Stadtklima-Modellierung und verbesserte Landnutzungsklassifizierung zur Anpassung an den Klimawandel

Eine Fallstudie für die Stadt Klagenfurt

S. M. Oswald, B. Hollosi, M. Žuvela-Aloise, L. See, S. Guggenberger, W. Hafner, G. Prokop, A. Storch, W. Schieder

CCCA Klimatag 2021, 12.04.2021

International Institute for Applied Systems Analysis
IIASA www.iiasa.ac.at

iPAK International Project Management Agency Klagenfurt on Lake Wörthersee GmbH

umweltbundesamt
PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT

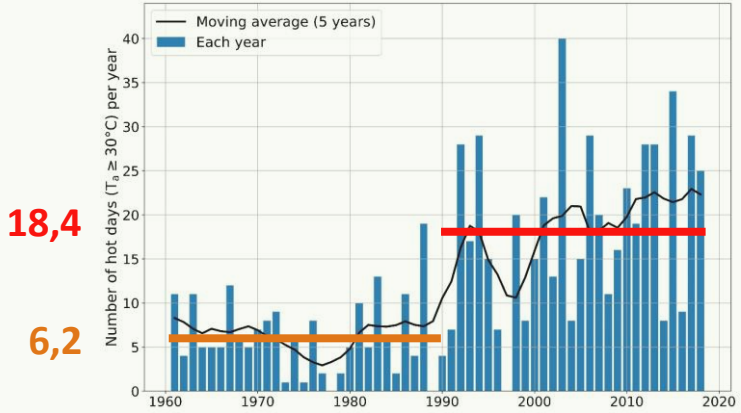
ADAPT-UHI,
ACRP Projekt
(KR17AC0K13693)

ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Motivation und verwendetes Modell

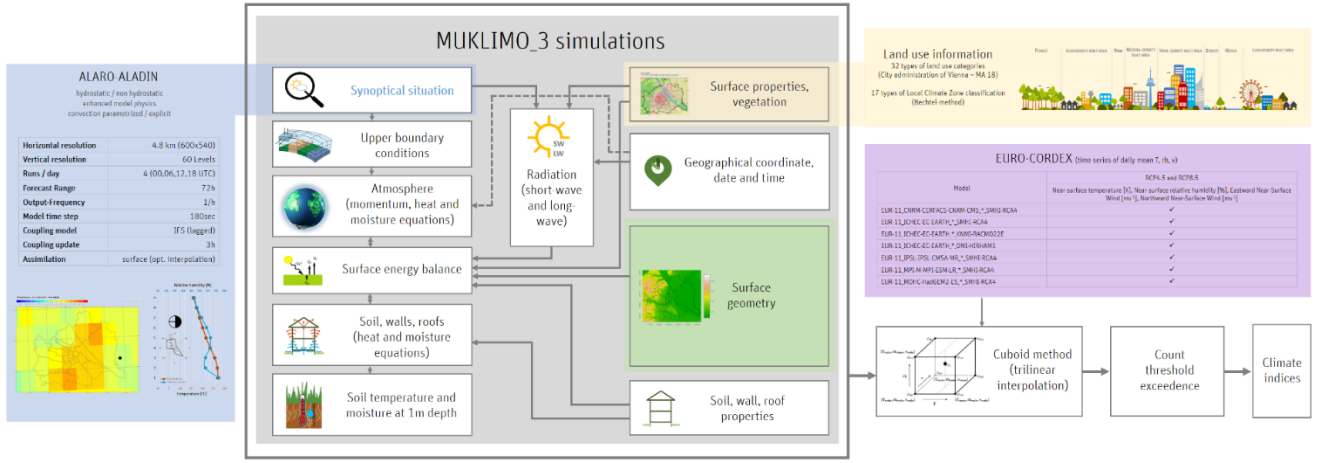
- Trend in der Anzahl an Hitzetagen pro Jahr (1961 – 2018)
  - Maximale Lufttemperatur ≥ 30 °C

Klagenfurt



3D **M**ikroskaliges **U**rbanes **KLI**ma**MO**dell *(Sievers and Zdunkowski, 1986; Sievers, 1990; Sievers, 1995)*

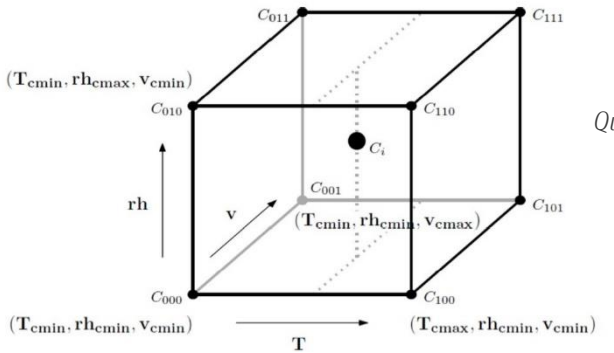
- Auflösung: horizontal 20-200 m, vertikal 10 – 100 m
- Input: Digitales Höhenmodell, meteorologische und Landnutzungsdaten
- Output: Tagesgänge von Wind, Lufttemperatur, relativer Feuchte, kurz und langwelliger Strahlung
- Verwendung der Cuboidmethode um Klimaindizes zu berechnen *(Früh et al., 2010)*



Meteorologische Daten: tägliche Mittelwerte von Lufttemperatur, relative Feuchte, Windgeschwindigkeit und Richtung von einer **Referenzstation außerhalb der Stadt** für eine Periode von mind. **30 Jahren** (z.B. 1981–2010)

Als Resultat erhält man die mittlere Anzahl von:

- **Sommertage** (T_{max} ≥ 25 °C)
- **Hitzetage** (T_{max} ≥ 30 °C)

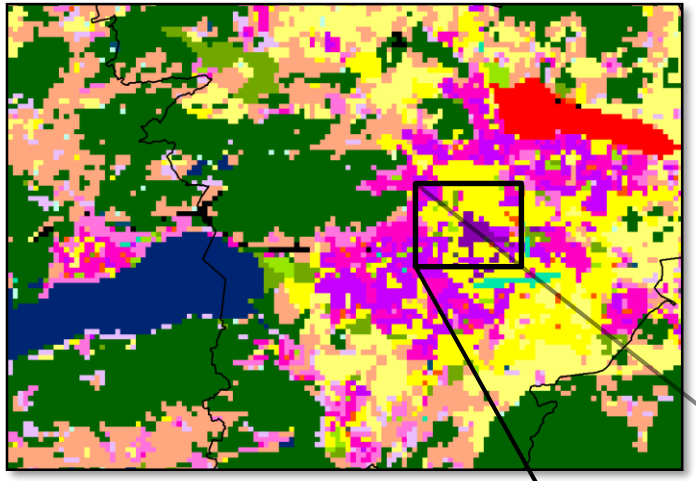


Schematische Darstellung der Cuboidmethode

Quelle: Früh et al. 2011; Zuvela-Aloise et al. 2014

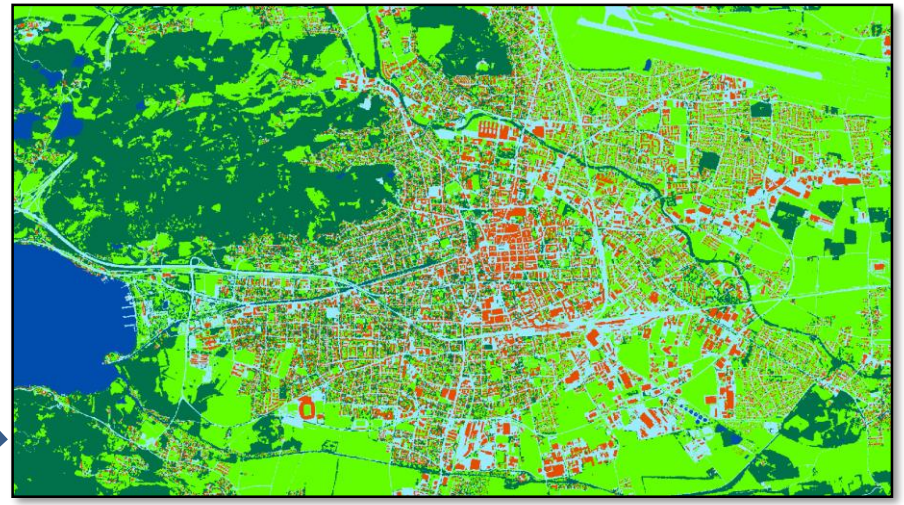
Grundlegende Daten zur Berechnung der Klimaindizes

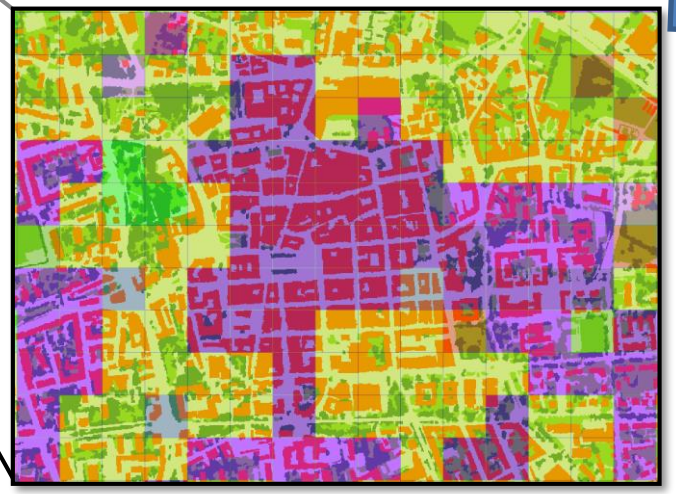
Urban Atlas (Copernicus)
100 m Auflösung



- Continuous urban fabric
- Discontinuous dense urban fabric
- Discontinuous medium density urban fabric
- Discontinuous low density urban fabric
- Discontinuous v. low density urban fabric
- Isolated structures
- Industrial commercial units
- Fast transit roads
- Other roads
- Railways
- Mineral extraction
- Land without current use
- Green urban areas
- Sports and leisure facilities
- Arable land
- Wineyards
- Pastures
- Forests
- Water

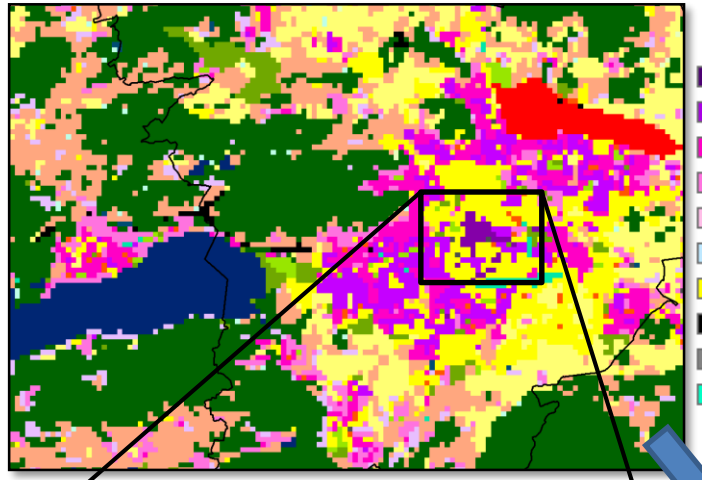
Land Information System Austria (LISA)
1 m Auflösung



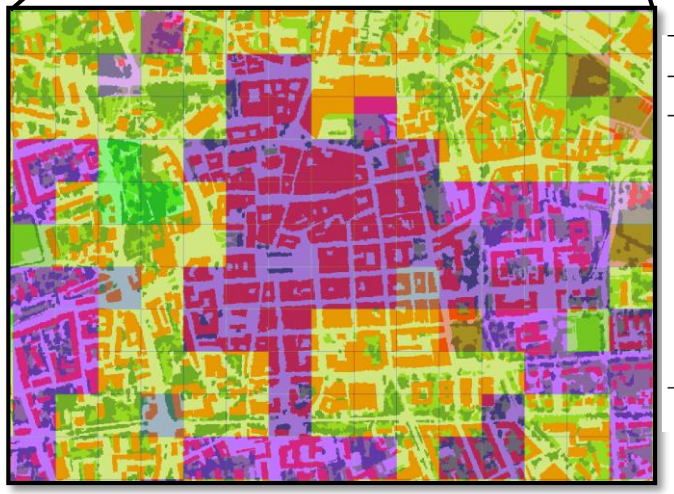


- Jede Gitterzelle beinhaltet gewissen Anteil an Landbedeckungstypen

Reklassifizierung mittels definierten Grenzwerten

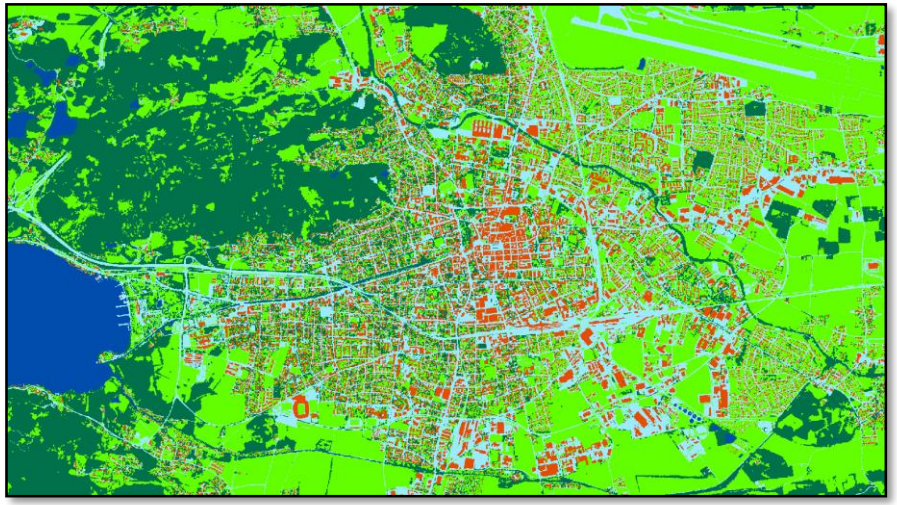


- Continuous urban fabric
- Discontinuous dense urban fabric
- Discontinuous medium density urban fabric
- Discontinuous low density urban fabric
- Discontinuous v. low density urban fabric
- Isolated structures
- Industrial commercial units
- Fast transit roads
- Other roads
- Railways
- Mineral extraction
- Land without current use
- Green urban areas
- Sports and leisure facilities
- Arable land
- Wineyards
- Pastures
- Forests
- Water



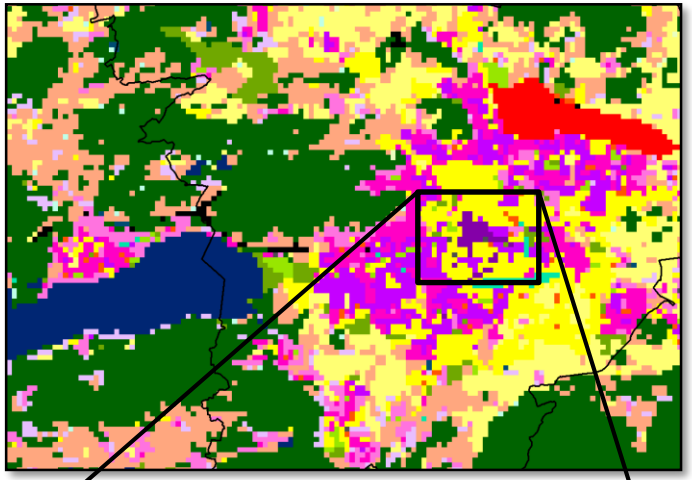
		Initial			
Class	Description	f_b	h_b	f_p	f_v
1	Continuous (Cont.) UF [1]	0.45	17.0	0.41	0.10
2	Discont. dense UF	0.23	14.0	0.32	0.37
3	Discont. medium density UF	0.18	10.0	0.26	0.46
4	Discont. low density UF	0.14	12.0	0.19	0.56
5	Discont. very low density UF	0.11	8.0	0.14	0.61
7	Industrial and military units	0.22	7.0	0.40	0.33
12	Airport	0.03	8.0	0.21	0.75

[1] UF = urban fabric

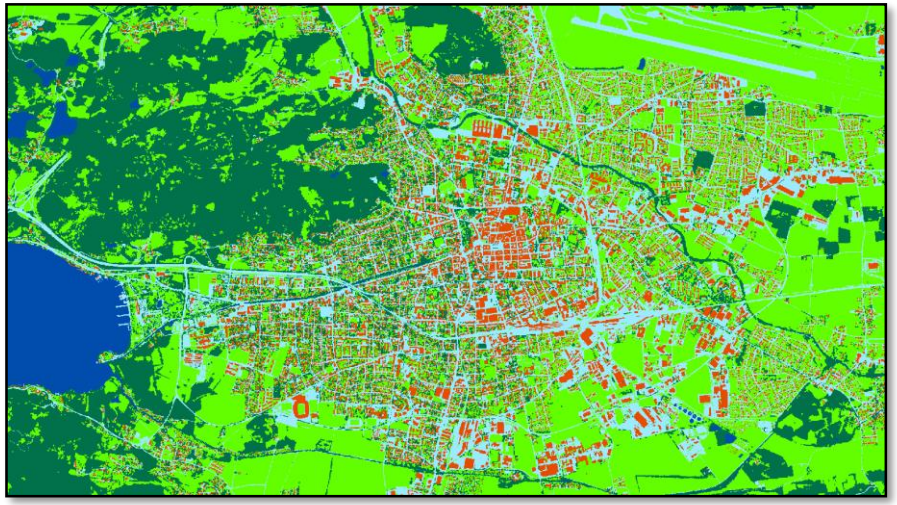


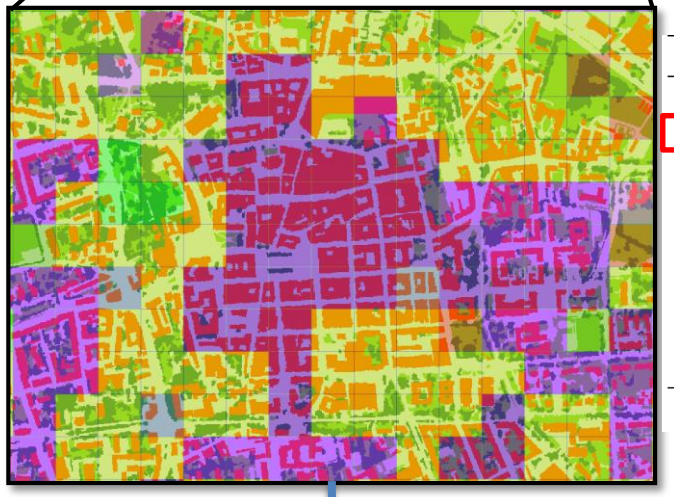
- Reklassifizierung mittels spezifischer Grenzwerte

Reklassifizierung mittels definierten Grenzwerten



- Continuous urban fabric
- Discontinuous dense urban fabric
- Discontinuous medium density urban fabric
- Discontinuous low density urban fabric
- Discontinuous v. low density urban fabric
- Isolated structures
- Industrial commercial units
- Fast transit roads
- Other roads
- Railways
- Mineral extraction
- Land without current use
- Green urban areas
- Sports and leisure facilities
- Arable land
- Wineyards
- Pastures
- Forests
- Water





		Initial			
Class	Description	f_b	h_b	f_p	f_v
1	Continuous (Cont.) UF [1]	0.45	17.0	0.41	0.10
2	Discont. dense UF	0.23	14.0	0.32	0.37
3	Discont. medium density UF	0.18	10.0	0.26	0.46
4	Discont. low density UF	0.14	12.0	0.19	0.56
5	Discont. very low density UF	0.11	8.0	0.14	0.61
7	Industrial and military units	0.22	7.0	0.40	0.33
12	Airport	0.03	8.0	0.21	0.75

[1] UF = urban fabric

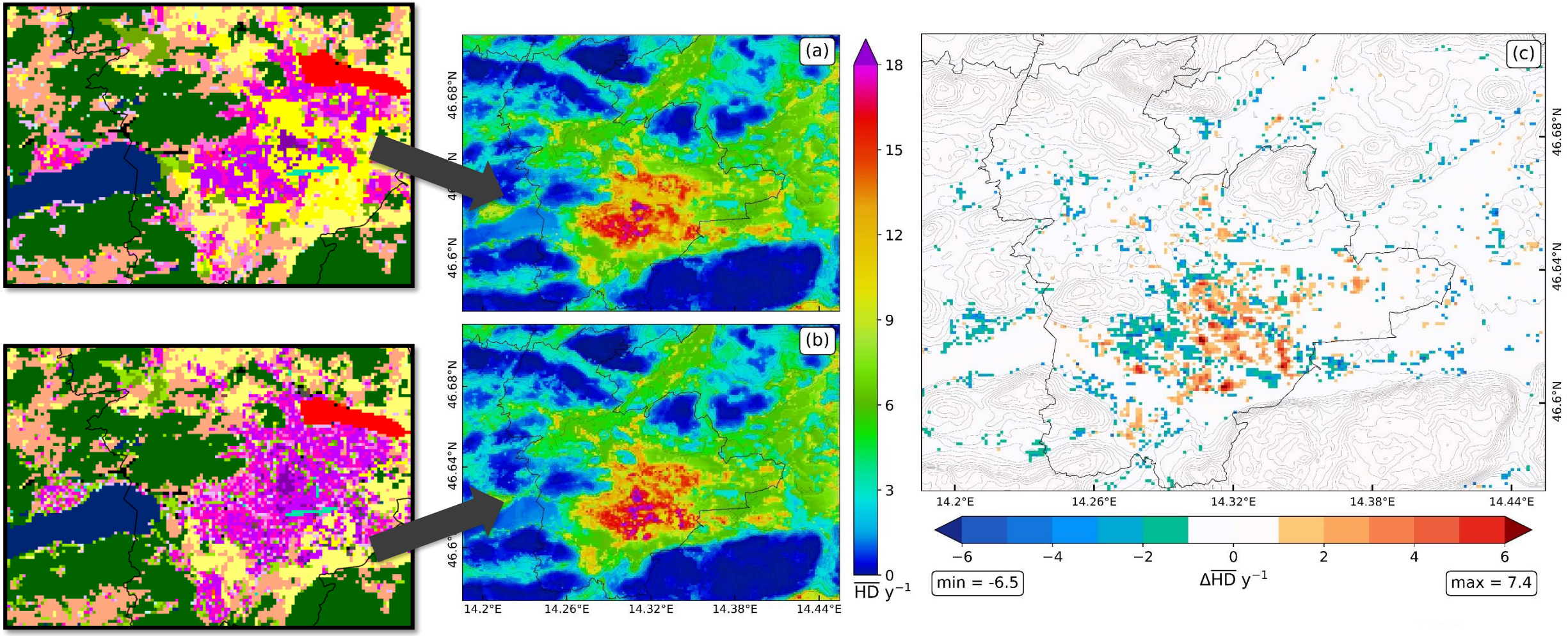
- Reklassifizierung mittels spezifischer Grenzwerte

- Prozentueller Flächenanteil:
  - Gebäude
  - Versiegelte Flächen
  - Bäume
  - Wiesen
  - Wasser
  - Unversiegelte Flächen ohne Vegetation

ZAMG Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Finale Landnutzung und Referenzsimulation

- Initiale Landnutzung (*oben, (a)*) vs. **finale (=verwendete) Landnutzung** (*unten, (b)*)



Mittlere Anzahl der **Hitzetage** pro Jahr (**1981–2010**) mit der Differenz zwischen (a) und (b)

Adaptierungsmaßnahmen

- **Potentiell umsetzbare Maßnahmen**

„White City“

- Reflexionsgrad **versiegelter Flächen** von 20 auf **40%**
- Reflexionsgrad der **Wände** von 30 auf **50%**
- Reflexionsgrad der **Dächer** von 20 auf **50%**

archiexpo

Innsbruck Innenstadt

TU Wien

NÖM

ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Adaptierungsmaßnahmen

- **Potentiell umsetzbare Maßnahmen**

„White City“

- Reflexionsgrad **versiegelter Flächen** von 20 auf **40%**
- Reflexionsgrad der **Wände** von 30 auf **50%**
- Reflexionsgrad der **Dächer** von 20 auf **50%**

archiexpo

Innsbruck Innenstadt

TU Wien

NÖM

„Green City“

- Versiegelte Flächen -30%
- Anzahl der Gründächer 50% (ausgew. Gebäude)
- Anzahl der Bäume +50% (geg. Wert)
- Niedrige Vegetation +15%

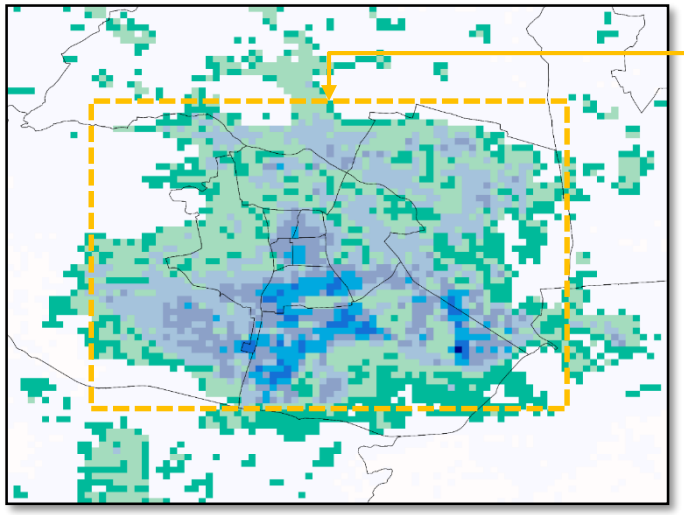
Stuttgart, researchgate

JAHN

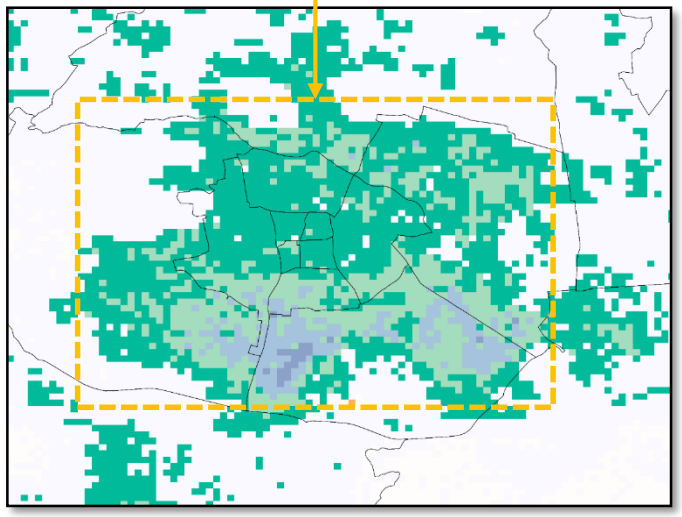
greenroofsaustralasia

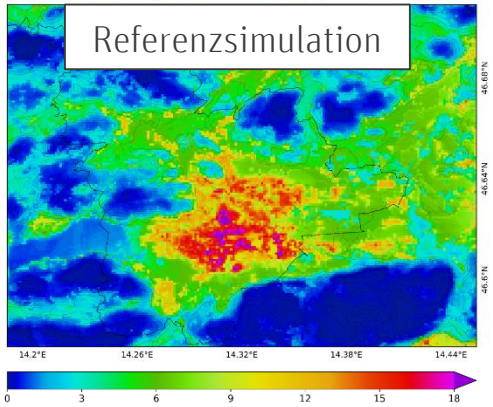
ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Adaptierungsmaßnahmen und deren Wirkung im Überblick

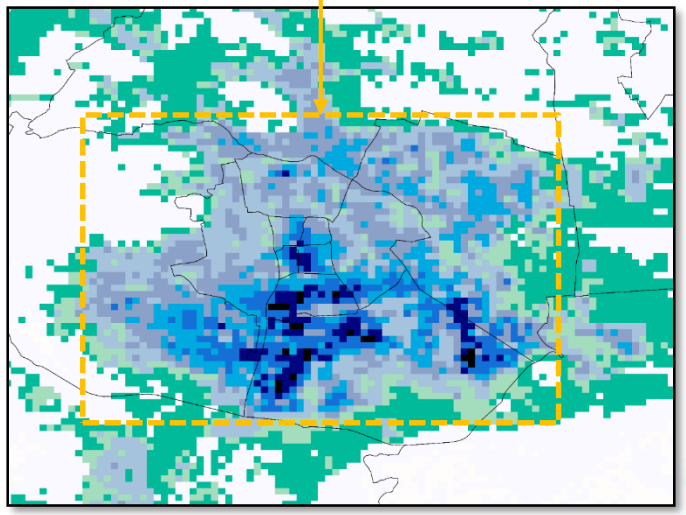


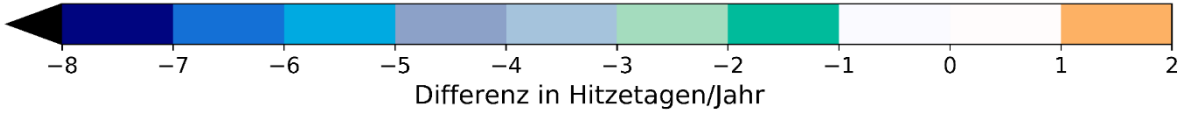
	Differenz in HT			
Maßnahme	**Avg.**	**%**	**Min.**	**%**
White City	-3.1	**-25**	-7.3	**-38**
Green City	-2.0	**-17**	-4.7	**-27**
Kombiniert	-4.2	**-36**	-9.2	**-44**





A cost–benefit analysis of implementing urban heat island adaptation measures in small- and medium-sized cities in Austria
by Daniel Johnson et al., 2020,
https://doi.org/10.1177%2F2399808320974689

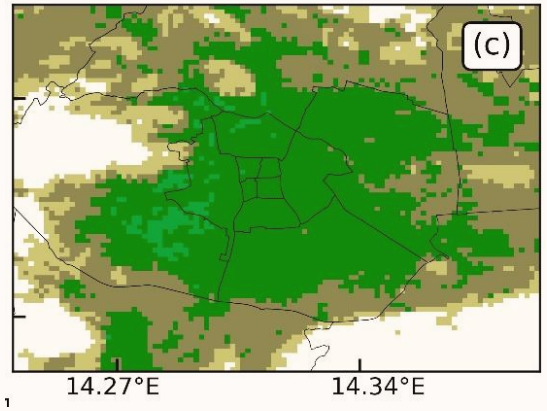




ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

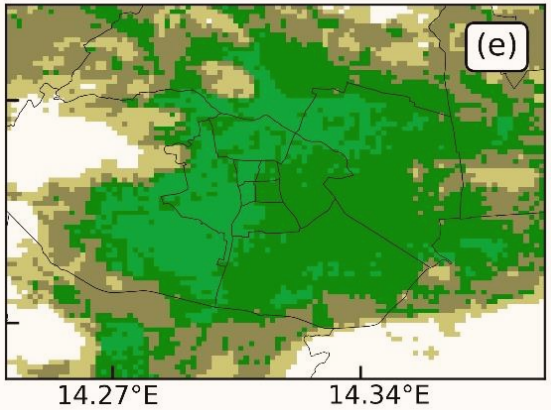
Zukünftige (mögliche) Entwicklung des Mikroklimas in Klagenfurt bis 2050

RCP4.5, 2021-2050

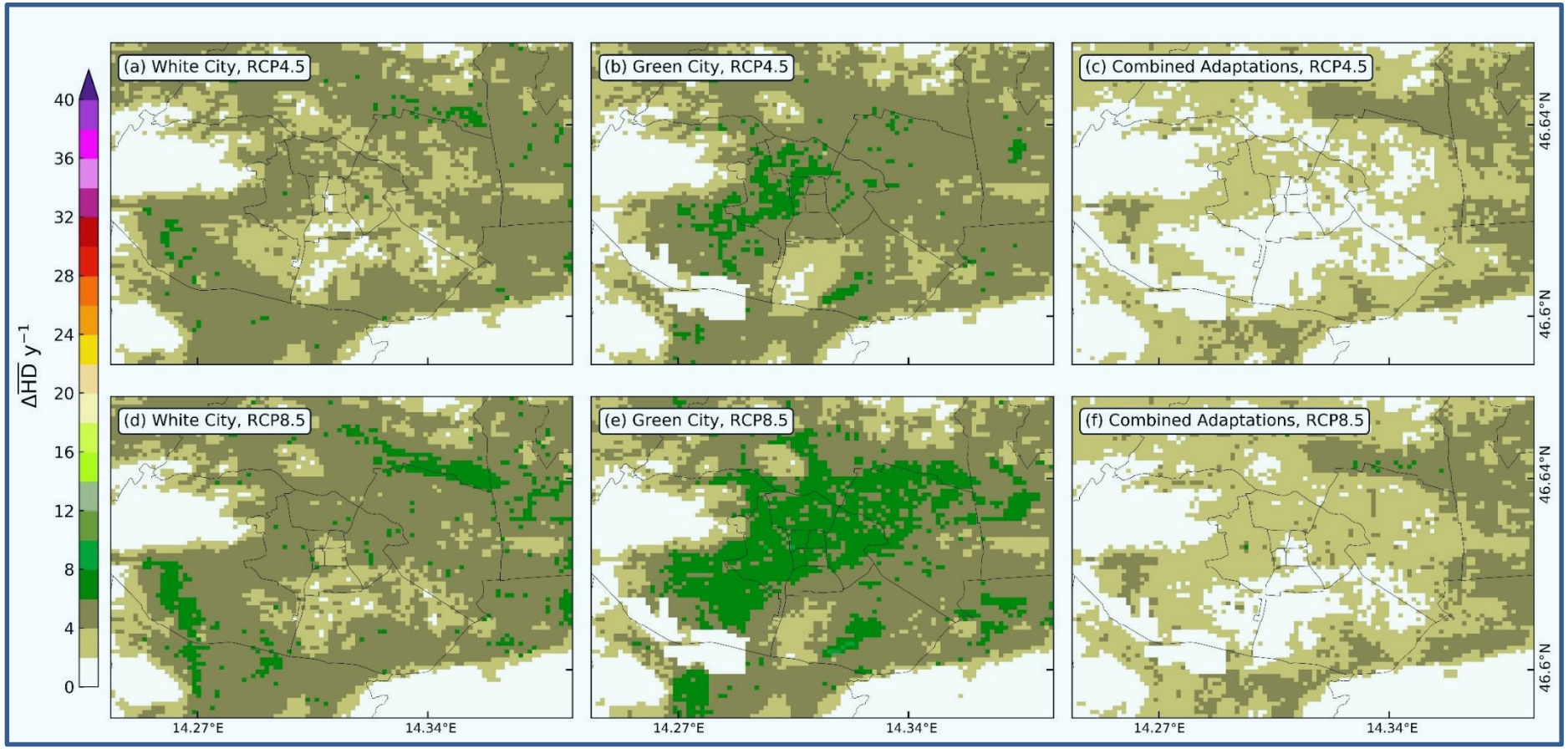


Ohne Maßnahmen

RCP8.5, 2021-2050



Mit Adaptierungsmaßnahmen

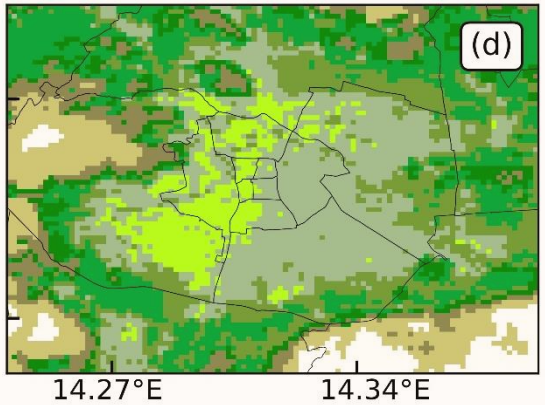


Differenz in Anzahl der **Hitzetage** pro Jahr (2021–2050)

ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

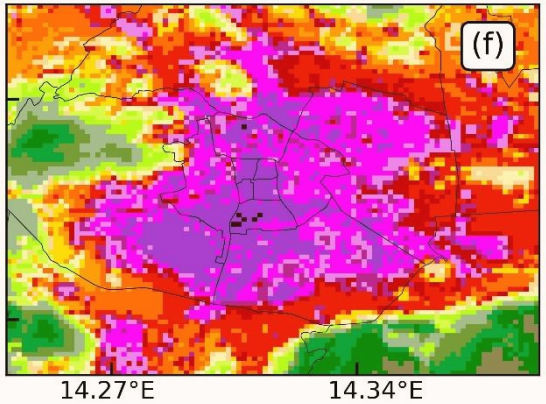
Zukünftige (mögliche) Entwicklung des Mikroklimas in Klagenfurt bis 2100

RCP4.5, 2071-2100

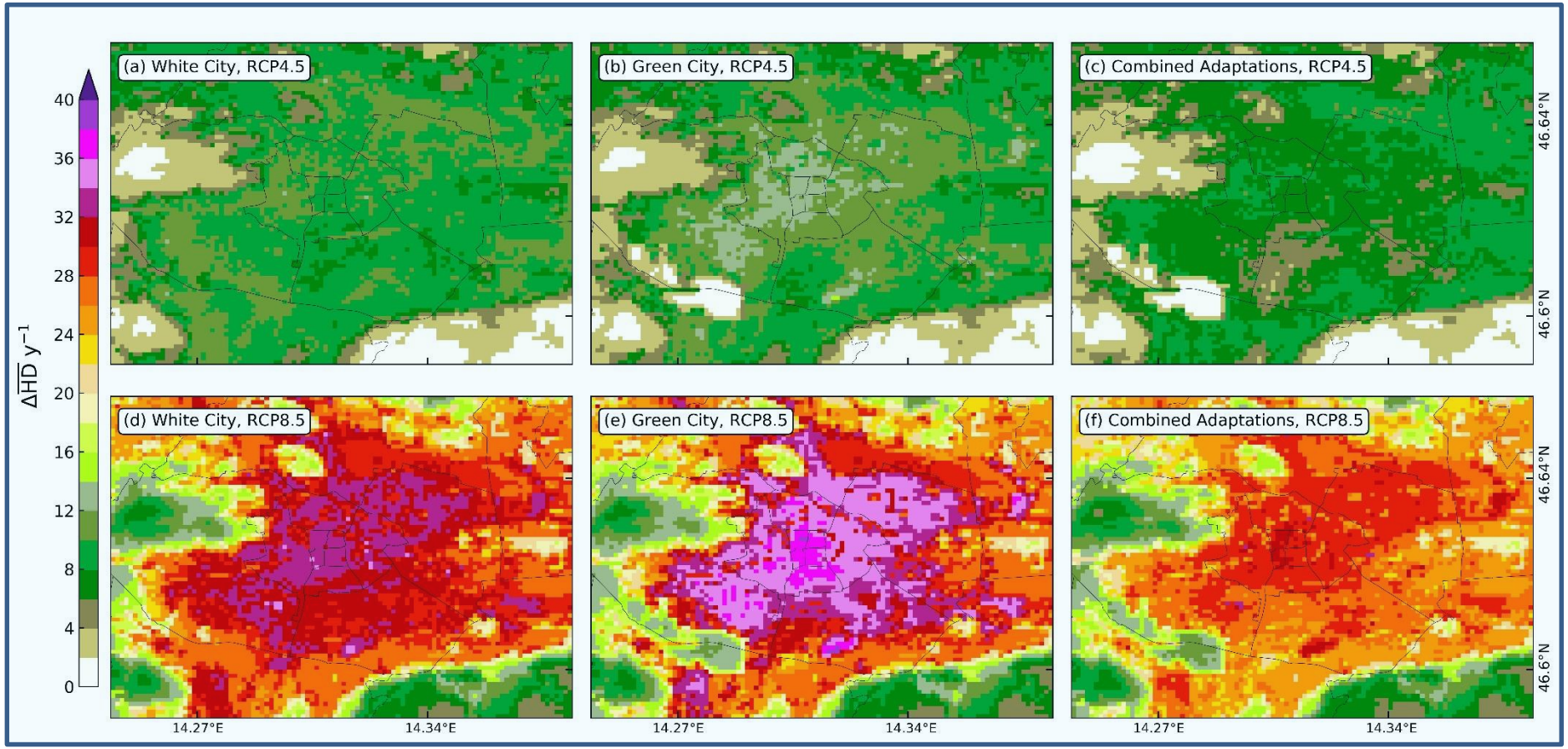


Ohne Maßnahmen

RCP8.5, 2071-2100



Mit Adaptierungsmaßnahmen



Differenz in Anzahl der **Hitzetage** pro Jahr (2071–2100)

ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Vielen Dank!

Sandro Oswald
Fachabteilung Stadtmodellierung
Abteilung Vorhersagemodelle
Bereich Daten, Methoden, Modelle
ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
1190 Wien, Hohe Warte 38

11 NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN

13 KLIMASCHUTZ UND ANPASSUNG

ZAMG
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik