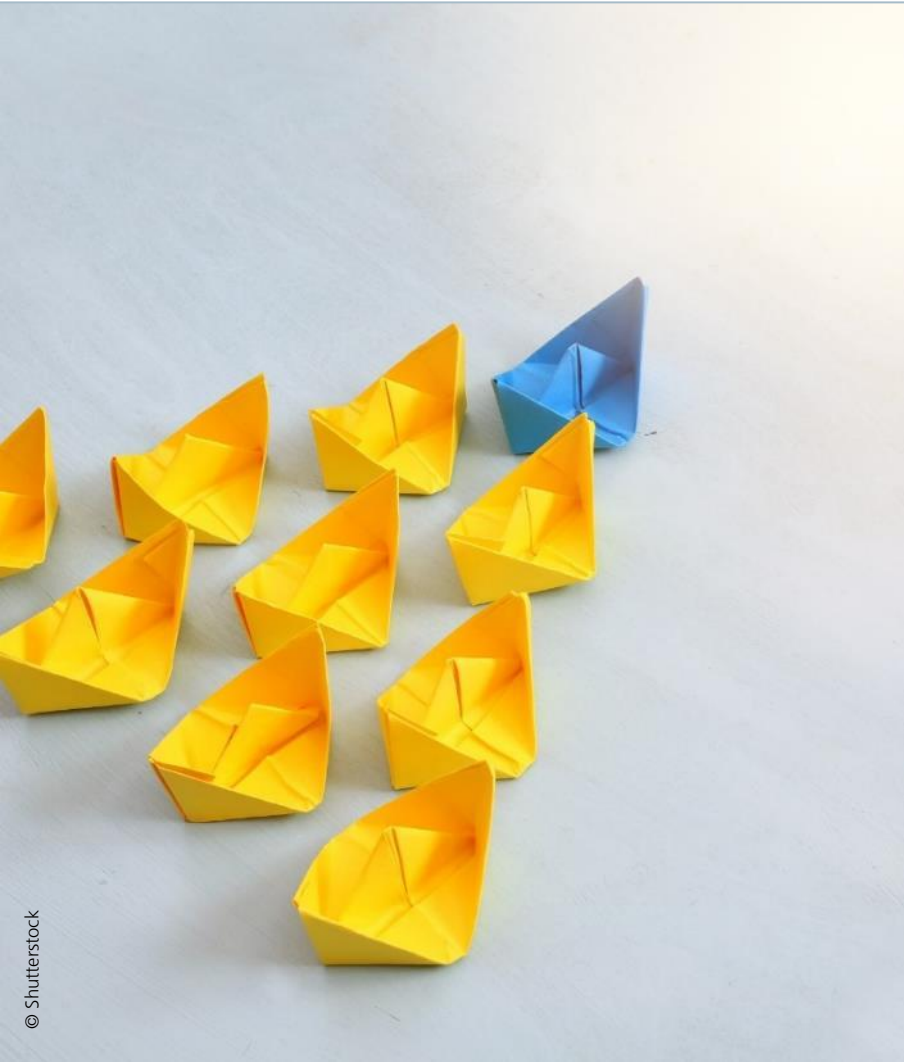


Matthias Winkler | ZKA Spotlight | 06.03.2024

PALM 4U - Digitales Stadtklimamodell für Kommunen (Stadtklima im Wandel)

Agenda



01 Einführung

02 PALM-4U & grafische
Nutzeroberfläche

03 Anwendungsbeispiele

04 PALM-4U – Ein
praxistaugliches
Modell?

05 Vorführung:
PALM-4U GUI

06 Ihre Fragen

Stadtklima

Grundsätzliches

Definition Stadtklima gem. WMO

- [Ein] "durch Bebauung und Emissionen gegenüber dem Umland verändertes Lokalklima" (WMO nach DWD, 2023)

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

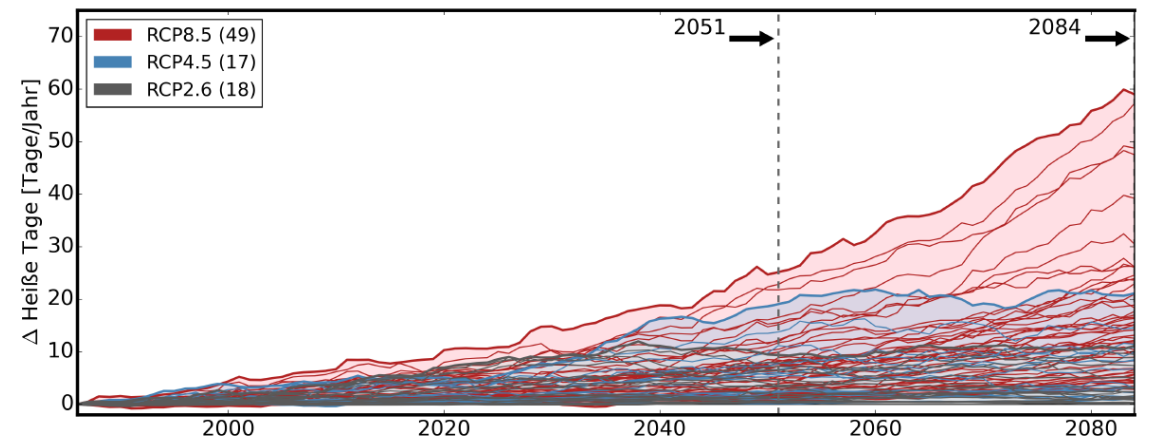
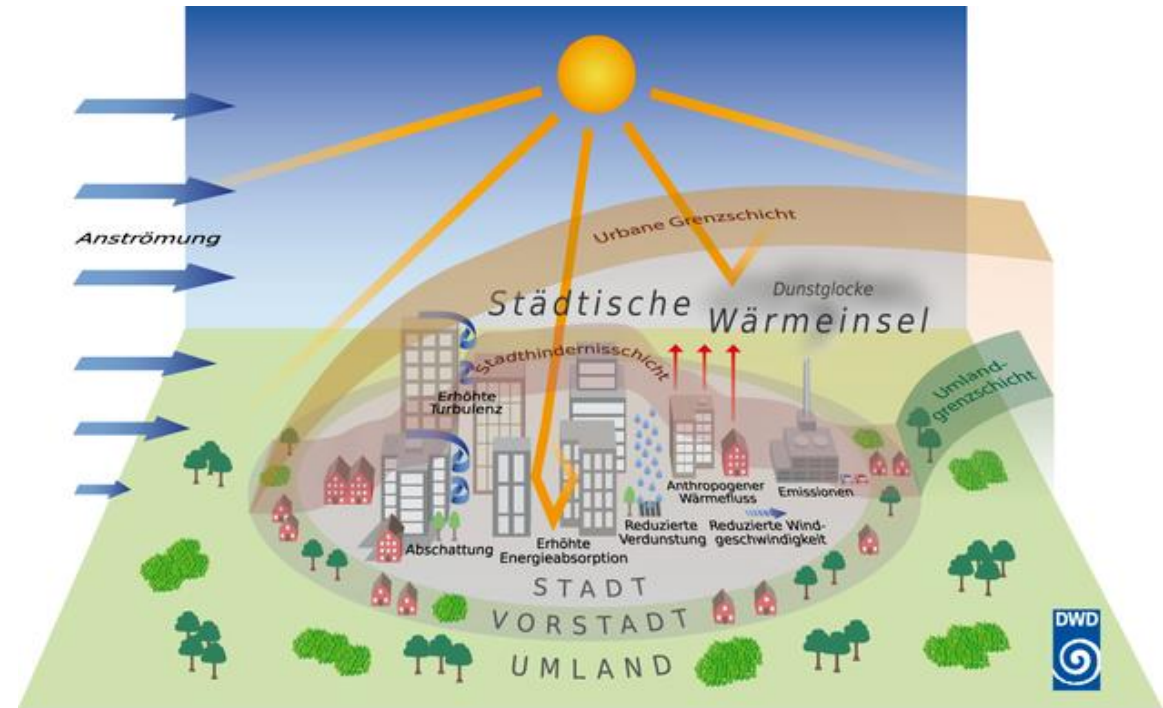


Bild oben: © DWD; Bild: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinsel/bilder/waermeinsel_01.png; Aufgerufen am 20.09.2022

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

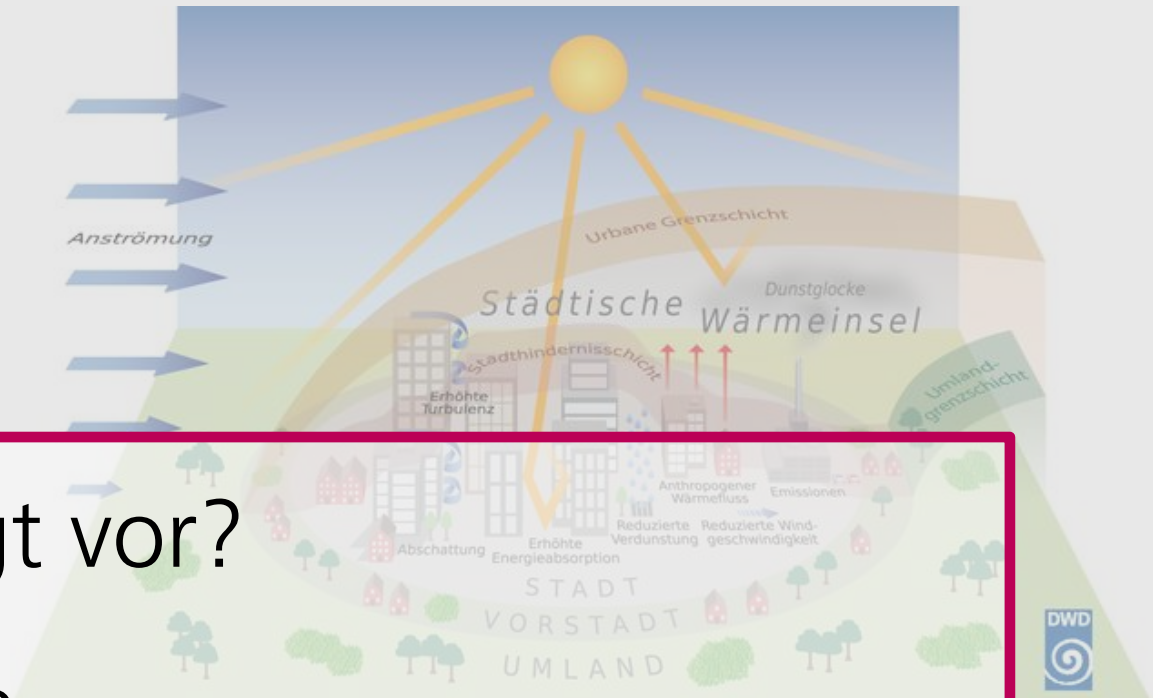
Grundsätzliches

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



Welche Belastung liegt vor?

Wo sind wann welche

Anpassungsmaßnahmen zielführend?

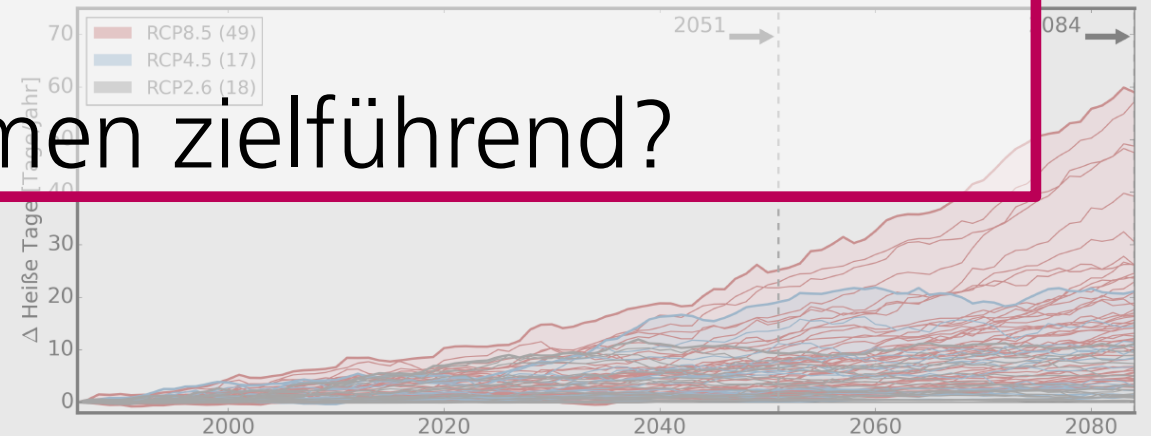


Bild oben: © DWD; Bild: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/projekt_waermeinsel/bilder/waermeinsel_01.png; Aufgerufen am 20.09.2022

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.

[UC]² Urban Climate Under Change Stadtklima im Wandel

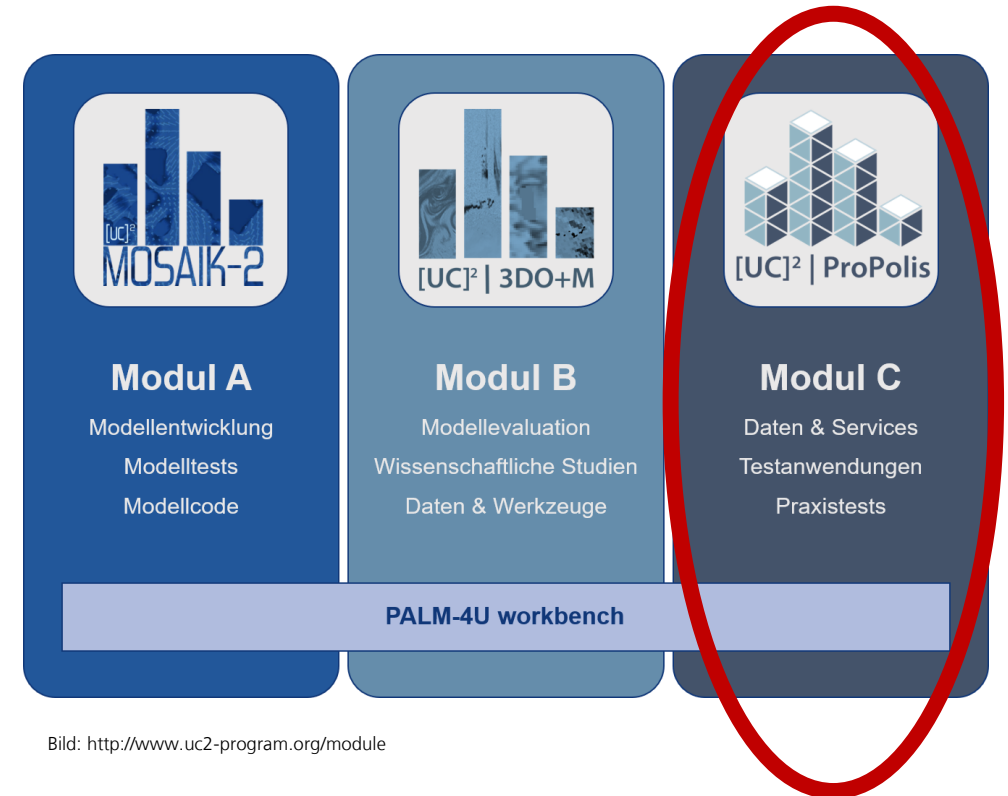


Bild: <http://www.uc2-program.org/module>

GEFÖRDERT VOM



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



ID: 4384

Property details

Object type: Building

Building classification: Residential 1950 - 2000

Building height: 6,9 [m]

Wall fraction: 0,75

Window fraction: 0,25

Green fraction on wall: 0

Green fraction on roof: 0

Roof: Roofing Fraction: 1

Window fraction of roof: 0



Light: Wind Night: Volume Flux Day: Temperature Day: Biometeorology Report

02

PALM-4U & grafische Nutzeroberfläche

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

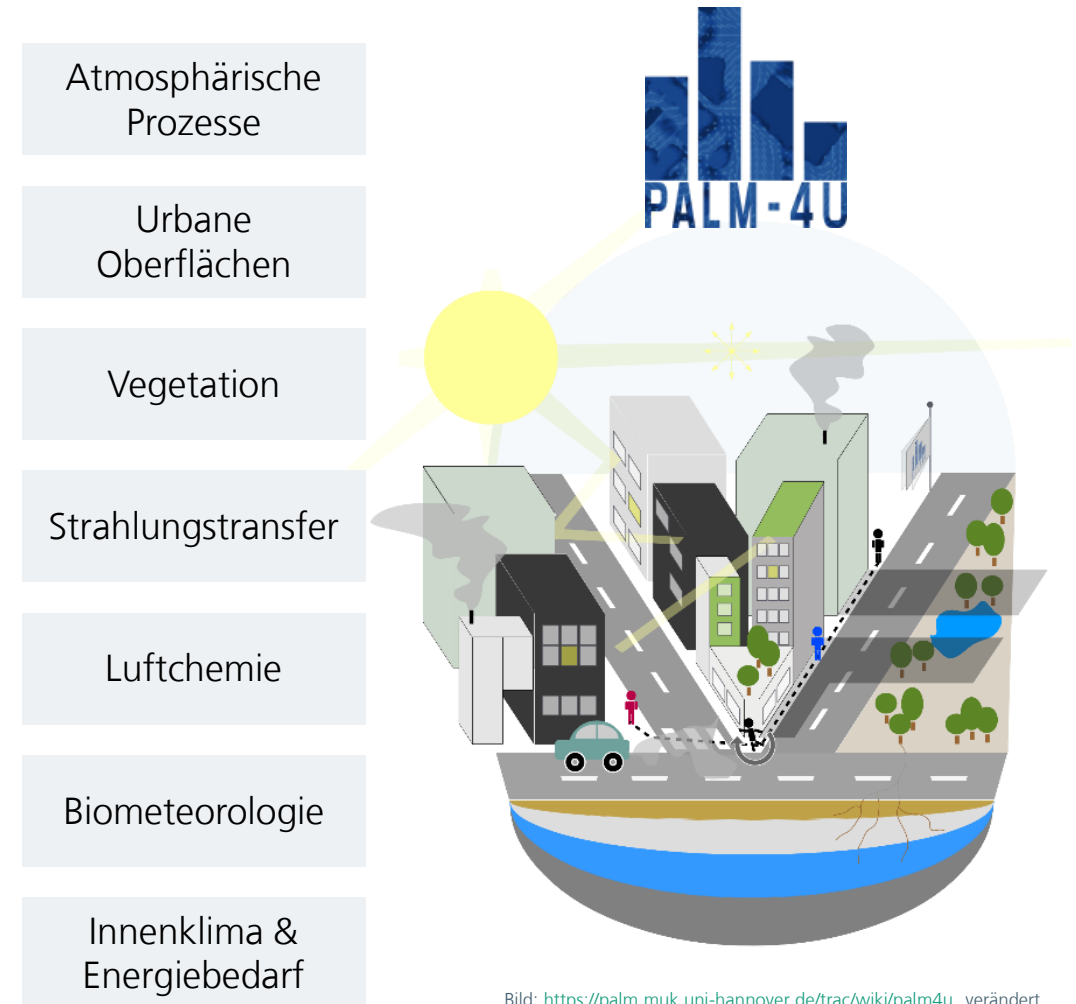


Bild: <https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/palm4u>, verändert

PALM-4U

Nötiger Input?

Topografie

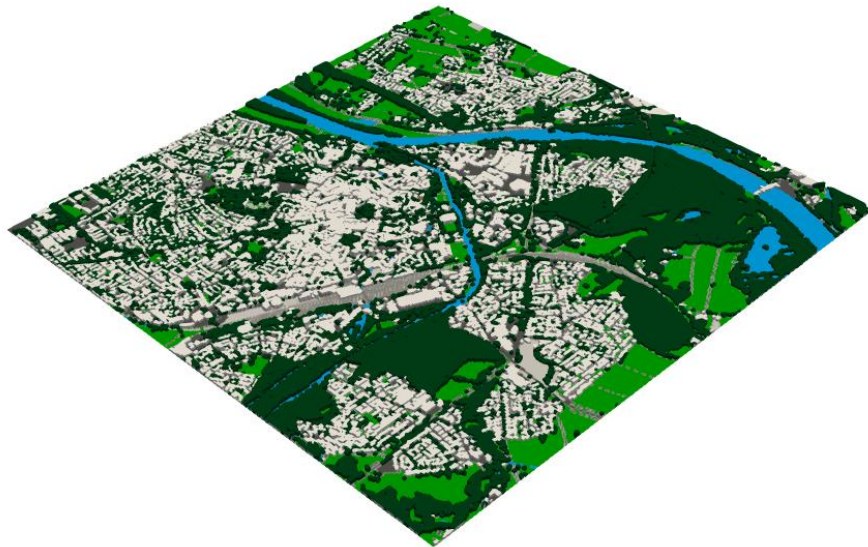
Gebäude

Vegetation

Oberflächen

Gewässer

...



3D Stadtmodell – »Statischer Treiber«

Atmosphäre

Strahlung

Initialisierung
Oberflächen

Module

Ausgabe

...



Randbedingungen



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

PALM-4U-Anwendungskatalog
[Verfügbar über die ProPolis-Website](#)

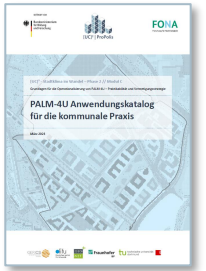
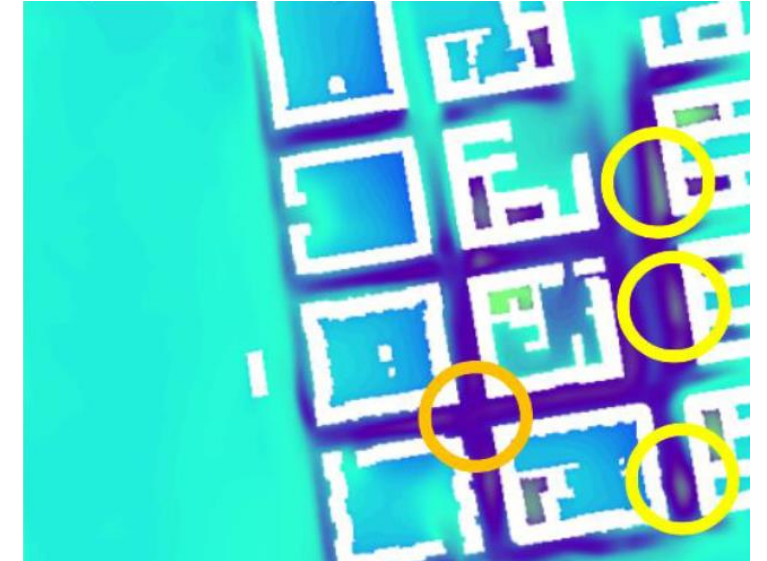


Bild: © GERICS (2023)



Analyse zur Schadstoffausbreitung (PM_{2.5} & PM₁₀) 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

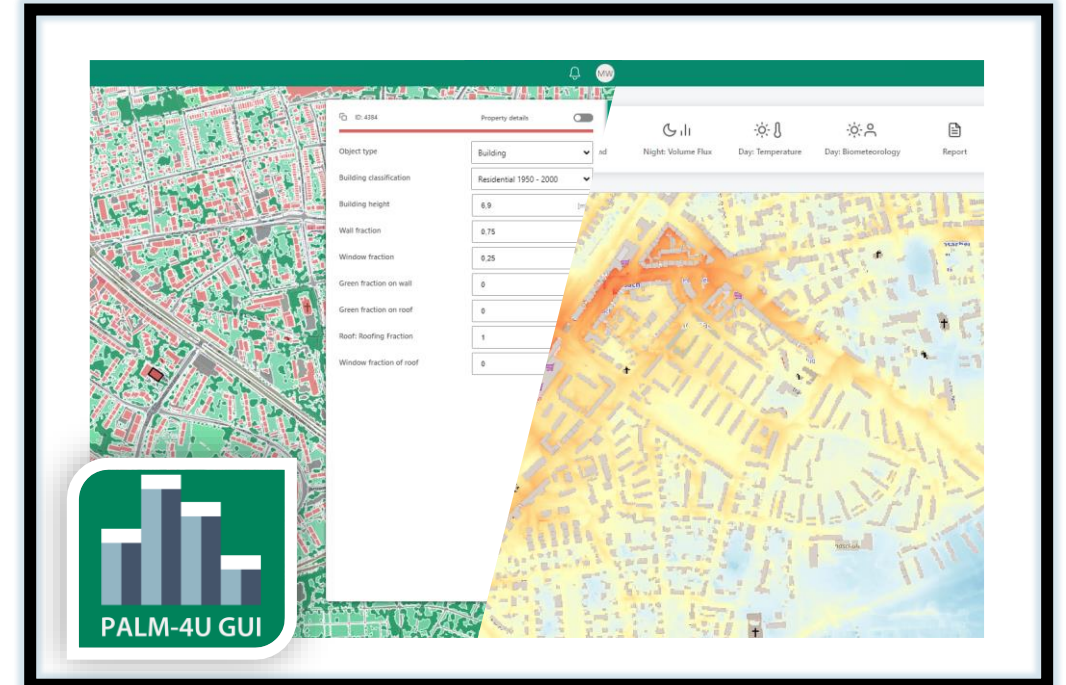


Bild: © Fraunhofer IBP (2022); Daten: © Landeshauptstadt München – Kommunalreferat – GeodatenService (2020 & 2021); Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung (2020)

PALM-4U GUI

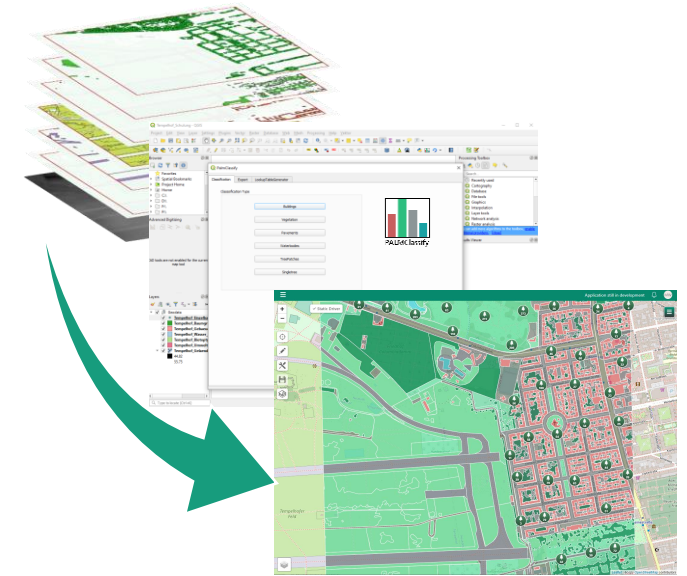
Arbeitsablauf & Funktionalitäten



Datenvorbereitung

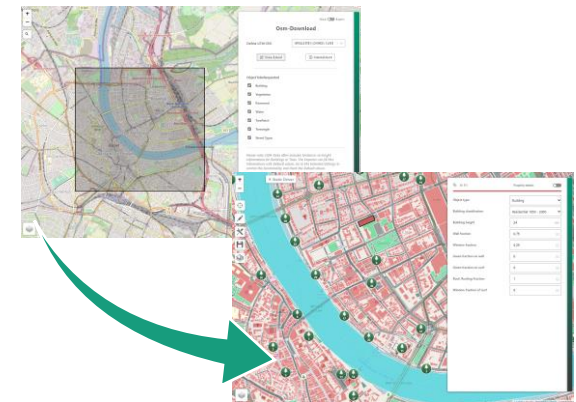
QGIS-Plugin „PALMClassify“

Übersetzt typische Geodaten (.shp) in PALM-4U konforme Stadtmodelle



OpenStreetMap-Download

In PALM-4U GUI implementierte Schnittstelle zum Download von PALM-4U konformen Stadtmodellen aus Open Street Map



Bilder: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf & Funktionalitäten

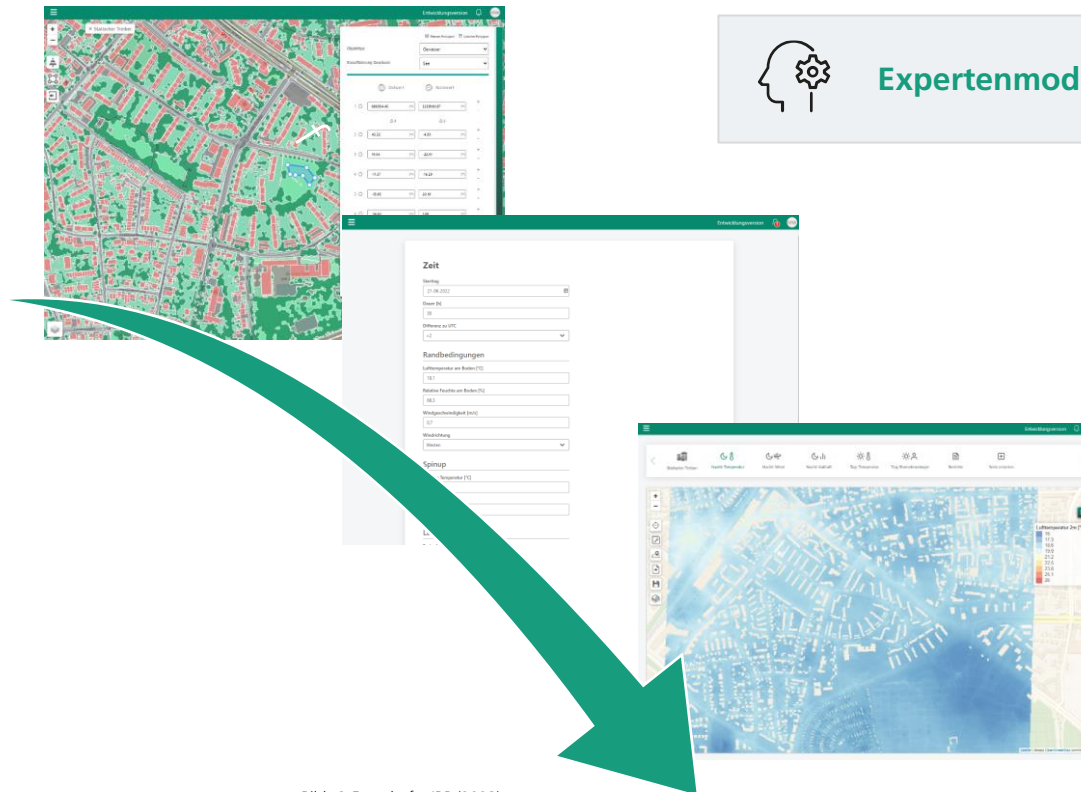
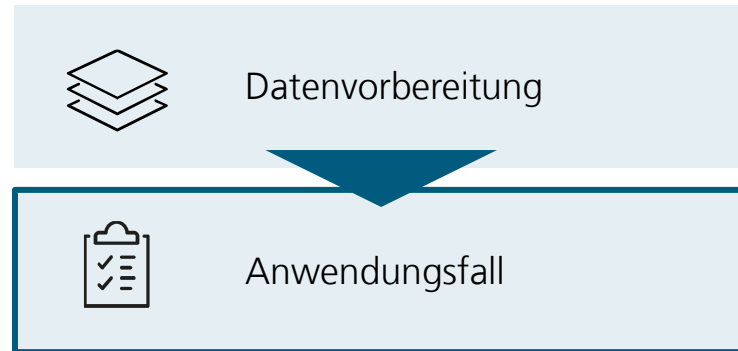


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)



Thermischer Komfort & Kaltlufthaushalt



Windkomfort VDI 3787 Bl. 4



Schadstoffausbreitung infolge Verkehr & Hausbrand



Expertenmodus

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf & Funktionalitäten

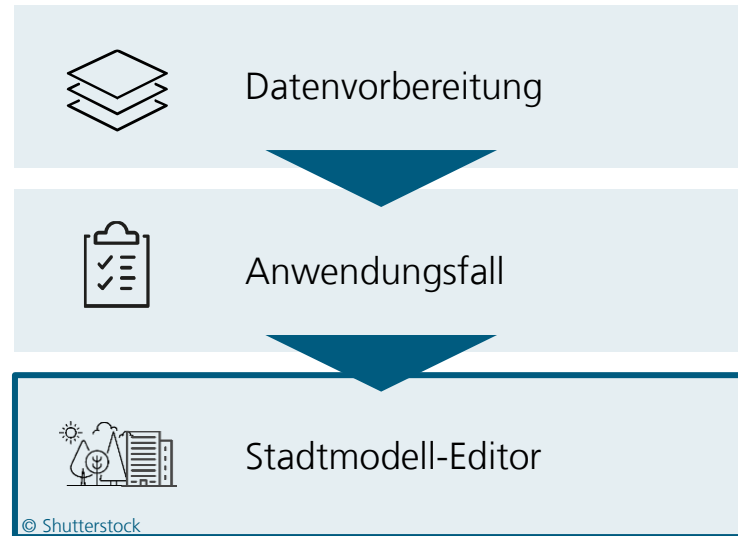
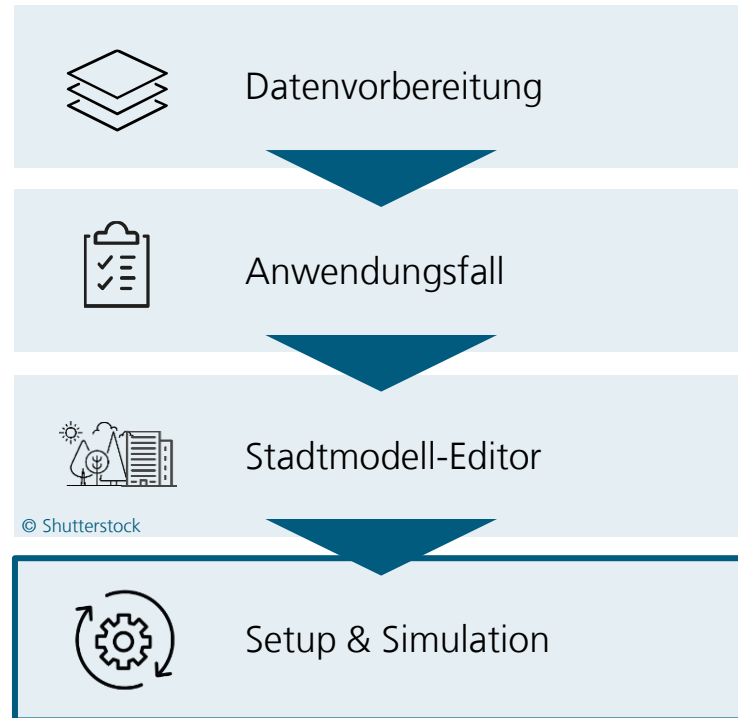


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf & Funktionalitäten



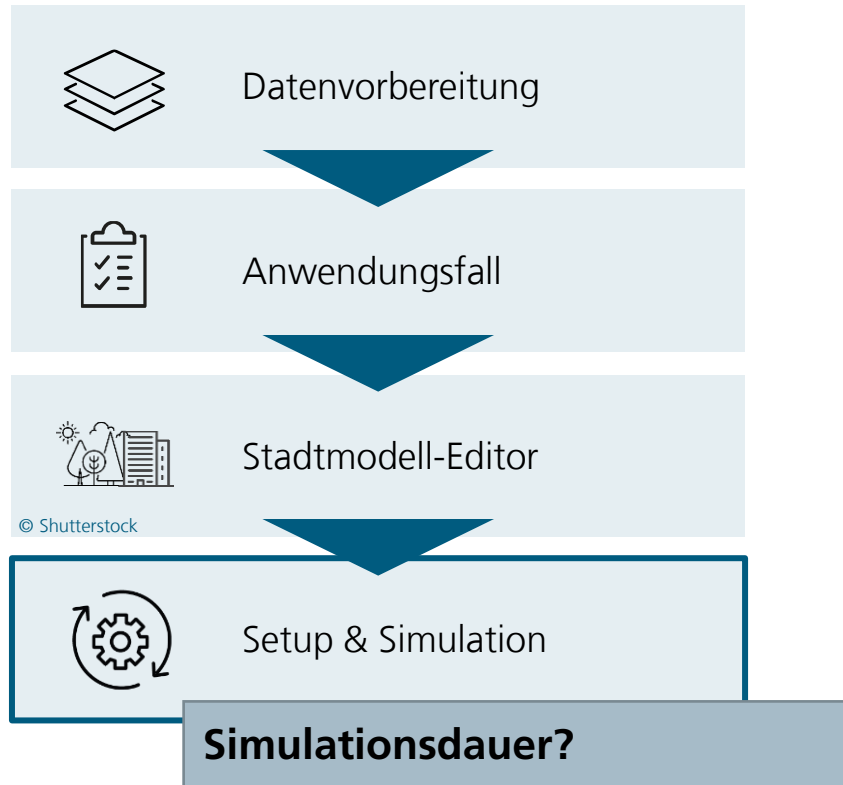
The screenshot shows the 'Simulation' interface of the PALM-4U GUI. The top navigation bar includes 'Entwicklungsversion' and a user profile 'MW'. The main content area is divided into three tabs: 'Eingabeprüfung', 'Status Simulation', and 'PALM-Monitoring'. The 'Status Simulation' tab is active, displaying the following information:

- Simulation**
 - Nutzereingabe: Prüfe Nutzereingaben
 -
- Status**
 - Eingangsdaten: Gesperrt
 - Status: Laufend
 - Fortschrittsanzeige: 32%
- Metadata:
 - Zuletzt aktualisiert: 30.5.2022, 16:28:28
 - Bisherige Laufzeit: 00:55:23
 - Geschätzte Restlaufzeit: 00:00:00
- Static_Driver**
 - warnings: Domain in x or y direction is smaller than 1000m and may not be large enough to resolve important Eddies
 - nx: 200
 - ny: 200
 - resolution: 5
- Setup**
 - nz: 160
 - used_cores: 100
 - zheight_m: 2608.916015625
 - use_case: Thermal
- Results**
 - output_labels: SurfaceTemperature,VolumeFluxes,Biometeorology
- Storage**
 - estimated_runtime: 6
 - estimated_storage: 1

Bild: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf & Funktionalitäten



Cloud-Server: Microsoft Azure HB120rs v2

120 Prozessorkerne, 456 GB Arbeitsspeicher

Beispiel: München Therm. Komfort, 30h Simulation

Gitterweite	nx / ny / nz	Dauer
5m	200 x 200 x 160	3h
5m	400 x 400 x 160	11h
4m	500 x 500 x 190	40h
3m	600 x 600 x 240	63h

Beispiel: Berlin Therm. Komfort, 30h Simulation

Gitterweite	nx / ny / nz	Dauer
5m	240 x 240 x 160	5h
5m	400 x 400 x 160	10.75h
5m	600 x 600 x 200	35h
5m	800 x 800 x 180	~ 80h ¹⁾

¹⁾ Extrapoliert aus Simulation mit 24h Simulationsdauer

Weitere Erfahrungswerte

→ [PALM-4U GUI Handbuch](#)



Bilder: © Fraunhofer IBP (2023)

PALM-4U GUI

Arbeitsablauf & Funktionalitäten

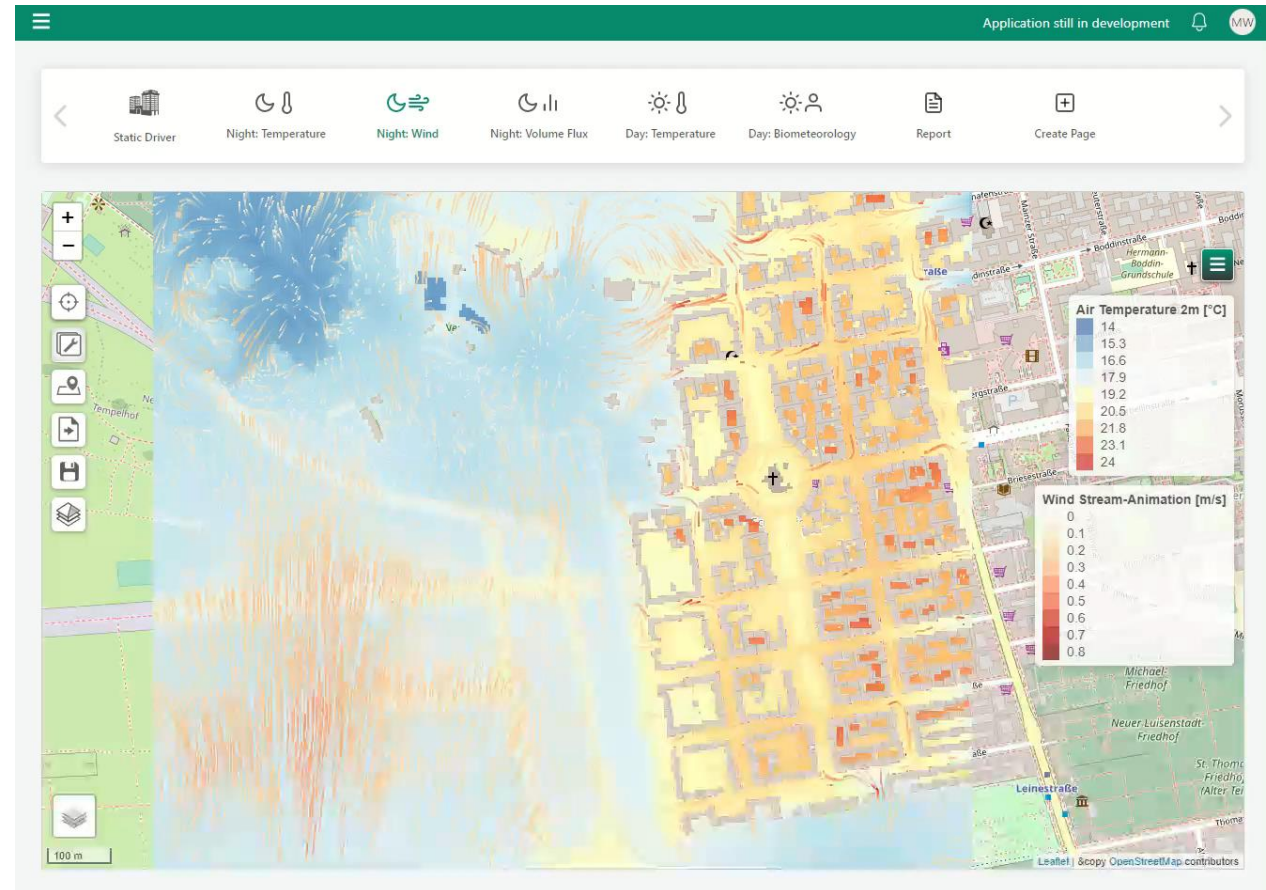
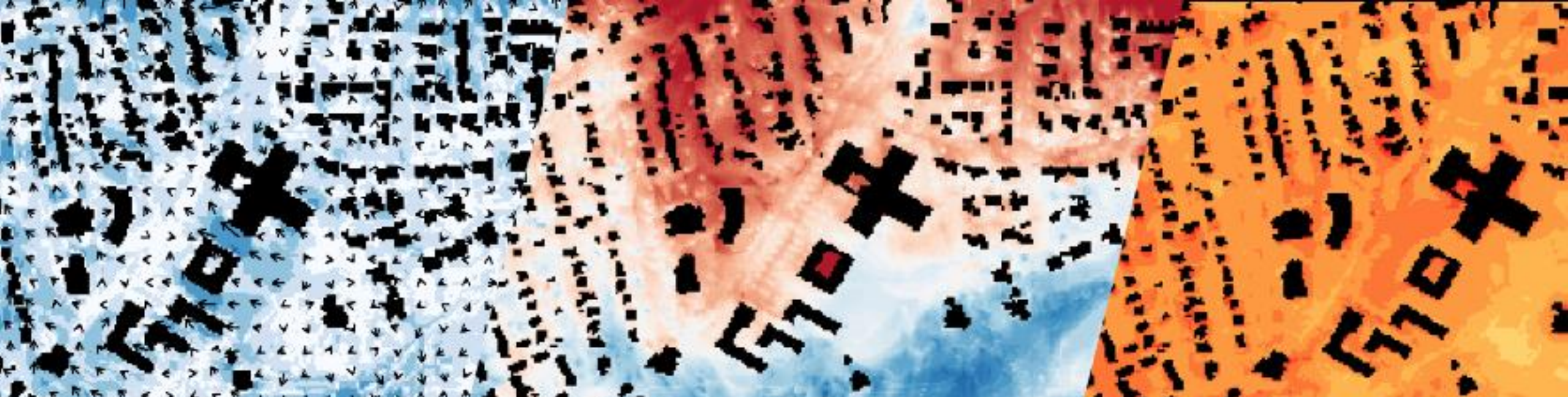


Bild: © Fraunhofer IBP (2023)



03

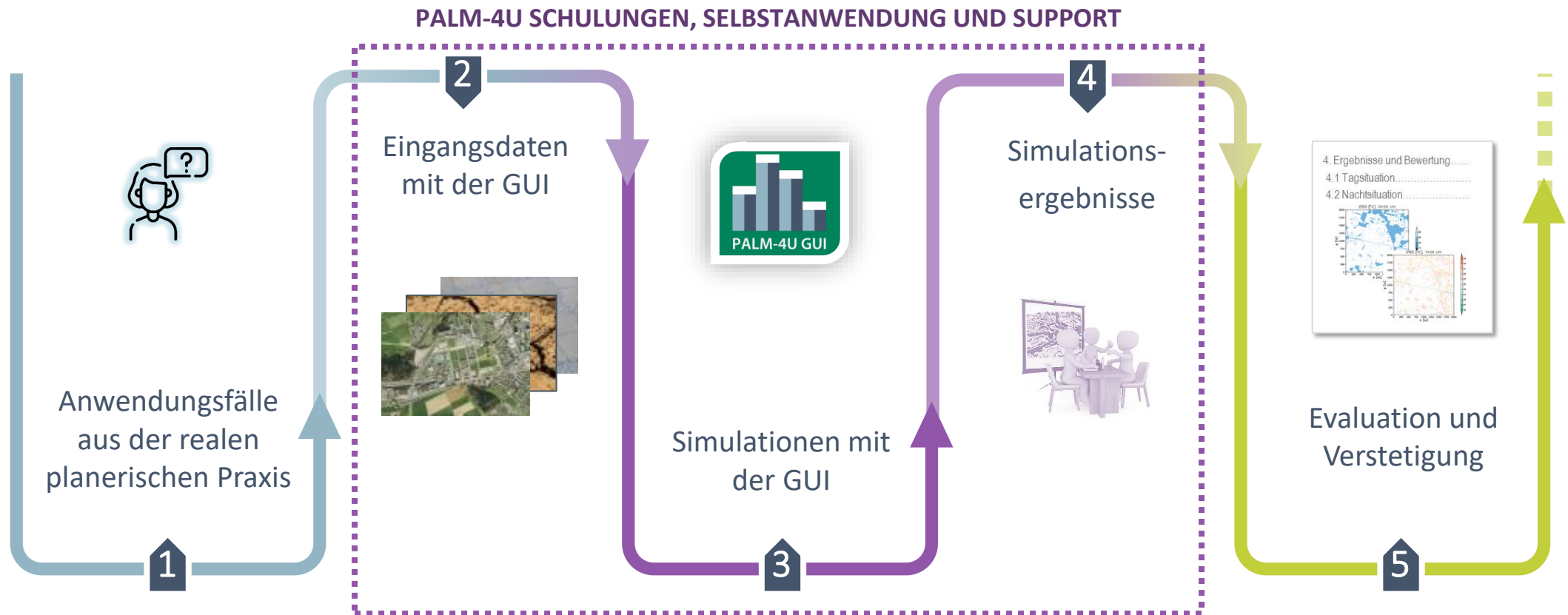


Anwendungsbeispiele

© Fraunhofer IBP (2022)

Stadtklima im Wandel | ProPolis

Projekt Workflow



© überarbeitet von Krüger et al. / GERICS 2021

Stadtklima im Wandel | ProPolis

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

Schulungsmodule:



GIS Grundlagen



Grundlagen der
Eingangsdanenaufbereitung

© Shutterstock



Eingangsdanenaufbereitung -
Fortgeschrittene

© Shutterstock



Thermischer Komfort &
Kaltluftaushalt

© Shutterstock



Windkomfort VDI 3787 Bl. 4

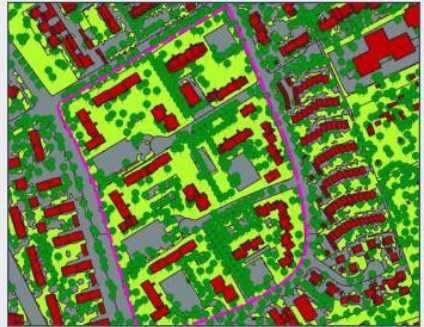
© Shutterstock

Stadtklima im Wandel | ProPolis

Anwendungsfälle der ProPolis-Praxispartner

Anwendungsfälle der Praxispartner

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



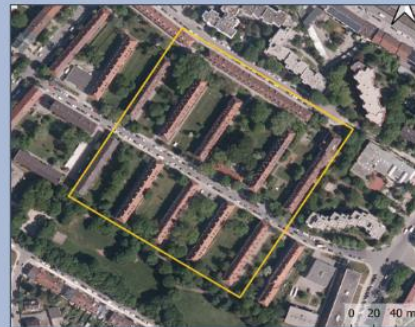
Wiesbaden

Experimentierraum Im Sempel
Nachverdichtung unter
Nachhaltigkeitskriterien –
Klimaoptimiertes Stadtgrün



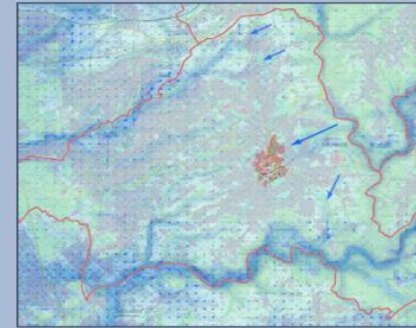
Berlin Charlottenburg-Wilmersdorf

Thermischer Komfort in der
Ausgangssituation



München

Sanierungsgebiet Moosach –
Untersuchung Thermischer
Komfort und Kaltlufthaushalt



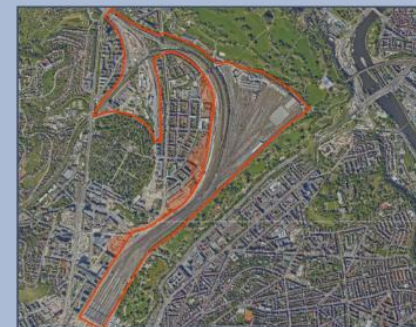
Solingen

Wärmeinsel Innenstadt
im Klimawandel



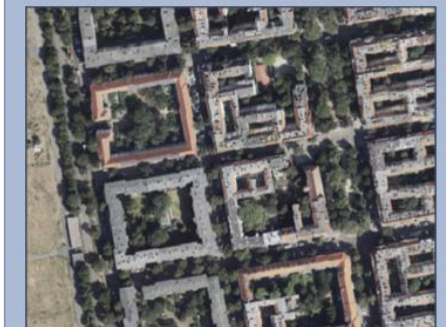
Sweco GmbH

Städtebaulicher Entwurf
für die Stadt Hildesheim



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

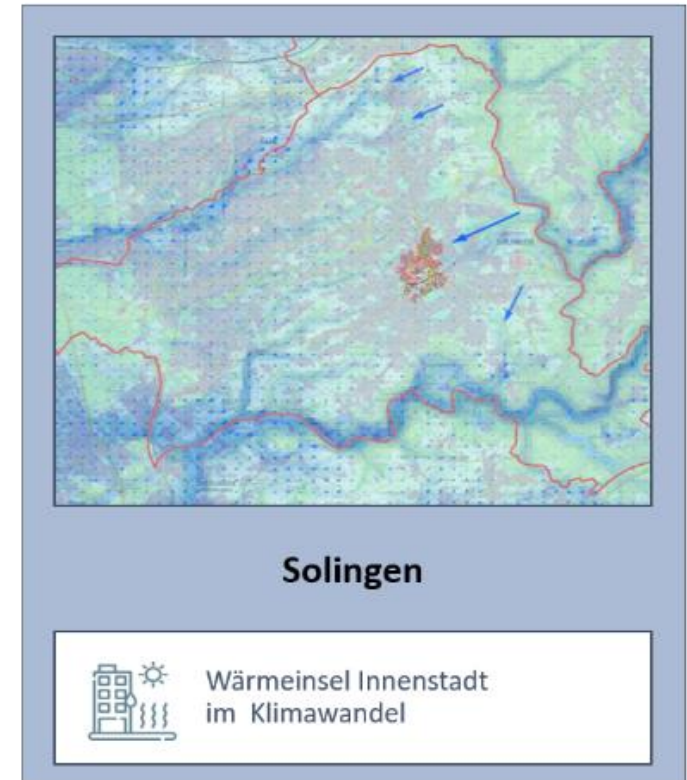
Integration städtebaulicher Entwürfe in die Modellierung und Bewertung der lokalen Einflüsse.



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

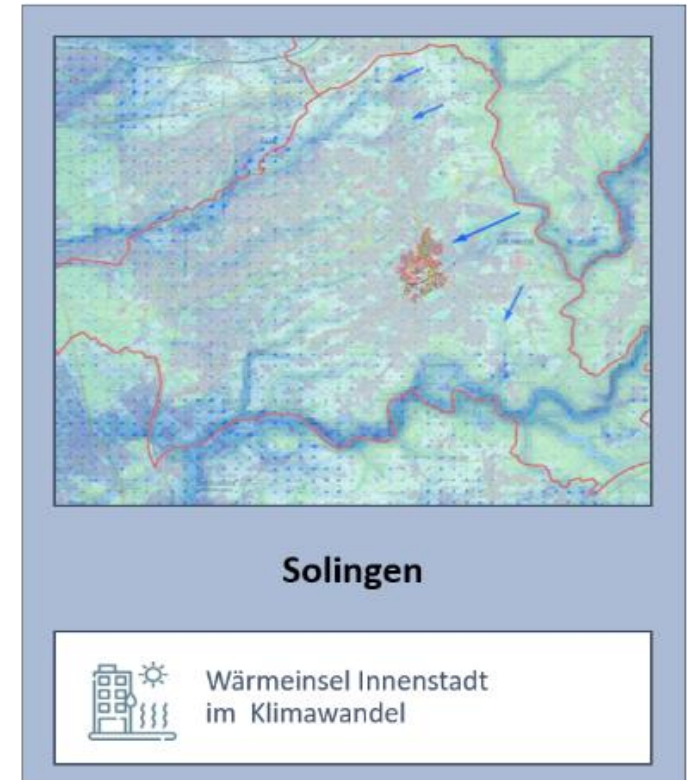


Teamwork

Natur & Umwelt

Geodatenmanagement

Stadtplanung



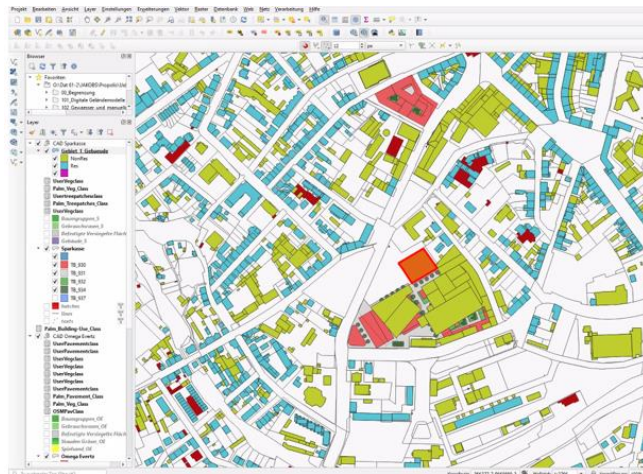
© Difu (2023)

Stadtklima im Wandel | ProPolis

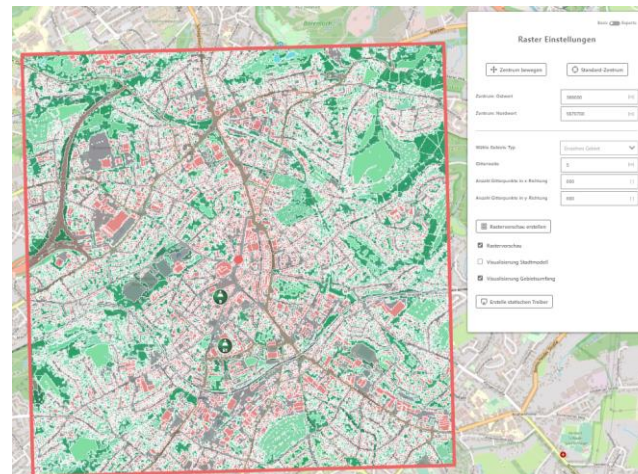
Anwendungsfälle der ProPolis-Praxispartner

Anwendungsbeispiel: „Wärmeinsel Solinger Innenstadt“

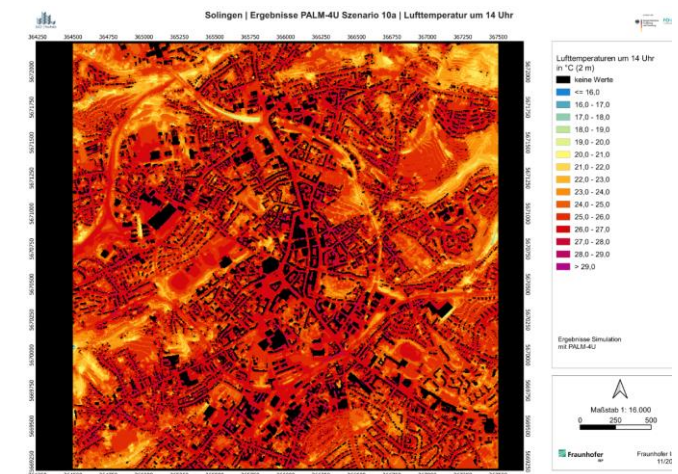
Varianten



Datenvorbereitung in QGIS



Erstellen der Eingangsdaten & Durchführen der Simulationen



Bewertung der Simulationsergebnisse

Bilder © Klingenstadt Solingen (2022)

Anwendungsbeispiele

Shanghai: Stadt-Umland-Beziehung

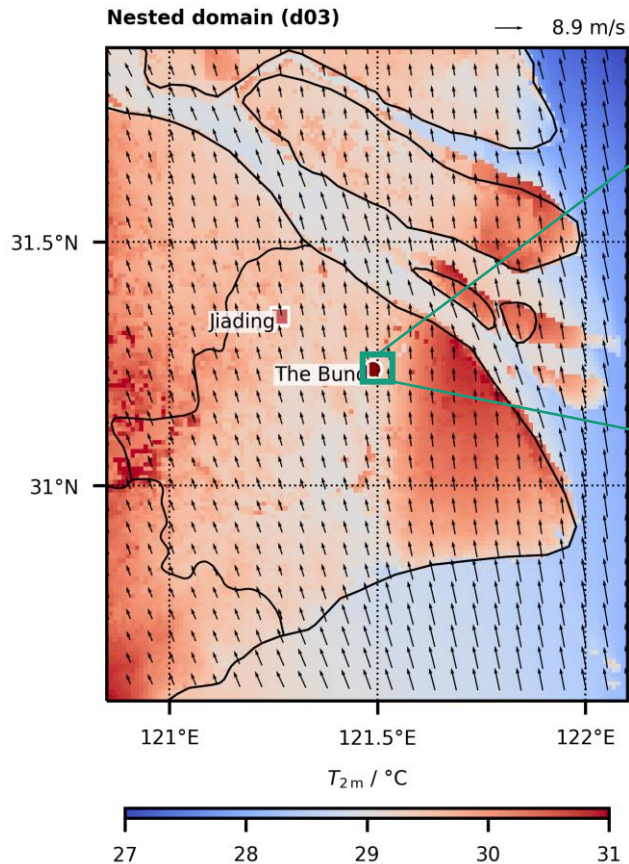
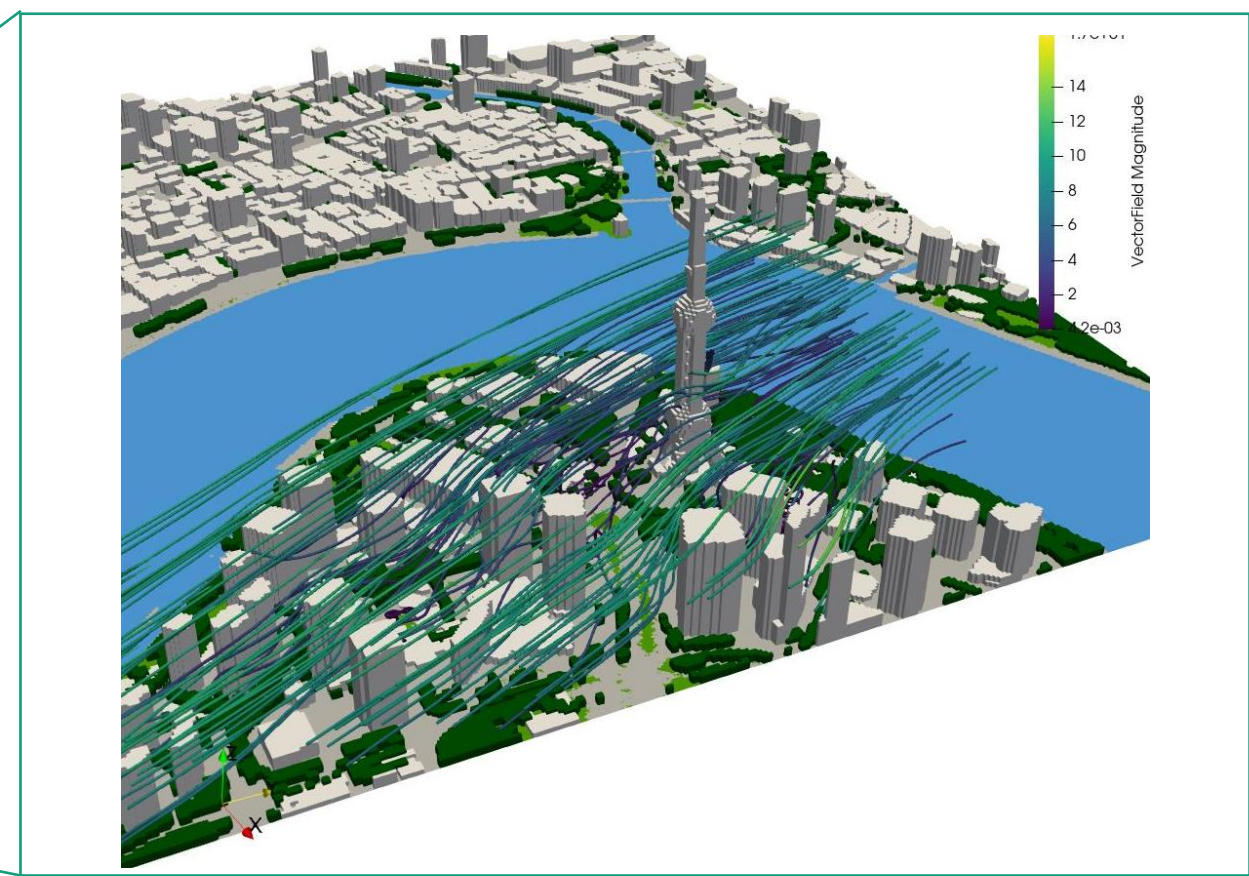


Bild: © Fraunhofer IBP (2021)



Shanghai 5D

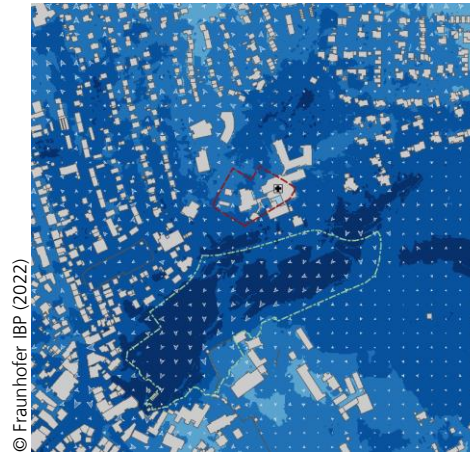
Gekoppelte Regionalklima (WRF) und Mikroklimasimulationen (PALM-4U) zur effizienten Analyse des Stadtklimas in der Gesamtstadt und ausgewählten Fokusgebieten

Anwendungsbeispiele

UCare4Citizen | Vergleich Planvarianten



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



Nächtliche Kaltluft



Hitzebelastung am Tag



Sturm

Vergleich Planvarianten

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

Anwendungsbeispiele

UCare4Citizen | Maßnahmen Hitzeanpassung

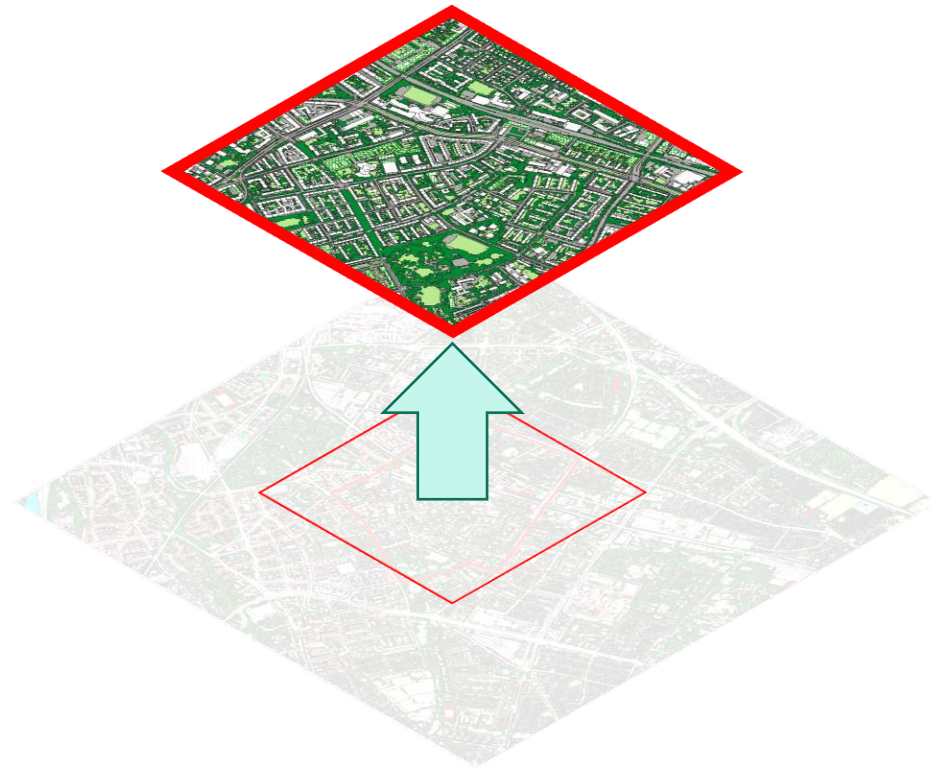
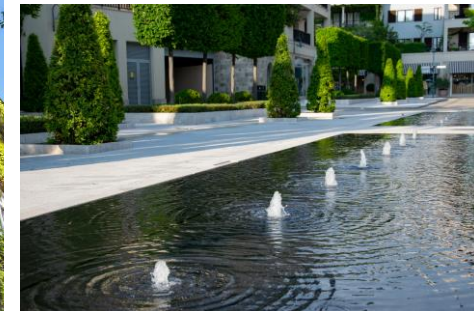


Bild: © Fraunhofer IBP (2022)
Geobasisdaten: © Landeshauptstadt München – Kommunalreferat – GeodatenService 2020 & 2021
Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung 2020



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

Untersuchungsgebiet Giesing

Bewertung der Wirksamkeit fiktiver städtebaulicher Maßnahmen zur Reduzierung der Hitzebelastung

Anwendungsbeispiele

UCare4Citizen | Maßnahmen 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

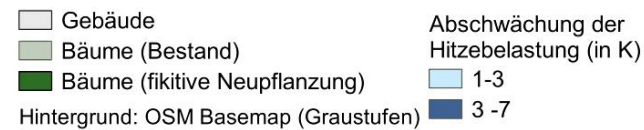
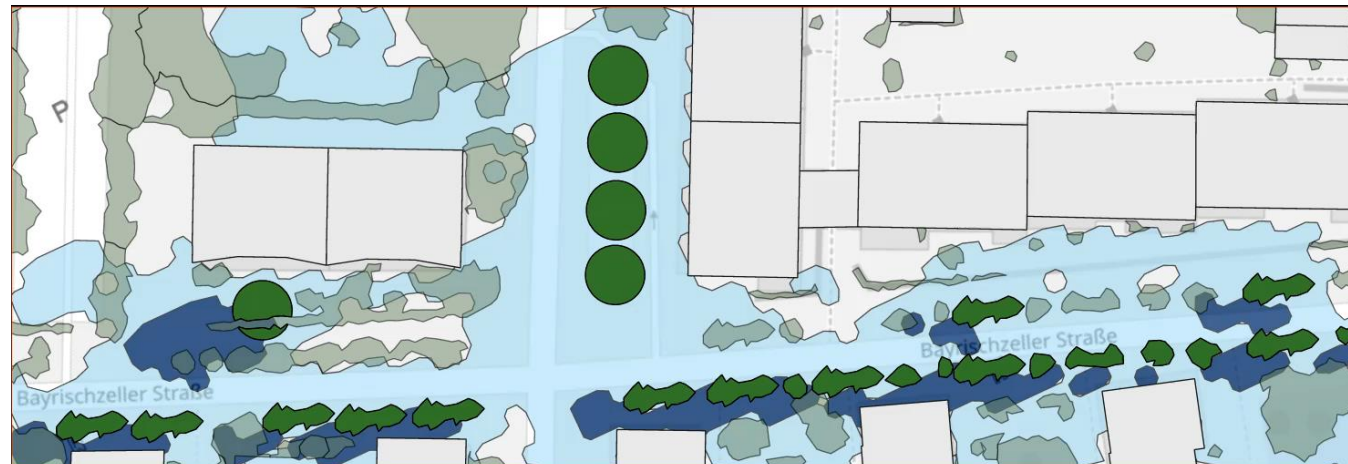


Bild: © Fraunhofer IBP (2022)
Geobasisdaten: © Landeshauptstadt München – Kommunalreferat – GeodatenService 2020 & 2021
Flurstücke und Gebäude: © Bayerische Vermessungsverwaltung 2020

[UC]² - Stadtklima im Wandel – Phase 2 // Modul C

Grundlagen für die Operationalisierung von PALM-4U – Praktikabilität und Verstetigungsstrategie (ProPolis)

Evaluationsbericht zur Praxistauglichkeit

Finale Version // Stand: Februar 2023

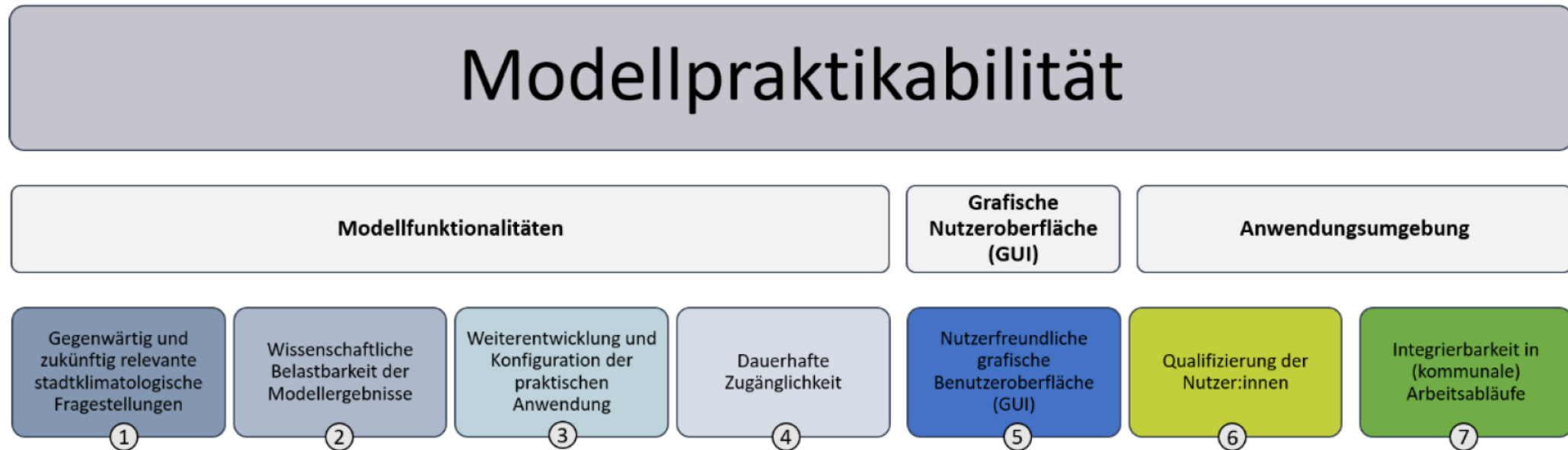


04

PALM-4U – Ein praxistaugliches Modell?

PALM-4U – Ein praxistaugliches Modell?

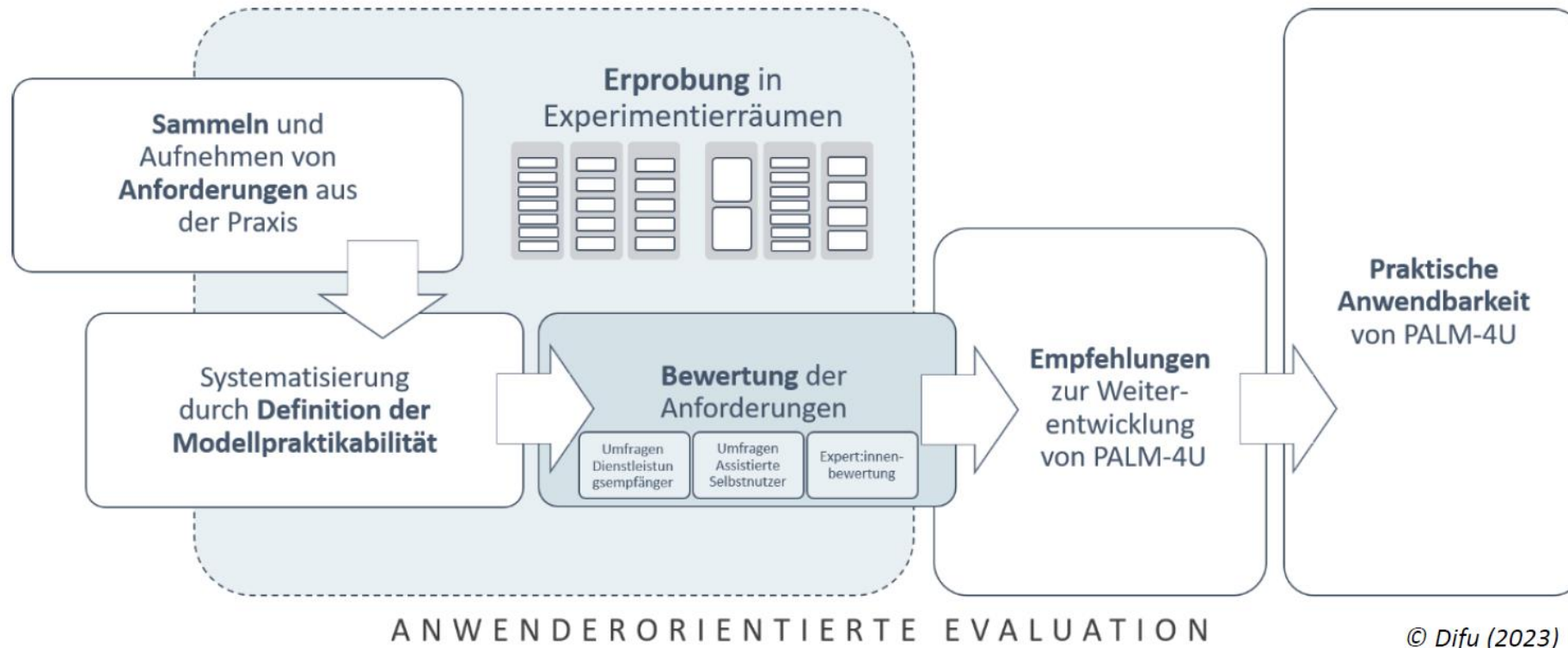
Evaluation der Praxistauglichkeit



© Difu (2023)

PALM-4U – Ein praxistaugliches Modell?

Evaluation der Praxistauglichkeit

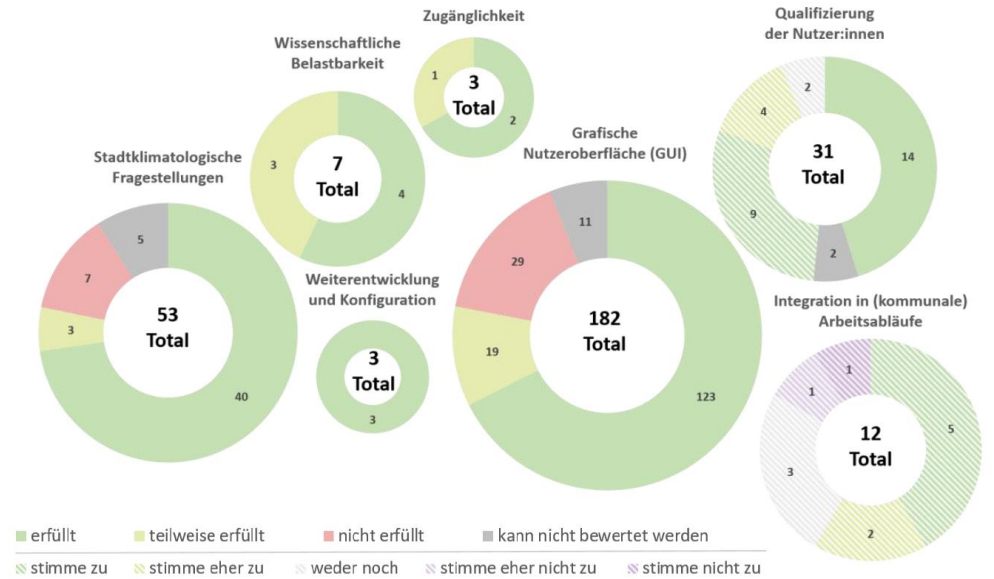


PALM-4U – Ein praxistaugliches Modell?

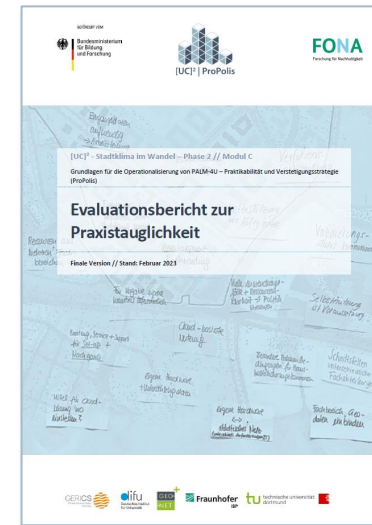
Evaluation der Praxistauglichkeit

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 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

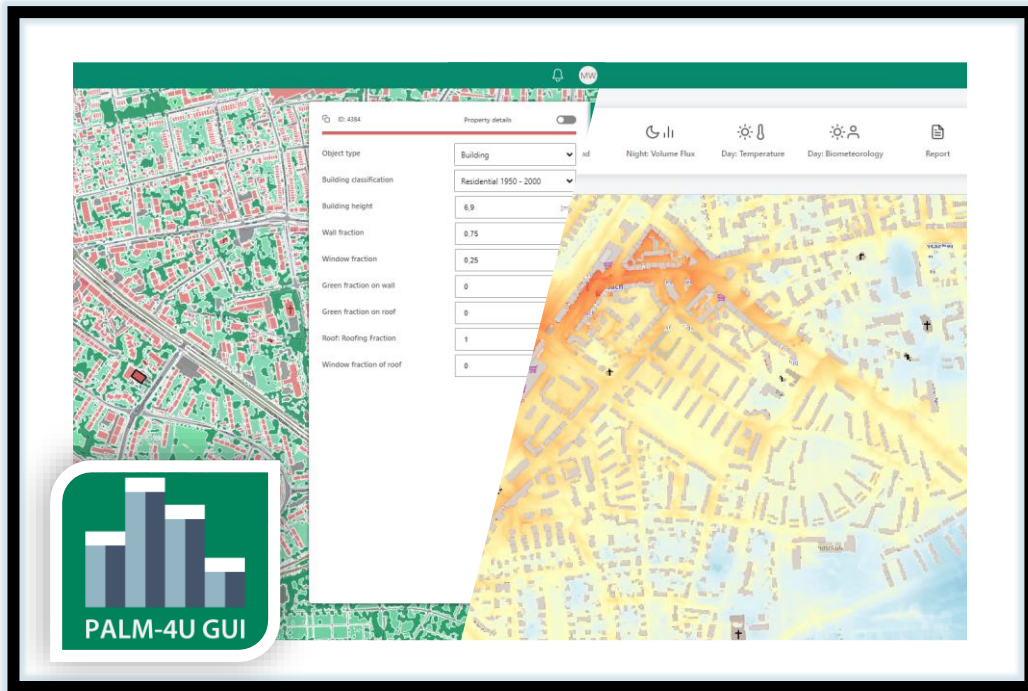
PALM-4U als digitales Tool für die resiliente Stadtentwicklung:

- 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

Zusammenfassung

Nutzung für Anwender außerhalb ProPolis:

- **PALM-4U GUI Cloud Hosting aus ProPolis:**
verwaltet durch Climate Service Center Germany (GERICS): <https://propolis.azurewebsites.net/>
Kostenfreier Account per Mail an: palm-4u-support@hereon.de; Aktuell nur Erstellung von Eingangsdaten freigeschalten
- **PALM-4U GUI Source Code Gitlab Repository:**
https://gitlab.cc-asp.fraunhofer.de/palm_gui/palm4u_gui
- **PALM Model System Source Gitlab Repository:**
https://gitlab.palm-model.org/releases/palm_model_system
- **QGIS-Plugin PALMClassify:**
Download über Gitlab Repository: https://gitlab.cc-asp.fraunhofer.de/palm_gui/palmclassify
- **Schulungsangebote durch Fraunhofer IBP:**
bei Interesse: Mail an matthias.winkler@ibp.fraunhofer.de
- **PALM-4U GUI Handbuch:**
https://palm_gui.pages.fraunhofer.de/palmgui_handbuch/



05

Vorführung: PALM-4U GUI



06



Ihre Fragen

Kontakt

M. Eng. Matthias Winkler
Abteilung Hygrothermik

Telefon: +49 151 41878557
matthias.winkler@ibp.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Fraunhoferstr. 10
83626 Valley
www.ibp.fraunhofer.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit
