

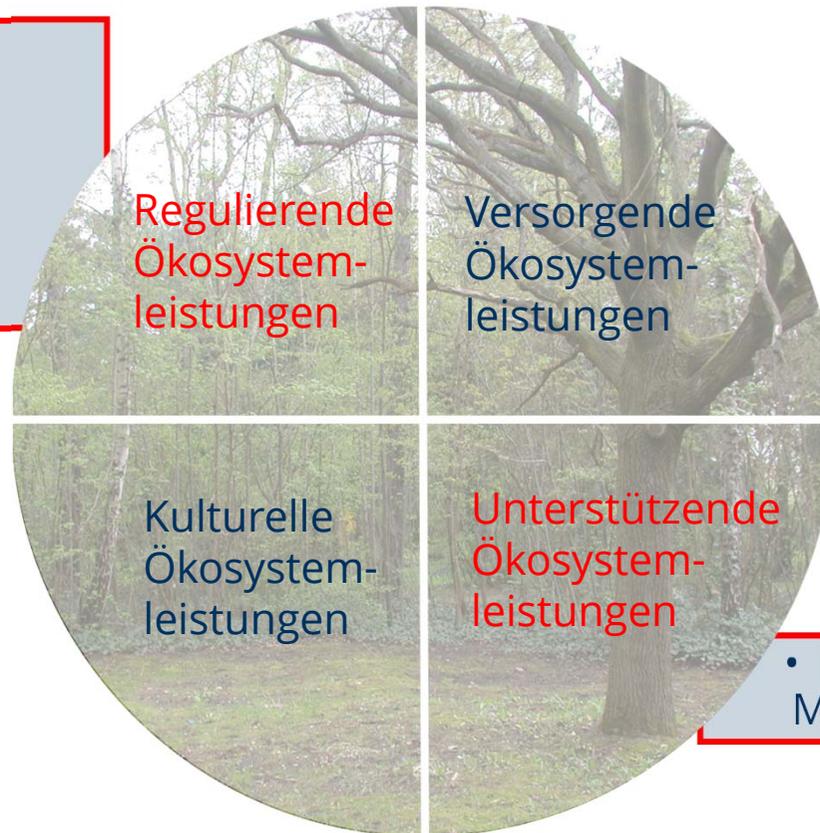
Uta Moderow, Klemens Barfus, Sepp Böhme, Annemarie Enk, Stefanie Fischer, Valeri Goldberg, Richard Hoffmann, Matthias Jonas, Anita Kenner, Maria Koch, Philipp Körner, MEP Plan, Justus Ringat, Manuela Starke, Michaela Surke, Susan Thiel und Christian Bernhofer

# Ergebnisse der klimatischen Begleitforschung Projekt ‚Urbane Wälder‘

Fachtagung ‚Urbaner Wald‘ – Leipzig 22./23. Oktober 2018

# Schwerpunkte der klimatischen Begleitforschung

- Einfluss auf die menschliche Wärmebelastung
- Einfluss auf die stoffliche Belastung der Luft

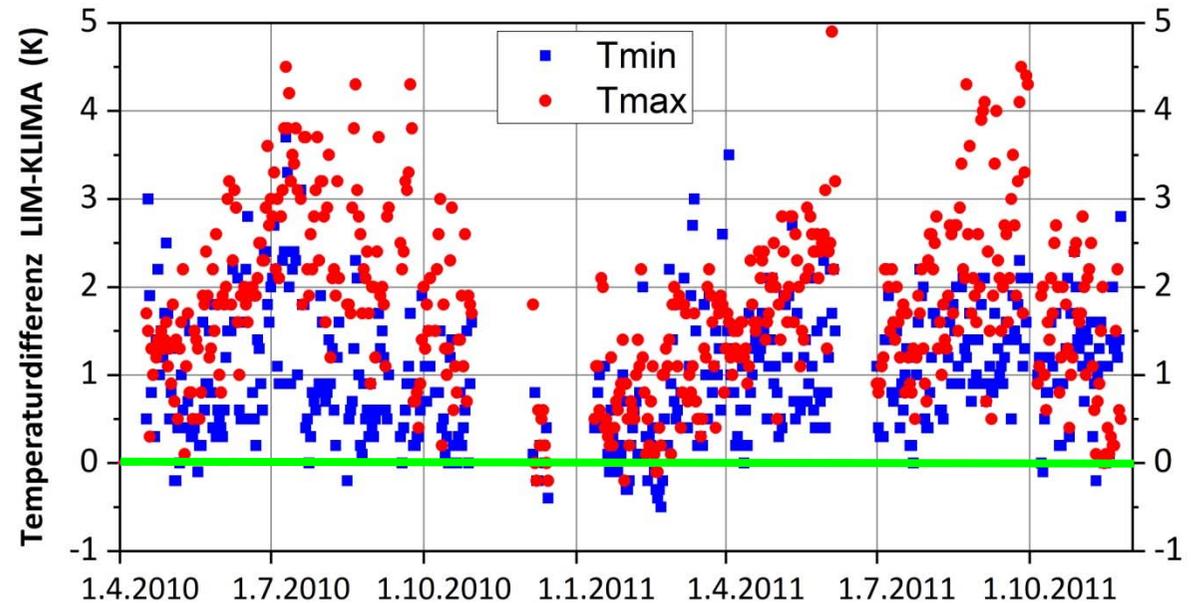
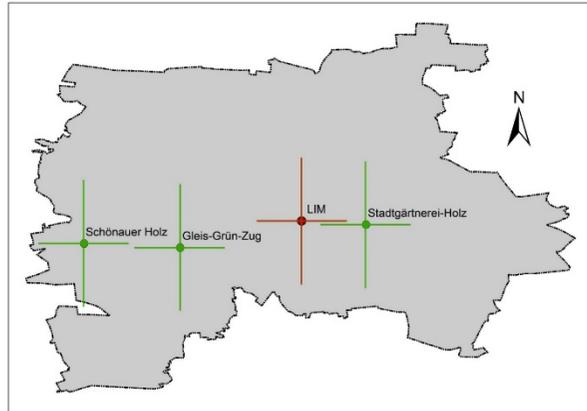


- Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung in der Luft

Hintergrundfoto: U. Moderow TU Dresden

# Stadtklimamessungen

→ Klimastation Ostfriedhof – Differenz Lufttemperatur zum LIM



- sowohl Tagesmaxima als auch -minima zumeist am LIM höher
- tags: höhere Abschattung auf Ostfriedhof
- nachts: Auswirkung der städtischen Wärmeinsel (Innenstadt wärmer als Randbereiche)

# Stadtklimamessungen

→ Mobile klimatische Messungen mit Messrucksack auf allen Projektflächen



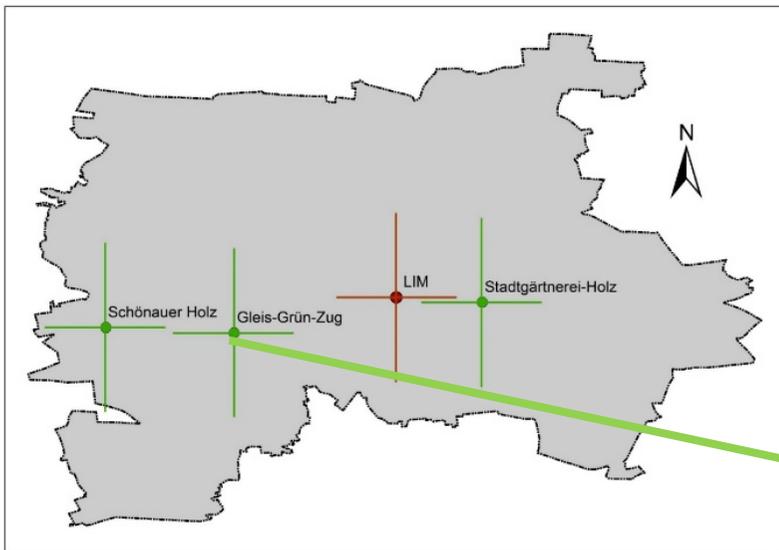
Referenzstation für mobile Messungen: Klimastation des Leipziger Instituts für Meteorologie (LIM)



Foto Messrucksack: Michaela Surke

# Stadtklimamessungen

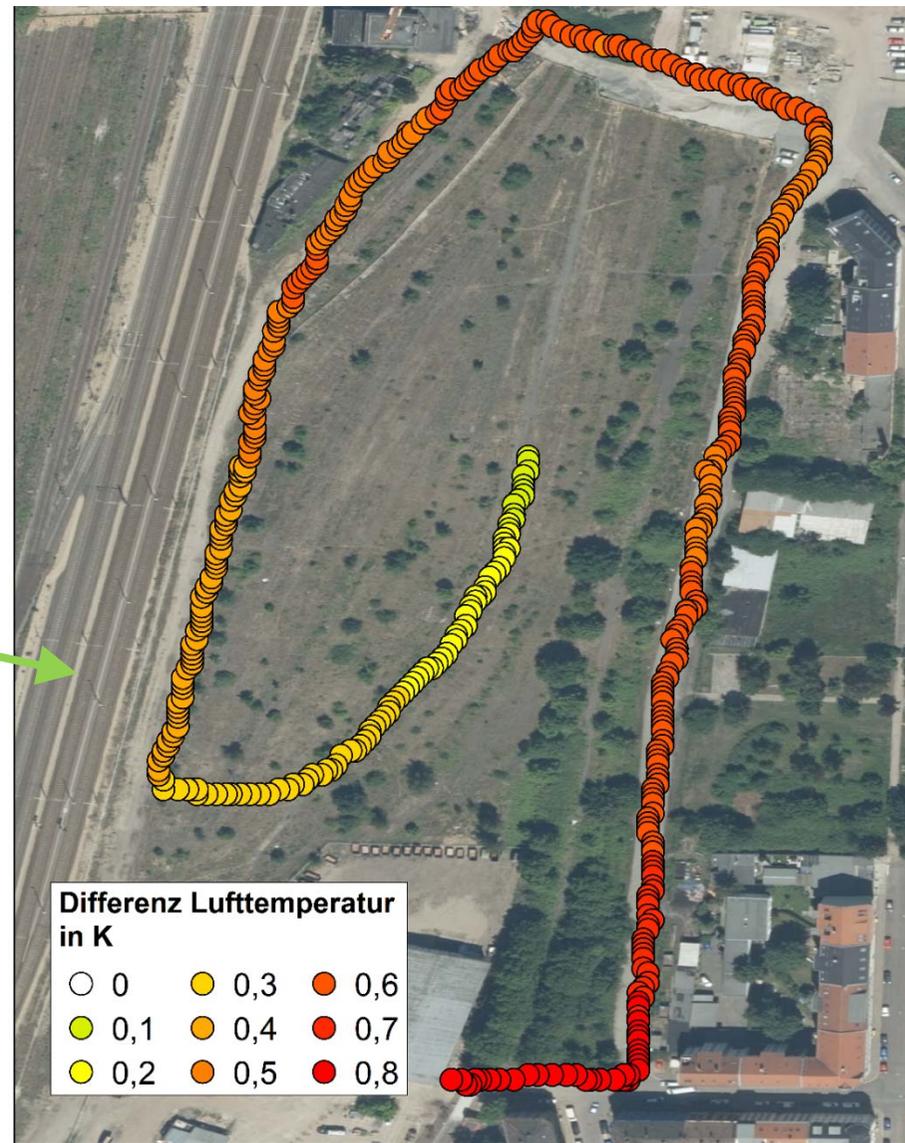
→ Klimatische Messungen  
Projektfläche „Gleis-Grün-Zug“



→ Urbaner Wald im Initialstadium  
kaum positive Wirkung

Differenz Lufttemperatur: Gleis-Grün-Zug - LIM

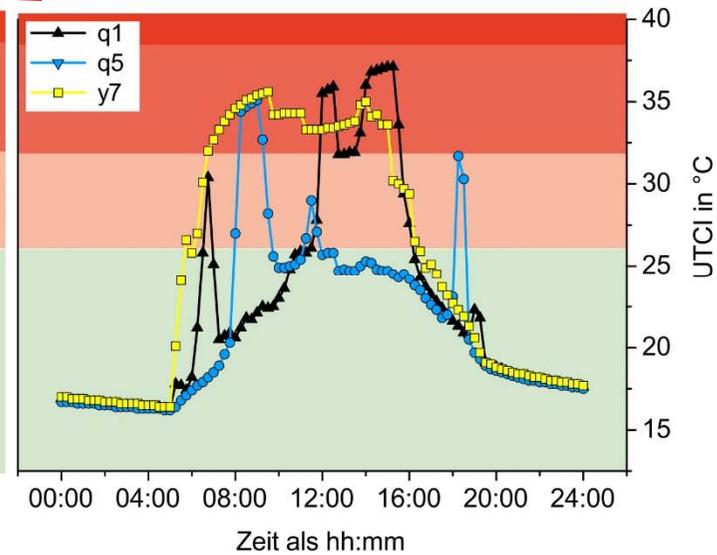
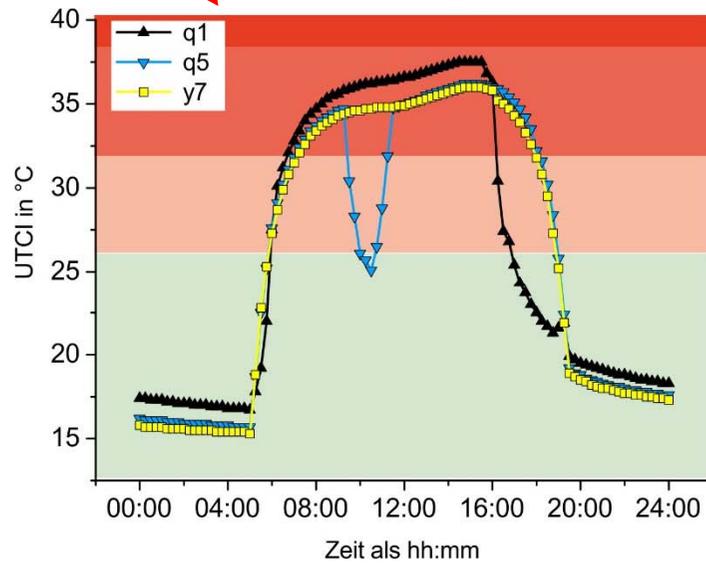
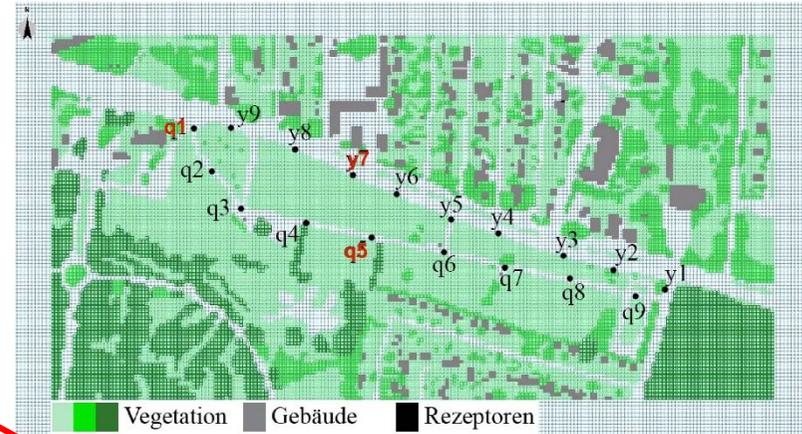
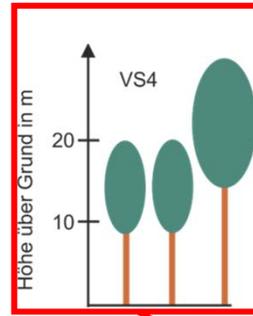
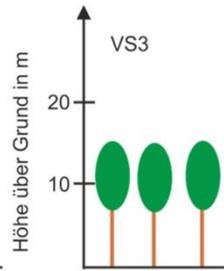
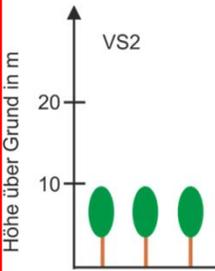
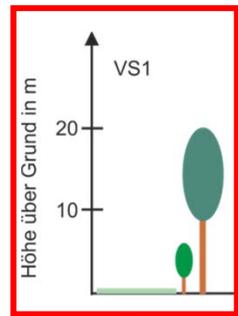
Hintergrund: Digitales Orthophoto, ADV-WMS-DE:SN-DOP-RGB, [https://geodienste.sachsen.de/wms\\_geon\\_dop-rgb/guest?am=19.10.2018](https://geodienste.sachsen.de/wms_geon_dop-rgb/guest?am=19.10.2018)



0 0,05 0,1 0,2 Kilometer

# Modellierung - Änderung der Wärmebelastung mit aufwachsender Vegetation

→ Simulationsergebnisse für verschiedene Vegetationsstadien



# Modellierung - Änderung der Wärmebelastung mit aufwachsender Vegetation

→ Zwischenfazit

- mit zunehmender Vegetationshöhe und damit dichterem Bestand reduziert sich die Wärmebelastung am Tage auf den Wegen
- konkrete Reduzierung hängt auch von der Ausrichtung der Wege ab  
und: Bestand darf nicht zu dicht sein → Wärmestau möglich!
- Erhöhung der nächtlichen Wärmebelastung möglich, wenn Abstrahlung durch höhere Vegetation stark reduziert wird

# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

Wie sollte urbanes Grün verteilt sein, um die Kühlwirkung zu maximieren?

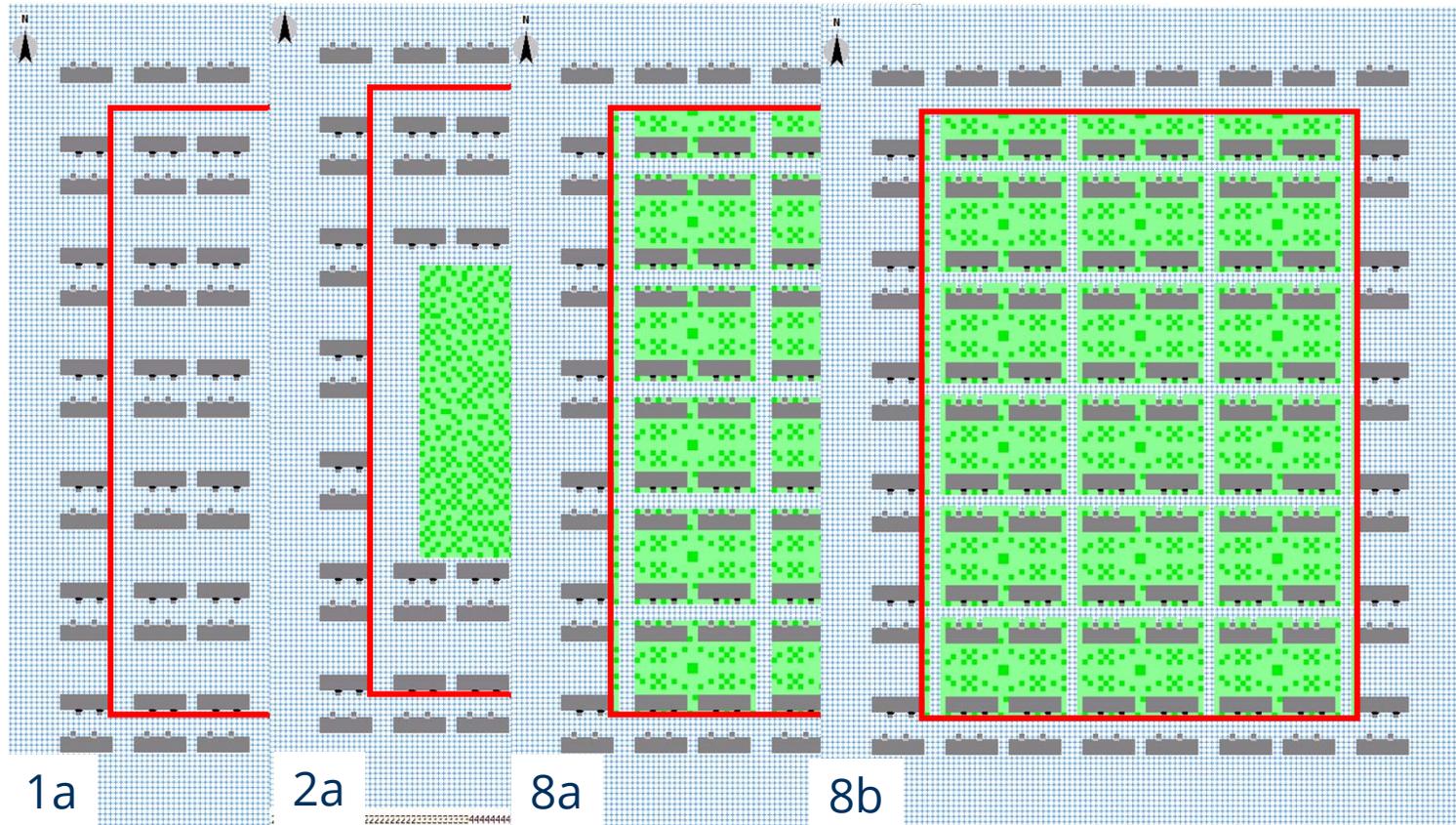
→ zwei künstliche, synthetische Modellgebiete mit lockerer Bebauung

→ Vergleich der klimatischen Wirksamkeit der verschiedenen Varianten in Referenz zu einer Brache



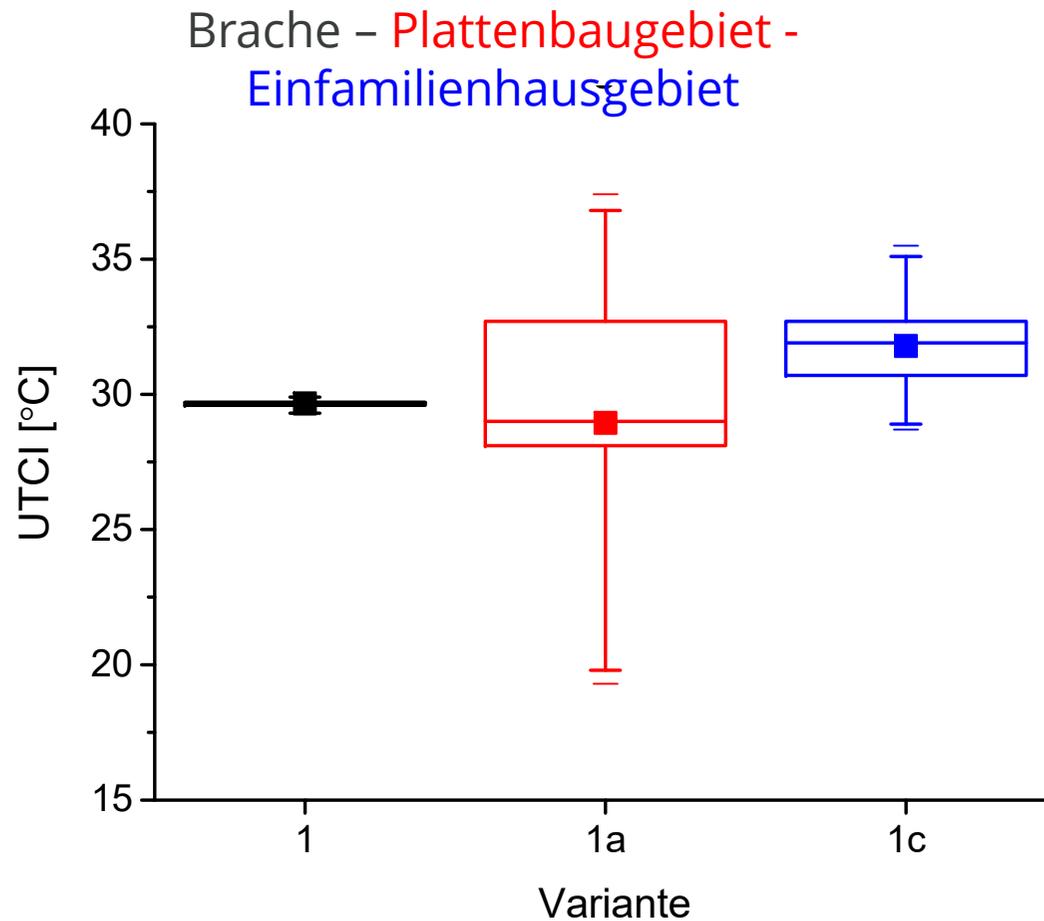
# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

→ Vorstellung einiger simulierter Varianten



# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

→ alleiniger Einfluss der Bebauung (für 14 Uhr)



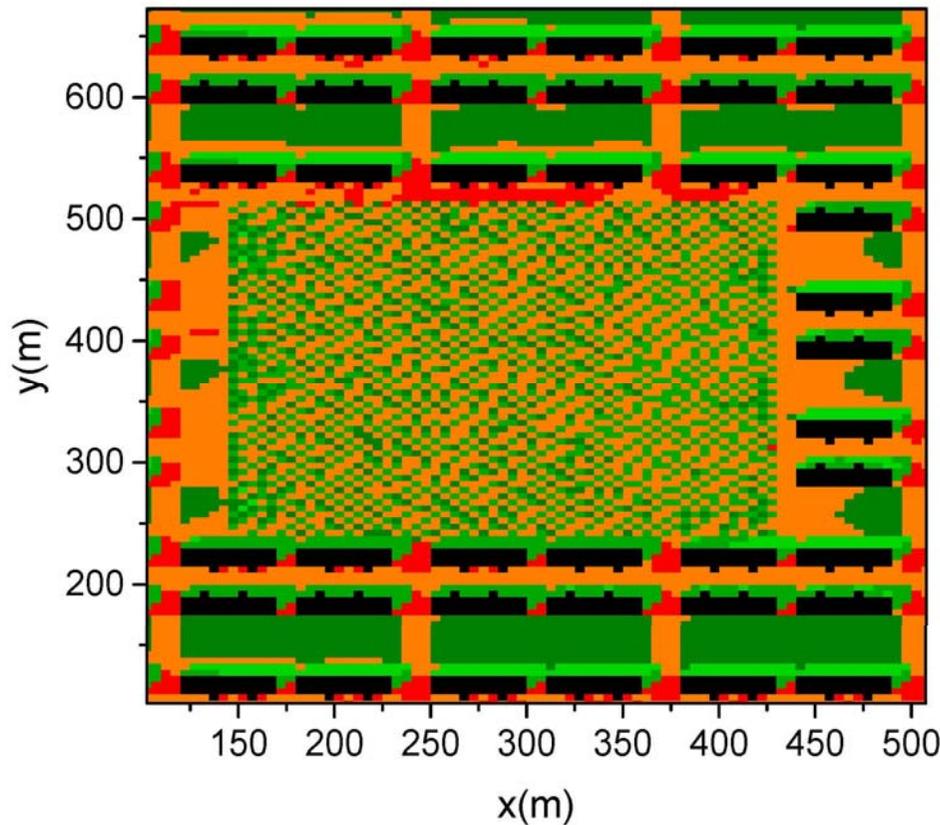
UTCI in °C	thermisches Empfinden
> 46	extremer Hitzestress
38 - 46	sehr starker Hitzestress
32 - 38	starker Hitzestress
26 - 32	moderater Hitzestress
9 - 26	kein thermischer Stress

# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

→ Einfluss Verteilung urbanes Grün (14 Uhr) – Variante 2a

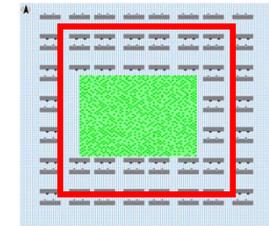
UTCI Variante 2a um 14:00 Uhr

x/y Schnitt bei k=2 (zu = 1,10 m bzw. zo = 2,75 m)



schwarz: Bebauung

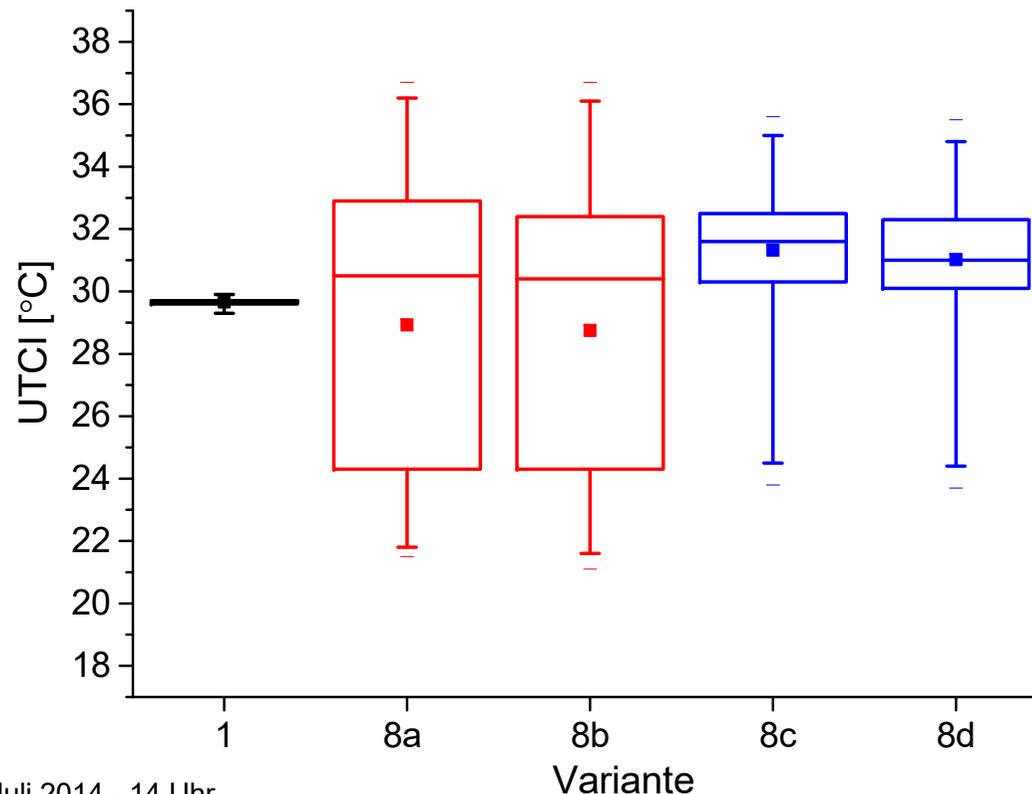
Hauptwindrichtung: WSW



UTCI in °C	thermisches Empfinden
> 46	extremer Hitzestress
38 - 46	sehr starker Hitzestress
32 - 38	starker Hitzestress
26 - 32	moderater Hitzestress
9 - 26	kein thermischer Stress

# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

→ Einfluss Verteilung urbanes Grün (14 Uhr) – Varianten-Vergleich



1 Brache

8a Plattenbauten  
Grün locker verteilt

8b Plattenbauten  
Grün locker verteilt u.  
zusätzlich Straßen eingeeengt  
zugunsten eines erhöhten  
Grünanteils

8c Einfamilienhausgebiet  
Grün locker verteilt

8d Grün locker verteilt u.  
zusätzlich Straßen eingeeengt  
zugunsten eines erhöhten  
Grünanteils

15. Juli 2014 - 14 Uhr

# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

→ Ursachen für Unterschiede zw. Plattenbaugebiet und Einfamilienhausgebiet

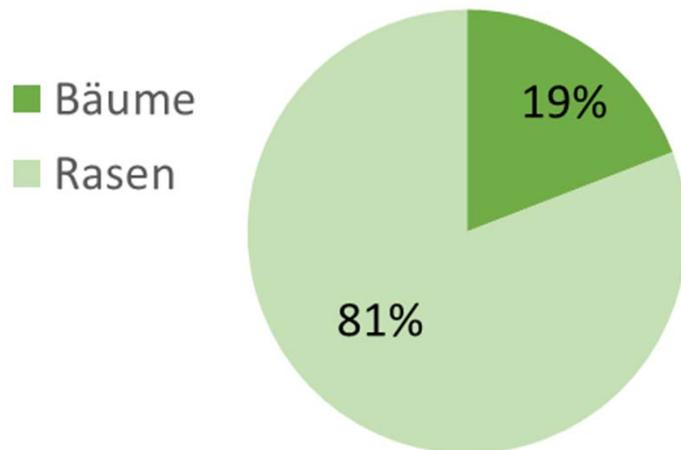
## Gebäudehöhen

Plattenbauten: 21 m

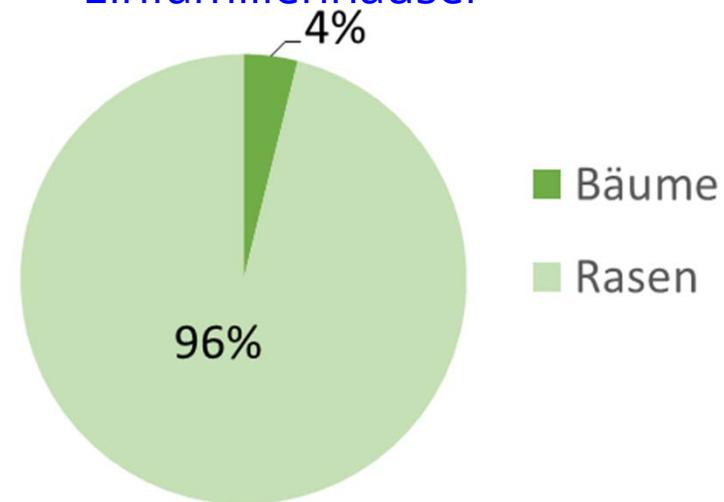
Einfamilienhäuser: 6 m

## Charakteristik urbanes Grün

Plattenbauten



Einfamilienhäuser



# Modellierung – Einfluss der Verteilung des urbanen Grüns auf die Wärmebelastung

→ Zwischenfazit

Aus der Verteilung der UTCI-Werte für die betrachteten Gebiete lässt sich ableiten:

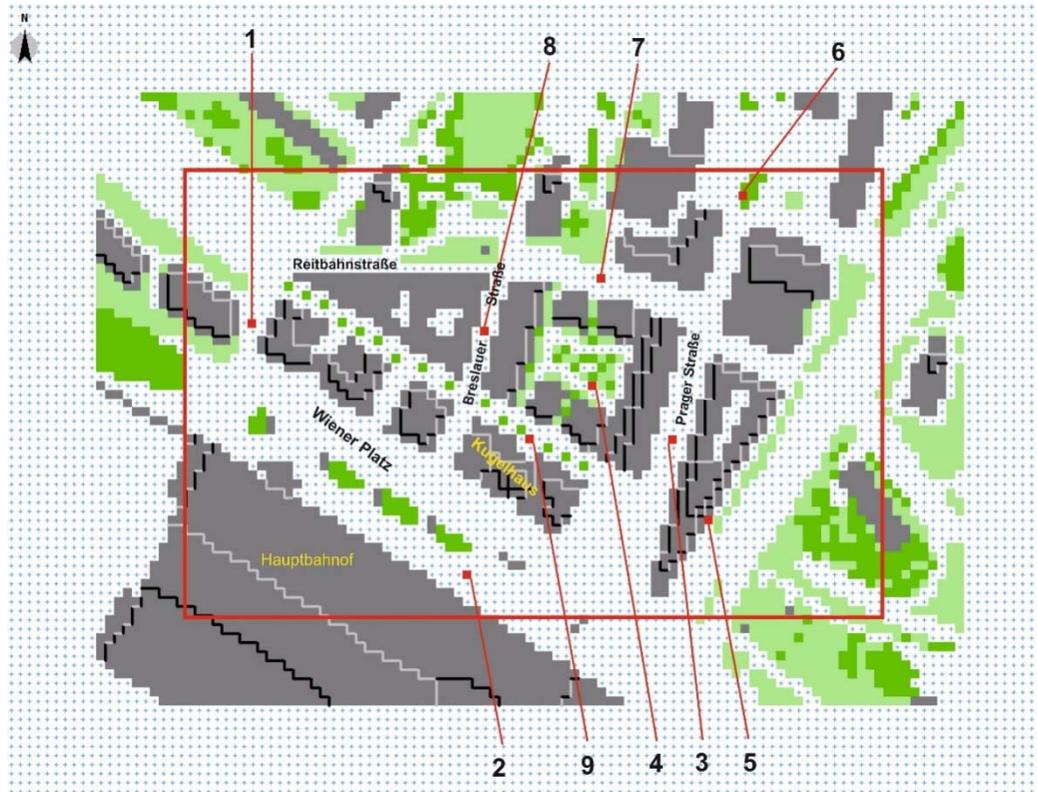
- Schatteneffekt höherer Häuser darstellbar
- günstige Beeinflussung auch bei Begrünung von kleinen Flächen (Randstreifen)
- lockere Verteilung urbanes Grün reduziert Wegstrecken mit höherem thermischen Stress am Tage
- für die Reduzierung des Wärmestress tags sind ein höherer Anteil an Bäumen und größere Gebäudehöhen günstig
- für die Reduzierung des Wärmestress nachts sind ein höherer Anteil an Rasen und kleinere Gebäudehöhen günstiger

# Modellierung – Wirkung von Dachbegrünung auf die thermische Belastung auf Straßenniveau

→ Dachbegrünung und Fassadenbegrünung stellt mitunter die einzige Möglichkeit dar in bestehenden Strukturen urbanes Grün zu etablieren!!

# Modellierung – Wirkung von Dachbegrünung auf die thermische Belastung auf Straßenniveau

→ Modellgebiet – Wiener Platz in Dresden

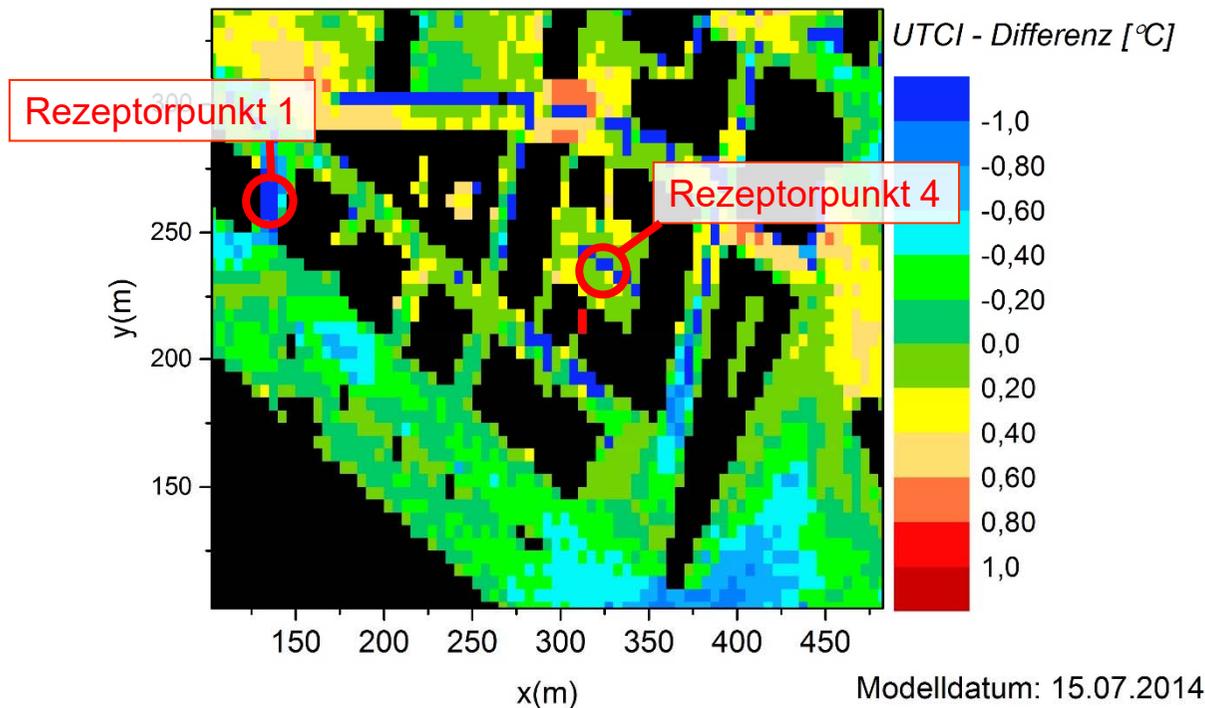


# Modellierung – Wirkung von Dachbegrünung auf die thermische Belastung auf Straßenniveau

→ UTCI – Differenzen auf Straßenniveau

UTCI [°C] um 14 Uhr : Variante 5 - Variante 3

x/y Schnitt bei k=2 (zu = 1,10 m bzw. zo = 2,75 m)



Variante 5

Grün auf Straßenniveau + intensive Dachbegrünung

Variante 3

Grün auf Straßenniveau, keine Dachbegrünung

→ kaum merkliche Reduzierung der thermischen Belastung auf Fußgängerniveau

Modelldatum: 15.07.2014

Initialwindrichtung: WSW

# Modellierung – Wirkung von Dachbegrünung auf die thermische Belastung auf Straßenniveau

→ Zwischenfazit

- Dachbegrünung beschränkt auf wenige Straßenzüge mit höherer Bebauung bewirkt kaum eine Verbesserung der thermischen Belastung am Tage auf Straßenniveau
- größte positive Wirkungen da, wo es zu Erhöhung des Windes (Kanalisationseffekte) und Vergrößerung des Schattenwurfs (intensive Dachbegrünung) kommt
- Wirkung der Dachbegrünung abhängig von Art der Dachbegrünung

# Wirkung von Dachbegrünung auf die thermischen Verhältnisse auf Straßenniveau - Literaturstudie

→ Zwischenfazit

- größere Auswirkung bei stadtweiter Dachbegrünung (z.B. Smith und Roebber 2011, Santamouris 2014, Li et al. 2014, Sun et al. 2016)
- Wirkung der Dachbegrünung abhängig von der Gebäudehöhe, Gebäudedichte, Straßenbreite (Peng und Jim 2013; Alexandri und Jones 2008, Morakinyo et al. 2017)
- Wirkung abhängig davon welcher Anteil der Dächer begrünt wird (z.B. Sharma et al. 2016)
- Wirkung abhängig von Klimazone (z.B. Alexandri und Jones 2008, Morakinyo et al. 2017)

# Wirkung von Fassadenbegrünung auf die thermischen Verhältnisse auf Straßenniveau - Literaturstudie

- bei nur begrenzter Fassadenbegrünung bisher keine/kaum Wirkung im Straßenraum hinsichtlich Reduzierung Wärmestress nachgewiesen (z.B. Wong et al. 2010; Tan et al. 2014, Jänicke et al. 2015, Hoelscher et al. 2016)
- bei sehr ausgedehnter Fassadenbegrünung positive klimatische Wirkung möglich (Alexandri und Jones 2008)

# Klimatische Wirkung von urbanem Grün- Gesamtfazit (1)

Urbanes Grün verbessert das Stadtklima in vielerlei Hinsicht

für optimierte Wirkung bedarf es:

- Flächen mit Bäumen (Beschattung tags)
- Rasenflächen (Kaltluftproduktion nachts)
- einer nicht zu dichten Vegetation (Minimierung möglicher Wärmestaus sowie Minimierung Aufkonzentrierung von Schadstoffen)

## Klimatische Wirkung von urbanem Grün- Gesamtfazit (2)

Urbanes Grün verbessert das Stadtklima in vielerlei Hinsicht

für optimierte Wirkung bedarf es weiterhin:

- einer Vernetzung von Grünflächen (Reduzierung kumulativen Wärmestress)
- einer angrenzenden Bebauung, die einen Austausch mit der Umgebung zulässt

→ Dachbegrünung und Fassadenbegrünung kann bodengebundene Formen urbanen Grüns sinnvoll ergänzen

→ ausreichende Wasserversorgung unabdingbar, um von den Ökosystemleistungen urbanen Grüns entsprechend „profitieren“ zu können!!!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fotos: U.Moderow TU Dresden

Wir danken dem Leipziger Institut für Meteorologie der Universität Leipzig für die Bereitstellung von Vergleichsdaten.



Fotos: U.Moderow TU Dresden

# Literatur

Alexandri, E., Jones, P., 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment, Part Special: Building Performance Simulation* 43, 480–493. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.055>

Hoelscher, M.-T., Nehls, T., Jänicke, B., Wessolek, G., 2016. Quantifying cooling effects of facade greening: Shading, transpiration and insulation. *Energy and Buildings, SI: Countermeasures to Urban Heat Island* 114, 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.047>

Jänicke, B., Meier, F., Hoelscher, M.-T., Scherer, D., 2015. Evaluating the Effects of Façade Greening on Human Bioclimate in a Complex Urban Environment. *Advances in Meteorology* 15, 15. <https://doi.org/10.1155/2015/747259>

Li, D., Bou-Zeid, E., Oppenheimer, M., 2014. The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies. *Environ. Res. Lett.* 9, 055002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/5/055002>

Morakinyo, T.E., Dahanayake, K.W.D.K.C., Ng, E., Chow, C.L., 2017. Temperature and cooling demand reduction by green-roof types in different climates and urban densities: A co-simulation parametric study. *Energy and Buildings* 145, 226–237. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.066>

Peng, L., Jim, C.Y., 2013. Green-Roof Effects on Neighborhood Microclimate and Human Thermal Sensation. *Energies* 6, 598–618. <https://doi.org/10.3390/en6020598>

Santamouris, M., 2014. Cooling the cities – A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy* 103, 682–703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>

Sharma, A., Conry, P., Fernando, H.J.S., Hamlet, A.F., Hellmann, J.J., Chen, F., 2016. Green and cool roofs to mitigate urban heat island effects in the Chicago metropolitan area: evaluation with a regional climate model. *Environ. Res. Lett.* 11, 064004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/6/064004>

Smith, K.R., Roebber, P.J., 2011. Green Roof Mitigation Potential for a Proxy Future Climate Scenario in Chicago, Illinois. *J. Appl. Meteor. Climatol.* 50, 507–522. <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2337.1>

Sun, T., Grimmond, C.S.B., Ni, G.-H., 2016. How do green roofs mitigate urban thermal stress under heat waves? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 121, 5320–5335. <https://doi.org/10.1002/2016JD024873>

Tan, C.L., Wong, N.H., Jusuf, S.K., 2014. Effects of vertical greenery on mean radiant temperature in the tropical urban environment. *Landscape and Urban Planning* 127, 52–64. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.005>

Wong, N.H., Kwang Tan, A.Y., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P.Y., Chan, D., Chiang, K., Wong, N.C., 2010. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment* 45, 663–672. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.005>