



*Siedlungsklima im
Ballungsraum
Pilotprojekt Frankfurt
Deutscher Wetterdienst
Abteilung Klima- und Umweltberatung*

Johann Hessel

Barbara Früh

Marita Roos

Deutscher Wetterdienst

Zentrales Gutachtenbüro

16. September 2009

MORO-Auftaktworkshop Gießen



Kooperation Stadt Frankfurt/DWD Pilotprojekt Stadtklima Frankfurt Vorgehen

1 Allgemeine Einführung

2 Stadtklimamodell MUKLIMO_3

Downscaling

3 Ergebnisse

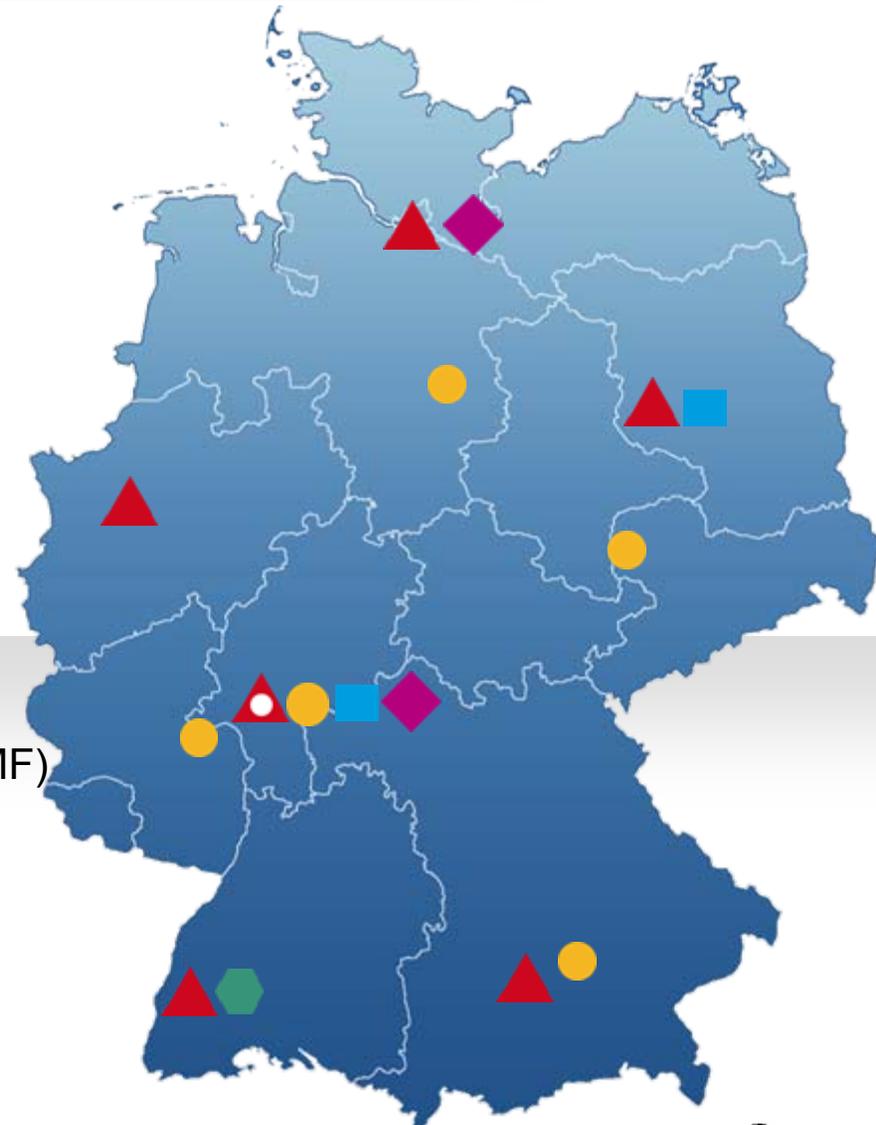
4 Zusammenfassung und

Ausblick



Standorte der Politik- und Klimaberatung im DWD

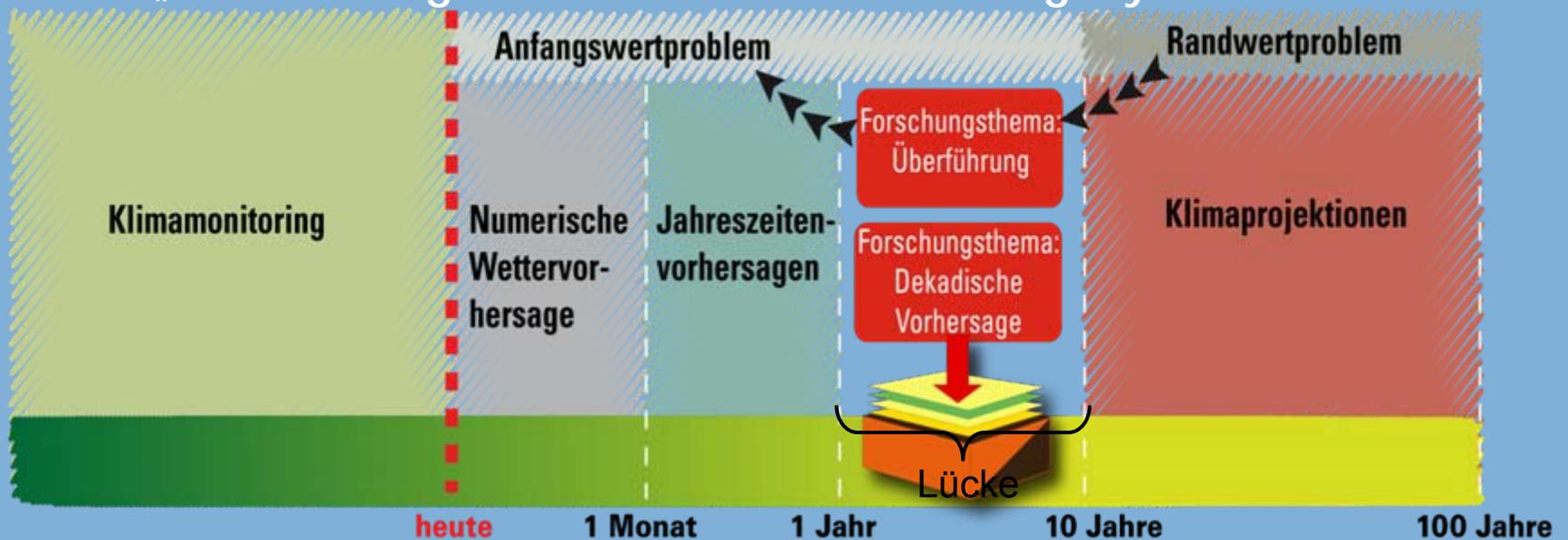
-  Klimaüberwachung
-  Regionale Klima- und Umweltberatung - RKB (Know-how-Center - KHC)
-  Zentrales Gutachtenbüro - ZGB
-  Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung Freiburg - ZMMF
-  Agrarmeteorologie (inkl. Zentrum für Agrar-Meteorologische Forschung Braunschweig, ZAMF)
-  Hydrometeorologie





Kompetenzgebiet: Regionale Klimamodellierung und -folgenabschätzung

„Entwicklung eines nahtlosen Vorhersagesystemes“



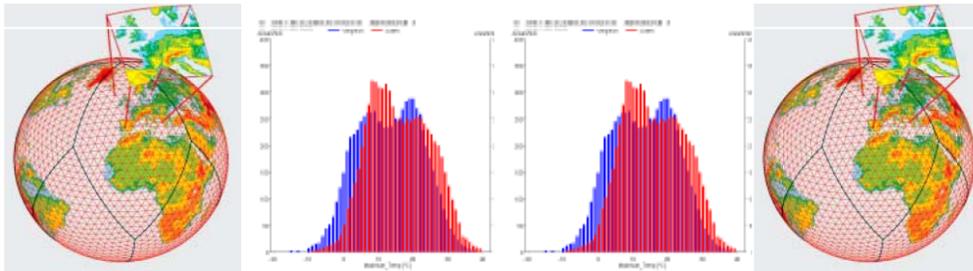
VERGANGENHEIT

ZUKUNFT

ZWEK

Herstellung von ZWEK-Daten

(aus den Ergebnissen von 4 Regionalen Klimamodellen)



REMO

WETTREG

STAR

CLM

DWD: Projekt ZWEK

Z usammenstellung von
W irkmodell-
E ingangsdatensätzen zur
K limafolgenabschätzung

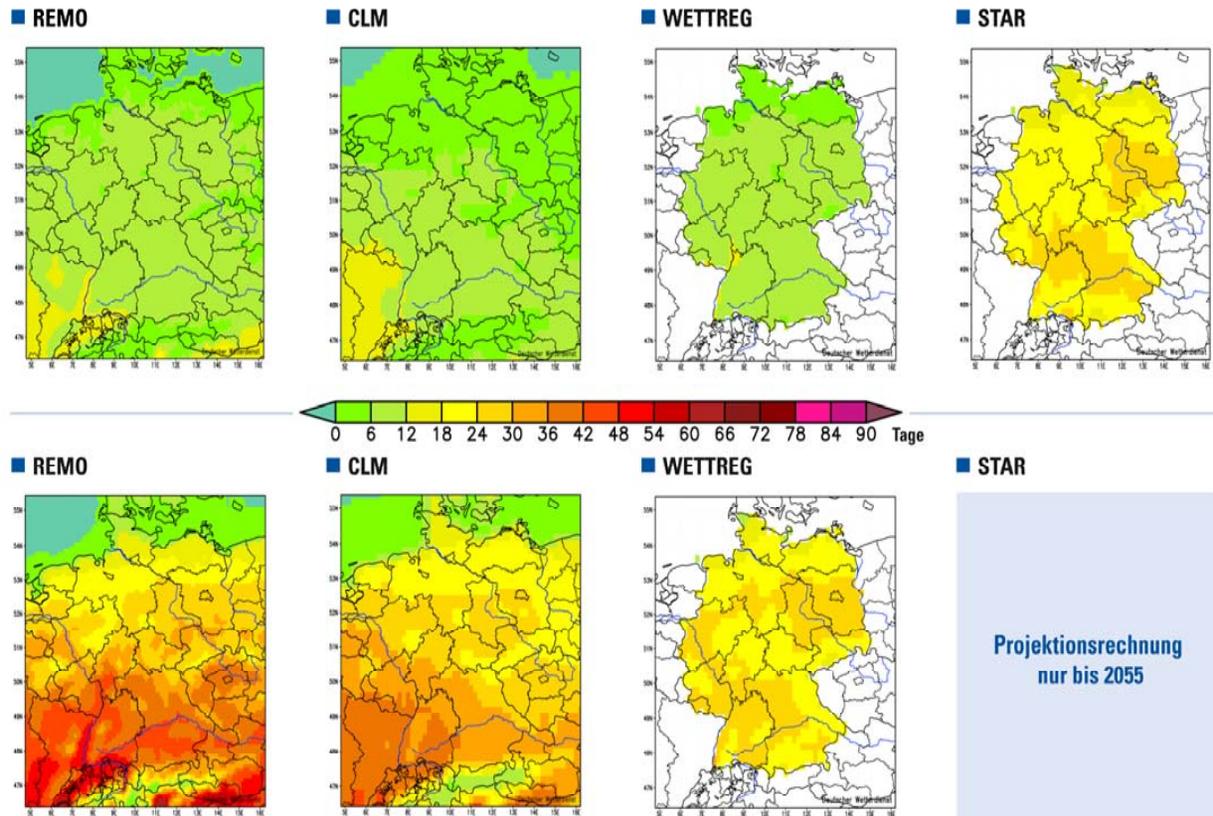
ZWEK

- stellt alle verfügbaren Klimaprojektionen bereit
- sammelt die verschiedenen Klimaprojektionen
- stellt die Bandbreite der Klimaprojektionen fest
- berechnet mittlere Klimaprojektionen als gleichberechtigte Zeitreihen (Eingangsdaten für Wirkmodelle)

Regionale Klimaprojektionen: Änderung der jährlichen Anzahl der **SOMMERTAGE**

(mittleres Emissionsszenario A1B, Antrieb durch globales Klimamodell ECHAM-5)

2021 - 2050
2071 - 2100
Änderungen im Vergleich zu 1971-2000



2021 - 2050

Rhein-Main-Gebiet:
Zunahme zwischen
6 und 30 Tagen

2071 - 2100

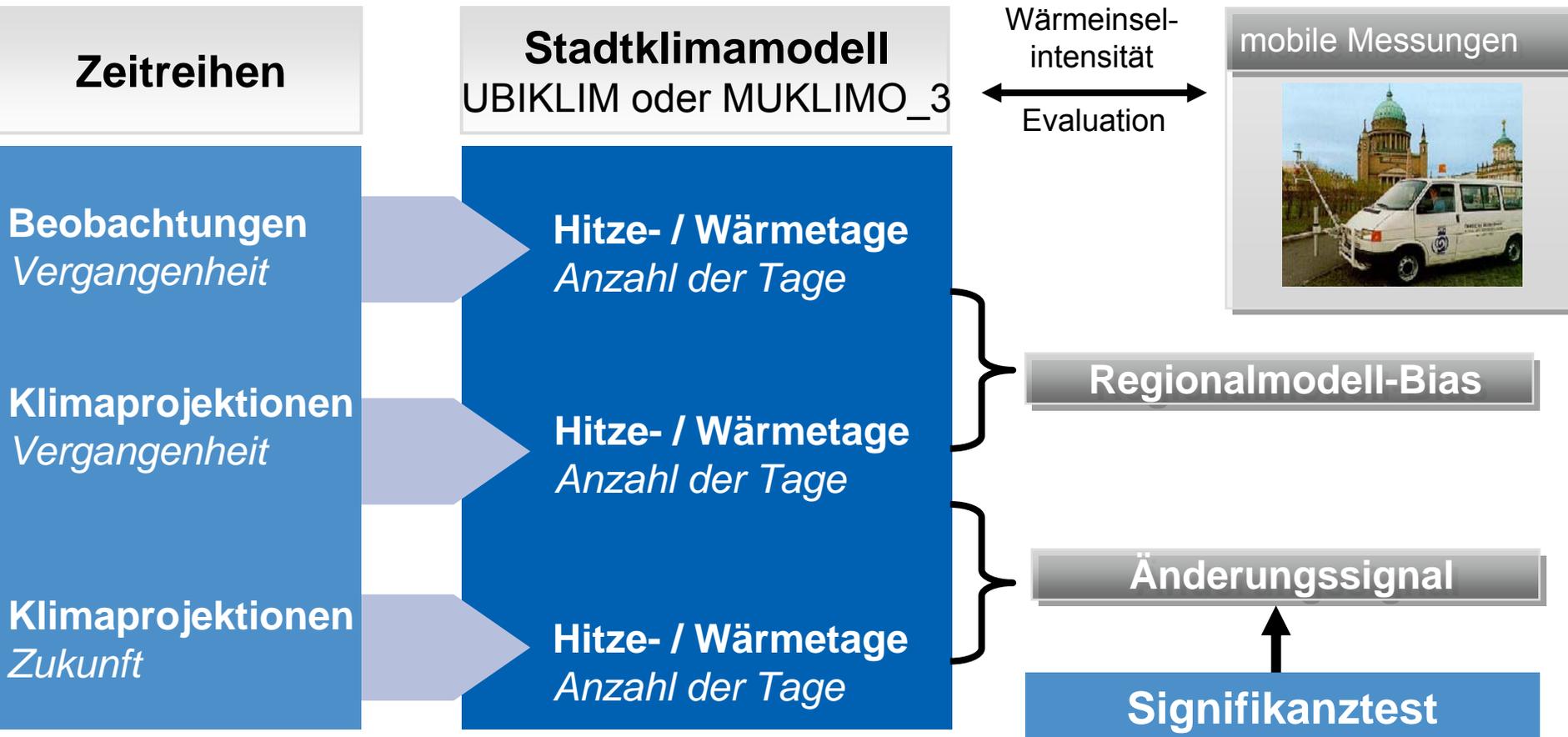
Rhein-Main-Gebiet:
Zunahme zwischen
24 und 42 Tagen

Projektionsrechnung
nur bis 2055

Datenquelle: REMO: MPI-M i.A. des Umweltbundesamtes, 2006 | CLM: MPI-M/MaD i.A. des BMBF, 2007 | WETTREG: Meteo Research i.A. des Umweltbundesamtes, 2006 | STAR: PIK Potsdam, 2007



KU1 - Klimawandel in Städten – Wärmebelastung



→ Kooperationen mit Berlin und Frankfurt a.M. (aktuell), Kooperationen mit Köln und Wien in Vorbereitung





Siedlungsklima im Ballungsraum Kooperation Stadt Frankfurt/DWD Pilotprojekt Stadtklima Frankfurt

1 Allgemeine Einführung

2 Stadtklimamodell MUKLIMO_3

Downscaling

4 Ergebnisse

5 Zusammenfassung und

Ausblick



Stadtklimamodell MUKLIMO_3: Mikroskaliges urbanes Klima-Modell, 3-dim. Version

Dynamik

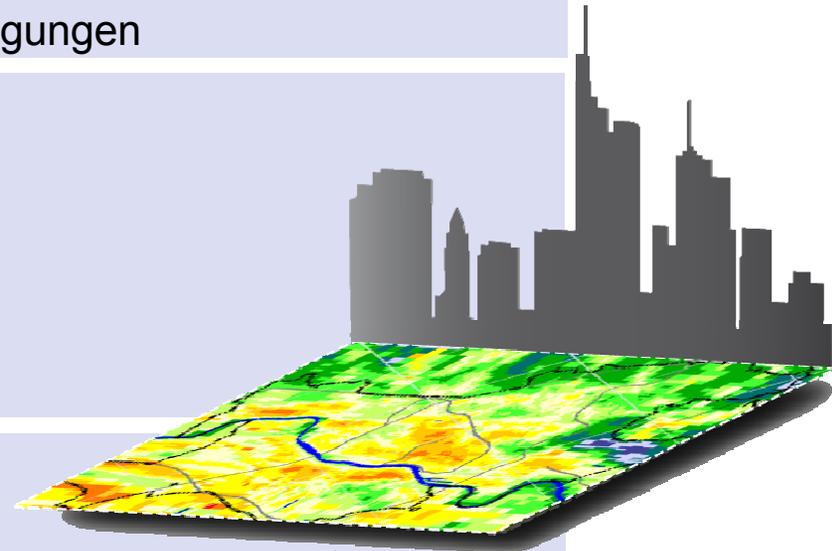
- Lösung der Bewegungsgleichung über Stromfunktions-Vorticity Methode
- nicht-hydrostatisches Modell
- Tagesgang entsprechend den Anfangsbedingungen

Physik

- Wärmegleichung
- Strahlung
- Vegetation
- nicht-aufgelöste Bebauung
- kein Niederschlag oder horizontaler Abfluss

Modellgebiet

- Stufenförmige Orographie
- Rotation des Modellgebietes gegen Nord möglich
- Nichtäquidistantes Modellgitter



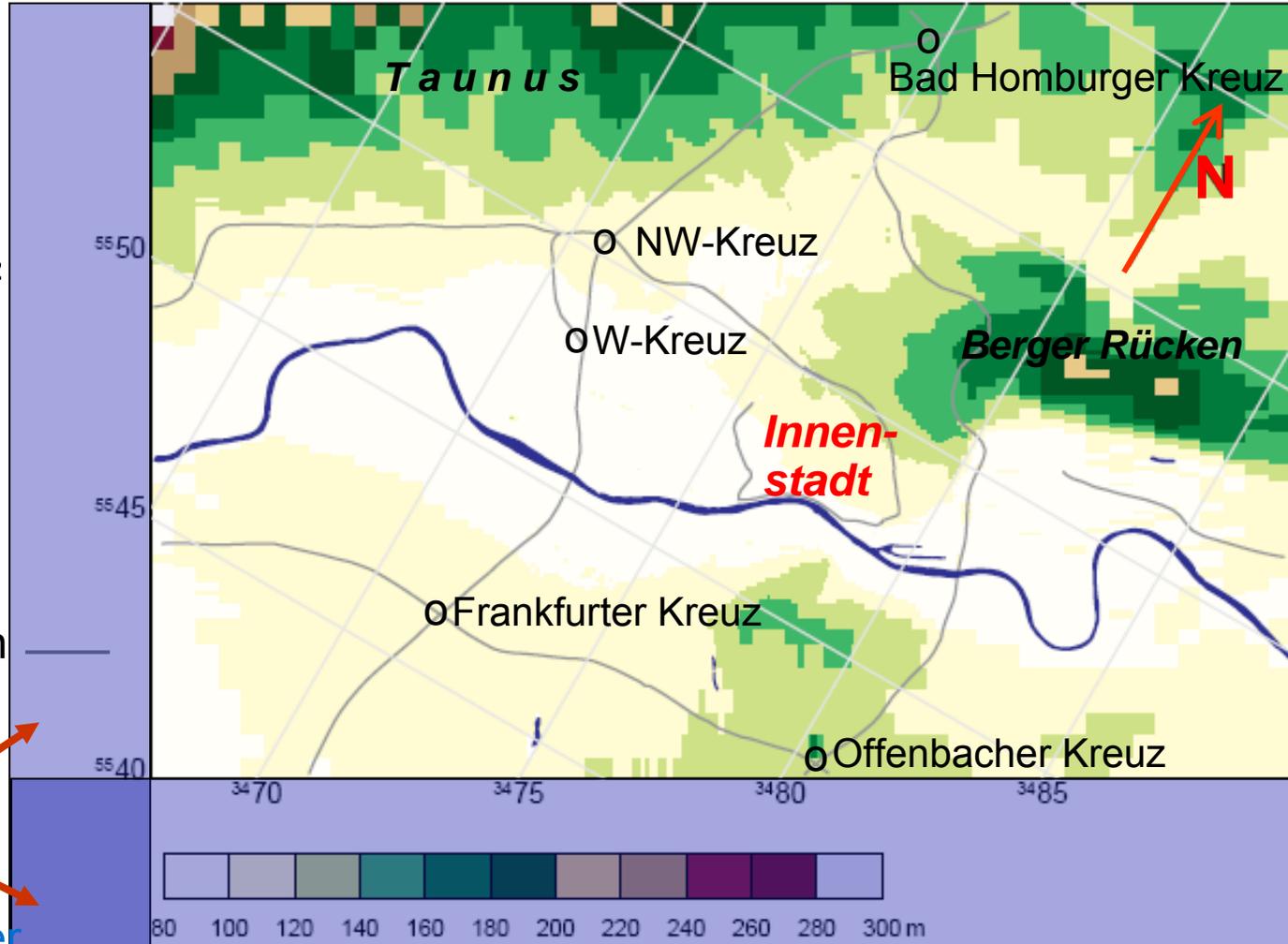
MUKLIMO_3

**Modellgebiet
Frankfurt a. M.**
ca. 25 x 17 km²

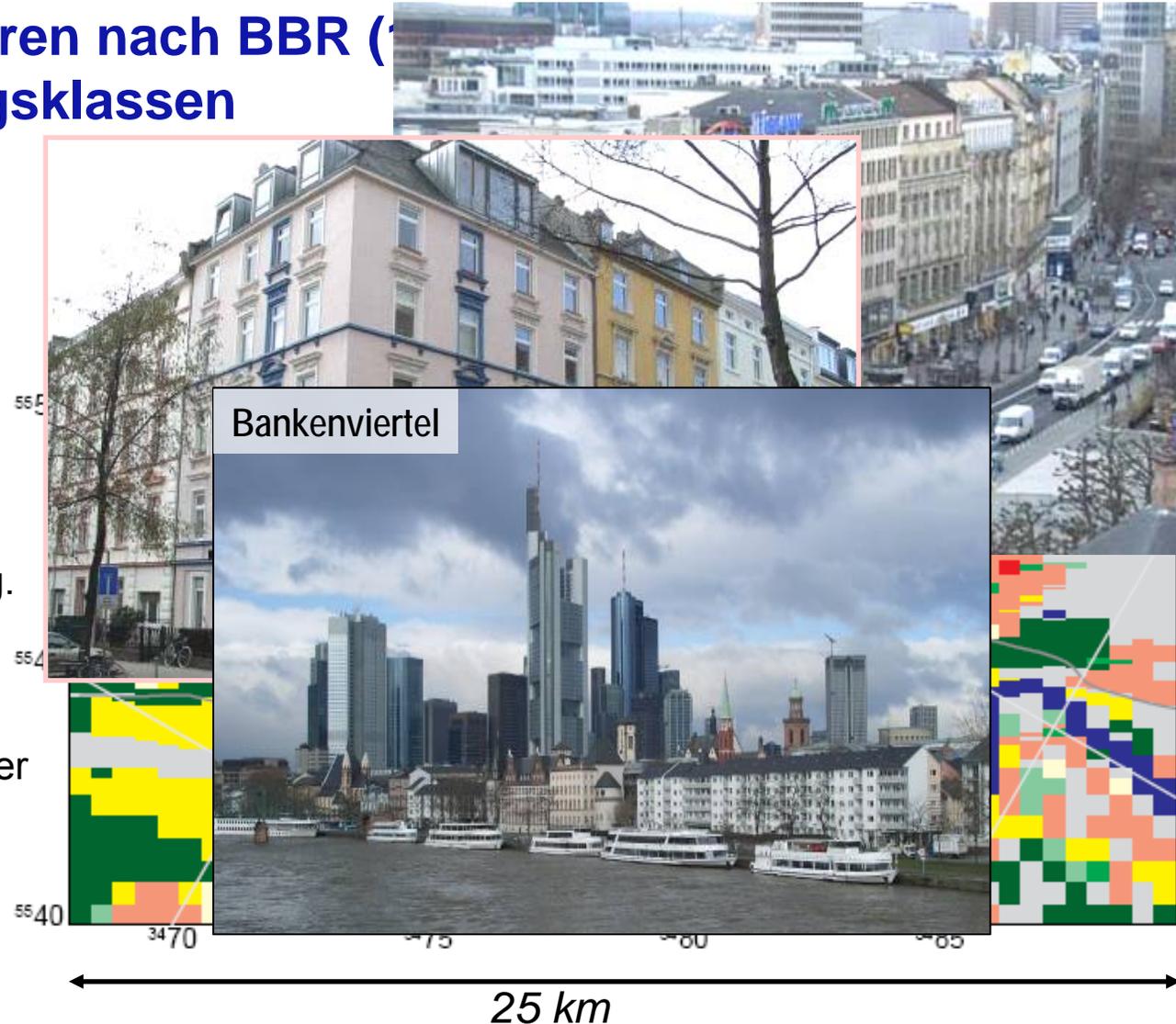
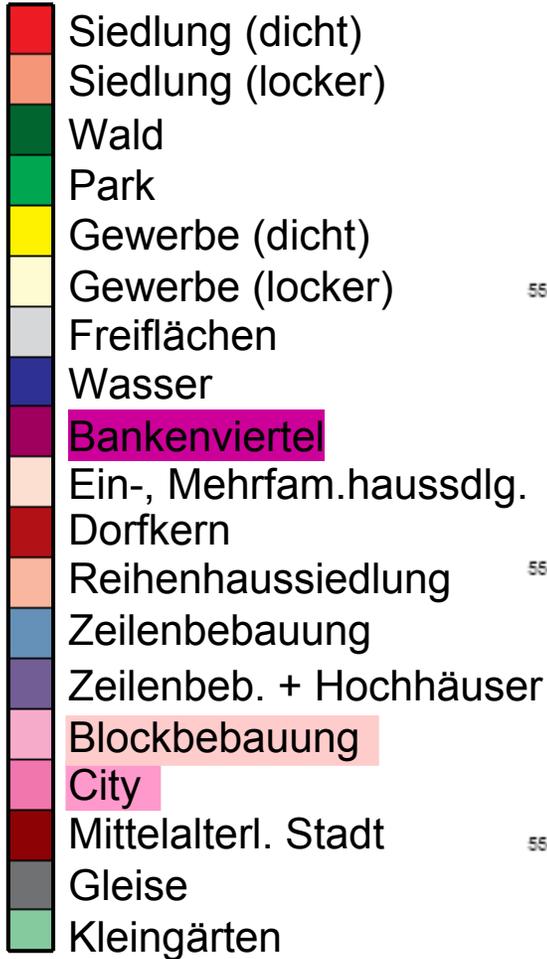
**hier:
Geländehöhe**
mit Main —
und
Hauptverkehrslinien

← 5 km →

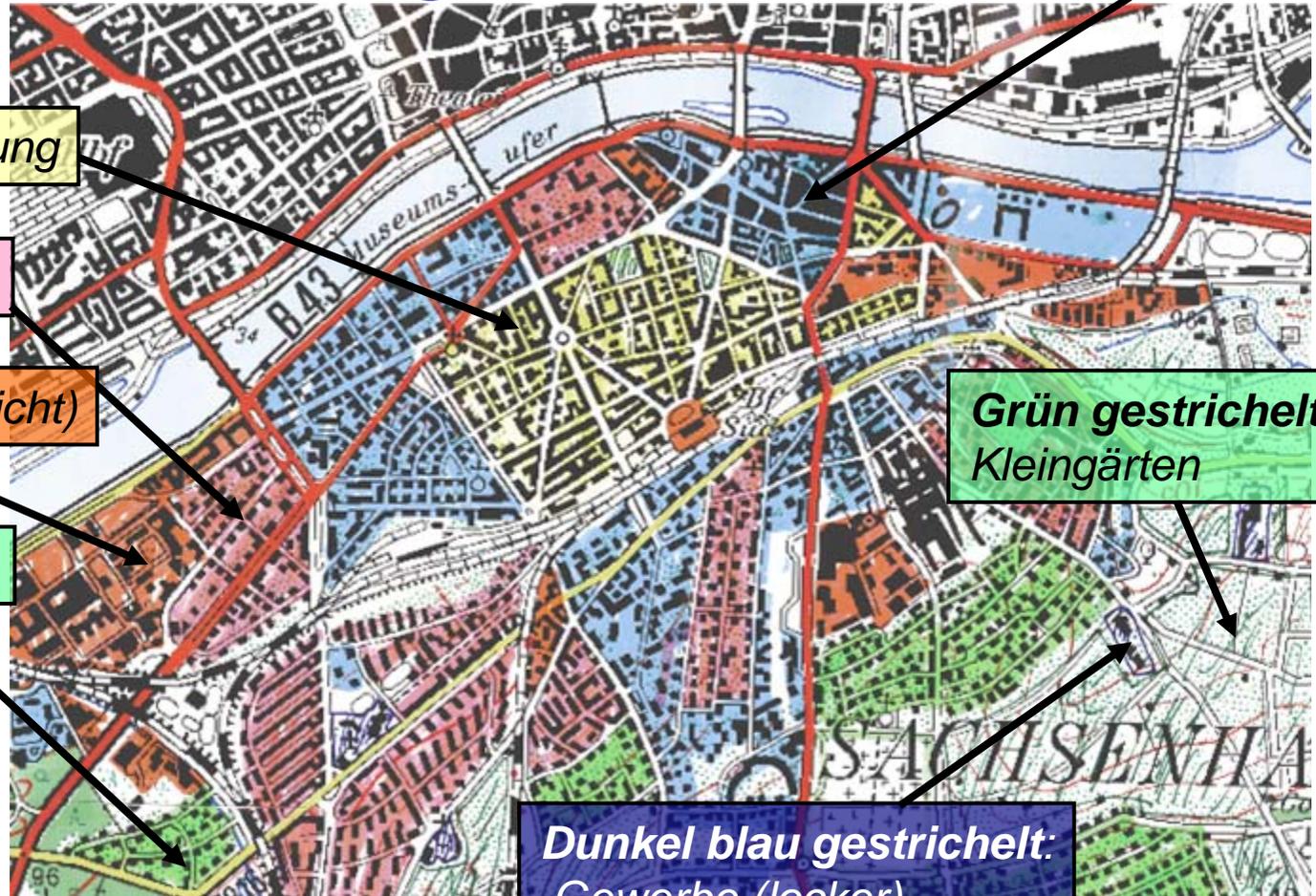
geplante Erweiterung
bis Mitte 2010
Auflösung 100 m Raster



Bebauungsstrukturen nach BBR (19 Flächennutzungsklassen)



„Erkennen“ der Bebauungsstrukturen



Hell blau: Zeile
(dicht) /Hochhäuser

Gelb: Blockbebauung

Rosa: Zeile (mittel)

Orange: Gewerbe (dicht)

Grün: Reihenhäuser

Grün gestrichelt:
Kleingärten

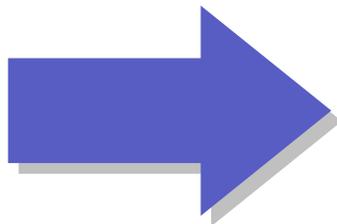
Dunkel blau gestrichelt:
Gewerbe (locker)

Eingabedaten für das Stadtklimamodell MUKLIMO_3

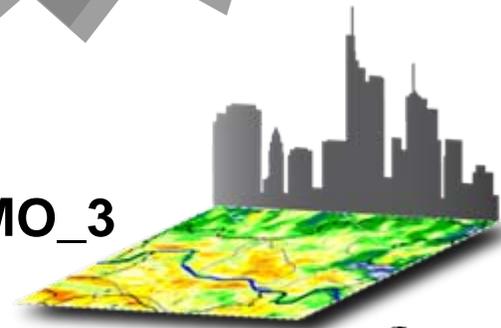
- **Geländehöhe**
- **Flächennutzung / Bebauungsstrukturen**

- **Meteorologische Anfangsbedingungen**
für windschwache Strahlungswetterlagen
 - ✓ Temperatur
 - ✓ Windgeschwindigkeit und –richtung
 - ✓ relative Feuchte

- 
- *Beobachtungen*
 - *Modellrechnungen*
 - *Vergangenheit*
 - *Zukunft*



Start des Stadtklimamodells MUKLIMO_3



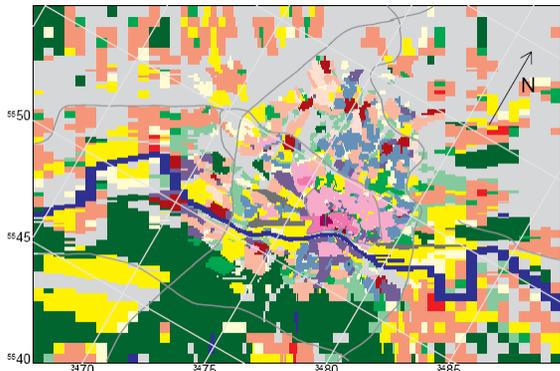
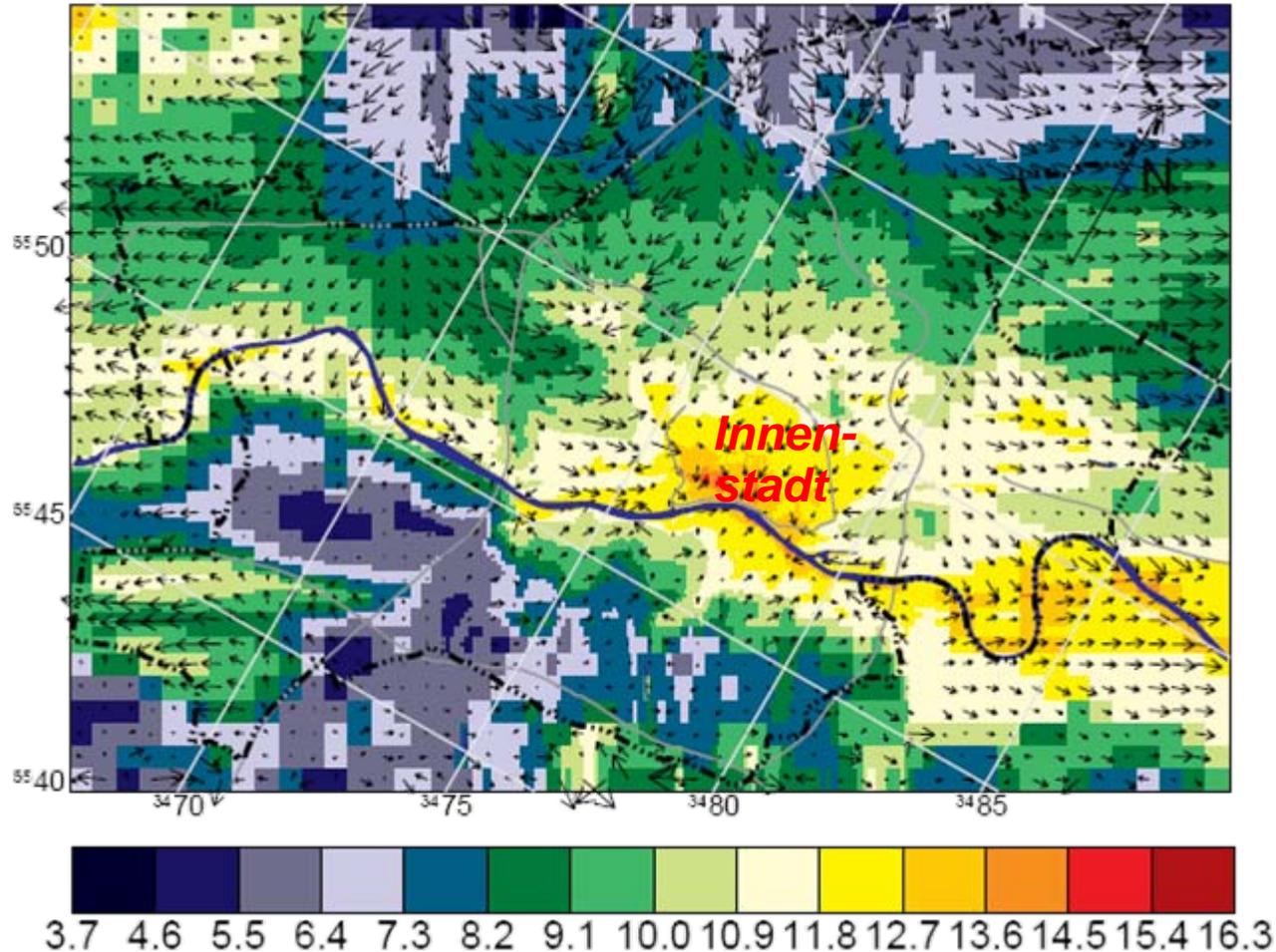
MUKLIMO_3: Lufttemperatur

15. Juli
04 MESZ

Anströmung NO
5 m Höhe

Anfangsbedingungen

T = 15°C
rh = 42%
v = 0.7 ms⁻¹

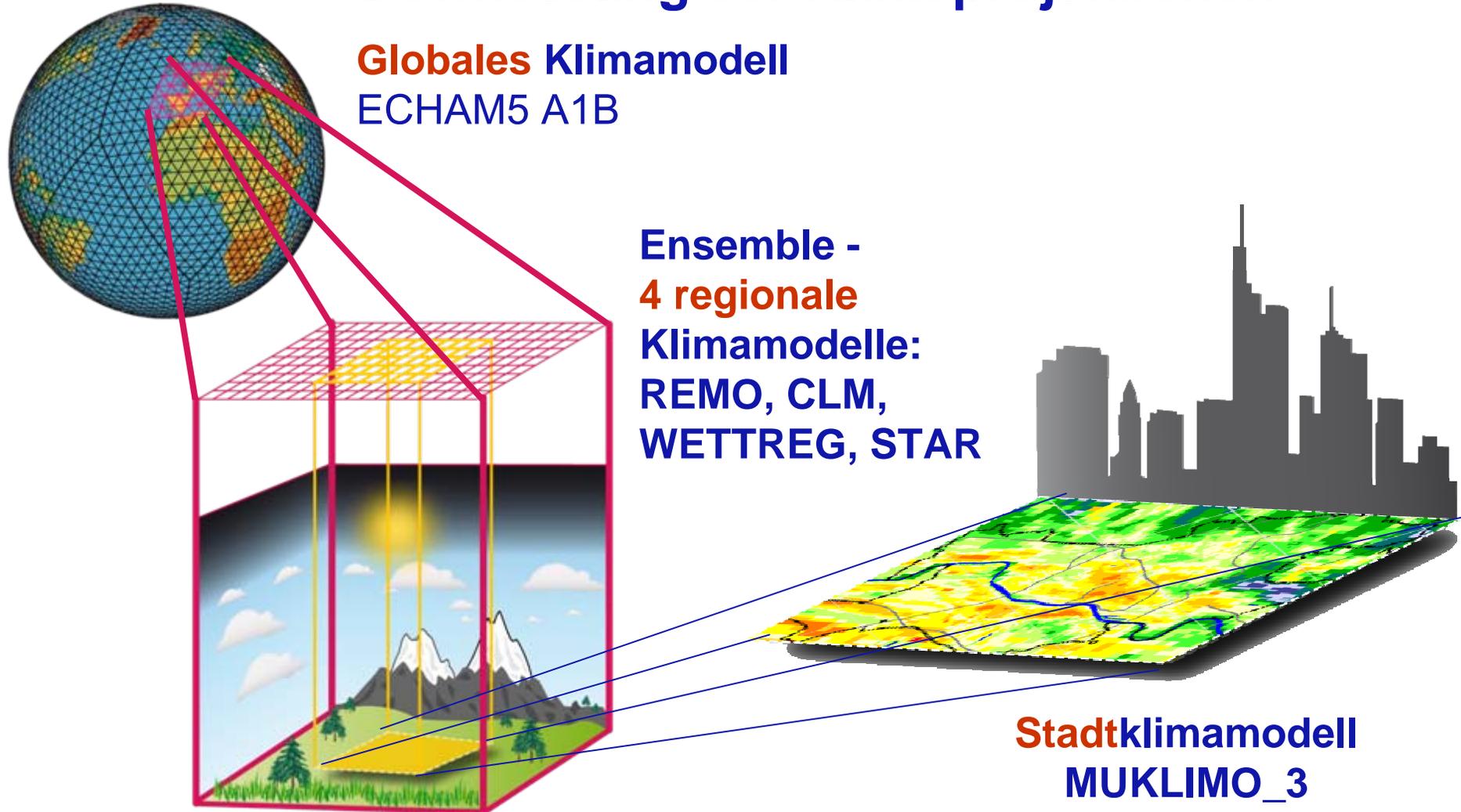


Downscaling der Klimaprojektionen

Globales Klimamodell
ECHAM5 A1B

Ensemble -
4 regionale
Klimamodelle:
REMO, CLM,
WETTREG, STAR

Stadtklimamodell
MUKLIMO_3





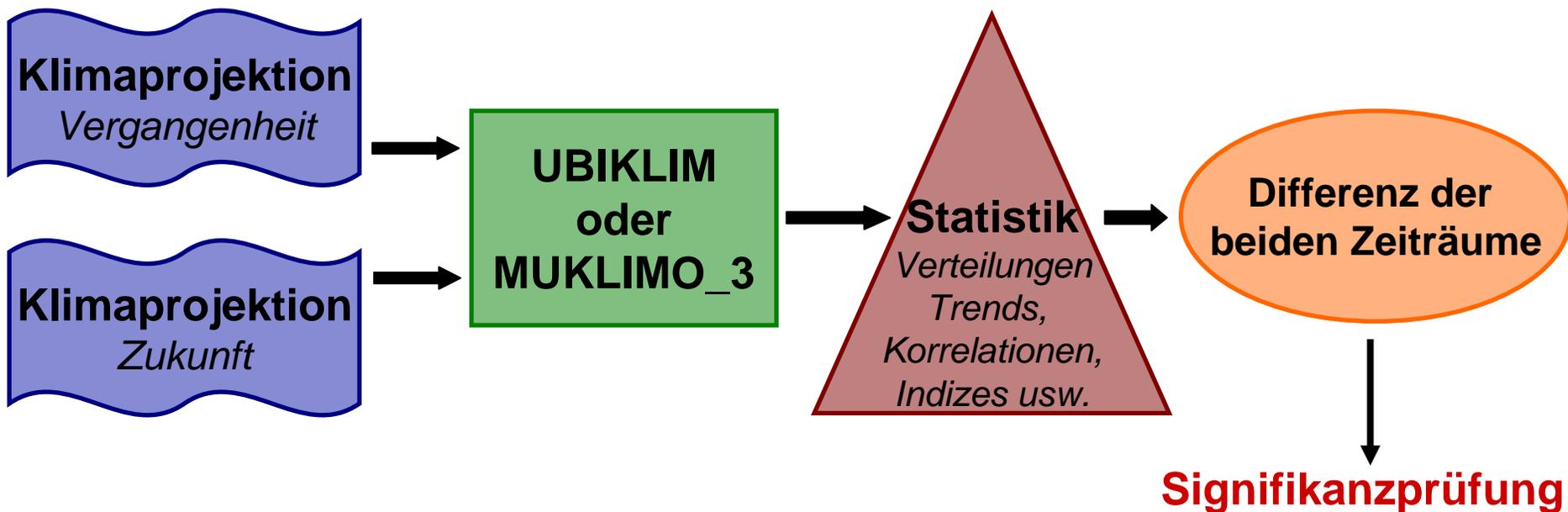
Untersuchungsmethode zum Einfluss des Klimawandels auf Städte

Zeitreihen

Stadtklimamodell

Auswertung

Änderungssignal





Siedlungsklima im Ballungsraum Kooperation Stadt Frankfurt/DWD Pilotprojekt Stadtklima Frankfurt

1 Allgemeine Einführung

2 Stadtklimamodell MUKLIMO_3

Downscaling

4 Ergebnisse

5 Zusammenfassung und

Ausblick





Mittlere Anzahl der Sommertage* 1971 -2000

*Tmax ≥ 25°C

DWD-Stadtklimamodell:
MUKLIMO_3

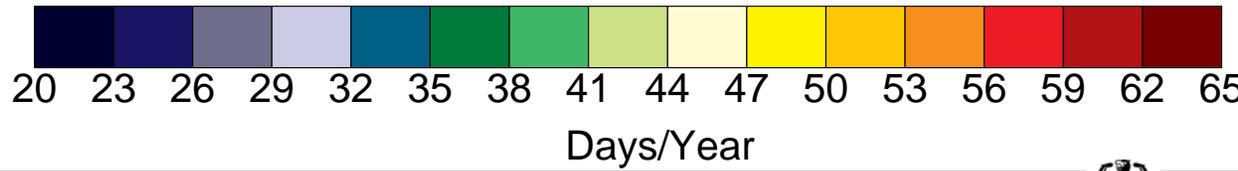
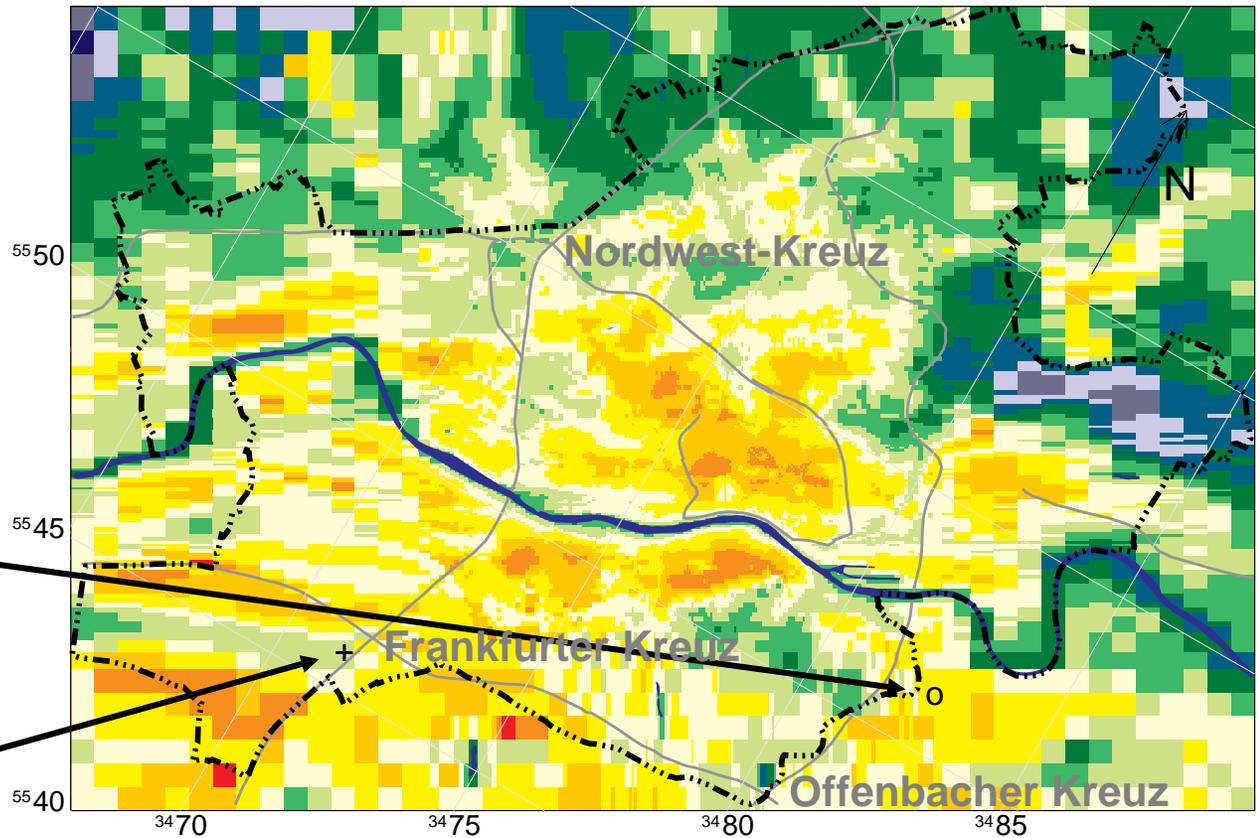
Eingangsdaten:
Flugwetterwarte Frankfurt

Offenbach
(1971-77 & 1980-95)

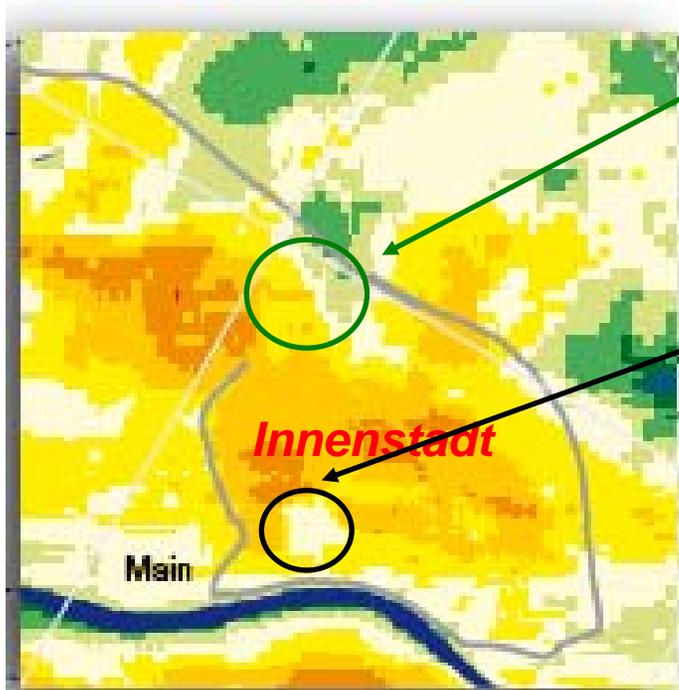
Modell 48.8 d/a
Station 49.6 d/a

Flughafen Frankfurt
(1971-2000)

Modell 43.3 d/a
Station 46.1 d/a



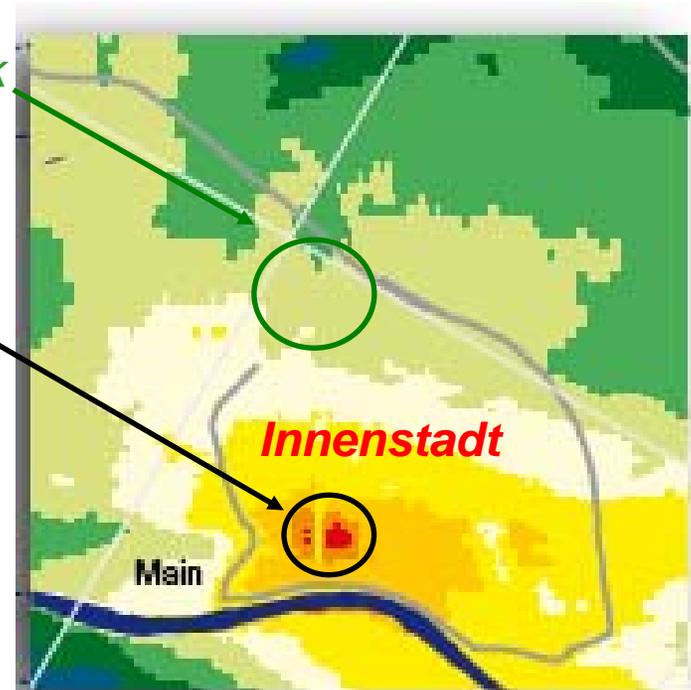
Frankfurter Innenstadt: Ergebnisse 1971 – 2000



*Grünenburgpark
& Palmengarten*

Bankenviertel

Anzahl Sommertage

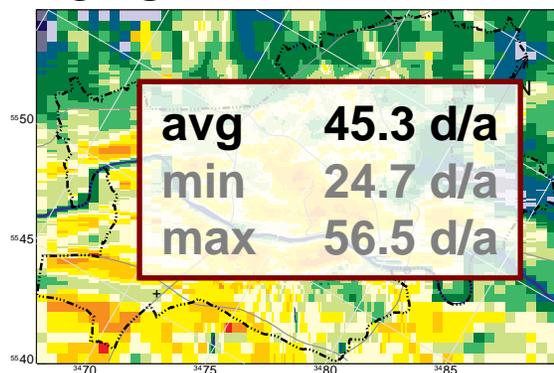


Anzahl Tropennächte

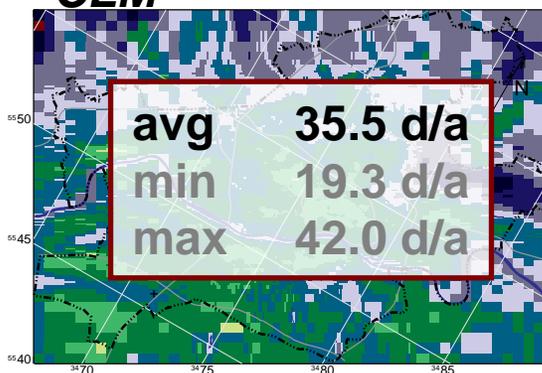


Mittlere Anzahl der Sommertage 1971 - 2000

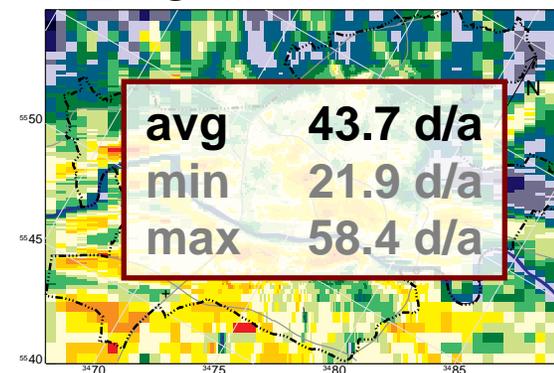
OBS



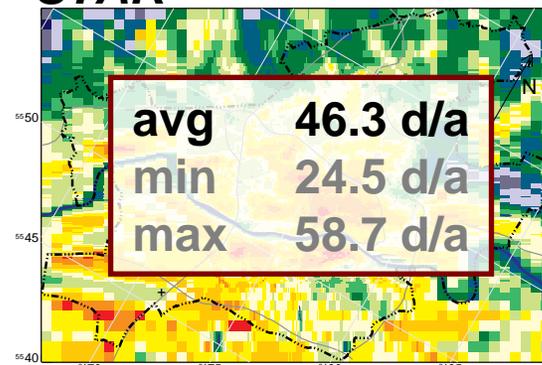
CLM



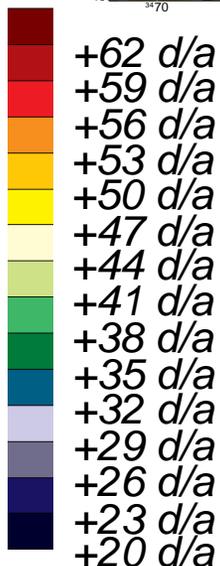
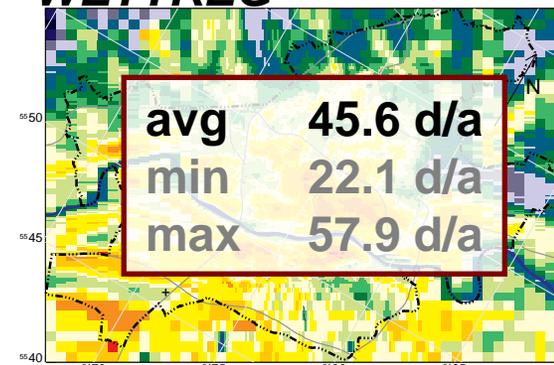
REMO



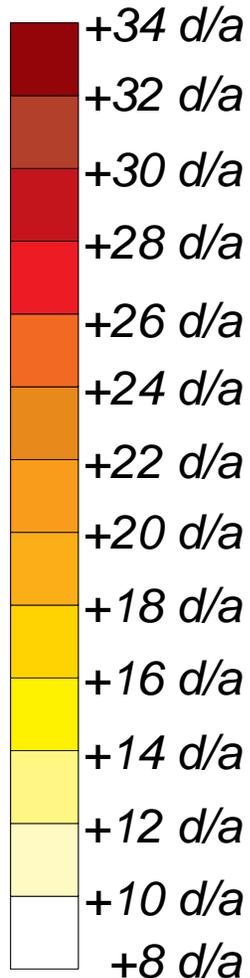
STAR



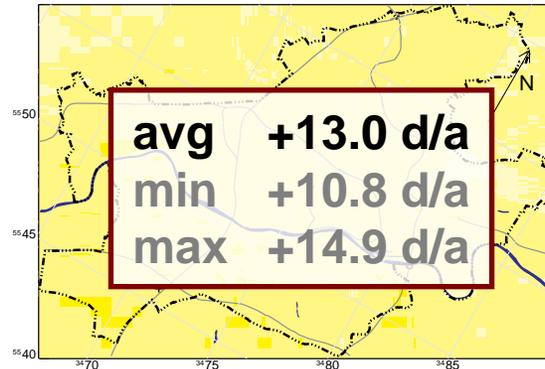
WETTREG



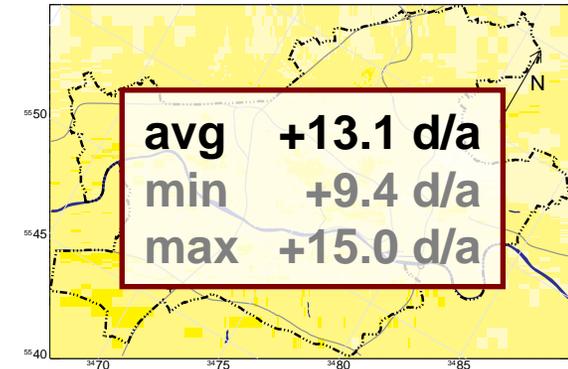
Änderung der Sommertage 2021 – 2050 (A1B) zu 1971 - 2000



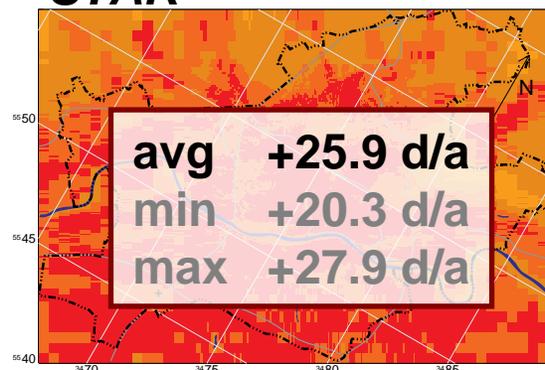
CLM



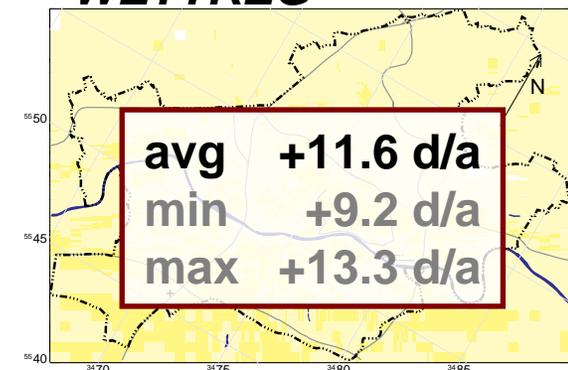
REMO



STAR



WETTREG





Vergleich Anzahl Sommertage verschiedener Bebauungsstrukturen mit „Freifläche“

Bebauungsstrukturen (Beispiele)	1971 - 2000	2021 - 2050	2071 - 2100
	REMO	REMO	REMO
<i>Freifläche (absolut)</i>	38	51	90
Reihenhaussiedlung	+7.7	+8.6	+10.2
Blockbebauung	+12.2	+13.6	+15.4
City ab Mitte 19. Jh.	+10.9	+12.4	+14.1
Bankenviertel	+7.7	+8.4	+10.6
Park	+4.9	+5.3	+6.3
Wasser	-1.4	-1.5	-1.7



Zusammenfassung

- ✓ Hochaufgelöste Flächennutzung für Frankfurt am Main
- ✓ Simulationen mit Stadtklimamodell MUKLIMO_3 zeigen gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen
- ✓ Zunahme der Sommertage bis 2021 – 2050 etwa 4 – 26 Tage pro Jahr
- Zunahme der Sommertage bis 2071 – 2100:
Streuung der Ensemblemitglieder zu groß für belastbare Aussagen
- Änderung der heißen Tage und Tropennächte:
Evaluation wegen der sehr geringen Anzahl äußerst schwierig

Ausblick

- ➔ Ausdehnung des Modellgebietes nach Osten und Süden
- ➔ Einheitliche Rasterauflösung in 100 m
- ➔ Simulation der Planungsvorhaben der Stadt Frankfurt
- ➔ Auswertung der Ergebnisse bezüglich Stadtstrukturen
- ➔ Diskussion und Bewertung mit Stadt- und Umweltplanern

**Vielen Dank für
Ihr Interesse.**

