

Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

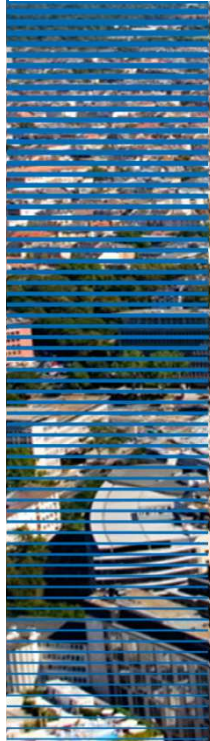


Foto: Michael Kügler, DWD

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

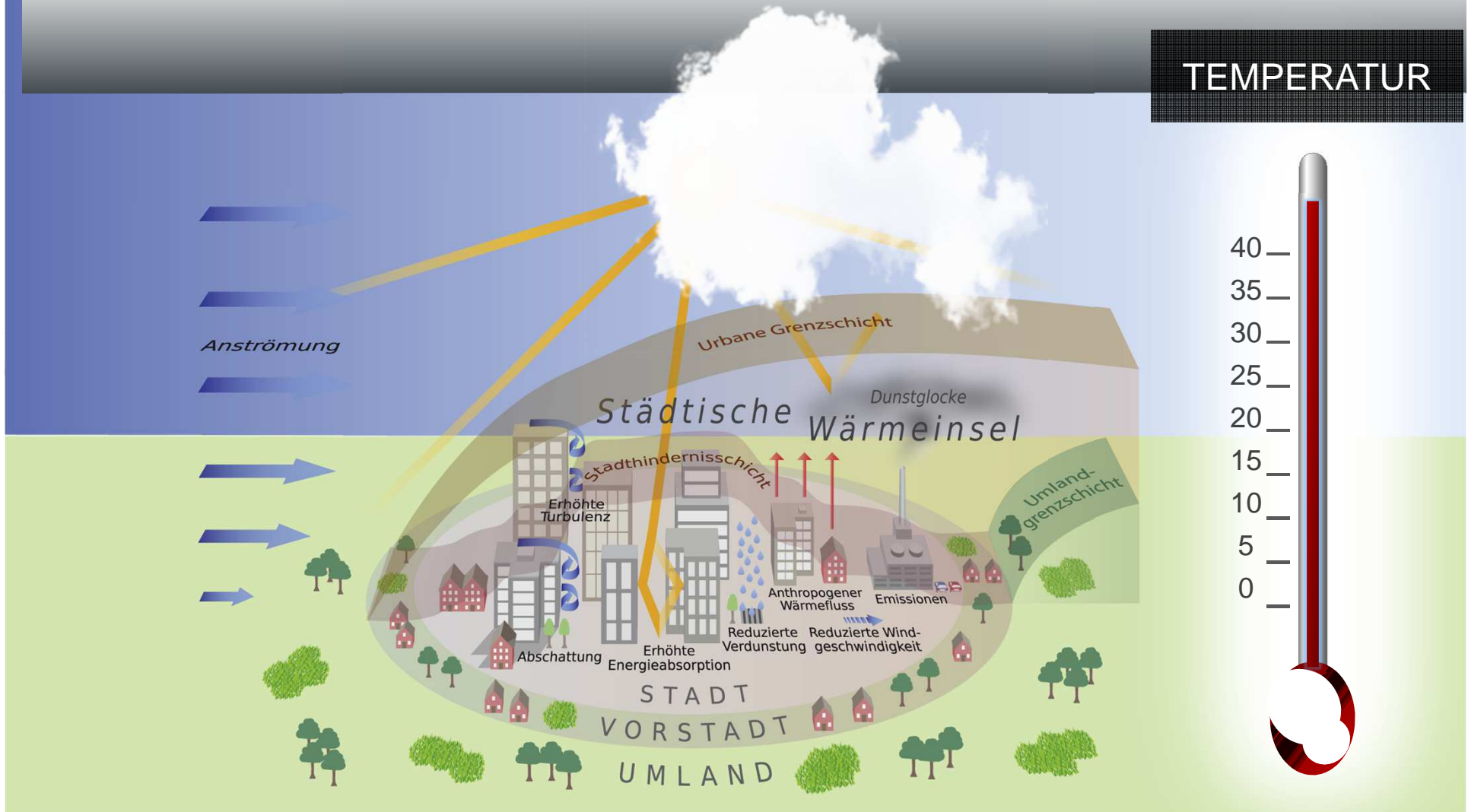
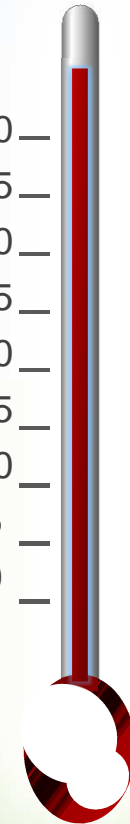
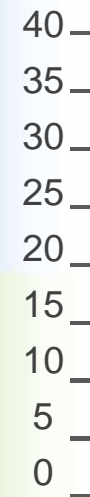
- Kaltluftanalysen

5 Zusammenfassung und Ausblick



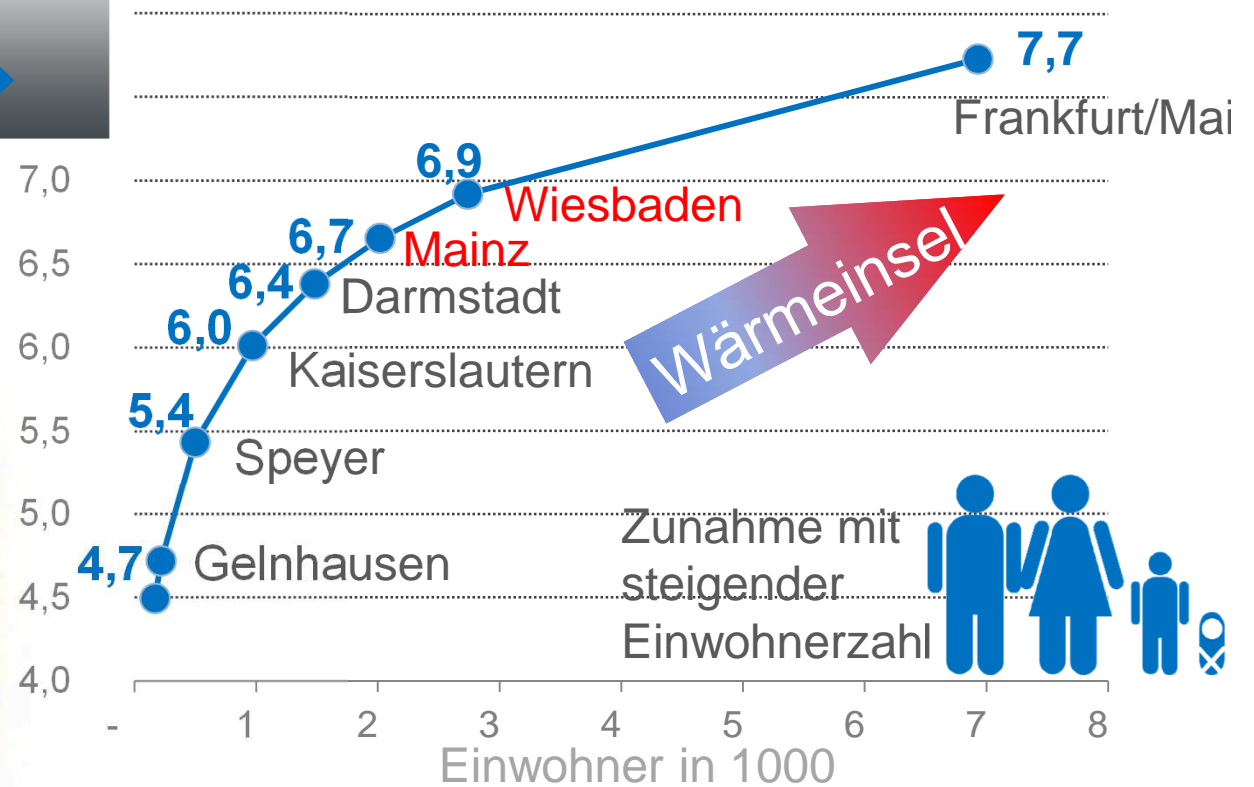
Städte entwickeln ihr eigenes Klima

TEMPERATUR



Empirische städtische Wärmeinsel

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



* 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



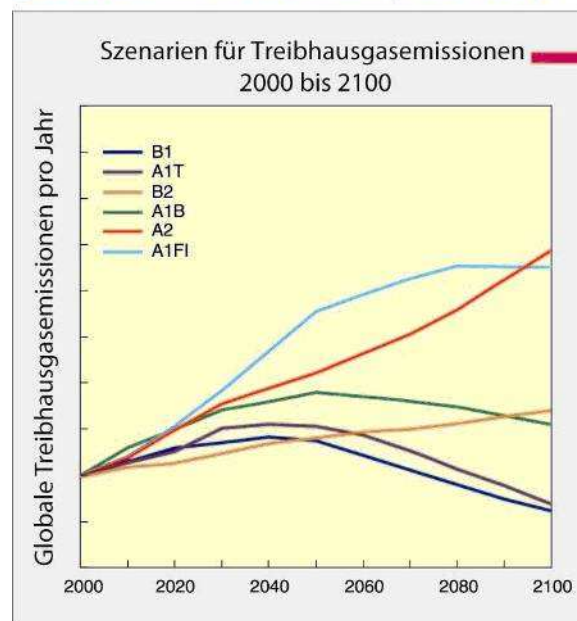
Fokus: Problembereich Hitze (Temperatur)



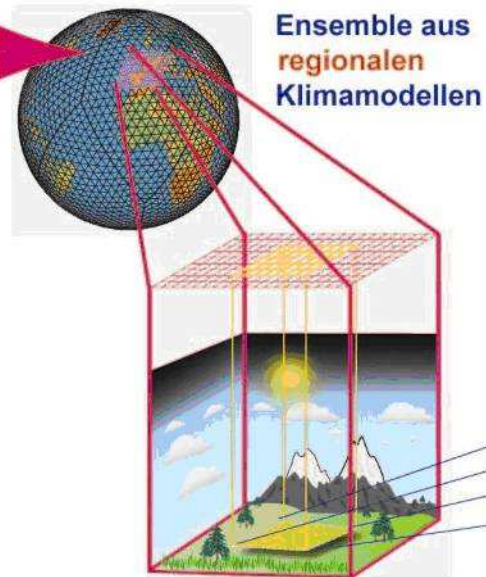
„Downscaling“ von der globalen über die regionale Skala auf die Stadt

- Emissionszenario A1B
- 17 regionale Klimaprojektionen
- Simulationen mit dem Stadtklimamodell des DWD (MUKLIMO_3)

globale Zukunftsszenarien (IPCC 2007)



globale Klimamodelle



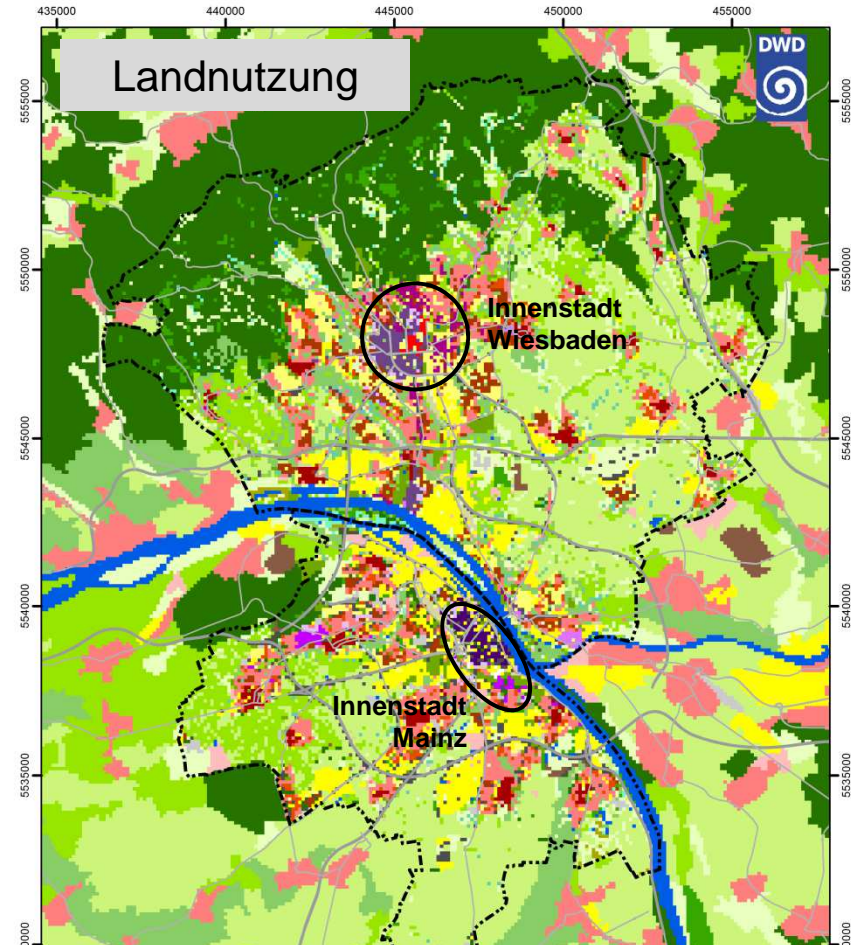
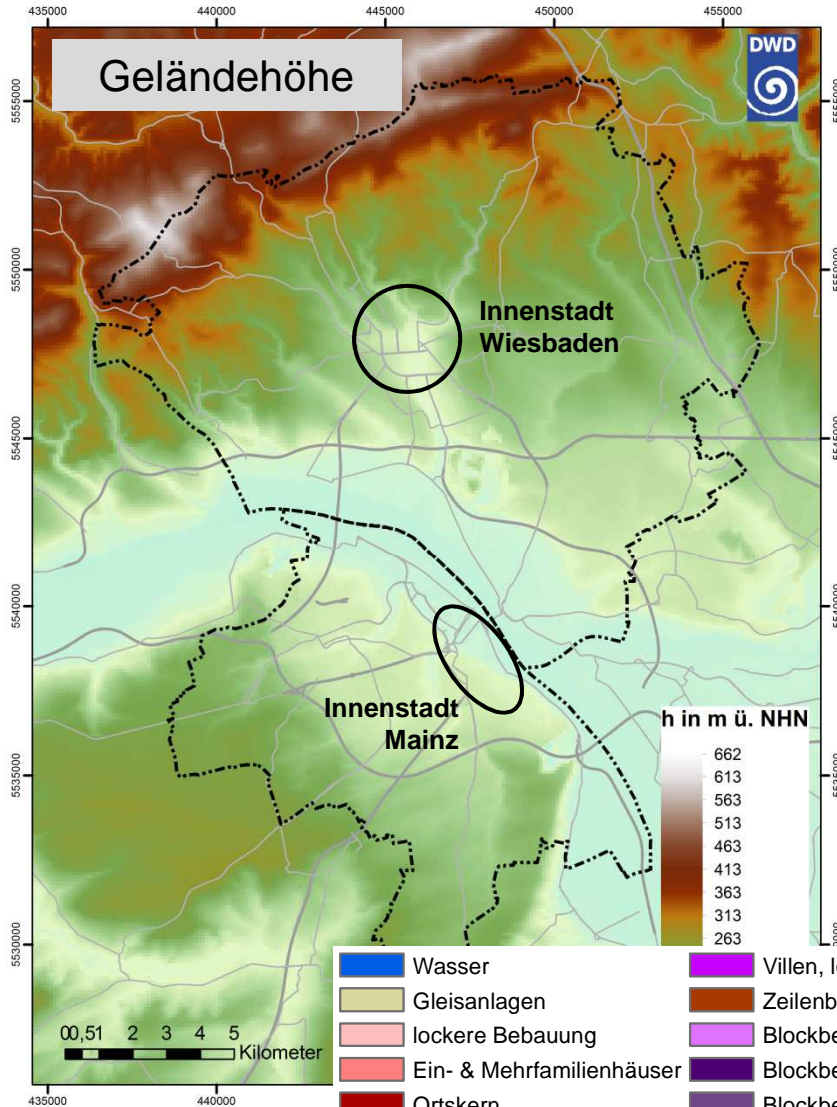
Wirkmodelle, Beispiel:
Stadtklimamodell

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



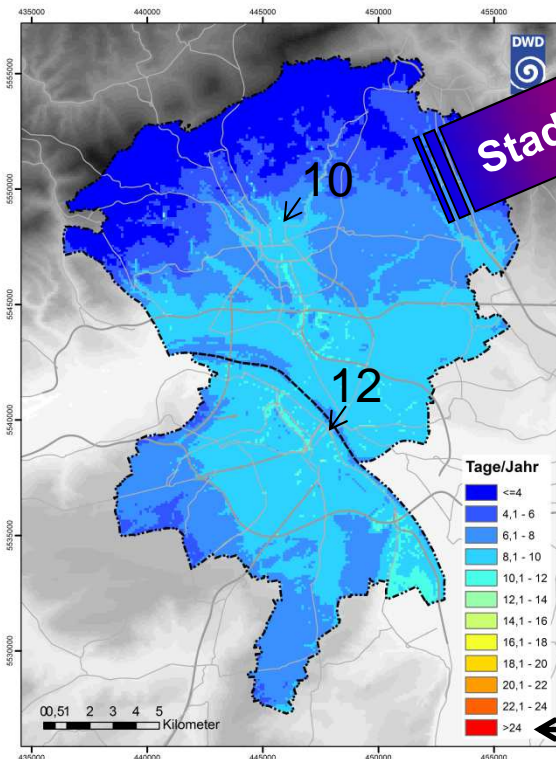
Heiße Tage / Jahr
($T_{max} \geq 30 \text{ °C}$)

Klima 1971-2000,
aktuelle Bebauung

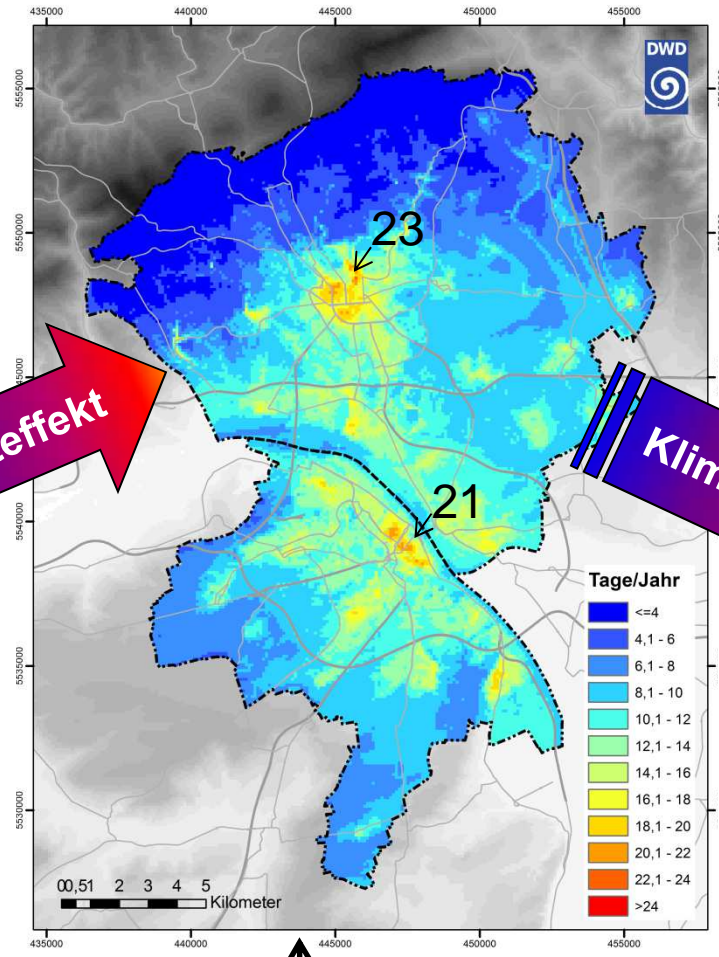
Klima 1971-2000,
keine Bebauung

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

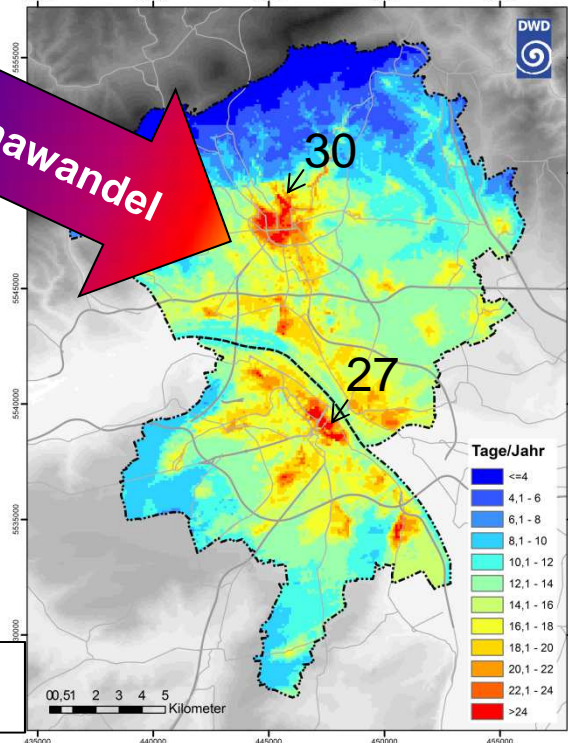
Klima 2031-2060,
(Median)
aktuelle Bebauung



Stadteffekt



Klimawandel



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

heiße Tage, Tropennächte



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

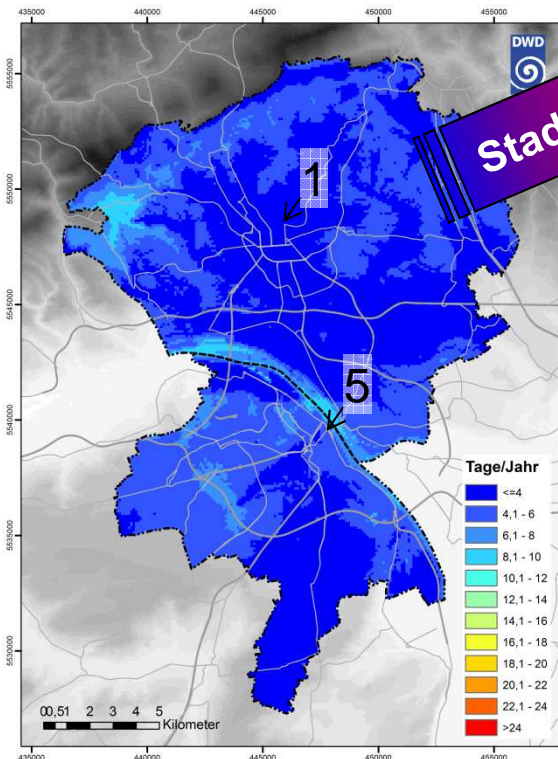


Tropennächte / Jahr
($T_{min} \geq 20 \text{ }^\circ\text{C}$)

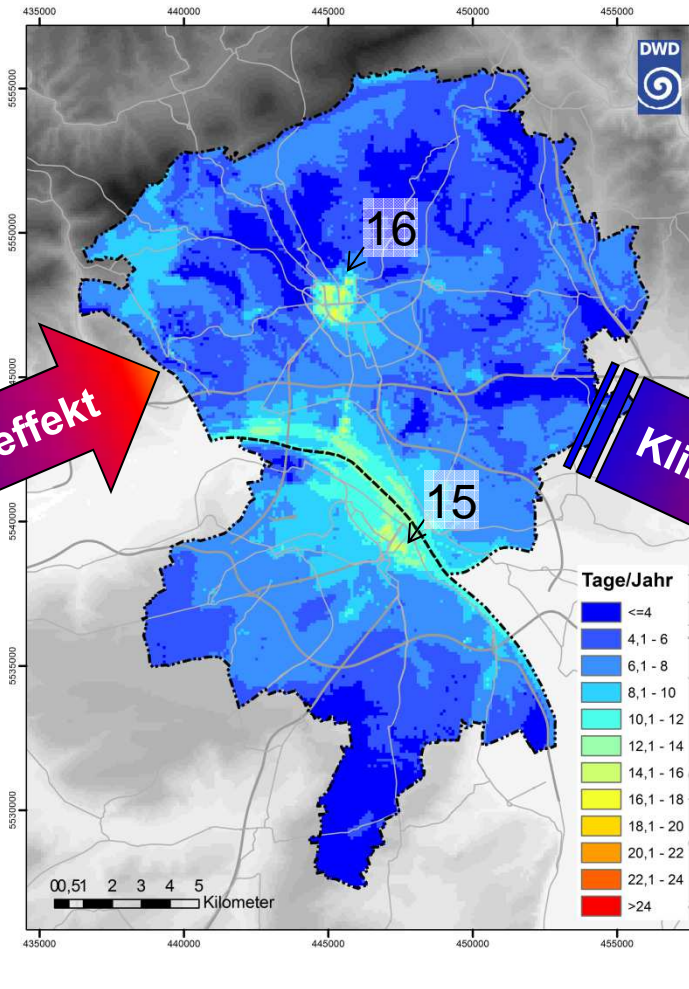
Klima 1971-2000,
aktuelle Bebauung

Klima 1971-2000,
keine Bebauung

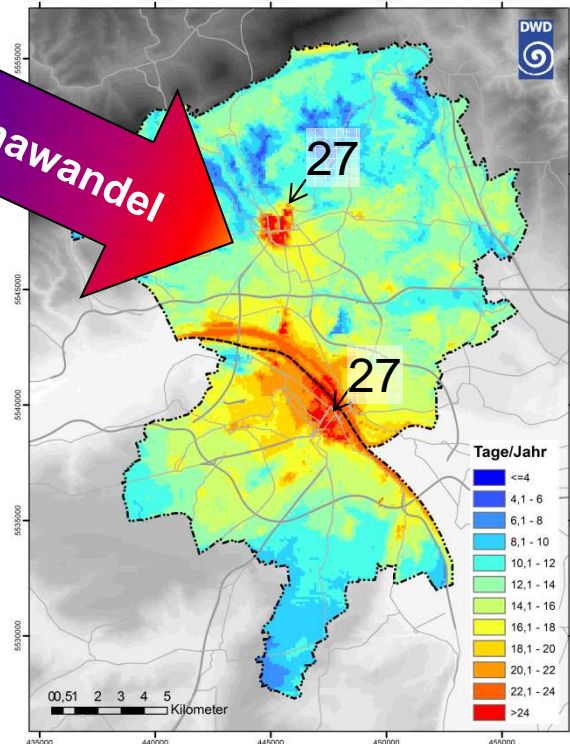
Klima 2031-2060,
(Median)
aktuelle Bebauung



Stadteffekt



Klimawandel

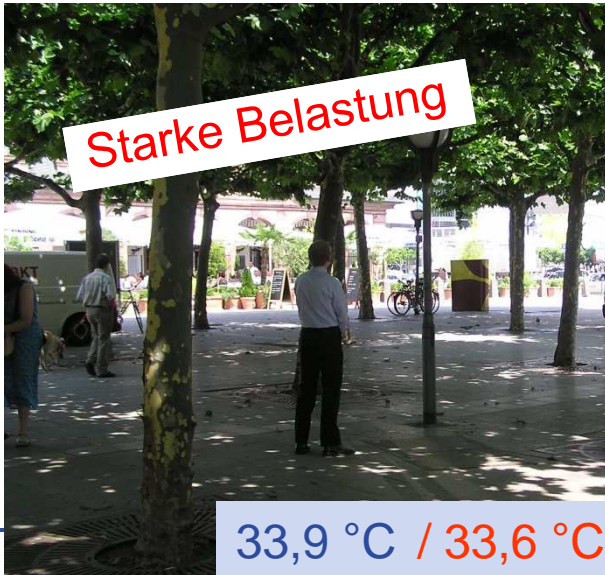


Medizinischer Aspekt (Gefühlte Temp. → **Wärmebelastung**)

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



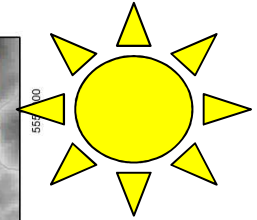
Fotos: Zentrales Klimabüro, DWD



Lufttemperatur / Gefühlte Temperatur (→ Wärmebelastung)

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

Tag



Zeit der maximalen Temperatur

Wärmebelastung

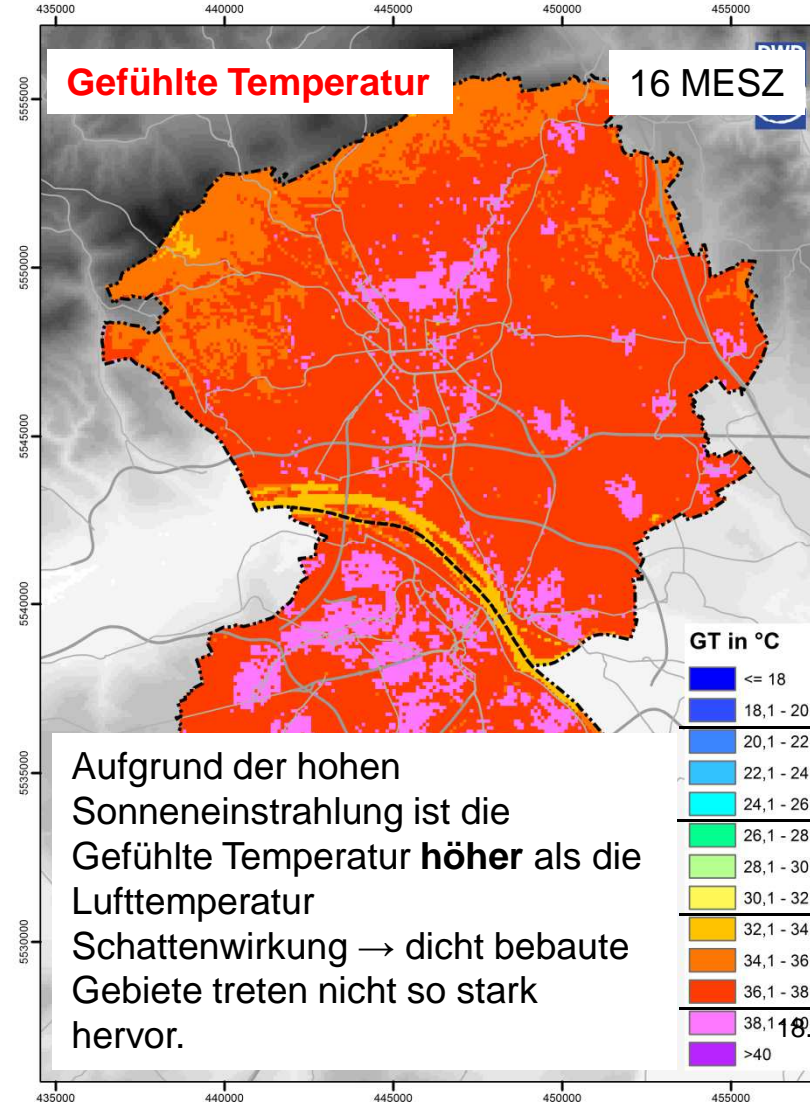
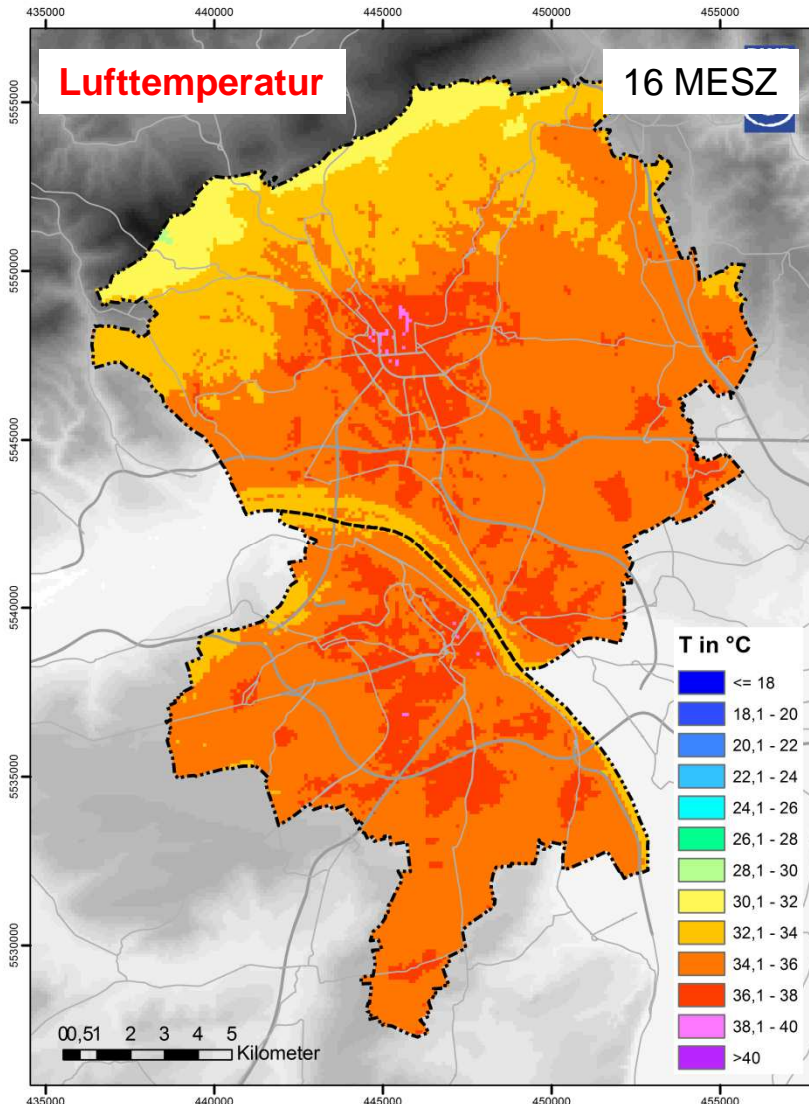
keine

schwach

mäßig

stark

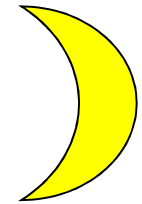
18. August 2018 extrem



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

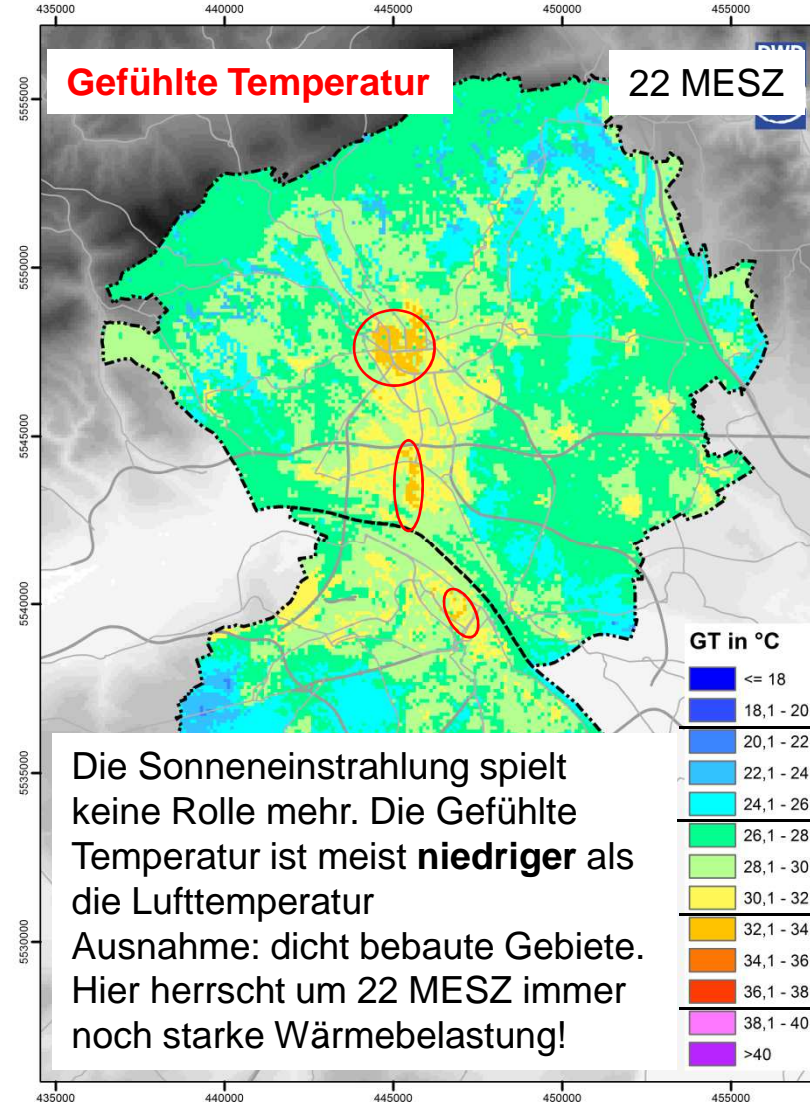
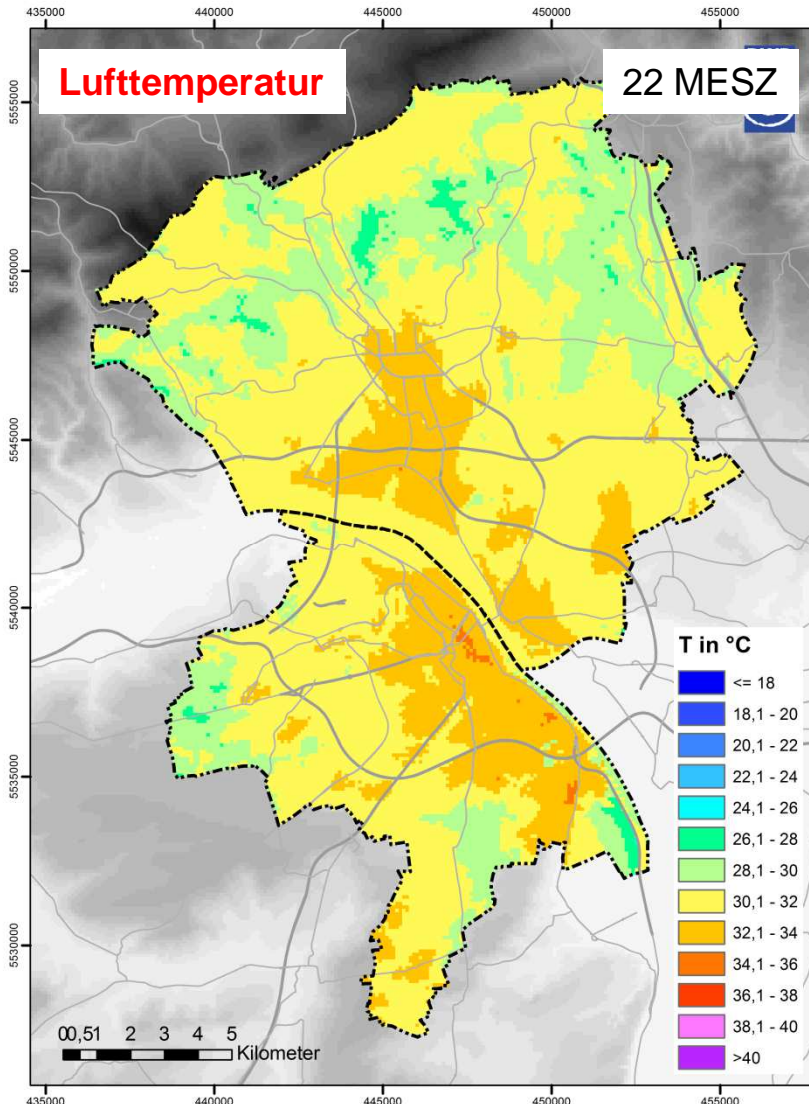
keine

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)

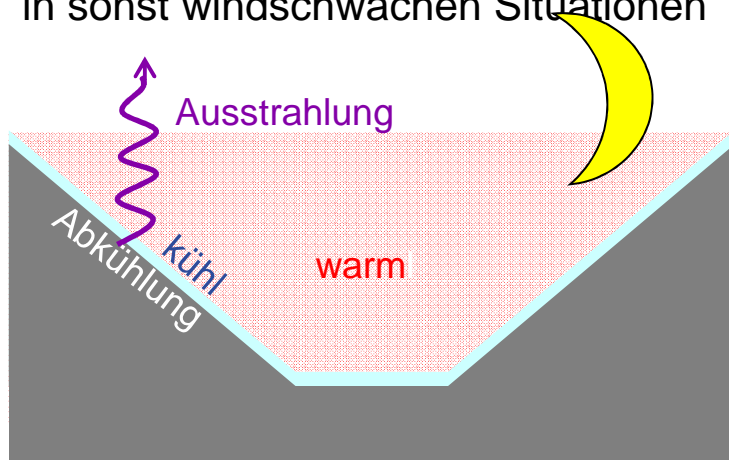
Kaltluft

→ 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

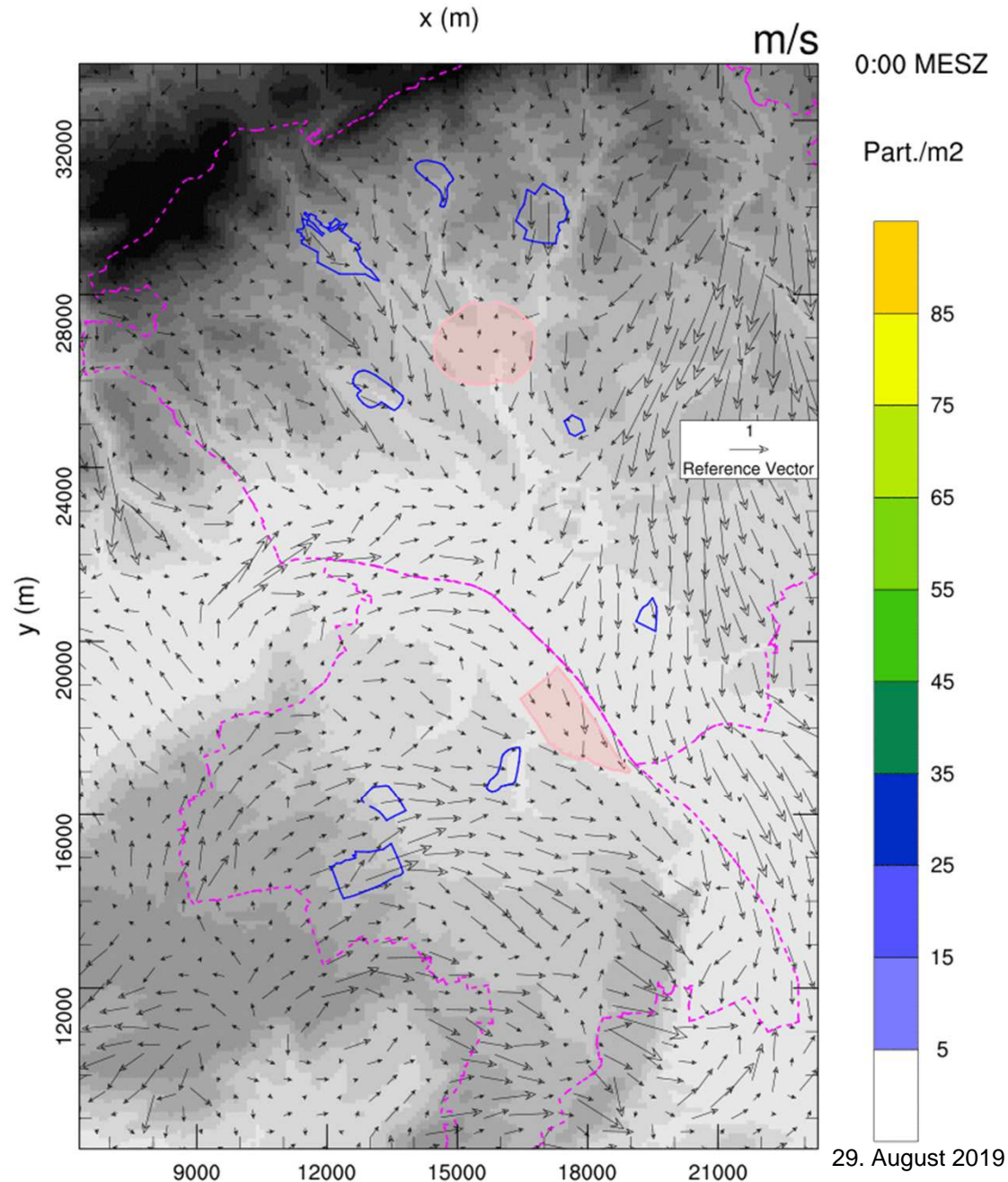
Beginn: 0 MESZ

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)

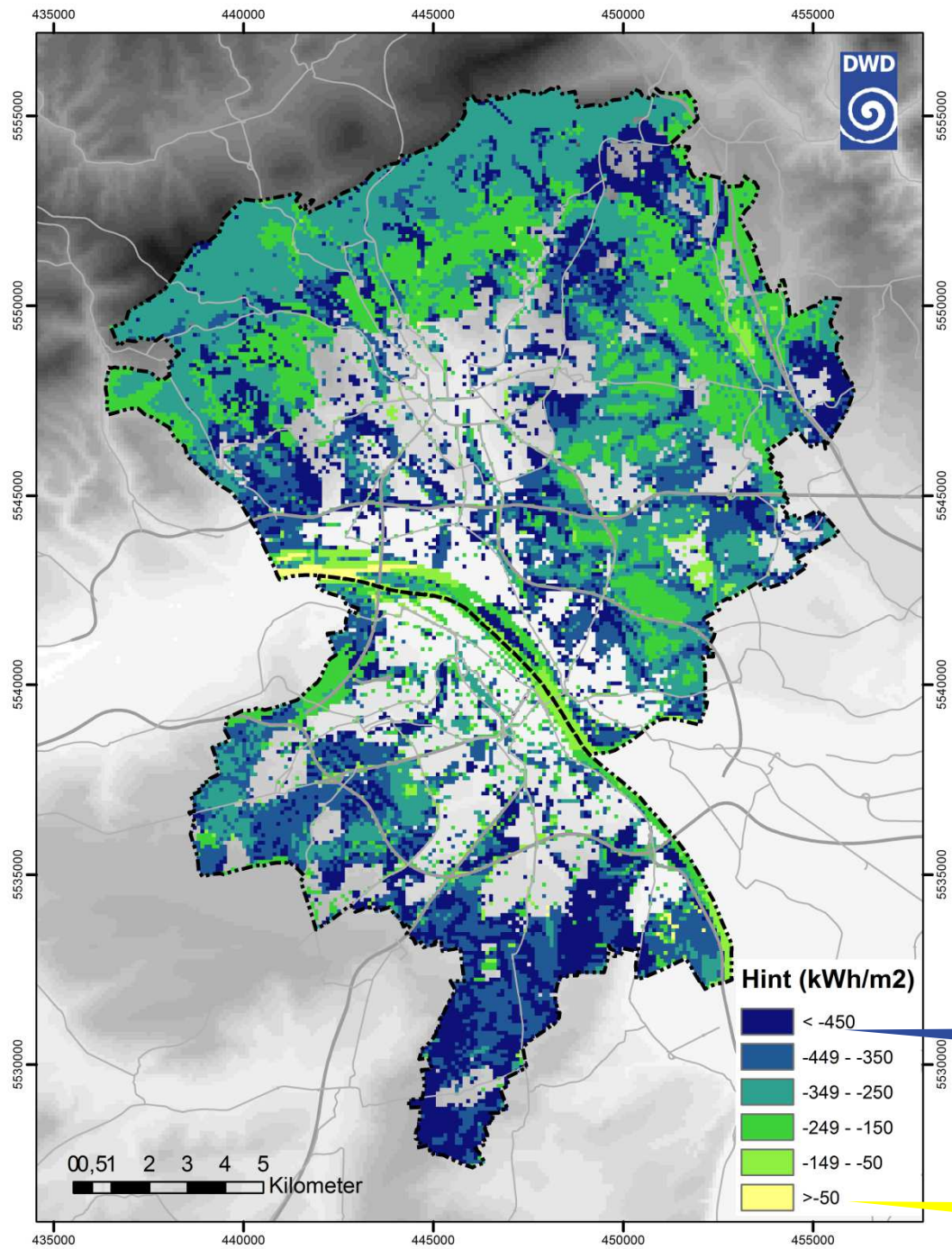


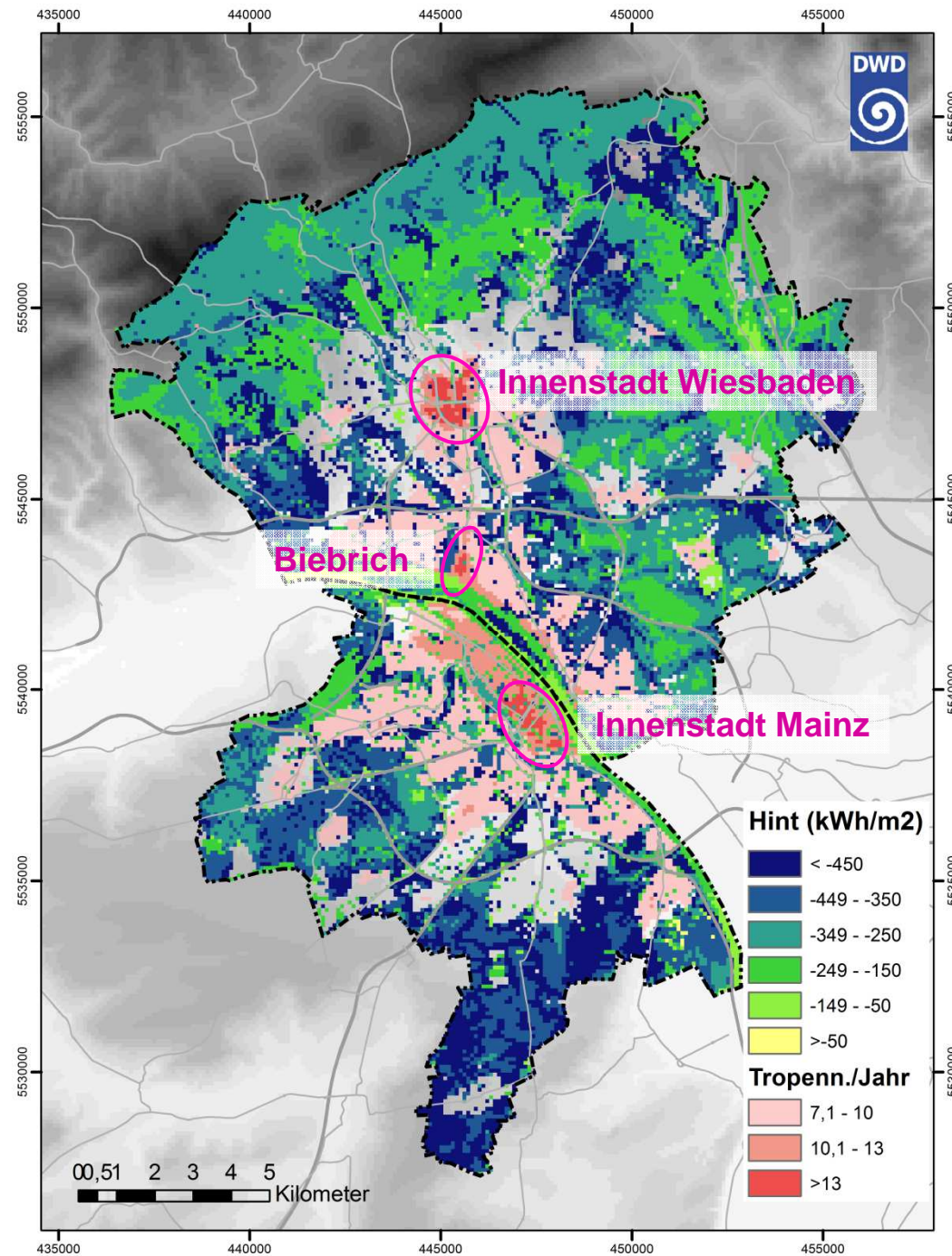
Kaltluftanalysen

→ 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



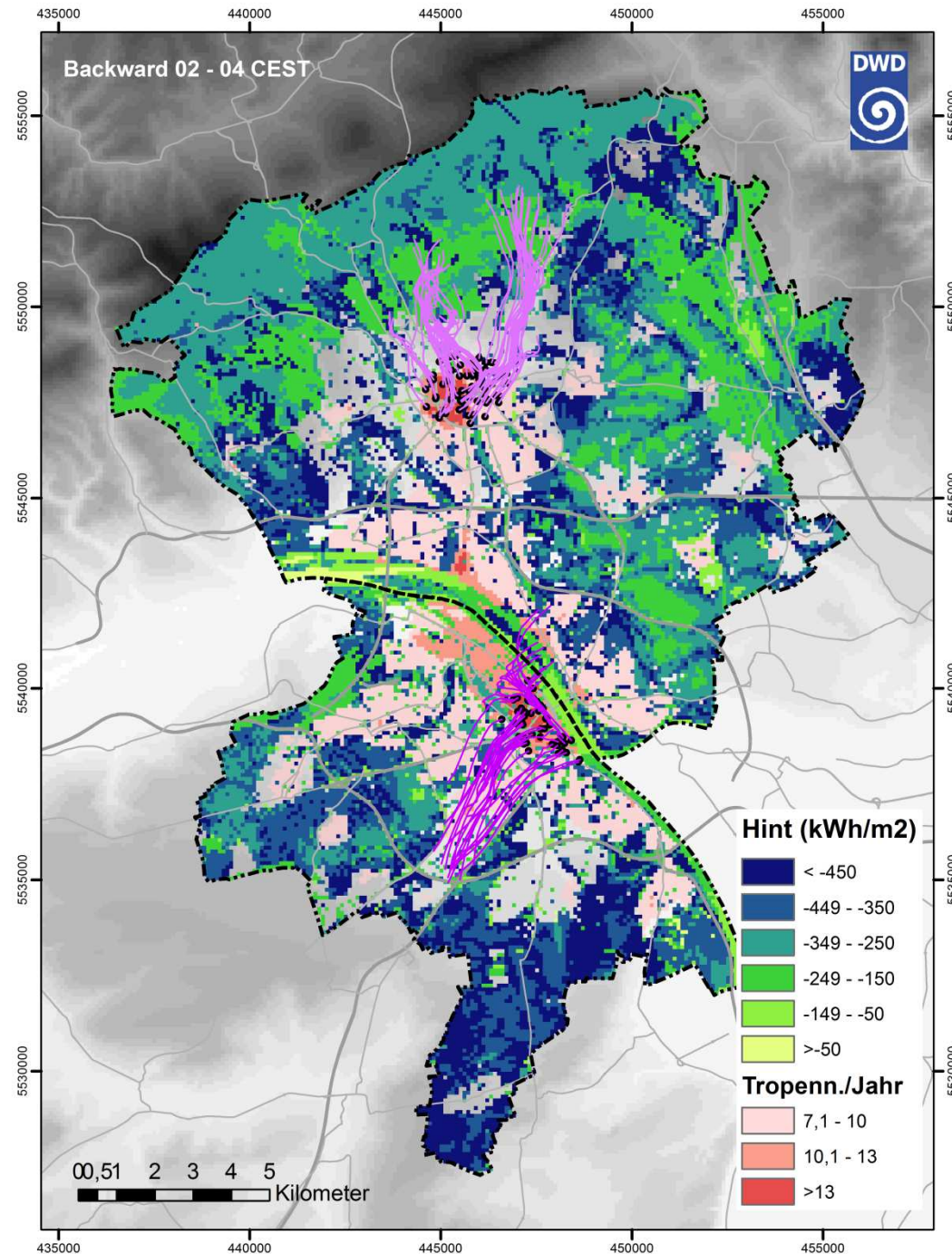
Ergebnisse aus dem Stadtklimamodell für einen windschwachen, heißen, trockenen Tag (mit aktueller Bebauung)

→ Kaltluftbildung

(Bebaute Flächen sind ausgenommen)

→ 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)

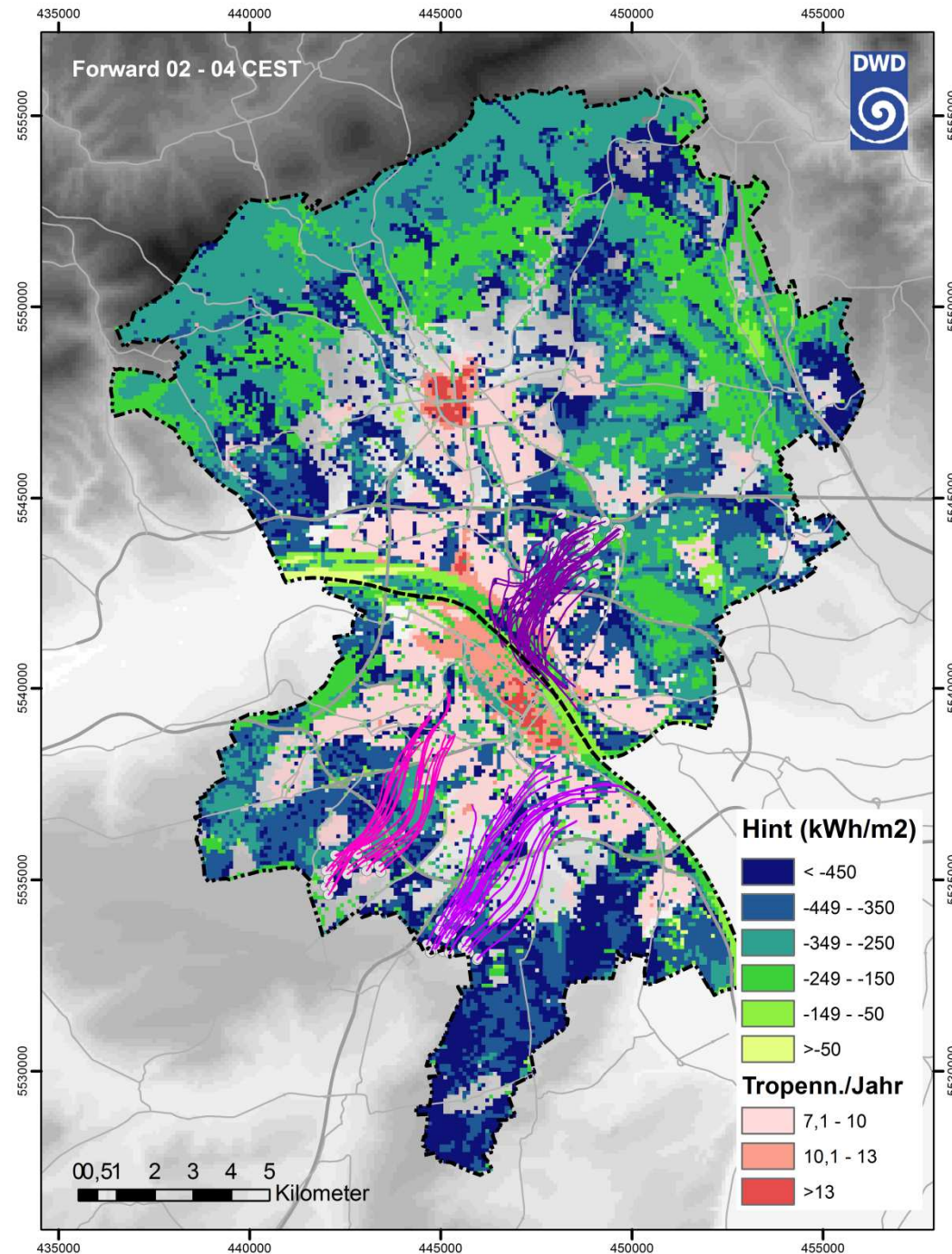
→ Kaltluftbildung

(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 *Nerotal* 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.





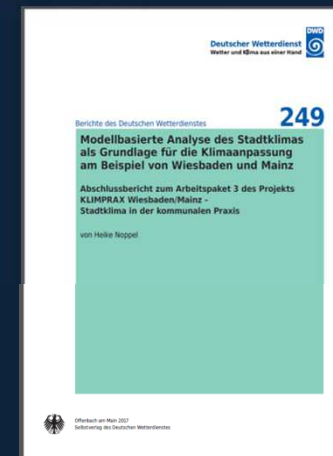
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



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



29. August 2019