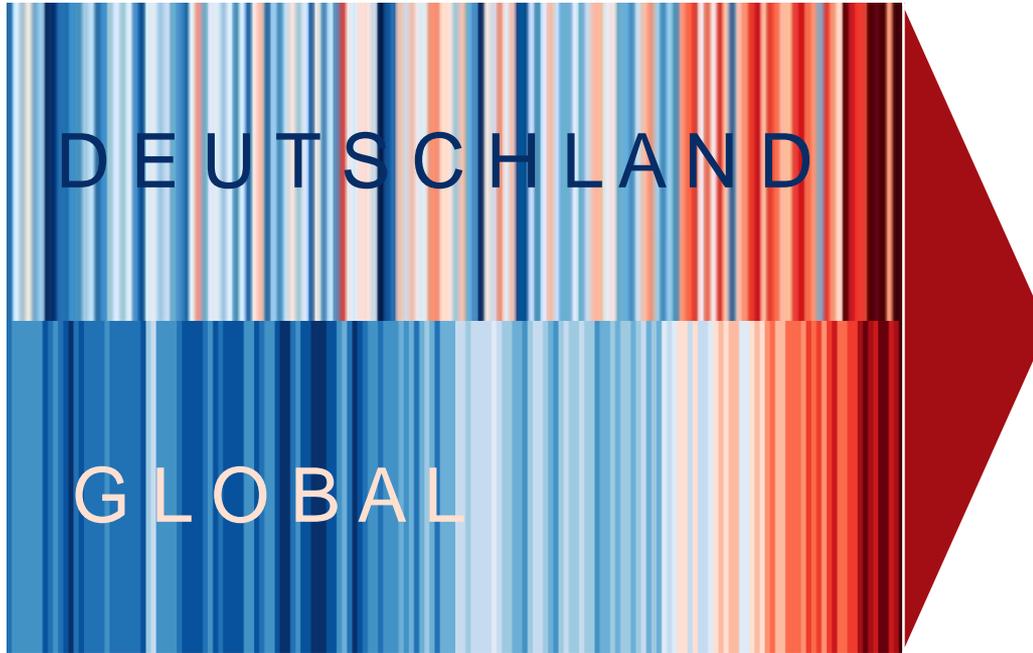


# Maßnahmen kommunaler Klimaanpassung – von Optionen zur räumlichen Verortung

*Denise Böhnke, Susanne Benz, Claire Gallacher, Sina Keller, Svea Krikau, Mathias Jehling*



# Kontext



**2008**

**Deutsche Anpassungsstrategie  
an den Klimawandel**

**2019**

**Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)**

**2024**

**Das Klimaanpassungsgesetz (KANg)**

[https://showyourstripes.info/s/globe\\_and\\_germany](https://showyourstripes.info/s/globe_and_germany)

# Kontext: Das Klimaanpassungsgesetz (KAnG)

## § 10 Klimaanpassung der Länder

- (1) Vorlage und Umsetzung einer landeseigenen, vorsorgenden KAn-Strategie
- (2) Erhebung oder **Aufbereitung von Klimadaten**, Klimarisikoanalysen

## § 12 Klimaanpassungskonzepte

- (2) Ziel: Entwicklung eines **planmäßigen Vorgehens** zur KAn der jeweiligen Gebietskörperschaft [...] + auf die örtlichen Gegebenheiten bezogenen **Maßnahmenkatalog** zur Umsetzung

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit ...

→ urbane Räume mit besonderem Handlungsbedarf zu identifizieren

→ passende Handlungsoptionen in Form von KAn-Maßnahmen anzubieten

# Forschungskontext

Ziel:

Entwicklung von Themenkarten zur räumlichen Verortung und Priorisierung des Handlungsbedarfs an Klimaanpassung(smaßnahmen)

■ Identifikation von Räumen mit besonderem Handlungsbedarf:

FERNERKUNDUNG, GIS, KI

■ Fokus des Vortrags:

Klimaanpassung HITZE

■ Team Forschung:

KIT, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF)

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V. (IÖR)

# Welche Maßnahmen zur Hitzeanpassung gibt es?

## ■ Leitfaden-Review (Stand 2018)

Literatur	Thema	Fokus bzw. Kurzbeschreibung	Angaben über															
			Maßnahmen- beschreibung	Anforderung an Umsetzung	Empfehlung für die Umsetzung	Kosten (Ansch./ Wartung)	Wirkung qualitativ	Wirkung quant.	Berechnung der Wirkung	Synergie- potentiale	mögliche Konflikte	RL, DIN- Normen	Planungs- relevante Infos / Daten	B-Plan- rechtliche Hinweise	Weiter-führende Literatur	Realisierte Beispiele		
<b>Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkonzepte zur Klimawandelanpassung</b>			<i>Angaben beziehen sich auf einzelne Maßnahmensteckbriefe bzw. den Maßnahmengesamtüberblick des</i>															
1	Städtebaulicher Rahmenplan Klimaanpassung für die Stadt Karlsruhe (Teil II) (2014)	Minderung Hitzeinsel-Effekt	Maßnahmen-Steckbriefe (u.a.)	ja	nein	teilweise	nein	ja	teilweise	nein	teilweise	nein	nein	nein	nein	Zitate	ja	
2	Maßnahmensteckbriefe der Regenwasser-bewirtschaftung - Ergebnisse des Projektes KURAS (2017)	Regenwasser-bewirtschaftung	Maßnahmen-Steckbriefe (mit vielen wichtigen Details!)	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein	ja	ja	ja	ja	vereinzelte	ja	ja	
3	Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln (2016)	Regenwasser-bewirtschaftung, Fokus Starkregen	Maßnahmen-Steckbriefe (u.a.); Leitfaden für Kommunen, Stadt/Land-schaftsplaner, Architekten	ja	ja	ja	nein	ja	nein	nein	ja	ja	vereinzelte	ja	ja	ja	ja	
4	Hinweise für eine wassersensible Straßenraumgestaltung, Hamburg (2015)	Regenwasser-bewirtschaftung, Fokus Starkregen	Maßnahmen-Steckbriefe (u.a.); Leitfaden für Planung und Entwurf von Stadtstraßen	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	ja	ja	ja	ja	ja	Erlaubnis/ Genehmigung	ja	ja

Quelle: Vogt, J., Boehnke, D., Norra, S., 2018. **KomKlim**: Umsetzung der kommunalen Klimaanpassung in die Bauleitplanung [...].

**LUBW** Reihe KLIMOPASS-Berichte 4500493328/23, Karlsruhe.

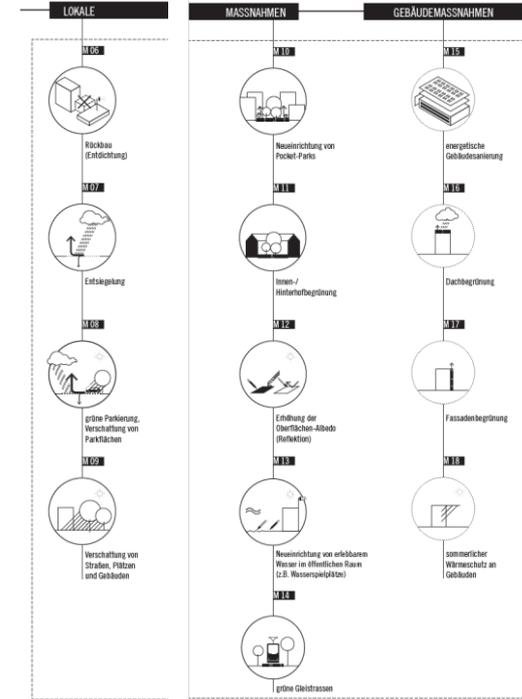
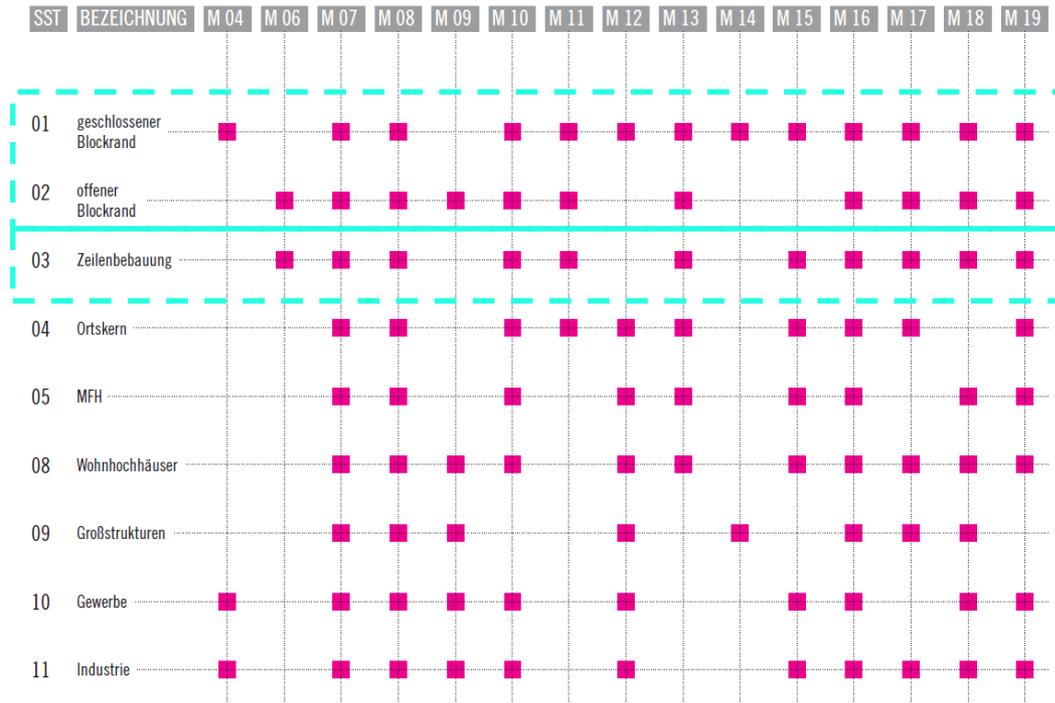
# Welche Maßnahmen zur Hitzeanpassung gibt es?

## ■ Leitfaden-Review 2024 – erste Ergebnisse

no.	Leitfaden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		minimize new impermeable surfaces	green roofs	pocket-parks /-Hinterhofbegrünung/ Grüne Oasen	façade greening	increase of the surface albedo ("reflection") /light colours	preservation and creation of open moving water surfaces	tangible water / fountains etc in public areas	position buildings to support air circulation	shading of streets, buildings and green areas by trees	green parking spaces or technical shading of parking areas	providing recreational areas	avoidance of multiple reflections from walls and windows	green tramway routes	social-ecological infrastructure, behavioural precautions	street geometry	natural infiltration and storage basins	shading of roof surfaces through photovoltaics	technical reduction of the cooling effort in summer (e.g. external roller shutters)	air cooling through evaporation processes and creation of large green, forest, open spaces and cold-air production	areas/tracks networking and connecting green infrastructure	reduce anthropogenic heat emissions	energy-efficient buildings	thermal insulation against summer heat on buildings	
1	Ahlhelm, I. et al. Klimaangepassung in der räumlichen Planung. Gestaltungsmöglichkeiten der Raumordnung und Bauleitplanung. Starkregen, Hochwasser, Massenbewegungen, Hitze, Dürre, 2016.	x	x	x	x	x			x	x			x		x						x	x			x
2	Beermann B, Berchtold M, Baumüller J, Gross G, Kratz M. (Städtebaulicher Rahmenplan Klimaangepassung für die Stadt Karlsruh3. Teil II, 2014.		x	x	x	x	x	x		x	x		x								x	x	x	x	x
3	BMVBS (ed). Planungsbezogene Empfehlungen zur Klimaangepassung auf Basis der Maßnahmen des Stadtklimalotse, 2013.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x				x		x	x		x	x
4	Difu (Ed.), 2015. Wie begegnen Kommunen dem Klimawandel? Beispiele aus der kommunalen Praxis, Köln.	x	x		x	x	x		x	x		x		x			x		x	x	x	x		x	x
5	HLNUG. Anforderungen an die Berücksichtigung klimarelevanter Belange in kommunalen Planungsprozesse. (Leitfaden für Kommunen, 2016.		x	x		x			x	x											x				
6	Kuttler, W. Climate change in urban areas. Part 2, Measures. Environ Sci Eur 23; 10.1186/2190-4715-23-21 (2011).	x	x	x	x	x			x	x	x	x				x		x	x	x	x	x	x	x	x
7	Reuter, U., Kapp, R. & Baumüller, J. Städtebauliche Klimafibel. Hinweise für die Bauleitplanung, 2012.	x	x	x	x	x			x	x		x				x				x	x	x			
8	Riechel M, Remy C, Matzinger A, Schwarz Müller H, Rouault P, Schmidt M, Offermann M, Strehl C, Nickel. Maßnahmenbeschreibung Regenwassermanagement. Ergebnisse der KURAS Projektes, 2017.	x	x		x		x	x												x					
9	Steinrück, M., Dütemeyer, D., Hasse, J., Röslar, C. & Lorke, V. Handbuch Stadtklima. Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel, 2011.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	x		x	x

# Welche Ansätze zur Vorortung gibt es bereits?

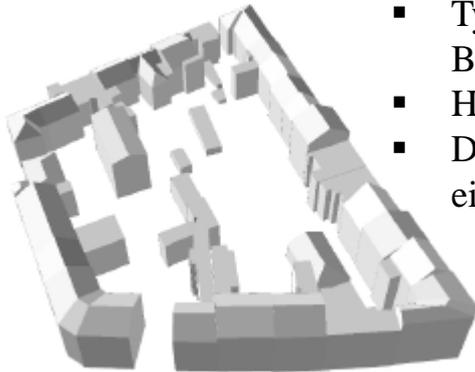
## 48 | STÄDTEBAULICHER RAHMENPLAN KLIMAAANPASSUNG



# Maßnahmenverortung nach Stadtstrukturtyp (1)

- Maßnahmenset pro Stadtstrukturtyp
- Kommunale Planungsebene, lokales Wissen nötig

## Beispiel: **Blockrandbebauung**



- Typische innerstädtische Bauform
- Häufig nachverdichtet
- Durchlüftung stark eingeschränkt

*Entsiegelung*  
*Grüne Parkierung*  
*Innen-/Hinterhofbegrünung*  
*Dach-/Fassadenbegrünung*  
*Sommerlicher Wärmeschutz*  
*Energetische Gebäudesanierung*

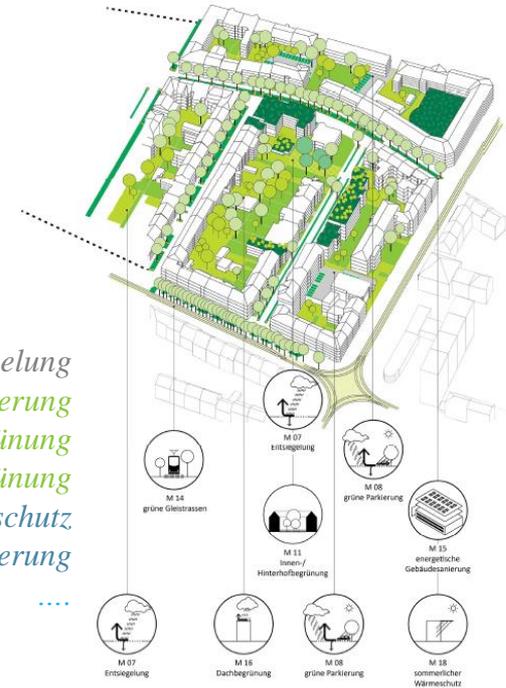
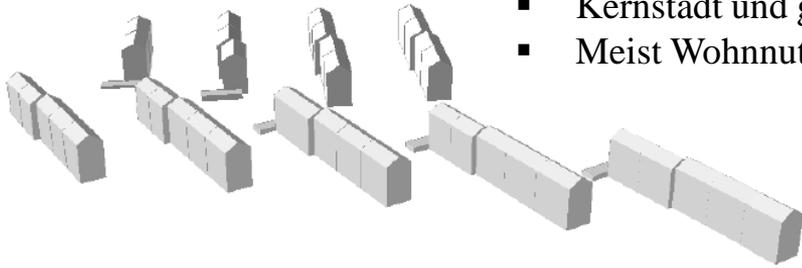


Abbildung 98: Hot-Spot-Quartier Stadtstrukturtyp 01 „geschlossener Blockrand“ – Situation mit Maßnahmen

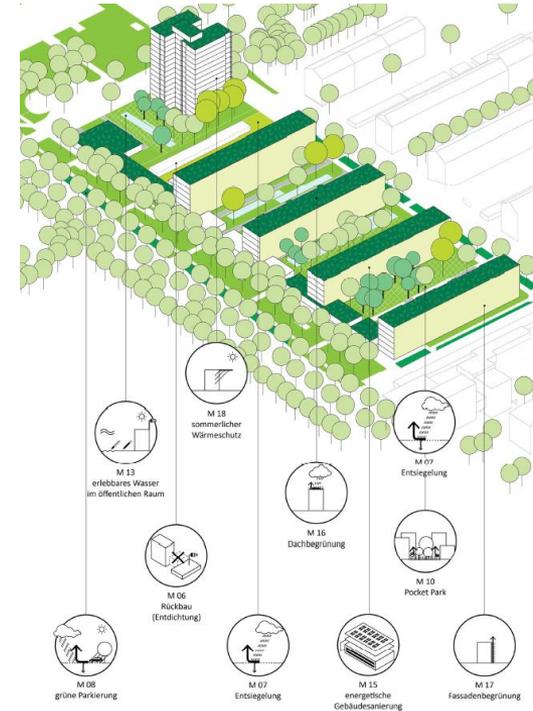
# Maßnahmenverortung nach Stadtstrukturtyp (2)

## Beispiel: Zeilenbebauung

- Typische Bauform der Nachkriegsjahrzehnte
- Kernstadt und gesamtes Stadtgebiet
- Meist Wohnnutzung

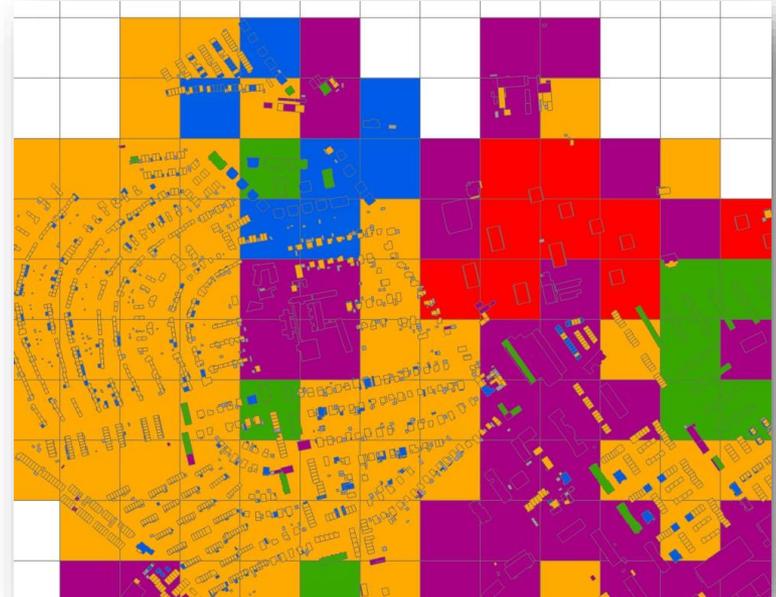


**Einschränkung:** Erfassung der SST erfolgt nicht automatisiert und nicht landesweit



# Lösungsansatz: Strukturtyp-Identifizierung mit KI

- KI-Klassifizierung
- 100 x 100m Raster-Auflösung
- Ergebnis: Dominanter Strukturtyp
- Vorteil: Landesweite, automatisierte Erfassung. Gleichartige Methodik für alle Städte und Gemeinden
- Einschränkung: Kategorisierung erfolgt nach dominantem SST → ggf andere SST in Raster enthalten → bei konkreten Planungsvorhaben lokale Daten nötig



@ IÖR

# Offene Fragen



- (1) Bedeutet eine Blockrandbebauung automatisch eine hohe Hitzebelastung?**
- (2) Ist die Karlsruher SST-Verteilungssituation vergleichbar mit der in Dresden?**
- (3) Welche Möglichkeiten bietet Remote Sensing, um Anpassungsmaßnahmen anhand von Hitzeparametern räumlich zu priorisieren?**

# FE-Datengrundlage und Hotspot-Identifikation

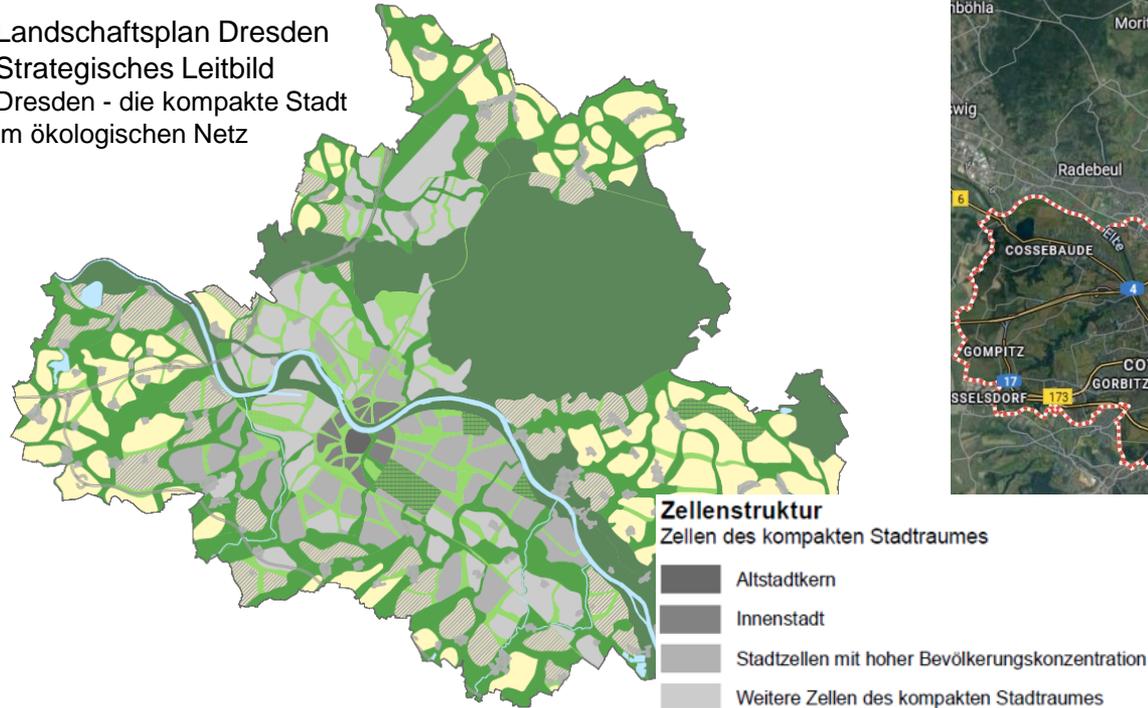
- **Fokus des Vortrages: LST-Daten**

*Land Surface Temperature bzw. Oberflächentemperatur*

- Einschränkung: LST ist ein Faktor des Strahlungshaushaltes und hat eine geringe Aussagekraft bezüglich der Hitzebelastung!
- Lösungsansatz: in einem weiteren Schritt werden neben LST-Daten weitere Hitze-relevante Daten (PET, Ta), Versiegelungs- und Begrünungsparameter sowie Vulnerabilitäts-relevante Daten herangezogen, um über Verschneidungen **Räume mit besonderem Handlungsbedarf** zu identifizieren.

# Beispielstadt Dresden

Landschaftsplan Dresden  
Strategisches Leitbild  
Dresden - die kompakte Stadt  
im ökologischen Netz

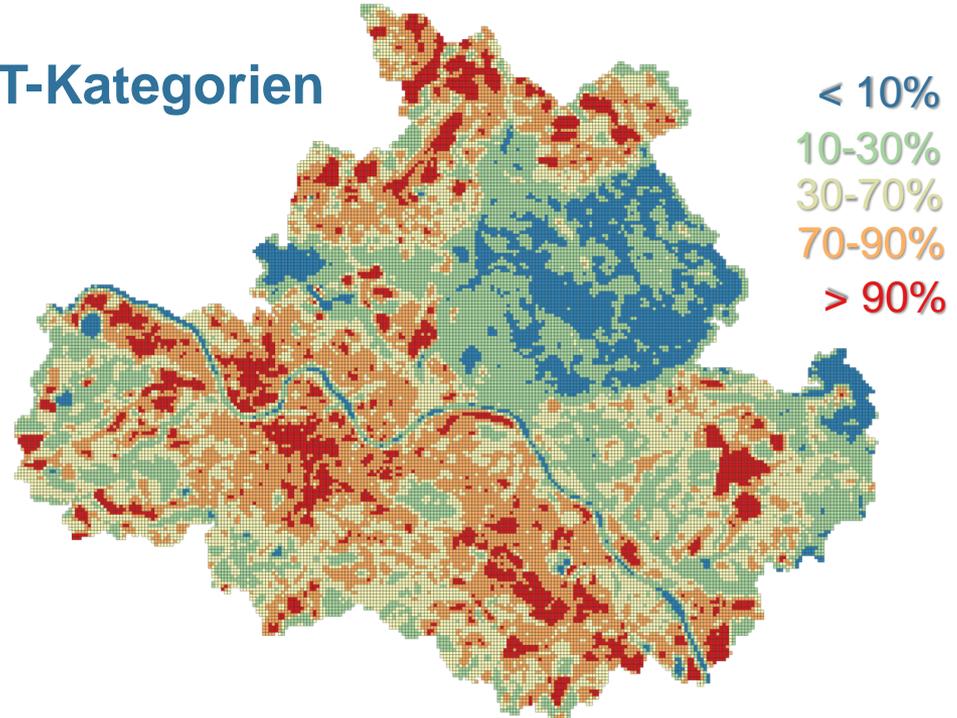


# FE-Datengrundlage und Hotspot-Identifikation

- LST-Daten
- Beispiel Dresden
- Tag-Situation

Auflösung:  
LST Tag = 100m  
LST Nacht = 1km

## LST-Kategorien



# Beispiel Blockrandbebauung

- BRB in Dresden kommt in der Innenstadt (Vrgl. KA), aber auch in anderen Stadtteilen vor



Kartengrundlage: HVBG, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc. METI/NASA, USGS

# Blockrandbebauung Dresden

> 90% Kategorie:



- Hohe Verdichtung
- Größtenteils Innenstadt
- kaum Grün

60 - 90% Kategorie:



- Hohe bauliche Dichte
- Vegetation vorhanden

40 - 60% Kategorie:

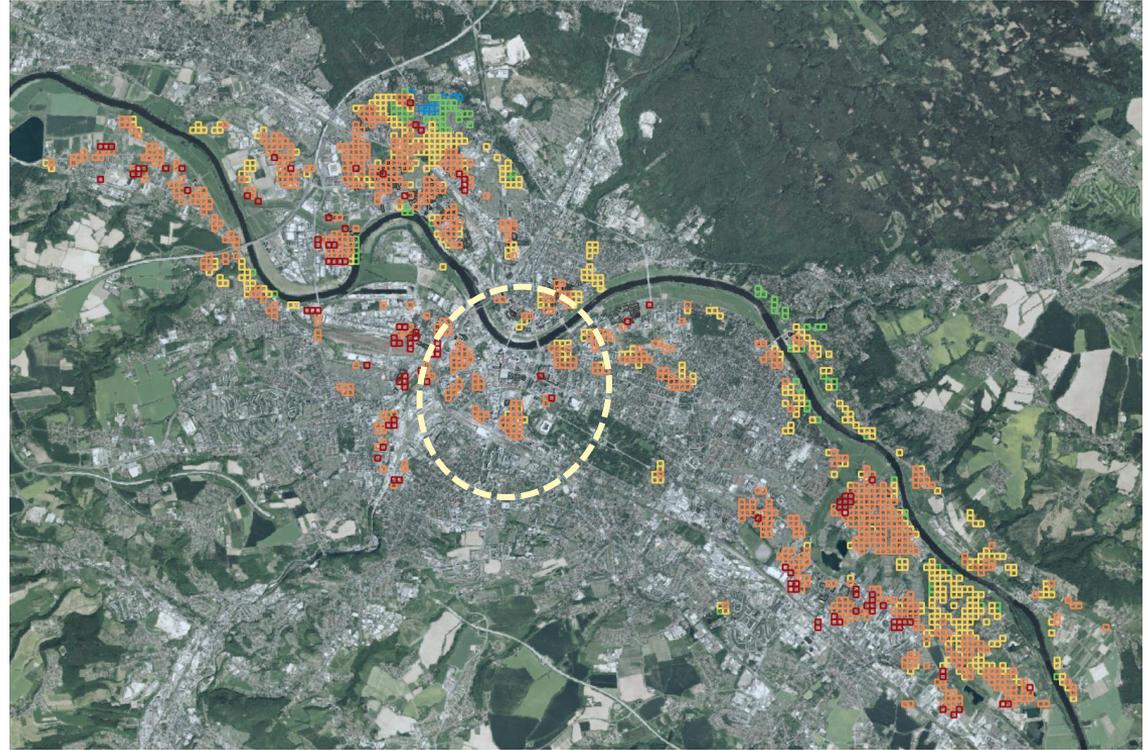


- Viel Vegetation
- Bäume und Grünflächen

Kartengrundlage: HVBG, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc. METI/NASA, USGS

# Beispiel Zeilenbebauung

- Der Typ ZBB ist über die ganze Stadt verteilt und deutlich häufiger als BBR



Kartengrundlage: HVBG, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc. METI/NASA, USGS

# Zeilenbebauung Dresden

> 90% Kategorie:

60 – 90%:

40 - 60% :

0 - 20%:



- Hohe Versiegelung
- Hohe Dichte

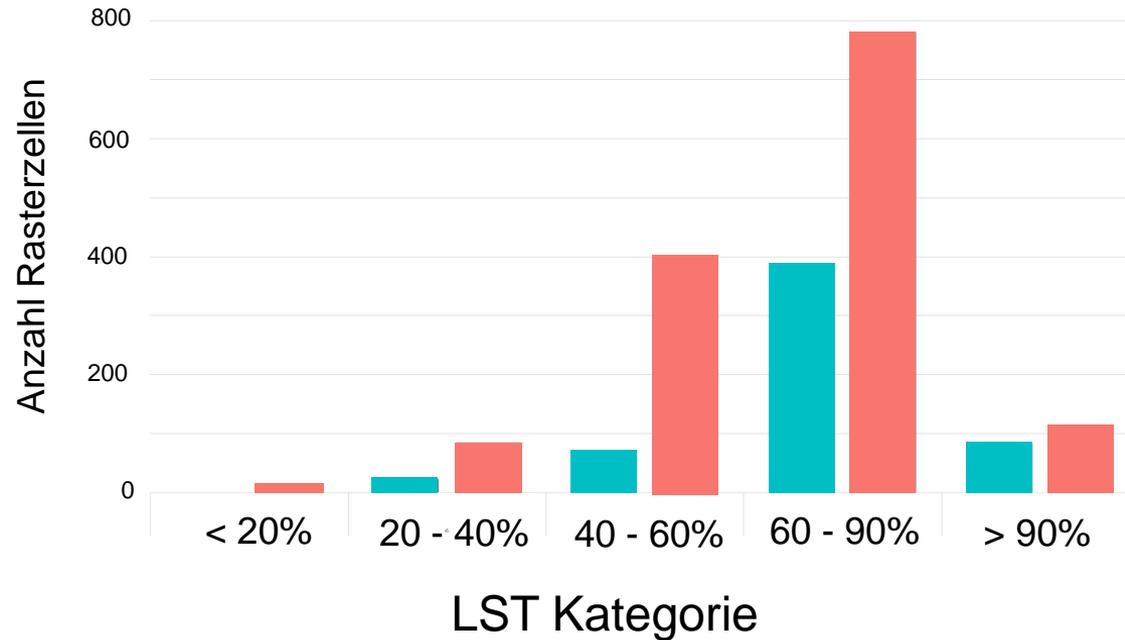
- Hohe Dichte
- Vegetation gering

- Mittlere Dichte
- Viele Bäume / Grün

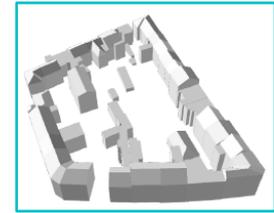
- Geringe bauliche Dichte
- Hoher Anteil an Hausgärten

Kartengrundlage: HVBG, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc. METI/NASA, USGS

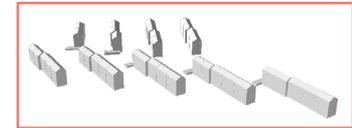
# Verteilung der SST nach LST-Kategorie



Blockrandbebauung



Zeilenbebauung



# Fazit (1)

- Bedeutet eine Blockrandbebauung automatisch eine hohe Hitzebelastung?
  - LST Untersuchung zeigt, dass die Oberflächentemperaturen im Bereich von niedrig bis hoch BBR variieren und daher SST nicht per se zur Auswahl von RmbH's geeignet sind
  - Ein ähnliches Ergebnis erwarten wir für andere Hitzeparameter (work in progress)
- Ist die Karlsruher SST-Verteilungssituation vergleichbar mit der in Dresden?
  - BRB: in Innenstadt in beiden, in Dresden aber weniger und auch vermehrt in anderen Stadtteilen
  - ZB: ebenfalls häufiger als BRB und über die Stadt verteilt vorkommend
- Welche Möglichkeiten bietet Remote Sensing (und KI), um die Anpassungsmaßnahmen räumlich zu priorisieren?
  - flächendeckend, einheitlich, vergleichbar und vergl. unaufwändig
    - ✓ an strukturelle Charakteristiken (z.B. SST) gebundene Maßnahmen
    - ✓ Bestimmte Hitzeparameter

# Fazit (2)

## ■ Methode erlaubt

- Räumliche Verortung und Priorisierung von Maßnahmen nach Hitze-Parametern
- Hier in Kombination mit SST

## ■ Offene Fragen und Aufgaben

- Welche weiteren, z.B. räumlichen/architektonischen Aspekte wären für eine Vorauswahl an Maßnahmen geeignet?
- Welche weiteren Priorisierungsaspekte (z.B. Effizienz, Kosten/Nutzen, Aufenthaltsqualität..) sollten berücksichtigt werden?

## ■ Herausforderungen

- Erwünschte Einfachheit entstehender (Hitze-) Themenkarten und daraus abgeleiteter Handlungsempfehlungen versus der wissenschaftlich begründbaren Aussagekraft

# Danke für Ihr Interesse

Haben Sie Fragen oder Anmerkungen?



*Kontakt:* Dr. Denise Böhnke, [denise.boehnke@kit.edu](mailto:denise.boehnke@kit.edu)



Dr. Denise Böhnke

Kommunale Klimaanpassung  
Anpassungsmaßnahmen  
Verortung und Priorisierung



Dr. Susanne Benz  
Dr. Sina Keller  
Svea Krikau

Fernerkundung  
GIS-Daten  
Hotspot-Identifikation



Leibniz-Institut  
für ökologische  
Raumentwicklung

Dr. Mathias Jehling  
Claire Gallacher

Datenanalyse, Verschneidungen  
Strukturtypenidentifikation  
Verortung und Priorisierung

Herzlicher Dank geht an Prof. Stefan Hinz, Leiter des IPF Teams, und an das Team des IÖR, insbesondere Denis Reiter für die SST-Identifizierung