

Matthias Winkler
BUOLUS Fachveranstaltung | 04.07.2023

Planungswerkzeuge für das Klima auf Stadt- und Quartiersebene

Stadtklima

Grundsätzliches

Definition Stadtklima gem. WMO

- [Ein] "durch Bebauung und Emissionen gegenüber dem Umland verändertes Lokalklima"

Städtische Wärmeinsel

- Temperaturdifferenz zwischen wärmerer Stadt und kälterem Umland, bei Großstädten bis zu 10 Kelvin
- Maximal bei wolkenfreien und windschwachen Wetterbedingungen
- Typische Einflussfaktoren: Gebäudegeometrie, Thermische- & Strahlungseigenschaften der urbanen Oberflächen, Anthropogene Wärmefreisetzung

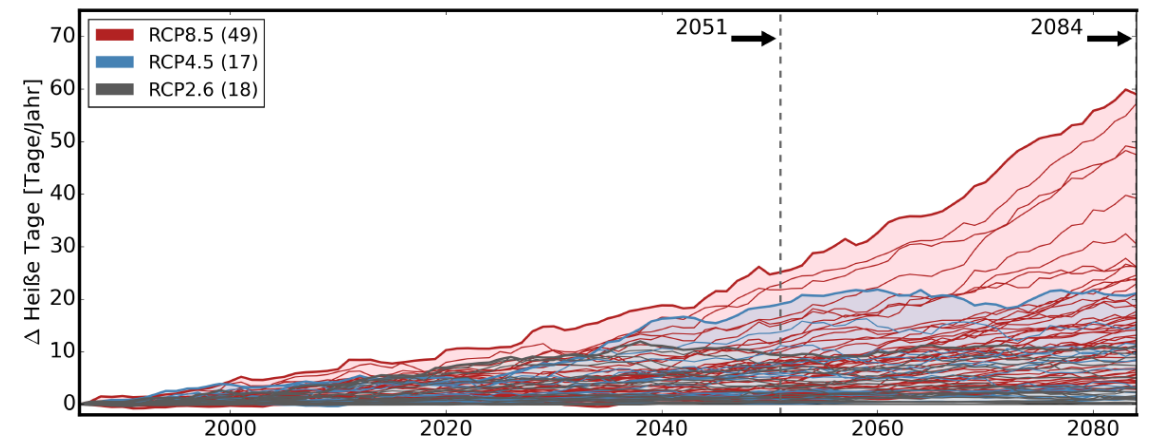
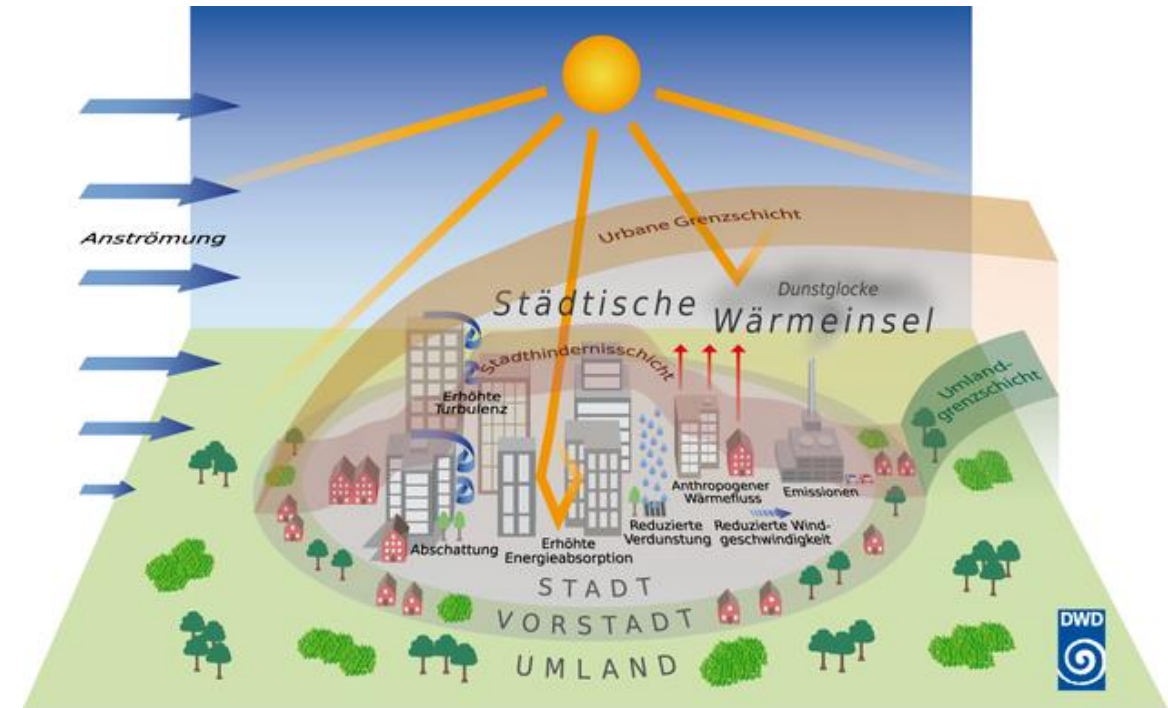


Bild oben: © DWD; Bild: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinsel/bilder/waermeinsel_01.png; Aufgerufen am 20.09.2022

Bild unten: Pfeifer S, Bathiany S, Rechid D: Klimaausblick München und angrenzende Landkreise. Juni 2021, Climate Service Center Germany (GERICS), eine Einrichtung der Helmholtz-Zentrum hereon GmbH.

Stadtklima im Wandel

Projektübersicht

- BMBF-Fördermaßnahme [UC]² - Stadtklima im Wandel
 - Phase I: 2016 – 2019
 - Phase II: 2019 – 2023
- Ziel:
Entwicklung des open-source Stadtklimamodells PALM-4U zu einem Produkt, das sowohl den Bedürfnissen von Kommunen und anderen Praxisanwendern entspricht, als auch für die wissenschaftliche Forschung geeignet ist.
- Strategische Leitlinien des BMBF im Bereich Klimaforschung:
 - Praktische Kompetenz in der Nutzung von Klimawissen aufbauen
 - Die vordringlichsten Wissenslücken zum Klimawandel durch exzellente Forschung ermitteln und schließen

[UC]² Urban Climate Under Change
Stadtklima im Wandel

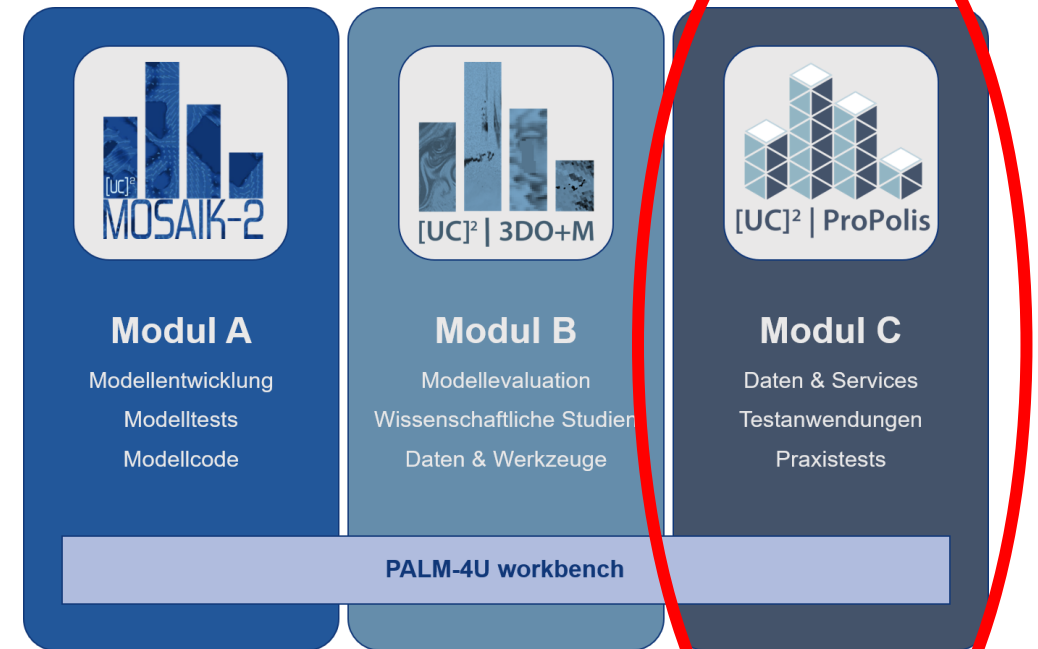


Bild: <http://www.uc2-program.org/module>

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit



DLR Projektträger

Förderkennzeichen: ProPolis 01LP1913

Stadtklima im Wandel | ProPolis

Projektübersicht

ProPolis ist eines von drei Projekten der BMBF-Fördermaßnahme »**Stadtklima im Wandel**« und legt den Schwerpunkt auf den **Praxistransfer** und die **Verstetigung** der Modellanwendung.



Modellpraktikabilität

Anwendungsfälle, Modellläufe, Grafische Nutzeroberfläche PALM-4U GUI, Evaluation



Kapazitätsaufbau

Schulungs- & Supportangebote, Selbstständige Anwendung



Verstetigungsstrategie

Nutzer*innen & Ressourcen, Governance-Struktur, Community Building

Verbundpartner



© GERICS (2020)

Assoziierte Praxispartner

PALM-4U

Stadtklimamodell

PALM-4U ist ein hochauflösendes Stadtklimamodell das für fachübergreifende Analysen zur Bewertung von Fragestellungen des Stadtklimas und der Luftreinhaltung angewandt werden kann.

Hauptfunktionalitäten:

- Turbulenzauflösend (Large-Eddy-Simulation – LES)
- Modellierung relevanter stadtklimatischer Prozesse
- Flexible Modellarchitektur
- Hohe Skalierbarkeit durch parallelisierten Modellkern
- Open Source Software
- In FORTRAN geschrieben, läuft in Linux-Umgebung, nutzt NetCDF als I/O-Datenstandard
- Grundsätzlich skriptbasierte Bedienung
- Grafische Nutzeroberfläche für Praxisanwender wurde im ProPolis-Projekt entwickelt

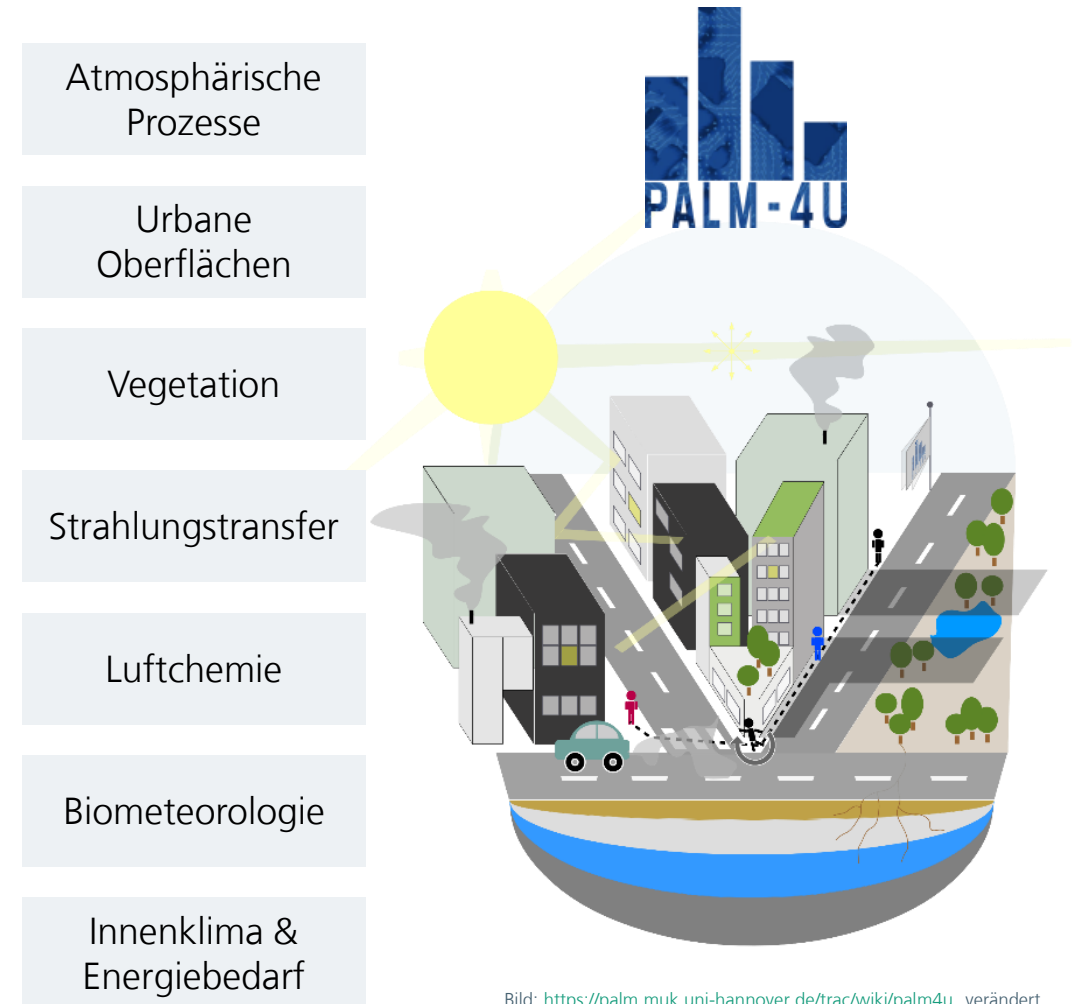


Bild: <https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/palm4u>, verändert

PALM-4U

ProPolis Anwendungsfelder

Anwendungsfelder

- Im Rahmen des ProPolis-Projekts wurden Anwendungsmöglichkeiten von PALM-4U recherchiert, thematisch zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit und Praxisrelevanz bewertet.
- Auf dieser Basis wurden drei Themenbereiche identifiziert welche in der kommunalen und stadtplanerischen Praxis von hoher Relevanz sind, die sogenannten »**Anwendungsfelder**«.
- Für alle Anwendungsfelder wurden Workflows für die Datenein- und -ausgabe, idealtypische Setups sowie Interpretationshilfen entwickelt.
- Ausführlich zusammengefasst im »**Anwendungskatalog**«



[Verfügbar über die ProPolis-Website](#)

PALM-4U

ProPolis Anwendungsfelder

Bild: © Fraunhofer IBP (2021)



Analyse der Wärmebelastung und Durchlüftungssituation unter einer sommerlichen Hochdruckwetterlage.

Thermischer Komfort & Kaltlufthaushalt

Bild: © Fraunhofer IBP (2022); Daten: © GERICS (2022)



Analyse der Auswirkungen von Wind in urbanen Räumen auf das menschliche Komfortempfinden nach der Methodik der VDI-Richtlinie 3787 Bl. 4 (2020).

Windkomfort

Bild: © GERICS (2023)



Analyse zur Schadstoffausbreitung ($PM_{2.5}$ & PM_{10}) aus Verkehrs- und Hausbrandemissionen an einem typischen Wintertag.

Schadstoffausbreitung

PALM-4U GUI

Grafische Nutzeroberfläche für PALM-4U

Die **PALM-4U GUI** ist eine cloudbasierte grafische Nutzeroberfläche für das Stadtklimamodell PALM-4U. Sie vereinheitlicht den Modellierungsprozess in einer Weboberfläche und bietet so einen nutzerfreundlichen und direkten Weg PALM-4U in der praktischen Anwendung zu nutzen.

Hauptfunktionalitäten:

- Vorlagen für typische Standardanwendungen
- Stadtmodell-Editor
- Automatisiertes Simulationsinterface
- High-Performance-Cloud-Computing
- Ergebnisviewer mit umfangreichen Analysetools
- Import- und Exportschnittstellen
- Begleitende Tools zu GIS & 3D Visualisierung
- Open Source Software

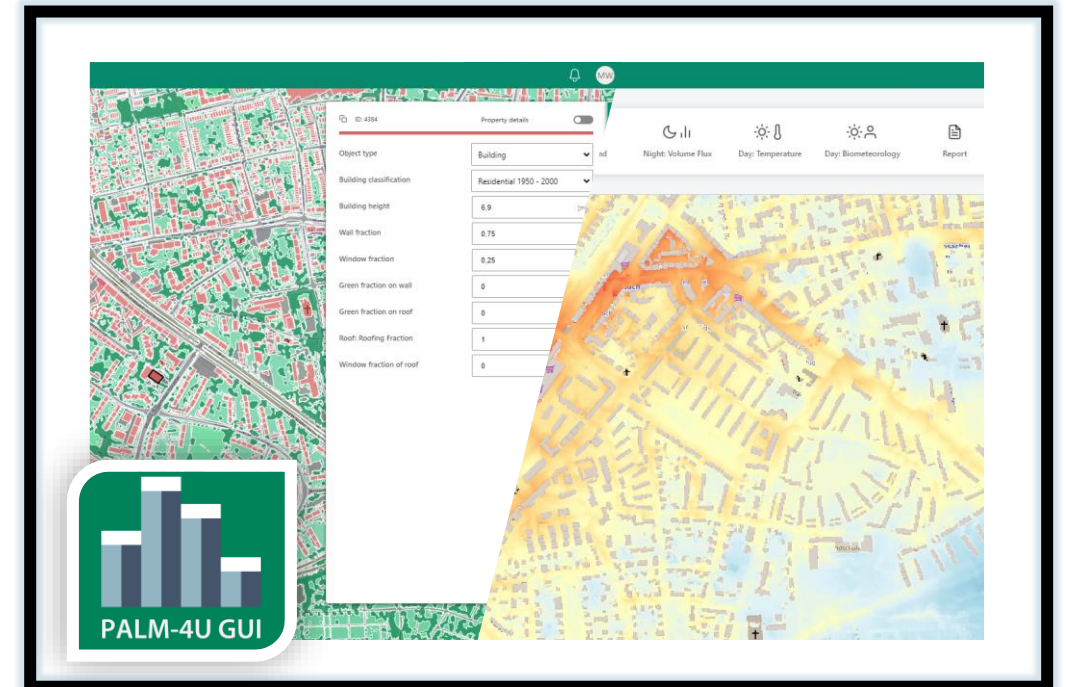


Bild: © Fraunhofer IBP (2022); Daten: © Landeshauptstadt München – Kommunalreferat – GeodatenService (2020 & 2021); Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung (2020)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf



Datenvorbereitung

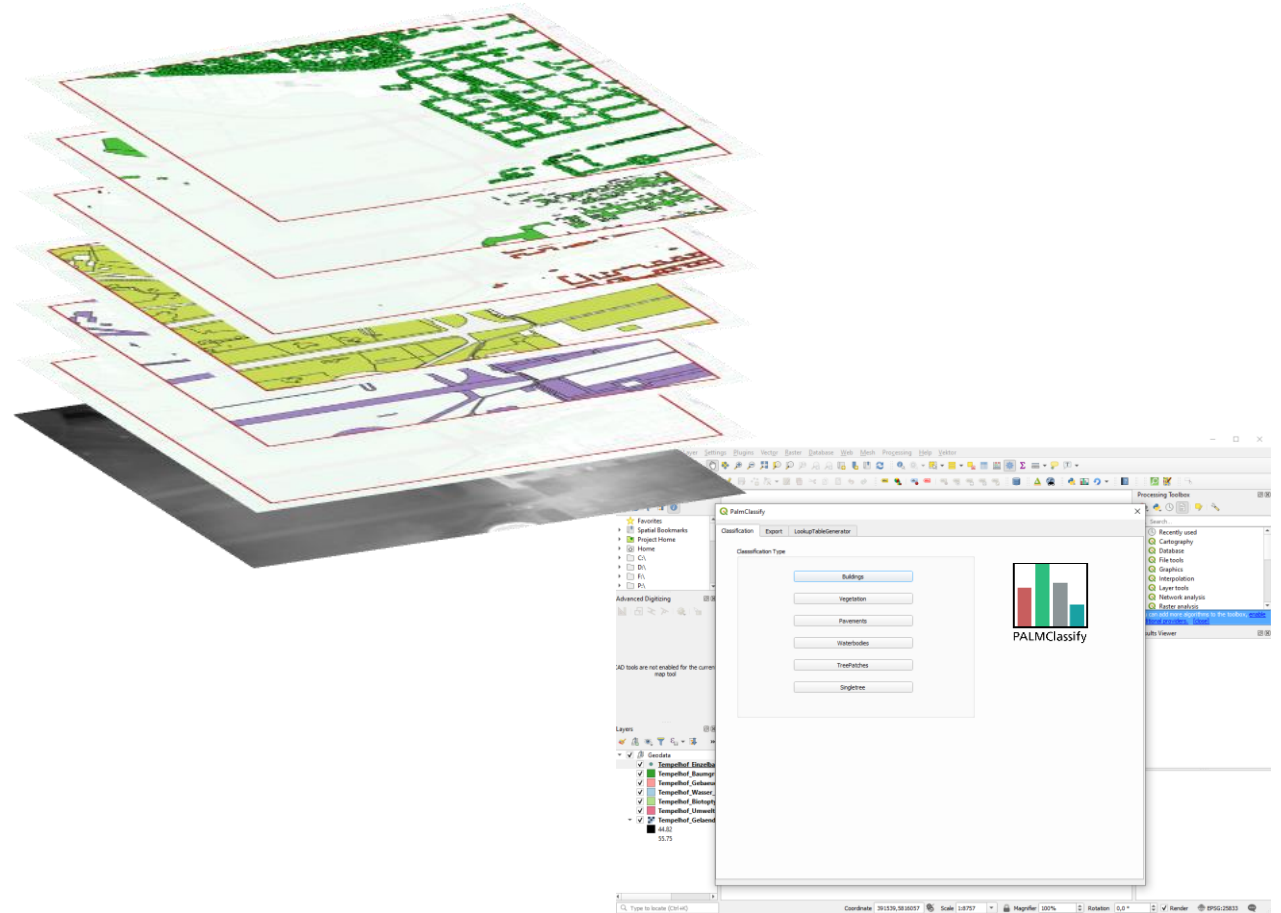


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf



-  **Thermischer Komfort & Kaltlufthaushalt**
-  **Windkomfort VDI 3787 Bl. 4**
-  **Schadstoffausbreitung infolge Verkehr & Hausbrand**

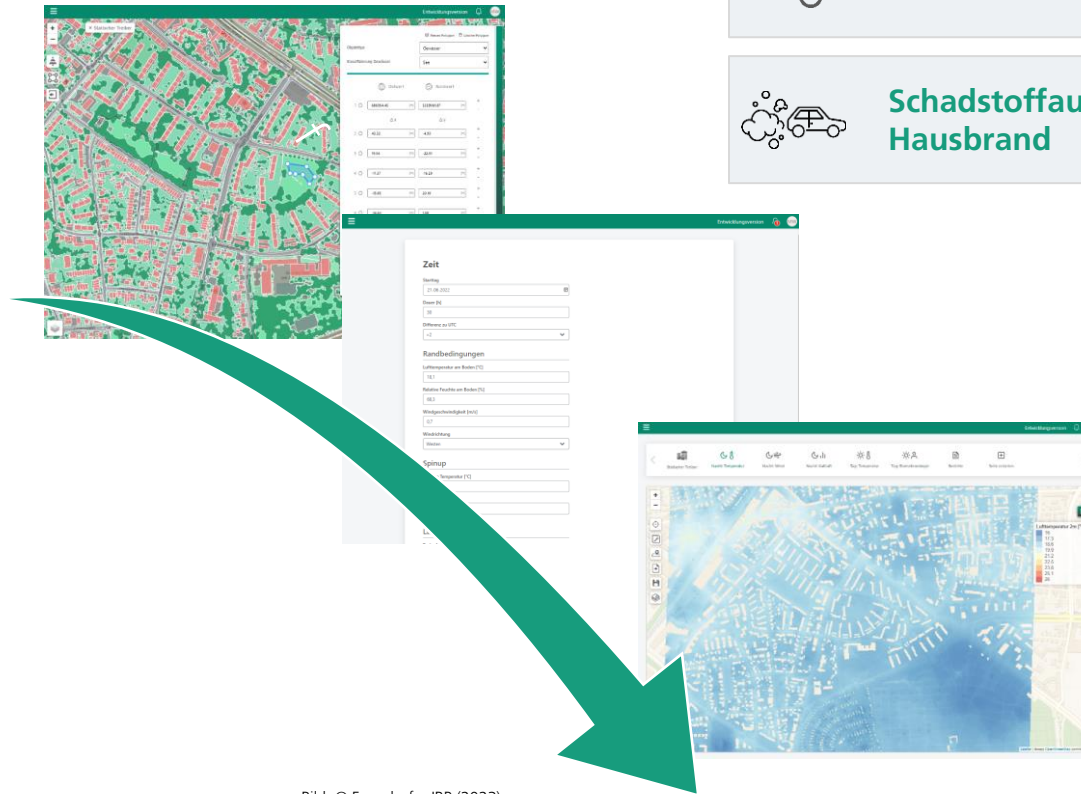


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf

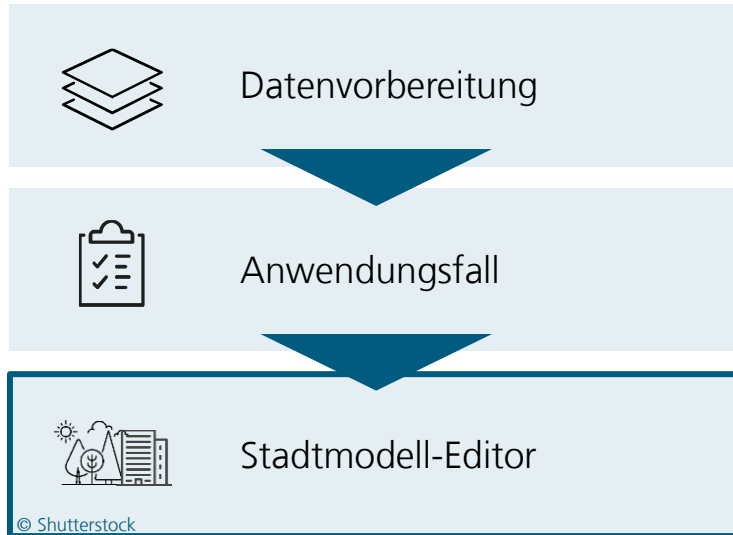
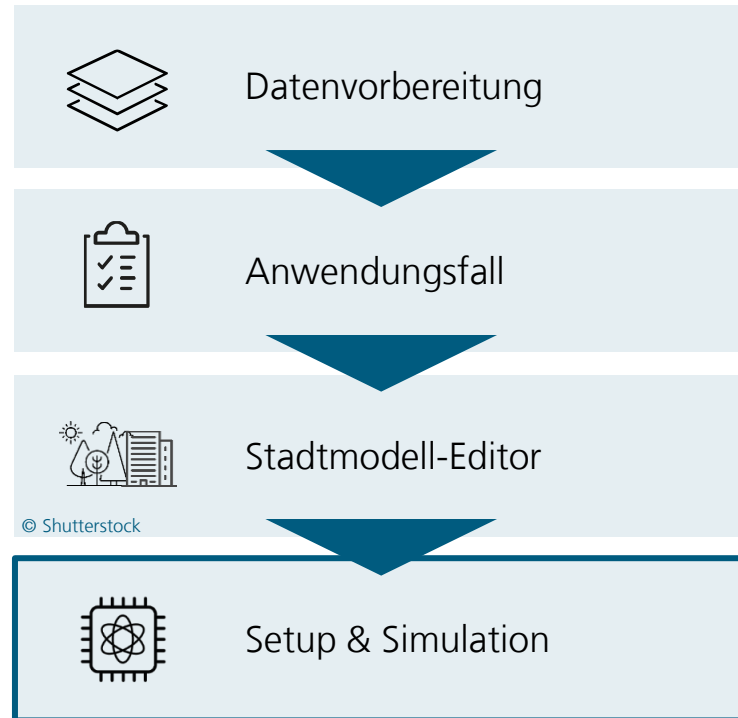


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf



The screenshot shows the 'Simulation' interface of the PALM-4U GUI. The interface is divided into several sections:

- Simulation**: Contains a search bar for 'Nutzereingabe' (User Input) with the text 'Prüfe Nutzereingaben' and a red button labeled 'Simulation abbrechen' (Abort Simulation).
- Status**: Contains input fields for 'Eingangsdaten' (Input Data) with the value 'Gesperrt' (Locked), 'Status' with the value 'Laufend' (Running), and a progress indicator for 'Fortschrittsanzeige' (Progress) showing 32% completion.
- Static_Driver**: Displays warnings: 'warnings: Domain in x or y direction is smaller than 1000m and may not be large enough to resolve important Eddies'. Parameters include 'nx: 200', 'ny: 200', and 'resolution: 5'.
- Setup**: Displays parameters: 'nz: 160', 'used_cores: 100', 'zheight_m: 2608.916015625', and 'use_case: Thermal'.
- Results**: Displays 'output_labels: SurfaceTemperature,VolumeFluxes,Biometeorology'.
- Storage**: Displays 'estimated_runtime: 6' and 'estimated_storage: 1'.

© Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf



Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

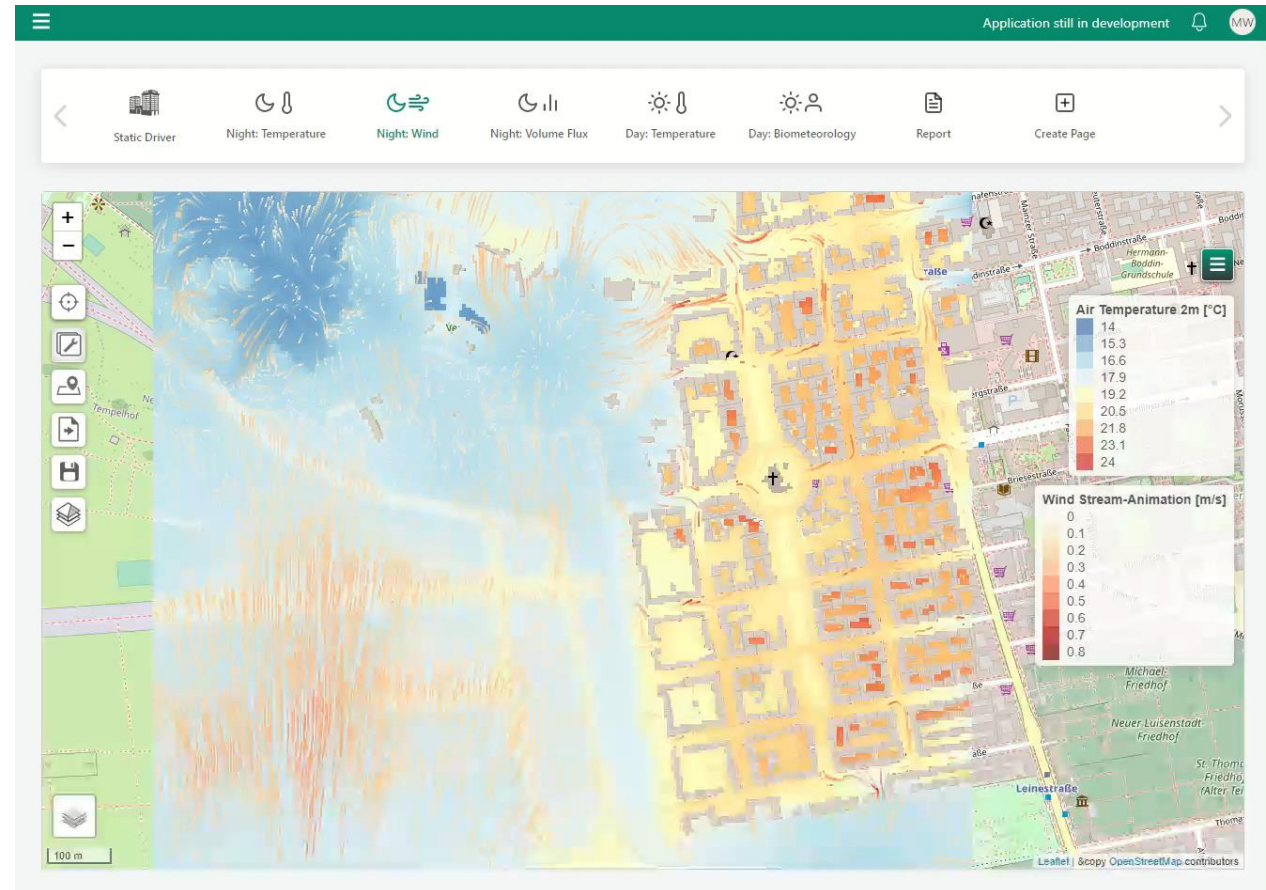


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U Qualifizierung

Schulungs- und Supportangebote zur PALM-4U GUI

Ziel:

Qualifizierung und Unterstützung von Anwendern aus der Praxis zur eigenständigen Bearbeitung stadtklimatischer Fragestellungen mit Hilfe der PALM-4U GUI

Umsetzung in ProPolis:

- Modulares Schulungskonzept
- Regelmäßige virtuelle Seminarangebote
- Begleitender Anwendersupport

Schulungsmodulare:

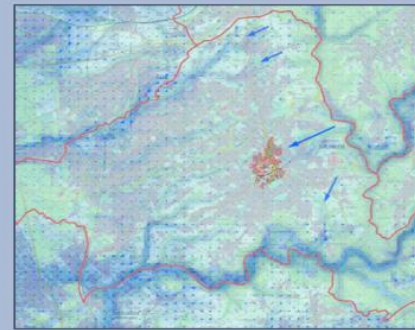
 GIS Grundlagen <small>© Shutterstock</small>	 Grundlagen der Eingangsdaten- aufbereitung <small>© Shutterstock</small>	 Eingangsdaten - Fortgeschrittene <small>© Shutterstock</small>
 Thermischer Komfort & Kaltlufthaushalt <small>© Shutterstock</small>	 Windkomfort VDI 3787 Bl. 4 <small>© Shutterstock</small>	 Schadstoff- ausbreitung

Stadtklima im Wandel | ProPolis

Anwendungsfälle der ProPolis-Praxispartner

Anwendungsfälle der Praxispartner

Die ProPolis-Praxispartner nutzten die PALM-4U GUI um eigenständig stadtklimatische Untersuchungen durchzuführen



Solingen



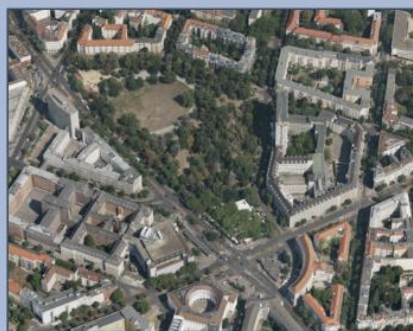
Wärmeinsel Innenstadt
im Klimawandel



Sweco GmbH



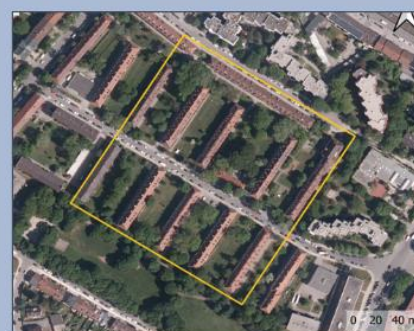
Städtebaulicher Entwurf
für die Stadt Hildesheim



**Berlin
Charlottenburg-Wilmersdorf**



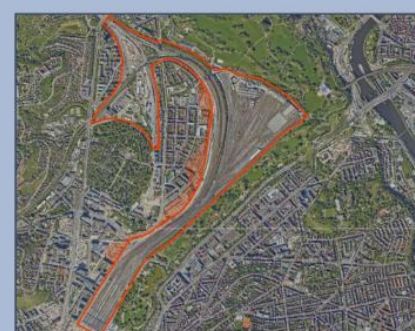
Thermischer Komfort in der
Ausgangssituation



München



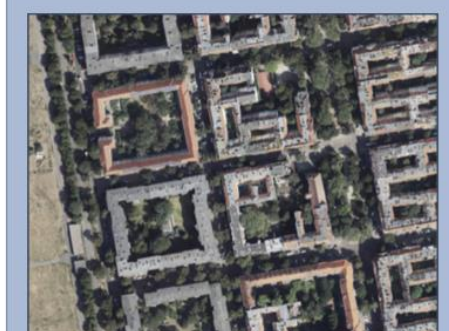
Sanierungsgebiet Moosach –
Untersuchung Thermischer
Komfort und Kaltlufthaushalt



Stuttgart



Windkomfortuntersuchung
Stuttgart Rosenstein C1



**Berlin
Schillerkiez**



Beitrag von Hausbrand-
Emissionen zur
Feinstaubimmission

Alle Bilder: © Difu (2023)

Stadtklima im Wandel | ProPolis

Anwendungsfälle der ProPolis-Praxispartner

Anwendungsbeispiel: „Wärmeinsel Solinger Innenstadt“

Anwendungsfeld: Thermischer Komfort & Kaltlufthaushalt

Untersuchungen



Bestandssituation

Urbane Hitzeinsel in der Solinger Innenstadt und Einfluss der nächtlichen Kaltluftströmung

© Shutterstock



Einfluss städtebaulicher Entwürfe

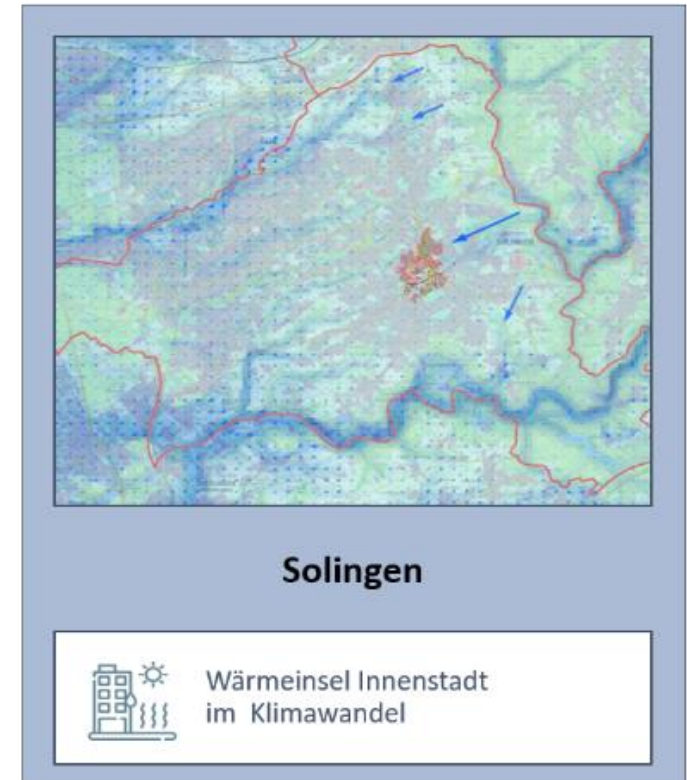
Integration städtebaulicher Entwürfe in die Modellierung und Bewertung der lokalen Einflüsse.



Klimawandel & Wirkung von Anpassungsmaßnahmen

Künftige Auswirkungen auf die Innenstadt mit und ohne Anpassungsmaßnahmen, konkret Dachbegrünungen.

© Shutterstock



© Difu (2023)

Stadtklima im Wandel | ProPolis

Anwendungsfälle der ProPolis-Praxispartner

Anwendungsbeispiel: „Wärmeinsel Solinger Innenstadt“

Anwendungsfeld: Thermischer Komfort & Kaltlufthaushalt

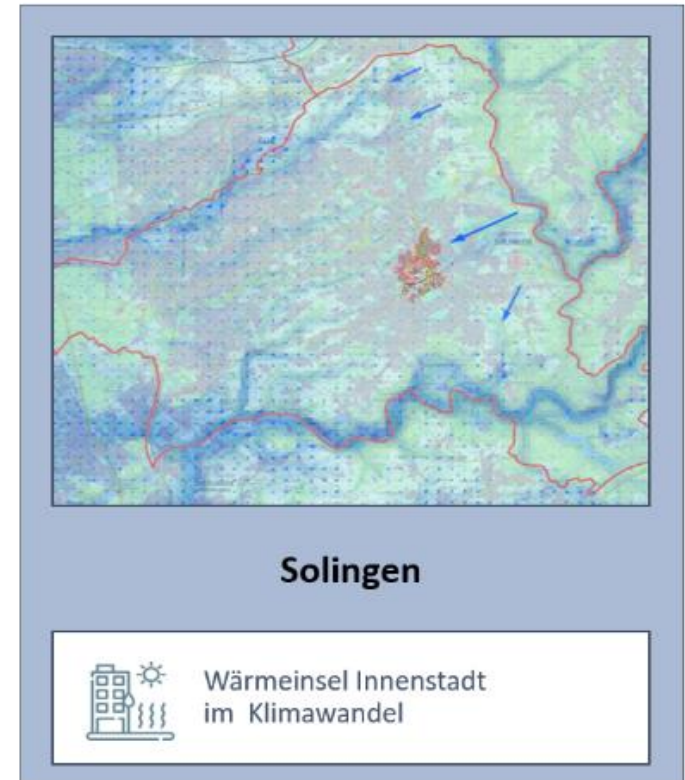


Teamwork

Natur & Umwelt

Geodatenmanagement

Stadtplanung



© Difu (2023)

Anwendungsbeispiele

Shanghai: Stadt-Umland-Beziehung

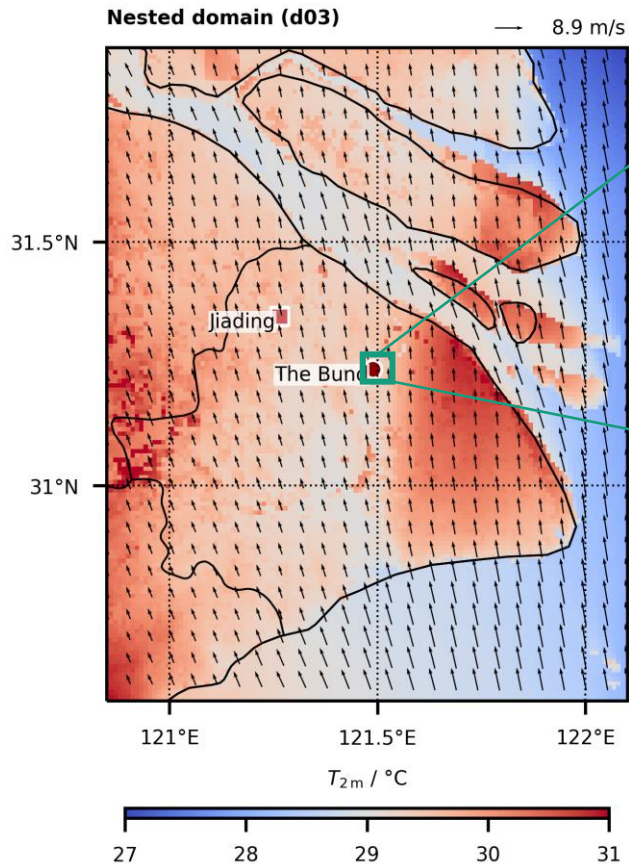
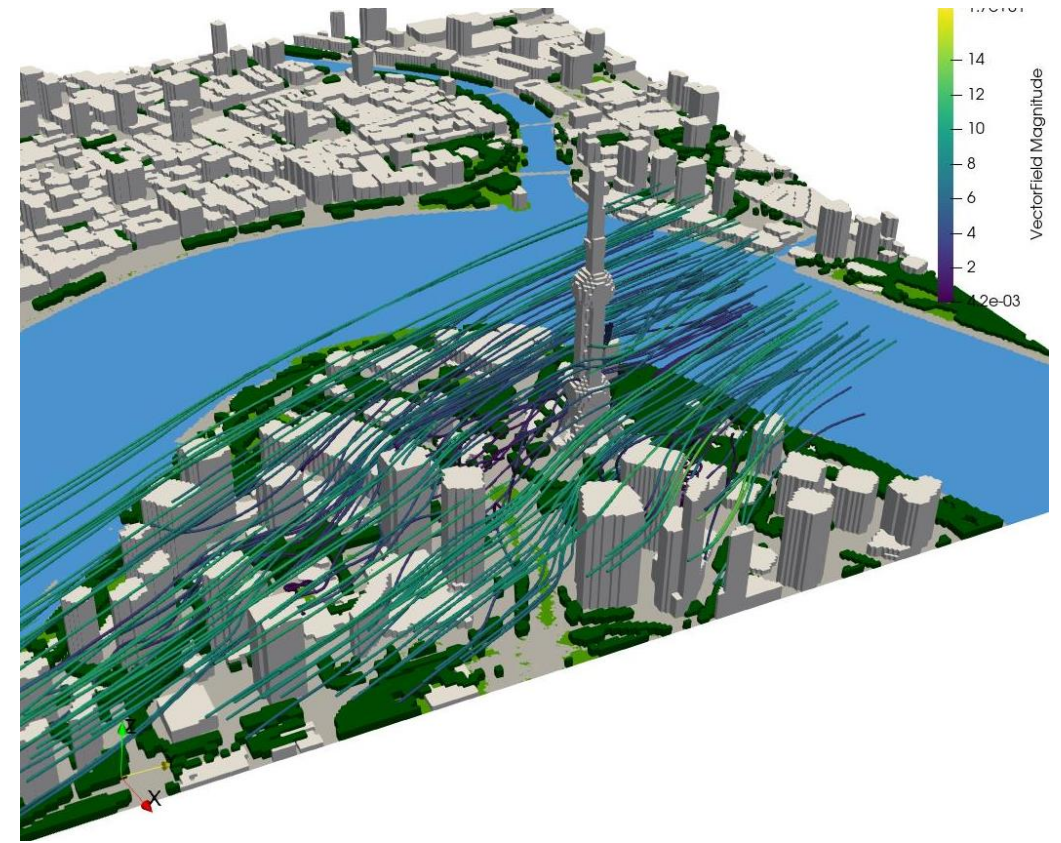


Bild: © Fraunhofer IBP (2021)



Shanghai 5D

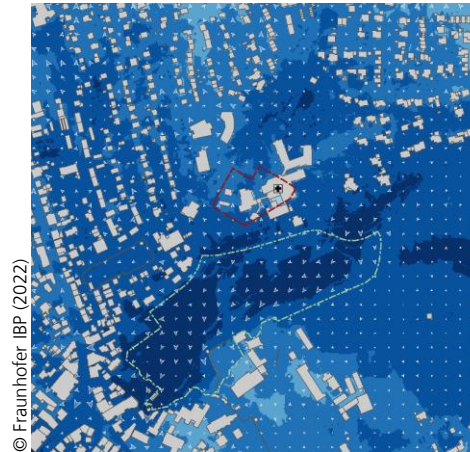
Gekoppelte Regionalklima und Mikroklimasimulationen zur effizienten Analyse des Stadtklimas in der Gesamtstadt und ausgewählten Fokusgebieten

Anwendungsbeispiele

Laupheim: Vergleich Planvarianten

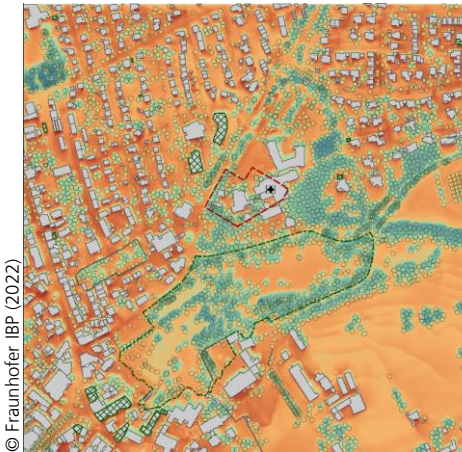


© Fraunhofer IBP (2022);
Geobasisdaten: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (www.lgl-bw.de)



© Fraunhofer IBP (2022)

Nächtliche Kaltluft



© Fraunhofer IBP (2022)

Hitzebelastung am Tag



© Fraunhofer IBP (2022)

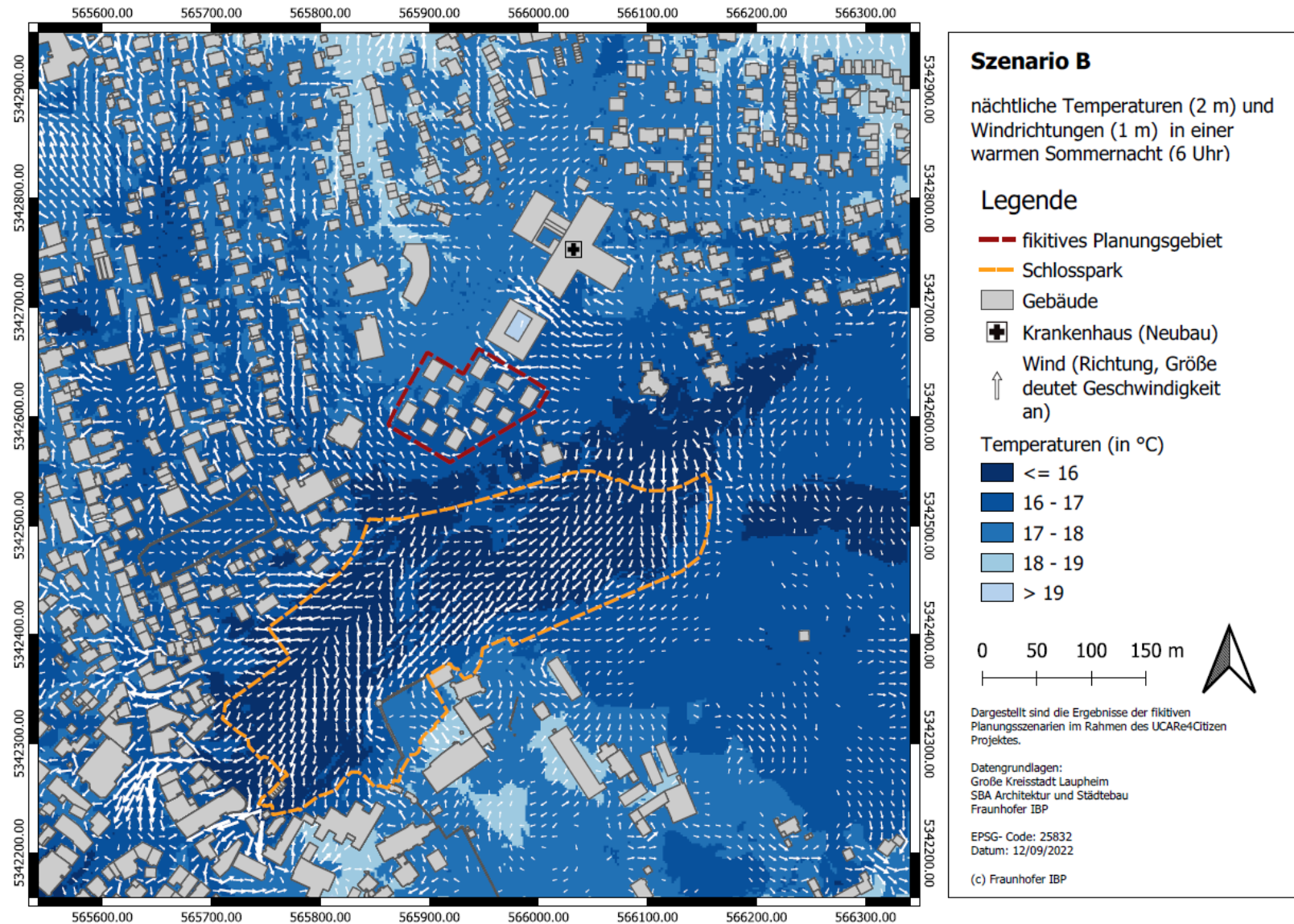
Sturm

Vergleich Planvarianten

Bewertung der mikroklimatischen Wirkung (Hitzebelastung, nächtliche Durchlüftung, Auswirkung Nachbarbebauung, Windkomfort, Sturm) verschiedener Planentwürfe eines fiktiven Neubauquartiers

Anwendungsbeispiele

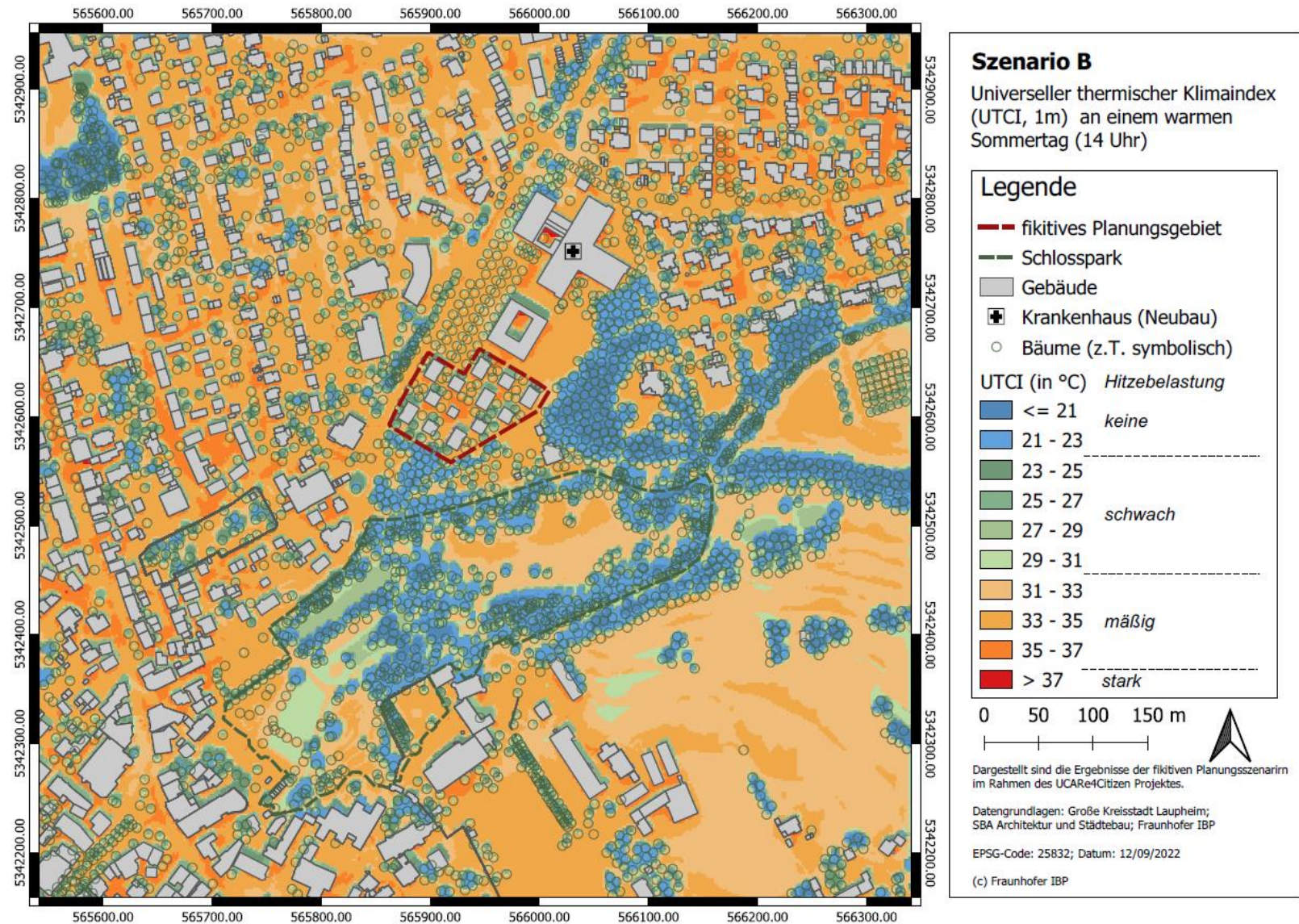
Laupheim: Vergleich Planvarianten



© Fraunhofer IBP (2022);
Geobasisdaten: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (www.lgl-bw.de)

Anwendungsbeispiele

Laupheim: Vergleich Planvarianten



© Fraunhofer IBP (2022);
Geobasisdaten: © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (www.lgl-bw.de)

Anwendungsbeispiele

München Giesing: Hitzeanpassung

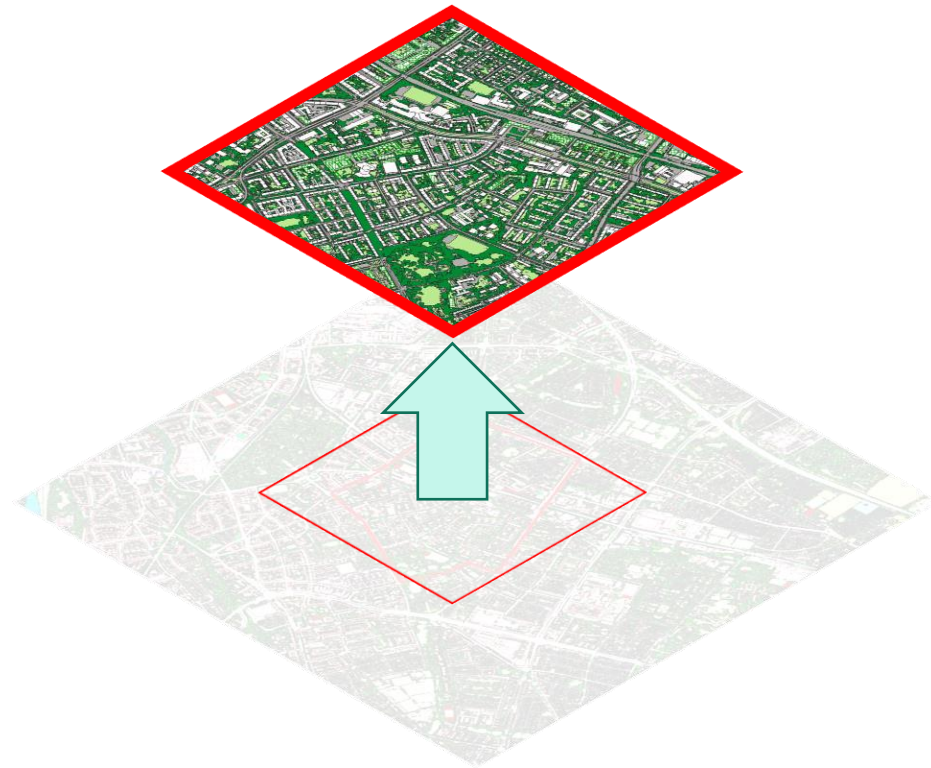
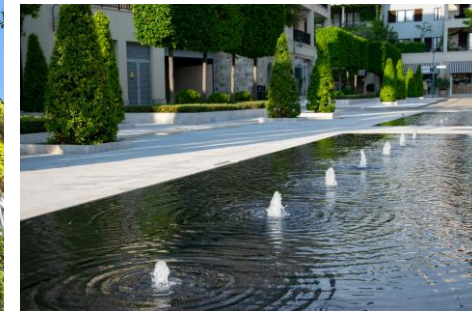


Bild: © Fraunhofer IBP (2022)
Geobasisdaten: © Landeshauptstadt München – Kommunalreferat – GeodatenService 2020 & 2021
Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung 2020



© Shutterstock / Canetti; © Shutterstock / Leonardo da; © Shutterstock / PeterRoziSnaps; © SBA / T. Himmelein

Untersuchungsgebiet Giesing

Bewertung der Wirksamkeit fiktiver städtebaulicher Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung

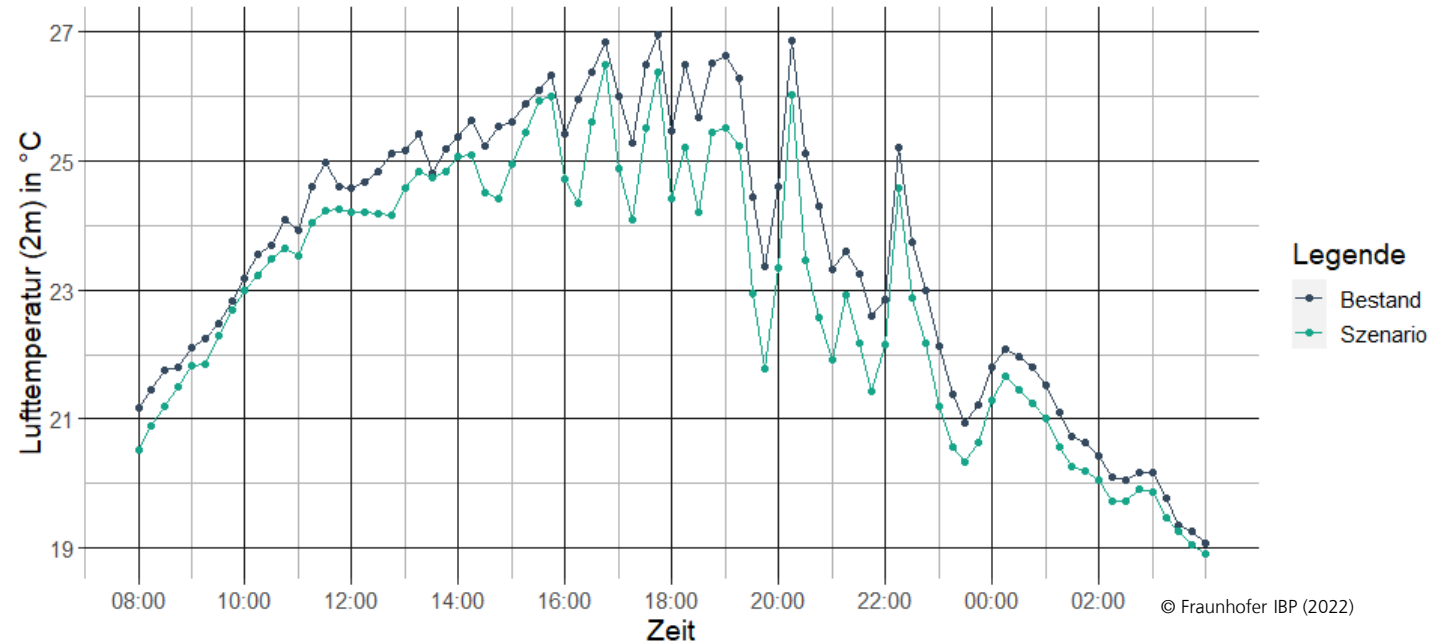
Anwendungsbeispiele

München Giesing: Hitzeanpassung



© SBA / T. Himmelein

Vergleich der Lufttemperaturen in Bestand und Szenario oberhalb einer im Szenario entsiegelten Fläche



Anwendungsbeispiele

München Giesing: Hitzeanpassung



© Shutterstock / Canetti; © Shutterstock / Leonardo da;

Wirkung von Baumneupflanzungen auf die tägliche Hitzebelastung

Änderungen der Hitzebelastung (UTCI) zwischen Ist-Zustand und Szenario um 10:00 Uhr

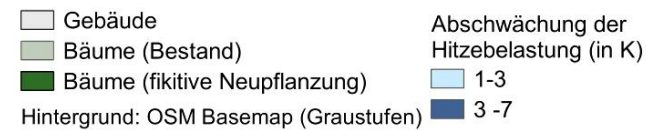
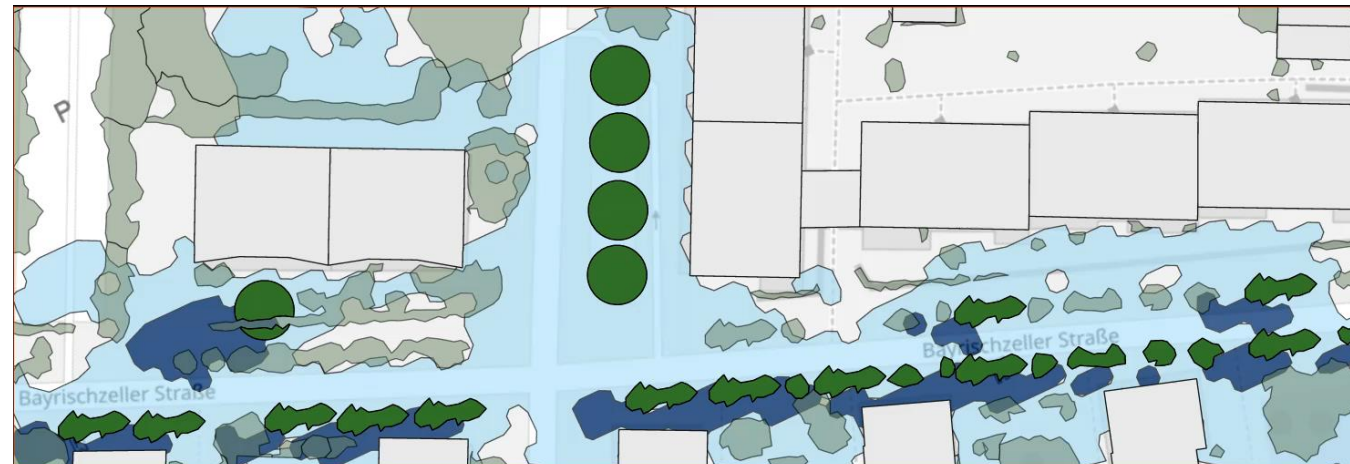
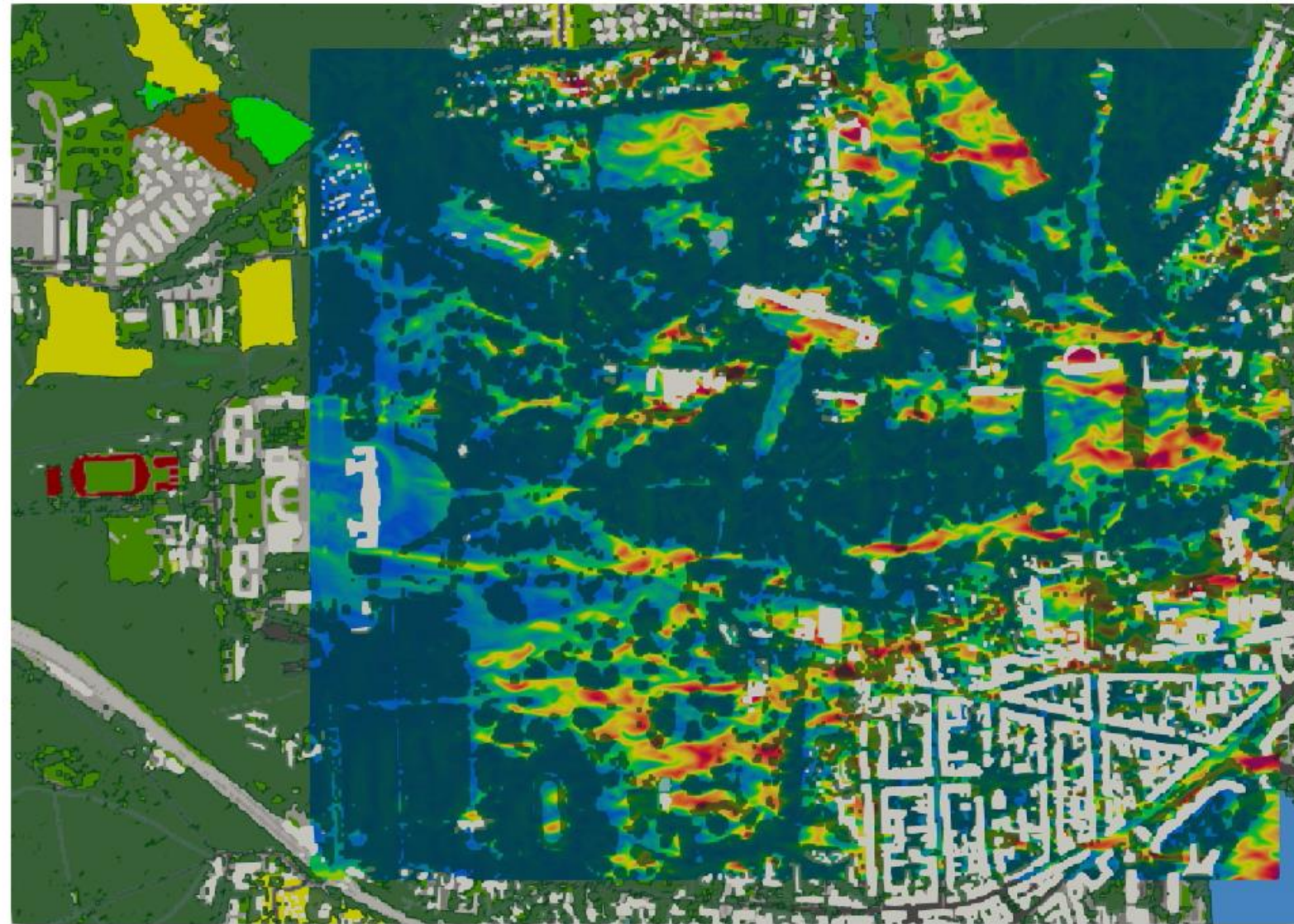
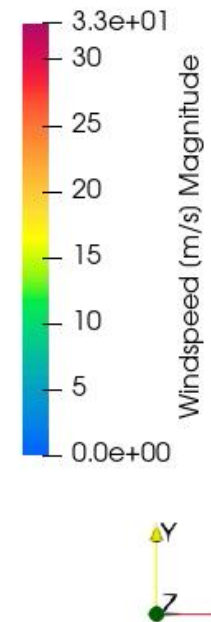


Bild: © Fraunhofer IBP (2022)
Geobasisdaten: © Landeshauptstadt München – Kommunalreferat – GeodatenService 2020 & 2021
Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung 2020

Anwendungsbeispiele

Schlosspark Sanssouci: Sturmschäden



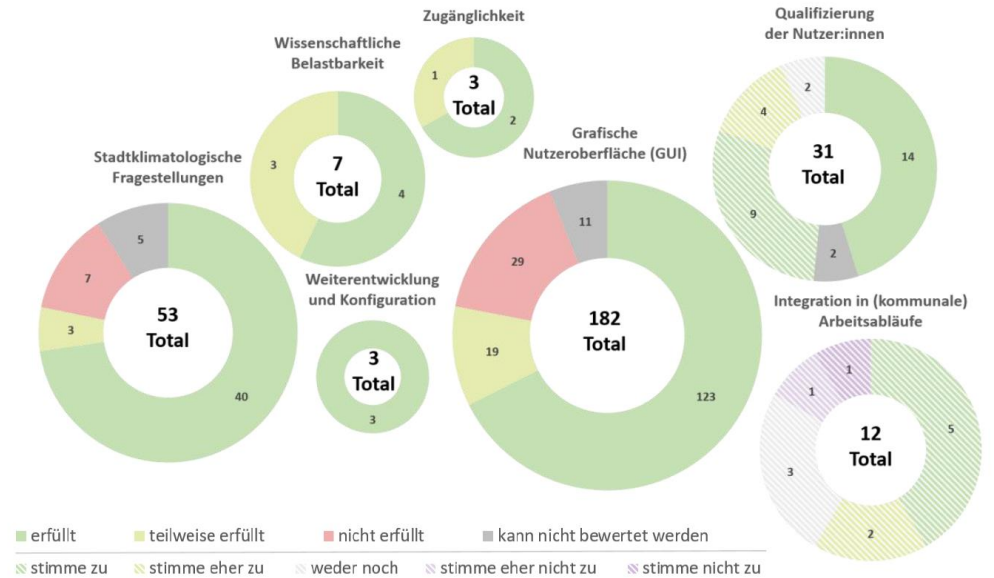
© Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U – Ein praxistaugliches Modell?

Evaluation der Praxistauglichkeit

Evaluationsbericht:

- PALM-4U kann als praxistauglich bewertet werden und gängige stadtklimatologische Fragestellungen beantworten
- Wissenschaftliche Validierung aktuell noch laufend. Bereits vorhandene Validierungsläufe lassen Validität des Modells erwarten
- GUI als zentraler Teil der Praxistauglichkeit
- GUI bietet relativ einfache und intuitive Nutzung von PALM-4U die es den Praxisakteur*innen ermöglicht das Modell eigenständig anzuwenden
- GUI erfüllt die Anforderungen der Praxis weitestgehend, aber nicht umfassend
- Ausführlich beschrieben im »**Evaluationsbericht**«



© Difu (2023)



[Verfügbar über die ProPolis-Website](#)

Zusammenfassung

PALM-4U als digitales Tool für die resiliente Stadtentwicklung:

- Praxistaugliche und einfache Anwendbarkeit über PALM-4U GUI
- Nutzbar für typische stadtklimatische Fragestellungen
- Ermöglicht die Bewertung der Klimawirkung städtebaulicher Maßnahmen
- Erlaubt evidenzbasierte Entscheidungsprozesse
- Flexible Übertragbarkeit auf neue Kommunen

Nutzung für Anwender außerhalb ProPolis:

- PALM-4U GUI als OpenBeta vrstl. ab Herbst 2023
- Langfristig Übergang in kostenpflichtiges Angebot
- Schulungsangebote vrstl. ab Q4 / 2023

Kontakt

M.Eng. Matthias Winkler

Hygrothermik

Tel. +49 151 418 78 557

matthias.winkler@ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Fraunhoferstr. 10

83626 Valley

www.ibp.fraunhofer.de