kaltluft. Waldgebiete sind ebenfalls Kaltluftproduzenten. Diese produzieren im Vergleich mehr Kaltluft, aber mit einer im Vergleich zu Offenlandflächen höheren Temperatur (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg 2012). Die Produktion ist am größten in wolkenlosen Nächten mit wenig Wind (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg 2012, BBSR 2015, 2017).

Die großen Grün- und Freiräume im Nordwesten, Westen und Süden der Stadt haben neben ihrer Funktion als Luftleitbahnen des überregionalen und regionalen Windsystems auch eine stadtklimatische Funktion durch die Produktion von Kaltluft. Jede freie Wiese, jedes Feld und jeder größere Park erzeugt nach Sonnenuntergang Kaltluft. Diese Kaltluftkörper sind mehrere Meter bis Zehnermeter dick und strömen in die angrenzenden Gassen, Siedlungen und Zwischenräume zwischen den Objekten ein. Der Wirkungsbereich ist dabei auf 50 bis 300 m begrenzt. Diese vorhandenen Grünräume in der Stadt sollten aus klimatologischer Sicht nicht verbaut und versiegelt werden, da sie in klaren Sommernächten zumindest kleinräumig Kaltluft für die umliegenden Siedlungen produzieren. Ziel ist es daher, unversiegelte Bereiche mit Vegetation, die eine stadtklimatische Wirkung haben – also Wiesen, Weiden, Ackerflächen, Wälder oder Brachen –, sowie Kaltluftleitbahnen und Bereiche, aus denen Kaltluft in die Siedlungsbereiche eindringen kann, vor einer (zusätzlichen) Verbauung zu sichern (siehe Kap. 6.3.1). Aus klimatischer Sicht ist auch der Umgang mit den Rändern dieser Grünräume

wichtig. Eine geschlossene und dichte Verbauung ist hier zu vermeiden und die Siedlungsränder sind durchlässig zu gestalten, damit die nächtliche Kaltluft in den bewohnten Bereich einfließen kann (siehe Kap. 6.3.2).

4.3 Zielbereich III: Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung

Neben ihrer Funktion als Kaltluftproduktionsstätten und -leitbahnen erfüllen Grünräume auch eine Funktion als Ausgleichsräume für die Bevölkerung. Grüne Ausgleichsräume leisten – bei einer entsprechenden Gestaltung bzw. Nutzung – ebenso einen Beitrag zur Förderung der Biodiversität. Unterschieden wird zwischen großen Grünräumen wie den Salzburger Landschaftsräumen und lokalen Ausgleichsräumen wie Parks sowie Grünräumen im Siedlungsverband, die als Erholungsräume für die Bevölkerung dienen und in Abhängigkeit von der Größe auch eine lokalklimatische Wirkung haben (siehe Kap. 4.2).

Landschaftsräume als Ausgleichsräume

Nicht nur das Klima der Stadt Salzburg profitiert von den großflächigen Grün- und Freiräumen und den umliegenden Kulturlandschaften, sondern auch die Bewohner:innen und Nutzer:innen durch deren Funktion als Erholungsräume. Diese Landschaftsräume sind einerseits wichtig für die Durchlüftung und Kühlung der gesamten Stadt (siehe Kap. 2), andererseits sind sie sowohl tagsüber als auch nachts tendenziell kühler als die bebauten Bereiche. Das zeigt deutlich die Karte „Ausgleichsräume“, in der die Bereiche der Stadt Salzburg, die in der Nacht nach einem exemplarischen Hitzetag (Tageshöchsttemperatur 30 °C oder darüber) auf unter 20 °C abkühlen, dargestellt sind. Alle großen Landschaftsräume kühlen in der Nacht gut ab und die in die Siedlungsbereiche einströmende Kaltluft unterstützt die nächtliche Abkühlung.

Die Salzburger Landschaftsräume bestehen überwiegend aus landwirtschaftlich genutzten Flächen, Waldflächen und geschützten Biotopen. Die landwirtschaftlichen Flächen stehen in einem Spannungsfeld zwischen landwirtschaftlicher Produktion, Flächenreserve, Naturschutz und Naherholung. Hinzu kommen die Folgen des Klimawandels. Die Veränderungen des Klimas führen bereits heute zu Ertrags- und Qualitätseinbußen. Hitze- und Trockenstress sowie das vermehrte Auftreten von Extremereignissen beeinflussen die Flächennutzbarkeit. Für die Forstwirtschaft gelten ähnliche Voraussetzungen und die Waldbestände müssen an die höheren Temperaturen angepasst werden.

Zusätzlich sind es Flächen, die einen Beitrag zum Erhalt und zur Steigerung der Biodiversität leisten können und müssen. Das Thema des Biodiversitätsverlustes durch den Klimawandel gewinnt zunehmend an Bedeutung, da biodiverse Flächen auch resilienter gegenüber den Folgen des Klimawandels sind (bzw. umgekehrt eben der Klimawandel die Biodiversität reduzieren kann).

Lokale Ausgleichsräume im Siedlungsverband

Öffentliche Parks, Freiräume wie Fußgänger:innenzonen oder Plätze mit einer hohen Aufenthaltsqualität, aber auch Gewässer und funktionsgeprägte Freiräume wie Spielplätze oder Freibäder sind wichtige innerörtliche Ausgleichsräume. Diese unterstützen vor allem Bevölkerungsgruppen, die über keine privaten Grün- und Freiräume verfügen. Eine Klimawandelanpassung dieser Räume, also z. B. eine stärkere Durchgrünung oder Verschattung

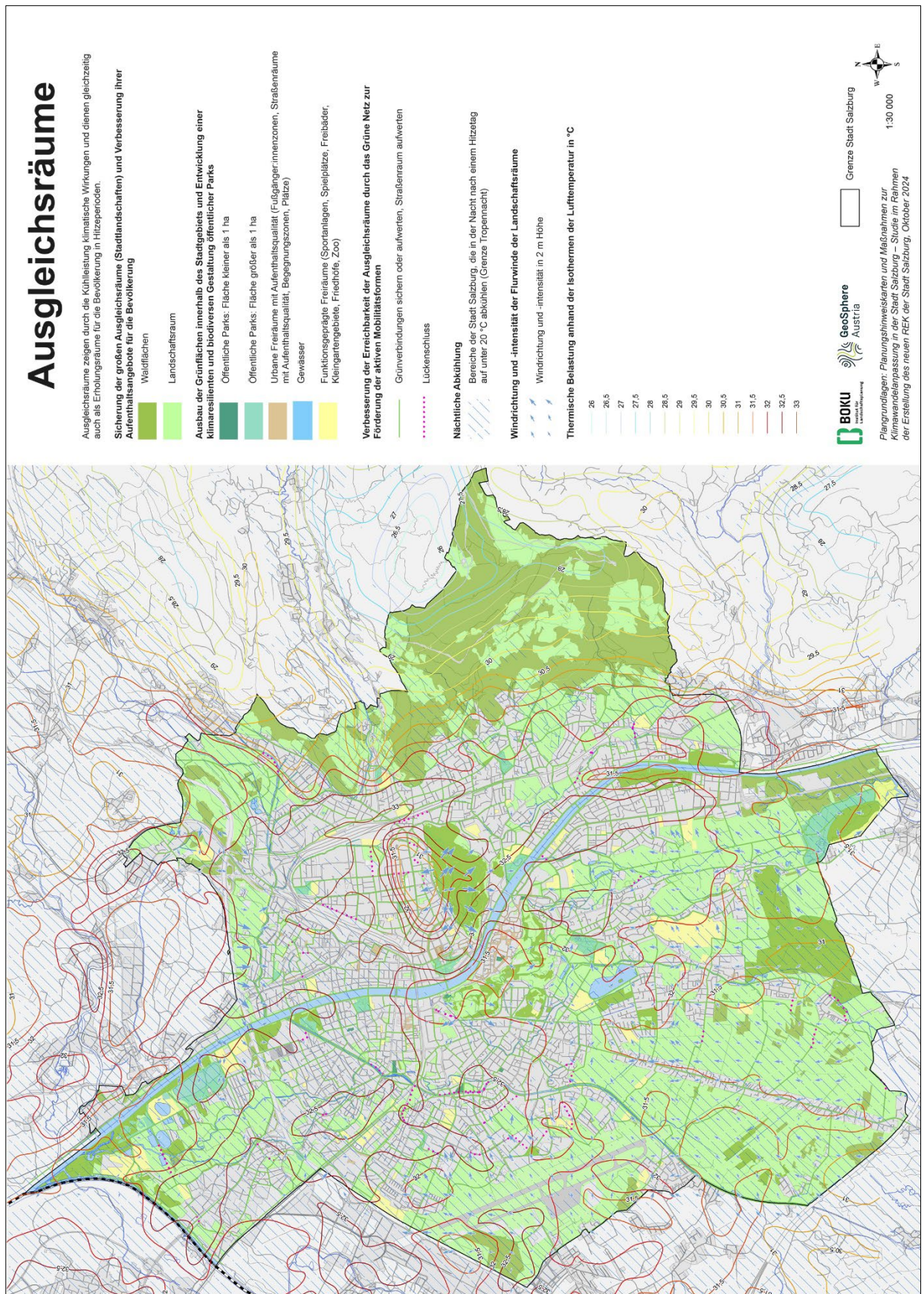
durch Baumpflanzungen oder einen technischen Sonnenschutz, wird empfohlen. Zusätzlich werden die Neuschaffung von kleinflächigen Grünräumen (Pocket-Parks – siehe Maßnahme 2.2) in der Bestandsstadt und die Flächensicherung für öffentliche Grünräume in Gebieten mit Entwicklungspotenzial empfohlen.

Auch hier gilt: Eine artenreiche bzw. biodiverse Tier- und Pflanzenwelt hat bessere Chancen, sich an veränderte Umweltbedingungen anzupassen. Die Stadt bietet, sofern eine entsprechende Durchgrünung gegeben ist, vielfältige Lebensräume. So ist insbesondere in dem Übergangsbereich zwischen der Stadt und den umliegenden Landschaftsräumen die Artenvielfalt oft größer als in der Kulturlandschaft (Wiener Umweltanwaltschaft 2009). Innerstädtische Grün- und Freiräume sind auch wichtig für die Biotopvernetzung. Sogenannte „Trittssteinbiotop“ sind ein Element zur Förderung des Biotopverbunds. Sie helfen den Tieren und Pflanzen, von einem weiter entfernten Biotop in ein anderes zu wechseln, und dienen als Lebensraum für Arten mit begrenzten Reichweiten.

Erreichbarkeit der Grün- und Ausgleichsräume

Vor allem in der Bestandsstadt ist es schwierig, neue (größere) Grünräume zu schaffen. Der zentrale Ansatz ist daher, deren Erreichbarkeit zu verbessern. Dazu gehören einerseits Lückenschlüsse im Wegenetz, aber auch die Entwicklung von qualitätsvollen Grünverbindungen und Straßen mit einer hohen Aufenthaltsqualität. Ziel ist, allen Bewohner:innen der Stadt Salzburg eine schnelle Erreichbarkeit von Ausgleichsräumen zur Entlastung an Hitzetagen zu ermöglichen (unterstützt auch das Leitbild der „Stadt der kurzen Wege“). Insbesondere für vulnerable und mobilitätseingeschränkte Gruppen sind bequeme und kühle Verbindungswege zu schaffen.

4.3.1 Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“



4.3.2 Ziele zur Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung

Das Erhalten und Schaffen von Ausgleichsräumen für die Bevölkerung ist ein zentraler Zielbereich. Ausgleichsräume zeigen durch die Kühlleistung klimatische Wirkungen und dienen gleichzeitig auch als Erholungsräume für die Bevölkerung in Hitzeperioden. Im Folgenden werden die einzelnen Ziele und die Hintergründe beschrieben. Für die konkreten Maßnahmen zur Zielerreichung siehe Kap. 7.

Ziel 7: Erhaltung und Aufwertung der Ausgleichsräume

Die Sicherung, Aufwertung, klimaangepasste Gestaltung und Steigerung der Biodiversität sowohl der Landschaftsräume als auch der innerörtlichen Grün- und Freiräume als Ausgleichsräume für die Bevölkerung ist das Ziel. Grünflächen im und außerhalb des Siedlungsverbands tragen zur klimatischen Entlastung der Bewohner:innen und Nutzer:innen bei und dienen ihnen daher als Ausgleichsräume bei Hitzeperioden. Sie sind kühlere Räume, bieten Schatten, reduzieren die städtischen Wärmeinseln, verbessern die Luftqualität und bieten gleichzeitig auch Raum für Erholung, Sport und soziale Interaktion.

Die großen Salzburger Landschaftsräume und deren Grünkeile müssen in ihrer Funktion als Ausgleichsräume erhalten und – z. B. durch eine Verbesserung der Zugänglichkeit oder den Ausbau des Aufenthaltsangebots – weiter verbessert werden. Eine Kombination von Maßnahmen, die sowohl die Leistungen dieser Flächen für die Kaltluftproduktion erhalten als auch die Qualitäten als Ausgleichs- und Erholungsraum sowie ihre Biodiversität erhöhen (siehe Kap. 7.1.1), ist notwendig. Diese reichen von z. B. der Anpassung der Baumartenzusammensetzung in den forstwirtschaftlich genutzten Bereichen, dem Einsatz robuster Pflanzenarten in der Landwirtschaft bis hin zu aufenthaltsqualitätssteigernden Maßnahmen wie der Schaffung von Baumalleen entlang von wichtigen Freizeitwegen oder der Verbesserung von Biotopen. Eine Zusammenarbeit bzw. Koordination der zuständigen Fachämter wird empfohlen.

Das Ziel beinhaltet auch – insbesondere in dicht besiedelten Stadtbereichen – die Erhaltung, Erweiterung und Aufwertung der städtischen Grün- und Freiräume. Bei der Anpassung städtischer Grünräume wird empfohlen, neben den Klimawandelanpassungsmaßnahmen auch Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität zu setzen (siehe Kap. 7.1.2). Zur Vergrößerung des Angebots im Bestand können das Einbeziehen angrenzender Straßen und deren Umgestaltung beitragen. Die Auswahl klimaresilienter Bäume, die Pflanzung von mehr schatten spendenden Bäumen vor allem entlang der Hauptgehachsen und eine Verbesserung der Bewässerung können die Anpassung von bestehenden Grünräumen an die zunehmende Hitzebelastung fördern.

Unterstützt wird die Wirkung durch die Vernetzung der Grünräume, die gleichzeitig „Trittsteinbiotope“ darstellen können: Werden (möglichst großflächige) Grünflächen über die Stadt verteilt, so können diese die städtische Abkühlung in einer warmen Nacht unterstützen, den Biotopverbund verbessern und von den Bewohner:innen rascher erreicht werden (Vaz Monteiro et al. 2016).

Ziel 8: Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume

Ziel ist, eine schnelle Erreichbarkeit von Ausgleichsräumen zu schaffen. Fußläufig erreichbare wohnungsnaher Erholungsflächen sollten in einer Entfernung von max. 300 m (bzw. 10–15 min Gehzeit) liegen (Grunewald et al. 2016). Netzartig über die Stadt verteilte kleinflächige Grünräume können von Nutzer:innen schnell erreicht werden, um dem Hitzestress auszuweichen (siehe Kap. 7.2.1).

Sind die baulich-räumlichen Voraussetzungen für eine Erweiterung bzw. Neuschaffung von Grünräumen nicht gegeben, sollte zumindest die Erreichbarkeit der Ausgleichsräume durch Lückenschlüsse der Verbindungen im Grünen Netz verbessert werden sowie eine weitere Aufwertung der bestehenden Verbindungen durch (Baum-)Pflanzungen oder Verschattung erfolgen (siehe Kap. 7.2.2).

4.4 Zielbereich IV: Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur

Regenwassermanagement wird national und international vermehrt zum Thema in der Stadtplanung. Auch die Stadt Salzburg ist mit der Problematik der immer stärker werdenden Belastung der städtischen Kanalsysteme konfrontiert. Die Veränderungen in den Niederschlagsregimen führen sowohl zu vermehrten Starkregenereignissen als auch zu längeren Trockenperioden. Die städtischen Wasserkreisläufe sind durch die (zunehmende) Oberflächenversiegelung gestört.

In unverbauten, naturnahen Gebieten wird ein Großteil des Regenwassers im Boden zwischengespeichert – und steht damit der grünen Infrastruktur zur Verfügung. Rund 75 % verdunsten in einem natürlichen Wasserkreislauf direkt vor Ort. In städtischen Bereichen wird ein Großteil des Niederschlagswassers über die Kanalisation abgeführt und nur noch ein geringer Teil ist pflanzenverfügbar bzw. kann vor Ort zur Kühlung verdunsten. Ein nachhaltiges Regenwassermanagement strebt eine Annäherung an natürliche Wasserkreisläufe an.

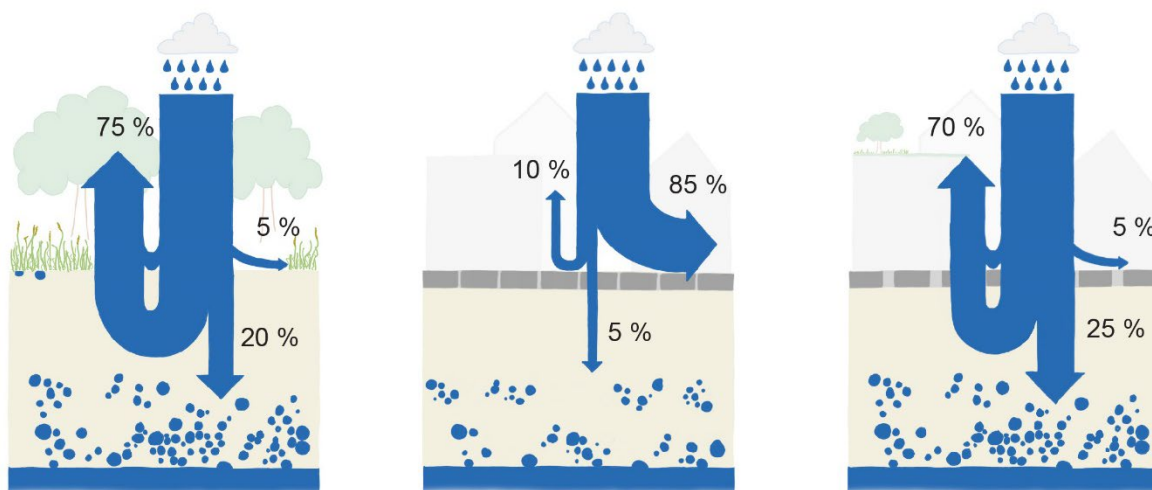


Abbildung 12: Unterschiede zwischen dem natürlichen Wasserkreislauf (links), bei dem ein Großteil des Niederschlagswassers über Evapotranspiration wieder vor Ort verdunstet und zur Grundwasserneubildung beiträgt, und dem Wasserkreislauf im urbanen Bereich (Mitte), bei dem ein Großteil oberflächlich und in weiterer Folge über den Kanal abgeleitet wird. Durch Maßnahmen des Regenwassermanagements lassen sich die Verdunstung und Versickerung verbessern (rechts) (© ILAP, verändert nach Dierkes 2015).

Die Empfehlungen zu den Zielen und Maßnahmen basieren auf der Studie „Regenwassermanagement. Grundlagen, Maßnahmen und Empfehlungen“ im Auftrag der Stadt Salzburg, Amt für Stadtplanung und Verkehr (Grimm & Achleitner 2018).

4.4.1 Ziele zur Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur

Integratives Regenwassermanagement umfasst nicht nur Versickerung und Retention. Um die Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen, sollte verstärktes Augenmerk auf die Verdunstung gelegt werden sowie auf die Verfügbarkeit von erlebbarem Wasser. Im Folgenden werden die einzelnen Ziele und die Hintergründe beschrieben. Für die konkreten Maßnahmen zur Zielerreichung siehe Kap. 8.

Ziel 9: Ausbau und Verbesserung des Zugangs zu blauer Infrastruktur

Ziel ist die Erhöhung der Verdunstungskühlung sowie der Attraktivität bzw. Aufenthaltsqualität urbaner Freiräume durch den Ausbau und leichten Zugang zu blauer Infrastruktur und die Bereitstellung von trinkbarem und erlebbarem Wasser.

Wasser leistet einen wichtigen Beitrag zur Entlastung der städtischen Bevölkerung bei Hitze. Bewegtes Wasser trägt stärker zur Verdunstungskühlung bei als stehendes Wasser. Stehendes Wasser (z. B. Teiche) reduziert zwar den Hitzestress am Tag, kühlt aber nachts aufgrund der Wärmespeicherung langsamer ab als natürlicher Boden (Matzinger et al. 2017). Durch Bewuchs einer Wasserfläche kann allerdings die Kühlleistung durch die Verdunstungskühlung der Pflanzen gesteigert werden (Sieker et al. 2019). Größere Fließ- und Standgewässer dienen auch als raugkeitsarme Ventilationsbahnen für Kalt- bzw. Frischlufttransport (GEO-NET Umweltconsulting 2019).

Der Zugang zu blauer Infrastruktur kann durch eine Reihe von Maßnahmen verbessert werden. Zur Zielerreichung können sowohl einfache Wasserelemente im öffentlichen Raum geschaffen werden als auch die Zugänglichkeit bestehender Gewässer verbessert oder z. B. verrohrte Gewässerabschnitte geöffnet werden (siehe Kap. 8.1.1 und 8.1.2).

Zur Reduktion der körperlichen Belastung an besonders heißen und trockenen Tagen soll im öffentlichen Stadtraum insbesondere in thermisch stark belasteten und stark genutzten Stadträumen Wasser zur Verfügung gestellt werden. Die kostenfreie Zurverfügungstellung von Trinkwasser ist eine gesundheitsrelevante Maßnahme und ein wichtiger und einfach umzusetzender Bestandteil der Klimawandelvorsorge (siehe Kap. 8.1.3).

Ziel 10: Regenwassermanagement zur Reduktion des (Oberflächen-)Abflusses sowie Förderung der Versickerung und Verdunstung

Ziel des Regenwassermanagements, dessen Einsatz bei allen Projekten geprüft werden muss bzw. umgesetzt werden kann, ist es, durch dezentralen Wasserrückhalt das Wasser vor Ort zu versickern oder pflanzenverfügbar zu machen und damit eine Reduktion des (Oberflächen-)Abflusses und eine Förderung der Verdunstung zu erreichen.

Der gestiegene Anteil an Oberflächenversiegelung bringt in Verbindung mit einer klimawandelbedingten Zunahme von Starkregenereignissen die bestehenden Kanalsysteme an die Kapazitätsgrenze. Zusätzlich kommt es durch die Versiegelung und damit einhergehende rasche Ableitung des Regenwassers zu einer reduzierten Verdunstungskühlung, wodurch die urbanen Wärmeinseln gefördert werden. Ein Regenwassermanagement, das

Maßnahmen zur Vermeidung der Regenwasserableitung in das Kanalsystem an die ortsspezifischen Bedingungen anpasst (Maßnahmenauswahl abhängig von Stadtstruktur, Oberflächenform und Bodenbeschaffenheit), entlastet nicht nur das Kanalsystem, sondern unterstützt in Verbindung mit Maßnahmen der Stadtbegrünung das Naturerleben sowie den Erholungswert im urbanen Raum und fördert gleichzeitig die Biodiversität.

Ein effektives und integratives Regenwassermanagement ist auf fachübergreifende Planung auf mehreren Planungsebenen angewiesen. Durch die Forcierung von Verdunstung und Versickerung soll Niederschlagswasser im natürlichen Wasserkreislauf belassen und damit die Grundwasserneubildung unterstützt werden. Die Stadtplanung kann vor allem die baulich-räumlichen Voraussetzungen dafür steuern. Die Instrumente und Lösungen sind vielfältig und reichen von der Förderung versickerungsfähiger Beläge (siehe Kap. 8.2.1) sowie des Rückhalts und der Versickerung von Regenwasser vor Ort (siehe Kap. 8.2.2) über die Entwicklung von Speicherkörpern in der Stadt (Schwammstadtprinzip; siehe Kap. 8.2.3) bis hin zur Schaffung von multifunktionalen Rückhalteräumen in öffentlichen Räumen und Parks (siehe Kap. 8.2.4). Eine ausreichende Wasserversorgung ist eine Voraussetzung dafür, dass grüne Infrastruktur ihre Regulierungsleistungen erbringen kann (siehe Kap. 8.2.5). Wichtig sind eine großflächige Umsetzung und die Berücksichtigung bei allen Entwicklungsprojekten.



Zielbereich I

**Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur
Verminderung urbaner Wärmeinseln
und ihrer Folgen**



5 Zielbereich I: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 1.1 –
Berücksichtigung stadtklimatischer Anforderungen und Wirkungen bei allen Entwicklungsprojekten

Maßnahme 1.2 –
Berücksichtigung der kumulativen Summenwirkung und Interaktionseffekte von baulichen Eingriffen

Maßnahme 1.3 –
Durchführung mikroklimatischer Simulationen der Auswirkungen auf die thermische Belastung bzw. die Durchlüftung

5.1 Ziel 1: Schaffung einer hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestruktur

Eine Reduktion der städtischen Überwärmung kann durch die Planung von klimaangepassten Stadt- und Gebäudestrukturen erreicht werden. Wichtig ist eine durchgehende Berücksichtigung der Klimawandelanpassung auf allen Planungsebenen. Es gibt komplexe Wechselwirkungen zwischen der Atmosphäre und den Bebauungsstrukturen, die die Klimaresilienz der Stadt- und Gebäudestruktur maßgeblich beeinflussen.

5.1.1 Maßnahme 1.1 – Berücksichtigung stadtklimatischer Anforderungen und Wirkungen bei allen Entwicklungsprojekten

Jedes Entwicklungsprojekt beeinflusst das lokale Mikroklima (siehe auch Maßnahme 1.2). Die Bebauungsdichte (Einfluss auf z. B. thermische Speicherung), Gebäudestellung (Einfluss auf z. B. thermischen Eintrag), Gebäudeform und -größe (Einfluss auf z. B. Windfeld und Durchlüftung) beeinflussen maßgeblich die klimatischen Auswirkungen und die Klimaresilienz einer Stadt. Daher wird empfohlen, bei allen Entwicklungsprojekten stadtklimatische Anforderungen grundsätzlich in die Planung miteinzubeziehen.

Wichtig ist auch eine durchgehende Berücksichtigung über unterschiedliche Planungsebenen hinweg. Das reicht z. B. von der Prüfung von Varianten bzw. deren Auswirkungen auf die städtische Überwärmung auf Ebene der Stadtteilentwicklung über architektonische Qualifizierungsverfahren bis hin zur Maßnahmenverankerung im Bebauungsplan der Aufbaustufe. In der Bestandsentwicklung sind die Anpassungsmöglichkeiten bzw. -spielräume gewöhnlich geringer als bei Neubauprojekten. Lokale Faktoren wie die umliegende Bebauung, die Windrichtungen, Hanglagen oder Topografie beeinflussen zusätzlich die Handlungsmöglichkeiten bzw. die Wirkung von Maßnahmen. Es gibt kein einzelnes bestes Design, das alle Klimaziele erfüllt, bzw. gibt es verschiedene Abwägungsfaktoren in der Stadtplanung und die genannten lokalen Spezifika. Mikroklimatische Simulationen (siehe Maßnahme 1.3) können helfen, die stadtklimatischen Auswirkungen zu prüfen.



5.1.2 Maßnahme 1.2 – Berücksichtigung der kumulativen Summenwirkung und Interaktionseffekte von baulichen Eingriffen

Die klimatischen Auswirkungen eines einzelnen Entwicklungsprojekts sind häufig nicht allzu groß. In Summe können sich aber z. B. die Hitzebelastung, die Durchlüftung, aber auch der lokale Wasserkreislauf durch eine großflächige Nachverdichtung in Entwicklungsgebieten verändern. Daher ist die **kumulative Summenwirkung** zu berücksichtigen bzw. zu analysieren. Bei mehreren Entwicklungsprojekten in einem Gebiet wird somit auch bei kleinteiliger Bestandsentwicklung eine mikroklimatische Simulation (siehe Maßnahme 1.3) empfohlen, um kumulative Summenwirkungen und Interaktionseffekte sowie die Wirkung von Anpassungsmaßnahmen zu prüfen.

5.1.3 Maßnahme 1.3 – Durchführung mikroklimatischer Simulationen der Auswirkungen auf die thermische Belastung bzw. die Durchlüftung

Die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit, die Luftfeuchte und die Sonneneinstrahlung beeinflussen das Mikroklima und damit auch die gefühlte Temperatur. Die Windgeschwindigkeit sowie die Sonneneinstrahlung werden durch ein Gebäude beeinflusst (z. B. durch Ablenkung bzw. Verschattung). Durch die sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren ergibt sich eine hohe Komplexität in Bezug auf das Mikroklima. Durch mikroklimatische Simulationen können die Auswirkungen von Projekten – sowohl bei Bestandsentwicklungen als auch Neuentwicklungen – auf die thermische Belastung bzw. Durchlüftung untersucht und quantifiziert werden. Es wird empfohlen, diese ab einer Projekt-Größe von rund einem Hektar durchzuführen (stadtklimatisches Gutachten). Die Simulationen können eine eventuelle Variantenstudie (Änderung der Eigenschaften der städtischen Struktur und/oder der natürlichen Oberflächen) erfordern. Damit kann die Wirkung der Anpassungsmaßnahmen geprüft und optimiert werden.

i

Unter **Summenwirkung** versteht man sowohl die Verstärkung der städtischen Überwärmung durch viele einzelne Bautätigkeiten als auch die Wirkung vieler einzelner Anpassungsmaßnahmen zur Reduktion der Versiegelung und Verbesserung der Durchgrünung. Nur durch eine großflächige Umsetzung von Einzelmaßnahmen ist ein deutlich spürbarer klimatischer Effekt erreichbar. Eine große Anzahl kleinerer Grünflächen trägt über ihre Summenwirkung zu einer Verminderung thermischer Belastungen bzw. des Wärmeinseleffektes bei.

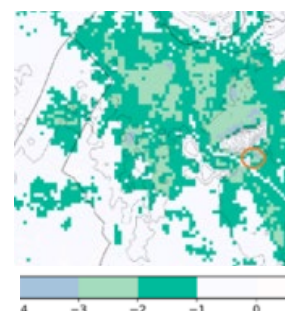
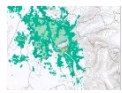


Abbildung 13: Simulation der Reduzierung der Anzahl heißer Tage in der Stadt Salzburg durch eine großflächige Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen wie der Reduktion der versiegelten Flächen, der Errichtung von Gründächern, der Erhöhung der Anzahl der Bäume und der Reduktion von sickerfähigen Flächen ohne Vegetation (BOKU & ZAMG 2021).



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 2.1 –
Reduktion der Versiegelung und Ausbau von Begrünungen bei Entwicklungsprojekten

Maßnahme 2.2 –
Schaffung kleinflächiger Grünräume und Einsatz von Begrünungselementen im Straßenfreiraum

Maßnahme 2.3 –
Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes und Forcierung von Baumpflanzungen

Maßnahme 2.4 –
Vorrangige Berücksichtigung standortgerechter und klimaresistenter Pflanzenarten

Maßnahme 2.5 –
Vermehrter Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünungen

5.2 Ziel 2: Sicherung und Ausbau einer durchgrünten Stadt

Die Nutzung der klimatischen Regulierungsleistungen urbaner grüner Infrastruktur ist einer der zentralen Ansätze zur Klimawandelanpassung. Die Sicherung und Ausweitung der Durchgrünung der Stadt ist in vielen Bereichen mit unterschiedlichen Maßnahmen möglich.

5.2.1 Maßnahme 2.1 – Reduktion der Versiegelung und Ausbau von Begrünungen bei Entwicklungsprojekten

Zunehmend geht der Durchgrünungsgrad durch Neubauprojekte, Nachverdichtung auf Parzellen, aber auch durch die Errichtung von Nebengebäuden, Pools, Garagen oder Terrassen im Bestand zurück. Durch Begrünung von z. B. Parkplätzen oder gebäudebezogenen Außenräumen wie Innenhöfen kann dem entgegengewirkt werden. Dabei sind Zielkonflikte (u. a. gewünschte Verdichtung vs. unversiegelte Flächen, ungewollte Verschattung von Gebäuden durch Bäume vs. Kühlleistung) zu beachten.

Der Ausbau von (Innenhof-)Begrünungen auf Grundstücken hat Einfluss sowohl auf das Mikroklima als auch die Lebensqualität und die Biodiversität. Mithilfe des Einsatzes versickerungsfähiger Oberflächen kommt es zu Synergien mit dem Regenwassermanagement (verzögerter Wasserabfluss, erhöhter Wasserrückhalt, siehe auch Maßnahme 10.1). Durch die Anwendung der Salzburger Grünflächenzahl kann die Durchgrünung bei neu errichteten Bauten oder bei größeren Renovierungen im Bestand gesteuert werden.

Für die Umsetzung durchgrünter Siedlungen können bei Entwicklungsprojekten die Flächen des Grünflächenabzugs (15–20 % des Bauplatzes ab einer Fläche von 5.000 m²) auch für Maßnahmen der Klimawandelanpassung genutzt werden. Diese Flächen werden in der Regel für Wegeverbindungen und Freiraumnutzungen verwendet. Bei der Umsetzung dieser Maßnahme können auch andere Maßnahmen, die der Klimawandelanpassung dienen (z. B. Bepflanzung mit standortgerechten und klimaresistenten Arten – siehe Maßnahme 2.4, Verwendung versickerungsfähiger Oberflächen für Erschließungswege – siehe Maßnahme 10.1), berücksichtigt bzw. umgesetzt werden.



5.2.2 Maßnahme 2.2 – Schaffung kleinflächiger Grünräume und Einsatz von Begrünungselementen im Straßenfreiraum

Zur Steigerung der Aufenthaltsqualität soll ein Aufheizen der öffentlichen (Straßenfrei-)Räume und der angrenzenden Gebäude vermindert und ein nötiger Luftaustausch ermöglicht werden. Das Mikroklima von (größtenteils) versiegelten öffentlichen Räumen lässt sich durch (straßenbegleitende) Grün-, Rasen- und Wiesenflächen, Strauchpflanzungen oder insbesondere Bäume verbessern. Durch Begrünungsmaßnahmen im öffentlichen Raum (Straßen und Plätze) kommt es zu einer Erhöhung der Verdunstungskühlung sowie Verbesserung der Luftqualität. Gleichmäßig über die Stadt verteilte kleinflächige Grünräume können von Nutzer:innen schnell erreicht werden, um dem Hitzestress auszuweichen. Dies ist v. a. wichtig für Bevölkerungsgruppen mit eingeschränkter Mobilität bzw. Personen, die sich viel im Wohnumfeld aufhalten (müssen), wie Personen mit Betreuungspflichten für Kinder oder ältere Personen.

Insbesondere in dicht bebauten und stadtklimatisch belasteten Räumen dienen **Pocket-Parks** (oder temporäre **Parklets**) als lokale Anpassungsmaßnahme. Neben der Schaffung neuer Frei- und Erholungsräume haben sie auch eine positive Wirkung auf die Biodiversität (Trittsteine für Migration) und weisen Synergien mit dem Regenwassermanagement auf. Die Errichtung eines dichten Netzes an Pocket-Parks mit schattenspendenden Bäumen und erlebbarem Wasser ist somit eine wirkungsvolle Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel.

Vegetationselemente im Straßenfreiraum (Straßenbegleitgrün, Pflanzflächen, bepflanzte Rankgerüste, begrünte Verschattungselemente etc.) erhöhen die Aufenthaltsqualität. Die Verortung der grünen Infrastruktur ist entscheidend, um effizient deren Kühlleistung zu nützen: So reduzieren z. B. westorientierte Fassadenbegrünungen die Hitzebelastung stärker oder ist die Pflanzung von Bäumen auf der Nord-Seite von Ost-West ausgerichteten Straßen effektiver.

In Anlehnung an die bereits bestehende Salzburger Grünflächenzahl für Entwicklungsprojekte wird empfohlen, dieses Planungsinstrument zur Umsetzung auf rechtlich verbindlicher Ebene auch für öffentliche Räume weiterzuentwickeln.

5.2.3 Maßnahme 2.3 – Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes und Forcierung von Baumpflanzungen

Die Erhöhung der Anzahl der Bäume (in Straßen, Parks, auf Plätzen) ist die effektivste Maßnahme zur Hitzereduktion im öffentlichen Raum durch Schattenwirkung und **Evapotranspiration**. Große, alte Bäume erbringen höhere Ökosystemleistungen als junge neu gepflanzte. Insbesondere die Verschattung reduziert die **gefühlte Temperatur** und steigert damit die

i

Ein **Pocket-Park** (deutsch: Westentaschen-Park) ist ein kleiner Grünraum im städtischen Kontext auf zuvor ungenutzten oder mindergenutzten Freiflächen. Das Konzept eignet sich vor allem für innerstädtische Bereiche und wird oft auf ungenutzten Flächen im Straßenraum (z. B. bei Gebäuderücksprünge), temporär in Baulücken oder auf kleinen Restflächen umgesetzt.

Ein **Parklet** ist ein kleiner, auf Parkplätzen eingerichteter Freiraum oder Sitzbereich. Es besteht aus Elementen wie Sitzflächen, Pflanzen, Beleuchtung, Regenschutz, Fahrradabstellmöglichkeiten oder sonstigen Installationen.



Abbildung 14: Ein Parklet in der Stadt Salzburg (© Stadt Salzburg/J. Knoll).

Mehr Information: <https://www.stadt-salzburg.at/parklets/>



i

Unter **gefühlter Temperatur** versteht man die vom Menschen wahrgenommene Umgebungstemperatur, die sich aufgrund verschiedener subjektiver, aber auch objektiver Faktoren wie Lufttemperatur, Strahlung, Wind und Luftfeuchte von der gemessenen Lufttemperatur unterscheidet.

i

Die **Evapotranspiration** ist eine meteorologische Größe, die sich aus der Summe der Verdunstung (Übergang des Wassers von flüssiger in die gasförmige Form) aus Land- und Wasserflächen (Evaporation) sowie der Wasserabgabe von Pflanzen über die Spaltöffnungen ihrer Blätter (Transpiration) ergibt.

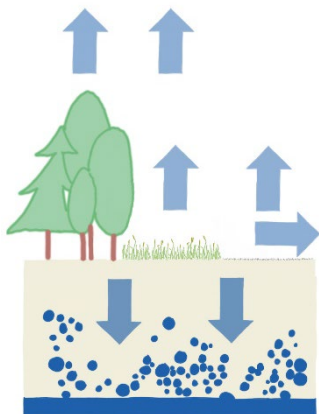


Abbildung 15: Die Verdunstung über Böden und Pflanzen trägt zur Kühlung bei (© ILAP).

Aufenthaltsqualität. Da Bäume ihre Transpirationsleistung mit zunehmendem Alter und Blattmasse steigern, ist die Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes einer Neupflanzung unbedingt vorzuziehen (Verbesserung des Baumschutzes zur Vermeidung des Fällens gesunder alter Bäume). Neben der Größe hängt der stadtklimatische Einfluss auch von der Vitalität der Bäume ab. Pflanzenverfügbares Wasser sowie die Pflege müssen langfristig sichergestellt sein und Baumscheiben mit einem entsprechenden Anfahrerschutz versehen werden. Baumreihen und Alleen entlang von Straßen erhöhen die Lebens- und Aufenthaltsqualität. Allerdings ist vor allem in engen Gassen darauf zu achten, dass eine Ventilation erhalten bleibt, also z. B. keine dichten, durchgehend geschlossenen Kronendächer entstehen. In diesen sollten eher Baumarten mit durchlässigen Kronen bzw. Fassadenbegrünungen zur Anwendung kommen. Bei Nord-Süd-Orientierung der Straßen wird die Pflanzung von Bäumen auf östlicher Straßenseite empfohlen, bei West-Ost-Orientierung eine Baumreihe an der nördlichen Straßenseite.

5.2.4 Maßnahme 2.4 – Vorrangige Berücksichtigung standortgerechter und klimaresistenter Pflanzenarten

Durch die hohe Versiegelung, verdichtete Böden und die höheren Temperaturen sind urbane Räume (insbesondere Straßen und Plätze) für Pflanzen „Extremstandorte“. Pflanzen können ihre Regulierungsleistung – also Kühlung durch Transpiration – nur erfüllen, wenn eine entsprechende Wasserversorgung gegeben ist (siehe auch Maßnahme 10.5). Auch sind Pflanzen unterschiedlich an das Stadtklima angepasst bzw. für dieses geeignet. Das ist vor allem in der Auswahl der Arten bei Straßenbäumen zu berücksichtigen.

Bei Straßenbäumen sind vor allem auch die Vorbereitung des Untergrundes bzw. die Dimension des durchwurzelnbaren Raumes wichtig. In der Stadt ist der Boden oft stark verdichtet, sodass die Wurzeln ihn kaum durchdringen können. Bäume benötigen für ihre Wurzeln ein geeignetes Substrat mit Poren, durch die Luft und Wasser eindringen können. Für die Pflanzung von Laubbäumen wird die Bereitstellung eines ausreichend durchwurzelnbaren Raumes mit mindestens 12 m³ (besser 35 m³) geeignetem Substrat bei mindestens 1,5 m Tiefe und einer Mindestbreite von 2,0 m empfohlen. Eine Kombination mit dem Schwammstadtprinzip (siehe Maßnahme 10.3) verbessert die Wasserversorgung in Trockenperioden.

Generell sind bei der Begrünung öffentlicher Räume v. a. trockenheitsresistente Arten sowie solche mit hoher Verdunstungsleistung bei gleichzeitiger ausreichender Bewässerung zu verwenden. Ebenso sollten die Pflanzenarten eine Resistenz gegen Streusalz sowie die durch den Klimawandel



zunehmenden Schädlingsarten aufweisen. Vorrangig sollten klimaangepasste und standortgerechte Pflanzen (unabhängig davon, ob es sich dabei um heimische oder nichtheimische Arten handelt) verwendet werden.

5.2.5 Maßnahme 2.5 – Vermehrter Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünungen

Der Einsatz von Dachbegrünungen und Fassadenbegrünungen ist in dicht bebauten Stadtteilen mit wenig Platz für Begrünung eine wichtige Maßnahme, um den thermischen Eintrag ins Gebäude zu reduzieren, die Aufenthaltsqualität im Umfeld zu erhöhen, die Biodiversität zu fördern und den Wasserrückhalt zu verbessern (v. a. bei Dachbegrünungen, insbesondere Retentionsdächern). Extensive, aber vor allem intensive Dachbegrünungen sowie (bodengebundene) Fassadenbegrünungen erbringen vielfältige Ökosystemleistungen hinsichtlich Klimaregulierung, Regenwassermanagement, Luftqualität, sozialer Interaktion und Erholung (v. a. bei intensiver Dachbegrünung). Die Leistungen von Dachbegrünungen sind abhängig von Aufbaustärke, Vegetation und Wasserversorgung, jene von Fassadenbegrünungen werden beeinflusst vom verwendeten System und der Exposition (südlich und westlich ausgerichtete Flächen haben die stärkste Wirkung). Dachbegrünung und Photovoltaik müssen sich nicht gegenseitig ausschließen, sondern können oft kombiniert werden.

Als Grundlage für eine detaillierte Planung wird der **Salzburger Leitfaden zur Bauwerksbegrünung** herangezogen, der neben technischen Details auch Anforderungen der Stadt Salzburg (bezüglich Bewilligungen, Brandschutz, Denkmalschutz etc.) beinhaltet.

i

Salzburger Leitfaden zur Bauwerksbegrünung

Im Salzburger Leitfaden zur Bauwerksbegrünung sind relevante Grundlagen und die Anforderungen der Stadt Salzburg zu finden. Neben Begrünungsformen, technischen Details, Brandschutz, Pflegemaßnahmen, geltenden Normen und Richtlinien werden auch grobe Anhaltspunkte zu den Kosten beschrieben.



Abbildung 16: Salzburger Leitfaden zur Bauwerksbegrünung.

Download unter:
<https://www.stadt-salzburg.at/gebaeude-gruen/>



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 3.1 –
Einsatz von außenliegendem (technischem) Sonnenschutz

Maßnahme 3.2 –
Einsatz passiver Formen der Gebäudekühlung und Förderung der (passiven) Lüftungsmöglichkeiten

Maßnahme 3.3 –
Vermeidung von dunklen Oberflächen unter Berücksichtigung des Ortsbildes

Maßnahme 3.4 –
Ausbau von Verschattungselementen in sonnenexponierten öffentlichen Räumen

5.3 Ziel 3: Verbesserung des thermischen Komforts in Gebäuden und Außenräumen durch technische Maßnahmen

Die Solarstrahlung – also die von der Sonne ausgesandte Strahlung – beeinflusst massiv die städtische Überwärmung. Sowohl die Oberflächentemperatur und gefühlte Temperatur in Außenräumen als auch der thermische Eintrag in die Gebäude werden u. a. durch die Solarstrahlung bestimmt. Technische Maßnahmen zur Verschattung und Belüftung unterstützen die Klimawandelanpassung.

5.3.1 Maßnahme 3.1 – Einsatz von außenliegendem (technischem) Sonnenschutz

Die Reduktion bzw. Regulierung des Sonneneinfalls in Gebäude ist eine einfache und wirkungsvolle Maßnahme. Eine Verminderung des thermischen Eintrags kann durch vorspringende Bauteile, Markisen, Dachüberstände sowie starre und bewegliche Sonnenschutzanlagen, Sonnenschutzgläser oder Sonnenschutzfolien erreicht werden.

Architektonische Elemente wie Balkone, Vordächer und Überhänge bieten natürlichen Schatten. Diese können so gestaltet werden, dass sie im Sommer Schatten spenden und im Winter trotzdem die Nutzung der Sonnenwärme ermöglichen.

Ein außenliegender Sonnenschutz bei Fenstern (so es die individuellen baulichen Gegebenheiten zulassen) ist effektiver als ein innenliegender. Die solare Strahlung wird bereits vor der Fensterscheibe abgefangen und dadurch keine Wärme in das Gebäudeinnere abgegeben.

Durch Fassadenbegrünung kann die Einstrahlung auf die Hauswand vermindert und damit ihre Erwärmung in Hitzeperioden abgeschwächt werden. Insbesondere bei hinterlüfteten boden- oder wandgebundenen Fassadenbegrünungen wird je nach Begrünungsdichte (Verschattungsgrad) Wärmestrahlung von der Gebäudewand zurückgehalten. Dieser Anteil beträgt bei wandgebundenen modularen und flächigen Systemen 100 % (Pfoser 2016). Durch den Schutz vor UV-Strahlung, Temperaturextremen sowie starken Temperaturschwankungen, aber auch vor Starkregen bzw. Hagelschlag erhöht die Begrünung die Lebenserwartung der Fassade (BuGG o.J.).



5.3.2 Maßnahme 3.2 – Einsatz passiver Formen der Gebäudekühlung und Förderung der (passiven) Lüftungsmöglichkeiten

Durch passive Formen der Gebäudekühlung wie z. B. thermische Bauteilaktivierung sowie die Förderung der Lüftungsmöglichkeiten werden natürliche Prozesse und Bauweisen genutzt, um ohne oder mit minimalem Einsatz von mechanischen Systemen ein angenehmes Raumklima zu schaffen. (Nächtliches) Lüften wird durch den Temperaturunterschied, die Lage der Fenster sowie den Windanfall (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) beeinflusst. Die Möglichkeit der Querlüftung wird durch z. B. durchgesteckte Wohnungen verbessert. Auch durch die Gebäudestellung (Schattentwurf) können Kühlungseffekte erzielt werden.

5.3.3 Maßnahme 3.3 – Vermeidung von dunklen Oberflächen unter Berücksichtigung des Ortsbildes

Durch Erhöhung der Rückstrahlfähigkeit – der sogenannten **Albedo** – von (Oberflächen-)Materialien können der thermische Eintrag und die Speicherung von Wärme reduziert werden. Baumaterialien wie Beton oder Stein haben eine hohe Wärmespeicherkapazität abhängig vom thermischen Emissionsvermögen. Die Oberflächenfarbe und damit das Rückstrahlvermögen haben einen Einfluss auf die Aufheizung: Je höher das Rückstrahlvermögen, also die Helligkeit einer Oberfläche, desto geringer die Überwärmung. Dunkle Oberflächen der Gebäude (Fassaden und Dächer), aber auch der Beläge im öffentlichen Raum (z. B. Verkehrsflächen) sowie der Erschließungsflächen auf bebauten Grundstücken sollen daher – unter Berücksichtigung des Ortsbildes – vermieden werden (z. B. Reduktion von Asphalt- und Metalloberflächen zugunsten von hellen Betonflächen, ev. Steuerung über den Bebauungsplan der Aufbaustufe). Blend- und Reflexionsphänomene müssen allerdings berücksichtigt werden – übermäßig von Oberflächen reflektierte Sonnenstrahlung kann andere Gebäude aufheizen, Menschen unangenehm blenden und die gefühlte Temperatur tagsüber erhöhen statt zu reduzieren.

5.3.4 Maßnahme 3.4 – Ausbau von Verschattungselementen in sonnenexponierten öffentlichen Räumen

In vielen Bereichen der Stadt, wo keine Baumpflanzungen möglich sind, kann durch verschiedene **Verschattungselemente** die Aufenthaltsqualität gesteigert werden. Zum Einsatz kommen meist technische Einrichtungen wie Pergolen oder Schattendächer, die auch mit Begrünungen kombiniert werden können. In verschatteten Bereichen ist die gefühlte Temperatur – bei gleicher Lufttemperatur – wesentlich niedriger als in der direkten Sonne. Dieser Unterschied ergibt sich durch die direkte Sonneneinstrahlung im Vergleich zur diffusen Strahlung im Schatten. Durch die temporäre oder permanente Verschattung gebäudenaher (z. B. durch Arkaden, Vordächer,

i

Die **Albedo** ist ein Maß für das Rückstrahlvermögen einer Oberfläche. Sie ist eine dimensionslose Zahl zwischen 0 (keine Rückstrahlung) und 1 (vollständige Reflexion).

Beispiele:

- Grasfläche: 0,10–0,20
- Betondecke: 0,17–0,27
- Asphaltstraße: 0,10–0,50
- Wasseroberfläche: 0,15–0,50

i

Durch **Verschattung** werden die Oberflächentemperatur und die gefühlte Temperatur reduziert.

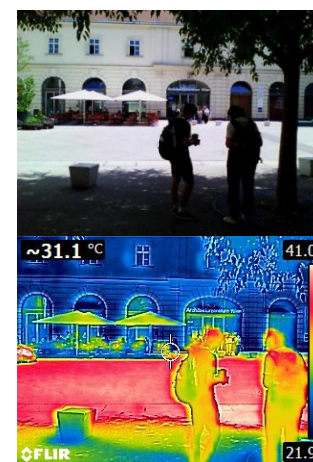


Abbildung 17: Deutlich in der Infrarotaufnahme (unten) sichtbarer Unterschied der Oberflächentemperatur zwischen verschatteten (blauen, kälteren) und unverschatteten (roten, heißeren) Bereichen (© ILAP).



i

Der **Sky-View-Faktor**, auch Horizontüberhöhung genannt, ist ein Maß für die Horizonteinengung. Die nächtliche Abkühlung wird durch nächtliche langwellige Abstrahlung ermöglicht. Wird diese – wie z. B. in engen Gassen – eingeschränkt, ist dieser Bereich anfälliger für eine nächtliche Überwärmung.

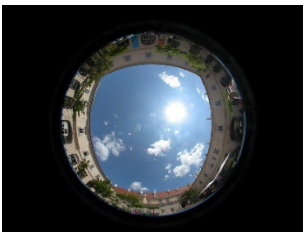


Abbildung 18: Beispiel einer Fischaugenaufnahme eines Hofes, welche die Horizontüberhöhung einer Kugelhemisphäre zeigt. Die Gebäude engen die freie Sicht auf den Himmel und damit die (nächtliche) Abstrahlung ein (© ILAP).

Markisen) und gebäudeferner Freiflächen (z. B. durch Pergolen oder Sonnensegel) sowie die Bereitstellung von verschatteten Sitzgelegenheiten (v. a. in Wartebereichen für den öffentlichen Personennahverkehr, auf Spielplätzen oder vor Schulen) kommt es zu einer Verbesserung des Mikroklimas (verringerte thermische Belastung durch Sonneneinstrahlung, geringere Wärmespeicherung verschatteter Flächen, zusätzliche Verdunstungskühle bei Verschattung durch Vegetation) und einer Steigerung der Aufenthaltsqualität.

Neben der Verschattung stellen diese Elemente mit entsprechender Bauweise auch einen Schutz vor Witterungseinflüssen wie Regen oder Schnee dar. Allerdings sollten die Verschattungselemente in Luftleitbahnen keine Barriere für den Kaltlufttransport bilden.

Insbesondere bei schmalen und engen Gassen bzw. Straßenquerschnitten muss durch den reduzierten **Sky-View-Faktor** auf einen ausreichenden Luftaustausch geachtet und eine nächtliche Abkühlung durch Abstrahlung ermöglicht werden. Straßenquerschnitte sollten also nicht vollständig mit z. B. Schattendächern geschlossen werden bzw. sollten diese in der Nacht eingefahren werden. Vor allem bei großen Plätzen mit wenig Schatten durch Gebäude ist der Ausbau von Verschattungselementen eine wichtige Maßnahme. Verschattungselemente können auch mit Photovoltaik-Anlagen kombiniert werden (z. B. auf Parkplätzen).



Zielbereich II

**Ziele und Maßnahmenempfehlungen
zur Sicherung der guten Durchlüftung
der Stadt Salzburg**



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 4.1 –
Berücksichtigung der Hauptwindrichtung in Bezug auf die Gebäudestellung

Maßnahme 4.2 –
Einholen einer Windstudie bei Entwicklungsprojekten mit einer Gebäudehöhe von mehr als 35 m

i

Durch unterschiedliche **Gebäudestellungen** und Formen wird der Wind bzw. die Durchlüftung beeinflusst.

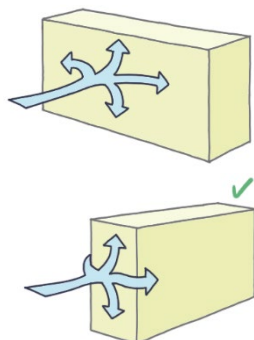


Abbildung 19: Breite Gebäude quer zur Hauptwindrichtung blockieren den Wind (oben). Eine Gebäudeausrichtung in Hauptwindrichtung unterstützt eine (gewünschte) Durchlüftung (unten) (© ILAP, verändert nach Littlefair et al. 2000).

6 Zielbereich II: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg

6.1 Ziel 4: Sicherung der Kühl- und Durchlüftungseffekte des überregionalen und regionalen Windsystems

Die gute Durchlüftung und damit die Abkühlung der Stadt Salzburg werden durch unterschiedliche Windsysteme bestimmt. Das übergeordnete Windsystem ist in der Planung zu berücksichtigen.

6.1.1 Maßnahme 4.1 – Berücksichtigung der Hauptwindrichtung in Bezug auf die Gebäudestellung

Die Gebäudestellung ist auf die (Haupt-)Windrichtung abzustimmen, um eine gewünschte Durchlüftung zu ermöglichen (z. B. keine breiten Baukörper quer zur Hauptwindrichtung, Sicherung eines ausreichenden Abstands zwischen Baukörpern für die Durchlüftung). Durch strategisch positionierte Block- bzw. Gebäudeöffnungen in Hauptwindrichtung oder Baumpflanzungen (im Straßenfreiraum) kann der Wind gezielt gelenkt (abgeleitet) werden („Moderation“ des Windes für die Durchlüftung), um eine gewünschte Kühlwirkung zu erreichen. Die Umsetzung ist primär bei größeren Entwicklungsprojekten möglich.

Die **Gebäudestellung** beeinflusst die Windgeschwindigkeit und -richtung. Dabei ist eine Balance zwischen gewünschter Durchlüftung und Windkomfort zu beachten. Insbesondere hohe Gebäude stellen ein Problem dar, da sie die sich schneller bewegende Luft von oben auf den Boden leiten und auf Fußgänger:innenniveau Turbulenzen verursachen können. Auch breite Gebäude quer zur Hauptwindrichtung blockieren den Wind und führen zu starken Verwirbelungen. Auch gilt es, Düsenwirkungen durch enge Gebäudeabstände zu berücksichtigen. Windsimulationen helfen, die komplexen Wechselwirkungen zwischen Bebauung und Wind zu optimieren.

6.1.2 Maßnahme 4.2 – Einholen einer Windstudie bei Entwicklungsprojekten mit einer Gebäudehöhe von mehr als 35 m

Die exakten Auswirkungen einzelner Gebäude auf die Luftströmungen lassen sich nur schwer generell beurteilen, da diese von der konkreten Lage in der Stadt und den umliegenden Bereichen abhängig sind.



Um die vorhandene gute Durchlüftung der westlichen Teile der Stadt Salzburgs durch das überregionale und regionale Windsystems zu erhalten bzw. die Situation in den bereits jetzt von diesem tendenziell schlechter durchlüfteten östlichen Bereichen nicht zu verschlechtern, wird die Einholung einer Windstudie bei Entwicklungsprojekten mit Gebäudehöhen von mehr als 35 m im gesamten Stadtgebiet empfohlen, um sicherzustellen, dass die Gebäude nach Errichtung keine negativen Auswirkungen auf die Durchlüftung haben.

i

Die **Gebäudestellung** kann Düseneffekte erzeugen oder verstärken.

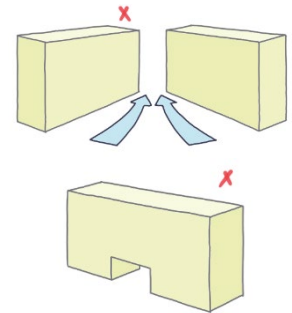


Abbildung 20: (Ungewünschte) Düseneffekte können entlang von Straßenzügen, zwischen eng beieinanderstehenden Gebäuden oder im Bereich von Durchlässen in Bauwerken auftreten (© ILAP, verändert nach Littlefair et al. 2000).



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 5.1 –

Vermeidung von Bebauung, dichten Aufforstungen sowie Dämmen im Bereich der Kaltluftleitbahnen

Maßnahme 5.2 –

Einholen von Windstudien bei Projekten in und in der Nähe von wichtigen Kaltluftleitbahnen

Maßnahme 5.3 –

Abstimmung mit den Nachbargemeinden zur Sicherung der Kaltluftproduktion und Kaltluftleitbahnen

6.2 Ziel 5: Sicherung des lokalen Hang- bzw. Talwindsystems sowie des Windsystems der Stadtberge

Die drei großen Kaltluft- und Frischluftzubringer für die Stadt Salzburg sind die Glaserbachklamm, das Guggenthal und Söllheim. Gemeinsam mit den Stadtbergen haben sie eine große Bedeutung für die nächtliche Abkühlung und müssen in ihrer Funktion gesichert werden

6.2.1 Maßnahme 5.1 – Vermeidung von Bebauung, dichten Aufforstungen sowie Dämmen im Bereich der Kaltluftleitbahnen

Kaltluft ist schwerer als erwärmte Luft und fließt eher bodennah ab. Veränderungen an der Topografie und der Oberfläche haben daher Auswirkungen auf den Kaltluftstrom. Leitbahnen sollten eine geringe Oberflächenrauigkeit haben. Je höher die Rauigkeit bzw. je mehr Hindernisse in der Luftleitbahn stehen, desto stärker wird der Luftstrom abgebremst. Durch dichte Hindernisse wie Gebäude oder Dämme wird die Luft zur Überströmung gezwungen, wodurch Luftwirbel entstehen, die die Strömungsgeschwindigkeit reduzieren. Vor dem Gebäude kommt es zu einem Windstau, im Lee – also der windabgewandten Seite – bilden sich Wirbel (Sachsen 2013). Weniger dichte Vegetationsbestände werden durchströmt, was aber auch eine Reduktion der Windgeschwindigkeit erzeugt. Eine Vermeidung von Bebauung, von dichten Bepflanzungen, von Aufforstungen, von Dämmen aus Verkehrsbauten sowie Aufschüttungen (VDI 2015) ist anzustreben.

Offene Grünflächen, Gewässer, Bahntrassen sowie eingeschränkt auch Straßen (in Abhängigkeit von den Emissionen) eignen sich als Luftleitbahnen (Sachsen 2013). Die Breite einer Luftleitbahn sollte mindestens das Zehnfache der Höhe der Bebauung betragen (Schwab & Steinicke 2003). Auch die Grenzen bzw. Übergänge von den Stadtbergen müssen klimasensibel gestaltet werden, damit die erzeugte Kaltluft in die Siedlungsgebiete einfließen kann (siehe auch Maßnahme 6.2).

6.2.2 Maßnahme 5.2 – Einholen von Windstudien bei Projekten in und in der Nähe von wichtigen Kaltluftleitbahnen

Um festzustellen, ob Projekte in und in der Nähe von wichtigen Kaltluftleitbahnen (Entfernung < 250 m vom „Eindringbereich 2 h“ in der Karte „Kaltluftsystem“) diese wesentlich verändern bzw. beeinflussen, und um Hinweise für deren Gebäudeanordnung, -höhe und -ausrichtung geben zu können, sind Windstudien einzuholen. Diese untersuchen die Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung der Kaltluft in der Nacht sowie die Veränderung der Kaltluftströmung durch Änderungen in der Bebauung. Als Grundlagendaten sind Daten über die Landnutzung, ein digitales Geländemodell sowie gegebenenfalls 3D-Gebäudedaten notwendig (Weatherpark GmbH 2022).



6.2.3 Maßnahme 5.3 – Abstimmung mit den Nachbargemeinden zur Sicherung der Kaltluftproduktion und Kaltluftleitbahnen

Die Überwärmung von Städten kann nicht nur durch lokale Maßnahmen in diesen selbst reduziert werden. Die Kaltluftproduktion bzw. auch die entsprechende Weiterleitung erfolgt auf meist land- oder forstwirtschaftlichen Flächen außerhalb der Siedlungsbereiche. Die Sicherung der lokal sehr unterschiedlich ausgeprägten Produktionsflächen und Leitbahnen ist eine großräumige Maßnahme, bei der eine gemeindeübergreifende, regionale Abstimmung notwendig ist. Großflächige Freihaltebereiche sind durch eine entsprechende Berücksichtigung bzw. Widmung auf Gemeindeebene abzusichern.

Das ausgeprägte Hangwindssystem der Stadt Salzburg ist auch von der räumlichen Entwicklung der Nachbargemeinden abhängig, weshalb eine Abstimmung mit diesen empfohlen wird.



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 6.1 –

Verhinderung einer weiteren Bebauung der Grünräume mit einer besonderen stadtklimatischen Funktion

Maßnahme 6.2 –

Klimasensible Gestaltung der Übergänge zwischen Bebauung und größeren Freiflächen

Maßnahme 6.3 –

Berücksichtigung und Entwicklung der Landnutzung in den Kaltluftproduktionsstätten

6.3 Ziel 6: Sicherung der Kaltluftproduktion und -leitung der Landschaftsräume (Flurwinde)

Die umliegenden Stadtlandschaften produzieren lokal Kaltluft, die die angrenzenden Bereiche der Stadt kühlt. Die Erhaltung dieser Funktion ist für die Stadt Salzburg und ihre Bewohner:innen wichtig.

6.3.1 Maßnahme 6.1 – Verhinderung einer weiteren Bebauung der Grünräume mit einer besonderen stadtklimatischen Funktion

Große Grünräume tragen vor allem am Abend und in der ersten Nachthälfte effizient zu einer Kühlung der Stadt bei. Grünräume wie Wiesen oder Felder produzieren rund 10 bis 12 m³ Kaltluft pro Quadratmeter und Stunde (Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg 2021). Je größer diese Flächen sind, desto mehr Kaltluft wird produziert. Aus diesen Flächen tritt die Kaltluft in die umliegenden Siedlungsbereiche ein und kühlt diese. Durch die Grünlanddeklaration und den Grüngürtel sind wichtige Kaltluftproduktionsflächen in Salzburg prinzipiell abgesichert. Eine Zerschneidung der Flächen sowie eine weitere Bebauung reduzieren den Kühleffekt. Diese Flächen dienen tagsüber den Menschen auch als Ausgleichsraum bei Hitzebelastung (siehe Maßnahme 7.1).

6.3.2 Maßnahme 6.2 – Klimasensible Gestaltung der Übergänge zwischen Bebauung und größeren Freiflächen

Die Ausbreitung der nächtlichen Kaltluft sollte nicht blockiert oder in falsche Richtungen kanalisiert werden. Die Grenzen bzw. die Übergänge der Grünräume sind wichtig, damit die erzeugte Kaltluft in die Siedlungsgebiete einfließen kann.

Freie Flächen sollte man zum Beispiel entlang ihrer Ränder nicht durchgehend geschlossen umbauen, wodurch das Ausströmen der Kaltluft in die Zwischenräume von angrenzenden Häuserzeilen und Objekten verhindert werden würde. Der Kaltluftabfluss aus den Parkanlagen entsteht durch einen Unterschied im Luftdruck zwischen Park und dem umliegenden Siedlungsbereich. Hindernisse wie Mauern oder dichte Vegetationsbestände (z. B. Hecken oder dichte Buschbereiche) an den Rändern der Freiräume reduzieren oder verhindern einen Kaltluftabfluss in die angrenzenden Siedlungsbereiche und sind daher zu vermeiden.



6.3.3 Maßnahme 6.3 – Berücksichtigung und Entwicklung der Landnutzung in den Kaltluftproduktionsstätten

Die Landnutzung in den Landschaftsräumen beeinflusst die Kaltluftentstehung. Über offenen Wiesen und Weiden (das sind rund 40 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen der Stadt Salzburg (Statistik Austria 2020)) ist die Kaltluftproduktion im Vergleich zu Wäldern oder Ackerflächen am größten. Sie unterstützen die (nächtliche) Abkühlung durch die entstehenden Flurwinde (siehe Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“). Durch ihre geringe Rauigkeit (sie bieten wenig Hindernisse für die Luftzirkulation) sind sie außerdem gute Kaltluftleitbahnen. Nutzungsänderungen haben daher einen signifikanten Einfluss auf die Kaltluftentstehung und Leitung. Die Einflussmöglichkeiten der Stadtplanung sind hier allerdings gering, weshalb entsprechende Partnerschaften mit den Landwirt:innen und dem Naturschutz empfohlen werden. Bei Nutzungsänderungen können gleichzeitig Maßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität gesetzt werden (siehe dazu auch Maßnahme 7.1).



Zielbereich III

**Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur
Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von
öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für
die Bevölkerung**



7 Zielbereich III: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 7.1 –
Sicherung der großen Ausgleichsräume (Stadtlandschaften) und Verbesserung ihrer Nutzbarkeit und Biodiversität

Maßnahme 7.2 –
Ausbau der Grünflächen innerhalb des Stadtgebiets und Entwicklung einer klimaresilienten und biodiversen Gestaltung öffentlicher Parks

7.1 Ziel 7: Erhaltung und Aufwertung der Ausgleichsräume

Grünflächen im und außerhalb des Stadtgebiets tragen zur klimatischen Entlastung der Bewohner:innen und Nutzer:innen bei und dienen ihnen daher als Ausgleichsräume bei Hitzeperioden (zu ihrer Funktion in Bezug auf die (nächtliche) Abkühlung siehe Ziel 6).

7.1.1 Maßnahme 7.1 – Sicherung der großen Ausgleichsräume (Stadtlandschaften) und Verbesserung ihrer Nutzbarkeit und Biodiversität

Neben ihrer stadtklimatischen Wirkung als lokale Kaltluftproduktionsstätten (siehe Ziel 6 und Maßnahme 6.1) haben die Salzburger Stadtlandschaften eine wichtige Erholungsfunktion und können als Ausgleichsräume dienen.

Zu diesen Stadtlandschaften gehören u. a. die Stadtwälder (Mönchsberg, Kapuzinerberg, Nonnberg und Rainberg). Die Temperaturen im Wald können um bis zu 5 °C kühler sein als im Freiland (Zolles et al. 2021). Auch die großflächigen Landschaftsräume und die Naherholungsräume wie die Salzachseen haben eine wichtige Ausgleichsfunktion, da in ihnen die Lufttemperatur sowohl tagsüber als auch nachts kühler ist als in den bebauten Bereichen. Die Grünkeile, die in den Siedlungsraum eindringen, unterstützen die Erreichbarkeit der großen Ausgleichsräume. Diese Räume sind durch die Deklaration „Geschütztes Grünland“ und den „Grüngürtel für den Salzburger Ballungsraum“ abgesichert.

Eine Nahversorgung mit qualitativ hochwertigen Grünräumen reduziert auch den Freizeitverkehr und unterstützt wenig mobile sowie sozial schwächere Gruppen bzw. jene, die über keine privaten Grünräume verfügen.

Eine Erhöhung der Nutzbarkeit aus klimatischer Sicht durch z. B. Schattenplätze, Verdunstungsflächen wie Teiche und andere stehende Gewässer oder die Verschattung von Wegen durch Baumreihen kann die Ausgleichsfunktion weiter verbessern.

Maßnahmen zur Klimawandelanpassung und zur Biodiversitätsverbesserung zeigen starke Synergien. Maßnahmen im Bereich des Naturschutzes können zur Anpassung beitragen und gleichzeitig können Anpassungsmaßnahmen so gestaltet werden, dass sie eine positive Wirkung auf die Biodiversität haben (BMK 2022b). Maßnahmen wie die Erhöhung der



Vielfalt der Baumarten und Waldstrukturen, die Renaturierung von Flüssen und Schaffung von Retentionsräumen oder das Erhalten und Wiederherstellen von intakten Mooren und artenreichem Dauergrünland kommen der biologischen Vielfalt zugute und helfen gleichzeitig, die regulierenden Ökosystemleistungen zu erhalten.

7.1.2 Maßnahme 7.2 – Ausbau der Grünflächen innerhalb des Stadtgebiets und Entwicklung einer klimaresilienten und biodiversen Gestaltung öffentlicher Parks

Innerörtliche Grünräume wie Parkanlagen sind kühler als die Umgebung und können als Ausgleichsraum für die Bevölkerung bei Hitzebelastung dienen. Größere Parks haben natürlich eine größere Kühlwirkung und einen größeren mikroklimatischen Einfluss auf die Lufttemperatur im Nahbereich. Im Bestand ist eine Entwicklung größerer Parks allerdings schwierig. Studien haben aber auch gezeigt, dass mehrere kleinere Parkflächen in einer Stadt eine deutliche Wirkung erzielen können (VDI 2015). Zusätzlich sind diese bei einer gleichmäßigen Verteilung für die Bevölkerung auch schneller erreichbar.

Der Kühlungseffekt wird durch eine klimaresiliente Gestaltung verstärkt: Verschattung von Wegen/Plätzen, abwechslungsreiche Grünausstattung, offene Wiesen mit Einzelbaumgruppen (klimatisch günstiger als dichte Gebüsche), Zugang zu Wasser etc.

Zusätzlich wird empfohlen, die klimatische Anpassung mit Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität zu kombinieren, die gleichzeitig helfen, die Vegetationsbestände klimaresilienter zu entwickeln. Die Biodiversität wird durch eine abwechslungsreiche Gestaltung gefördert. Abwechslungsreiche Strukturen wie Totholz und Laubhaufen, Sukzessionsflächen oder wechselseuchte Gruben und Wasserflächen schaffen unterschiedliche Lebensräume. Auch einfache Maßnahmen wie eine Reduktion der Mähintervalle (ein- bzw. zweischürige Wiesen) bzw. Ansaat von Kräuterrasen fördern die Biodiversität.



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 8.1 –
Schaffung einer Erreichbarkeit der Ausgleichsräume innerhalb einer Distanz von 300 m vom Wohnort aus für alle Bewohner:innen Salzburgs

Maßnahme 8.2 –
Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume durch die Schaffung „grüner Wege“ zur Förderung der aktiven Mobilitätsformen

7.2 Ziel 8: Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume

Wohnungsnahе bzw. gut erreichbare Ausgleichsräume bieten der Bevölkerung eine Entlastung an Hitzetagen. Kurze und qualitätsvolle Wege für das Zufußgehen und Radfahren unterstützen eine Erreichbarkeit.

7.2.1 Maßnahme 8.1 – Schaffung einer Erreichbarkeit der Ausgleichsräume innerhalb einer Distanz von 300 m vom Wohnort aus für alle Bewohner:innen Salzburgs

Durch die Schaffung von vielen kleinflächigen, über die Stadt verteilten Grünräumen (als lokale Kühl-Inseln mit schattenspendenden Bäumen und erlebbarem Wasser) wird die Erreichbarkeit von Grünflächen zur klimatischen Entlastung der Bewohner:innen und Nutzer:innen gesichert (wichtig v. a. in thermisch belasteten Wohngebieten im Bestand). Jede:r Bewohner:in erhält die Möglichkeit, zumindest einen Ausgleichsraum fußläufig in einer Distanz von max. 300 m erreichen zu können.

7.2.2 Maßnahme 8.2 – Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume durch die Schaffung „grüner Wege“ zur Förderung der aktiven Mobilitätsformen

In Bereichen, in denen ein Ausbau der öffentlichen Ausgleichsräume nicht möglich ist, sollte zumindest die Erreichbarkeit vorhandener Ausgleichsräume verbessert werden. Dies kann durch Lückenschlüsse und eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Grünen Netz der Stadt Salzburg erzielt werden. Die Schaffung attraktiver, sicherer und begrünter Wege für aktive Mobilitätsformen erleichtert die Erreichbarkeit der Flächen – unterstützt durch das Schließen von Lücken im Fuß- und Radwegenetz (z. B. durch Nutzung des Grünflächenabzugs) sowie eine klimaresiliente Ausgestaltung dieser Verbindungen durch z. B. die Anlage von Alleen entlang von Fuß- bzw. Radwegen, den Ausbau von Straßenbegleitgrün oder die Bereitstellung von verschatteten Sitzgelegenheiten.



Zielbereich IV

**Ziele und Maßnahmenempfehlungen
zur Etablierung eines effizienten
Regenwassermanagements und
blauer Infrastruktur**



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 9.1 –

Öffnung von verrohrten Gewässerabschnitten und Verbesserung des Zugangs zum und der Erlebbarkeit von Wasser für die Bevölkerung

Maßnahme 9.2 –

Umsetzung offener Wasserflächen und Erhöhung des Angebots an (bewegtem) Wasser im öffentlichen Raum

Maßnahme 9.3 –

Schaffung von zusätzlichen Trinkbrunnen

8 Zielbereich IV: Ziele und Maßnahmenempfehlungen zur Etablierung eines effizienten Regenwassermanagements und blauer Infrastruktur

8.1 Ziel 9: Ausbau und Verbesserung des Zugangs zu blauer Infrastruktur

Wasser spielt eine zentrale Rolle bei der Anpassung von Städten an den Klimawandel. Wasserelemente tragen dazu bei, den Hitzestress zu mindern, indem durch Verdunstung die Umgebungstemperatur gesenkt wird oder Kühlung im und am Wasser gesucht wird.

8.1.1 Maßnahme 9.1 – Öffnung von verrohrten Gewässerabschnitten und Verbesserung des Zugangs zum und der Erlebbarkeit von Wasser für die Bevölkerung

Wasserflächen haben eine große Anziehungskraft als Gestaltungselement in Erholungsbereichen. Die Freilegung verrohrter Gewässerwertet die Stadtlandschaften und Grünräume auf und entlastet zudem die Kanalisation. Durch die Verbesserung des Zugangs zu natürlichen und naturnahen Gewässern werden Erholungsräume geschaffen. Vor allem im Bereich von Freizeitflächen, aber auch in der Nähe von Bürogebäuden sollte der Anteil an Wasserflächen erhöht werden. Die Umsetzung des Masterplans für die Salzach („Salzach-Masterplan“) ist Teil dieser Maßnahme.

8.1.2 Maßnahme 9.2 – Umsetzung offener Wasserflächen und Erhöhung des Angebots an (bewegtem) Wasser im öffentlichen Raum

Wasserelemente im Bereich der Straßenfreiräume oder Plätze haben vor allem das Ziel, die Aufenthaltsqualität durch die Verdunstungskühlung zu verbessern. Die Installation von Wasserbecken bzw. Brunnenanlagen, Wasserspielen (mit Bodendüsen, Fontänen) oder Sprühnebelanlagen (Nebelstelen) schafft Erleichterung an heißen Tagen. Eine Mischung von Fontänen und Nebeldüsen (ohne Drucksteigerung) ermöglicht eine deutliche Reduktion des Wasserdurchsatzes und eine Anpassung an die Übergangsjahreszeiten, in denen nur die Nebeldüsen in Betrieb sind. Eine Kombination mit dem Schwammstadtprinzip (siehe Maßnahme 10.3) ist zweckmäßig. Das abfließende Wasser wird dabei für die Bewässerung von grüner Infrastruktur verwendet.



8.1.3 Maßnahme 9.3 – Schaffung von zusätzlichen Trinkbrunnen

Trinkwasser ist essenziell für Gesundheit und Wohlbefinden. Es ist daher wichtig, eine schnelle Verfügbarkeit von Trinkwasser (sowohl für die Bevölkerung als auch die Tourist:innen) durch die Installation einer großen Menge an Trinkbrunnen (oder Hydranten mit Trinkbrunnenaufsatz) zu schaffen. Durch die Möglichkeit des häufigen Nachfüllens von Trinkwasser wird auch ein Anreiz zur Reduktion von Einwegflaschen gegeben. Es sollte von jedem Punkt des Stadtgebiets aus ein Trinkbrunnen innerhalb von 300 m erreichbar sein. Eine Nutzung des ablaufenden Wassers als Betriebswasser für die Bewässerung, etwa über das Schwammstadtprinzip (siehe Maßnahme 10.3), ist zweckmäßig.



Zur Erreichung des Ziels werden folgende Maßnahmen für die Stadt Salzburg empfohlen:

Maßnahme 10.1 –
Reduktion des Regenwasserabflusses durch Einsatz von versickerungsfähigen Oberflächen im öffentlichen und privaten Raum

Maßnahme 10.2 –
Förderung des Rückhalts, der Verdunstung und der Versickerung von Regenwasser vor Ort

Maßnahme 10.3 –
Umsetzung des Schwammstadtprinzips im öffentlichen Raum bei entsprechenden baulichen Voraussetzungen

Maßnahme 10.4 –
Schaffung von multifunktionalen Rückhalteräumen zur Verbesserung des Überflutungsschutzes durch kurzzeitige Retention

Maßnahme 10.5 –
Effiziente Bewässerung von Bepflanzungen durch Nutzung von alternativen Bewässerungssystemen und Wassersammelsystemen

8.2 Ziel 10: Regenwassermanagement zur Reduktion des (Oberflächen-)Abflusses sowie Förderung der Versickerung und Verdunstung

Die Minimierung der versiegelten Flächen, damit Wasser vor Ort versickern kann, das Rückhalten und Verdunsten über offene Böden und Pflanzen sowie das Versickern über Bodenfilter oder Sickerschächte helfen, die Kanalsysteme bei Starkregenereignissen zu entlasten, und tragen zur Kühlung bei.

8.2.1 Maßnahme 10.1 – Reduktion des Regenwasserabflusses durch Einsatz von versickerungsfähigen Oberflächen im öffentlichen und privaten Raum

Gerade in dichter besiedelten Bereichen ist die Entsiegelung bzw. Aufwertung der Versickerungsfähigkeit ein zentraler Maßnahmenbereich, um mehr Resilienz gegenüber Starkregen-Ereignissen zu fördern und damit die Kanäle durch eine Reduktion der Abflussspitze mittels Rückhalt und Versickerung zu entlasten.

Durch unversiegelte (und begrünte) Flächen kommt es zu einer Reduktion der Wärmespeicherung durch Förderung der Versickerung (und Verdunstung). Die notwendigen Erschließungsflächen im privaten und öffentlichen Raum sollten vermehrt mit versickerungsfähigen Belägen ausgestattet werden.

Auf privaten Flächen ist eine zunehmende Versiegelung – die neben der Steigerung der Gebäudegröße oder Nebengebäude durch Terrassen, Parkplätze/Garagen, Erschließungswege etc. ausgelöst wird – zu beobachten. Durch den Einsatz von wasserdurchlässigen Belägen mit einem maximalen **Abflussbeiwert** von ca. 0,3 – worunter z. B. Schotterrassen, lockerer Kiesbelag, Verbundsteine mit offenen Fugen, Sickersteine mit Fugen auf Sand-/Schotterunterbau oder Rasengittersteine fallen – wird ein Versickern vor Ort unterstützt.

Öffentliche Flächen können dabei eine Vorbildwirkung haben. Im Zuge der gestalterischen und funktionellen Aufwertung von öffentlichen Räumen sollten – so es die Nutzungen zulassen – vermehrt wasserdurchlässige Beläge eingesetzt werden.

In Betriebsgebieten kann durch die Anlage von versickerungsfähigen Parkplätzen (inkl. Rückhalt, Verdunstung und Versickerung vor Ort – siehe Maßnahme 10.2) der Regenwasserrückhalt großflächig unterstützt werden.



8.2.2 Maßnahme 10.2 – Förderung des Rückhalts, der Verdunstung und der Versickerung von Regenwasser vor Ort

Der Rückhalt und die Versickerung von anfallendem Wasser von versiegelten Flächen oder Dachflächen können mit verschiedenen Systemen erfolgen. Diese reichen von einfacher Flächenversickerung über Mulden-Rigol-Systeme bis zu Dachbegrünungen bzw. Retentionsdächern. In offenen Systemen wird auch eine Verdunstung und damit Kühlung erreicht.

Dächer sind die ersten Flächen, auf die Regen auftrifft. Gründächer sind je nach Bauform in der Lage, enorme Mengen Niederschlag zu speichern bzw. verzögert abzugeben. Beide Effekte können wichtige Beiträge zum passiven Überflutungsschutz leisten. Bei speziellen Retentionsdächern wird entweder der Abfluss zusätzlich verzögert (z. B. Mäanderdächer) oder Wasser gezielt gespeichert und ebenfalls verzögert abgegeben (z. B. durch Einstaudächer oder die Verwendung von speziellen Substraten). Eine Abflussreduktion sowie ein Versickern und damit ein Beitrag zur Grundwasserbildung können auch durch oberirdische Retention in Form von begrünten oder unbegrünten Mulden und Becken erzielt werden (siehe auch Maßnahme 10.4). Bei diesen Systemen werden Niederschlagswässer zwischengespeichert, versickert oder gedrosselt in den Vorfluter abgegeben. In Kombination mit einer unterirdischen Rigole können das Speicher- und das Retentionsvermögen vergrößert werden.

Eine unterirdische Retention kann durch Schotterkoffer oder Zisternen (siehe Maßnahme 10.5) erfolgen. Durch eine Kombination mit grüner Infrastruktur bzw. der Nutzung des zurückgehaltenen Wassers für diese (siehe Maßnahmen 10.3 und 10.5) lassen sich Synergieeffekte erzielen.

8.2.3 Maßnahme 10.3 – Umsetzung des Schwammstadtprinzips im öffentlichen Raum bei entsprechenden baulichen Voraussetzungen

Die Umsetzung des sogenannten Schwammstadtprinzips dient dazu, möglichst viel anfallendes Regenwasser vor Ort zu speichern bzw. zur Versickerung zu bringen und in Kombination mit grüner Infrastruktur pflanzenverfügbar zu machen. Neben der Reduktion des Oberflächenabflusses (siehe Maßnahme 10.1) und Förderung der Versickerung (siehe Maßnahme 10.2) ist dies eine Maßnahme, die hilft, auf die zunehmenden Starkregenereignisse, aber auch auf zunehmende Trockenheitsperioden – und damit Trockenklemmen in der städtischen Vegetation – zu reagieren. Es gibt unterschiedliche Systeme, aber bei allen wird ein unterirdischer Retentionsraum errichtet. Wasserspeichermöglichkeiten werden unter Gehwegen und/oder Straßen geschaffen, ohne deren Stabilität zu verringern.

Eine Kombination mit grüner Infrastruktur, insbesondere Bäumen, wird empfohlen. Dadurch können Baumpflanzungen und Vegetationsbestände

i

Der **Abflussbeiwert** von Oberflächen stellt das Verhältnis der Niederschlagsmenge zum direkten Abfluss dar. Je niedriger dieser Wert ist, desto mehr Wasser kann versickern. Er variiert sehr stark: Befestigte (z. B. asphaltierte) Wege und Straßen haben einen Abflussbeiwert von 0,8 bis 1, verdichtete Kieswege zwischen 0,6 und 0,8 sowie Grünflächen zwischen 0 und 0,1 (DWA-M 153, ÖNORM B 2506-1).



resilienter gegenüber langen Trockenperioden gemacht werden, da das Wasser vor Ort durch Einleitung in den Wurzelraum zwischengespeichert wird und dann, wenn es benötigt wird, von der Vegetation aufgenommen werden kann. Damit werden nicht nur ein Rückhalt und eine Versickerung, sondern auch eine Verdunstung ermöglicht, die gleichzeitig hilft, die städtische Überwärmung zu reduzieren.

Zu beachten ist, dass die Erweiterung des Wurzelraumes bzw. Retentionsraumes unter den Verkehrsflächen in Konkurrenz mit unterirdischen Einbauten und Leitungen steht und die Versickerung abhängig ist vom anstehenden Boden und vom verfügbaren Straßenquerschnitt (Einschränkung z. B. bei dichten Lehmböden in Kombination mit engen Straßenprofilen) (Damyanovic et al. 2022).

8.2.4 Maßnahme 10.4 – Schaffung von multifunktionalen Rückhalteräumen zur Verbesserung des Überflutungsschutzes durch kurzzeitige Retention

Ein Wasserrückhalt zur Entlastung des Kanalsystems bei Starkregenereignissen kann auch oberflächlich erfolgen. Aufgrund des Platzmangels in bebauten Bereichen können multifunktionale urbane Retentionsflächen (temporär) für den Wasserrückhalt und die Versickerung genutzt werden. Prinzipiell eignen sich öffentliche Freiflächen, wie beispielsweise Plätze oder Parks, die neben ihrer eigentlichen Hauptfunktion als Freiraum temporär als Speicherraum dienen. Diese Rückhalteräume können gleichzeitig als Überflutungsschutz und bei entsprechender Gestaltung auch als Freiräume genutzt werden (= effiziente Nutzung knapper Flächen in der Stadt), in denen Wasser nach Starkregenereignissen temporär erlebbar ist. Bei der Planung öffentlicher Freiflächen wie Parkanlagen, (Regenwasser-)Spielplätzen oder Sportanlagen ist daher sowohl die Erholungsfunktion als auch die Retentionsfunktion zu berücksichtigen. Dadurch können finanzielle Ressourcen gebündelt werden und ebenso Synergien mit anderen Maßnahmen der Klimawandelanpassung (z. B. Hitzeschutz, Förderung der Biodiversität) entstehen.

8.2.5 Maßnahme 10.5 – Effiziente Bewässerung von Bepflanzungen durch Nutzung von alternativen Bewässerungssystemen und Wassersammelsystemen

Durch die Verbindung des Regenwassermanagements mit der Bewässerung von Pflanzen kann einerseits wertvolles Trinkwasser eingespart werden, andererseits die Wasserversorgung der Vegetation verbessert werden. Dies geschieht durch den Einsatz von Wassersammelsystemen wie z. B. Zisternen, die für die Bewässerung von öffentlichen und privaten Grünflächen herangezogen werden können.

Weitere Maßnahmenempfehlungen zur Stärkung der Kapazitäten in der Klimawandelanpassung

9 Weitere Maßnahmenempfehlungen zur Stärkung der Kapazitäten in der Klimawandelanpassung

Neben den konkreten planerischen, naturbasierten und technischen Maßnahmen weitere Empfehlungen zur Stärkung der Kapazitäten und Kompetenzen der Planungsträger:innen ausgesprochen, um eine erfolgreiche Klimawandelanpassung umsetzen zu können (siehe Abbildung 7). Dies umfasst die administrativen, institutionellen, technischen und finanziellen Kapazitäten und Kompetenzen (Schindelegger et al. 2021).

Administrative Kapazitäten – Wissen und Kompetenzaufbau

Voraussetzung für eine erfolgreiche Klimawandelanpassung ist ein behördenverbindlicher interner Auftrag (dem wiederum eine entsprechende politische Entscheidung zugrunde liegen muss) (Schindelegger et al. 2021). Mit der Verankerung der Klimawandelanpassung im REK Neu werden die Voraussetzungen dafür geschaffen.

Einige Städte haben auch eigene Anpassungs- bzw. Stabsstellen zur laufenden Koordination der Klimawandelanpassung etabliert und Stadtklimatolog:innen in die planenden Dienststellen eingebunden. Auch für die Stadt Salzburg wird empfohlen, entsprechende Kapazitäten und Kompetenzen aufzubauen. Ein Ausbau der Ressourcen und des Wissens sowie eine Weiterentwicklung der Informationsflüsse bzw. -verteilung wird dazu empfohlen.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, bestehende Gremien zur Qualitätssicherung in der räumlichen Planung und Stadtentwicklung – wie z. B. Architekturgruppe 4 (Gestaltungsbeirat) – durch Vertreter:innen mit stadtklimatologischer Kompetenz zu stärken oder neue Gremien wie einen Klimabeirat mit unabhängigen Fachleuten zu etablieren.

Institutionelle Kapazitäten – Förderung der Abstimmung und Zusammenarbeit sowie Förderung der planungsraumübergreifenden Abstimmung

Mit der grundsätzlichen Verankerung der Klimawandelanpassung in der Stadtplanung durch das REK Neu wird auch die Grundlage geschaffen für weitere konkrete Umsetzungsschritte.

Es wird empfohlen, einen konkreten (mehrjährigen) Aktionsplan zur Umsetzung auszuarbeiten, in dem die Prioritäten, die Kosten und die Umsetzungsperspektiven der einzelnen Empfehlungen zu den Zielen und Maßnahmen stadtintern erarbeitet und abgestimmt werden.

Viele Herausforderungen in der räumlichen Anpassung an den Klimawandel lassen sich nicht direkt über die Raum- bzw. Stadtplanung steuern bzw. werden von anderen Fachämtern umgesetzt bzw. beeinflusst. Eine enge Abstimmung ist notwendig, unterstützt eine effektive Umsetzung und reduziert Zielkonflikte. Die Stadtplanung kann hier eine zentrale Koordinierung der Klimawandelanpassung über verschiedene Fachämter übernehmen.

Eine zweite zentrale Koordinationsnotwendigkeit ergibt sich aus dem Moment, dass sich das Klima nicht an Verwaltungsgrenzen hält. Eine räumliche Abstimmung der Stadt Salzburg mit ihren Umlandgemeinden bzw. der Region wird empfohlen, da vor allem großmaßstäbliche Maßnahmen zur Sicherung der Durchlüftung bzw. der Flächen für Kaltluftproduktion nur planungsraumübergreifend möglich sind (Juschten et al. 2021).

Technische Kapazitäten – Grundlagen für evidenzbasierte Entscheidungen

Die Bereitstellung (bzw. das Einfordern seitens der Bauwerber:innen) von Daten und Entscheidungsgrundlagen auf unterschiedlichen Planungs- und Umsetzungsebenen sowie die Institutionalisierung der räumlichen Anpassung an den Klimawandel werden empfohlen (Juhola & Westerhoff 2011). Die Analysen müssen auf den jeweiligen Planungsmaßstab und Zweck abgestimmt werden.

Ein Ausbau der meteorologischen Messstationen kann die Messdichte erhöhen und damit das Monitoring unterstützen. Werden zusätzliche Messstationen errichtet, sollten die Kriterien zur Stationsgüte der World Meteorological Organization berücksichtigt werden, um qualitativ hochwertige und vergleichbare Messdaten zu erhalten (WMO 2023). Zur präzisen Bestimmung lokaler Hotspots können Thermalbefliegungen und Drohnenflüge mit Wärmebildkameras eingesetzt werden. Damit lassen sich relativ einfach fundierte Grundlagen für die Planung bzw. Umgestaltung von städtischen Parks und Plätzen oder bei der Planung sonstiger öffentlicher Räume schaffen.

Zur Prüfung der Auswirkungen von Entwicklungsprojekten auf die thermische Belastung bzw. Durchlüftung können mithilfe mikroklimatischer Simulationen vertiefende Grundlagen im entsprechenden Maßstab geschaffen werden. Zur Umsetzung dieser mikroklimatischen Untersuchungen können externe Gutachten eingeholt oder – wie es in manchen Städten passiert – entsprechende Kompetenzen und Instrumente selbst aufgebaut werden.

Finanzielle Kapazitäten – Ressourcen für die Umsetzung

Zur Umsetzung der Anpassungsmaßnahmen müssen die entsprechenden finanziellen Mittel bereitgestellt werden. Das gilt sowohl für Maßnahmen im eigenen Wirkungsbereich als auch für Anpassungsmaßnahmen von Privaten. Eine Ermittlung des konkreten Ressourcenbedarfs ist dafür die Voraussetzung.

Förderprogramme auf EU-Ebene (z. B. LIFE-Programm, Horizont Europa), bundesweite Förderungen (z. B. Klima- und Energiefonds, Biodiversitätsfonds) oder Landesförderungen können zusätzlich helfen, die Anpassungsmaßnahmen zu finanzieren. Umgekehrt unterstützen stadteigene Förderprogramme für Entsiegelungsprojekte, Gebäudebegrünungen oder (Innen-) Hofbegrünungen – wie sie bereits viele österreichische Städte und Gemeinden aufgesetzt haben – eine rasche Umsetzung der Anpassung.

Weitere Maßnahmenempfehlungen

Zusammenfassung der Empfehlungen zu den Zielbereichen, Zielen und Maßnahmen für das REK Neu

10 Zusammenfassung der Empfehlungen zu den Zielbereichen, Zielen und Maßnahmen für das REK Neu

Stadträume sind im Hinblick auf die Auswirkungen des Klimawandels besonders sensibel. Auch in der Stadt Salzburg sind die Folgen des Klimawandels bereits deutlich spürbar. Dazu gehören steigende Temperaturen, die durch den sogenannten städtischen Wärmeinseleffekt noch verstärkt werden, aber auch Veränderungen im Niederschlagsregime, die sowohl zu einer Zunahme von Starkregenereignissen als auch längeren Trockenheitsperioden führen können. Eine frühzeitige und aktive Anpassung an die Entwicklungen des Klimawandels ist unbedingt erforderlich. Die Beachtung der Folgen des Klimawandels ist bei allen Entwicklungsprojekten relevant und umzusetzen – unter Wahrung folgender Grundsätze:

- Verschlechterungsverbot: keine Verschlechterung für derzeit von der städtischen Überwärmung gering bzw. wenig betroffene Bereiche (Klimatope geringer thermischer Belastung)
- Verbesserungsgebot: Erfordernis der Verbesserung für derzeit von der städtischen Überwärmung mittel bzw. stark betroffene Bereiche (Klimatope mit sehr hoher, hoher und mittlerer thermischer Belastung)

Zur Anpassung an den Klimawandel und zur Umsetzung einer klimaresilienten Stadtstruktur können planerische, naturbasierte sowie technische Lösungen und Maßnahmen eingesetzt werden. Erstere bewirken z. B., dass Flächen für die Kaltluftproduktion und -leitung freigehalten werden und ein vernetztes Grün- und Freiraumsystem in der Stadt gesichert und entwickelt wird. Die Nutzung von naturbasierten Lösungen beinhaltet die Sicherung und den Ausbau der urbanen grünen Infrastruktur (d. h. von natürlichem und naturnahem Grün, das die Evapotranspiration fördert) und blauen Infrastruktur (d. h. von wassergeprägten Flächen und Elementen) im gesamten Stadtgebiet, damit deren regulierende Ökosystemleistungen genützt werden können. Durch technische Maßnahmen zur Anpassung können z. B. Gebäude durch einen außenliegenden Sonnenschutz klimaresilienter gestaltet werden.

Basierend auf den umfangreichen Analysen des Stadtklimas und einem intensiven partizipativen Prozess mit unterschiedlichen Fachämtern der Stadt Salzburg werden folgende Empfehlungen zur Klimawandelanpassung bzw. zur Integration in das REK Neu ausgesprochen:



10.1 Zielbereich I: Verminderung urbaner Wärmeinseln und ihrer Folgen

Durch unversiegelte und begrünte Flächen kommt es zu einer Erhöhung der Verdunstung und Versickerungsleistung sowie Reduktion der Wärmespeicherung. In Abhängigkeit von der unterschiedlichen Bebauungsdichte, der Bebauungstypologie und der damit zusammenhängenden thermischen Belastung (Klimatope) werden unterschiedliche Maßnahmen forciert.

Ziel 1: Schaffung einer hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestruktur

Eine Reduktion der städtischen Überwärmung kann durch die Planung von hitzeangepassten Stadt- und Gebäudestrukturen erreicht werden.

- Maßnahme 1.1 – Berücksichtigung stadtklimatischer Anforderungen und Wirkungen bei allen Entwicklungsprojekten
Jedes Entwicklungsprojekt beeinflusst das lokale Mikroklima. Daher sind stadtklimatische Anforderungen grundsätzlich in alle Planungen und auf allen Planungsebenen durchgängig miteinzubeziehen.
- Maßnahme 1.2 – Berücksichtigung der kumulativen Summenwirkung und Interaktionseffekte von baulichen Eingriffen
Die klimatischen Auswirkungen einzelner Entwicklungsprojekte können sich z. B. durch eine großflächige Nachverdichtung summieren und verstärken. Bei mehreren Entwicklungsprojekten in einem Gebiet wird daher auch bei kleinteiliger Bestandsentwicklung die Prüfung der Wirkung (z. B. durch eine mikroklimatische Simulation) empfohlen.
- Maßnahme 1.3 – Durchführung mikroklimatischer Simulationen der Auswirkungen auf die thermische Belastung bzw. die Durchlüftung
Die Durchlüftung sowie die Sonneneinstrahlung werden durch ein Gebäude beeinflusst (z. B. durch Ablenkung bzw. Verschattung). Durch die sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren ergibt sich eine hohe Komplexität. Ab einer Projekt-Größe von rund einem Hektar wird empfohlen, eine mikroklimatische Untersuchung durchzuführen (stadtklimatisches Gutachten).

Ziel 2: Sicherung und Ausbau einer durchgrünten Stadt

Die Nutzung der klimatischen Regulierungsleistungen urbaner grüner Infrastruktur ist einer der zentralen Ansätze zur Klimawandelanpassung.

- Maßnahme 2.1 – Reduktion der Versiegelung und Ausbau von Begrünungen bei Entwicklungsprojekten
Zunehmend geht der Durchgrünungsgrad durch Neubauprojekte oder Nachverdichtung im Bestand zurück. Durch die Anwendung der Salzburger Grünflächenzahl kann die Durchgrünung bei Entwicklungsprojekten gesteuert werden. Die Flächen des Grünflächenabzugs (15–20 % des Bauplatzes ab einer Fläche von 5.000 m²) können auch für Maßnahmen der Klimawandelanpassung genutzt werden.

- Maßnahme 2.2 – Schaffung kleinflächiger Grünräume und Einsatz von Begrünungselementen im Straßenfreiraum
Das Mikroklima von (größtenteils) versiegelten öffentlichen Räumen lässt sich durch (straßenbegleitende) Grün-, Rasen- und Wiesenflächen, Strauchpflanzungen oder insbesondere Bäume verbessern.
- Maßnahme 2.3 – Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes und Forcierung von Baumpflanzungen
Die Sicherung des erhaltenswerten Baumbestandes und die Erhöhung der Anzahl der Bäume (in Straßen, Parks, auf Plätzen) ist die effektivste Maßnahme zur Hitzereduktion im öffentlichen Raum durch Schattenwirkung und Verdunstung.
- Maßnahme 2.4 – Vorrangige Berücksichtigung standortgerechter und klimaresistenter Pflanzenarten
Durch die hohe Versiegelung, verdichtete Böden und die höheren Temperaturen sind urbane Räume (insbesondere Straßen und Plätze) für Pflanzen „Extremstandorte“. Vorrangig sollten deshalb klimaangepasste und standortgerechte Pflanzen (unabhängig davon, ob es sich dabei um heimische oder nichtheimische Arten handelt) verwendet werden.
- Maßnahme 2.5 – Vermehrter Einsatz von Dach- und Fassadenbegrünungen
Der Einsatz von Dachbegrünungen und Fassadenbegrünungen ist in dicht bebauten Stadtteilen mit wenig Platz für Begrünung eine wichtige Klimawandelanpassungsmaßnahme.

Ziel 3: Verbesserung des thermischen Komforts in Gebäuden und Außenräumen durch technische Maßnahmen

Die Solarstrahlung – also die von der Sonne ausgesandte Strahlung – beeinflusst massiv die städtische Überwärmung und die gefühlte Temperatur. Technische Maßnahmen zur Verschattung und Belüftung unterstützen die Klimawandelanpassung.

- Maßnahme 3.1 – Einsatz von außenliegendem (technischem) Sonnenschutz
Eine Verminderung des thermischen Eintrags kann durch vorspringende Bauteile, Markisen, Dachüberstände sowie starre und bewegliche Sonnenschutzanlagen, Sonnenschutzgläser oder Sonnenschutzfolien erreicht werden.
- Maßnahme 3.2 – Einsatz passiver Formen der Gebäudekühlung und Förderung der (passiven) Lüftungsmöglichkeiten
Durch passive Formen der Gebäudekühlung wie z. B. thermische Bauteilaktivierung sowie die Förderung der Lüftungsmöglichkeiten werden natürliche Prozesse und Bauweisen genutzt, um ohne oder mit minimalem Einsatz von mechanischen Systemen ein angenehmes Raumklima zu schaffen.
- Maßnahme 3.3 – Vermeidung von dunklen Oberflächen unter Berücksichtigung des Ortsbildes
Die Erhöhung der Rückstrahlfähigkeit von (Oberflächen-)Materialien (z. B. durch hellere Farben) kann den thermischen Eintrag und die Speicherung von Wärme reduzieren.

- Maßnahme 3.4 – Ausbau von Verschattungselementen in sonnenexponierten öffentlichen Räumen

Durch die temporäre oder permanente Verschattung von Freiflächen (z. B. durch Pergolen oder Sonnensegel) sowie die Bereitstellung von verschatteten Sitzgelegenheiten kommt es zu einer Verbesserung des Mikroklimas und einer Steigerung der Aufenthaltsqualität.



10.2 Zielbereich II: Sicherung der guten Durchlüftung der Stadt Salzburg

Die gute Durchlüftung und damit die Abkühlung der Stadt Salzburg werden durch unterschiedliche Windsysteme bestimmt. Diese Windsysteme sind in der Planung zu berücksichtigen.

Ziel 4: Sicherung der Kühl- und Durchlüftungseffekte des überregionalen und regionalen Windsystems

Die großräumige Kalt- und Frischluftzufuhr für die Stadt erfolgt durch das überregionale und regionale Windsystem aus Süd bis Südost bzw. aus Nord bis Nordwest.

- Maßnahme 4.1 – Berücksichtigung der Hauptwindrichtung in Bezug auf die Gebäudestellung

Die Gebäudestellung ist auf die (Haupt-)Windrichtung abzustimmen, um eine gewünschte Durchlüftung zu ermöglichen (z. B. keine breiten Baukörper quer zur Hauptwindrichtung, Sicherung eines ausreichenden Abstands zwischen Baukörpern für die Durchlüftung).

- Maßnahme 4.2 – Einholen einer Windstudie bei Entwicklungsprojekten mit einer Gebäudehöhe von mehr als 35 m

Das Einholen einer Windstudie wird bei Entwicklungsprojekten mit Gebäudehöhen von mehr als 35 m im gesamten Stadtgebiet empfohlen, um sicherzustellen, dass die Gebäude nach Errichtung keine negativen Auswirkungen auf die Durchlüftung haben.

Ziel 5: Sicherung des lokalen Hang- bzw. Talwindsystems sowie des Windsystems der Stadtberge

Die drei großen Kaltluft- und Frischluftzubringer für die Stadt Salzburg sind die Glaserbachklamm, das Guggenthal und Söllheim. Sie haben eine große Bedeutung für die nächtliche Abkühlung und müssen in ihrer Funktion gesichert werden.

- Maßnahme 5.1 – Vermeidung von Bebauung, dichten Aufforstungen sowie Dämmen im Bereich der Kaltluftleitbahnen

Kaltluft ist schwerer als erwärmte Luft und fließt eher bodennah ab. Veränderungen an der Topografie und der Oberfläche haben daher Auswirkungen auf den Kaltluftstrom. Dichte Hindernisse wie Gebäude oder Dämme, die die Strömungsgeschwindigkeit reduzieren, sollten vermieden werden.

- Maßnahme 5.2 – Einholen von Windstudien bei Projekten in und in der Nähe von wichtigen Kaltluftleitbahnen
Um festzustellen, ob Projekte in und in der Nähe von wichtigen Kaltluftleitbahnen (Entfernung < 250 m vom „Eindringbereich 2 h“ in der Karte „Kaltluftsystem“) diese wesentlich verändern bzw. beeinflussen, wird das Einholen von Windstudien empfohlen.
- Maßnahme 5.3 – Abstimmung mit den Nachbargemeinden zur Sicherung der Kaltluftproduktion und Kaltluftleitbahnen
Die Kaltluftproduktion bzw. auch die entsprechende Weiterleitung erfolgt auf meist land- oder forstwirtschaftlichen Flächen außerhalb der Siedlungsbereiche. Das ausgeprägte Hangwindsystem ist auch von der räumlichen Entwicklung der Nachbargemeinden abhängig, weshalb eine Abstimmung mit diesen empfohlen wird.

Ziel 6: Sicherung der Kaltluftproduktion und -leitung der Landschaftsräume (Flurwinde)

Die umliegenden Stadtlandschaften produzieren lokal Kaltluft, die die angrenzenden Bereiche der Stadt kühlt. Die Erhaltung dieser Funktion ist für die Stadt Salzburg und ihre Bewohner:innen wichtig.

- Maßnahme 6.1 – Verhinderung einer weiteren Bebauung der Grünräume mit einer besonderen stadtklimatischen Funktion
Große Grünräume tragen vor allem am Abend und in der ersten Nachthälfte effizient zu einer Kühlung der Stadt bei. Eine Zerschneidung der Flächen sowie eine weitere Bebauung reduzieren den Kühleffekt und sind deshalb zu vermeiden.
- Maßnahme 6.2 – Klimasensible Gestaltung der Übergänge zwischen Bebauung und größeren Freiflächen
Die Ausbreitung der nächtlichen Kaltluft sollte nicht blockiert oder in falsche Richtungen kanalisiert werden. Die Grenzen bzw. die Übergänge der Grünräume sind wichtig, damit die erzeugte Kaltluft in die Siedlungsgebiete einfließen kann.
- Maßnahme 6.3 – Berücksichtigung und Entwicklung der Landnutzung in den Kaltluftproduktionsstätten
Die Landnutzung in den Landschaftsräumen beeinflusst die Kaltluftentstehung. Über offenen Wiesen und Weiden ist die Kaltluftproduktion im Vergleich zu Wäldern oder Ackerflächen am größten. Bei Nutzungsänderungen können gleichzeitig Maßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität gesetzt werden.



10.3 Zielbereich III: Erhaltung, Aufwertung und Schaffung von öffentlich zugänglichen Ausgleichsräumen für die Bevölkerung

Neben ihrer Funktion als Kaltluftproduktionsstätten und -leitbahnen erfüllen Grünräume auch eine Funktion als Ausgleichsräume für die Bevölkerung. Grüne Ausgleichsräume leisten – bei einer entsprechenden Gestaltung bzw. Nutzung – ebenso einen Beitrag zur Förderung der Biodiversität.

Ziel 7: Erhaltung und Aufwertung der Ausgleichsräume

Die großflächigen Landschaftsräume und die Naherholungsräume haben eine wichtige Ausgleichsfunktion, da in ihnen die Lufttemperatur kühler ist als in den bebauten Bereichen.

- Maßnahme 7.1 – Sicherung der großen Ausgleichsräume (Stadtlandschaften) und Verbesserung ihrer Nutzbarkeit und Biodiversität

Eine Erhöhung der Nutzbarkeit aus klimatischer Sicht durch z. B. Schattenplätze, Verdunstungsflächen oder die Verschattung von Wegen durch Baumreihen kann die Ausgleichsfunktion weiter verbessern. Dies kann gut mit Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität kombiniert werden, die gleichzeitig helfen, die regulierenden Ökosystemleistungen zu erhalten.

- Maßnahme 7.2 – Ausbau der Grünflächen innerhalb des Stadtgebiets und Entwicklung einer klimaresilienten und biodiversen Gestaltung öffentlicher Parks

Parkanlagen sind kühler als die Umgebung und können als Ausgleichsräume für die Bevölkerung bei Hitzebelastung dienen. Der Kühlungseffekt wird durch eine klimaresiliente Gestaltung (z. B. Verschattung, Baumpflanzungen) verstärkt. Zusätzlich wird empfohlen, die klimatische Anpassung mit Maßnahmen zur Steigerung der Biodiversität zu kombinieren, die gleichzeitig helfen, die Vegetationsbestände klimaresilienter zu entwickeln.

Ziel 8: Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume

Wohnungsnah bzw. gut erreichbare Ausgleichsräume bieten der Bevölkerung eine Entlastung an Hitzetagen. Kurze und qualitätsvolle Wege für das Zufußgehen und Radfahren unterstützen eine Erreichbarkeit.

- Maßnahme 8.1 – Schaffung einer Erreichbarkeit der Ausgleichsräume innerhalb einer Distanz von 300 m vom Wohnort aus für alle Bewohner:innen Salzburgs

Durch die Schaffung von vielen kleinflächigen, über die Stadt verteilten Grünräumen wird die Erreichbarkeit von Grünflächen zur klimatischen Entlastung der Bewohner:innen und Nutzer:innen gesichert.

- Maßnahme 8.2 – Verbesserung der Erreichbarkeit der Ausgleichsräume durch die Schaffung „grüner Wege“ zur Förderung der aktiven Mobilitätsformen

In Bereichen, in denen ein Ausbau der öffentlichen Ausgleichsräume nicht möglich ist, sollte zumindest die Erreichbarkeit vorhandener Ausgleichsräume verbessert werden. Dies kann durch Lückenschlüsse und eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Grünen Netz der Stadt Salzburg erzielt werden.



10.4 Zielbereich IV: Etablierung eines effizienten Regenwasser-managements und blauer Infrastruktur

Die Veränderungen in den Niederschlagsregimen führen sowohl zu vermehrten Starkregenereignissen als auch zu längeren Trockenperioden. Die städtischen Wasserkreisläufe sind durch die (zunehmende) Oberflächenversiegelung gestört. Der Ausbau sowie der verbesserte Zugang zu blauer Infrastruktur stellen für die Bevölkerung eine Erleichterung an heißen Tagen dar.

Ziel 9: Ausbau und Verbesserung des Zugangs zu blauer Infrastruktur

Wasser spielt eine zentrale Rolle bei der Anpassung von Städten an den Klimawandel. Wasserelemente tragen dazu bei, den Hitzestress zu mindern, indem durch Verdunstung die Umgebungstemperatur gesenkt wird oder Kühlung im und am Wasser gesucht wird.

- Maßnahme 9.1 – Öffnung von verrohrten Gewässerabschnitten und Verbesserung des Zugangs zum und der Erlebbarkeit von Wasser für die Bevölkerung
Die Freilegung verrohrter Gewässer wertet die Stadtlandschaften und Grünräume auf und entlastet zudem die Kanalisation. Durch die Verbesserung des Zugangs zu natürlichen und naturnahen Gewässern werden Erholungsräume geschaffen.
- Maßnahme 9.2 – Umsetzung offener Wasserflächen und Erhöhung des Angebots an (bewegtem) Wasser im öffentlichen Raum
Wasserelemente im Bereich der Straßenfreiräume oder Plätze haben vor allem das Ziel, die Aufenthaltsqualität durch die Verdunstungskühlung zu verbessern. Die Installation von Wasserbecken bzw. Brunnenanlagen, Wasserspielen (mit Bodendüsen, Fontänen) oder Sprühnebelanlagen (Nebelstelen) schafft Erleichterung an heißen Tagen.
- Maßnahme 9.3 – Schaffung von zusätzlichen Trinkbrunnen
Trinkwasser ist essenziell für Gesundheit und Wohlbefinden. Es ist daher wichtig, eine schnelle Verfügbarkeit von Trinkwasser (sowohl für die Bevölkerung als auch die Tourist:innen) durch die Installation einer großen Menge an Trinkbrunnen zu schaffen.

Ziel 10: Regenwassermanagement zur Reduktion des (Oberflächen-)Abflusses sowie Förderung der Versickerung und Verdunstung

Die Minimierung der versiegelten Flächen, damit Wasser vor Ort versickern kann, das Rückhalten und Verdunsten über offene Böden und Pflanzen sowie das Versickern über Bodenfilter oder Sickerschächte helfen, die Kanalsysteme bei Starkregenereignissen zu entlasten, und tragen zur Kühlung bei.

- Maßnahme 10.1 – Reduktion des Regenwasserabflusses durch Einsatz von versickerungsfähigen Oberflächen im öffentlichen und privaten Raum
Durch unversiegelte (und begrünte) Flächen kommt es zu einer Reduktion der Wärmespeicherung durch Förderung der Versickerung (und Verdunstung). Die notwendigen Erschließungsflächen im privaten und öffentlichen Raum sollten vermehrt mit versickerungsfähigen Belägen ausgestattet werden.

- Maßnahme 10.2 – Förderung des Rückhalts, der Verdunstung und der Versickerung von Regenwasser vor Ort
Retention trägt zur Abflussreduktion, einem Versickern und damit zur Grundwasserbildung bei. Gründächer sind ebenfalls in der Lage, Niederschlag zu speichern bzw. verzögert abzugeben. In offenen Systemen wird auch eine Verdunstung und somit Kühlung erreicht.
- Maßnahme 10.3 – Umsetzung des Schwammstadtprinzips im öffentlichen Raum bei entsprechenden baulichen Voraussetzungen
Die Umsetzung des sogenannten Schwammstadtprinzips dient dazu, möglichst viel anfallendes Regenwasser vor Ort zu speichern bzw. zur Versickerung zu bringen und in Kombination mit grüner Infrastruktur pflanzenverfügbar zu machen. Es gibt unterschiedliche Systeme, aber bei allen wird ein unterirdischer Retentionsraum errichtet.
- Maßnahme 10.4 – Schaffung von multifunktionalen Rückhalteräumen zur Verbesserung des Überflutungsschutzes durch kurzzeitige Retention
Aufgrund des Platzmangels in bebauten Bereichen können multifunktionale urbane Retentionsflächen (temporär) für den Wasserrückhalt und die Versickerung genutzt werden. Diese Rückhalteräume können gleichzeitig als Überflutungsschutz und bei entsprechender Gestaltung auch als Freiräume genutzt werden.
- Maßnahme 10.5 – Effiziente Bewässerung von Bepflanzungen durch Nutzung von alternativen Bewässerungssystemen und Wassersammelsystemen
Durch die Verbindung des Regenwassermanagements mit der Bewässerung von Pflanzen kann einerseits wertvolles Trinkwasser eingespart werden, andererseits die Wasserversorgung der Vegetation verbessert werden.

Verzeichnisse

Verzeichnisse

Quellen- und Literaturverzeichnis

- Acero, J., Arrizabalaga, J., Kupski, S. & Katzschner, L. (2013): Deriving an Urban Climate Map in coastal areas with complex terrain in the Basque Country (Spain). *Urban Climate* 4, 35–60. ISSN 2212-0955, doi: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.02.002>.
- Aguiar, F.C., Bentz, J., Silva, J.M.N., Fonseca, A.L., Swart, R., Santos, F.D. & Penha-Lopes, G. (2018): Adaptation to climate change at local level in Europe: An overview. *Environ. Sci. Policy* 86, 38–63. doi:10.1016/j.envsci.2018.04.010.
- Alcoforado, M.J., Andrade, H., Lopes, A. & Vasconcelos, J. (2009): Application of climatic guidelines to urban planning: the example of Lisbon (Portugal). *Landscape and Urban Planning* 90, 56–65. doi: 10.1016/j.landurbplan.2008.10.006.
- Baumüller, J. (2015): A Summary of Key Methodologies. In: Ng, E. & Ren, C. (eds.), *The Urban Climatic Map for Sustainable Urban Planning*. London and New York: Routledge, 35–44.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2015): *Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte*. Bonn: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2017): *Klimaresilienter Stadtumbau. Bilanz und Transfer von StadtKlimaExWoSt*.
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022a): *Biodiversitäts-Strategie Österreich 2030+*.
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022b): *Klimawandelanpassung und Biodiversität – Anpassung an den Klimawandel geht mit Naturschutz Hand in Hand*. Online: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/klimawandelanpassung-biodiversitaet.html.
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.) (2024): *Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Teil 2 – Aktionsplan. Handlungsempfehlungen für die Umsetzung*.
- BOKU & ZAMG (2021): *Klimawandelanpassungskonzept Stadt Salzburg. Bericht zur Grundlagenforschung sowie zur Erarbeitung von Zielen und Maßnahmen für das neue Räumliche Entwicklungskonzept (REK) der Stadt Salzburg*.
- BuGG – Bundesverband GebäudeGrün e.V. (o.J.): *Wirkungen, Vorteile – Fassadenbegrünung*. Online: <https://www.gebaeudegruen.info/gruen/fassadenbegruenung/wirkungen-vorteile-fakten/wirkungen-vorteile/>.

- Choi, C., Berry, P. & Smith, A. (2021): The climate benefits, co-benefits, and trade-offs of green infrastructure: A systematic literature review. *Journal of Environmental Management* 291, 112583.
- Copernicus Land Monitoring Service (2018a): Imperviousness Density 2018 (raster 10 m and 100 m), Europe, 3-yearly. Online: <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-imperviousness/imperviousness-density-2018>.
- Copernicus Land Monitoring Service (2018b): Tree Cover Density 2018 (raster 10 m and 100 m), Europe, 3-yearly. Online: <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-tree-cover-density/tree-cover-density-2018>.
- Damyanovic, D., Grimm, K., Reisinger, P., Gabor, A. & Reinwald, F. (2022): Nachhaltige klimafitte urbane Plätze und Straßen. Projektbericht im Rahmen des Programms InKA – Infrastrukturelle Anpassung an den Klimawandel.
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhawe, A.G., Mittal, N., Feliu, E. & Faehnle, M. (2014): Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management* 146, 107e115.
- Dennis, M., Cook, P.A., James, P., Wheeler, C.P. & Lindley, S.J. (2020): Relationships between health outcomes in older populations and urban green infrastructure size, quality and proximity. *BMC Public Health* 20, 626.
- Dierkes, C. (2015): Zurück zum natürlichen Wasserkreislauf. Online: <https://www.ingenieur.de/fachmedien/technischesicherheit/gewaesserschutz/zurueck-zum-natuerlichen-wasserkreislauf/>.
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S.N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J.N., Gómez-Baggethun, E., Nowak, D.J., Kronenberg, J. & de Groot, R. (2015): Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14, 101–108.
- Europäische Kommission (2013): Grüne Infrastruktur (GI) – Aufwertung des europäischen Naturkapitals. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel, den 6.5.2013, COM(2013) 249 final.
- Europäische Kommission (2021): Ein klimaresilientes Europa aufbauen – die neue EU-Strategie für die Anpassung an den Klimawandel. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel, den 24.2.2021, COM(2021) 82 final. Online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:52021DC0082>.
- European Commission (o.J.): The EU and nature-based solutions. Online: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en.

- Fallmann, J. & Emeis, S. (2020): How to bring urban and global climate studies together with urban planning and architecture? *Developments in the Built Environment* 4, 100023. doi: 10.1016/j.dibe.2020.100023.
- GEO-NET Umweltconsulting (2019): Stadtklimaanalyse Lüneburg.
- Grimm, K. & Achleitner, M. (2018): Stadt Salzburg. Studie Regenwassermanagement. Grundlagen, Maßnahmen und Empfehlungen. Unveröffentlichte Studie im Auftrag der Stadt Salzburg.
- Grunewald, K., Richter, B., Meinel, G., Herold, H. & Syrbe, R.-U. (2016): Vorschlag bundesweiter Indikatoren zur Erreichbarkeit öffentlicher Grünflächen. Bewertung der Ökosystemleistung „Erholung in der Stadt“. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 48(7), 218–226.
- Han, Q., Nan, X., Wang, H., Hu, Y., Bao, Z. & Yan, H. (2023): Optimizing the Surrounding Building Configuration to Improve the Cooling Ability of Urban Parks on Surrounding Neighborhoods. *Atmosphere* 14, 914. <https://doi.org/10.3390/atmos14060914>.
- IIASA, UBA, ZAMG & IPAK (2020): Urban Climate Change Adaptation for Austrian Cities: Urban Heat Islands (ADAPT-UHI). Austrian Climate Research Programme 10th call, KR17AC0K13693. Online: <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/B769957-ACRP10-ADAPT-UHI-KR17AC0K13693-EB.pdf>.
- Juhola, S. & Westerhoff, L. (2011): Challenges of adaptation to climate change across multiple scales: A case study of network governance in two European countries. *Environ. Sci. Policy* 14, 239–247.
- Juschten, M., Reinwald, F., Weichselbaumer, R. & Jiricka-Pürner, A. (2021): Developing an Integrative Theoretical Framework for Climate Proofing Spatial Planning across Sectors, Policy Levels, and Planning Areas. *Land* 10, 772. <https://doi.org/10.3390/land10080772>
- Land Salzburg, Abteilung 5 – Natur- und Umweltschutz (Hrsg.) (2022a): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Salzburg. Erster Fortschrittsbericht der Arbeitsgruppe „Klimawandelanpassung“.
- Land Salzburg, Abteilung 10 – Planen, Bauen, Wohnen (Hrsg.) (2022b): Salzburger Landesentwicklungsprogramm. Gesamtüberarbeitung 2022.
- Littlefair, P., Santamouris, M., Alvarez, S., Dupagne, A., Hall, D., Teller, J., Coronel, J.F. & Papanikolaou, N. (2000): *Environmental Site Layout Planning: Solar Access, Microclimate and Passive Cooling in Urban Areas*. Building Research Establishment Press: Nottingham.
- ÖROK – Geschäftsstelle der Österreichischen Raumordnungskonferenz (Hrsg.) (2021): Österreichisches Raumentwicklungskonzept ÖREK 2030. Raum für Wandel. Beschluss der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK), 20. Oktober 2021.
- Matzinger, A., Riechel, M., Remy, C., Schwarzmüller, H., Rouault, P., Schmidt, M., Offermann, M., Strehl, C., Nickel, D., Sieker, H., Pallasch, M., Köhler, M., Kaiser, D., Möller, C., Büter, B., Leßmann, D., von Tils, R., Säumel, I., Pille, L., Winkler, A., Bartel, H., Heise, S., Heinzmann, B., Joswig, K., Rehfeld-Klein, M. & Reichmann, B. (2017): Zielorientierte Planung

- von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung – Ergebnisse des Projektes KURAS. Berlin.
- Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg (2012): Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung.
- Mora, C. (2010): A synthetic map of the climatopes of the Serra da Estrela (Portugal). *Journal of Maps* 6(1), 591–608. doi:10.4113/jom.2010.1112.
- Pfoser, N. (2016): Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Diss. (unv.), Technische Universität Darmstadt.
- Prutsch, A. & Balas, M. (2014): Anpassung als zweite Säule in der Klimapolitik, CCCA Fact Sheet #12. Online: <https://ccca.ac.at/wissenstransfer/fact-sheets>.
- Reinwald, F., Schindelegger, A., Weichselbaumer, R., Kanonier, A. & Damyanovic, D. (2023a): Climate Proofing of (Urban) Planning Instruments.
- Reinwald, F., Schindelegger, A., Weichselbaumer, R. & Damyanovic, D. (2023b): Anpassung an den Klimawandel in der Raumplanung und Raumordnung. Ein Leitfaden für die Praxis.
- Ren, C., Lau, K.L., Yiu, K.P. & Ng, E. (2013): The application of urban climatic mapping to the urban planning of high-density cities: The case of Kaohsiung, Taiwan. *Cities* 31, 1–16. doi: 10.1016/j.cities.2012.12.005.
- Ren, C. (2015): A review of the historical development of urban climatic map study. In: Ng, E. & Ren, C. (eds.), *The Urban Climatic Map for Sustainable Urban Planning*. Oxfordshire and New York: Routledge, 10–34.
- ROG 2009: Gesetz vom 17. Dezember 2008 über die Raumordnung im Land Salzburg (Salzburger Raumordnungsgesetz 2009).
- Rupnik, G. (2003): Umweltklimatologische Studie Salzburg. *Salzburger Geographische Arbeiten* Band 37.
- Sachsen, T.G. (2013): Die Wirkung von Vegetation in randstädtischen Luftleitbahnen – Studien zur Kaltluft in der Stadt Aachen. Dissertation, Technische Hochschule Aachen.
- Schau-Noppel, H., Kossmann, M. & Buchholz, S. (2020): Meteorological information for climate-proof urban planning – The example of KLIMPRAX. *Urban Climate* 32, 100614. doi: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100614>.
- Scherer, D., Fehrenbach, U., Parlow, E. & Beha, H.-D. (1996): Determination of aggregated aerial types from a Landsat-TM and ERS-1 based land-use classification for the agglomeration of Basel/Switzerland. *Progress in Environmental Remote Sensing and Applications*, 197–200.
- Scherer, D., Fehrenbach, U., Beha, H.-D. & Parlow, E. (1999): Improved concepts and methods in analysis and evaluation of the urban climate for optimizing urban planning process. *Atmospheric Environment* 33, 4185–4193.

- Schindelegger, A., Weichselbaumer, R., Damyanovic, D. & Reinwald, F. (2021): „Climate Proofing“ – Ein Framework zur Integration der Klimawandelanpassung in die Raumplanung. Der öffentliche Sektor [Internet] 47(2), 9–25. doi:<https://doi.org/10.34749/oes.2021.4605>.
- Schwab, U. & Steinicke, W. (2003): Stadtklimauntersuchung Wien. Im Auftrag der MA 22, Wien.
- Sieker, H., Steyer, R., Büter, B., Leßmann, D., von Tils, R., Becker, C. & Hübner, S. (2019): Untersuchung der Potentiale für die Nutzung von Regenwasser zur Verdunstungskühlung in Städten. Abschlussbericht. TEXTE 111/2019, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Hrsg.: Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
- Sievers, U. (2005): Das Kaltluftabflussmodell KLAM_21. Theoretische Grundlagen, Anwendungen und Handhabung des PC-Modells. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 227.
- Sievers, U. (2012): Das kleinskalige Strömungsmodell MUKLIMO_3 Teil 1: Theoretische Grundlagen, PC-Basisversion und Validierung. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main.
- Sievers, U. (2016): Das kleinskalige Strömungsmodell MUKLIMO_3 – Teil 2: Thermodynamische Erweiterungen. Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main.
- Sismanidis, P. (2018): Applying Computational Methods for Processing Thermal Satellite Images of Urban Areas. Doctoral thesis, NTUA. Online: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/handle/123456789/48309>.
- Stadt Salzburg, MA 5/03 – Amt für Stadtplanung und Verkehr (2021a): Grundlagenbericht zum neuen Räumlichen Entwicklungskonzept der Stadt Salzburg. Kapitel 5, Umwelteinflüsse in der Stadt Salzburg. Online: <https://www.stadt-salzburg.at/rek-grundlagenbericht/>.
- Stadt Salzburg, MA 5/03 – Amt für Stadtplanung und Verkehr (2021b): Salzburg neu planen: Handlungsschwerpunkte und Leitsätze. Online: <https://www.stadt-salzburg.at/rek-vision/>.
- Stanhill, G. & Kalma, J.D. (1995): Solar dimming and urban heating at Hong Kong. Int. J. Climatol. 15, 933–941. <https://doi.org/10.1002/joc.3370150807>.
- Statistik Austria (2020): Land- und forstwirtschaftliche Flächen nach Kulturarten. Online: <https://www.statistik.at/atlas/blick/>
- Stewart, I.D. & Oke, T.R. (2015): Local Climate Zones and Urban Climatic Mapping. In: Ng, E. & Ren, C. (eds.), The Urban Climatic Map for Sustainable Urban Planning. Oxfordshire and New York: Routledge, 397–401.
- UBA – Umweltbundesamt (2016): Klimaanpassung in der räumlichen Planung. Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre. Praxishilfe.
- Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark (2016): Unser Lebensmittel Luft. Online: https://www.ubz-stmk.at/fileadmin/ubz/upload/Materialien/publikationen/Unser_Lebensmittel_Luft.pdf.
- Vaz Monteiro, M., Doick, K.J., Handley, P. & Peace, A. (2016): The impact of greenspace size on the extent of local nocturnal air temperature cooling in London. Urban Forestry & Urban Greening 16, 160–169.

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2015): VDI-Richtlinie 3787, Blatt 1. Umweltmeteorologie, Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen. ICS 07.060, 13.040.20, Berlin: Beuth Verlag GmbH.

VN – Vereinte Nationen (2015a): Übereinkommen von Paris. Online: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=SV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=SV).

VN – Vereinte Nationen (2015b): Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Online: <https://www.un.org/depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>.

Weatherpark GmbH – Meteorologische Forschung und Dienstleistungen (2022): Stadtklimaanalyse Innsbruck.

Wiener Umweltanwaltschaft (2009): Biodiversität in der Stadt. Nachrichten der Wiener Umweltanwaltschaft. Online: <https://wua-wien.at/publikationen>.

WMO – World Meteorological Organization (2023): Guide to Instruments and Methods of Observation. Online: https://library.wmo.int/records/item/68695-guide-to-instruments-and-methods-of-observation?language_id=13&back=&offset=.

Zolles, A., Schueler, S., Gartner, K. & Scheifinger, G. (2021): Continuous Parameterization of Leaf Area Index and Phenological Phases Within Deciduous Forests Based on Temperature Measurements. *Front. For. Glob. Change* 4, 768085. doi: 10.3389/ffgc.2021.768085.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellerte vs. gemessene Lufttemperatur an 12 Stationen in der Stadt Salzburg am 01.08.2020 zur wärmsten Zeit des Tages (Mittelwert 14 bis 16 UTC). Die Titel der Panels beinhalten die Prädiktoren der linearen Regressionen zusätzlich zur Geländehöhe (© GeoSphere Austria).	20
Abbildung 2: Wie Abbildung 1, aber für die kälteste Zeit des Tages (Mittelwert 02 bis 04 UTC) (© GeoSphere Austria).	21
Abbildung 3: Wie Abbildung 1, aber für den 30.06.2019 (© GeoSphere Austria).	22
Abbildung 4: Wie Abbildung 2, aber für den 30.06.2019 (© GeoSphere Austria).	23
Abbildung 5: Lufttemperatur in Salzburg am 01.08.2020, modelliert mithilfe von Geländehöhe und DMSG-LST (nachmittags, oben) bzw. der Lufttemperatur aus MUKLIMO_3 (morgens, unten). Die in der Regression verwendeten Stationen sind mit der gleichen Farbkodierung wie in den Abbildungen 1–4 dargestellt (© GeoSphere Austria).	24
Abbildung 6: Windrose aus den Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten vom Salzburger Flughafen.	28
Abbildung 7: „Climate Proofing“-Framework im österreichischen Planungskontext (© Reinwald, F., Schindelegger, A. & Weichselbaumer, R. in Schindelegger et al. 2021).	33
Abbildung 8: Die neun Handlungsschwerpunkte des REK Neu (Stadt Salzburg 2021b, 3).	41
Abbildung 9: Schematische Darstellung des Wärmeinseleffektes (Reinwald et al. 2023b).	47
Abbildung 10: Kaltluft bildet sich in der Nacht auf den Hängen und fließt über den Talboden in die Stadt (oben). Im Tal bildet sich ein Kaltluftsee, der in der Stadt für Kühlung sorgt (unten). Werden Gebäude, Dämme oder dichte Wälder in diesen Bereichen errichtet, wird die ausströmende Kaltluft blockiert (© ILAP, verändert nach Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark 2016).	58
Abbildung 11: Der Kühleffekt von Grünräumen durch Kaltluftproduktion und -leitung ist ein komplexes Phänomen, das sich aus einer Kombination vieler Faktoren wie z. B. der Größe des Grünraumes, der Form seiner Grenzen oder der Zusammensetzung und Anordnung seiner Landschaftselemente ergibt. Prinzipiell steigt die in bebauten Bereichen erwärmte Luft auf und kalte Luft strömt aus den umliegenden Grünbereichen in Form von Flurwinden ein. Das gilt für die großen Landschaftsräume, bei denen ein sogenannter „Flurwind“ entsteht (oben), ebenso wie für Grünräume im Siedlungsverband, die eine sogenannte „Parkbrise“ erzeugen (unten) (© ILAP, verändert nach Han et al. 2023).	59
Abbildung 12: Unterschiede zwischen dem natürlichen Wasserkreislauf (links), bei dem ein Großteil des Niederschlagswassers über Evapotranspiration wieder vor Ort verdunstet und zur Grundwasserneubildung beiträgt, und dem Wasserkreislauf im urbanen Bereich (Mitte), bei dem ein Großteil oberflächlich und in weiterer Folge über den Kanal abgeleitet wird. Durch Maßnahmen des Regenwassermanagements lassen sich die Verdunstung und Versickerung verbessern (rechts) (© ILAP, verändert nach Dierkes 2015).	69
Abbildung 13: Simulation der Reduzierung der Anzahl heißer Tage in der Stadt Salzburg durch eine großflächige Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen wie der Reduktion der	

versiegelten Flächen, der Errichtung von Gründächern, der Erhöhung der Anzahl der Bäume und der Reduktion von sickerfähigen Flächen ohne Vegetation (BOKU & ZAMG 2021). ..	75
Abbildung 14: Ein Parklet in der Stadt Salzburg (© Stadt Salzburg/J. Knoll).	77
Abbildung 15: Die Verdunstung über Böden und Pflanzen trägt zur Kühlung bei (© ILAP).	78
Abbildung 16: Salzburger Leitfaden zur Bauwerksbegrünung.....	79
Abbildung 17: Deutlich in der Infrarotaufnahme (unten) sichtbarer Unterschied der Oberflächentemperatur zwischen verschatteten (blauen, kälteren) und unverschatteten (roten, heißeren) Bereichen (© ILAP).....	81
Abbildung 18: Beispiel einer Fischaugenaufnahme eines Hofes, welche die Horizontüberhöhung einer Kugelhemisphäre zeigt. Die Gebäude engen die freie Sicht auf den Himmel und damit die (nächtliche) Abstrahlung ein (© ILAP).	82
Abbildung 19: Breite Gebäude quer zur Hauptwindrichtung blockieren den Wind (oben). Eine Gebäudeausrichtung in Hauptwindrichtung unterstützt eine (gewünschte) Durchlüftung (unten) (© ILAP, verändert nach Littlefair et al. 2000).	84
Abbildung 20: (Ungewünschte) Düseneffekte können entlang von Straßenzügen, zwischen eng beieinanderstehenden Gebäuden oder im Bereich von Durchlässen in Bauwerken auftreten (© ILAP, verändert nach Littlefair et al. 2000).	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung des Versiegelungsgrads, der Baumdichte sowie des modellierten Temperaturmittelwerts der einzelnen Klimatope (Copernicus 2018a, 2018b).....	10
Tabelle 2: Zuordnung der Klimatope (VDI 2015, eigene Darstellung).	11
Tabelle 3: Verwendete Datengrundlagen – Planungshinweiskarte „Städtische Überwärmung“. ..	11
Tabelle 4: Verwendete Datengrundlagen – Planungshinweiskarte „Kaltluftsystem“.	14
Tabelle 5: Verwendete Datengrundlagen – Planungshinweiskarte „Ausgleichsräume“.	16
Tabelle 6: Übersicht jener Maßnahmen aus den verschiedenen Handlungsfeldern der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Salzburg, die eine Relevanz für die Stadtplanung aufweisen (Land Salzburg 2022a, 9ff).....	40