

Ausprägung lokaler Wärmeinseln in Abhängigkeit von der Horizont- überhöhung: Modellsimulationen in Erfurt und Dresden

Astrid Ziemann, Valeri Goldberg, Andrea Chukwu, Uta Moderow

*Technische Universität Dresden, Institut für Hydrologie und Meteorologie
Professur für Meteorologie*

Mit den Besonderheiten des Stadtklimas verbundene thermische Belastungen der Stadtbewohner in Hitzeperioden spielen für die Stadt- und Umweltplanung eine zunehmende Rolle im Rahmen des Klimawandels. Um die tageszeitlich variable Ausprägung lokaler Wärmeinseln zu erfassen, stehen stationäre und mobile Messmethoden sowie Stadtklimamodelle unterschiedlicher Komplexität zur Verfügung. Mit der Anwendung solcher Verfahren ist ein zeitlicher und personeller Aufwand verbunden, der in der planerischen Praxis nicht einfach umsetzbar ist. Um Wärmeinseln zu identifizieren und wirksame Anpassungsmaßnahmen an sommerliche Hitze für die Freiraum- und Gebäudegestaltung abzuleiten, werden in dieser Studie Zusammenhänge zwischen stadtmorphologischen Parametern und meteorologischen Daten betrachtet. Die abgeleiteten Beziehungen sollen eine praxistaugliche Anwendung ermöglichen.

Dazu werden Modellsimulationen mit SOLWEIG und ENVI-met für zwei Stadtquartiere in Dresden und Erfurt durchgeführt und ausgewertet. Basierend darauf werden Beziehungen zwischen Parametern aus manuell erstellten bzw. digitalen Objektmodellen (DOM) und Größen der Wärmebelastung (u. a. mittlere Strahlungstemperatur T_{mrt} , Universeller Thermischer Klimaindex UTCI) bestimmt. Die Arbeiten finden im Rahmen des BMBF-Projektes HeatResilientCity statt.

Für den lokalen Wärmeinseleffekt und seine raumzeitlichen Variationen spielt der Sky View Factor (SVF) eine Schlüsselrolle (siehe Dirksen et al., 2019). Dieser Parameter beschreibt den Anteil des sichtbaren Himmels an einem Ort und gibt Aufschluss über die Straßengeometrie und Bebauungsdichte sowie zur Verteilung von Bäumen und Sträuchern. Der SVF ist wichtig, um die Strahlungsbilanz in Modellen zu bestimmen und damit die mittlere Strahlungstemperatur (T_{mrt}) an einem Ort. Diese Größe ist ein zuverlässiger Prädiktor für die Hitzebelastung tagsüber bei hoher solarer Einstrahlung, aber auch nachts in Bezug auf eine verminderte langwellige Ausstrahlung bzw. die Wärmestrahlung von Baukörpern. Um den Einfluss des SVF auf T_{mrt} darzustellen, ist die möglichst detaillierte und aktuelle Beschreibung der urbanen Morphologie und Vegetation mit Hilfe hochauflösender DOMs essentiell (Lindberg und Grimmond, 2011). Je höher der SVF desto mehr Einstrahlung erfolgt tagsüber. Gleichzeitig sorgt ein höherer SVF nachts auch für eine größere Abstrahlung und kann damit für eine Verringerung von T_{mrt} und Wärmestress sorgen. Die Einflüsse der richtungsabhängigen Strahlungsexposition lassen sich mit dem integralen SVF, der einen gesamten Halbraum beschreibt, nicht darstellen. Wirkungsunterschiede des SVF in Abhängigkeit der Charakteristiken der horizonteteinschränkenden Elemente (Gebäude vs. Vegetation) sind zu quantifizieren, um belastbare Beziehungen zwischen SVF und Wärmeinseleffekt aufzustellen.

Die Effekte unterschiedlicher SVF-Werte und die sich ändernde Exposition hinsichtlich Strahlung bewirken unterschiedliche T_{mrt} -Werte. Dies ist beispielhaft in Abbildung 1 für einen Sommertag und für einen Ausschnitt im Quartier des Gründerzeitviertels der Erfurter Oststadt dargestellt. Dabei wurde das Strahlungsmodell SOLWEIG angewendet (Lindberg et al., 2018). Grundlage

der Simulation sind ein DOM mit einer Auflösung von 1 m sowie realitätsnahe Vorgaben zu meteorologischen Größen. Die über die strahlungsreichen Tageszeiten gemittelte Tmrt weist die höchsten Werte an unbeschatteten (hoher SVF) oder nach Süden exponierten Orten auf. Dazu zählen einige offene Plätze und Innenhöfe oder Straßenzüge in West-Ost-Ausrichtung (z. B. Iderhoffstraße). Hier ist die thermische Belastung, ausgedrückt mit dem UTCI, tagsüber ebenfalls maximal. Orte mit geringer Tmrt findet man tagsüber dort, wo der SVF sehr gering ist, z. B. im Baumschatten (Abb. 1: an der Rathenastraße 15). An diesen Orten ist, auch aufgrund der Gebäudenähe, die langwellige aufwärts gerichtete Ausstrahlung in der Nacht geringer und führt zu einer höheren nächtlichen Wärmebelastung.



Abb. 1: Mittlere Strahlungstemperatur als zeitlicher Mittelwert (9 bis 18 Uhr MEZ) am 26.07.2018 in der Erfurter Oststadt, Simulation mit SOLWEIG, DOM-Daten (Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation, Geoportal Thüringen). Rechter Bildrand, Fotos des oberen Halbraums an zwei Standorten im Quartier (Aufnahme mit Messrucksack am 23.08.2019, oben: Nähe Rathenastraße 15, unten: Rathenau-/Iderhoffstraße).

Literatur

M. Dirksen, R.J. Ronda, N.E. Theeuwes, G.A. Pagani, 2019: Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies, *Urban Climate*, 30, 100498, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100498>.

F. Lindberg, C.S. Grimmond, 2011: The influence of vegetation and building morphology on shadow patterns and mean radiant temperatures in urban areas: model development and evaluation. *Theor. Appl. Climatol.*, 1050 (3), 311-323, <https://doi.org/10.1007/s00704-010-0382-8>.

F. Lindberg, C.S.B. Grimmond, A. Gabey, B. Huang, C. W. Kent, T. Sun, N. E. Theeuwes, L. Järvi, H. C. Ward, I. Capel-Timms, D. Wästberg, L. Xue, Z. Zhang, 2018: Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP): An integrated tool for city-based climate services, *Environmental Modelling & Software*, 99, 70-87, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.09.020>.