

Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



Foto: Michael Kügler, DWD

# Untersuchungen des DWD zum Stadtklima von Mainz und Wiesbaden



Johann-Dirk Hessel  
Dr. Heike Noppel  
Deutscher Wetterdienst  
Zentrales Klimabüro Offenbach



**1**

**Das Stadtklima**

**2**

**Der Beitrag des DWD**

Modellgebiet und Eingangsdaten

**3**

**Belastungspotenzial**

- heiße Tage, Tropennächte
- Bioklima

**4**

**Entlastungspotenzial**

- Kaltluftanalysen

**5**

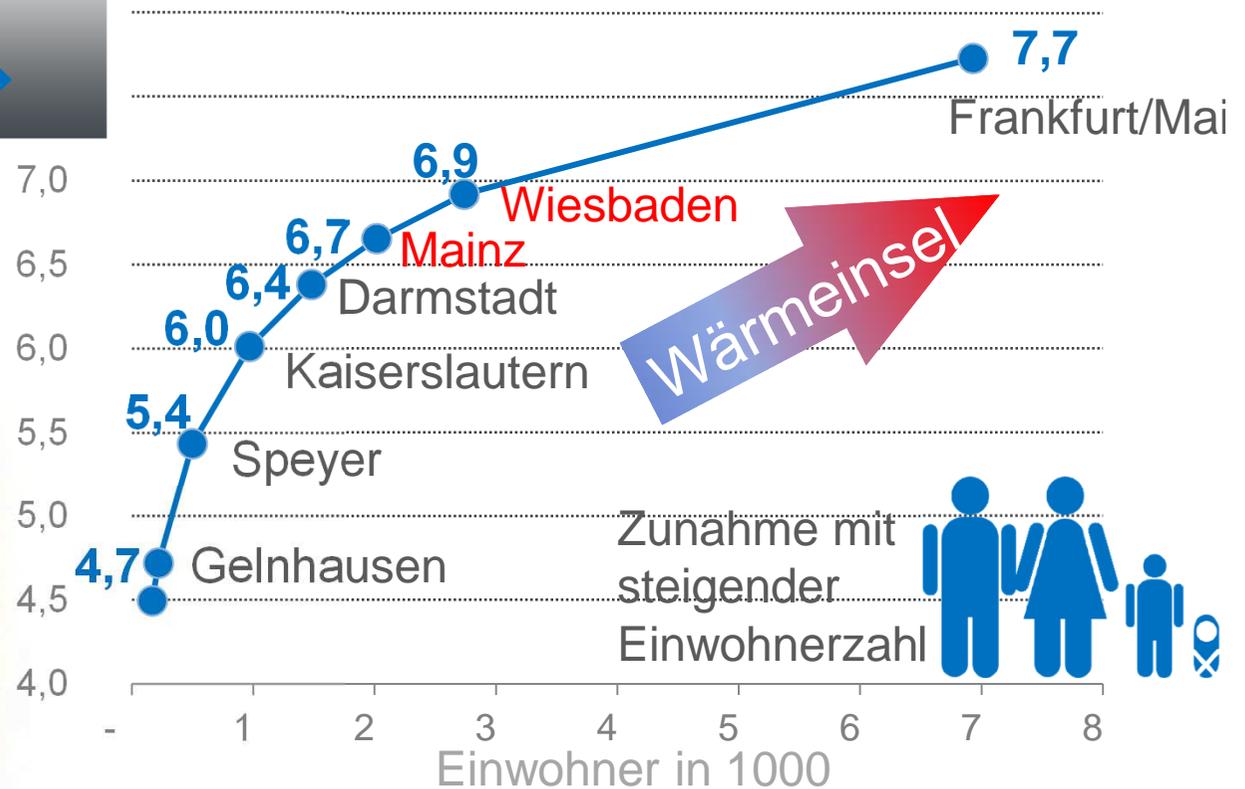
**Zusammenfassung und Ausblick**



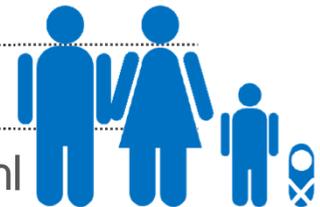


## Empirische städtische Wärmeinsel

Bei geringer Windgeschwindigkeit und Bewölkung reduziert sich die Abhängigkeit auf die Einwohnerzahl und die Wärmeinsel erreicht folgende Maximalwerte



Zunahme mit steigender Einwohnerzahl



\* Quelle: U. Wienert et al. (2013)

## Ziel: Schaffung/Verbesserung der fachlichen Grundlagen

„Klimaanalyse und -projektion für das erweiterte Stadtgebiet Wiesbaden und Mainz“

### Inhalt:

- Wie ist das Klima in den beiden Städten heute? (1971 – 2000)
- Wie wird es sich zur Mitte des Jahrhunderts verändern? (2031 – 2060)
- Auf welche Flächen wird nachts besonders viel Kaltluft gebildet? Wo liegen wichtige Kaltluftbahnen?

### Wichtigste Werkzeuge:

- DWD Stadtklimamodell MUKLIMO\_3
- Quadermethode für das dynamisch statistische downsclaing
- Werkzeuge für die Klatluftanalyse



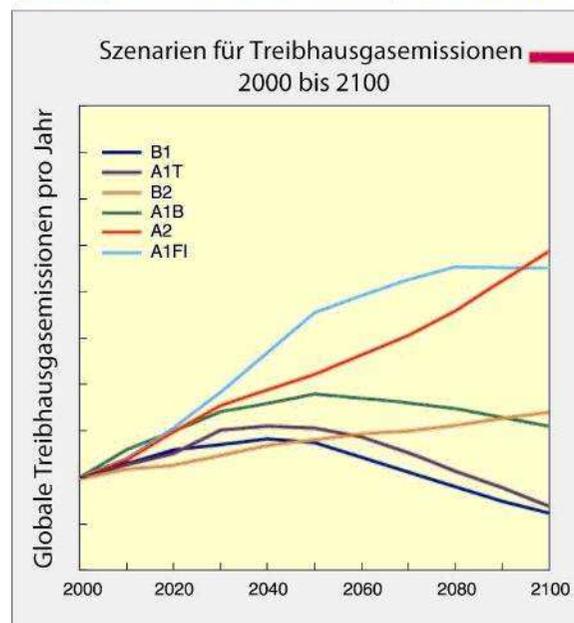
### Fokus: Problembereich Hitze (Temperatur)



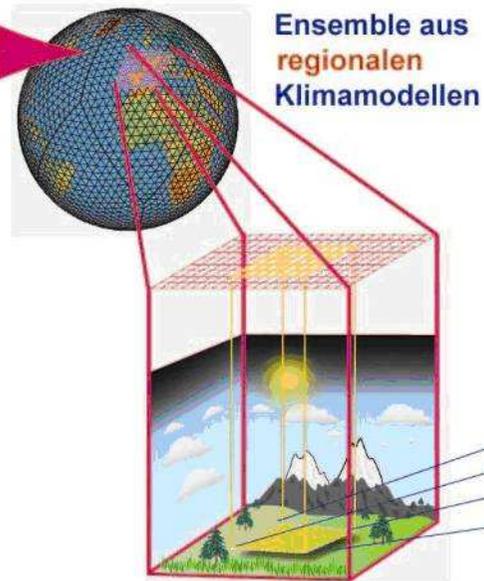
## „Downscaling“ von der globalen über die regionale Skala auf die Stadt

- Emissionszenario A1B
- 17 regionale Klimaprojektionen
- Simulationen mit dem Stadtklimamodell des DWD (MUKLIMO\_3)

globale Zukunftsszenarien (IPCC 2007)



globale Klimamodelle



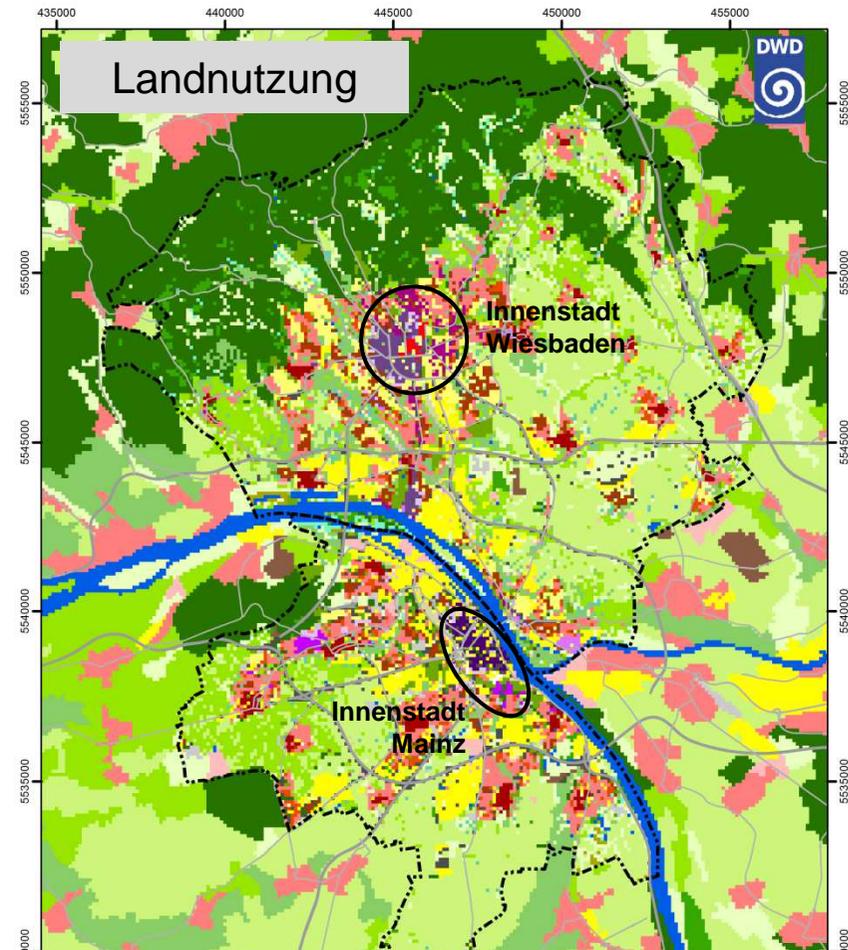
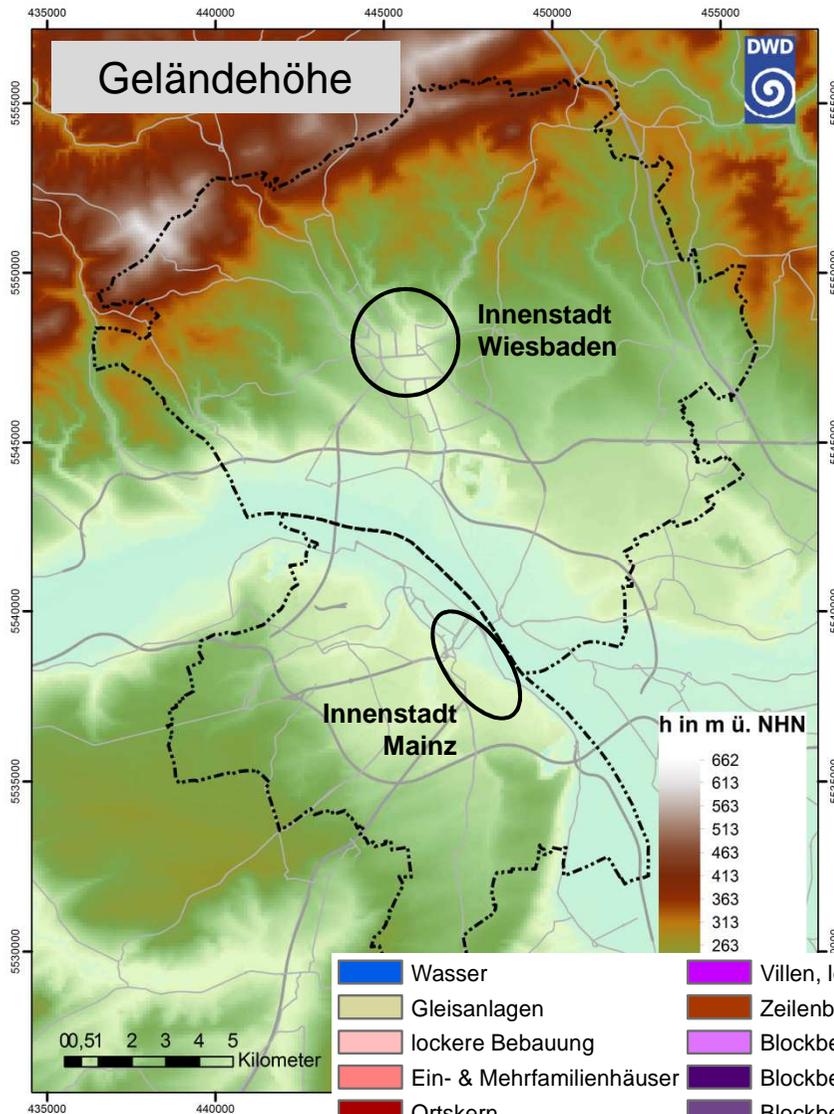
Wirkmodelle, Beispiel:  
Stadtklimamodell

Stadtklimamodell

# Eingangsdaten



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



- |                           |                                |                                       |                           |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Wasser                    | Villen, locker                 | Großformenbebauung                    | Ackerfläche               |
| Gleisanlagen              | Zeilenbebauung                 | Öffentl. Geb., Industrie- & Lagergeb. | Feuchtwiese, Sumpf        |
| lockere Bebauung          | Blockbeb., niedrig             | Landwirtschafts-, Gartenbaubetrieb    | Weinbau, Gärten           |
| Ein- & Mehrfamilienhäuser | Blockbeb., dicht               | Verkehrsfläche                        | Streuobst, Sonderkulturen |
| Ortskern                  | Blockbeb., hoch                | teilversiegelt                        | Park, Friedhof            |
| Reihenhaussiedlung        | Blockrandbebauung              | Abbaufäche, Brache                    | Vorwaldstadium            |
| Villenbebauung            | Citybebauung, ab Mitte 19. Jh. | Grünland                              | Wald                      |
|                           |                                |                                       | Auenwlad                  |



# heiße Tage, Tropennächte



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



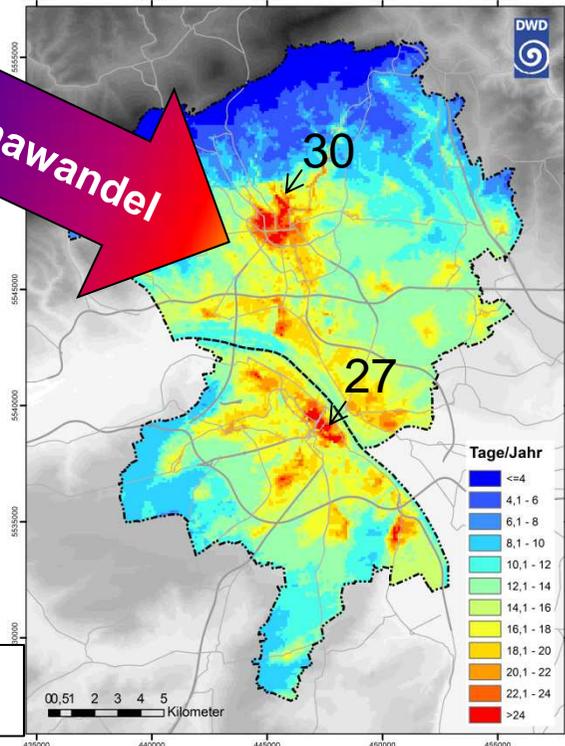
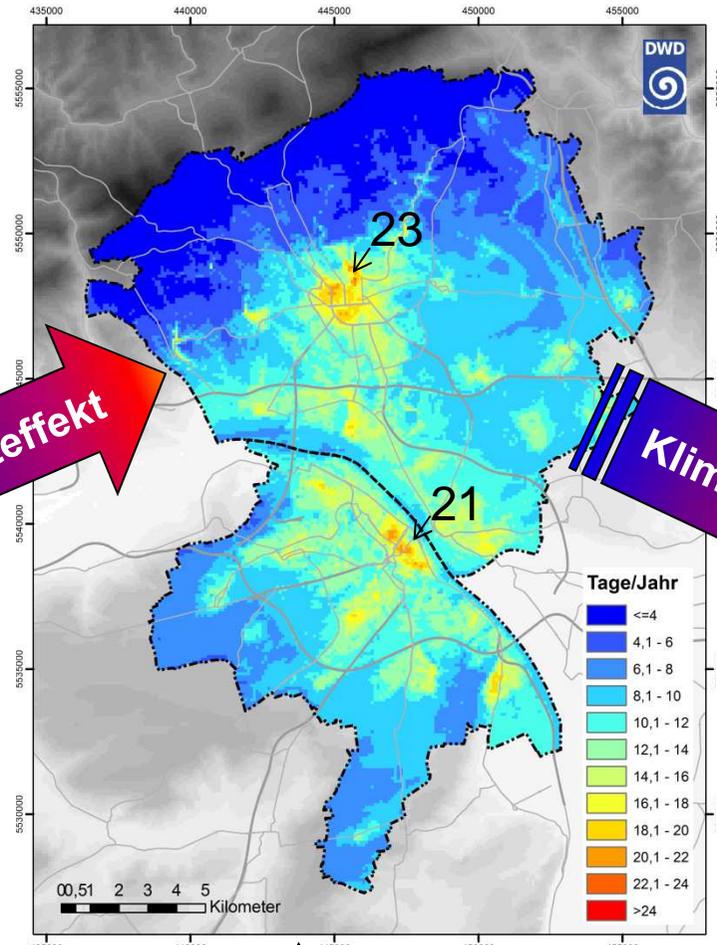
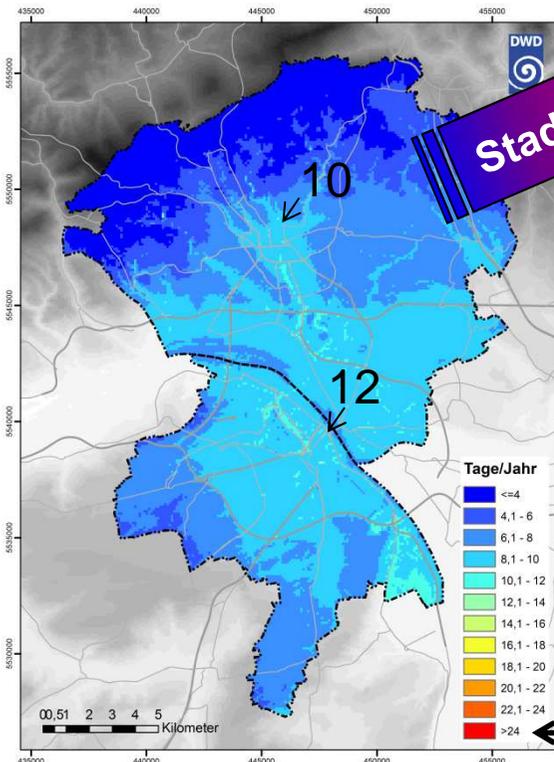
Heiße Tage / Jahr  
( $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$ )

Klima 1971-2000,  
aktuelle Bebauung

Klima 1971-2000,  
keine Bebauung

Basis: 16 Simulationen mit  
Stadtklimamodell &  
17 Klimaprojektionen (RCMs)

Klima 2031-2060,  
(Median)  
aktuelle Bebauung



Basis: je 16 Simulationen mit einem Stadtklimamodell  
& Messungen 1971-2000 in Frankfurt/M.

# heiße Tage, Tropennächte



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand

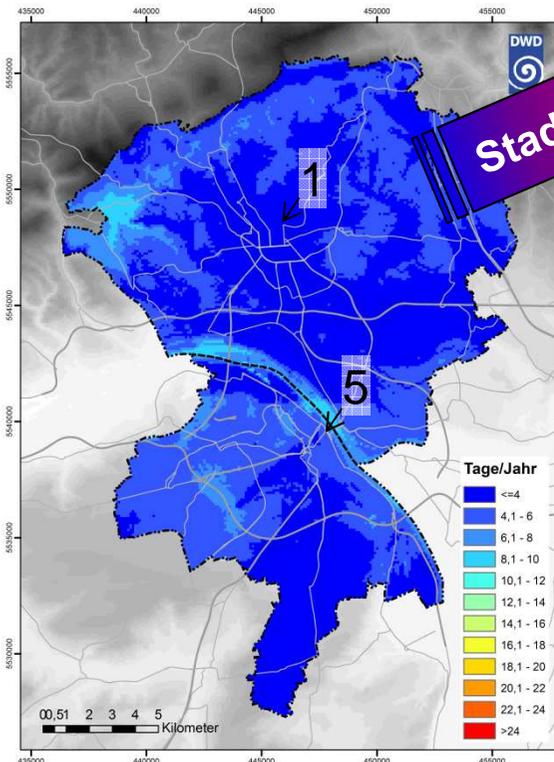


Tropennächte / Jahr  
( $T_{min} \geq 20 \text{ °C}$ )

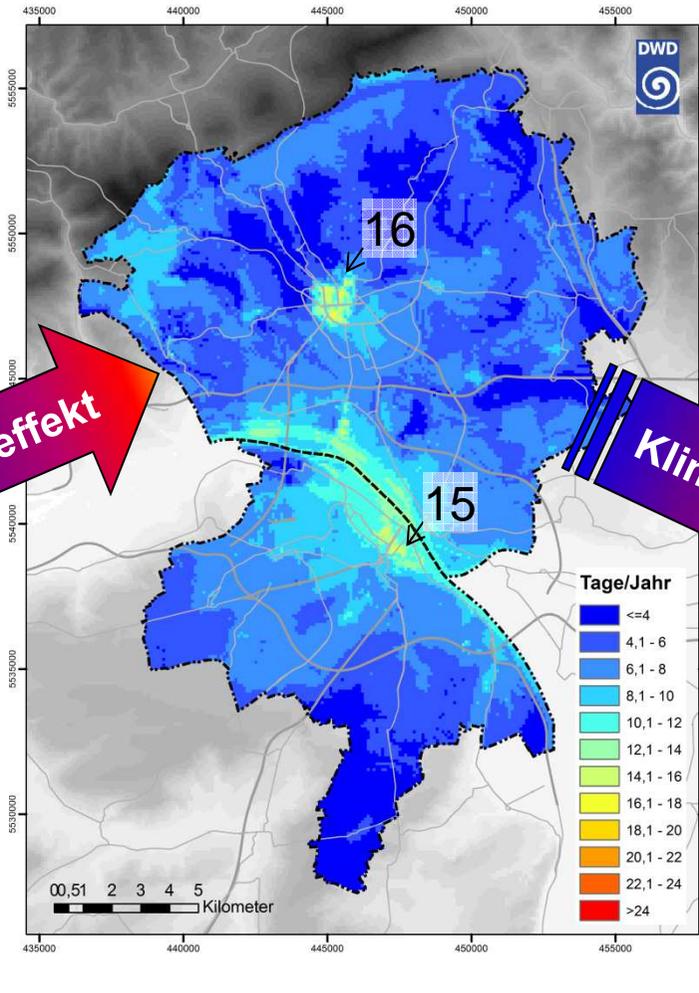
Klima 1971-2000,  
aktuelle Bebauung

Klima 1971-2000,  
keine Bebauung

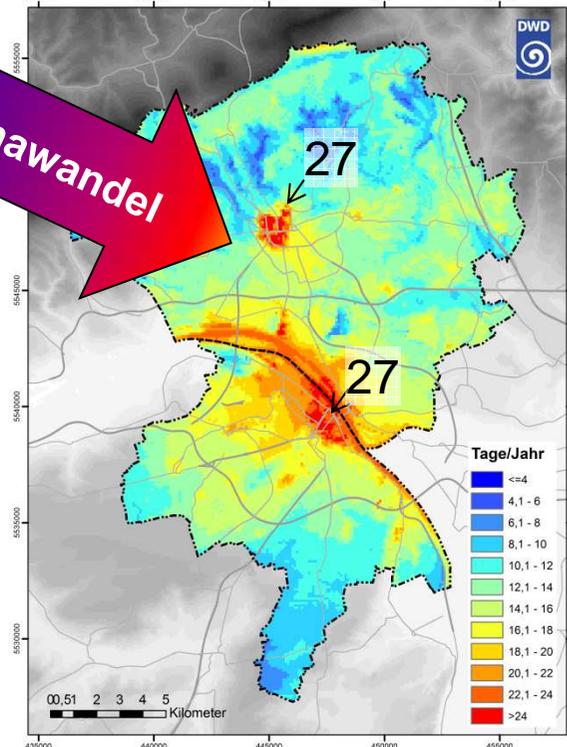
Klima 2031-2060,  
(Median)  
aktuelle Bebauung



Stadteffekt



Klimawandel

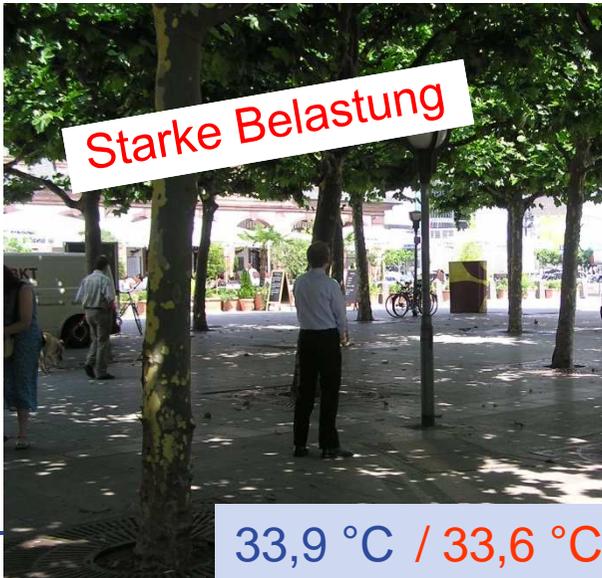


## Medizinischer Aspekt (Gefühlte Temp. → **Wärmebelastung**)

Die Gefühlte Temp. ist ein Maß für das Wärmeempfinden des Menschen unter Berücksichtigung aller wichtigen Einflussgrößen (Temperatur, Strahlung, Wind, Feuchte, Bekleidung und Aktivität des Menschen)

### Bsp. Fußgängerzonen mit und ohne Beschattung

Messungen am 20.07.06 nachmittags in Frankfurt,



Lufttemperatur

Gefühlte Temperatur



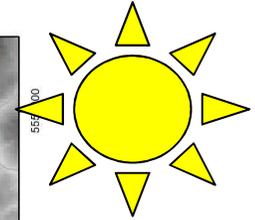
Fotos: Zentrales Klimabüro, DWD



## Lufttemperatur / Gefühlte Temperatur (→ Wärmebelastung)

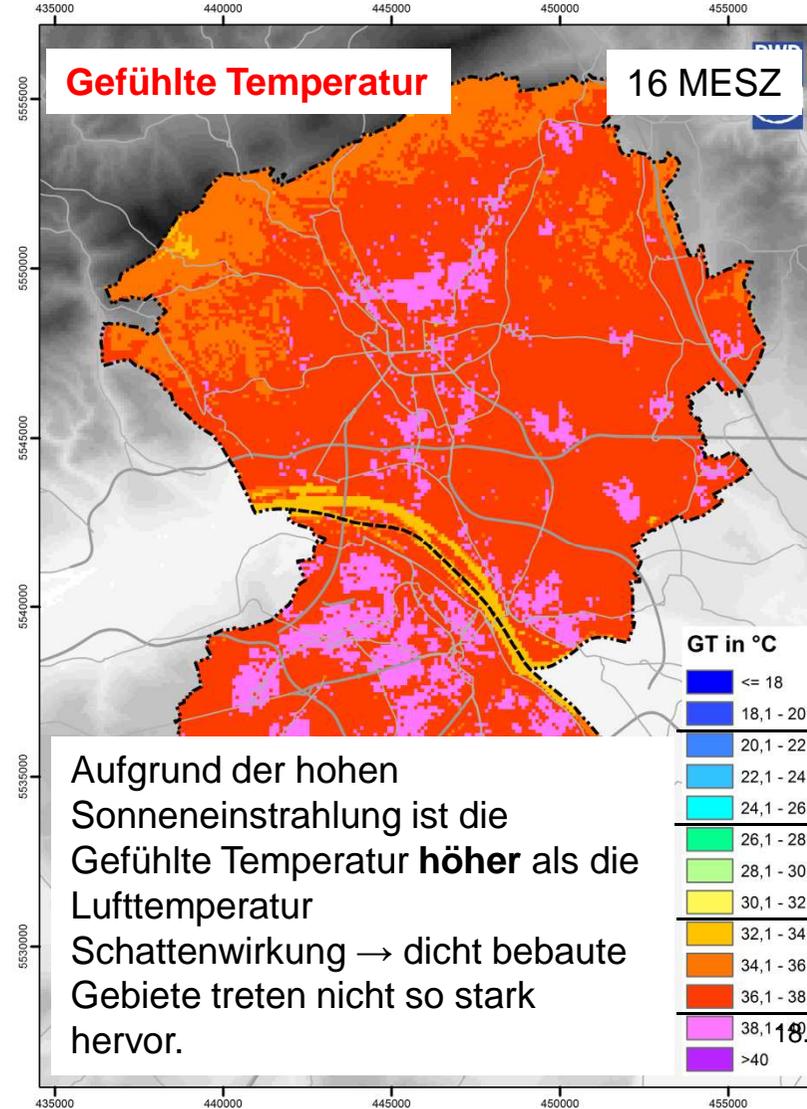
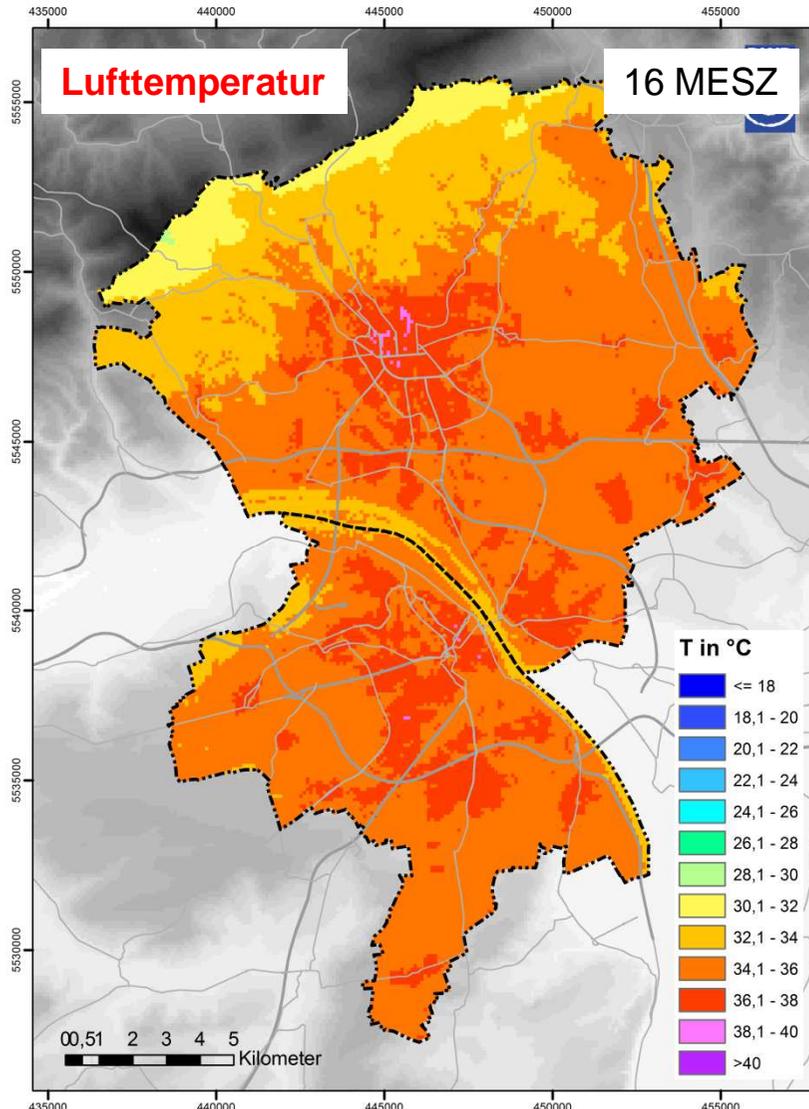
Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

Tag



Zeit der maximalen Temperatur

Wärmebelastung



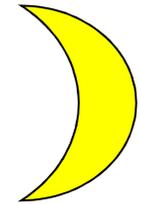
Aufgrund der hohen Sonneneinstrahlung ist die Gefühlte Temperatur **höher** als die Lufttemperatur  
Schattenwirkung → dicht bebaute Gebiete treten nicht so stark hervor.

keine
schwach
mäßig
stark
extrem

## Lufttemperatur / Gefühlte Temperatur (→ Wärmebelastung)

Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

Abend



ca. 45 min  
nach  
Sonnen-  
untergang

Wärme-  
belastung

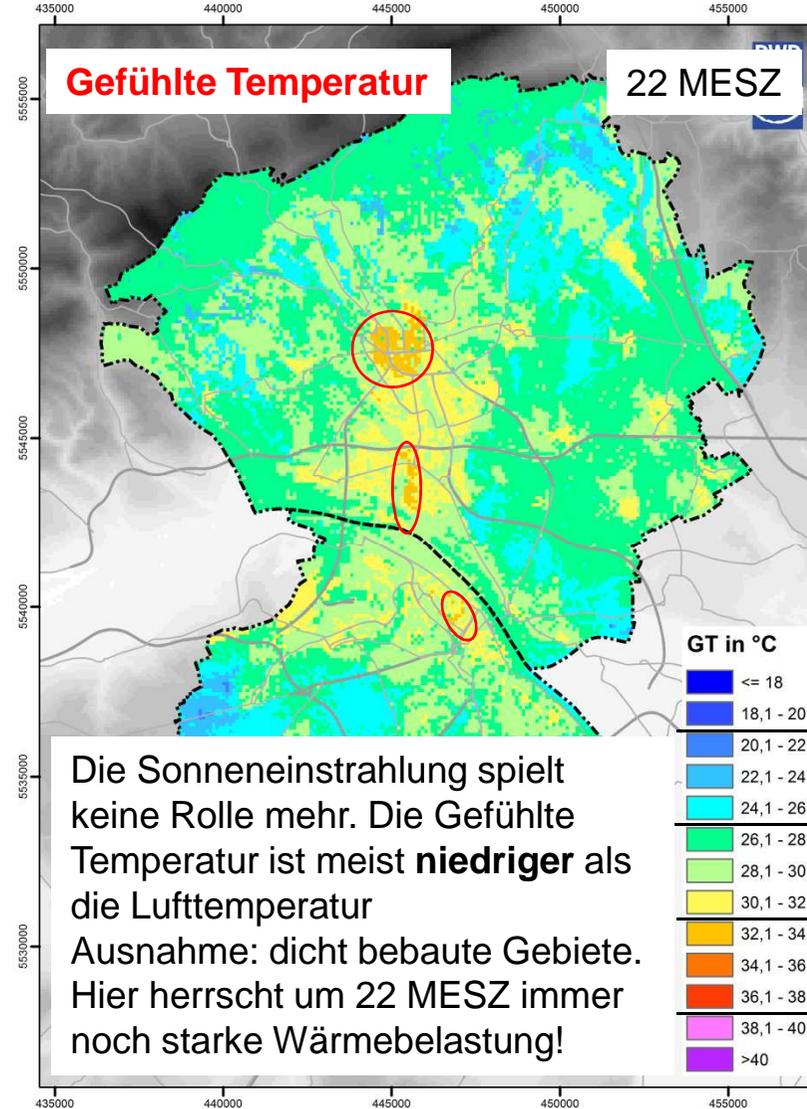
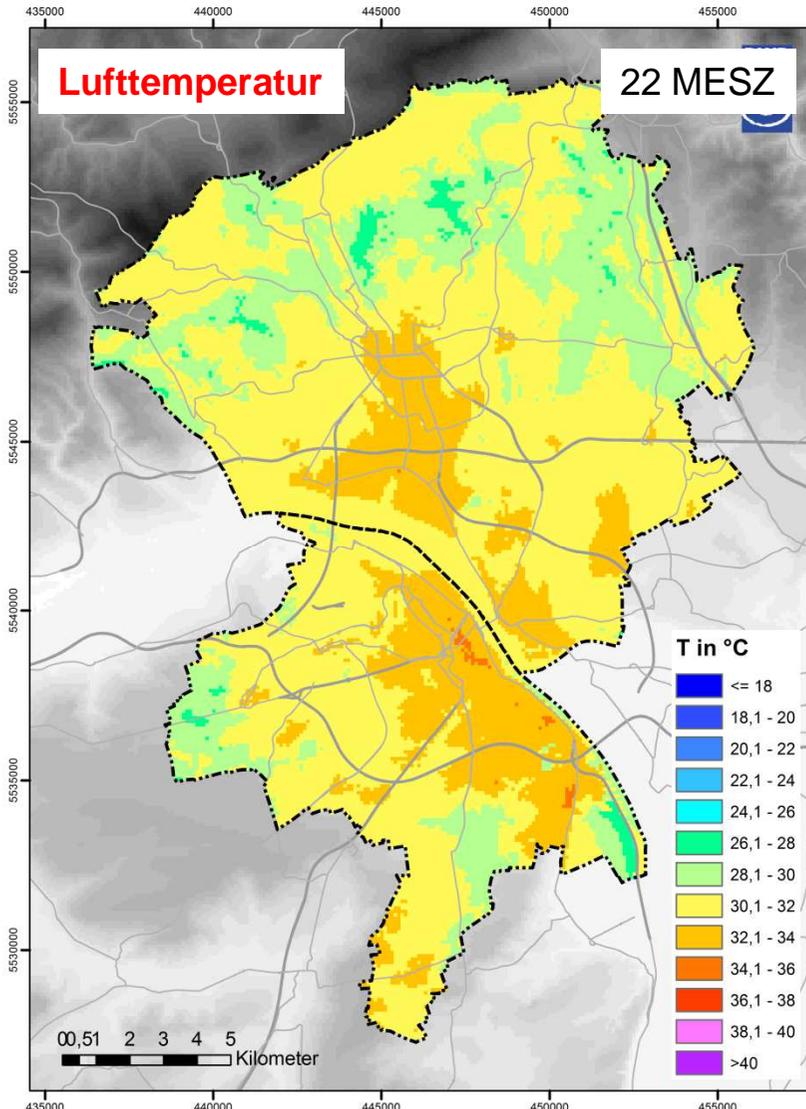
keine

schwach

mäßig

stark

extrem



## Ergebnisse zum Belastungspotential::

- **Gebiete mit besonders vielen Sommertage, heißen Tage oder Tropennächten:** *Innenstädte, Ortskerne von W.-Biebrich, M.-Mombach, M.-Bretzenheim, ...*
- **Generell führt dichte Bebauung führt zu einer deutlichen Erwärmung**  
z.B. in den *Innenstädten* zu einer Verdoppelung der heißen Tage (+10 bis +13)
- **Klimawandel: Deutliche Zunahme der Sommertage, heißen Tage und Tropennächte bis 2031-2060**  
In den tiefer gelegenen Gebieten beträgt die typische Zunahme (Median)
  - Sommertage: +15 (Innenstädte: +17)
  - Heiße Tage: +5 (Innenstädte: +6)
  - Tropennächte: +9 (Innenstädte: +11)

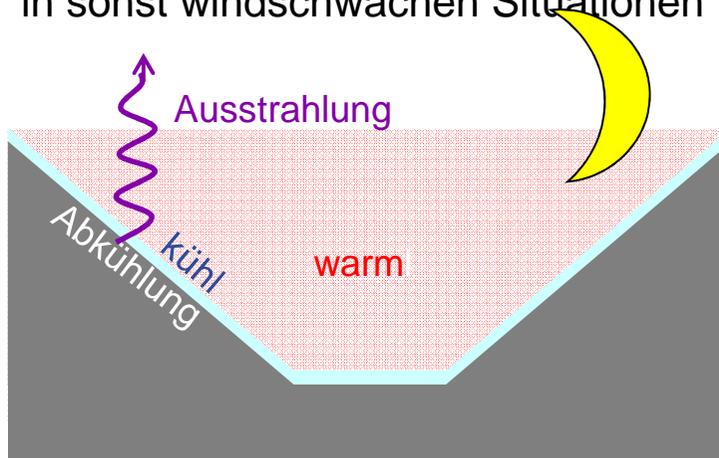
## Kaltluft

### → Kaltluftbildung

- Vor allem in wolkenlosen und windschwachen Nächten
- Viel über Freiflächen (Wiese, Acker)
- Wenig oder sogar „Vernichtung“ von Kaltluft in der Stadt

### → Kaltluftabflüsse

- Hangabwind (2 m/s, typische Dicke 30 m)
- Talabwind (1 m/s, typische Dicke 100 m)
- Verstärken die Durchlüftung in sonst windschwachen Situationen



# Kaltluftanalysen

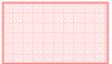
## Ausbreitung eines passiven Tracers zur veranschaulich des Kaltluftabflusses.

Kontinuierliche Freisetzung von „Partikeln“ in Gebieten mit hoher Kaltluftproduktion.

Dargestellt ist die Partikelkonzentration

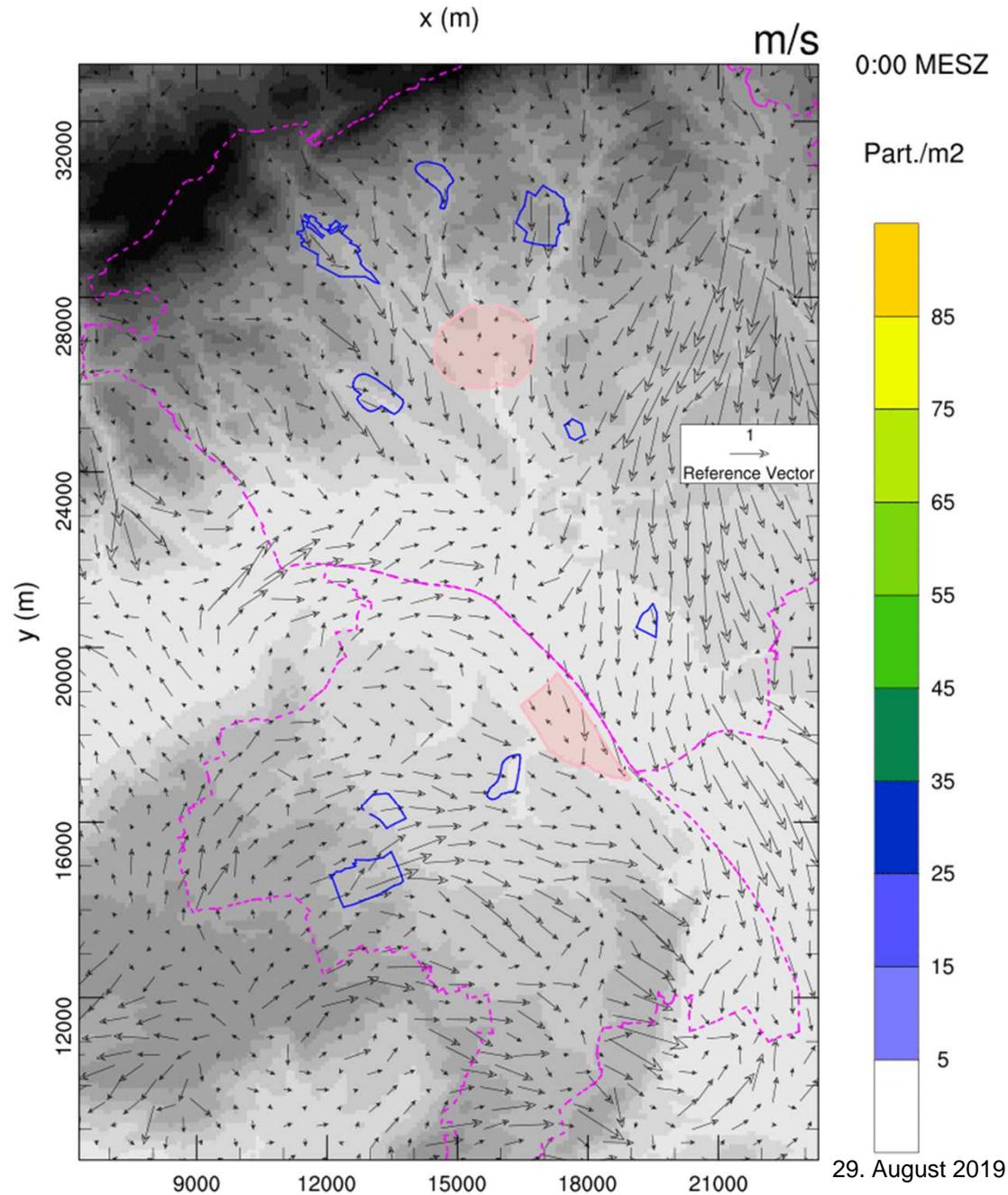
Beginn: 0 MESZ

Ende: 4 MESZ

 Innenstadt Wiesbaden bzw. Altstadt Mainz

 Gebiete, in denen Kaltluft gebildet wird (beispielhaft ausgewählt)

Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

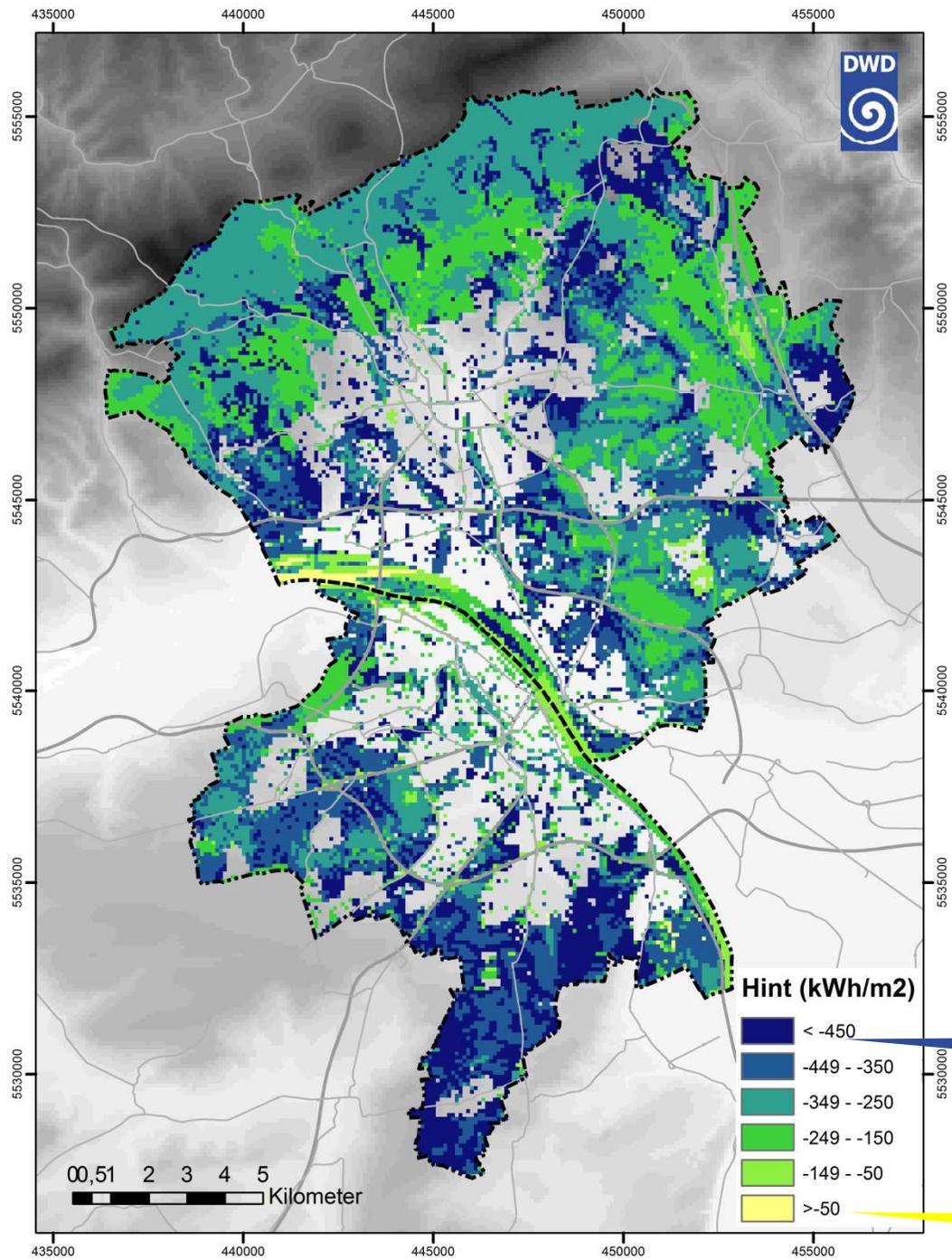


## Kaltluftanalysen

→ Ziel: Erhaltung von *relevanten* Kaltluftentstehungsgebieten und Kaltluftschneisen

→ Fragen:

- Auf welchen Flächen wird besonders viel Kaltluft gebildet?
- Wohin fließt diese Luft? In die Stadt?
- Woher kommt die Luft in der Stadt? (Handelt es sich dabei um Kaltluft/Frischluff?)
- Wieviel Luft fließt und wie kalt ist sie?



**Deutscher Wetterdienst**  
Wetter und Klima aus einer Hand



Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

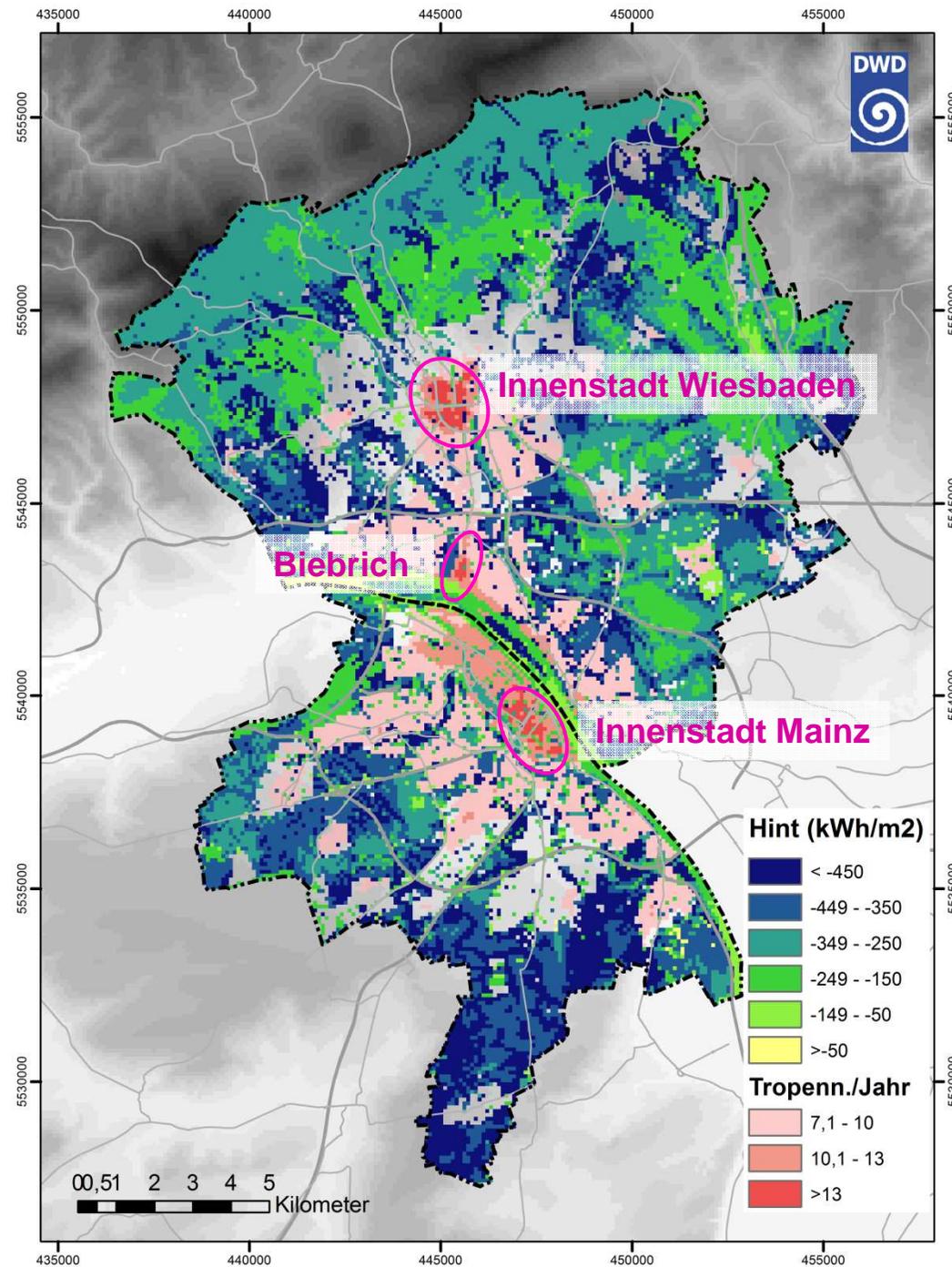
## → Kaltluftbildung

(Bebaute Flächen sind ausgenommen)

hoch

gering

29. August 2019



**Deutscher Wetterdienst**  
Wetter und Klima aus einer Hand



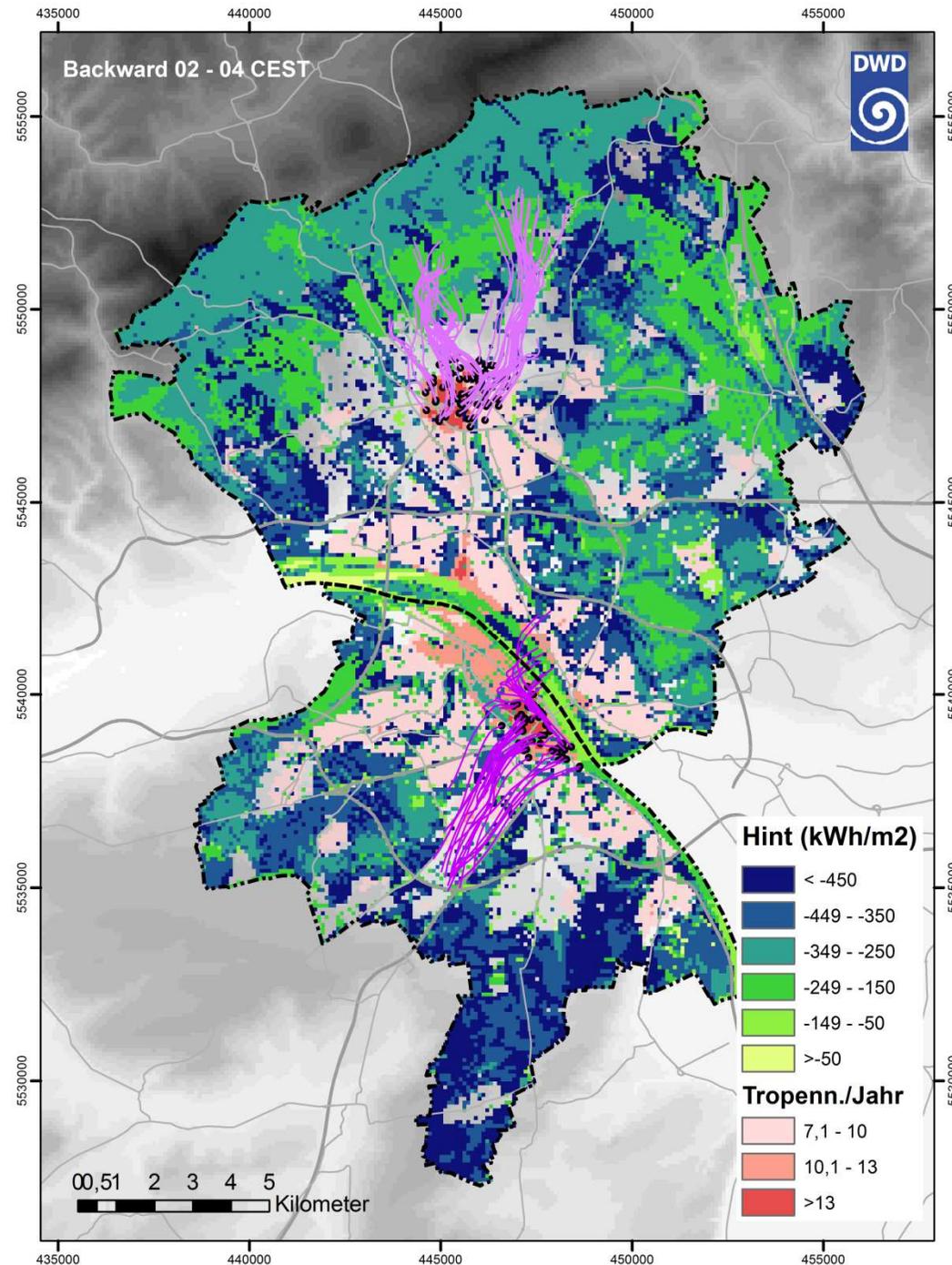
Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

## → Kaltluftbildung

(Bebaute Flächen sind ausgenommen)

## → Tropennächte (nächtliche Wärme)

Die kühlere Luft muss irgendwie von den Entstehungsgebieten in die belasteten Gebiete kommen!!

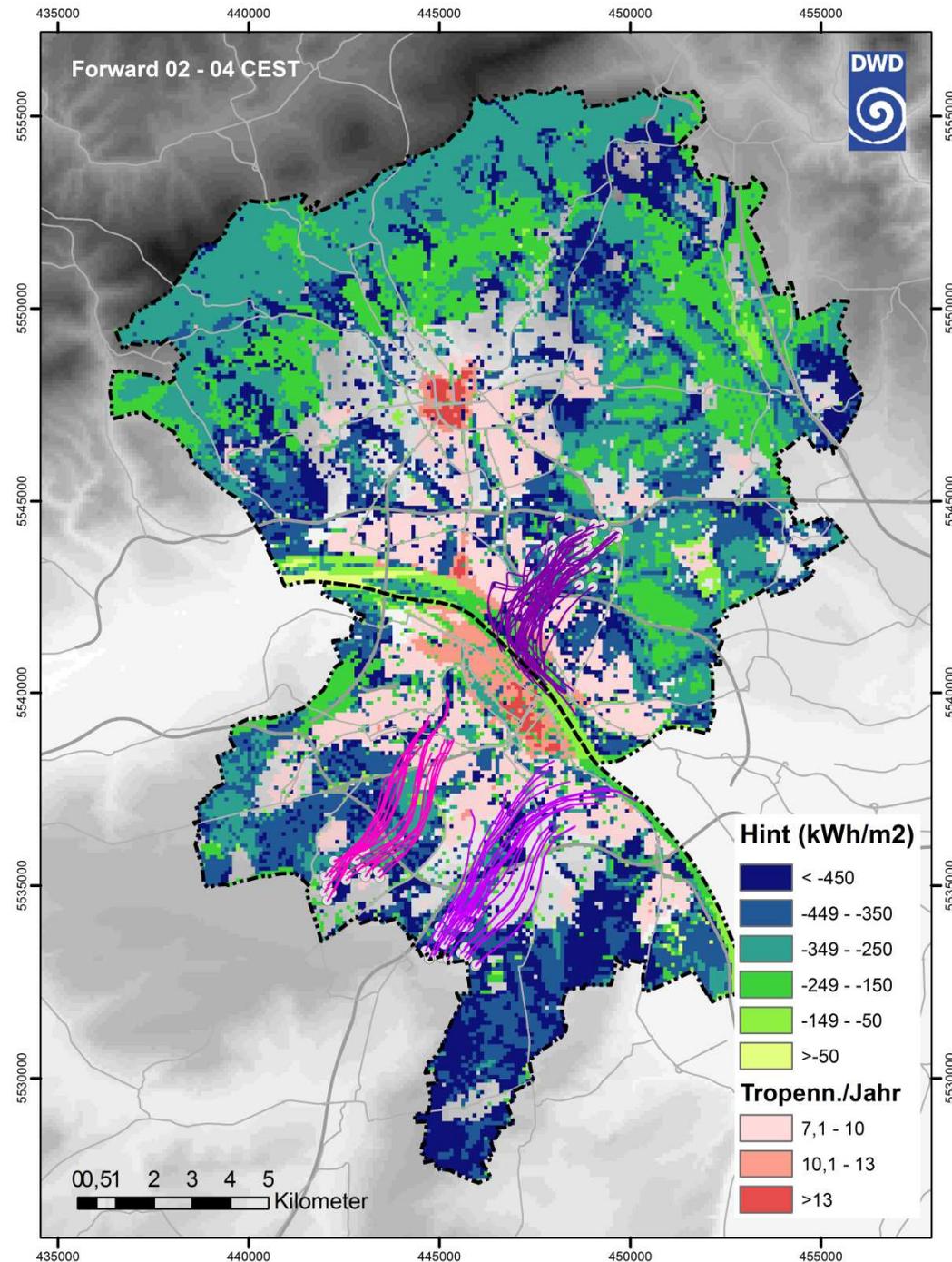


Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

- ➔ **Kaltluftbildung**  
(Bebaute Flächen sind ausgenommen)
- ➔ **Tropennächte**  
(nächtliche Wärme)
- ➔ **Rückwärtstrajektorien**  
Woher kommt die Luft in den belasteten Gebiete?



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

### → Kaltluftbildung

(Bebaute Flächen sind ausgenommen)

### → Tropennächte (nächtliche Wärme)

### → Rückwärtstrajektorien

Woher kommt die Luft in den belasteten Gebiete?

### → Vorwärtstrajektorien

Wohin strömt die Luft aus den Entstehungsgebieten?

## Ergebnisse der Kaltluftanalysen:

### → Wichtige Kaltluftentstehungsgebiete sind vor allem am Hang gelegene Wiesen und Äcker

z.B. zw. Rambach & Heßloch und zw. Drais & Finthen, Belzbach-/Mosbachtal, Gonsbachtal, ...

### → Fließwege der Kaltluft aus den Kaltluftentstehungsgebieten:

z.B. durch das Gonsbachtal nach Mombach, über das *Rambachtal* und das *Nerot* in den *Wiesbadener Kessel*, ...

### → Fließwege in die belasteten Gebiete:

In die Mainzer Innenstadt z.B. über Wildgraben aber *auch* von der anderen Seite des Rheins. In den *Wiesbadener Kessel* aus dem *Adamstal* (*geringe*), *Rambach/Aukamm-* und *Nerot*

### → Die Analysen zeigen wieviel Luft strömt (Volumenstrom) und wie kalt/warm sie ist

Die Luft aus dem *Nerot* ist z.B. besonders kalt, der Abfluss aus dem *Rambachtal* ist aber stärker. Die Kaltluftabflüsse auf der Mainzer Seite sind flacher als die aus dem Taunus, ...

## Die Untersuchungen zeigen

- ✓ wo in Wiesbaden und Mainz Gebiete mit besonders hohen oder eher niedrigen Temperaturen/Wärmebelastung liegen
- ✓ mit welcher Entwicklung in Zukunft zu rechnen ist
- ✓ dass in dicht bebauten Gebieten die Belastung besonders hoch ist
- ✓ welchen Effekt verschiedene Bebauungsklassen haben
- ✓ viel über Kaltluftentstehung und Kaltluftabflüsse in Wiesbaden und Mainz, die zu einer Entlastung führen können.

→ Die Daten wurden in einem von GIS lesbaren Format an die Städte abgegeben und werden in den Kommunen auch genutzt.

Die Erfahrung zeigt, dass diese Ergebnisse für die Stadtplanung in planungsrelevante Kategorien/Karten übersetzt werden müssen, damit sie auch in der planerischen Praxis ausreichend berücksichtigt werden können. Dieser Übersetzungsschritt ist nicht trivial und bedarf einer engen Zusammenarbeit von Fachleuten und Nutzern.





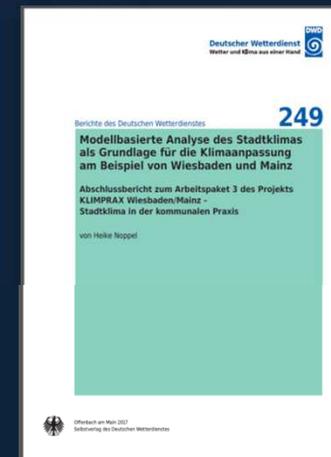
Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Abschlussbericht (Berichte des Deutschen Wetterdienstes 249)  
<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201709282078>



29. August 2019