

Liebe Leserinnen und Leser,

es freut mich sehr, Ihnen die 50. Ausgabe unserer Hauszeitung zu präsentieren. In dieser Ausgabe beschäftigen wir uns mit zwei Themen aus dem Bereich der Luftqualität und des Stadtklimas.

Bei der Ausbreitungsmodellierung von Luftschadstoffen hat die richtige Wahl der meteorologischen Eingangsdaten eine hohe Wichtigkeit, da diese sehr ergebnissensitiv sind. Für geeignet recherchierte, meteorologische Daten stellt sich insbesondere neben orographisch gegliederten Umgebungen für durch Gebäude geprägte Untersuchungsgebiete die Frage, für welche Position im Modellgebiet die meteorologische Zeitreihe repräsentativ ist.

Der erste Artikel stellt vor, wie man gemessene oder modellierte Daten von Windrichtung und -geschwindigkeit bestmöglich in mit MISKAM berechnete gebäudebeeinflusste Windfelder platziert.

Das Modell PALM4U findet immer öfter Anwendung in Gutachten zur

Beurteilung von stadtklimatischen Auswirkungen von Baumaßnahmen oder bei der Analyse ganzer Stadtteile. Die Anwendung von PALM4U erfordert ein hohes Maß von Erfahrung, die sich auch aus dem Abgleich mit Messdaten nährt. In einer von unserer Niederlassung Bochum mitbetreuten Masterarbeit wurden Evaluierungen von PALM4U-Modellergebnissen mit meteorologischen Crowdsourcing Messdaten durchgeführt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse finden auch in unserer gutachterlichen Arbeit mit PALM4U Berücksichtigung. Im zweiten Artikel werden die Arbeiten der Evaluierung von PALM4U am Beispiel Bochum erläutert.

Neben unserer täglichen Arbeit für eine bessere Umwelt leisten wir auch ehrenamtlich Beiträge zu einer nachhaltigen Entwicklung. So unterstützt die Lohmeyer GmbH u. a. das Projekt „Hilfe für das Meno-Hochland in Äthiopien“. Das Projekt zielt darauf ab, das Bestreben von

äthiopischen Bauern bei der Initiierung von nachhaltigen Entwicklungen zu unterstützen, in denen ökologische, wirtschaftliche und soziale Aspekte in Einklang gebracht werden sollen. Näheres über das Projekt erfahren Sie unter: www.meno-hochland.de.



Ich wünsche Ihnen eine besinnliche und gesegnete Weihnachtszeit sowie ein gutes neues Jahr 2024.

Udo W. Jandt

AKTUELLES IN KÜRZE

- Eine ehrenamtlich tätige Gruppe internationaler Experten aus 17 Ländern hat am 02.12.2023 das "International Handbook on the Assessment of Odour Exposure using Dispersion Modelling" veröffentlicht. Das Handbuch stellt den aktuellen Stand der Geruchsausbreitungsrechnung im internationalen Kontext dar und beinhaltet u.a. Kapitel zu meteorologischen Daten, zu den verwendeten Modellen und Ausbreitalgorithmen, zur Emissionsermittlung und zur Bewertung. Es ist kostenfrei verfügbar unter: <https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.8367723>.
- Nach Auswertung der Messdaten der Länder und des Umweltbundesamtes für das Jahr 2022 gab es das fünfte Jahr in Folge keine Überschreitungen der Feinstaubgrenzwerte in Deutschland. Der Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) von 40 µg/m³ Luft wurde nur noch an zwei verkehrsnahen Messstationen in München und Essen überschritten, wobei jedoch berücksichtigt werden muss, dass die geltenden Grenzwerte für Feinstaub und Stickstoffdioxid vor mehr als 20 Jahren festgelegt wurden und nicht den heutigen wissenschaftlichen Erkenntnissen über die gesundheitlichen Auswirkungen von Luftverschmutzung entsprechen. Mehr dazu finden Sie unter: <https://www.lohmeyer.de/aktuelles/messdaten-2022-das-funfte-jahr-in-folge-keine-uberschreitungen-der-feinstaubgrenzwerte-in-deutschland/>

Die Verarbeitung personenbezogener Daten erfolgt stets im Einklang mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und in Übereinstimmung mit den für die Lohmeyer GmbH geltenden landesspezifischen Datenschutzbestimmungen. Falls Sie unsere Hauszeitung nicht mehr erhalten möchten, genügt eine E-Mail an Abmelden@lohmeyer.de oder ein kurzer Anruf unter 0721-625100.

INHALT

Bestimmung der Ersatzanemometerposition für AUSTAL bei Verwendung von Wind- und Turbulenzfeldern von MISKAM. Seite 2

Evaluation des Modells PALM mit Crowdsourcing Lufttemperaturdaten Seite 3

Lohmeyer GmbH

Aerodynamik, Klima, Immissionsschutz und Umweltschutz
www.lohmeyer.de

Niederlassung Karlsruhe:

info.ka@lohmeyer.de
0721-625100

Niederlassung Dresden:

info.dd@lohmeyer.de
0351-839140

Niederlassung Bochum:

info.bo@lohmeyer.de
0234-5166850

BESTIMMUNG DER ERSATZANEMOMETERPOSITION FÜR AUSTAL BEI VERWENDUNG VON WIND- UND TURBULENZFELDERN VON MISKAM

Für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft werden in der Regel meteorologische Daten verwendet, die entweder am Standort gemessen oder, wenn am Standort der Anlage keine Messungen vorliegen, dorthin übertragen (QPR) wurden oder auf Modellrechnungen beruhen.

Falls meteorologische Daten übertragen werden, ist die Übertragung

Anforderungen an Verfahren zur Erzeugung modellierter Datensätze sowie zu deren Qualitätssicherung sollen in Richtlinie VDI 3783 Blatt 22 beschrieben werden.

Bei Ausbreitungssimulationen mit AUSTAL muss, obwohl die übertragenen bzw. modellierten meteorologischen Daten für den Anlagenstandort vorliegen, noch eine geeignete

die für übertragene bzw. modellierte meteorologische Daten angegebenen Koordinaten i. d. R. nicht die geeignete EAP im Untersuchungsgebiet wieder und sollten nicht ungeprüft für die Ausbreitungsrechnung verwendet werden.

Die EAP sollte so gewählt werden, dass zum einen die mittlere Windgeschwindigkeit an der EAP den über-

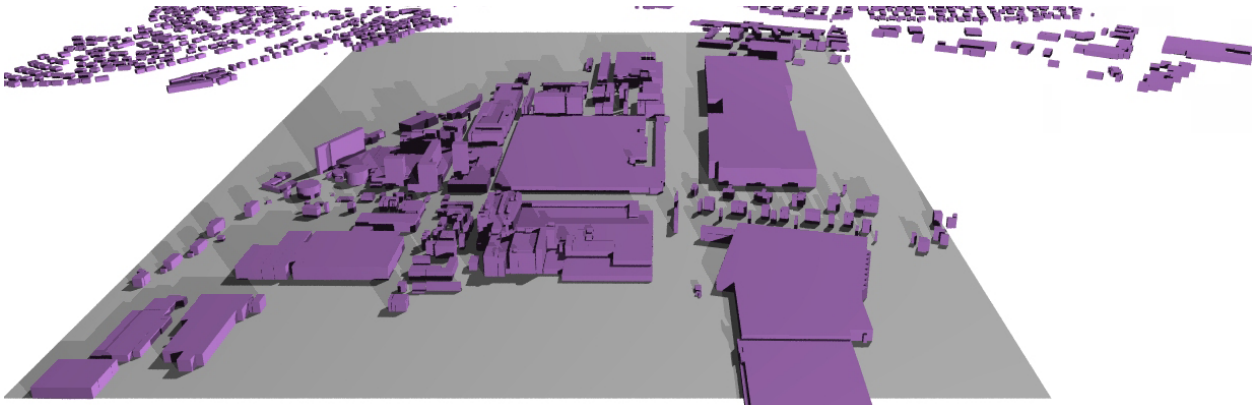


Abb. 1: Gebäude im MISKAM-Gebiet. Graue Fläche: Bereich mit horizontal konstanter Gitterweite = AUSTAL-Untersuchungsgebiet

barkeit entsprechend Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (2017) zu prüfen. Da solche Daten, vor allem im komplexen Gelände, nicht immer in der gewünschten Qualität und Repräsentativität vorliegen, finden in der Praxis seit einigen Jahren immer häufiger auch modellierte Daten Verwendung, die auf (i. d. R. prognostischen) Modellrechnungen beruhen.

Ersatzanemometerposition EAP (x_a , y_a , h_a) im Untersuchungsgebiet gefunden werden. Grund hierfür ist, dass die übertragenen bzw. modellierten meteorologischen Daten zwar für den Anlagenstandort repräsentativ sind, jedoch i. d. R. nicht die durch Gebäude im Untersuchungsgebiet lokale Beeinflussung des Windes berücksichtigen. Somit geben

tragenen bzw. modellierten meteorologischen Daten entspricht und zum anderen die Abweichung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit an der EAP von der übertragenen bzw. modellierten Windrichtung minimal ist.

Entsprechend der ersten Forderung werden bei Ausbreitungsrechnungen mit AUSTAL, für die Wind- und Turbulenzfelder vom prognostischen mikroskaligen Modell MISKAM bereitgestellt werden, im Untersuchungsgebiet zunächst alle Orte gesucht, bei denen die mittlere Geschwindigkeit der gemessenen mittleren Windgeschwindigkeit entspricht. In der Regel ist das eine von den horizontalen Koordinaten x und y abhängige Fläche $h(x,y)$. Als Beispiel werden für ein in **Abb. 1** dargestelltes Gebiet in **Abb. 2** die möglichen Ersatzanemometerhöhen $h(x,y)$ dargestellt, an denen die mittlere Windgeschwindigkeit den übertragenen bzw. modellierten meteorologischen Daten entspricht. Punkte, an denen die Höhe $h(x,y)$ direkt in der vertikalen Schicht über einem Gebäude berechnet wird, werden verworfen („Löcher“ in **Abb. 2**)

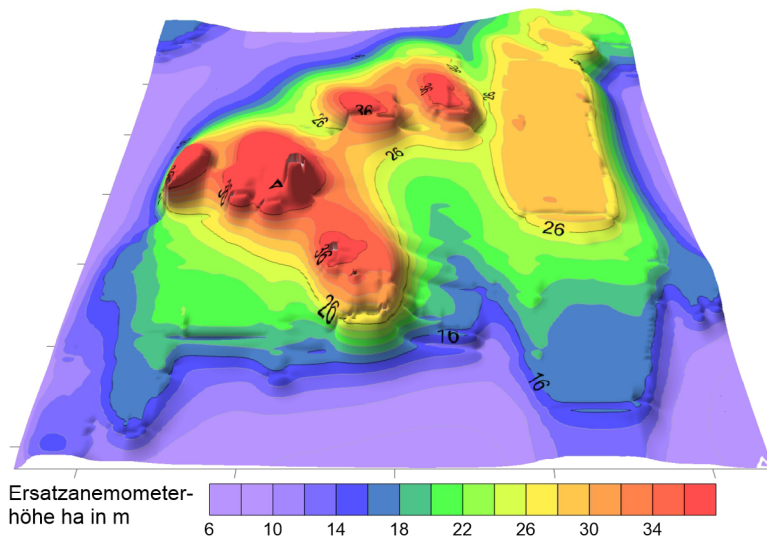


Abb. 2: Mögliche Ersatzanemometerhöhen $h(x,y)$, an denen die mittlere Windgeschwindigkeit an der EAP den übertragenen bzw. modellierten meteorologischen Daten entspricht.

In einem zweiten Schritt wird auf der Fläche $h(x,y)$ für 36 Windrichtungen die lokale durch Gebäude beeinflusste Windrichtung und Windgeschwindigkeit mit der übertragenen bzw. modellierten Windrichtung und Windgeschwindigkeit verglichen und hieraus die Fehlerquadratsumme für die 36 Windrichtungen gebildet und normiert (kleinster bzw. größter Wert wird auf 1 bzw. 0 gesetzt). Diese beiden normierten Fehlerquadratsummen stellen das Gütemaß g_d und g_f für Windrichtungsabweichung und Windgeschwindigkeitsabweichung dar. Das Gütemaß g , aus dem die optimale EAP abgeleitet wird, ist das Produkt aus g_d und g_f (vgl. **Abb. 3**).

Die optimale EAP im Untersuchungsgebiet ist dann die Position auf der Fläche $h(x,y)$, bei dem das Gütemaß g sein Maximum hat (weißes Dreieck in **Abb. 3**).

Als unerwünschter Nebeneffekt ziehen unterschiedliche Höhen auf der Fläche $h(x,y)$ auch unterschiedliche Turbulenzfelder für die Ausbreitungsrechnung nach sich. Hiervon

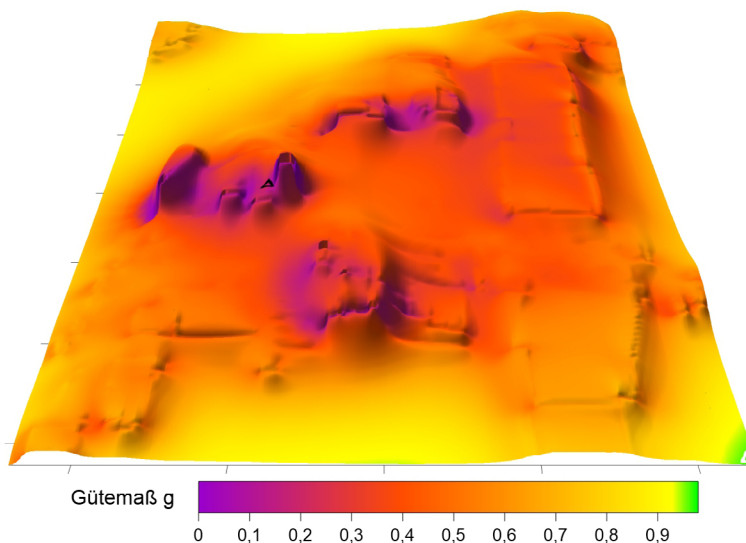


Abb. 3: Gütemaß g auf der Fläche der möglichen Ersatzanemometerhöhen. Weißes bzw. schwarzes Dreieck: EAP mit höchstem (= empfohlene EAP) bzw. niedrigstem Gütemaß.

entkoppelt können deswegen in der WinMISKAM-Schnittstelle zum Erzeugen der Turbulenzfelder die relevanten Parameter separat angegeben werden. Da diese Entkopplung bei AUSTAL-Ausbreitungsrechnung bei Verwendung des in AUSTAL integrierten diagnostischen

Strömungsmodells TALdia nicht vorgesehen ist, kann die hier vorgestellte Methode nur mit Einschränkungen hierfür übertragen werden.

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Thomas Flassak

EVALUATION DES MODELLS PALM MIT CROWDSOURCING LUFTTEMPERATURDATEN

Im Sommer und während Hitzeperioden kann die städtische Wärmeinsel negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben. Besonders im Kontext von Klimawandel werden Anpassungsmaßnahmen an ein verändertes Klima benötigt. Städte stehen hierbei besonders im Fokus. Zur Planung von effizienten Anpassungsmaßnahmen werden detaillierte Informationen zum Mikroklima innerhalb der Städte benötigt.

Diese Informationen können mit mikroskaligen Stadtklimamodellen generiert werden. Das Modell PALM wurde in den letzten Jahren speziell für städtische Anwendungen weiterentwickelt. Mit PALM ist es möglich, die städtischen Strukturen in einem hohen Detailgrad abzubilden und gleichzeitig großräumige Wettereinflüsse zu berücksichtigen.

In der vorliegenden Studie wird mit PALM ein Hitzetag in Bochum simuliert. Hierfür wird eine mesoskalige Domain mit einer horizontalen Auflösung von 50m definiert, welche mit den Analysedaten des ehemaligen Wettermodells COSMO-D2

des DWDs angetrieben wird. Innerhalb dieser mesoskaligen Domain werden zwei weitere Domains definiert: Eine Parent Domain mit 10m Auflösung und eine Child Domain mit 2.5m Auflösung. Die Parent Domain wird mit den Ergebnissen der mesoskaligen Rechnung angetrieben. Die Child Domain wird mit Hilfe von einem Nesting Verfahren

Die Modellergebnisse zeigen für den modellierten Tag einen ausgeprägten Tagesgang mit typischen Temperaturunterschieden für verschiedene Bereiche der Stadt (vgl. **Abb. 1**). Freiflächen weisen tagsüber hohe Lufttemperaturen aufgrund der fehlenden Verschattung auf. Die städtischen Bereiche heizen sich im Laufe des Tages auf und speichern

Child domain			Parent domain		
	PALM	Netatmo		PALM	Netatmo
Mean [°C]	27.6	27.0	Mean [°C]	27.1	27.1
SD [°C]	5.0	4.8	SD [°C]	5.3	5.4
Evaluation metrics					
R ²	0.86		R ²	0.88	
RMSE	1.98		RMSE	1.89	
MSE	3.92		MSE	3.57	
n stations	9		n stations	59	

Tab. 1: Statistische Kennwerte der Modellevaluation aufgeteilt nach Parent und Child Domain für die Lufttemperatur in °C

gleichzeitig mit der Parent Domain berechnet. Diese beiden Domains decken die Innenstadt von Bochum sowie die nördliche Stadthälfte ab.

die Wärme. Nach Sonnenuntergang geben sie die Wärme wieder ab. Somit entstehen erhöhte Lufttemperaturen innerhalb der Stadt gegenüber

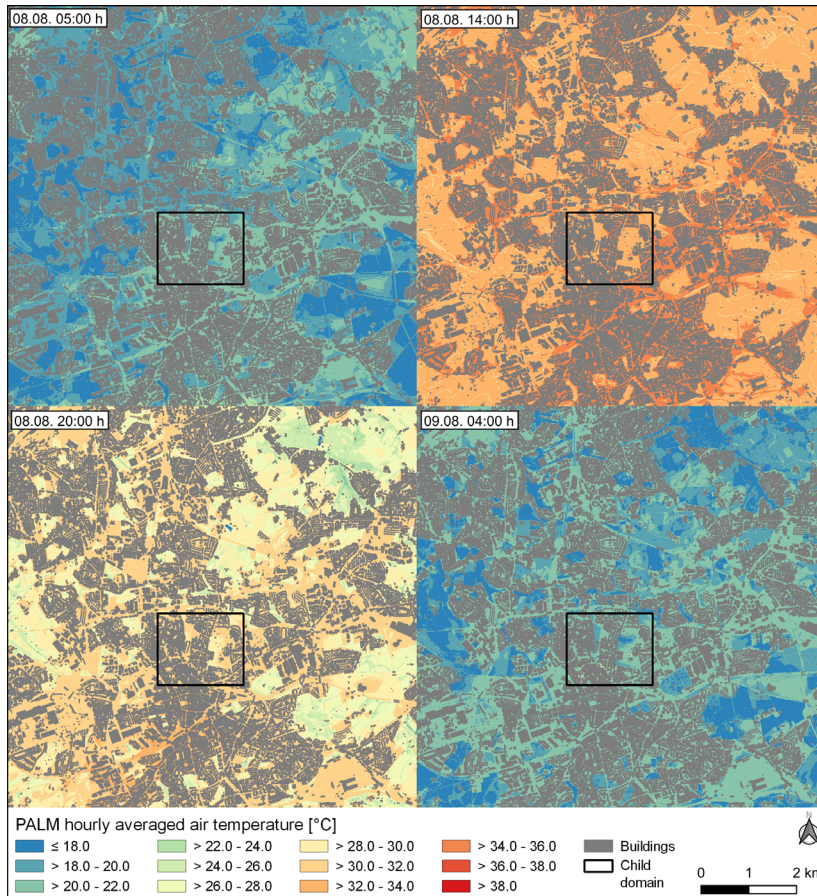


Abb. 1: Raumzeitliches Muster der stündlichen Lufttemperatur in °C in 2 m Höhe für vier verschiedene Zeitschritte

Freiflächen vor allem in den Abendstunden. Bis in den Morgen kühlen alle Flächen weiter ab, wobei die städtischen Bereiche weiterhin höhere Lufttemperaturen aufweisen.

Da Modelle jedoch immer eine Vereinfachung der Realität sind, ist eine Evaluation der Modellergebnisse wichtig. Üblicherweise werden für die Modellevaluation Messkampagnen von kurzer Dauer durchgeführt

oder auf eine begrenzte Anzahl an bestehenden Klimamessstationen zurückgegriffen. Besonders im städtischen Bereich kann eine kleine Anzahl an Messpunkten die heterogenen meteorologischen Bedingungen nicht detailliert abbilden. Messkampagnen sind aufwändig und häufig nicht durchführbar im Rahmen von Planungsprozessen. Eine weitere Möglichkeit zur Beschaffung von

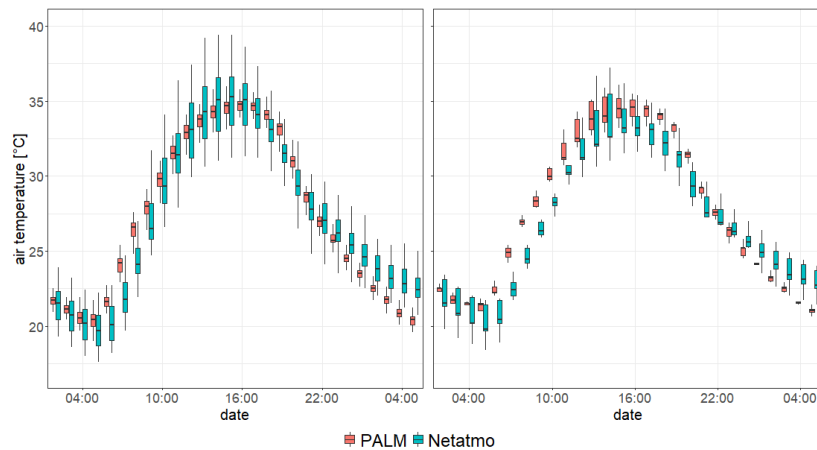


Abb. 2: Boxplot-Zeitreihe der Lufttemperatur in °C in 2 m Höhe von PALM und der Messdaten der privaten Wetterstationen für die Parent Domain (links) und die Child domain (rechts) im Untersuchungszeitraum 08.08.2020, 02:00 Uhr bis 09.08.2020, 05:00 Uhr

Klimadaten besteht im Crowdsourcing. In diesem Fall werden die Daten von privaten Wetterstationen frei zur Verfügung gestellt.

In der vorliegende Studie werden Messdaten privater Wetterstationen der Firma Netatmo genutzt, um die Modellergebnisse zu evaluieren. Vor der Evaluation durchlaufen die Messdaten eine Qualitätskontrolle, um Messfehler zu reduzieren und die Aussagekraft dieser Daten zu erhöhen. Insgesamt sind nach der Qualitätskontrolle für die Parent Domain 59 Stationen und für die Child Domain 9 Stationen verfügbar.

Der Abgleich zwischen den Modellergebnissen und den Messdaten zeigt eine hohe Übereinstimmung (vgl. Abb. 2 und Tab. 1). Die mittlere Temperatur und die Standardabweichungen liegen bei beiden Domains nah aneinander. Der Determinationskoeffizient R^2 zeigt eine hohe Übereinstimmung und die Wurzel des mittleren, quadratischen Fehlers (RMSE) ist geringer als 2 K. Der Tagesgang wird durch das Modell gut abgebildet. Leichte Abweichungen bestehen in den Abendstunden. Hier sind durch das Modell niedrigere Lufttemperaturen berechnet. Eine Ursache hierfür kann die vorhandene Bewölkung sein, welche im Modell nicht berücksichtigt wurde.

Durch die hohe räumliche Auflösung haben sich die Lufttemperaturdaten der privaten Wetterstationen als wertvoll für die Modellevaluation erwiesen. Gleichzeitig verbleiben Strahlungsfehler in den Messdaten. Zudem ist die Unterscheidung von mikroskaligen und lokalskaligen Effekten auf die Messung schwierig. Somit sollten nur die Informationen aus mehreren Stationen zur Modellevaluation verwendet werden.

Die gesamte Studie ist in der Zeitschrift *PLOS Climate* veröffentlicht und unter folgendem Link zu finden: <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000197>

Literatur

van der Linden, L.; Hogan, P.; Maronga, B.; Hagemann, R.; Bechtel, B. (2023): Crowdsourcing air temperature data for the evaluation of the urban microscale model PALM - A case study in central Europe. *PLOS Clim* 2(8): e0000197

Ansprechpartnerin:

M.Sc. Geogr. Lara van der Linden