

Stadtgrün Workshop

Sebastian Schubert, Jan Volkholz



Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung

Karlsruhe, 24.9.2018

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

Aufgaben im Projekt „Stadtgrün“

Untersuchung des Effekts von Vegetation auf das Stadtwetter/Stadtklima für die vier Städte

Augsburg, **Karlsruhe**, **Leipzig** und **Nürnberg**

- statistische Analyse von Simulationsensembles für die Zukunft (✓)
- Analyse des Klimas 1979 ...2015 und Auswahl von drei/vier Sommern in diesem Zeitraum (✓)
- Simulation dieser vier Sommern für jede Stadt mit Vegetation im Ist-Zustand (✓)
- Simulation dieser vier Sommer für jede Stadt mit mehr Vegetation (✗)

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

Stadtdaten

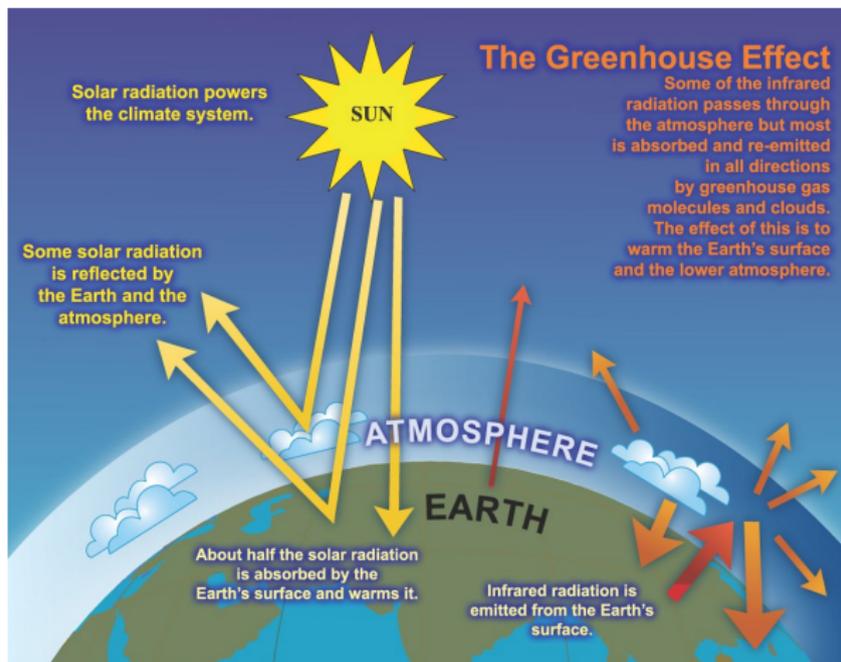
Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

Klimamodellierung

1. Angenommene („**Emissionsszenario**“) oder beobachtete **Treibhausgaskonzentration** in der Atmosphäre
2. Simulation der **globalen Atmosphäre** mit einem Globalmodell oder beobachtete globale Atmosphäre (Reanalyse)
3. Simulation der Fokusregion mit einem höher aufgelösten Regionalmodell („**Downscaling**“)

Treibhauseffekt



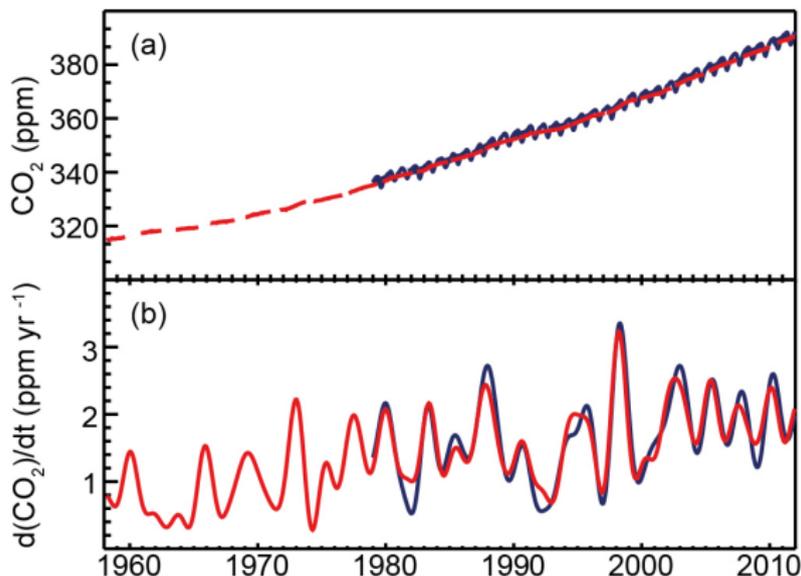
Quelle: IPCC AR4 2007

Durchschnittstemperatur ohne Atmosphäre, aber bei gleichem Albedo: $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, mit Atmosphäre $14\text{ }^{\circ}\text{C}$

Treibhausgase in der Vergangenheit

am Vulkan Mauna Loa, Hawaii gemessen

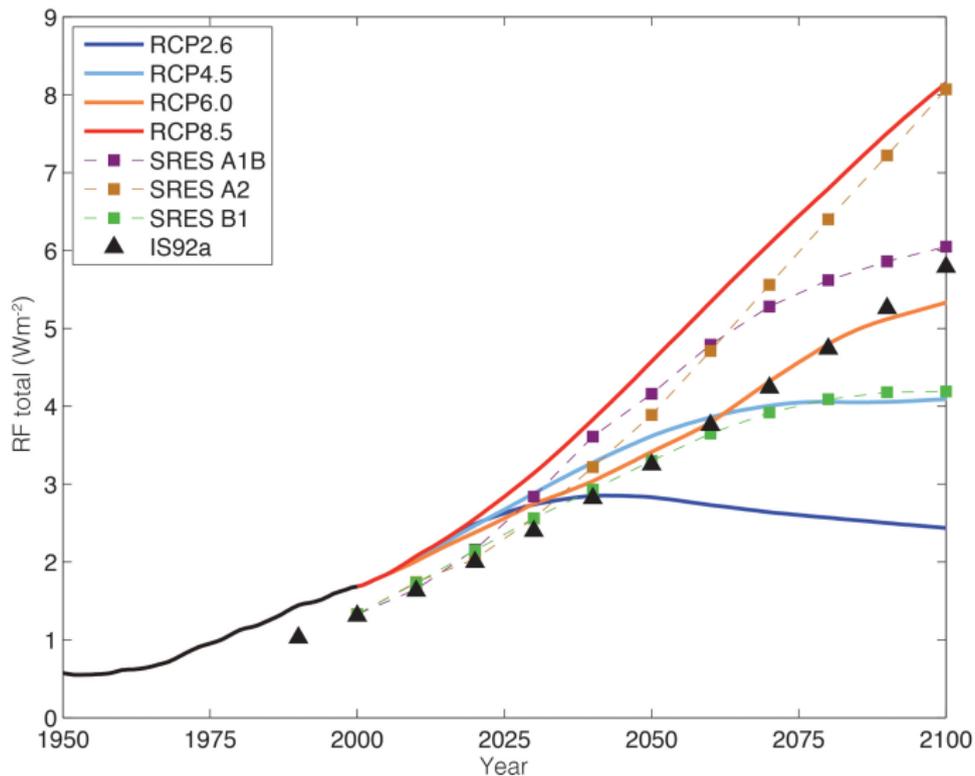
auch als „*Keeling Kurve*“ bekannt (nach Charles David Keeling)



Jahresgang aufgrund des Vegetationszyklus

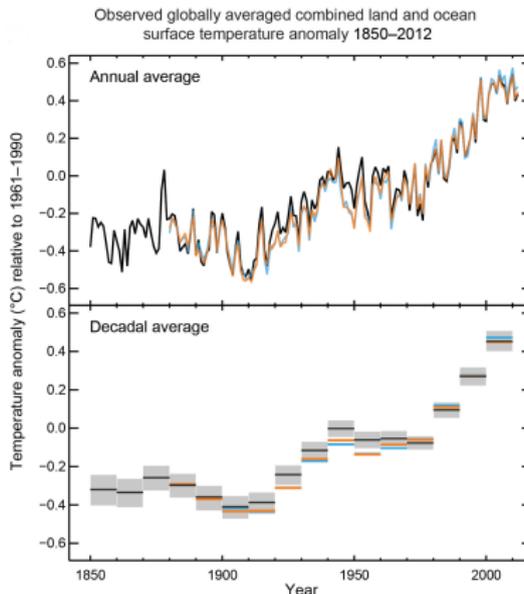
Quelle: IPCC AR5

Treibhausgase in der Zukunft



Quelle: IPCC AR5

Anstieg der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur

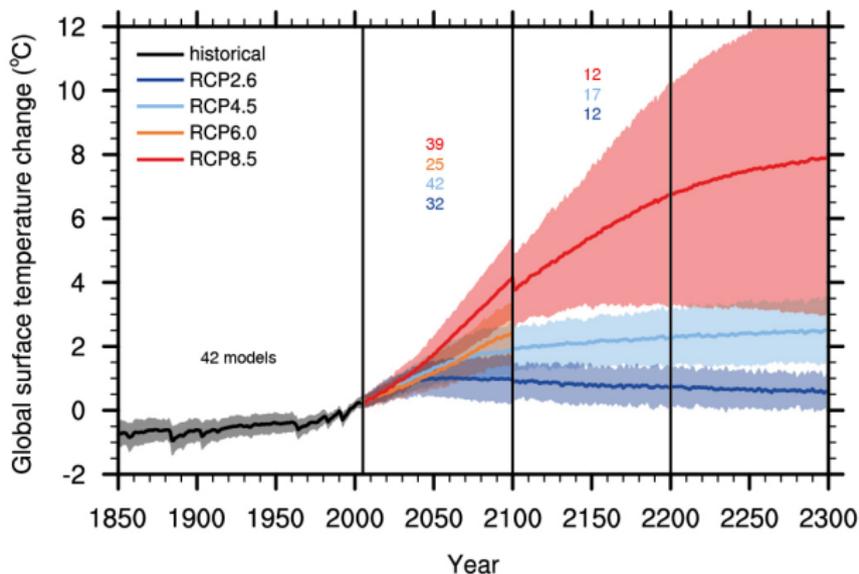


Quelle: IPCC AR5 (2013)

oben: Anomalien der jährlichen globalen Durchschnittstemperatur (drei Datensätze)

unten: globale Schnitte pro Jahrzehnt (1850–1859, ... , 2000–2009) mit Unsicherheiten für den „schwarzen“ Datensatz

Langfristprojektion der durchschnittlichen globalen Oberflächentemperatur



Änderung gegenüber 1886–2005; 5. bis 95. Perzentil; fette Linie: Ensembleschnitt; farbige Zahlen: n Modelle

Quelle: IPCC AR5 (2013)

ERA Interim – ein Reanalysedatensatz

Als Antrieb verwenden wir den globalen Datensatz *ERA Interim*, eine *Reanalyse*.

- die Vergangenheit wird mit einem *globalen Klimamodell* gerechnet
- dabei werden aber *Messergebnisse in den Lauf gefüttert*, die das Modell auf bekannte Messwerte zwingen
- so erhält man einen Datensatz, der die Beobachtungen reproduziert
- zusätzlich sind aber auch Werte für die gesamte Welt auf einem regulären Gitter und in hohen Höhen verfügbar
- es sind auch Variablen erhältlich, die ursprünglich nicht gemessen wurden

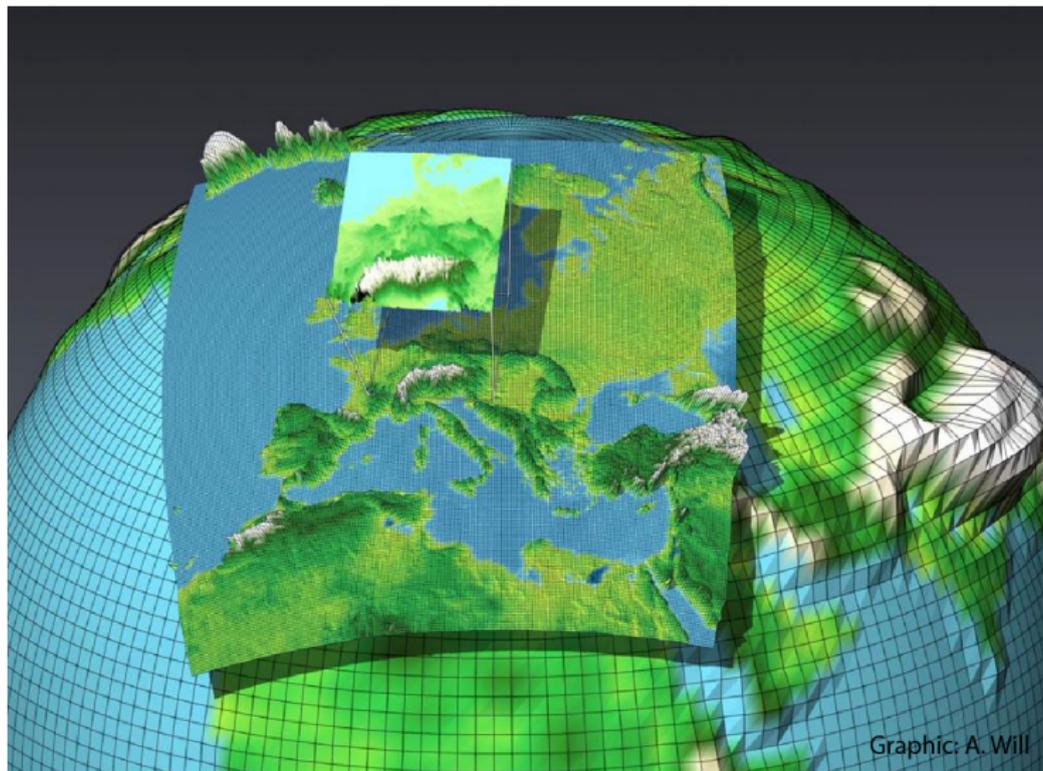
ERA Interim – Steckbrief

<i>Zeitraum:</i>	1979 ... 2015
<i>Frequenz:</i>	6 Stunden
<i>räumliche Auflösung:</i>	ungefähr 80 km
<i>Variablen:</i>	Temperaturen, Niederschlag, Wind, Evaporation, Bewölkung, Druck, Meereis, ...

Regionalmodell CCLM

- CCLM = COSMO-CLM, COSMO-Model in CLimate Mode
- Homepage: <http://www.clm-community.eu/>
- COSMO: nicht-hydrostatisches numerisches **Wettervorhersagemodell** vom Deutschen Wetterdienst
- CCLM wird auf Zeitskalen von **Jahrzehnten bis Jahrhunderten** eingesetzt
- die Auflösung liegt bei **500 m bis 50 km**, angewandt auf die verschiedensten Regionen der Welt

CCLM Simulation



Quelle: www.clm-community.eu

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

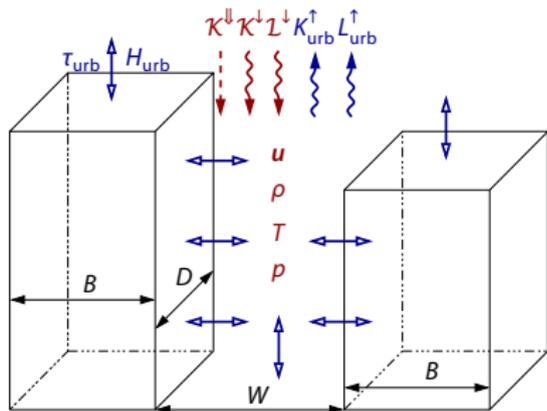
Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

DCEP

Das **Stadtmodell DCEP** simuliert die Stadt als **Straßenschluchten** („Canyons“) und **Gebäude**, wobei eine Verteilung hinsichtlich ihrer Eigenschaften, z.B. Richtung der Straßenschluchten, gegeben wird.



Eingabegrößen:

L^{\downarrow} : langwell. Strahlung (einkommend)

$K^{\downarrow, \uparrow}$: kurzwell. Strahlung (einkommend)

u : Windgeschwindigkeit

ρ : Luftdichte

T : Lufttemperatur

p : Luftdruck

Ausgabegrößen:

τ_{urb} : Impulsfluss

H_{urb} : sensibler Wärmefluss

L^{\uparrow} : langwell. Strahlung (ausgehend)

K^{\uparrow} : kurzwell. Strahlung (ausgehend)

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

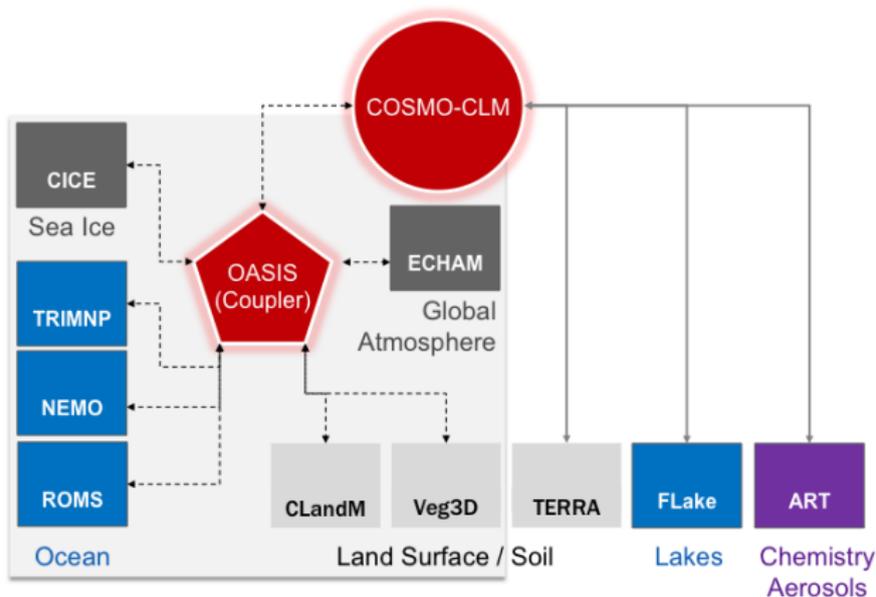
Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

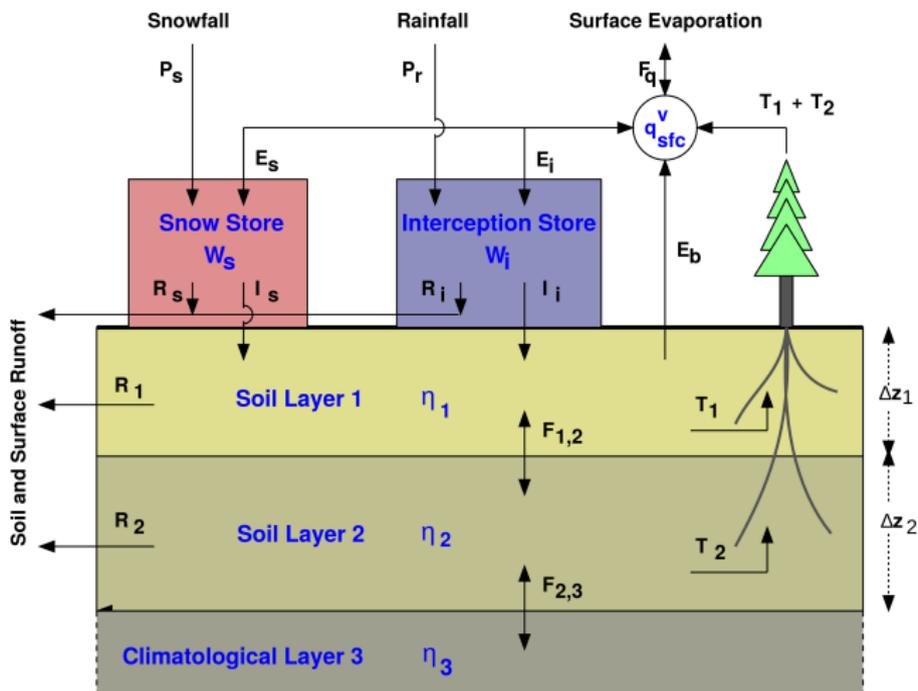
CCLM Untermodelle

CCLM kann verschiedene **Untermmodelle ankoppeln**, das Bodenmodell simuliert auch die Vegetation. Wir verwenden hier **TERRA-ML**, das Standardbodenmodell von CCLM.



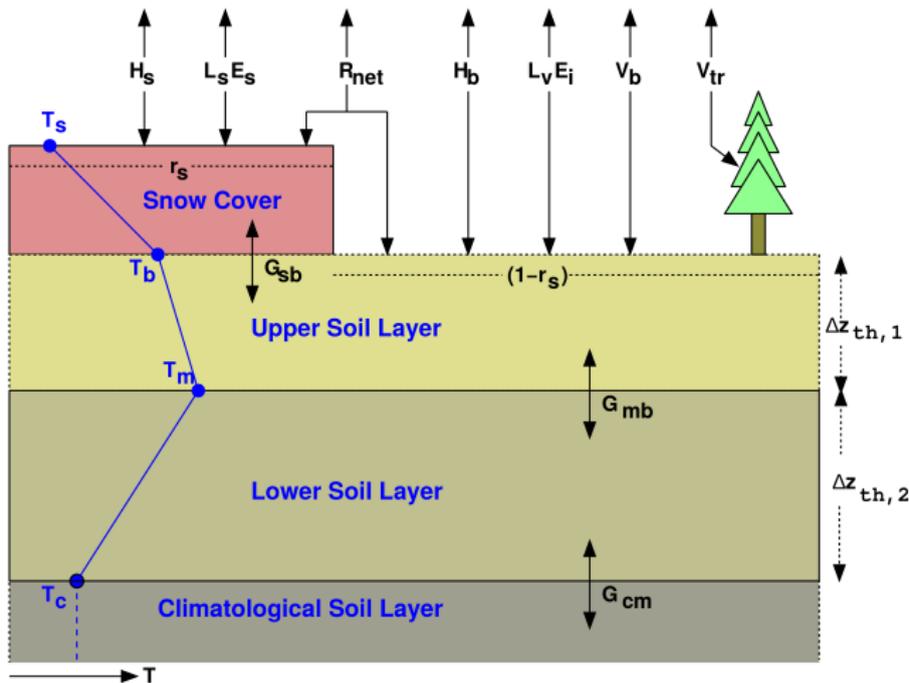
Quelle: www.clm-community.eu

Bodenmodell TERRA-ML (Hydrologie)



Quelle: www.clm-community.eu

Bodenmodell TERRA-ML (Wärmefluss)



Quelle: www.clm-community.eu

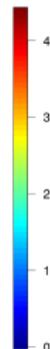
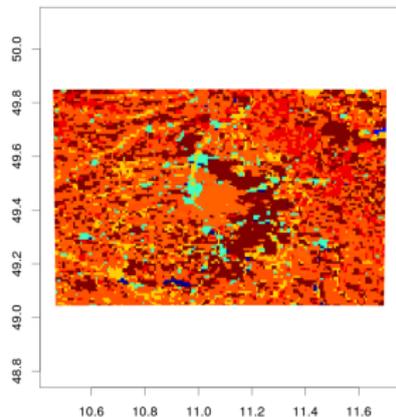
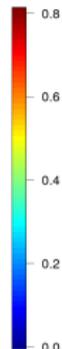
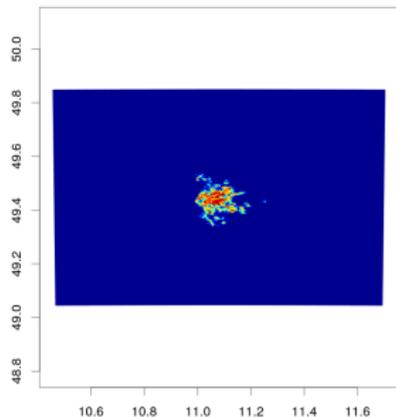
Vegetation

Das Bodenmodell TERRA-ML simuliert auch die Vegetation. Die Vegetation wird über **drei Parameter** abgebildet.

1. Blattflächenindex
2. Bedeckungsgrad
3. Wurzeltiefe

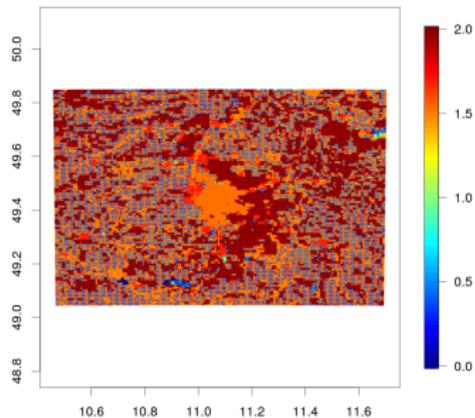
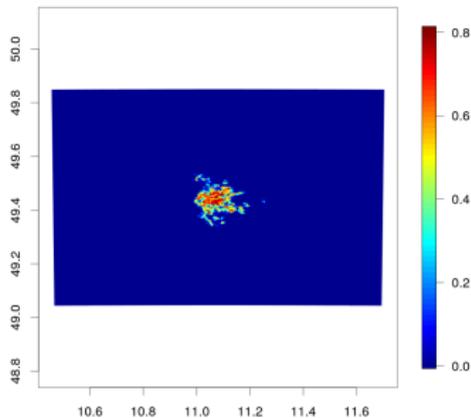
Zusätzlich sind einige Parameter fest verdrahtet, wie z.B. der Stomatawiderstand. Die Parameter weisen einen Jahresgang auf.

Vegetation (Blattflächenindex)



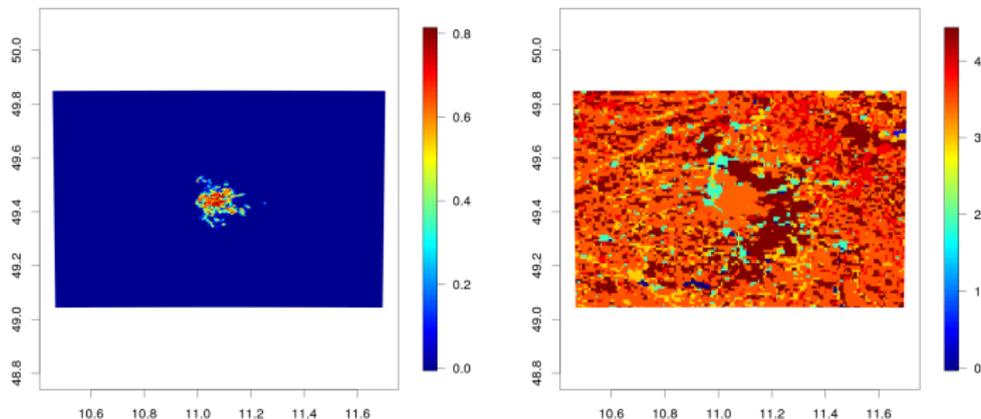
links: Stadtanteil Nürnberg
rechts: Blattflächenindex im Juli

Vegetation (Wurzeltiefe)



links: Stadtanteil Nürnberg
rechts: Wurzeltiefe

Vegetation (Bedeckungsgrad)



links: Stadtanteil Nürnberg

rechts: Bedeckungsgrad im Juli

Dies ist der Parameter, mit dem wir die veränderte Vegetation abbilden wollen. Wir wollen also nicht die Pflanzen an sich, sondern deren Vorkommen verändern.

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

Auswahl der Sommer

Ursprünglich war geplant, drei Sommer zu simulieren. Wir haben uns aber für vier entschieden:

1. ein heißer Sommer
2. ein kalter Sommer
3. ein repräsentativer Sommer, der der CCLM Simulation entspricht
4. ein repräsentativer Sommer, der den Beobachtungen des EOBS Datensatz entspricht

Um die Auswahl zu treffen, haben wir das Klima Europas von 1979 ... 2015 simuliert.

Heißer und kalter Sommer

Auswahl der extremen Sommer

1. für alle 4 Städte wurden die jeweiligen Gitterpunkte des Europalaufes ausgewertet, und zwar hinsichtlich der Durchschnitte der Durchschnitts-, die Maximum- und die Minimumtemperatur
2. bis auf die Minimumtemperatur in Leipzig war 2003 immer der heißeste Sommer für alle Städte und Größen war 2003 einer der heißesten Sommer (2. heißester Sommer für die Minimumtemperatur in Leipzig)
3. 1980 immer in der Topp 3 der kältesten Sommern, meist der kälteste

Repräsentative Sommer

Um die repräsentativen Sommer zu bestimmen, sind wir folgendermaßen vorgegangen

1. ordne alle Temperaturen (täglich) nach ihren Werten
2. bestimme 10., 20., ... 90. Perzentil
3. dies wird für die Minimum-, die Durchschnitts- und die Maximumtemperatur ausgeführt
4. analog wird das obige Verfahren für jeden einzelnen Sommer 1979 ... 2015 ausgeführt
5. nun werden die $3 \times 9 = 27$ Differenzen aufsummiert, und der Sommer mit dem geringsten Abstand gewählt

Dies haben wir einmal für den CCLM Lauf und einmal für die EOBS Beobachtungen gemacht.

Gewählte Sommer

kalter Sommer	1980
heißer Sommer	2003
repräsentativer Sommer (EOBS)	1989
repräsentativer Sommer (CCLM)	2012

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

Augsburg (✓)

- Ableitung aus „Local Climate Zones“ Karte

Diese Daten sind für uns **ausreichend**.

Karlsruhe (✓)

- Daten zu öffentlichen Grünflächen, Gebäuden und Geländen
- Daten zum Vegetationsanteil

Diese Daten sind für uns **ausreichend**.

Leipzig (✓)

- Ableitung aus CityGML-Datensatz
- Ableitung aus Stadtklassifizierung

Diese Daten sind für uns **ausreichend**.

Nürnberg (✓)

- Karte mit Stadtparametern

Diese Daten waren für uns **ausreichend**. Die Nürnberg Simulationen laufen bereits.

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

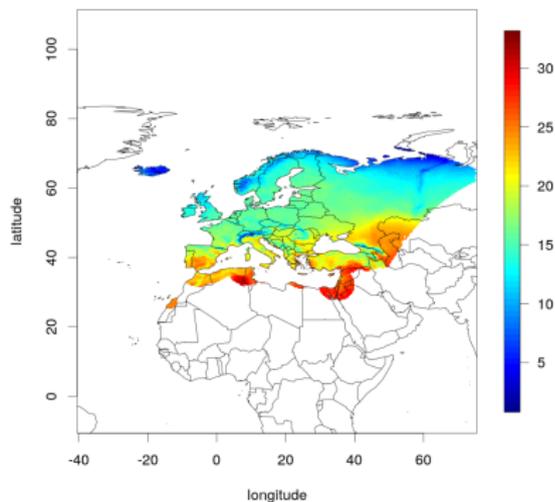
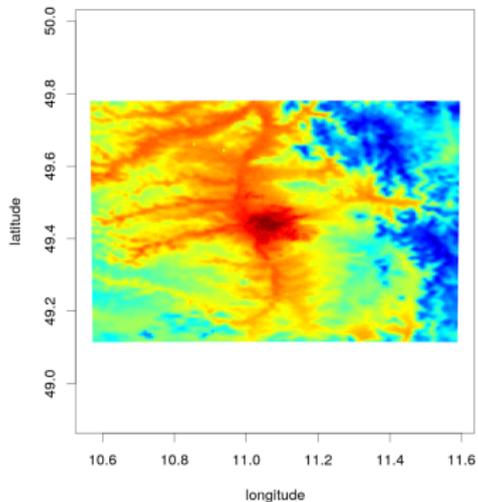
Auswahl der Sommer

Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

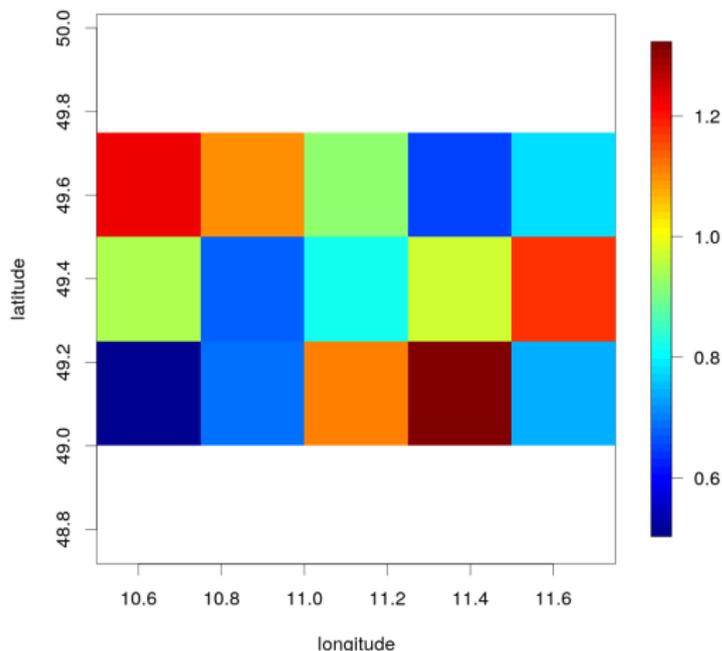
Zusammenfassung und Ausblick

Durchschnittstemperatur Nürnberg Sommer 1980



links: Simulation Nürnberg
rechts: Beobachtung EOBS

Bias Durchschnittstemperatur Nürnberg Sommer 1980



Dieser „Bias“ (Δ zwischen Simulation und Beobachtung) liegt im üblichen Bereich. Wir interessieren uns hauptsächlich für das Änderungssignal (einfachste Form der „Biaskorrektur“).

Outline

Treibhausgase und Klima

Stadtmodell DCEP

Vegetation in CCLM

Auswahl der Sommer

Stadtdaten

Beispielergebnis Nürnberg

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung und Ausblick

Bisher

- statistische Analyse von Simulationensequenzen für die Zukunft (✓)
- Simulation der Jahre 1979 ... 2015 für Europa (✓)
- die Jahre wurden ausgewählt (✓)
- die Stadtsimulationen (Nürnberg) im Ist-Zustand haben begonnen (✓)

Als nächstes

- Simulation von Augsburg, Karlsruhe und Leipzig im Ist-Zustand
- Entwicklung der Vegetationsszenarien gemeinsam mit den Städten