Einführung in das Projekt und die Methodik

Prof. Dr. Jesko Hirschfeld, Malte Welling

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Julian Anders

Humboldt-Universität zu Berlin

Urbane Ökosystemleistungen

Bereitstellende Ökosystem-leistungen

Biomasse
Nahrungsmittel
Trinkwasser

Regulierende Ökosystem-leistungen

Mikroklima
Wasserhaushalt
Kohlenstoffspeicherung
Luft-, Boden-, Wasserqualität
Lärmreduktion

Kulturelle Ökosystem-leistungen

Stadtbild
Erholungsnutzen
Umweltbildung
Sozialer Austausch
Biodiversität

Thomas Wolf, www.foto-tw.de (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deutsche_Bank_Taunusanlage.jpg), „Deutsche Bank Taunusanlage“, Ausschnitt von IÖW, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/legalcode

Erweiterte ökonomische Bewertung von urbanen Ökosystemleistungen

Marktpreise,
Konsumenten- u.
Produzentenrenten

Vermeidungskosten,
Ersatzkosten,
Schadenskosten

Zahlungsbereitschaften:
Reisekostenansatz,
Hedonischer Preisansatz,
Choice-Experiment

Bereitstellende Ökosystem-leistungen

Biomasse
Nahrungsmittel
Trinkwasser

Regulierende Ökosystem-leistungen

Mikroklima
Wasserhaushalt
Kohlenstoffspeicherung
Luft-, Boden-,
Wasserqualität
Lärmreduktion

Kulturelle Ökosystem-leistungen

Stadtbild
Erholungsnutzen
Umweltbildung
Sozialer Austausch
Biodiversität

Thomas Wolf, www.foto-tw.de (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deutsche_Bank_Taunusanlage.jpg),
„Deutsche Bank Taunusanlage“, Ausschnitt von IÖW, https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/legalcode

Bewertung regulierender Ökosystemleistungen

Wasserhaushalt: Wasserrückhalt

Ersatzkostenansatz
Vergleich mit Bau von Regenrückhalteanlagen

Gesundheit: Luftschadstoffrückhalt

Vermiedene Gesundheitskosten

Klima: Kohlenstoffspeicher

Schadenskosten CO_2-Eq.

1) Lizenz: CC0 1.0, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de. Veröffentlicht auf pixaby.com (Letzter Zugriff: 20.09.2018).
2) Lizenz: CC0 1.0, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de. Veröffentlicht auf pixaby.com (Letzter Zugriff: 20.09.2018).
3) Lizenz: CC0 1.0, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de. Veröffentlicht auf pixaby.com (Letzter Zugriff: 20.09.2018).

Bewertung regulierender und kultureller Ökosystemleistungen

STADTGRÜN wertschätzen

Mikroklima: Arbeitsproduktivität bei Hitze

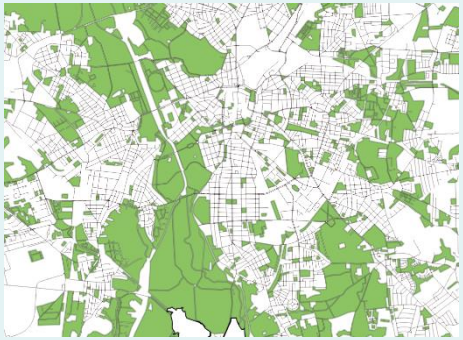
Temperaturabhängige Produktivitätsfunktionen

Mikroklima: Hitzebezogene Erkrankungen

Temperatur-Gesundheits-Schadensfunktion

Vermiedene Gesundheitskosten

Anteil Grünflächen an der Stadtfläche



Zahlungsbereitschaft aus repräsentativer Befragungsstudie

1) Lizenz: CC0 1.0, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de. Veröffentlicht auf pixnio.com (Letzter Zugriff: 18.09.2018).
2) Lizenz: CC0 1.0, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de. Veröffentlicht auf pixaby.com (Letzter Zugriff: 18.09.2018).
3) Lizenz: CC0 1.0, https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.de. Veröffentlicht auf pxhere.com (Letzter Zugriff: 18.09.2018)

Bewertung kultureller Ökosystemleistungen

Anteil begrünter Wege

Zahlungsbereitschaft aus repräsentativer Befragungsstudie

Zahl der Straßenbäume pro 100 m Straße

Zahlungsbereitschaft aus repräsentativer Befragungsstudie

Biodiversität: Anteil naturnah gepflegter Grünflächen

Zahlungsbereitschaft aus repräsentativer Befragungsstudie

1) Kalle Schmitz, CC BY-SA 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0, via Wikimedia Commons (Letzter Zugriff: 01.07.2022).
2) Günter Haase al. Boonekamp, CC BY-SA 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0, via Wikimedia Commons (Letzter Zugriff: 01.07.2022).
3) Helmut Kern, Stadt Karlsruhe

Überblick: Stadtgrün-Bewertungstools I und II

Bewertungstool Stadtgrün I

- Stadtweite Bewertung in 4 Partnerstädten (Leipzig, Karlsruhe, Nürnberg, Augsburg)
- Befragung in Partnerstädten
- 1 x 1 km räumliche Auflösung
- Stadtklimamodellierung für Partnerstädte (PIK)

Herauszoomen: 23 Städte

- Übertragung der stadtweiten Bewertung auf 23 deutsche Großstädte (> 300.000 Einwohner)
- Bundesweite Befragung
- 500 x 500 m räumliche Auflösung
- Interpolation der Klimasimulation
- Frei zugängliches Onlinetool

Bewertungs-Tools Stadtgrün II

plus Schulungs-modul

Hineinzoomen: 3 Quartiere

- Räumlich engerer Fokus auf Quartiersgebiete in Partnerstädten (Leipzig, Karlsruhe, Berlin-Neukölln)
- Quartiersbefragung
- 100 x 100 m räumliche Auflösung
- kleinräumige Stadtklimamodellierung
- Excel-basiertes Expertentool

STADTGRÜN wertschätzen II

Bewertung kultureller Ökosystemleistungen

Malte Welling
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

Kulturelle Ökosystemleistungen

Sport und Erholung

Sozialer Treffpunkt

Stadtbild

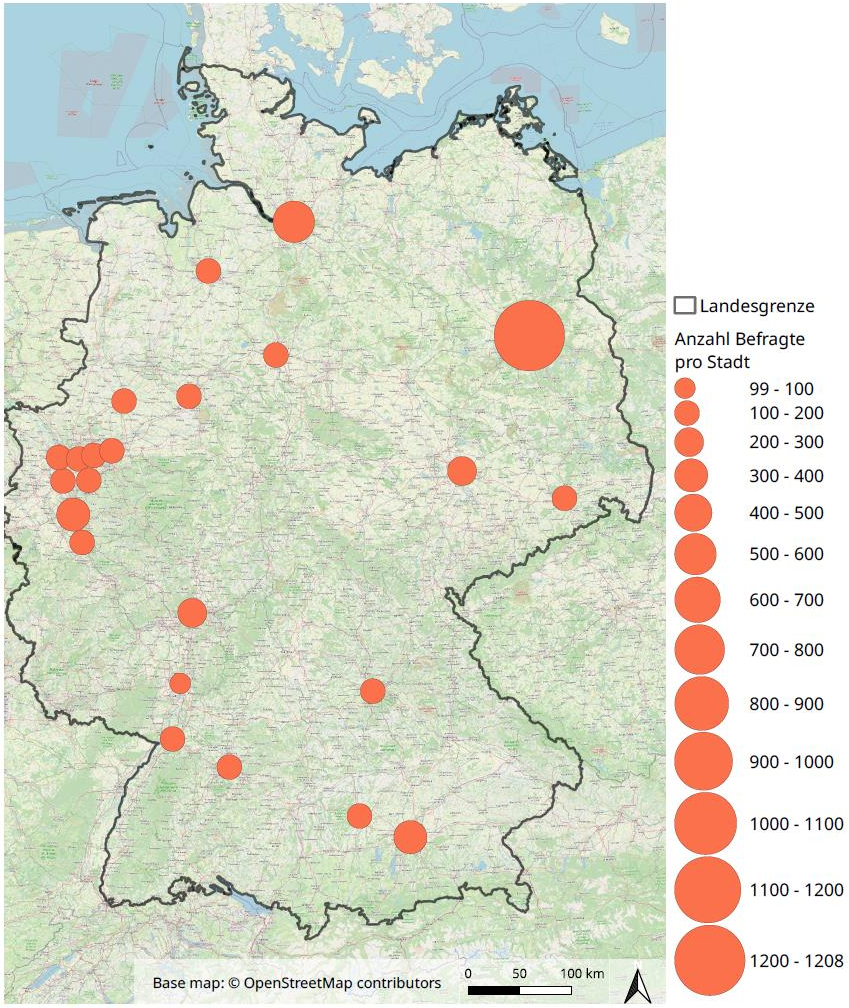
Naturerfahrung/ Umweltbildung

STADTGRÜN wertschätzen

Repräsentative Bevölkerungsbefragungen

Bundesweite Befragung
Stichprobe

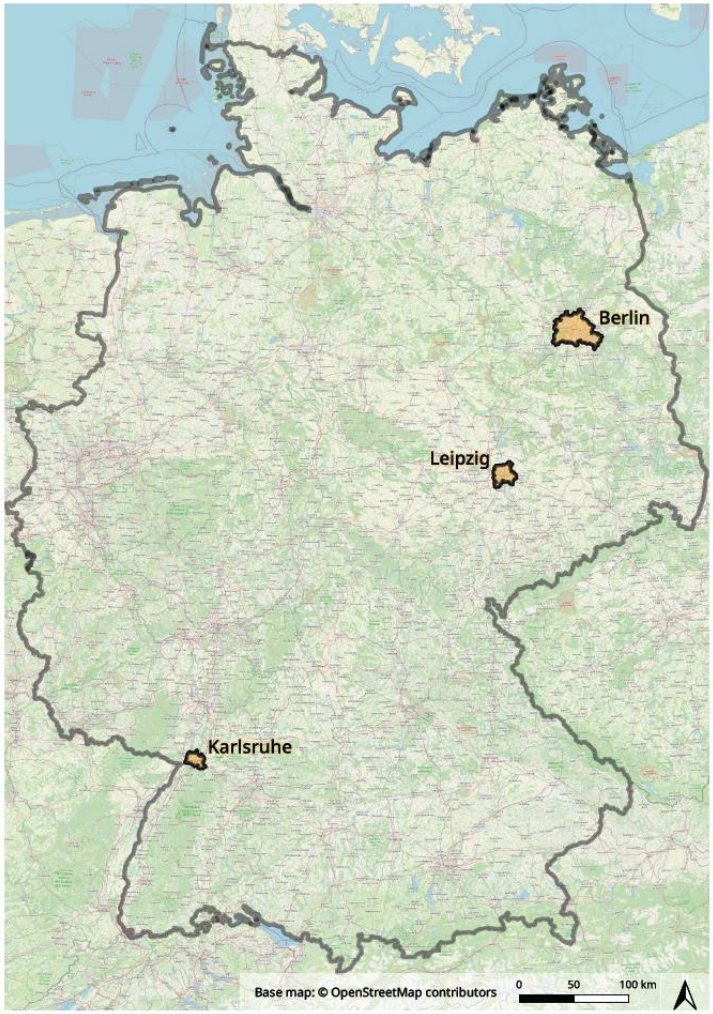
- Repräsentative Befragung in den 23 größten deutschen Städten
- August und September 2021
- Insgesamt 5.101 Befragte



Eigene Darstellung; Kartengrundlage OpenStreetMap

Quartiersbezogene Befragung
Stichprobe

- Repräsentative Befragungen in Berlin, Karlsruhe und Leipzig
- August und September 2021
- Insgesamt 2.867 Befragte



Eigene Darstellung; Kartengrundlage OpenStreetMap

Bundesweite und quartiersbezogene Befragung
Fragebogen

Choice Experiment – Beispiel aus der bundesweiten Befragung

Welche Möglichkeit sollte umgesetzt werden?

	Möglichkeit A	Möglichkeit B	Aktueller Zustand
Straßenbäume	6 pro 100 Meter Straße	4 pro 100 Meter Straße	4 pro 100 Meter Straße
Grünflächen	25 % der Stadtfläche sind Grünflächen	30 % der Stadtfläche sind Grünflächen	20 % der Stadtfläche sind Grünflächen
Naturnahe Flächen	45 % der Grünflächen sind naturnah	35 % der Grünflächen sind naturnah	25 % der Grünflächen sind naturnah
Begrünte Fuß- und Radwege	46 % der Wege sind begrünt	56 % der Wege sind begrünt	46 % der Wege sind begrünt
Beitrag	36 Euro	12 Euro	0 Euro
Ich wähle	○	○	○

Bundesweite und quartiersbezogene Befragung
Fragebogen

Nutzungsfragen - Beispiel

Nutzen Sie Grünflächen in Ihrer Stadt an heißen Sommertagen (über 30° Höchsttemperaturen) häufiger oder seltener als sonst?

- ○ So häufig wie sonst auch
- ○ Seltener als sonst
- ○ Häufiger als sonst

Soziodemografische Fragen - Beispiel

Welche der folgenden Antwortmöglichkeiten beschreibt Ihre Wohnung oder Ihr Haus am besten?

- ○ Freistehendes Haus
- ○ Reihenhaus oder Doppelhaushälfte
- ○ Mehrfamilienhaus oder Geschosswohnung
- anderes, und zwar: _____
- ○ weiß nicht

Bundesweite Befragung (23 Städte)
Fragebogen – Choice Experiment

Attribute	Level (Beispiel Leipzig)
Straßenbäume	Aktueller Zustand: 4 pro 100 m Straße 6 pro 100 m Straße 8 Bäume pro 100m Straße
Grünflächen	Aktueller Zustand: 20% der Stadtfläche sind Grünflächen 25 % der Stadtfläche sind Grünflächen 30% der Stadtfläche sind Grünflächen
Naturnahe Flächen	Aktueller Zustand: 25% der Grünflächen sind naturnah 35% der Grünflächen sind naturnah 45% der Grünflächen sind naturnah
Begrünte Fuß- und Radwege	Aktueller Zustand: 46% der Wege sind begrünt 56% der Wege sind begrünt 66% der Wege sind begrünt

Quartiersbezogene Befragung (L, B, KA)
Fragebogen - Choice Experiment

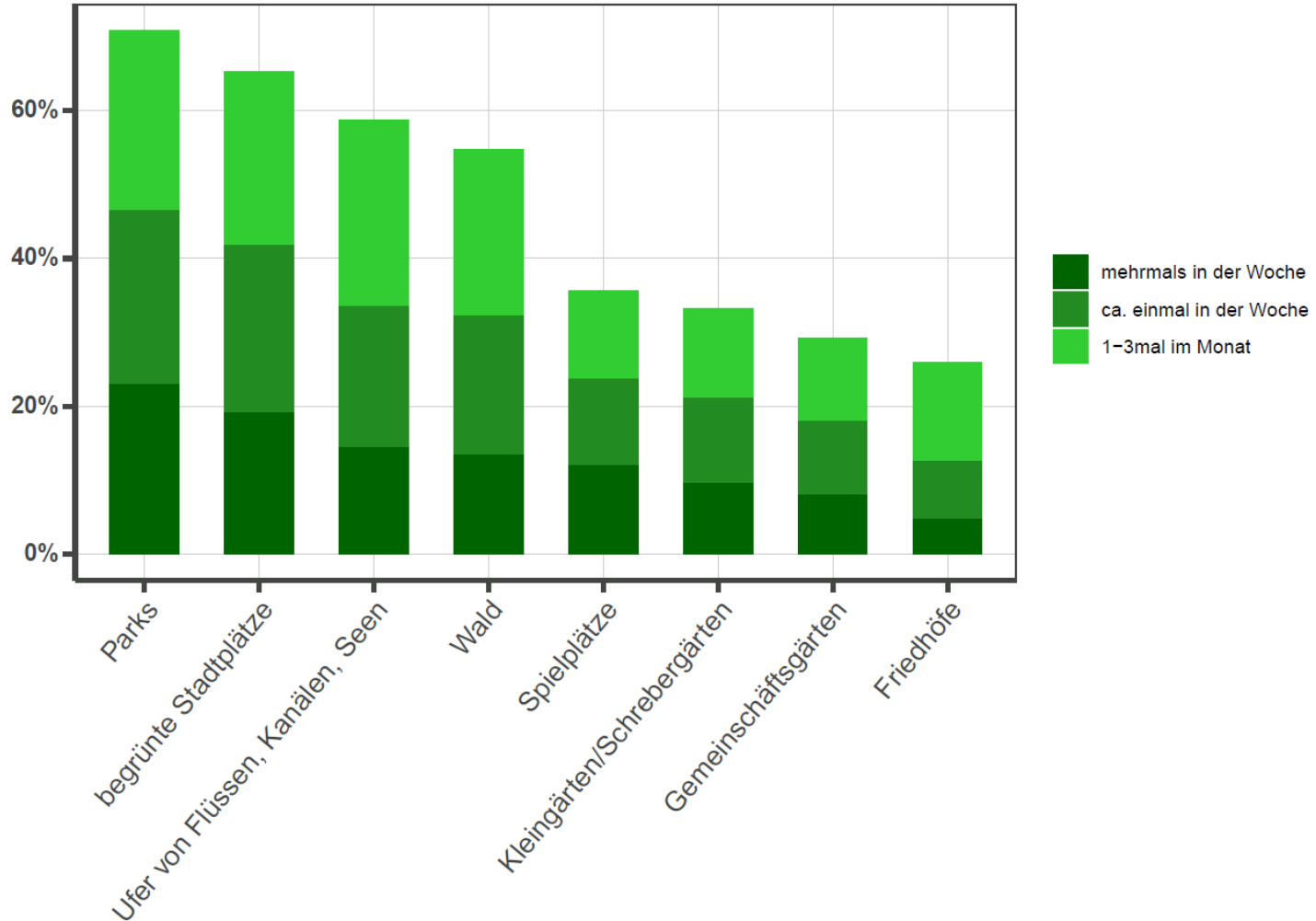
Attribute	Level (Leipziger Osten – Lene Voigt Park)
Stadtbäume	Aktueller Zustand: 2.700 Stadtbäume 2.200 Stadtbäume 3.200 Stadtbäume 3.700 Stadtbäume
Gründächer	Aktueller Zustand: 1% der möglichen Dachfläche 10% der möglichen Dachfläche 20% der möglichen Dachfläche
Fassadenbegrünung	Aktueller Zustand: 1 von 100 Fassaden 25 von 100 Fassaden 50 von 100 Fassaden
Grünflächen	Aktueller Zustand: 38 Hektar Grünflächen (32% des Untersuchungsgebiet) 30 Hektar Grünflächen 46 Hektar Grünflächen 54 Hektar Grünflächen
Erscheinungsbild	Standard verstärkt gepflegt
Nutzung der Grünfläche	Aktueller Zustand 90% Nutzrasen, 10% naturnahe Wiesen 95% Nutzrasen, 5% naturnahe Wiesen 85% Nutzrasen, 15% naturnahe Wiesen 80% Nutzrasen, 20% naturnahe Wiesen

STADTGRÜN wertschätzen II

Ergebnisse – Nutzungsfragen

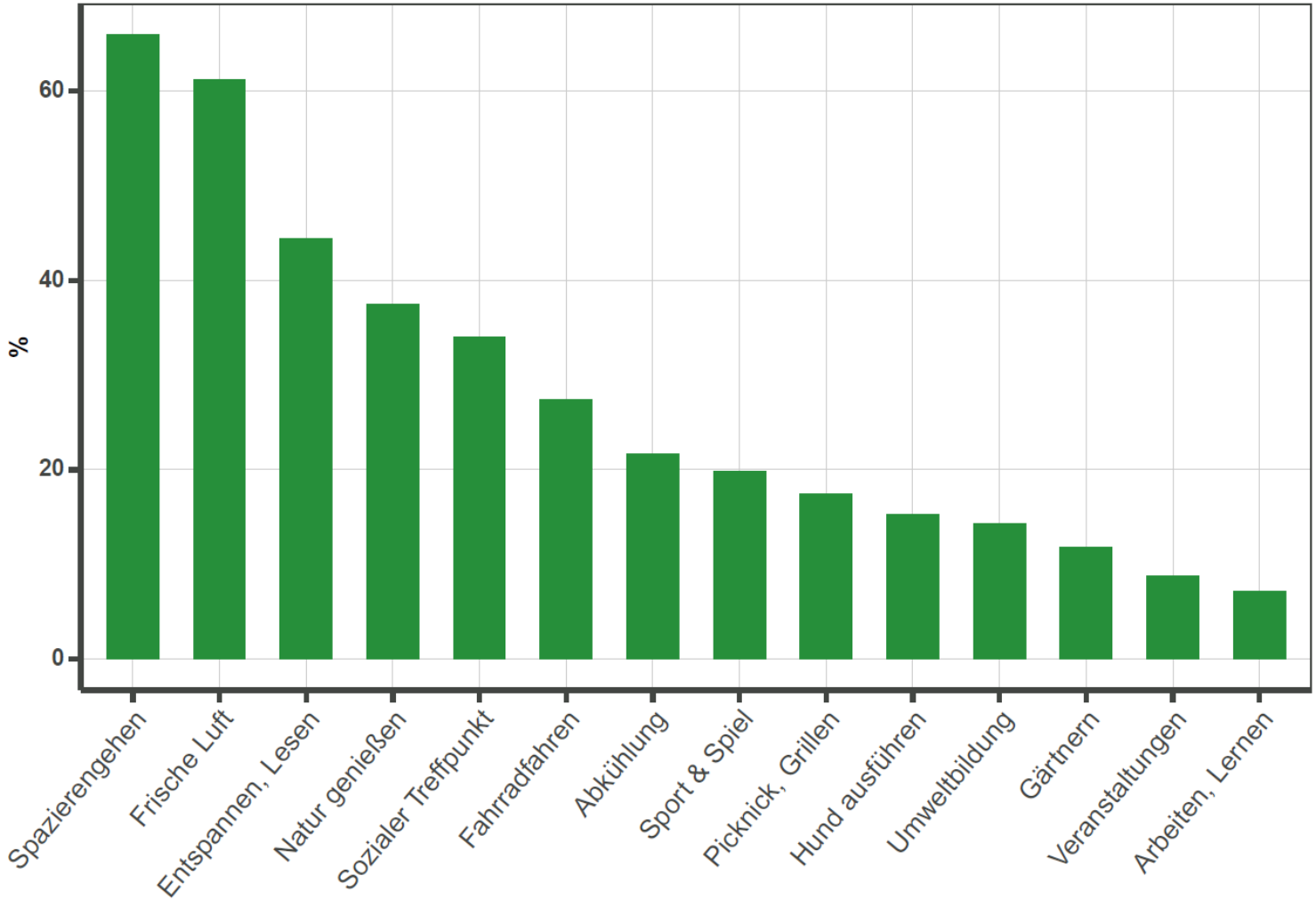
Bundesweite Befragung
Ergebnisse – Besuch von Grünflächen

Mehr als die Hälfte nutzt Parks, grüne Stadtplätze, Ufer und Wälder regelmäßig.



Bundesweite Befragung
Ergebnisse – Gründe für den Besuch

Die häufigsten Gründe sind spazierengehen (67%), frische Luft (62%), Entspannung (44%), Natur (38%) und soziale Treffen (35%)



STADTGRÜN wertschätzen II

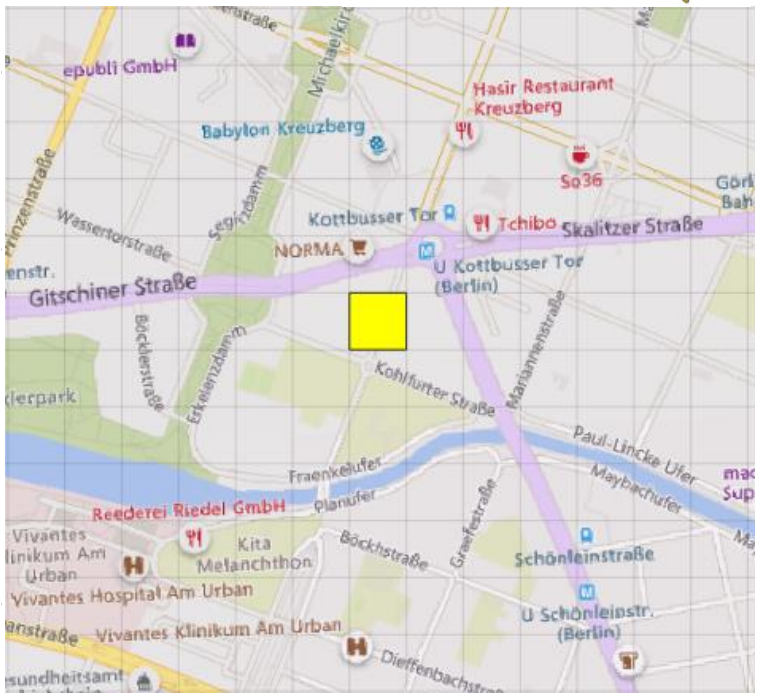
Ausblick:
Bewertung der kulturellen Ökosystemleistungen

Bundesweites Onlinetool
Berechnung kulturelle Ökosystemleistungen

Beispiel 1: Hochhaussiedlung nahe Kottbusser Tor, Berlin

Zahlungsbereitschaft für **+1% Grünfläche**, pro Person und Jahr:

	in Stadt/Zelle	Änderung der ZB
Bundesweiter Durchschnitt		2,06 €
Anteil GF Berlin	33%	- 0,35 €
Einkommen Berlin	1.640€	- 0,07 €
Einwohnerdichte	704	+ 0,95 €
Altersschnitt	28,2	+ 0,95 €
Haushaltsgröße	3,6	+ 0,34 €
Anteil GF in 500m	8%	+ 0,29 €
Summe: ZB für +1% Grünfläche		**4,35 €**

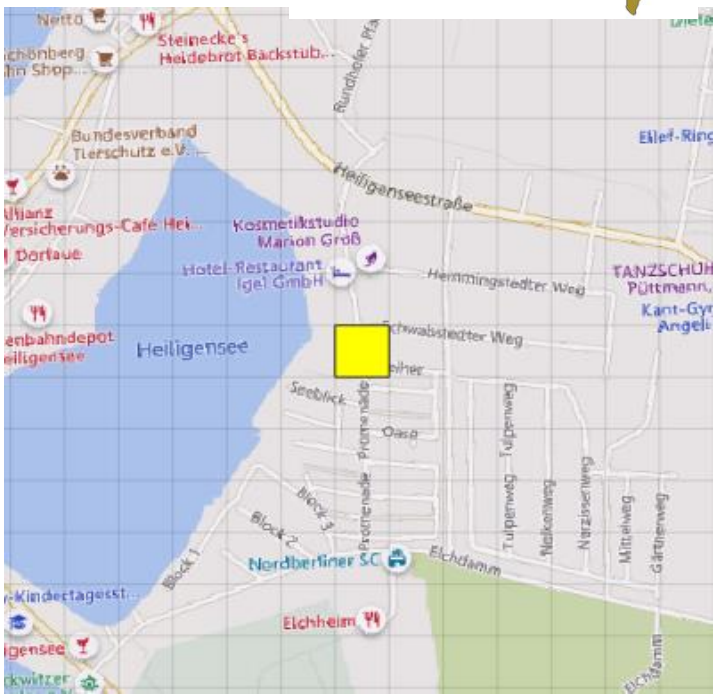


Bundesweites Onlinetool
Berechnung kulturelle Ökosystemleistungen

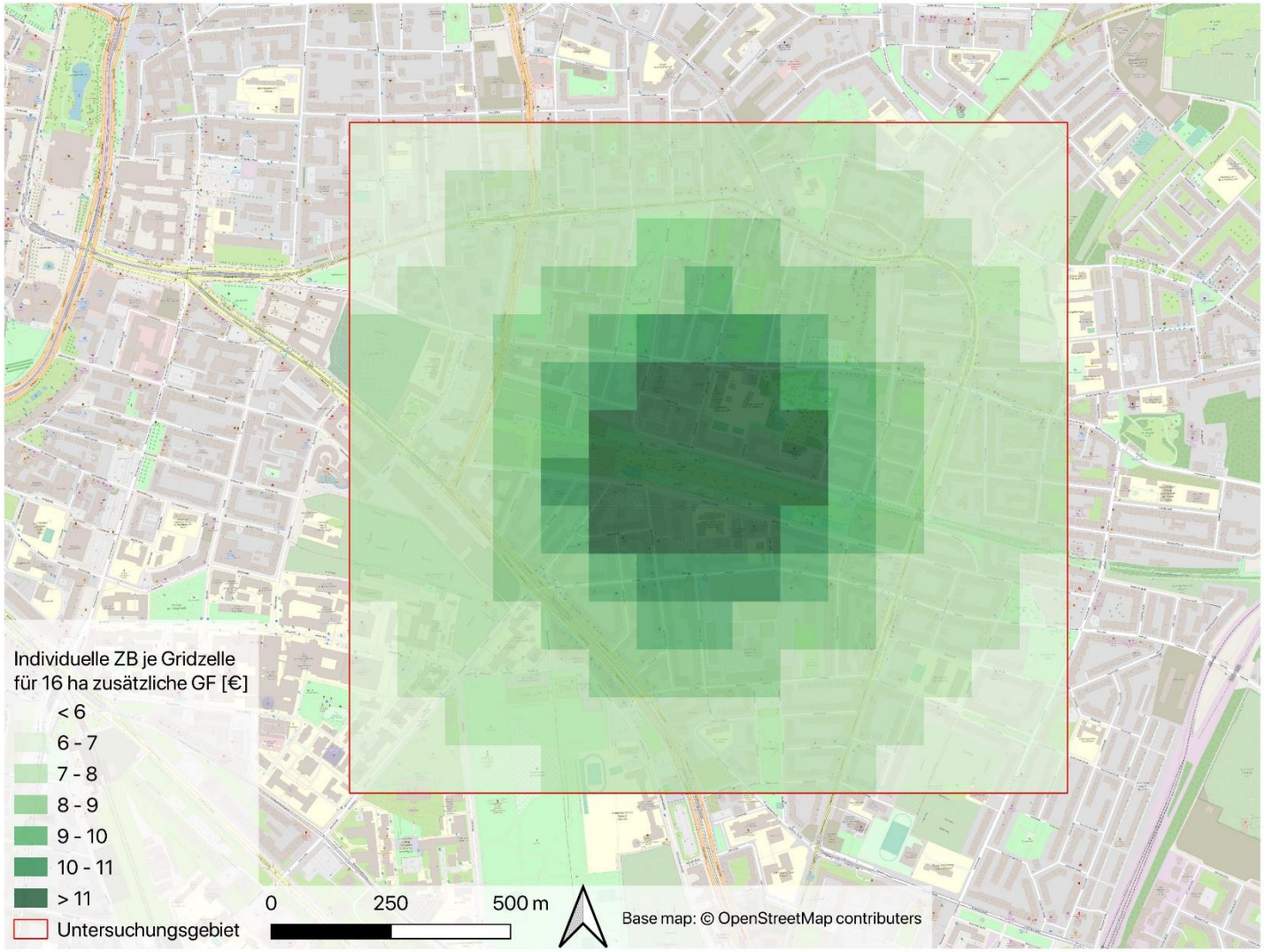
Beispiel 2: Einfamilienhäuser in Heiligensee, Nordwest-Berlin

Zahlungsbereitschaft für **+1% Grünfläche**, pro Person und Jahr:

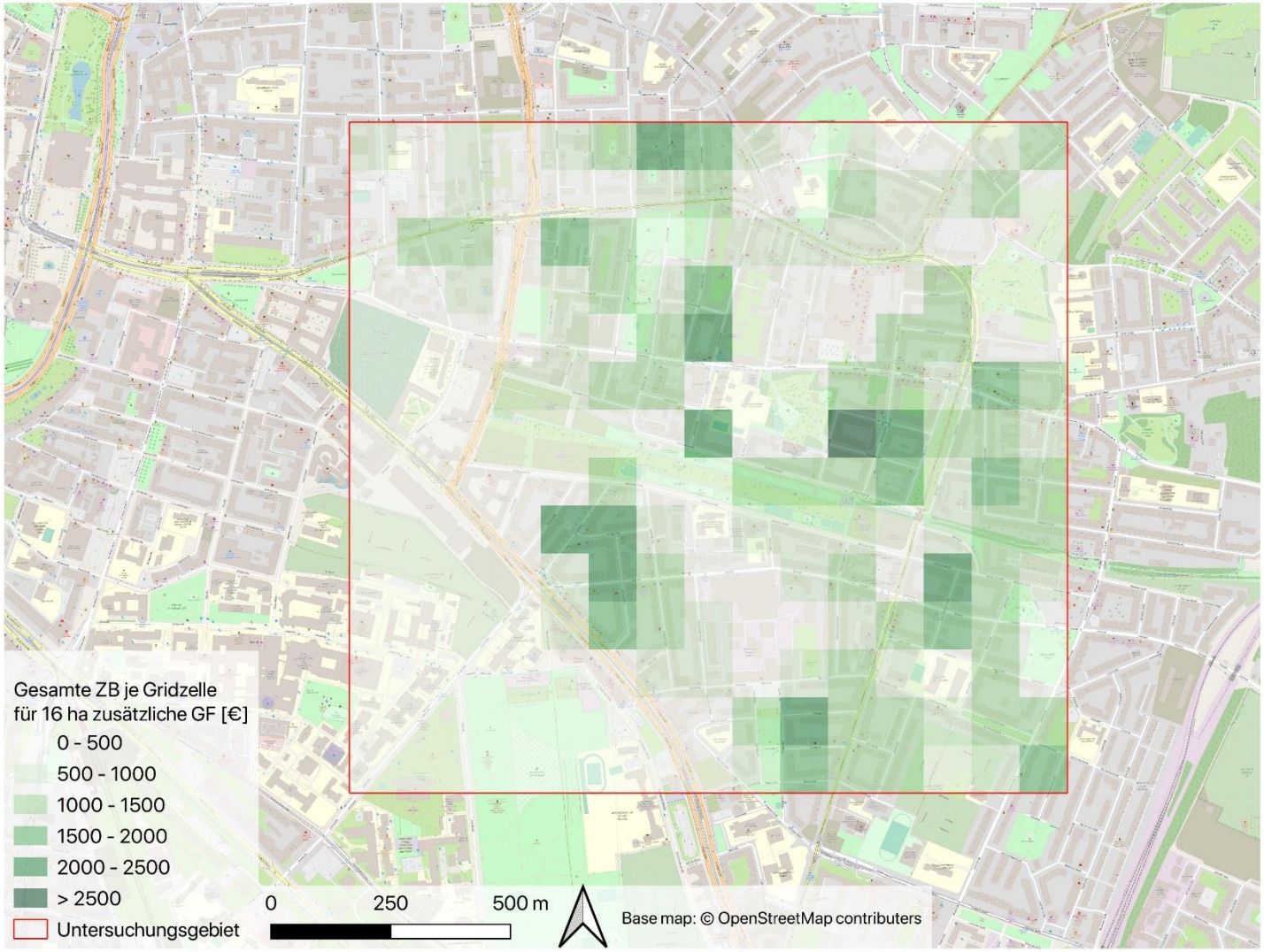
	In Stadt/Zelle	Änderung der ZB
Bundesweiter Durchschnitt		2,06 €
Anteil GF	33%	- 0,35 €
Nettoeinkommen	1.640€	- 0,07 €
Einwohnerdichte	13	- 0,03 €
Altersschnitt	69,4	- 1,39 €
Haushaltsgröße	1,57	- 0,09 €
Anteil GF in 500m	43 %	- 0,12 €
Summe: ZB für +1% Grünfläche		**0,01 €**



Quartierstool
Berechnung kulturelle Ökosystemleistungen



Quartiersbezogene Befragung Leipzig
Ergebnisse – Hochrechnung auf Szenarien



STADTGRÜN wertschätzen II

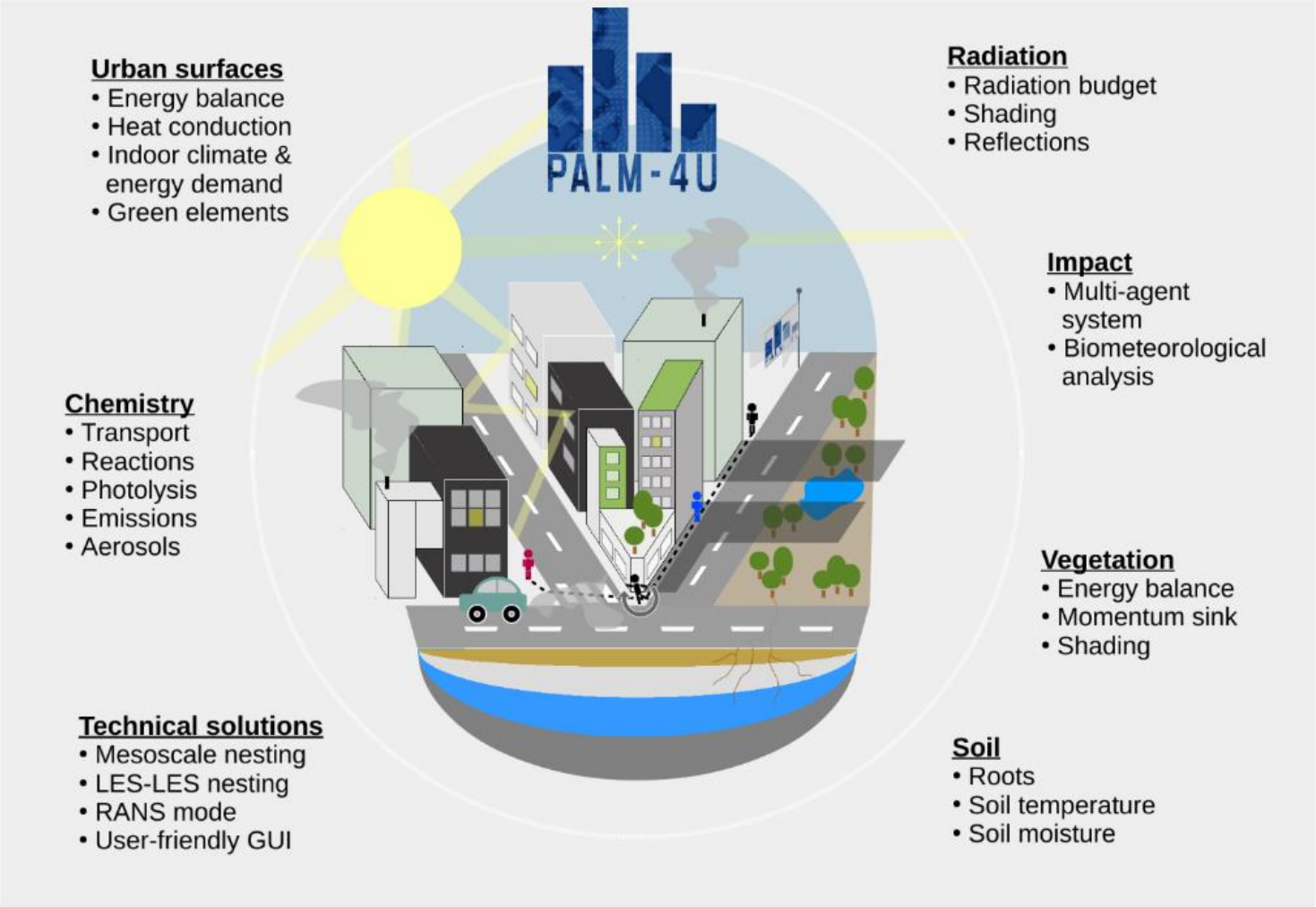
Mikroklimatische Stadtklima-Modellierung mit PALM-4U

Julian Anders
Humboldt-Universität zu Berlin
Leipzig, 01.07.2022

i|ö|w INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG
HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN
Stadt Leipzig Dezernat Umwelt, Klima, Ordnung und Sport
Karlsruhe
BERLIN Bezirksamt Neukölln
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
FONA Sozial-ökologische Forschung

Aktuelle Komponenten von PALM-4U

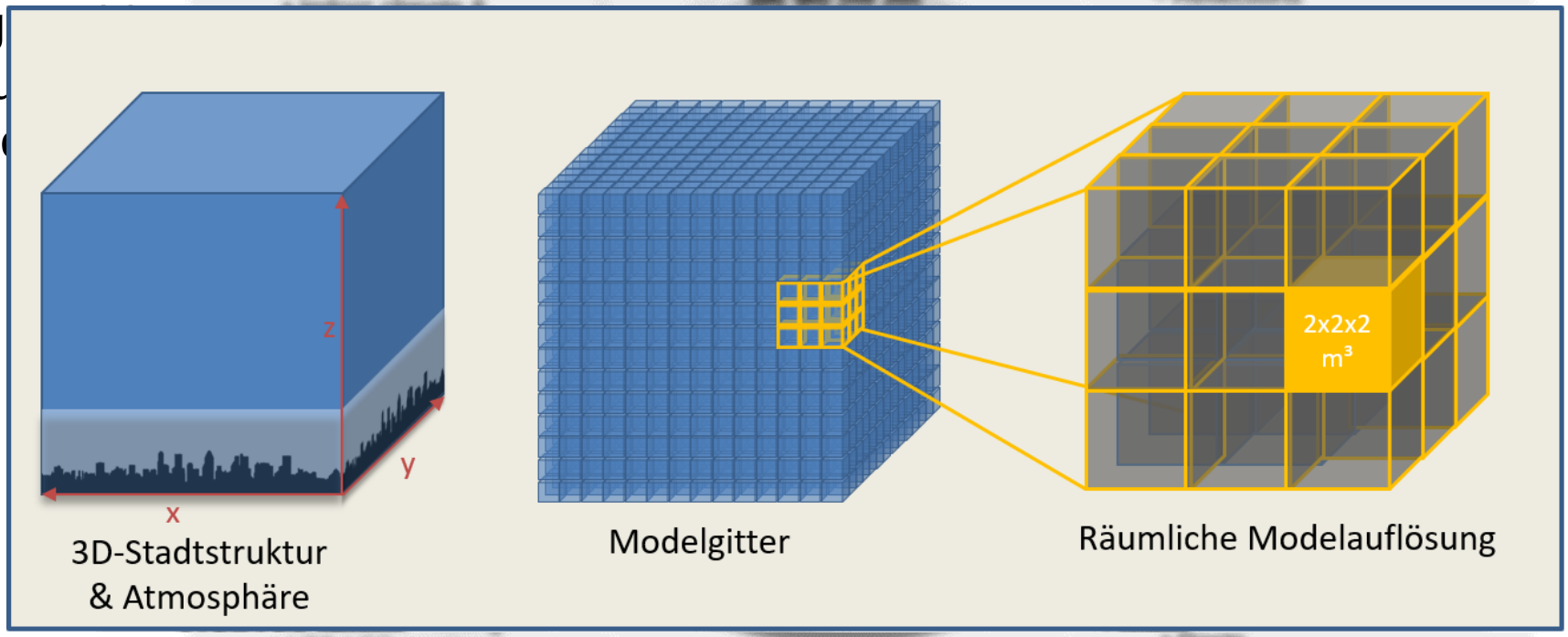
PALM-4U – **Pa**rallelized **L**arge-Eddy Simulation **M**odel



B1: https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/attachment/wiki/palm4u/skizze_mosaik_plus_text.png

Aktuelle Komponenten von PALM-4U

PALM-4U –
Parallelized
Larg
Simu
Mod



B1: https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/attachment/wiki/palm4u/skizze_mosaik_plus_text.png

B2: https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/wiki/doc/tec/gov
B3: https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/attachment/wiki/palm4u/skizze_mosaik_plus_text.png
B4: https://palm.muk.uni-hannover.de/trac/attachment/wiki/doc/tec/gov/Table1.png

„Zutaten“ einer Modellierung

PALM core

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = -\frac{\partial u_i u_j}{\partial x_j} - \varepsilon_{ijk} f_j u_k + \varepsilon_{i3j} f_3 u_{g,j} - \frac{1}{\rho_0}\frac{\partial \pi^*}{\partial x_i} + g\frac{\theta_v - \langle\theta_v\rangle}{\langle\theta_v\rangle}\delta_{i3} - \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\overline{u_i'' u_j''} - \frac{2}{3}e\delta_{ij}\right),$$

$$\frac{\partial u_j}{\partial x_j} = 0,$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial u_j \theta}{\partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\overline{u_j'' \theta''}\right) - \frac{L_V}{c_p \Pi}\Psi_{q_v},$$

$$\frac{\partial q_v}{\partial t} = -\frac{\partial u_j q_v}{\partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\overline{u_j'' q_v''}\right) + \Psi_{q_v},$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} = -\frac{\partial u_j s}{\partial x_j} - \frac{\partial}{\partial x_j}\left(\overline{u_j'' s''}\right) + \Psi_s.$$

B2

B3

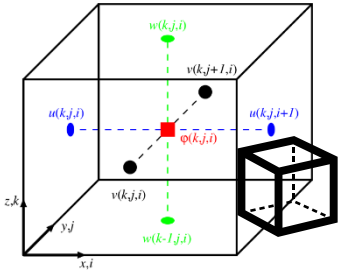
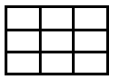


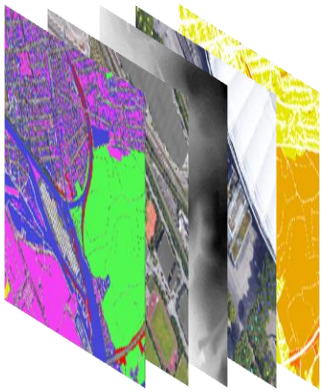
Table 1. List of general model parameters.

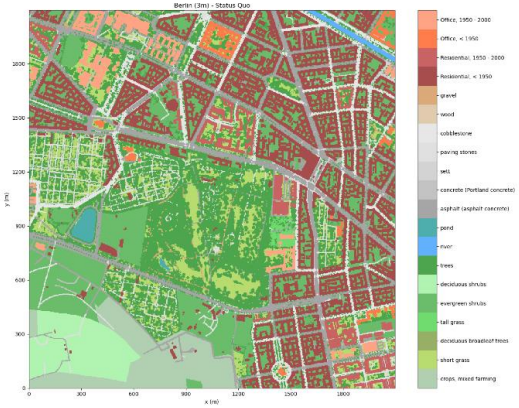
Symbol	Value	Description
c_m	0.1	SGS model constant
c_p	$1005\,\mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}$	Heat capacity of dry air at constant pressure
g	$9.81\,\mathrm{m\,s^{-2}}$	Gravitational acceleration
L_V	$2.5 \times 10^6\,\mathrm{J\,kg^{-1}}$	Latent heat of vaporization
p_0	1000 hPa	Reference air pressure
R_d	$287\,\mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}$	Specific gas constant for dry air
R_v	$461.51\,\mathrm{J\,kg^{-1}\,K^{-1}}$	Specific gas constant for water vapor
κ	0.4	Kármán constant
ρ	$\mathrm{kg\,m^{-3}}$	Density of dry air
ρ_0	$1.0\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$	Density of dry air at the surface
$\rho_{l,0}$	$1003\,\mathrm{kg\,m^{-3}}$	Density of liquid water
Ω	$0.729 \times 10^{-4}\,\mathrm{rad\,s^{-1}}$	Angular velocity of the Earth



B4

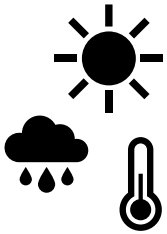
Static driver

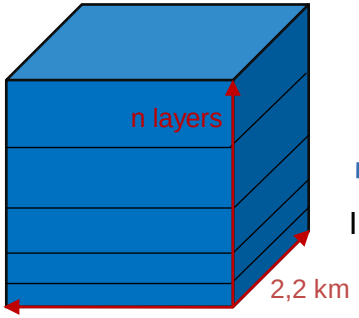




Dynamic driver

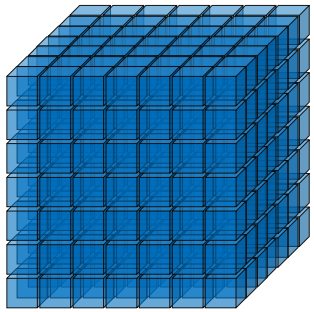
DWD-Daten





COSMO-Model

Interpolation



Dynamic driver

Studiendesign in Stadtgrün II

- Nachbildung 3 vergangener Sommertage
- Simulationsperiode: 24 Stunden
- Ziel: Einfluss verschiedener Grüntypen auf Mikroklima

Berlin

6 Simulationen:
- 1 Referenz
- 5x Szenario

3 Zeitpunkte:
- 2019-06-17
- 2019-06-30
- 2019-07-09

→ 18 Simulationen

Leipzig

6 Simulationen:
- 1 Referenz
- 5x Szenario

3 Zeitpunkte:
- 2019-06-17
- 2019-06-30
- 2019-07-09

→ 18 Simulationen

Karlsruhe

6 Simulationen:
- 1 Referenz
- 5x Szenario

3 Zeitpunkte:
- 2019-06-17
- 2019-06-30
- 2019-07-09

→ 18 Simulationen

54 Simulationen

STADTGRÜN wertschätzen II

Vielen Dank!

Malte Welling, Prof. Dr. Jesko Hirschfeld
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Julian Anders,
Humboldt-Universität zu Berlin

Leipzig, 01.07.2022

iöw INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG
HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN
Stadt Leipzig Dezernat Umwelt, Klima, Ordnung und Sport
Karlsruhe
BERLIN Bezirksamt Neukölln
GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung
FONA Sozial-ökologische Forschung