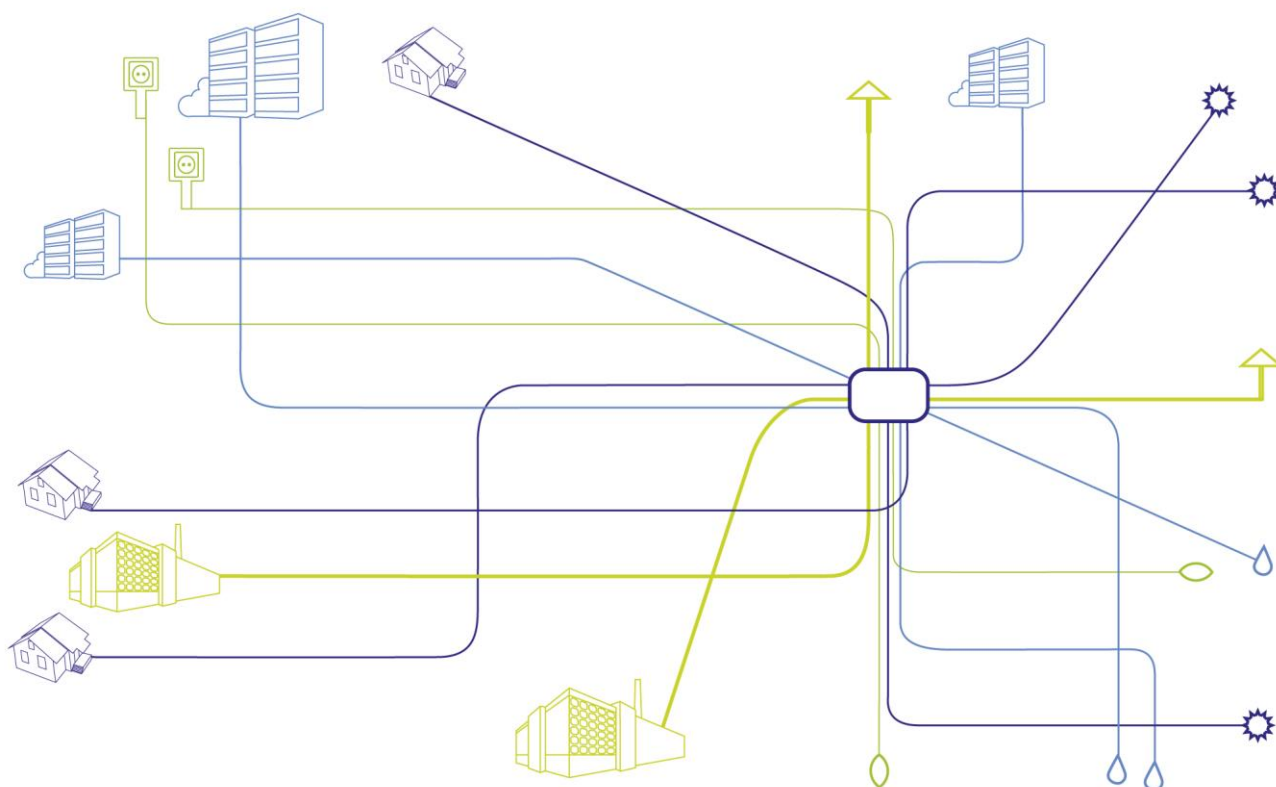




ADAPTsmallCITIES

Data, Tools & Services for Climate Adaptation of Small Cities



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 246 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „**Smart Cities Demo – Boosting Urban Innovation**“. Mit diesem Förderprogramm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, große Demonstrations- und Pilotprojekte zu initiieren, in denen bestehende bzw. bereits weitgehend ausgereifte Technologien und Systeme zu innovativen interagierenden Gesamtsystemen integriert werden.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!



Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und
Energiefonds



Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und
Energiefonds

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A. Projektdetails

Kurztitel:	ADAPTsmallCITIES
Langtitel:	Data, Tools & Services for Climate Adaptation of Small Cities
Programm:	Smart Cities Demo - Boosting Urban Innovation, Ausschreibung 2020
Dauer:	01.03.2021 bis 30.9.2021
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Umweltbundesamt GesmbH
Kontaktperson - Name:	DI Alexander Storch
Kontaktperson – Adresse:	Spittelauer Lände 5, 1090 Wien
Kontaktperson – Telefon:	+431313045965
Kontaktperson – E-Mail:	alexander.storch@umweltbundesamt.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	NEW ENERGY Capital Invest GmbH
Projektwebsite:	Projektwebsite
Schlagwörter (im Projekt bearbeitete Themen-/Technologiebereiche)	<input checked="" type="checkbox"/> Gebäude <input type="checkbox"/> Energienetze <input checked="" type="checkbox"/> andere kommunale Ver- und Entsorgungssysteme <input checked="" type="checkbox"/> Mobilität <input checked="" type="checkbox"/> Kommunikation und Information
Projektgesamtkosten genehmigt:	50.000 € exkl. MWSt
Fördersumme genehmigt:	50.000 € exkl. MWSt
Klimafonds-Nr.:	KR20SC0F17758
Erstellt am:	25.11.2021

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

B. AUSGANGSLAGE

Klein- und Mittelstädte können punktuell dem Klimawandel mehr ausgesetzt sein als Großstädte, haben aber in der Regel nicht ausreichende fachliche und budgetäre Ressourcen, um darauf angemessen und vorausschauend zu reagieren. Forschungsergebnisse zeigen beispielsweise, dass es auch in Klein- und Mittelstädten zu urbanen Hitzeinseln in den immer häufigeren, längeren und intensiveren Hitzeperioden kommt. Verfügbare Daten, Dienstleistungen, Tools und Open-Source Software für die erforderliche Maßnahmenplanung zu recherchieren und deren Nutzbarkeit für die jeweilige Anwendung zu untersuchen, sind zeitaufwendige und anspruchsvolle Aufgaben für diese Städte.

C. PROJEKT

Ziel dieses Projektvorhabens ist es, aus den Ergebnissen aktueller anwendungsorientierter Forschungsprojekte im In- und Ausland jene Inhalte bedarfsorientiert zu extrahieren, welche österreichische Kleinstädte zwischen 5.000 und 25.000 EinwohnerInnen (Anmerkung: wurde im Zuge des Projektes auf Mittelstädte bis 100.000 EinwohnerInnen erweitert) unterstützen, urbane Klimawandelanpassungsmaßnahmen nach dem Stand der Technik, neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und validierten Stadtklimamodellen zu planen und umzusetzen.

Dazu wurde eine Bedarfsanalyse bei ausgewählten Städten durchgeführt, relevante Forschungsprojekte identifiziert und deren Ergebnisse auf ihre Eignung für den Einsatz in Klein- und Mittelstädten untersucht. Zugleich wurden verfügbare Datensätze sowie (Open-Source)-Simulationswerkzeuge und -tools identifiziert und in Hinblick auf ihre Nutzbarkeit für die Zielgruppen bewertet.

Die im Projekt durchgeführten Erhebungen und Analysen wurden in Abstimmung mit dem Klima- und Energiefonds zur Beantwortung der in der Ausschreibung gestellten Fragen für die Klimawandelanpassung österreichischer Klein- und Mittelstädte folgendermaßen strukturiert:

- Bedarf der Städte an Stadtklimamodellen
- Erkenntnisse & Daten aus der Forschung
- Nutzung von Fernerkundungsdaten
- Verfügbare Daten und Dienste
- Software, Tools und Nutzenanalyse

D. Ergebnisse

Die folgenden vier Fragestellungen konnten im Rahmen der F&E Dienstleistung zu "Data, Tools & Services for Climate Adaptation of Small Cities" der 9. Ausschreibung Smart City Demo – Boosting Urban Innovation beantwortet werden.

Fragestellung 1

Welchen Bedarf haben österreichische Kleinstädte im Bereich von wissenschaftlich fundierten Stadtklimamodellen und -simulationen als Grundlage für Planungs- und Umsetzungsmaßnahmen in der urbanen Klimawandelanpassung (Interviews/Befragung von mind. 5 Kleinstädten zw. 5.000 und 25.000 EinwohnerInnen)?

Beantwortung

Klimawandelanpassung wird von allen Interviewpartnern als langfristige, große Herausforderung angesehen. Wichtige Motivationen, sich mit diesen Themen zu beschäftigen, sind einerseits die Verbesserung bzw. Erhalt der Lebensqualität, andererseits der Schutz vor Naturereignissen (Vermeidung von Schäden an Eigentum und Personen).

Dabei ist ein West-/Ost-Gefälle erkennbar. Während im Osten Österreichs vor allem die Überhitzung in den Stadtzentren als zentrales Thema genannt wird, stehen im Westen teilweise die Folgen von Hangrutschungen, Muren oder ähnlichem im Vordergrund. Inwieweit sonstige Extremwetterereignisse wie Starkregen von Relevanz sind, hängt hingegen stark von den lokalen Gegebenheiten (Struktur der Entwässerungssysteme, topographische und hydrologische Situation) ab.

Betreffend die bereits heute spürbare sommerliche Überhitzung in Städten besteht neben dem Wunsch zur quantitativen Darstellung des Stadtklimas zur Bewertung in Planungsentscheidungen auch der Wunsch den Erfolg von Maßnahmen messen zu können (Monitoring).

Basierend auf der grundlegenden Motivation der Städte zur Beschäftigung mit Klimafolgenanpassung konnten folgende fünf zentrale Anwendungsfälle („use cases“) für Stadtklimaanalysen identifiziert und bestätigt werden:

1. (Über)regionale Raumplanung (insb. Kaltluftschneisen mit kühlender Zuluft aus Waldflächen und Gewässern in der Stadt und besonders aus dem Umland)
2. Stadtplanung (Flächenwidmungsplan, Bebauungsplan, Baufluchtlinien, etc.)
3. Planung des öffentlichen Raumes (Straßen, Plätze, Grünflächen)
4. Quartiersplanung (Anordnung von Gebäuden, Grünflächen sowie Entsiegelung)
5. Optimierung von (großvolumigen) Gebäuden (inkl. ev. Förderungen)

Der primäre stadtspezifische Bedarf an Stadtklimamodellen und -simulationen ergibt sich aus diesen 5 „use cases“ und sind je nach Anwendungsfall meso- oder mikroskalig.

Vielfach wurde bei kommunalen Entscheidungsträgern von Klein- und Mittelstädten ein Mangel an Bewusstsein über die Notwendigkeit, sich mit der Entwicklung des Stadtklimas und dem Bezug zu laufenden Entscheidungen und Planungen zu befassen, festgestellt.

Fragestellung 2

Welche Erkenntnisse aus abgeschlossenen nationalen (v. a. aus den Programmen ACRP, Stadt der Zukunft, ASAP) und internationalen Forschungsprojekten (v. a. aus JPI Climate, JPI Urban Europe, H2020) sind dafür geeignet, speziell österreichischen Kleinstädten eine verlässliche Wissens- und Datenbasis für deren lokale Planung und Umsetzung von Klimawandelanpassungsmaßnahmen an die Hand zu geben?

Beantwortung

Fragen der Klimawandelanpassung im urbanen Raum werden in einer Vielzahl von Forschungsprogrammen und -initiativen adressiert. Stadtklimamodelle werden als das am besten geeignete Planungsinstrument für die Beurteilung der Wirksamkeit von Strategien und Maßnahmen gegen die sommerliche Überhitzung in Siedlungsräumen dargestellt. Aus den Projektdokumentationen und ergänzenden Hintergrundgesprächen lässt sich jedoch ableiten, dass nur ein geringer Teil der Forschungsprogramme im Hinblick auf den praktischen Einsatz von Stadtklimamodellierungen relevant ist. Dabei liegt der Fokus der Anwendung und der Anwenderorientierung eindeutig auf großen Städten.

Viele der internationalen Forschungsprojekte zielen auf die Planung und Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Klimawandelanpassung ab, ohne dabei Stadtklimaanalysen systematisch einzusetzen. Beispielhaft seien hier etwa die großvolumigen Leuchtturmprojekte der „Nature-Based Solutions“-Initiative im Rahmen von Horizont 2020 genannt. Eine Datenbasis für österreichische Klein- und Mittelstädte bieten die internationalen Projekte nicht.

Jene Projekte, die hingegen die Weiterentwicklung entsprechender Simulationswerkzeuge zum Ziel haben, verfolgen in der Regel vor allem einen wissenschaftlichen Fokus, wodurch die Stadtverwaltungen als zentrale Bedarfsträger eher selten aktiv eingebunden sind.

Ähnliches gilt auch für viele der Projekte von JPI Climate. Zudem sind einige der Projekte aus diesem Programm auf spezielle Klimafolgenanpassungsmaßnahmen in bestimmten Regionen oder Klimazonen ausgerichtet, die nicht auf die Situation in Österreich übertragbar sind (z.B. Küstenregionen).

Einige der Projekte aus JPI Climate (z.B. URCLIM) sind zwar äußerst relevant bezüglich der Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen von Stadtklimaanalysen und die daraus abgeleiteten Simulationswerkzeuge, aber eine praktische Relevanz ist für die primären Bedarfsträger (Stadtverwaltungen) kaum gegeben.

Einen Spezialfall stellt das Projektbündel „Stadtklima im Wandel“ dar, das in Deutschland aus nationalen Fördermitteln finanziert wird. Der Fokus liegt zwar ganz klar bei der Entwicklung des Softwarewerkzeuges PALM/PALM4U, es werden jedoch entsprechende Anstrengungen unternommen und zusätzliche Fördermittel eingesetzt, um die Nutzbarkeit dieses Tools für die praktischen Anwender sicherzustellen. Ergänzend seien an dieser Stelle auch die netWORKS Projekte erwähnt (finanziert aus dem FONa-Programm des BMBF), welche aber vorwiegend Fragen zur „blauen Infrastruktur“ adressieren.

National sieht die Situation ähnlich wie auf europäischer Ebene aus. Die meisten Projekte in Förderprogrammen wie „SCD - Smart City Demo“ oder „SdZ - Stadt der Zukunft“ beschäftigen sich mit der konkreten Umsetzung und Entwicklung von Innovationen - wie zum Beispiel für die Quartiersbegrünung - im Bereich der Klimafolgenanpassung. Stadtklimamodellierungen spielen in diesen Projekten entweder gar keine oder nur eine untergeordnete Rolle.

Auch in anderen nationalen Förderprogrammen (wie z.B. ACRP - Austrian Climate Research Programme des Klima- und Energiefonds oder ASAP - Austrian Space Applications Programme) liegt der Fokus oft auf anderen Aspekten. Für die gegenständlichen Fragestellungen sind jedoch insbesondere die Projektergebnisse der ASAP-Projekte „Anwendungsmöglichkeiten von Sentinel-Daten für ein Monitoring im Umwelt- und Naturschutz in Städten am Beispiel Wien“ (SeMoNa22) und „Improvement and verification of urban extreme Temperature predictions with satellite and ground observationS in Austria“ (VERITAS-AT) von Interesse. Die Ergebnisse sind aber (noch) nicht öffentlich publiziert bzw. noch nicht abgeschlossen. Nähere Details dazu in den

Projektsteckbriefen der FFG. Aus den ca. 600 ASAP Projekten seit 2002 konnten nur wenige relevante Projekte identifiziert werden.

Die nationale Programmlinie „Stadt der Zukunft“ weist die meisten relevanten FuE-Projekte auf, da es in den Ausschreibungen seit einigen Jahren den Schwerpunkt „Stadt Begrünung“ verfolgt. Das Programm ACRP weist nur wenige Projekte, wie zum Beispiel das Projekt „Urban Climate Change Adaptation for Austrian Cities: Urban Heat Islands“ (ADAPT-UHI) zur Untersuchung des Wärmeinseleffekts in kleineren Städten mit Bezug zu verschiedenen lokalen Anpassungsstrategien unter Einbindung der Bedarfsträger und durch das Projekt „Klimaszenarien für Österreich (1971-2100“ (ÖKS15), zum Thema Stadtklima auf. Die beiden genannten Projekte sind durch die Darstellung regionalisierter Klimainformationen besonders themenrelevant und bieten damit auch eine österreichweite Informations- und Datenbasis für Klein- und Mittelstädte.

Ergänzend wurden auch Projekte bzw. Initiativen zur Klimafolgenanpassung recherchiert, welche mit Stadtklimamodellierungen nur am Rande zu tun haben, aber für Stadtverwaltungen aus unterschiedlichen Gründen (Zum Beispiel Stakeholdereinbindung und Partizipation bei der Planung und Umsetzung von Stadtklimamaßnahmen), von besonderem Interesse sein könnten. Beispielhaft genannt sei hier die Initiative „Gies den Kiez“, welche von der Technologiestiftung Berlin finanziert bzw. unterstützt wurde, oder das SCD-Projekt „LiLa4green“ (siehe Projektsteckbrief).

Fragestellung 3

Welche Rolle können Fernerkundungsdaten (v. a. Sentinel-Daten im Copernicus-Programm) und deren Auswertung in den oben genannten Fragestellungen spielen? Welche vergleichbaren Projekte gibt es bereits in anderen europäischen Ländern (z. B.: „Fernerkundliche Erfassung und stadträumlich-funktionale Differenzierung der Grünausstattung von Städten in Deutschland“; BBSR 2019)?

Beantwortung

Satellitendaten können bereits heute in hoher zeitlicher Auflösung Informationen auf Stadtebene liefern. Insbesondere in Deutschland konnte das Potenzial von Satellitendaten für die Anwendung in mittleren und größeren Städten eindrucksvoll nachgewiesen werden: Hier sei auf das Projekt „Fernerkundliche Erfassung und stadträumlich-funktionale Differenzierung der Grünausstattung von Städten in Deutschland“ des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) verwiesen. Dieses richtet sich an Stadtplaner:innen und arbeitet mit detaillierten Karten und Indikatoren zu den Grünflächen für alle deutschen Städte, welche unter anderem auf SENTINEL-Daten basieren.

Ebenso werden Fernerkundungsdaten (gewonnen z.B. durch Laserscanning, Drohnenflüge) von Dienstleistern in größeren Städten erfolgreich eingesetzt. Viele Anwendungen dieser Methoden sind auch in Klein- und Mittelstädten im Bereich bis 100.000 Einwohner sinnvoll machbar, insbesondere bei koordinierten überregionalen Ansätzen betreffend Datenerhebung und Datenaufbereitung können auch die Kosten für die einzelne Stadt niedrig gehalten werden. Daten (Laserscan, optischer Bereich, langwelliges Infrarot) aus Befliegungen mit Flugzeugen oder Drohnen bieten aber schon seit Jahren eine sehr hohe Auflösung und sind teilweise sogar dreidimensional.

Zwei besonders spannende internationale Projekte sind die auf Landsat-Daten beruhenden „Local-Climate-Zones“ (LCZ) der NASA zusammen mit U.S. Geological Survey (USGS) mit einem System zur Entwicklung funktionaler Stadtklimagebiete für alle Städte weltweit, sowie das H2020 Projekt „UrbanFluxes“ zur Strahlungsbilanzierung von Städten basierend auf SENTINEL-Daten. Beide Projekte zeigen sehr gut die Machbarkeit der Nutzung von verfügbaren Satellitendaten auf: Beispielsweise wird bei LCZ praxisnah eine klimaorientierte Raumplanung unterstützt und bei UrbanFluxes der bisher in der Stadt- und Bauplanung in Österreich weitgehend vernachlässigte Aspekt der Albedo und der langwelligigen Wärmestrahlung von Siedlungsgebieten untersucht.

In der Regel ist die räumliche Auflösung von Satellitendaten zwischen 10 und 100 m für mesoskalige Projekte ausreichend, aber für mikroskalige Anwendungen teilweise noch ungenügend. Dies wird sich aber voraussichtlich in den nächsten Jahren deutlich verbessern. Hinsichtlich der direkten Messung der Oberflächentemperatur von Städten stehen derzeit Daten von Landsat 8 und vom am 27. Sept. 2021 gestarteten Landsat 9 mit verbessertem thermischen Sensor und einer Auflösung von 100 m kostenlos zur Verfügung. Dabei wird alle 8 Tage die gesamte Erdoberfläche abgebildet. Zur direkten Identifikation von Urban Heat Islands in Klein- und Mittelstädten ist diese räumliche Auflösung jedoch noch unzureichend. Im sichtbaren Spektralbereich bieten kommerzielle Satelliten bereits heute Auflösungen von unter einem Meter.

Zwar sind alle Rohdaten der Erdbeobachtungssatelliten SENTINEL aus dem COPERNICUS Programm der EU (siehe auch <https://ccca.ac.at/wissenstransfer/copernicus-satellitendaten-fuer-klimaforschung>) frei verfügbar (Siehe themenspezifische Dienste in <https://www.copernicus.eu/de/datenzugriff>), allerdings ist ihre Nutzbarkeit eingeschränkt, da für praktische Anwendungen zuerst große Datenmengen aufwendig aufbereitet werden müssen (Siehe zum Beispiel die Informationen, Indikatoren, Karten und Downloads unter „CORINE Land Cover“ und „High Resolution Layer Imperviousness“ im Datendienst „Land Monitoring Service“ <https://land.copernicus.eu/> bzw. im „Urban Atlas“ der Europäische Umweltagentur EEA <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/view>). Aber auch in diesem Punkt verbessert sich die Situation laufend, da die Europäische Kommission einen Plan kommuniziert hat, in den nächsten Jahren möglichst viele aufbereitete Daten aus COPERNICUS, nutzerfreundlich und kostenlos zur Verfügung zu stellen.

Fragestellung 4

Wie ist die Datenlage im Bereich urbaner Klimawandelanpassung und welche themenbezogene (open source) Software ist auf (inter)nationalem Level verfügbar? Wie ist deren Grad der Nutzbarkeit für österreichische Städte zu bewerten?

Beantwortung

Für das sommerliche Stadtklima auf Meso- und Mikroebene sind je nach Fragestellung und eingesetztem Tool unterschiedliche „Daten“ über das relevante Bezugsgebiet erforderlich, wie zum Beispiel

- Topologie des Geländes,
- Klimadaten inkl. Wind,
- Daten zur Landnutzung und Versiegelung,
- Bebauung inkl. Gebäudehöhe,
- Wärme- und Strahlungsverhalten (Albedo),
- Vegetation (inkl. Baumkatastern, sonstiger Begrünung im öffentlichen Raum und an Gebäuden),
- Typ und Status der Vegetation (z.B. Vegetationshöhe, Baumart, Leaf Area Index LAI, Normalized Difference Vegetation Index NDVI, Bowen-Ratio)
- Boden und Gewässer bzw. Feuchtgebiete,
- Be- und Entwässerung,
- sonstige relevante Verdunstungskühlung bzw. Wärmequellen und Wärmesenken.

Die „Nutzbarkeit“ von Daten, Tools und Modellen wird bestimmt von der zu erwartenden, praktischen Verfügbarkeit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit, sowie ihrer operativen Anwendungsfreundlichkeit und ihrer Einsetzbarkeit für kommunale Entscheidung bei den identifizierten fünf charakteristischen Anwendungsfällen in Klein- und Mittelstädten zur Planung und Umsetzung effektiver und effizienter Maßnahmen.

Hinsichtlich Datenlage betreffend Klimawandelanpassung mit dem Fokus Stadtklima und ihrer Nutzbarkeit zeigt sich in österreichischen Klein- und Mittelstädten folgendes Bild:

- Die Datenlage und Datennutzung ist sehr unterschiedlich in den einzelnen Kommunen
- Bezüglich GIS-Support:
 - In einzelnen Gemeinden existieren Pläne nur in Papierform.
 - Einige Gemeinden besitzen ein eigenes GIS-System (allerdings sind oft nicht alle notwendigen Daten vorhanden, z.B. fehlen fast immer Informationen über Dächer)
 - Viele Kommunen betreiben eine Mischform von GIS und der Papierform
 - GIS steht vielfach auch/nur über externe Dienstleister (technische Büros) zur Verfügung.
- Die Kommunen streben im Allgemeinen bei GIS die Datenhoheit an – die Auslagerung an Dritte wird zum Teil kritisch gesehen.
- Es entstehen durch die Anwendung von Geoinformationssystemen nicht unerhebliche Kosten für die Kommunen.
- Viele relevante GIS-Daten für Kommunen werden von den Bundesländern zur Verfügung gestellt (z.B. Niederösterreich Atlas, DORIS in OÖ; KAGIS in Kärnten; VOGIS in Vorarlberg). Die GIS-Abteilungen in den Kommunen werden in der Regel von den Landes-GIS-Abteilungen fachlich gut unterstützt.

- Die genaue Datenlage kann an konkreten, typischen Beispielen „durchdekliniert“ werden, um ein differenziertes Bild zur Datenlage einer Stadt oder Region zu erhalten.
- Viele GIS-Abteilungen in den Ämtern der Landesregierungen, das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und Statistik Austria können Städten umfangreiche GIS-basierte Daten zum Themenfeld Stadtklima bzw. für Stadtklimamodelle zur Verfügung stellen.
- Das öffentlich, verfügbare „Land Information System Austria“ (LISA) enthält viele nützliche Daten für Kommunen (<https://www.landinformationsystem.at/#/lisa/overview>), wie z.B. Informationen zu Landbedeckung und zur Landnutzung.
- Das BMK bietet durch das ACRP-Projekt „Klimaszenarien für Österreich bis (1971-2100)“ (ÖKS15) für jedes Bundesland detaillierte Factsheets mit Daten und Karten zu verschiedenen Klimaparametern (https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/oeks15.html). Es besteht laut dem „Climate Change Centre Austria“ (CCCA) auch die Möglichkeit solche Factsheets für einzelne Gemeinden zu erstellen (<https://data.ccca.ac.at/group/625ea88f-bd3c-417a-8b57-dfaa8b55b56b?organization=uni-salzburg>).
- Aus dem ACRP-Projekt „Supporting the Austrian Research Community in using recent Climate Change Projections for Climate Impact Studies“ (STAR-IMPACT) stehen Klimadaten und -szenarien in Rasterdaten für ganz Österreich zur Verfügung (<https://data.ccca.ac.at/group/star-impact> bzw. <https://ccca.ac.at/wissenstransfer/star-impact-guideline>).
- Für die Klimawandelanpassungsregion (KLAR!-Programm) stehen Klima-Infoblätter mit Daten zum regionalen Klimawandel 2021-2050 zur Verfügung (<https://klar-anpassungsregionen.at/praxismaterial/klima-factsheets>).
- Im ACRP-Projekt ADAPT-UHI steht im Raster 100m x 100m eine UHI-Risiko Index - Karte für alle Siedlungsflächen in Österreich zur Verfügung (<https://adapt-uhi.org/results?language=en&slug=Outputs>).
- Unter „Situation heute“ zum ACRP-Projekt „Climate change adaptation in municipalities: awareness raising and capacity building for action in Austria“ (CC-ACT) ist eine Österreichkarte mit verschiedenen Klimawandelanpassungsindikatoren je Gemeinde ausgewiesen (<https://ccact.umweltbundesamt.at/>).
- Der Gitterdatensatz und die Klimatographie SPARTACUS der ZAMG mit einer räumlichen Auflösung von 1 km x 1 km für ganz Österreich und einer zeitlichen Auflösung von einem Tag von 1961 bis zum aktuellen Vortag beinhaltet das Minimum und Maximum der Lufttemperatur sowie der Niederschlagssumme. Vertiefte regionale und zeitliche Klimaanalysen sowie Klimakarten können für Städte und ihr Umland erstellt werden (<https://www.zamg.ac.at/cms/de/forschung/klima/klimatografien/spartacus>).

Je höher die erforderliche Auflösung für die Beantwortung einer Fragestellung wird (zum Beispiel mit einer mikroklimatischen Modellierung), umso schlechter ist die Verfügbarkeit der Daten – insbesondere im Fall von Klein- und Mittelstädten.

Viele Daten sind bereits vorhanden (z.B. zur Flächennutzung), aber zum Teil stehen sie den Kommunen nicht digital zur Verfügung. Einige Daten fehlen manchmal. Beispielsweise hat nicht jede Stadt Laserscandaten, einen digitalen Baumkataster bzw. ein Grünflächen Monitoring. Informationen zu Oberflächeneigenschaften – insbesondere der Dächer – fehlen weitgehend. In manchen Anwendungsfällen ist die räumliche Auflösung der Daten unzureichend. Innovative Erhebungsmethoden stehen zur Verfügung (Befliegung mit Flugzeug oder Drohnen; Satellitendaten), benötigen aber eine entsprechend koordinierte Planung mit einer automatisierten, qualitätsgesicherten Auswertung.

Hinsichtlich verfügbarer Software stehen grundsätzlich eine Vielzahl möglicher Software- und Simulationsumgebungen zur Verfügung, sowohl als kommerzielle Produkte bzw. als Open Source. Die Eignung der jeweiligen Software ist insbesondere vom jeweiligen Anwendungsfall abhängig.

Perspektivisch ist insbesondere die Open Source Software PALM / PALM4U von Interesse, welche derzeit entwickelt und von Forschungseinrichtungen eingesetzt wird. Die Software soll insbesondere auch kleinräumigen Modellierungen z.B. für die Analyse von Plätzen und Straßenzügen ermöglichen und ist insbesondere auch für die Planung und Optimierung von Quartieren oder des öffentlichen Raums geeignet. Derzeit wird für solche Fragestellungen zumeist das Softwaretool ENVI-MET verwendet. Dieses wurde zwar ursprünglich als Freeware zur Verfügung gestellt, ist aber inzwischen nur mehr über kommerzielle Lizenzen verfügbar.

Bezüglich der verfügbaren Werkzeuge lässt sich festhalten, dass es naturgemäß nicht eine Software- bzw. Simulationsumgebung gibt, welche für alle Fragestellungen gleich gut geeignet ist. Je nach Anwendungsfall und Fragestellung sind jeweils unterschiedliche Produkte die beste Wahl.

Kommerzielle Produkte müssen dabei nicht zwingend zum Einsatz kommen. Die Lücke, die dadurch entstanden ist, dass ENVI-MET nicht mehr als Freeware verfügbar ist, kann perspektivisch durch PALM/PALM4U geschlossen werden (zumindest in den allermeisten Fällen).

Ein geeigneter Simulations-Werkzeugkasten (ausschließlich Open Source) würde aus PALM/PALM4U, SURFEX/TEB oder UMEP sowie OpenFOAM bestehen. Damit könnten praktisch alle Anwendungsfälle in Klein- und Mittelstädten, stadtklimatologische Fragestellungen betreffend, angemessen adressiert werden.

Hinsichtlich der Nutzbarkeit der Software für Klein- und Mittelstädte ergibt sich folgendes Bild:

Reichen für den jeweiligen Anwendungsfall mesoskalige Betrachtungen z.B. von Stadtbezirken oder Stadtregionen aus, sind etwa die Software-Umgebungen und Modellierungswerkzeuge SURFEX/TEB oder UMEP (SUEWS/SOLWEIG) gut geeignet. Die ZAMG setzte bisher in vielen Projekten für die Mesoebene, das vom Deutschen Wetterdienst DWD entwickelte, MUKLIMO-3 ein.

Bei mikroskaligen Fragestellungen (Optimierung einzelner Baublöcke) eignen sich hingegen CFD („Computational Fluid Dynamics“) Modelle besonders gut. Auf Open Source Basis bietet sich hier insbesondere OpenFOAM an.

In der Praxis ist je nach Fragestellung eine Kombination verschiedener Tools sinnvoll. Dieser Ansatz wird auch von am Markt aktiven Dienstleistern verfolgt.

Die direkte Nutzbarkeit von Open Source Werkzeugen könnte sich in Zukunft größeren Städten erschließen, für Klein- und Mittelstädte ist der erforderliche Aufbau der Kompetenz und Kapazitäten nicht absehbar. Durch die Nutzung externer Dienstleistungen können jedoch auch Klein- und Mittelstädte stadtklimatische Fragestellungen effizient beantworten.

Sonstige Erkenntnisse

Betreffend die mögliche Nutzung von Stadtklimadaten und -modelle für ein Monitoring von Maßnahmen (siehe Beantwortung Frage 1 zum Bedarf der Städte) muss zwischen einem Umsetzungsmonitoring und einem Wirkungsmonitoring unterschieden werden. Das deutlich einfachere Umsetzungsmonitoring ermöglicht es den Stand und die Qualität der Umsetzung zu messen und darzustellen. Ein solches Monitoring für geplante oder geförderte Stadtklima-Maßnahmen kann auch ohne aufwendige Stadtklimamodelle entwickelt werden. Demgegenüber ermöglicht ein Wirkungsmonitoring die Wirksamkeit einer Maßnahme oder von Maßnahmenbündeln hinsichtlich Zielerreichung zu erfassen und zu bewerten. Ein wirkungsorientiertes Monitoring für geplante oder geförderte Stadtklimamaßnahmen benötigt zumindest für die Entwicklungsphase validierte Stadtklimamodelle.

Stadtklima-Daten und -Modelle können die Städte auch bei der Erfüllung anderer Aufgaben und Ziele unterstützen. Beispiele dafür sind die Grünraumpflege, die Wasserwirtschaft, der

Bodenverbrauch bzw. die Entwicklung der Flächennutzung, Maßnahmen gegen Starkregen und Waldbrände, die Schaffung und Erhaltung von Frischluftschneisen und Kaltlufterzeugungsflächen als Erholungsraum, Maßnahmen für die Biodiversität, oder bauliche Anpassungen und Schutzmaßnahmen gegen Naturgefahren.

Oft bestehen starke Wechselwirkungen von Stadtklimamaßnahmen zu anderen Zielen einer Stadt. Zwei Beispiele sind die Verbesserung der Aufenthaltsqualität in Fußgängerzonen und auf zentralen Plätzen im Sommer und das Ziel der Belebung der Stadtzentren oder der Bedarf an sommerlicher Verschattung an Gebäuden und Ausbauziele für die PV. Meistens können bei der Auswahl und Gestaltung von Maßnahmen Synergien mit anderen Entwicklungszielen verbessert und kontraproduktive Effekte reduziert werden. Meso- und mikroskalige Stadtklimamodelle unterstützen die Identifikation von Hot-Spots für die Entwicklung effektiver und effizienter, synergistischer Maßnahmen.

Da Städten bei Entscheidungen in der Regel keine Daten für eine Kosten-Nutzen-Analyse (Cost-Benefit-Analysis CBA) von Klimaanpassungsmaßnahmen zur Verfügung stehen, werden Entscheidungen primär nach Investitions- und Betriebskosten getroffen. Stadtklimamodelle sind der erste Schritt zur monetären Bewertung des Nutzens von Stadtklimamaßnahmen: Zum Beispiel zur Ökosystemdienstleistung von Bäumen und Grünflächen, zur Verbesserung der Resilienz der Stadt, zur Vermeidung von Schäden durch Extremereignisse, zur Senkung von Gesundheitsrisiken oder zur Verbesserung der Standort- und Lebensqualität.

E. Management Summary

- Der Bedarf an meso- oder mikroskaligen Stadtklimamodellen und -simulationen für Klein- und Mittelstädte ergibt sich aus den erforderlichen Fach- und Bewertungsgrundlagen in der (über)regionalen Raumplanung, in der Stadtplanung, zur Planung des öffentlichen Raumes, der Quartiersplanung, sowie zur Optimierung und Förderung von gebäudebezogenen Maßnahmen zur Anpassung gegen sommerliche Überhitzung in Städten.
- Die Notwendigkeit, sich mit der Entwicklung des Stadtklimas zu befassen und vorausschauend Maßnahmen zu treffen, ist noch nicht allen Entscheidungsträgern und Akteur:innen bewusst – bewusstseinsbildende Maßnahmen können hier unterstützen.
- Aus der großen Anzahl an internationalen Projekten und Programmen mit Relevanz für das Thema Stadtklima kann hinsichtlich der Relevanz für Stadtklimamodelle besonders das JPI Climate - Projekt URCLIM und das Projektbündel „Stadtklima im Wandel“ in Deutschland mit der Entwicklung des Softwarewerkzeuges PALM/PALM4U hervorgehoben werden. Ebenfalls relevant sind das auf Fernerkundungsdaten beruhende H2020-Projekt „UrbanFluxes“ zur Strahlungsbilanz von Städten in Europa und der globale Ansatz „Local Climate Zones“ (LCZ). Auf nationaler Ebene wurden ebenfalls einige relevante Projekte in den Programmen „Smart City Demo“ (SED), „Stadt der Zukunft“ (SdZ), „Austrian Climate Research Programme“ (ACRP) und „Austrian Space Application Programme“ (ASAP) identifiziert (z.B. „Untersuchung des Wärmeinseleffekts in kleineren Städten (ADAPT-UHI)“ und „Klimaszenarien für Österreich (ÖKS15)“).
- Die Fernerkundung weist für Klein- und Mittelstädte sowohl auf Stadtebene (Satellitendaten, Laserscan, Orthophotographie) als auch auf Quartiers- und Gebäudeebene (Drohnen) ein hohes Potenzial für die Datenerhebung, die Analyse (Zum Beispiel mittels Stadtklimamodellen oder für sonstige Tools und Dienstleistungen betreffend Stadt- bzw. Mikroklima), die Stadtplanung (Strategien und Pläne), sowie für die Steuerung von Maßnahmen (Monitoring) auf.
- Stadtklimamodelle stellen ein effektives aber aufwendiges Planungsinstrument für Klein- und Mittelstädte dar. Insbesondere für mikroklimatische Untersuchungen sind sie ein hilfreiches Planungswerkzeug. Für die direkte, eigene Nutzung der Stadtverwaltung existiert zwar Open Source Software, diese sind aber eindeutig an Experten und Expertinnen (Scientific Community, einschlägige Dienstleister, Meteorologen) mit hoher Qualifikation im Bereich Meteorologie, Physik, Stadtklima, Programmierung und GIS gerichtet und in kontinuierlicher Weiterentwicklung. Insbesondere für Kleinstädte unter 25.000 Einwohner sind niederschwellige Zugänge (z.B. Onlinezugang zu Karten- und Datenplattformen) notwendig, da oft eine eigene GIS-Abteilung bzw. die entsprechende EDV-Ausstattung fehlt.
- Produkt- bzw. dienstleistungsunabhängige, anwenderorientierte Planungstools zur Nutzung durch Klein- und Mittelstädte zur Verbesserung des Stadtklimas sind noch sehr ausbaufähig bzw. fehlen derzeit weitgehend.
- Die Datengrundlagen und Modelle betreffend Stadtklima ermöglichen der Stadt auch zahlreiche Nutzungen für andere Aufgaben und Ziele (Z.B. das Grünflächenmanagement oder Schutzmaßnahmen gegen andere Naturgefahren).

- Stadtklimamodelle können auch für ein Wirkungsmonitoring von Strategien oder Maßnahmen für die Stadtregion, sowie für Stadtteile, Quartiere, Straßenzüge oder einzelne Bauprojekte eingesetzt werden. Für ein Umsetzungsmonitoring sind Stadtklimamodelle nicht erforderlich.
- Maßnahmen zur Verbesserung des Stadtklimas werden derzeit so gut wie nie mittels Cost-Benefit-Analysis (CBA) gemeinwirtschaftlich bewertet und sind deshalb nur schwer in fachübergreifenden Stadtentscheidungsprozessen argumentierbar bzw. umsetzbar (z.B. in der Raumordnung, zur Gestaltung des öffentlichen Raumes oder bei der Maßnahmenfinanzierung).



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „Smart Cities Demo –Boosting Urban Innovation 2020“ durchgeführt.

IMPRESSUM

Verfasser:in: Umweltbundesamt GesmbH

DI Alexander Storch
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien
Telefon: +431313045965
E-Mail:
alexander.storch@umweltbundesamt.at

Projekt- und Kooperationspartner:in
NEW ENERGY Capital Invest GmbH

**Eigentümer, Herausgeber und
Medieninhaber:**
Klima- und Energiefonds
Leopold-Ungar-Platz 2/ Stiege 1/ Top 142
1190 Wien
office@klimafonds.gv.at
www.klimafonds.gv.at

Disclaimer:

Die Autor:innen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes:

ZS communication + art GmbH