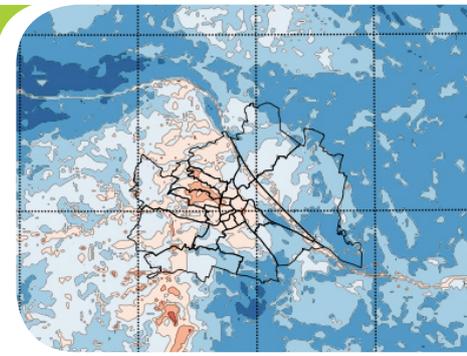


Klimawandel

Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft



Auswirkung von Klimawandel und Stadtentwicklung auf thermische Belastung während Hitzewellen in Wien

Autor*innen: Heidelinde Trimmel^a, Philipp Weihs^a, Jürgen Preiss^b, Michael Revesz^a, Imran Nadeem^a, Kristofer Hasel^a, Herbert Formayer^a
^a Institut für Meteorologie und Klimatologie, Universität für Bodenkultur Wien | ^b MA 22 – Umweltschutz – Stadt Wien

begutachtet von: Simon Tschannett (Weatherpark), Maja Zuvella-Aloise (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik)

Die Hitzebelastung nimmt zu – Menschen werden im Sommerhalbjahr und speziell während Hitzewellen immer öfter hohen Lufttemperaturen ausgesetzt, welche gemeinsam mit erhöhter Sonneneinstrahlung und -reflexion, besonders nachts geringeren Windgeschwindigkeiten und Wärmeabstrahlung der Materialien den menschlichen Organismus belasten. Die beobachtete Hitzezunahme ist zum einen ein Effekt des vom Menschen verursachten Klimawandels. Zum anderen sind die Städte doppelt betroffen, da durch die „städtische Wärmeinsel“ die nächtliche Abkühlung reduziert und eine Erholung für ihre Bewohner*innen in den Nachtstunden erschwert wird.

Zunahme der Intensität der Hitzewellen

Die jährlichen Temperaturmaxima ändern sich rascher als die Temperaturmittel und zeigen bereits innerhalb der Periode 1988-2017 einen Anstieg von 2 °C. Für URBANIA wurde jeweils eine statistisch repräsentative Hitzewelle (5) (ein 15-jähriges Extremereignis) für aktuelle (1988-2017) und zukünftige (2036-2065) Klimabedingungen ausgewählt.

Welche Stadtszenarien wurden untersucht?

Es wurden drei unterschiedliche Stadtszenarien betrachtet (Abb. 1), welche mit WRF-TEB gerechnet wurden (Abb. 2). Der aktuelle Zustand („REF“) wurde dabei mit zwei zukünftigen Szenarien verglichen, welche jeweils die gleiche Fläche an zusätzlichen Wohn- und Arbeitsflächen für den prognostizierten Bevölkerungsanstieg innerhalb der „stad-region+“ (4, sh. Abb.3) unterbringen (7). Im „SPR“ (sprawl) Szenario wird keine Rücksicht auf Materialenauswahl oder Flächenverbrauch genommen. Das „OPT“ (optimized) Szenario geht von einer sehr sparsamen Verwendung der Flächenressourcen sowie einer optimalen Reduktion der UHI durch veränderte Materialeigenschaften (Albedo¹, thermische Leitfähigkeit) der gesamten Bausubstanz aus. Während bei Verwendung des „OPT“ Szenario im Vergleich zum „REF“ eine Abkühlung von bis zu einem Grad erzielt wird (Abb. 2 links) kommt es beim „SPR“ Szenario zu einer Erwärmung von bis zu über 1 °C (Abb. 2 rechts).

Projektfachbox

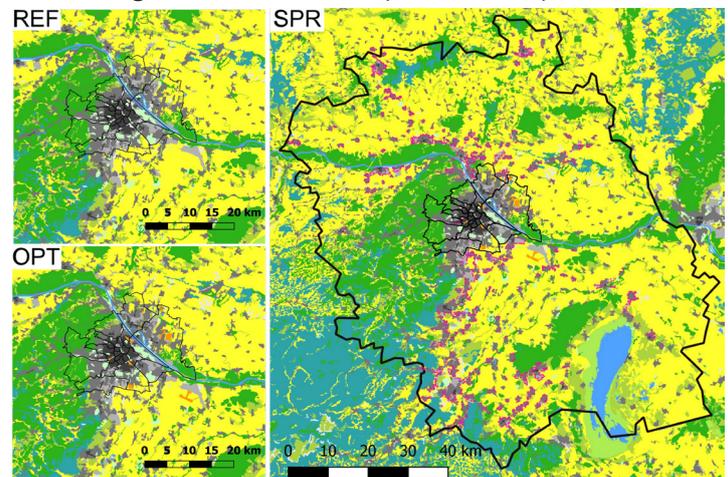
Im Rahmen des Projekts URBANIA wurde der Einfluss einer Stadterweiterung in Kombination mit Klimawandel auf den Wärmeinseleffekt der Stadt Wien untersucht. Ziel war es, geeignete Planungsmaßnahmen zu evaluieren, welche die gesundheitlichen Folgen für die Stadtbewohner*innen abschwächen. Dazu wurde im Projekt das atmosphärische WRF Modell mit dem Energieaustauschmodell für städtische Gebiete (TEB) gekoppelt (WRF-TEB). Basierend auf im Projekt aufbereiteten Stadtentwicklungs- und Klimaszenarien wurde damit der Einfluss auf die bodennahe thermische Belastung simuliert und die Auswirkung von Maßnahmen untersucht.

Projekt-Laufzeit: Juni 2016 bis November 2018

Was ist eine „städtische Wärmeinsel“ oder „Urban Heat Island (UHI)“?

Die UHI bezeichnet den Lufttemperaturunterschied zwischen der wärmeren Stadt und ihrem kühleren Umland (3), besonders nachts, bei wolkenfreien und windschwachen Wetterbedingungen zeigt sie sich in Wien. Unterschiede der Tageshöchsttemperatur sind vergleichsweise unwesentlich. Die Intensität dieser Differenz sinkt zwar mit verringertem Niederschlag und höheren Lufttemperaturen, kann aber mit Bevölkerungswachstum steigen (3). Da immer mehr Menschen in Städten wohnen und auch Wien ein Bevölkerungswachstum von bis zu 400.000 bis 2030 erwartet (4) (ausgehend von Prognosestand 2011) kann sich durch Stadtwachstum und -verdichtung die Intensität der städtischen Wärmeinsel erhöhen.

Abbildung 1: von links nach rechts: Die mit WRF-TEB gerechneten Stadtszenarien: Aktueller Zustand (REF), Sparsamer Flächenverbrauch und Veränderung der Materialeigenschaften (OPT), flächenintensivere Stadtentwicklung (SPR) (aus (7)). Bekannte Stadterweiterungsgebiete: orange, Zusätzliche Expansionsflächen im SPR Szenario: magenta. Aktuelle Siedlungsgebiete: hell, mittel und dunkelgrau, unterschiedliche Vegetationszonen: gelb und grün (sh. Trimmel et al. 2019). Das Referenzgebiet für die Bebauungsänderungen ist die „stadregion+“ (4), deren Grenzen mit dicker schwarzer Linie in die Abbildung rechts eingezeichnet ist.



¹ Die Albedo gibt das Rückstrahlungsvermögen von Oberflächen der Sonnenstrahlung an. Dabei wird das Verhältnis von Einstrahlung und Rückstrahlung angegeben. Die Werte liegen also zwischen 0 und 1. Je höher die Albedo umso mehr Sonnenstrahlung wird zurückgestrahlt.

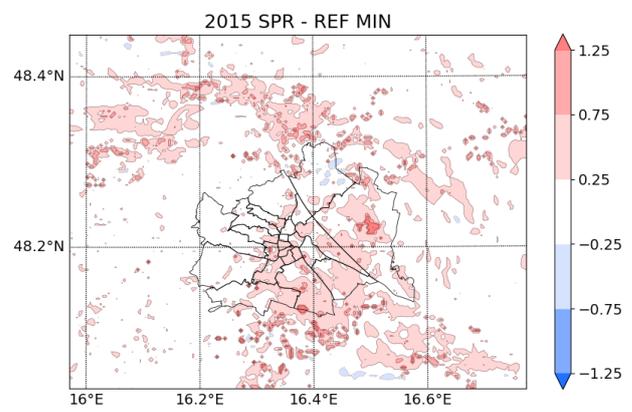
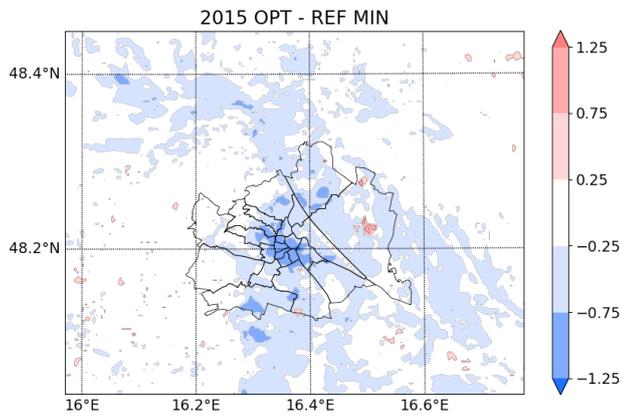


Abbildung 2: Einfluss der Stadtszenarien auf die Minimaltemperatur [°C] für ein aktuelles extremes Hitzeereignis. links: Abkühlung durch OPT, rechts: Erwärmung durch SPR

Einfluss lokaler Maßnahmen auf die Erwärmung

Mit mikroskaligen TEB Simulationen wurde der Einfluss einzelner Maßnahmen (z.B. Begrünung von Dächern, Materialenauswahl zur Erhöhung der Albedo etc.) auf die Temperatur im Stadtgebiet untersucht (Tabelle 1). Es zeigte sich, dass Albedo und Wärmeleitfähigkeit die stärksten Faktoren sind.

Hauptergebnisse

- 1) WRF-TEB Simulationen vom globalen und regionalen Klimawandel (nach dem RCP8.5 Szenario) [8] angetrieben, zeigen, dass in Wien mit einer Zunahme der mittleren täglichen bodennahen Maximaltemperatur um knapp 7 °C und der Minimaltemperatur von 2-4 °C bis Mitte des Jahrhunderts gerechnet werden kann.
- 2) Stadterweiterung beeinflusst die Lufttemperatur und die Hitzebelastung (in absehbarer Zeit noch) hauptsächlich lokal wo die Erweiterung stattfindet aber nicht signifikant im Stadtzentrum.
- 3) Erhöhung der Bebauungsdichte kann ohne Änderung der Materialeigenschaften die Minimumtemperaturen erhöhen.
- 4) Eine stadtweit angewandte Kombination an thermischer Isolierung auf den zero-energy Standard nach der Energy Performance of Buildings Directive* und einer Erhöhung der Albedo und kompakter Bauweise könnte die mittlere urbane bodennahe Lufttemperatur während extremer Hitzeperioden um 0.2 °C für die Maxima und 0.9 °C für die Minima reduzieren.
- 5) Lokale Verbesserung der thermischen Isolierung verursacht zwar nachts die größte Reduktion der Temperatur im Straßenraum – tagsüber bewirkt sie jedoch eine Erhöhung der Wandtemperaturen um 10 °C tagsüber und eine dadurch erhöhte Wärmebelastung im Straßenraum.
- 6) Sowohl Vegetation als auch Photovoltaik am Dach verbessern den thermischen Komfort im Straßenraum, wobei der Vegetationseffekt stark abhängig vom verfügbaren Wasser ist.
- 7) Die landwirtschaftliche, nicht bewässerte Fläche östlich Wiens zeigt eine bis zu 1.5 °C höhere maximale Lufttemperatur als das Stadtzentrum. In diesen Bereichen sind Landnutzungsänderungen empfehlenswert.

* <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>

	Ta Max	Ta Min	MRT Max	MRT Min
ALB	- 0.2	- 0.1	2.3	- 0.3
ISO	0.1	- 0.8	5.0	- 3.1
GRR	- 0.1	- 0.2	- 0.1	- 0.2
PVR	- 0.2	- 0.2	- 0.2	- 0.2
DEN	0.1	0.1	0.1	0.5

Tabelle 1: Auswirkung unterschiedlicher lokaler Maßnahmen auf die Luft (Ta)- und mittlere Strahlungstemperatur² (MRT), Maxima (°C) und Minima (Mittelwerte über die wolkenfreien Tage der Hitzewelle) im Straßenraum (Schatten) für jeweils ein 9 km² Gebiet innerhalb des Gürtels; bei DEN für ein Stadterweiterungsgebiet im Süden.

ALB = Erhöhung der Dachalbedo von 0.15 auf 0.68, Wand- und Straßenalbedo 0.2 / 0.14 auf 0.3; **ISO** = Wärmeleitfähigkeit von Dach, Wand und Straßen von 1.7, 1.4 und 0.9 auf 0.1, 0.1 und 0.4 W/mK, **GRR** = alle Dächer mit extensivem Sedumgründach, **PVR** = alle Dächer mit PV Wirkungsgrad 20%, **DEN** = Erhöhung der Bebauungsdichte von 16 bzw. 22% auf 24.2% ohne Änderung der Bebauungshöhe.

Referenzen

- (1) Skamarock, W.C. et al. 2008: A Description of the Advanced Research WRF Version 3. – NCAR. Tech. Note NCAR/TN-475+STR, 113 pp.
- (2) Masson, V., 2000: A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. – Bound-Layer Meteor. 94, 357–397 DOI 10.1023/A:1002463829265.
- (3) Manoli, G., et al. 2019: Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. Nature, 573, 7772, 55-60.
- (4) PGO (Planungsgemeinschaft Ost), 2011: stadregion+, Planungskoope-ration zur räumlichen Entwicklung der Stadtregion Wien Niederösterreich Burgenland, http://www.planungsgemeinschaft-ost.at/fileadmin/root_pgo/Studien/Raumordnung/Zwischenbericht_Stadtregion.pdf.
- (5) Kysely, J. et al., 2000: Heat Waves in the South Moravian Region during the Period 1961- 1995. Studia geoph. Et geod., 44, 57-72.
- (6) Leuprecht, A., B. Chimani, M. Hofstätter, M. Kerschbaumer, S. Kienberger, M. Kottek, H. Truhetz, A. Lexer, S. Peßenteiner, 2017: ÖKS15 bias corrected Euro-Cordex models, version 2. – <https://data.ccca.ac.at/group/oks15>.
- (7) Trimmel, H. et al., 2019: Thermal conditions during heat waves of a mid-European metropolis under consideration of climate change, urban development scenarios and resilience measures for the mid-21st-century. Meteorol. Z., PrePub DOI 10.1127/metz/2019/0966.
- (8) Formayer, H., Awan, N., Nadeem, I., & Schicker, I. (2014). Regionales Klimaszenario basierend auf einem neuen (CMIP5) GCM Lauf. Wien, finanziert von: BMLFUW, 25.

Projektleitung

Philipp Wehls
Universität für Bodenkultur
<http://urbania.boku.ac.at/wordpress/>

Endbericht (Deutsch und Englisch) zum Download verfügbar auf der Website
Projektpartner

Dieses Projekt wurde gefördert von



Impressum

CCCA
Servicezentrum
Mozartgasse 12/1
A-8010 Graz
ZVR: 664173679

servicezentrum@cca.ac.at

www.ccca.ac.at

Stand: Juni 2020

ISSN 2410-096X

²Die mittlere Strahlungstemperatur (engl: mean radiant temperature MRT) wird aus den Umgebungstemperaturen berechnet. Dabei fließen die direkte Sonneneinstrahlung, ihre Reflexion, sowie die Umgebungstemperaturen ein.