Universität Augsburg
Institut für Geographie

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Abc – Augsburg bleibt cool.

Ein Projekt zur Förderung der Klimaanpassung durch die Identifizierung urbaner Hitze-Hotspots

Kleinräumige Simulation von Hitze-Hotspots - in Augsburg

Christoph Beck, Katharina Buse, Marisa Fritsch, Philipp Irber,
Marco Linder, Johanna Völkel

Universität Augsburg, Institut für Geographie, Physische Geograpie mit Schwerpunkt Klimaforschung

The research project **Abc – Augsburg bleibt cool** is financed by the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU)

Überblick

- Zielsetzungen
- Vorgehensweise
- Modellgebiete
- Ist-Zustände und Szenarien
- Modell-Forcing und Modellvalidierung
- Modellergebnisse
- Fazit und Ausblick

Zielsetzungen

- Mikroskalige numerische Modellsimulationen
- für potenziell besonders stark von Hitzeeffekten betroffene „Hotspots“ in Augsburg
- Abschätzung von Änderungen temperaturbezogener Belastungsmomente im Außenraum, unter möglichen Klimawandelbedingungen
- modellbasierte Untersuchungen zur Wirksamkeit möglicher Anpassungsstrategien, wie z. B. Anteilssteigerungen innerstädtischen Grüns

Vorgehensweise

Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

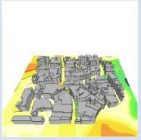
...

Vorgehensweise

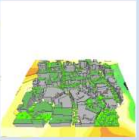
Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...



Ist-Zustand



Grün-Szenario

...

Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

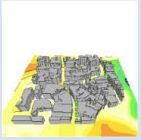
(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

Vorgehensweise

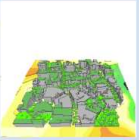
Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...



Ist-Zustand

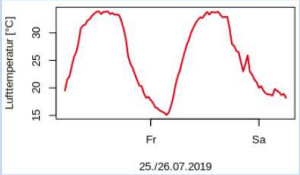


Grün-Szenario

...

Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

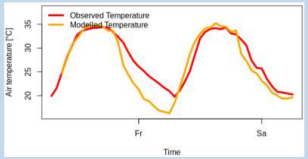


„Forcing“ der Modelle
(DWD-Daten Augsburg-Mühlhausen)

48-stündige Modellläufe

(Loggerdaten des IGUA/HMGU Stadtklimamessnetzes)

Validierung der Ist-Zustand Modelle

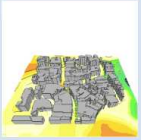


Vorgehensweise

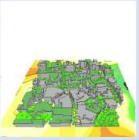
Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...



Ist-Zustand

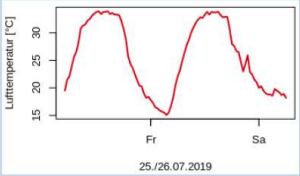


Grün-Szenario

...

Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

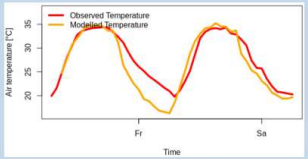


„Forcing“ der Modelle
(DWD-Daten Augsburg-Mühlhausen)

48-stündige Modellläufe

(Loggerdaten des IGUA/HMGU Stadtklimamessnetzes)

Validierung der Ist-Zustand Modelle



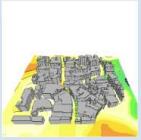
Hitzewelle Ende Juli 2019 als „Analogon“ klimawandelbedingt häufiger zu erwartender thermischer sommerlicher Belastungssituationen

Vorgehensweise

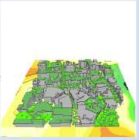
Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...



Ist-Zustand

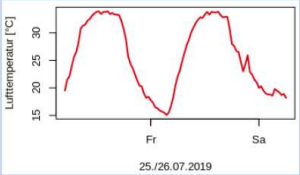


Grün-Szenario

...

Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

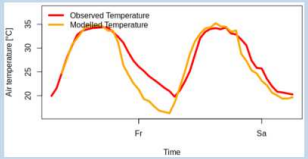


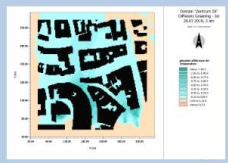
„Forcing“ der Modelle
(DWD-Daten Augsburg-Mühlhausen)

48-stündige Modellläufe

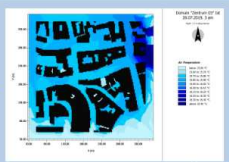
(Loggerdaten des IGUA/HMGU Stadtklimamessnetzes)

Validierung der Ist-Zustand Modelle

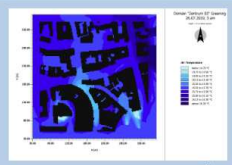




Grün-Szenario
- minus -
Ist-Zustand



Ist-Zustand



Grün-Szenario

Lufttemperatur 03:00 UTC (1,5m Höhe)

Modellergebnisse

4-dimensionale Felder verschiedener meteorologischer Variablen:
- Lufttemperatur, Wind, …

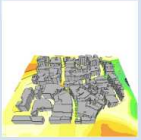
und abgeleiteter Indizes:
- PMV, ...

Vorgehensweise

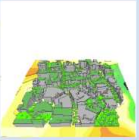
Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...



Ist-Zustand

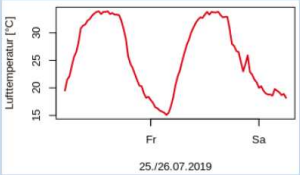


Grün-Szenario

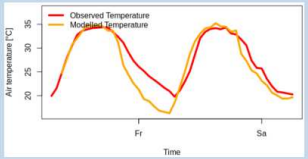
...

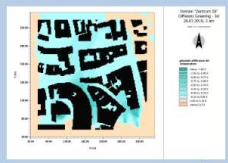
Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)



„**Forcing**“ der Modelle
(DWD-Daten Augsburg-Mühlhausen)
48-stündige Modellläufe
(Loggerdaten des IGUA/HMGU Stadtklimamessnetzes)
Validierung der Ist-Zustand Modelle

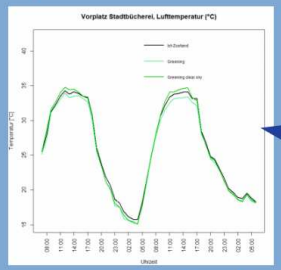




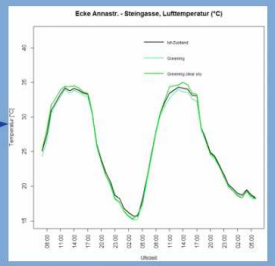
Grün-Szenario
- minus -
Ist-Zustand

Modellergebnisse

Vorplatz Stadtbücherei



Annastr./Steingasse



...
s:

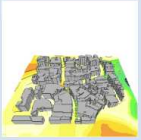
Zeitreihen aus verschiedenen Modellläufen

Vorgehensweise

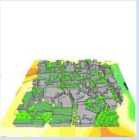
Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...



Ist-Zustand

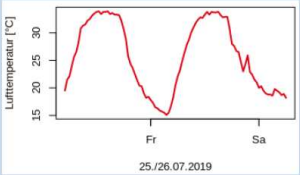


Grün-Szenario

...

Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

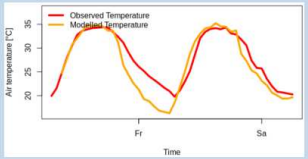


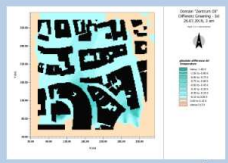
„Forcing“ der Modelle
(DWD-Daten Augsburg-Mühlhausen)

48-stündige Modellläufe

(Loggerdaten des IGUA/HMGU Stadtklimamessnetzes)

Validierung der Ist-Zustand Modelle

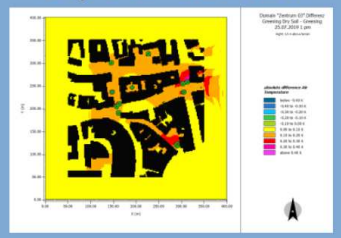




Grün-Szenario
- minus -
Ist-Zustand

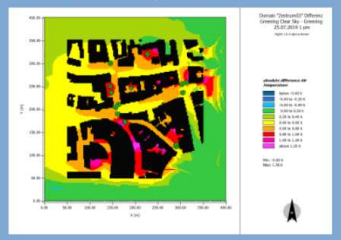
Modellergebnisse

„Dry Soil“ Szenario



Differenzen zum klimatischen Ist-Zustand

„Clear Sky“ Szenario



...
s:

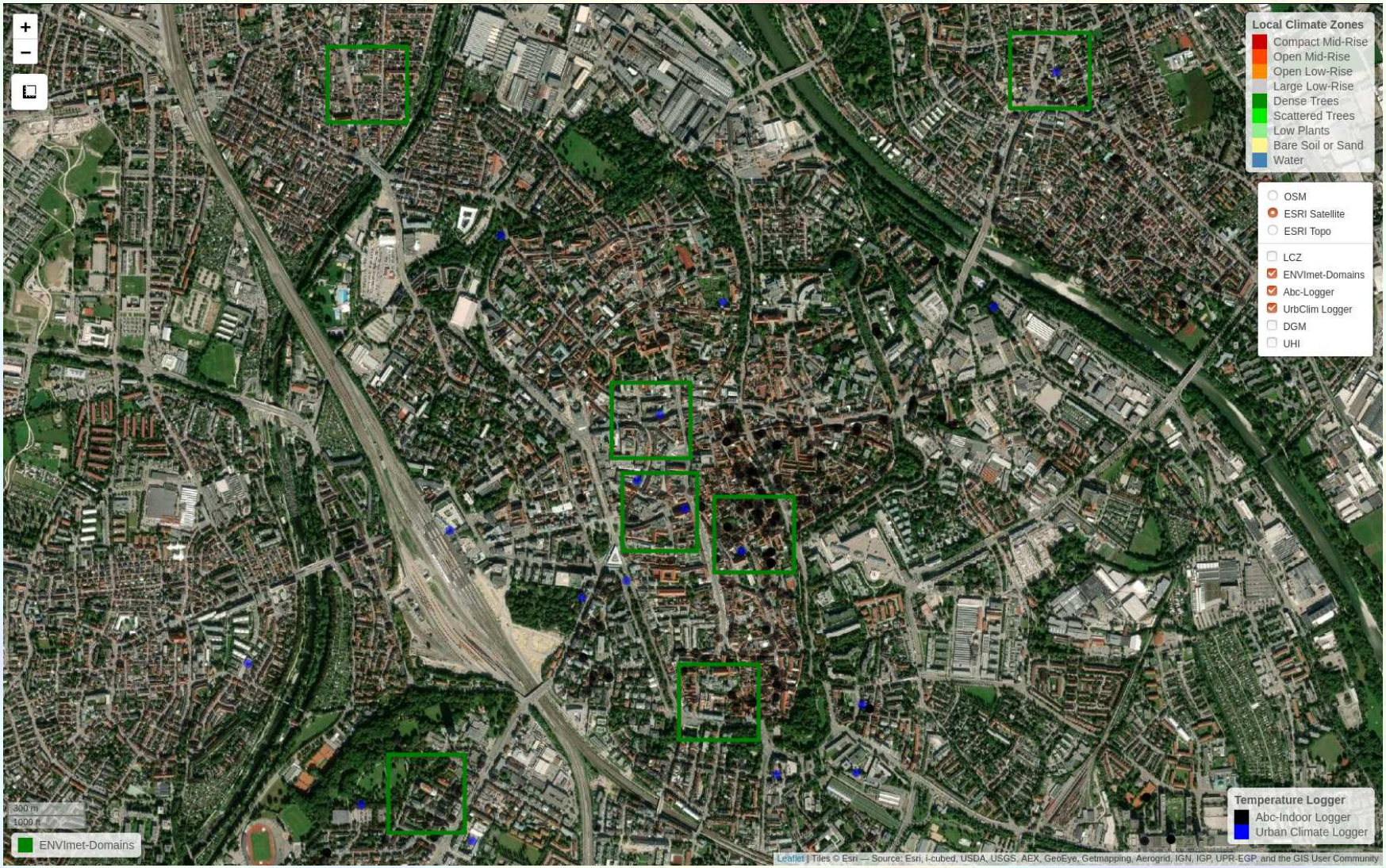
Modellläufe für „Klimaänderungsszenarien“

Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...

Modellgebiete

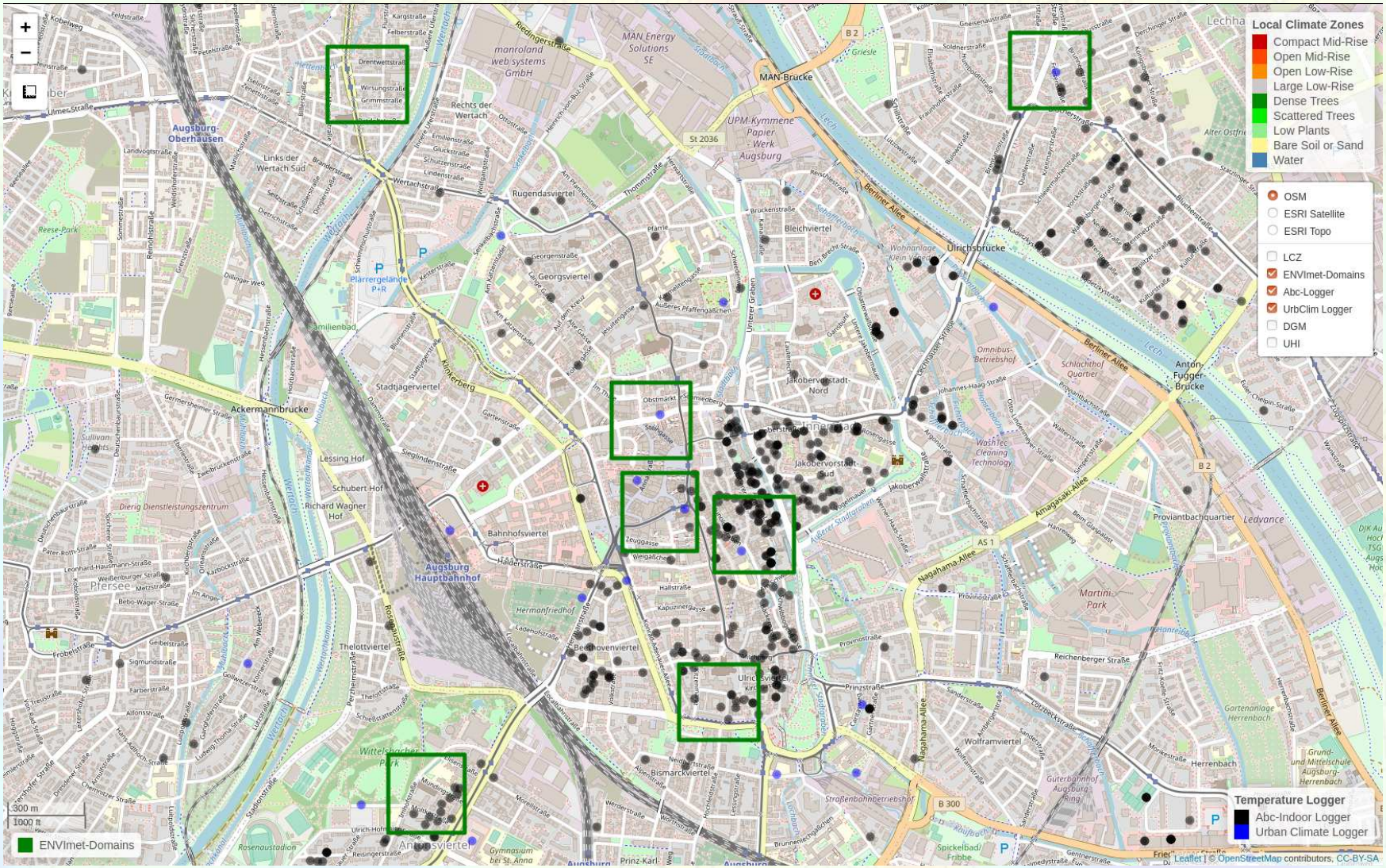


Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...

Modellgebiete

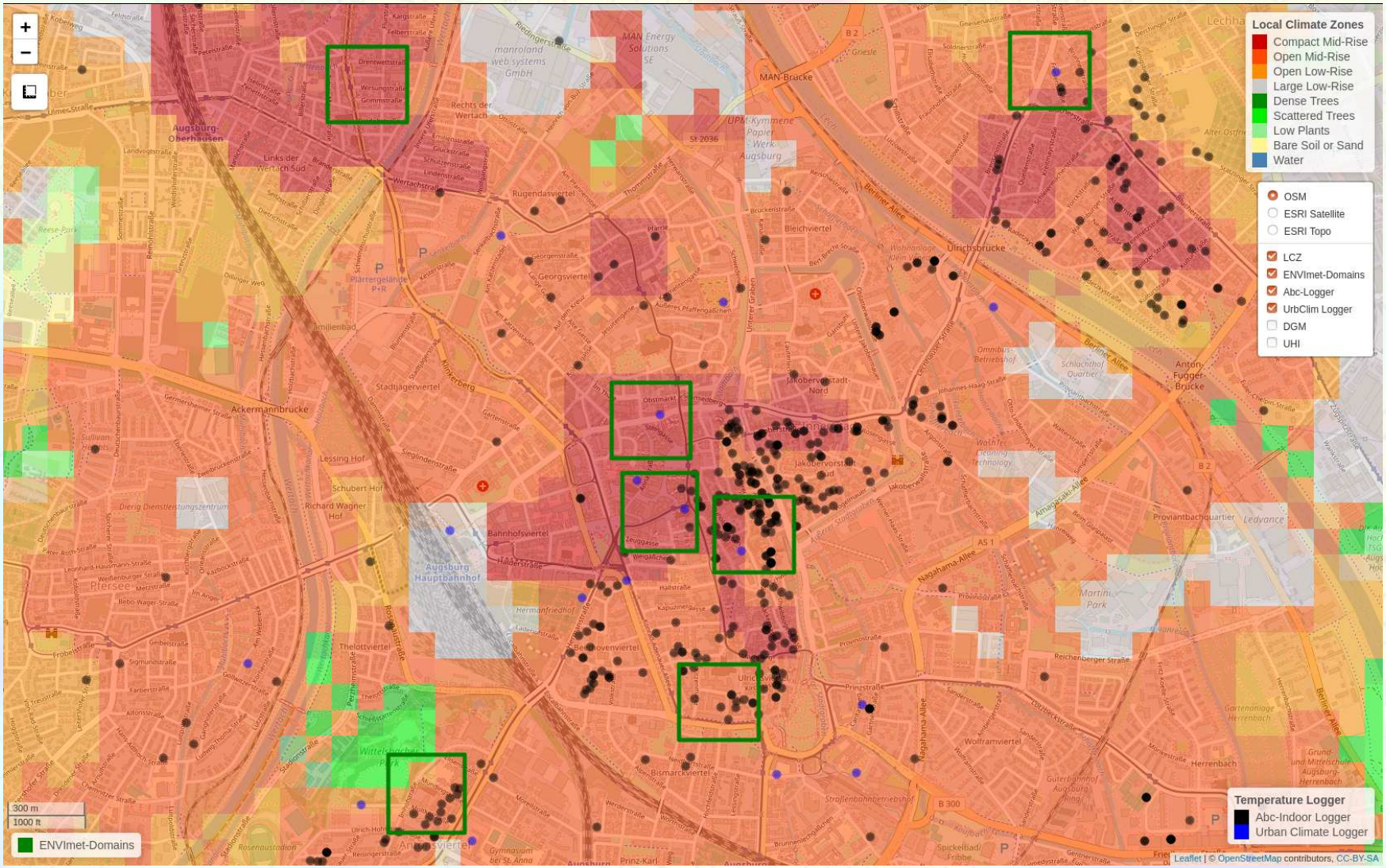


Auswahl der Modellgebiete

(300 m x 300 m)

...

Modellgebiete



Ist-Zustand

Grün-Szenario

...

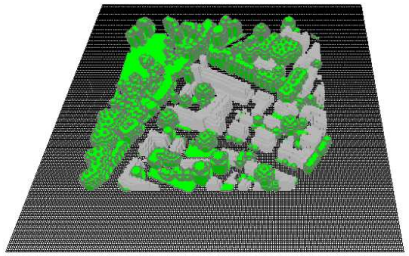
Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

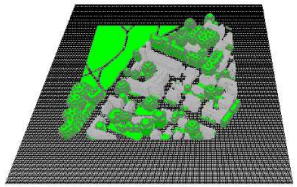
Ist-Zustände und Szenarien

Antonsviertel

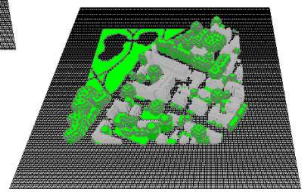
Modell: Ist-Zustand

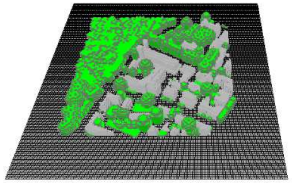


Modell: Szenarien

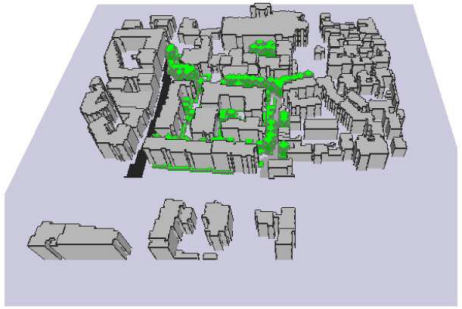

„Rasenfläche“

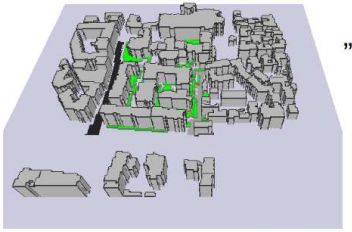
„See“



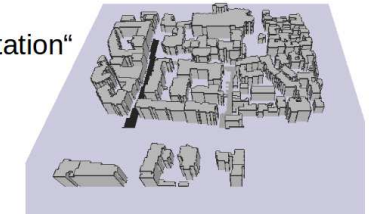

„Wald“

St. Verena




„ohne Bäume“

„ohne Vegetation“



Ist-Zustand

Grün-Szenario

...

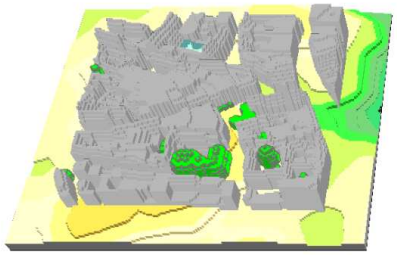
Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

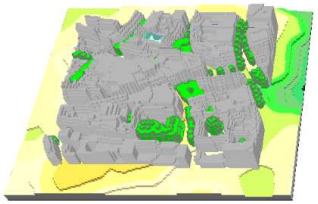
Ist-Zustände und Szenarien

Zentrum 01

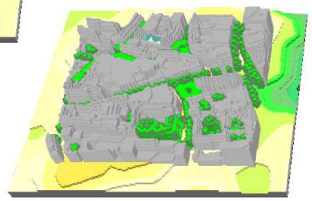
Modell: Ist-Zustand



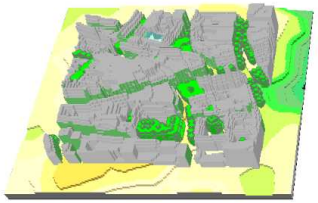
Modell: Szenarien



„begrünt 1“

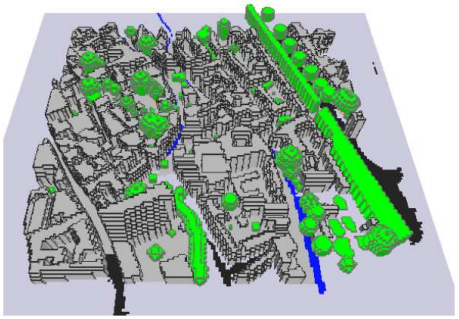


„begrünt 2“

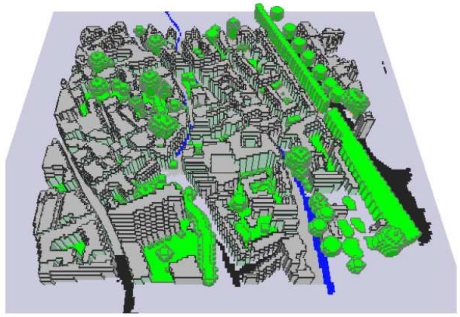


„begrünt 3“

Zentrum 02



„begrünt 1“



Ist-Zustand

Grün-Szenario

...

Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

Ist-Zustände und Szenarien

Zentrum 03

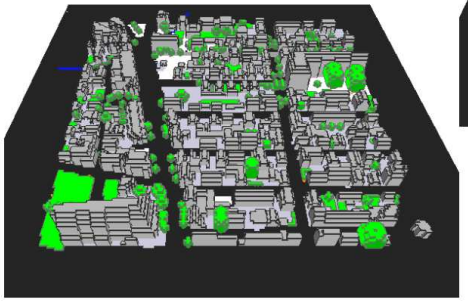
Modell: Ist-Zustand

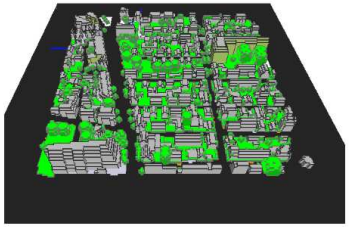
Modell: Szenarien

„begrünt 1“

„begrünt 2“

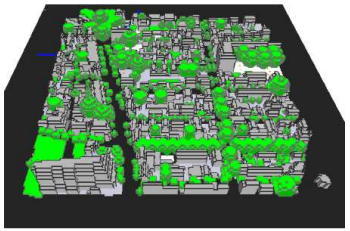
Oberhausen





„begrünt 1“

„begrünt 2“



Ist-Zustand

Grün-Szenario

...

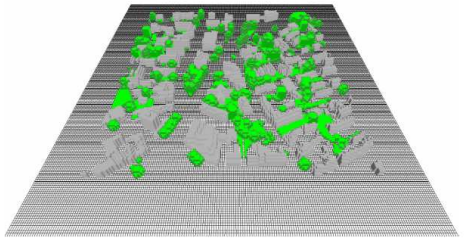
Erstellung 3-dimensionaler Modelldomains

(für den jeweiligen Ist-Zustand und für verschiedene Anpassungsszenarien)

Ist-Zustände und Szenarien

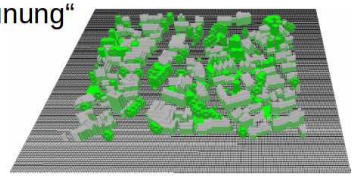
Lechhausen

Modell: Ist-Zustand

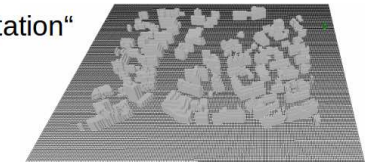


Modell: Szenarien

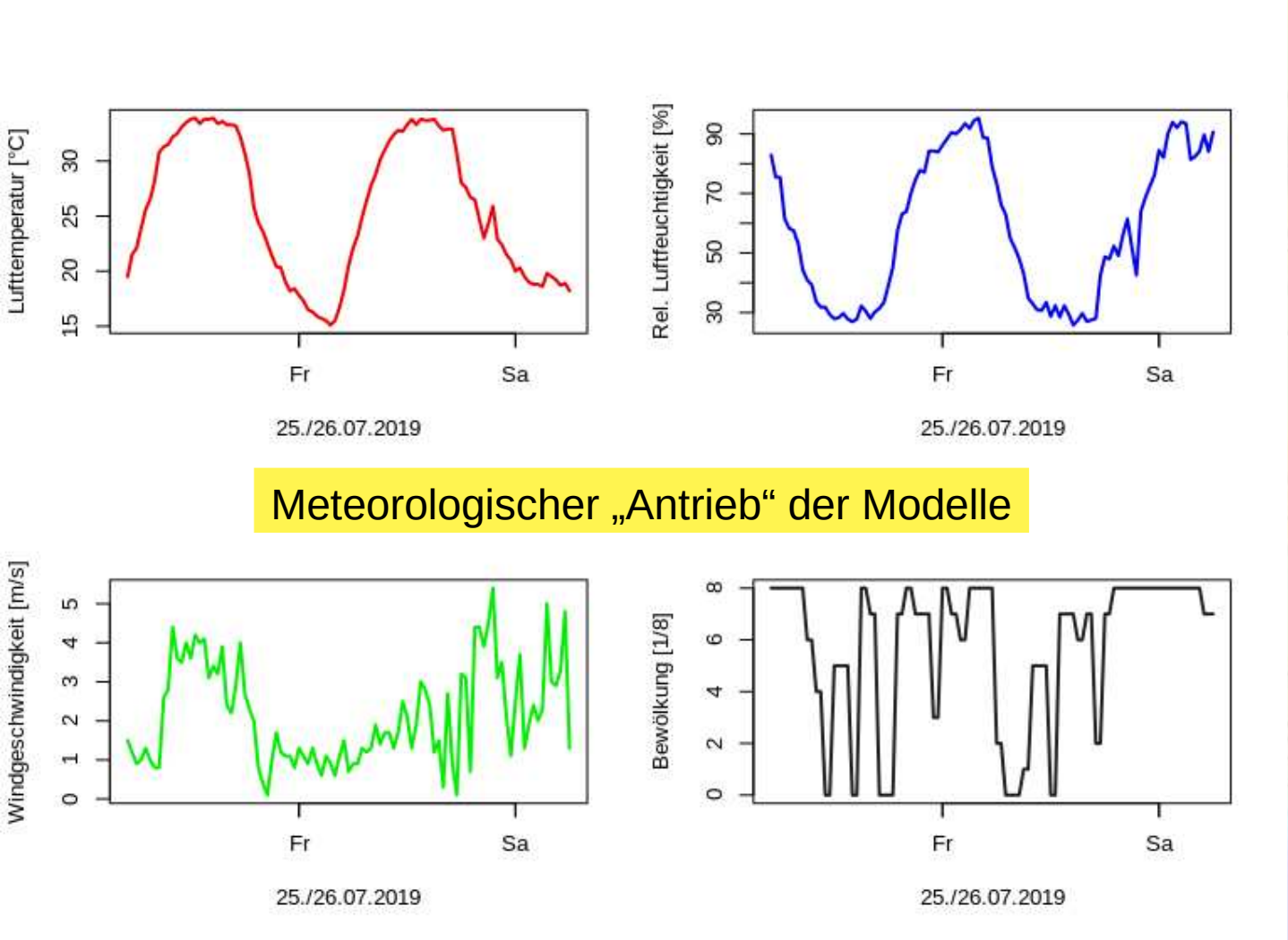
„Fassadenbegrünung“



„ohne Vegetation“



Modell-Forcing

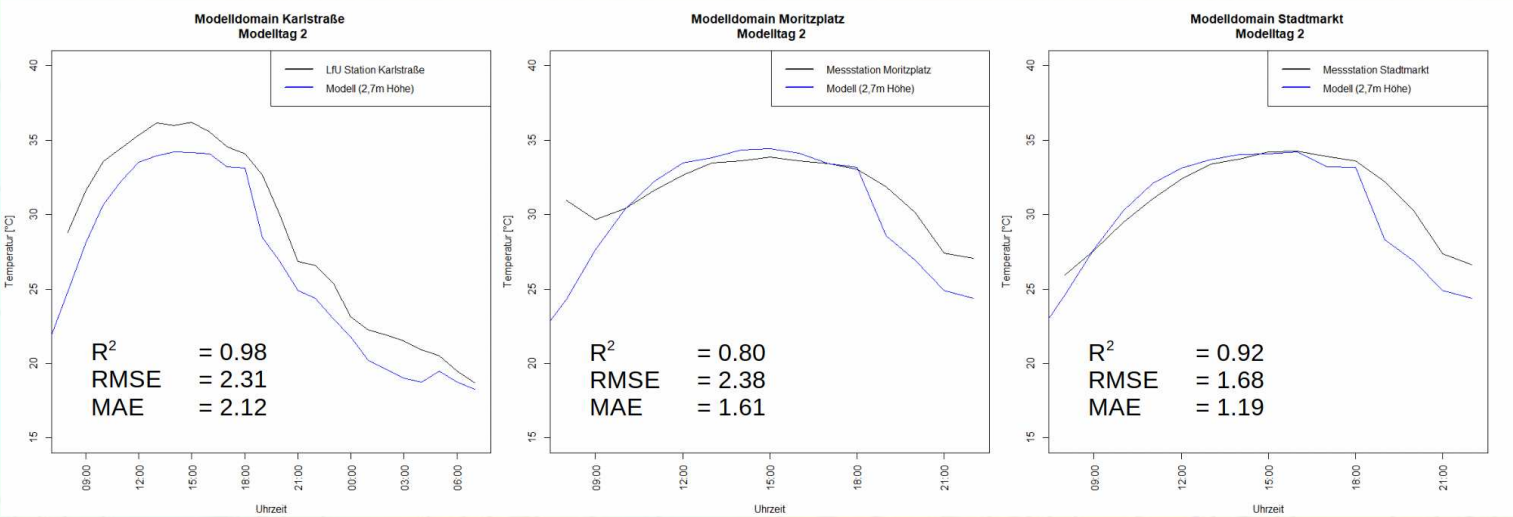


Meteorologischer „Antrieb“ der Modelle

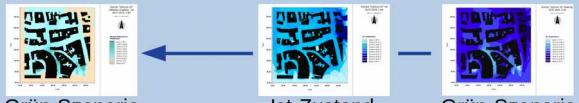
Beobachtungswerte der DWD-Station Augsburg-Mühlhausen

Modellvalidierung

Vergleich der modellierten Lufttemperatur mit Messwerten des Stadtklimamessnetzes von IGUA und HMGU



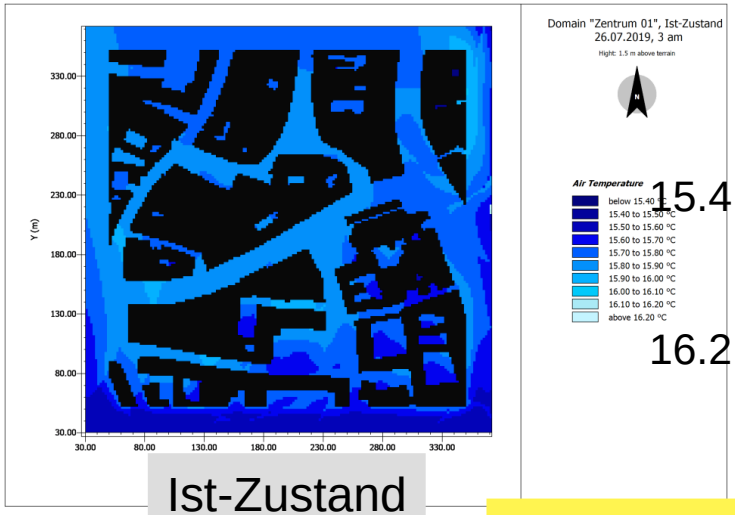
Stundenmittelwerte der Lufttemperatur für den zweiten Modelltag



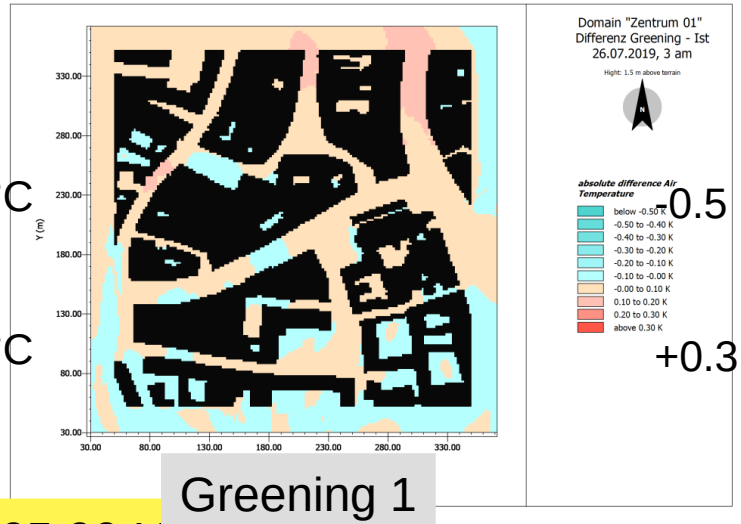
Modellergebnisse

4-dimensionale Felder verschiedener meteorologischer Variablen:
- Lufttemperatur, Wind, …

Modellergebnisse

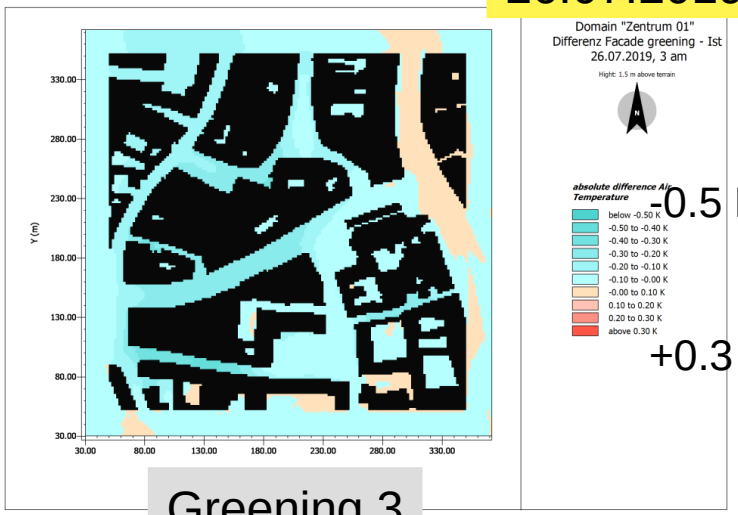


Ist-Zustand



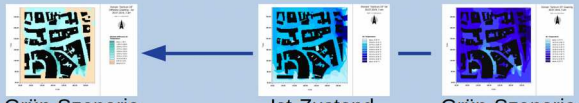
Greening 1

26.07.2019 05:00 Uhr



Greening 3

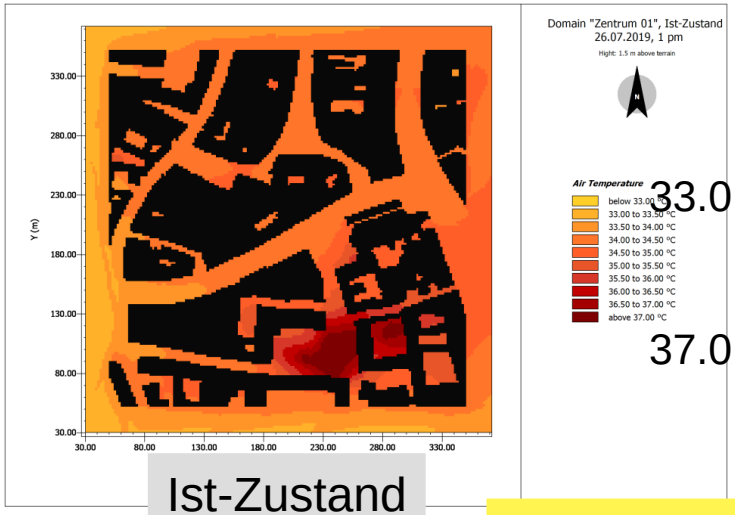
Greening 2



Modellergebnisse

4-dimensionale Felder verschiedener meteorologischer Variablen:
- Lufttemperatur, Wind, …

Modellergebnisse

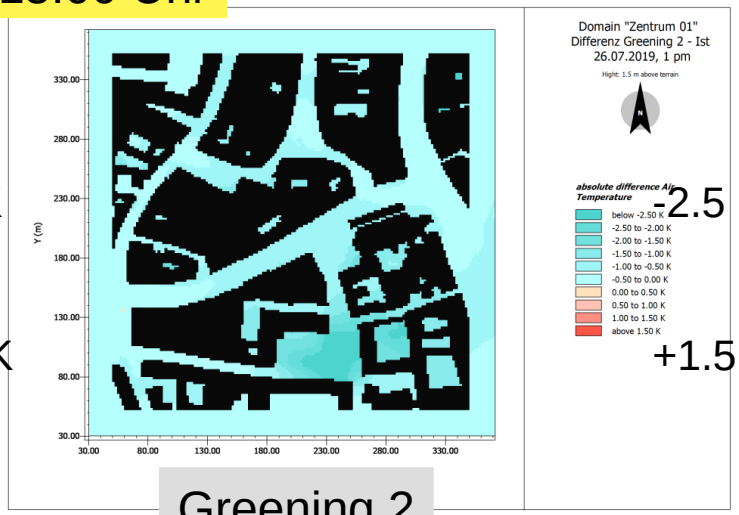


Ist-Zustand

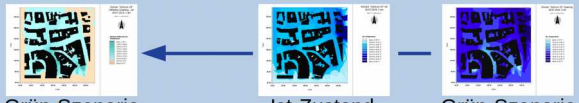
Greening 1

26.07.2019 15:00 Uhr

Greening 3



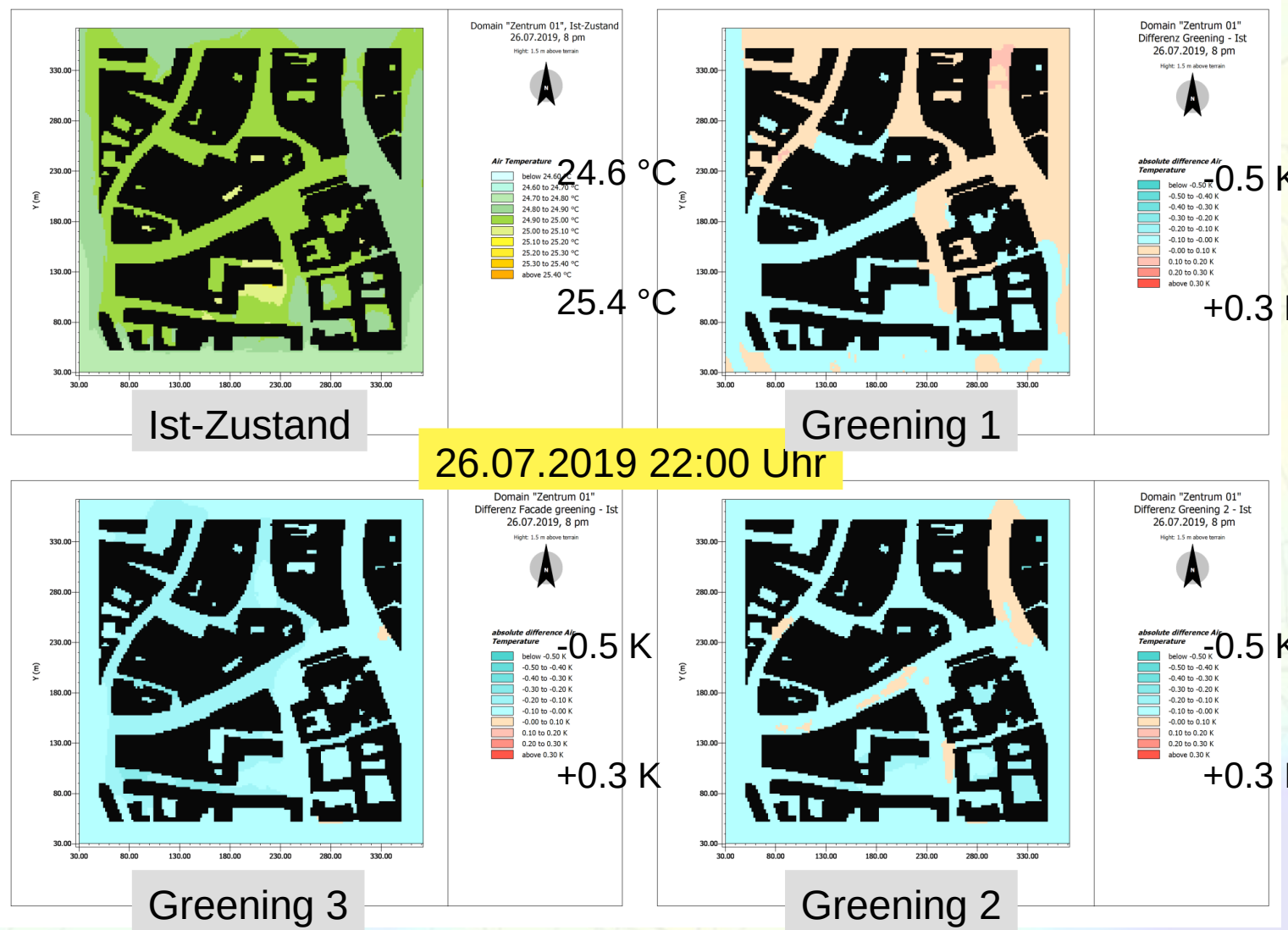
Greening 2



Modellergebnisse

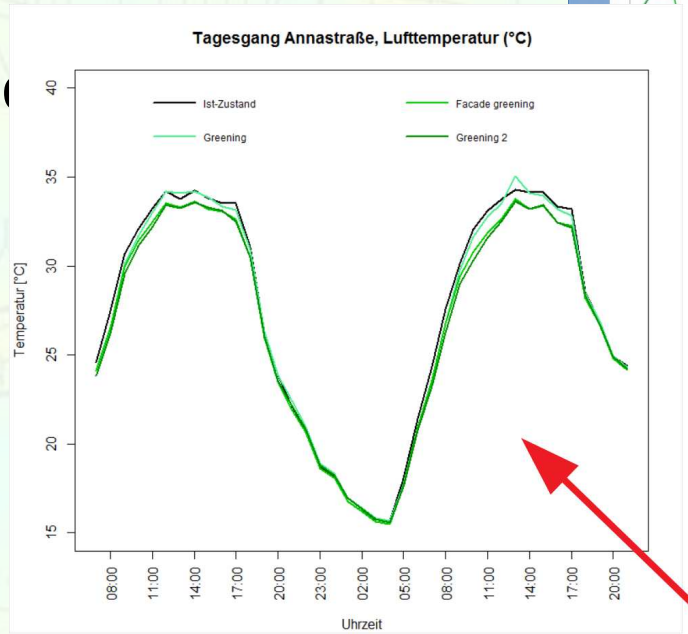
4-dimensionale Felder verschiedener meteorologischer Variablen:
- Lufttemperatur, Wind, …

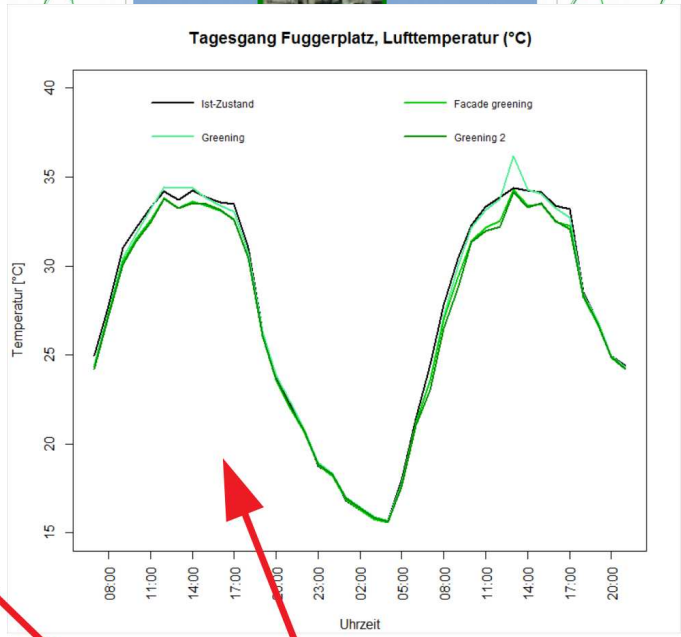
Modellergebnisse

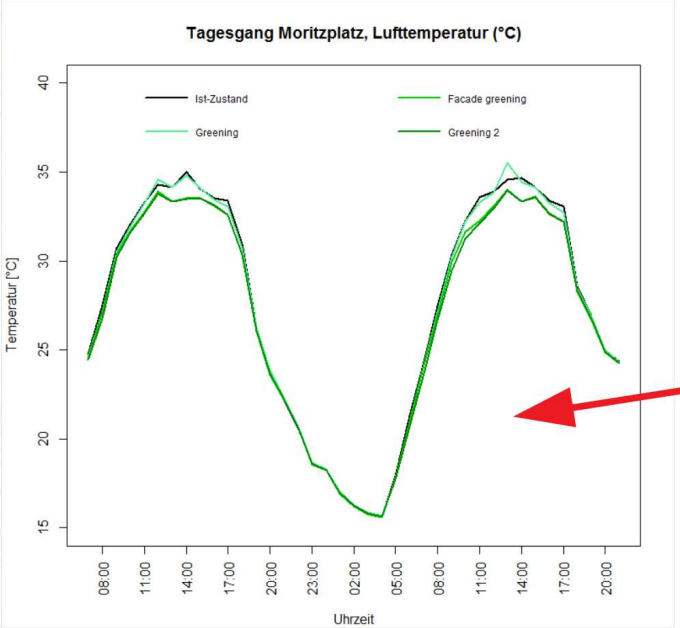


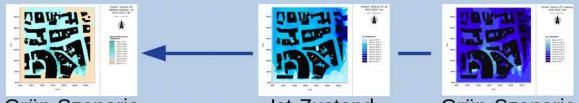
Mode

Vorplatz Stadtbücherei
Annastr./Steingasse


Tagesgang Annastraße, Lufttemperatur (°C)
Ist-Zustand
Facade greening
Greening
Greening 2
Temperatur [°C]
Uhrzeit


Tagesgang Fuggerplatz, Lufttemperatur (°C)
Ist-Zustand
Facade greening
Greening
Greening 2
Temperatur [°C]
Uhrzeit


Tagesgang Moritzplatz, Lufttemperatur (°C)
Ist-Zustand
Facade greening
Greening
Greening 2
Temperatur [°C]
Uhrzeit

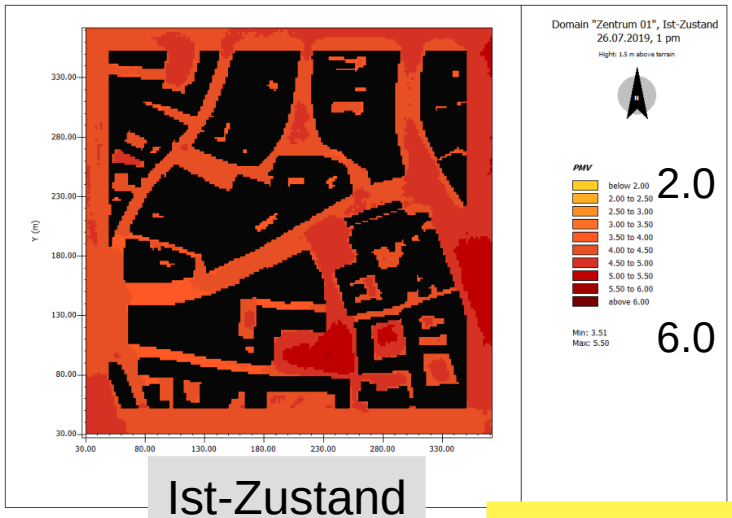


Modellergebnisse

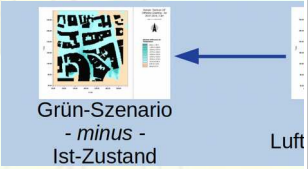
4-dimensionale Felder verschiedener meteorologischer Variablen:
- Lufttemperatur, Wind, …

Modellergebnisse

PMV (Predicted Mean Vote)



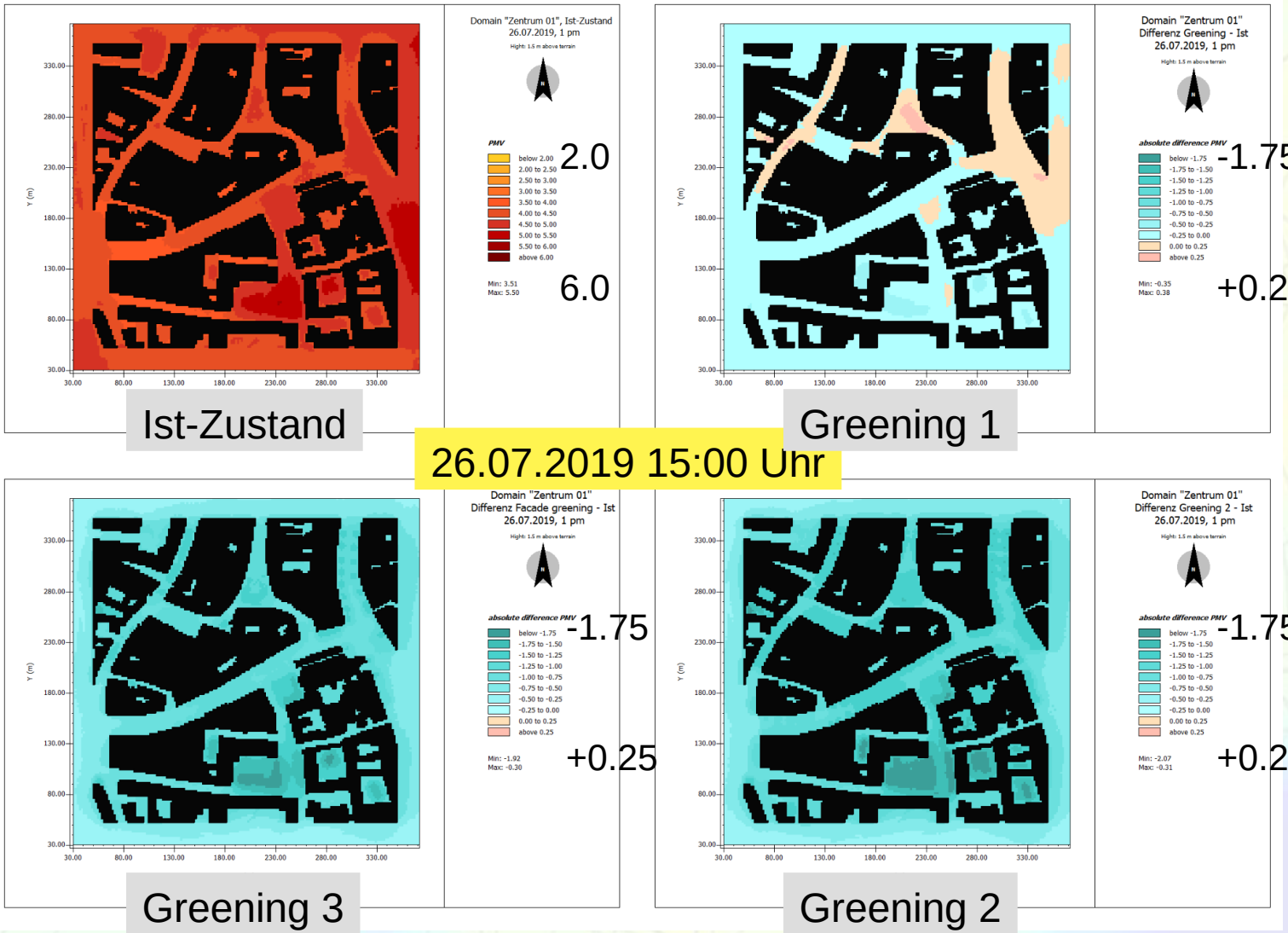
26.07.2019 15:00 Uhr



PMV	Thermisches Empfinden	Belastungs-stufe	Biologische Wirkung
-3,5	sehr kalt	Extrem	Kältestress
-2,5	kalt	Stark	
-1,5	kühl	Mäßig	
-0,5	leicht kühl	Schwach	
0,0	behaglich	Keine	keine
0,5	leicht warm	Schwach	
1,5	warm	Mäßig	
2,5	heiß	Stark	
3,5	sehr heiß	Extrem	Wärmebelastung

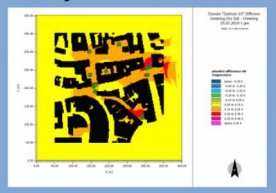
Modellergebnisse

PMV (Predicted Mean Vot



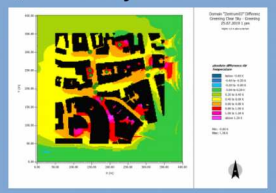
Modellergebnisse

„Dry Soil“ Szenario



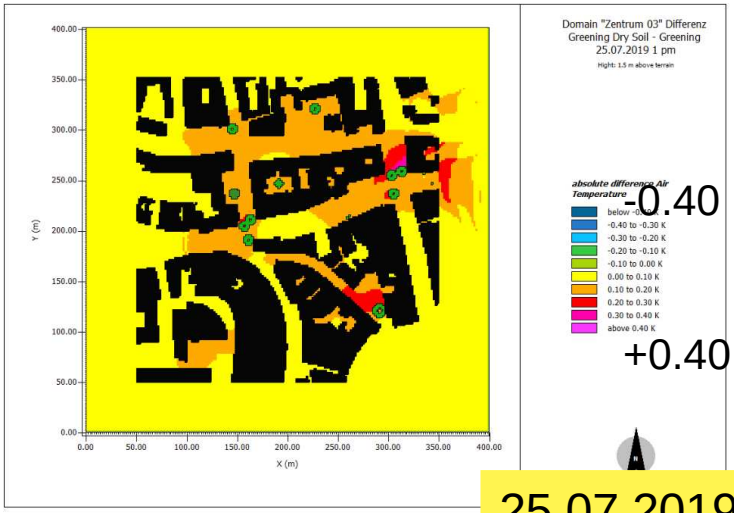
Differenzen zum klimatischen Ist-Zustand

„Clear Sky“ Szenario



Modellläufe für „Klimaänderungsszenarien“

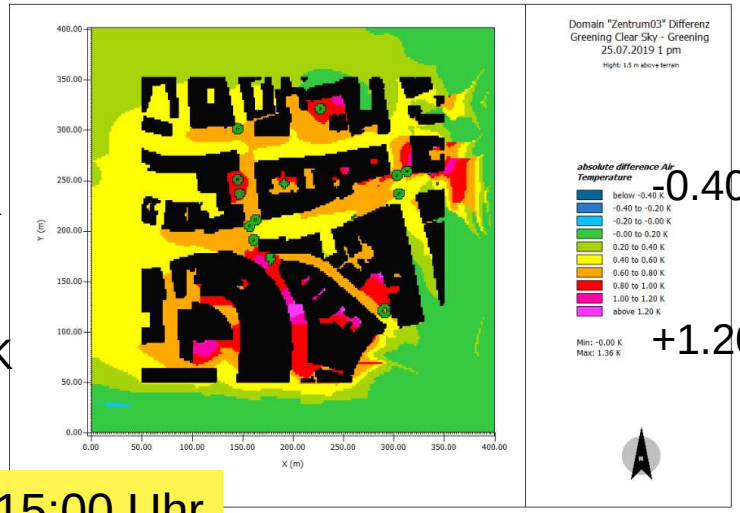
„Dry Soil“ Szenario



-0.40 K

+0.40 K

„Clear Sky“ Szenario



-0.40 K

+1.20 K

25.07.2019 15:00 Uhr

Differenzen zum „beobachteten Klima“

Fazit und Ausblick

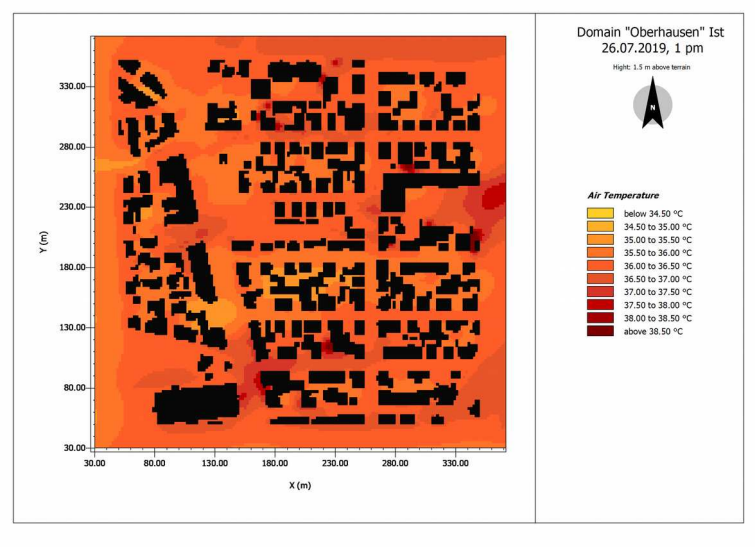
- plausible Ergebnisse mikroklimatischer numerischer Modelle
- mehr Grün bewirkt Reduzierungen der Lufttemperatur
  - vor allem während der Einstrahlungsperiode (bis zu ~ -3 K)
  - bedeutet wirkungsvolle Reduzierung thermischer Belastung
  - weniger ausgeprägt während der Ausstrahlungsperiode (bis zu ~ -1 K)
- teilweise gegenteiliger Effekt höherer Lufttemperaturen bei Begrünung
- Lufttemperaturerhöhung unter Szenarien veränderter Randbedingungen (Dry Soil, Clear Sky)

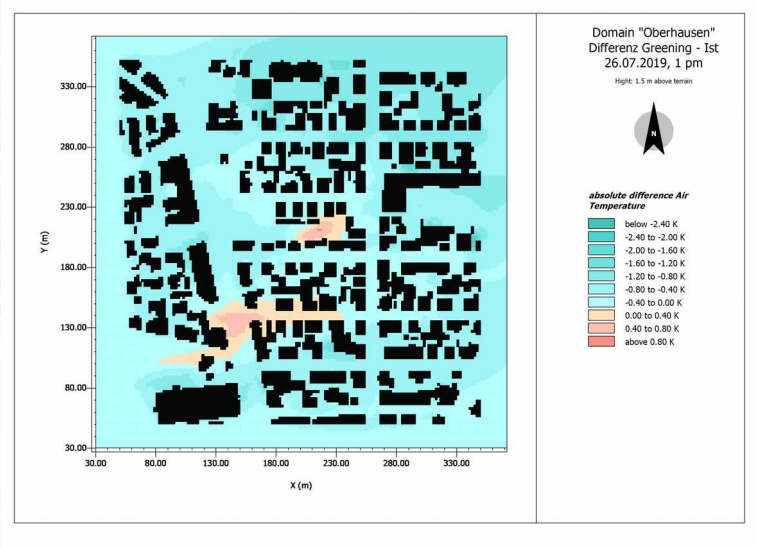
Fazit und Ausblick

- plausible Ergebnisse mikroklimatischer numerischer Modelle
- mehr Grün bewirkt Reduzierungen der Lufttemperatur
  - vor allem während der Einstrahlungsperiode (bis zu ~ -3 K)
  - bedeutet wirkungsvolle Reduzierung thermischer Belastung
  - weniger ausgeprägt während der Ausstrahlungsperiode (bis zu ~ -1 K)
- teilweise gegenteiliger Effekt höherer Lufttemperaturen bei Begrünung
- Lufttemperaturerhöhung unter Szenarien veränderter Randbedingungen (Dry Soil, Clear Sky)

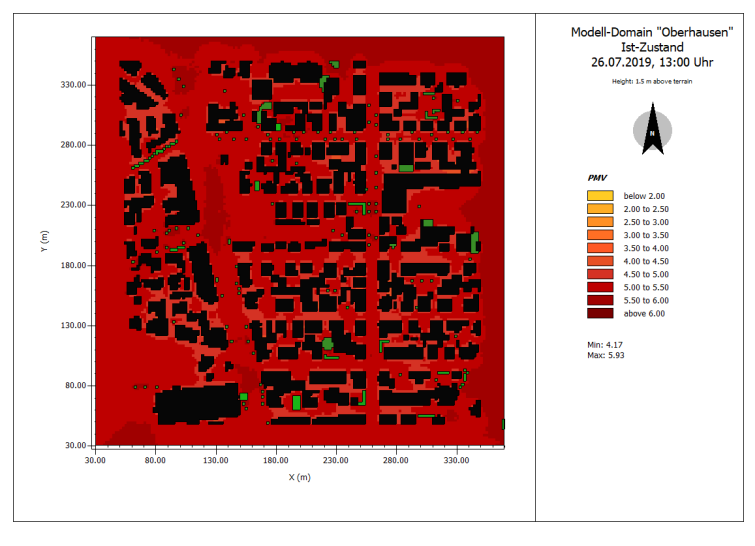
- weitere Auswertungen der Modellläufe (z.B. bzgl. Innentemperaturen)
- Berücksichtigung lufthygienischer Aspekte
- Einsatz alternativer Modelle (z.B. PALM-4U)

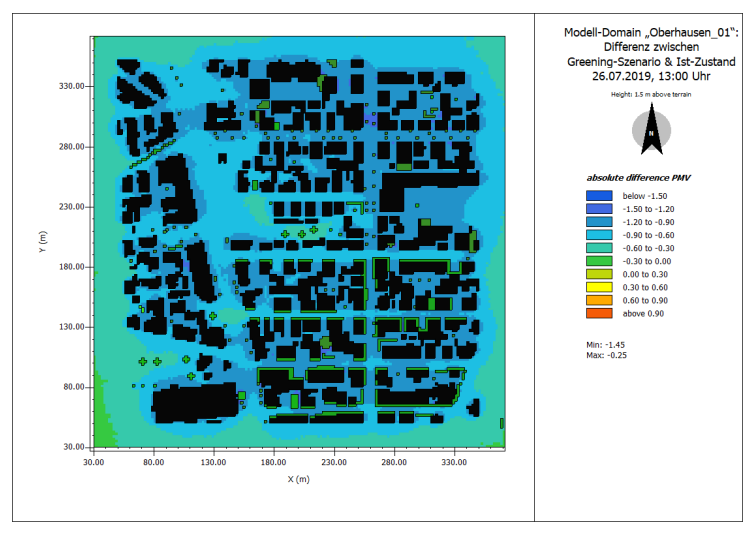
Modellgebiet Oberhausen



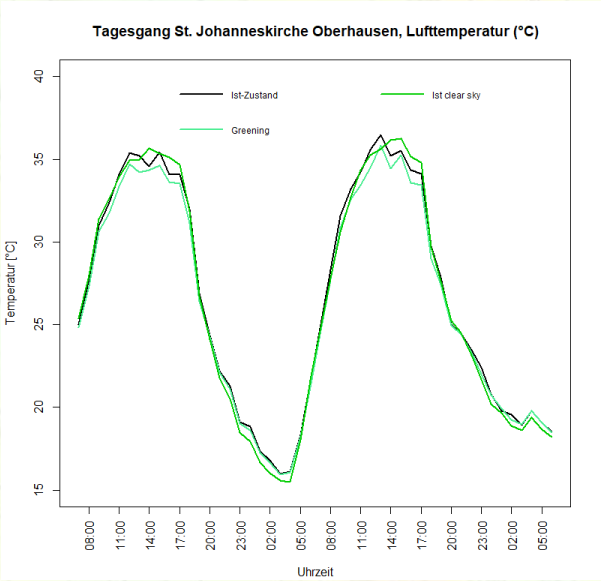


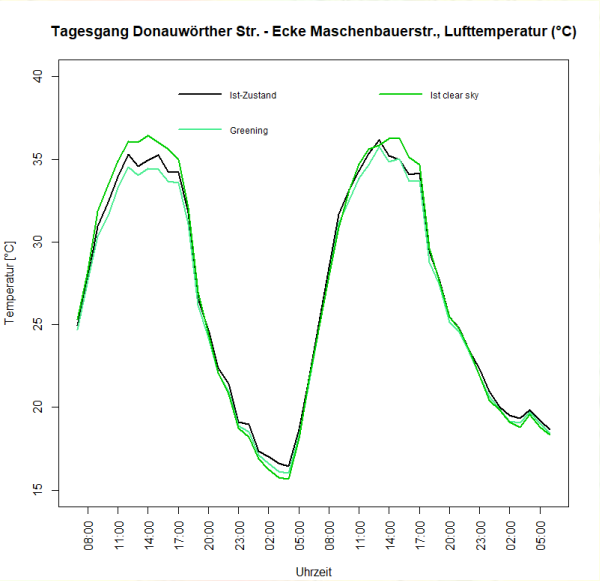
Modellgebiet Oberhausen

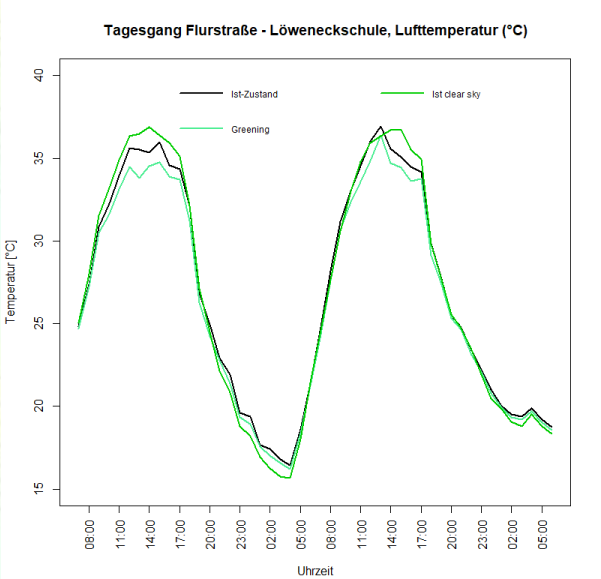




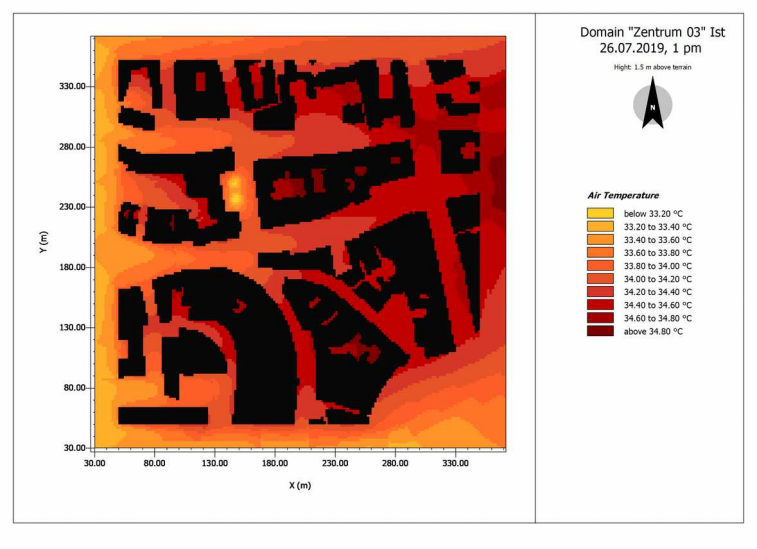
Modellgebiet Oberhausen

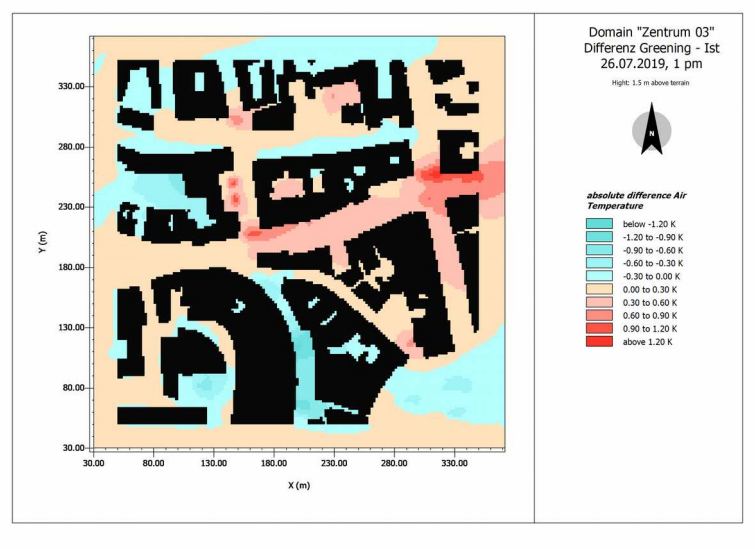
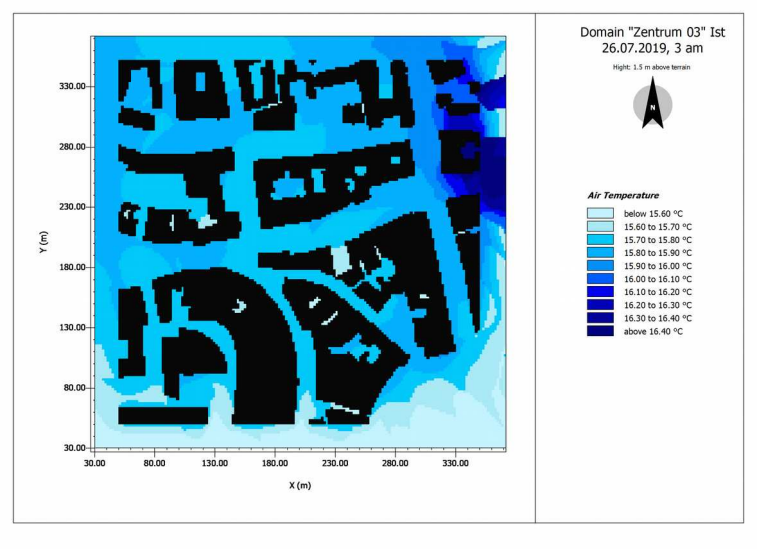
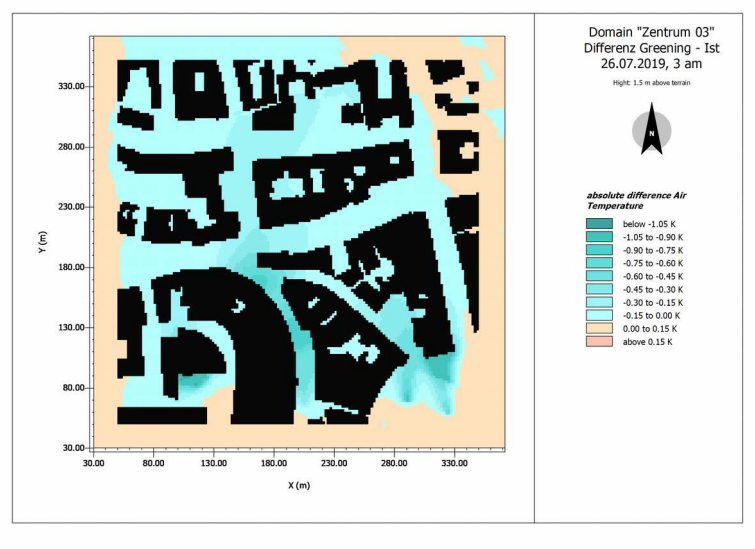






Modellgebiet Zentrum 03





Modellgebiet Zentrum 03