



Regionales Management von Klimafolgen  
in der Metropolregion  
Hannover-Braunschweig-Göttingen

## Auswirkungen des Klimawandels auf die Metropolregion

Dipl.-Geogr. Andrea Krause  
Prof. Dr. Günter Groß

Hannover, 05.07. 2011



Institut für Meteorologie und Klimatologie  
Leibniz Universität Hannover



### Inhalte des Teilprojekts

---

- Aufbereitung von meteorologischen Basisinformationen für die einzelnen Teilprojekte
- Implementierung der Klimadaten in Form von Karten in die I+K Plattform
- Analysen von Extremereignissen in den Vertiefungsräumen Uetze/Celle, Hildesheim und Göttingen
- Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Pflanzenentwicklung
- Abschätzung der Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung



---

Andrea Krause

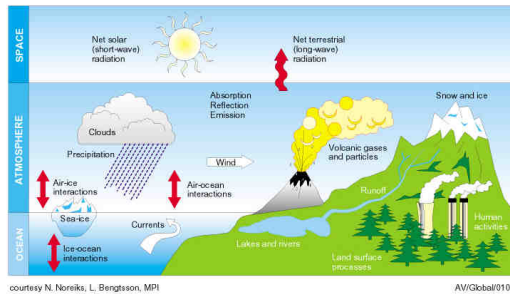
[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

2



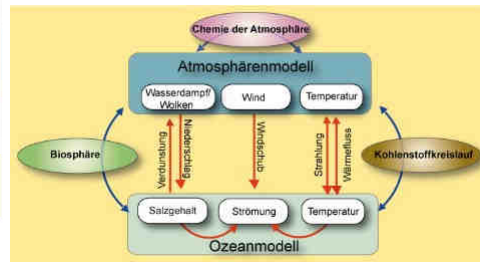
## Von der globalen zur regionalen Klimaprojektion

### Darstellung des Klimasystems mit Hilfe von globalen Zirkulationsmodellen



courtesy N. Noreika, L. Bengtsson, MPI

AV/Global0101



Quelle: <http://wiki.bildungsserver.de>

- Zusammenhänge im Klimasystem werden durch mathematische Formeln und physikalische Gesetze ausgedrückt
- vergleichbar mit numerischer Wettervorhersage



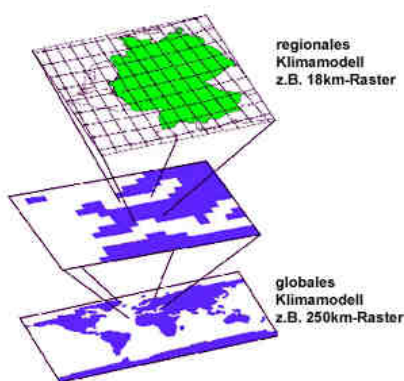
Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

3



## Von der globalen zur regionalen Klimaprojektion



Quelle: <http://www.waldwissen.net>

### Regional:

- unterschiedliche Regionalisierungsansätze
- in Dtl. 4 große Modelle:
  - WETTREG & STAR: statistische Modelle
  - CLM & REMO: dynamische Modelle
- Randbedingungen liefert das Globalmodell ECHAM5
- Veränderungen der Landnutzung sind nicht enthalten

### Downscaling

### Global:

- Welches Szenario wird verwendet? (Bevölkerungsentwicklung, THG-Emissionen, technologischer Fortschritt)
- Problem:
  - grobe räumliche Auflösung (max. 150x150km)
  - ermöglicht keine regionalen Aussagen
  - beim Niederschlag teilweise nicht einmal Übereinstimmung im Vorzeichen der Änderung



Andrea Krause

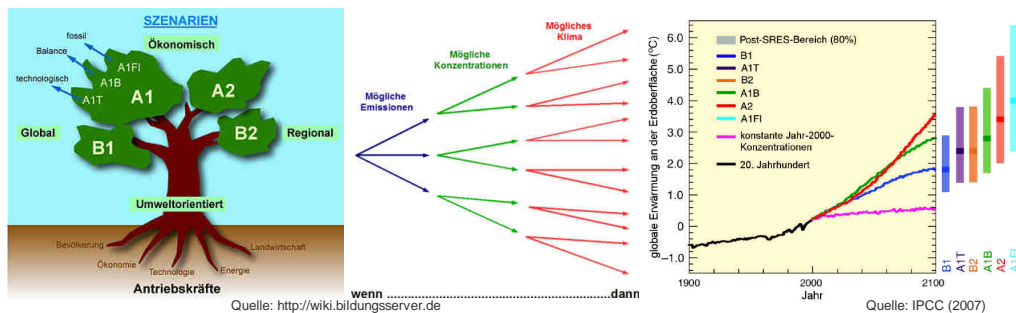
[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

4



## Von der globalen zur regionalen Klimaprojektion

Eine Klimavorhersage ist nicht möglich, die Ergebnisse basieren auf Szenarien!



Ergebnisse sind eine mögliche Bandbreite der Änderungen.



Andrea Krause

www.klimafolgenmanagement.de

5



## Von der globalen zur regionalen Klimaprojektion

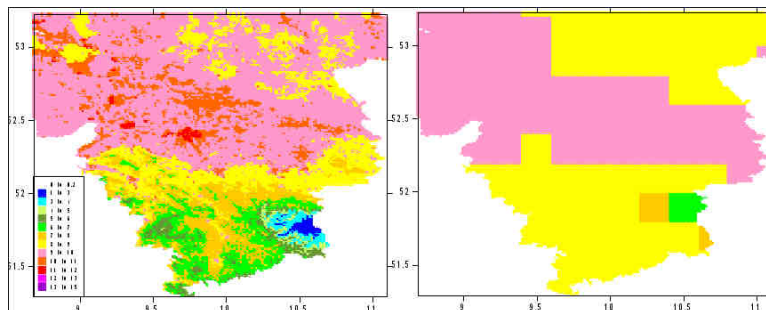
CLM Daten (aus der CERA Datenbank)

CLM Daten = Randbedingungen für das mesoskalige Modell FITNAH

Basiert auf "intelligenter Interpolation" durch Integration von Topographie und Landnutzung

FITNAH: 1 km x 1 km

CLM: ca. 16 km x 18 km



- Szenario: A1B

- Zeitraum: 2021-2050 und 2071-2100 im Vergleich zum Referenzzeitraum 1961-1990



Andrea Krause

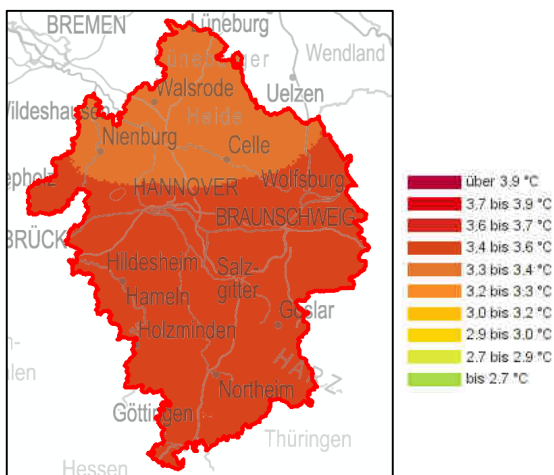
www.klimafolgenmanagement.de

6



## Auswirkungen des Klimawandels in der Metropolregion

Jahresmittel der Temperatur 2071/2100 zu 1961/1990:



- Anstieg der Jahresmitteltemperatur um durchschnittlich 3.3 - 3.5 K, besonders aber im Winter (+ 4 K)  
DWD: 1961 - 1990: 8.3°C
- Zunahme von Sommertagen (+ 20 bis 30 Tage / Jahr) und heißen Tagen  
Hannover (1961 - 1990): 26 Sommertage / Jahr
- Abnahme von Frosttagen (- 50 bis 60 Tage / Jahr) und Eistagen  
Hannover (1961 - 1990): 80 Frosttage / Jahr



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

7

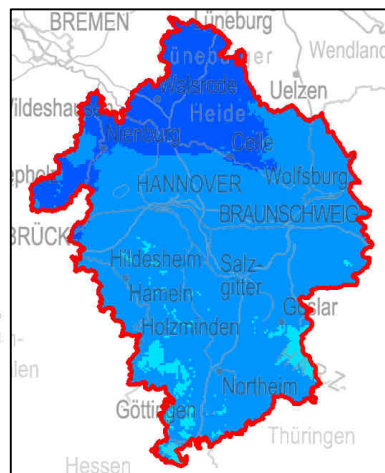
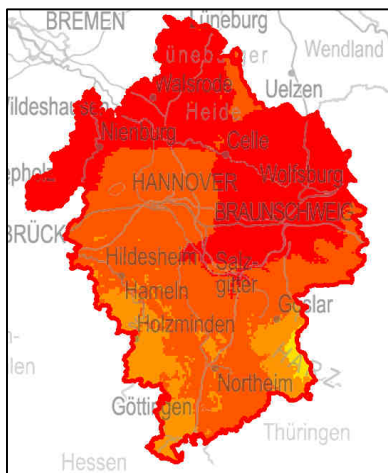


## Auswirkungen des Klimawandels in der Metropolregion

Sommerniederschlag

2071/2100 zu 1961/1990

Winterniederschlag



- Im Jahresmittel kaum Veränderung der Niederschlagssumme, aber eine Umverteilung
- Winter: 15 bis 20% mehr Niederschläge, Sommer: 15 bis 25% weniger Niederschläge



Andrea Krause

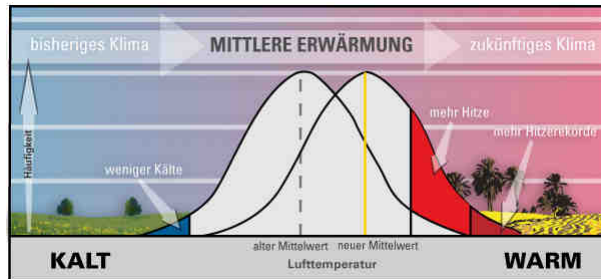
[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

8



## Extremereignisse in der Metropolregion

Temperatur: Verschiebung der Mittelwerte führt auch zu mehr extremen Temperaturen



Quelle: <http://www.dwd.de>

Berechnete Mitteltemperaturen mit dem CLM für die Region Uetze/Celle:

1961-1990: 8,4°C

2021-2050: 10°C

2071-2100: 11.6°C

Der Trend geht zu höheren Temperaturen, kalte Perioden nehmen in Dauer und Intensität ab!



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

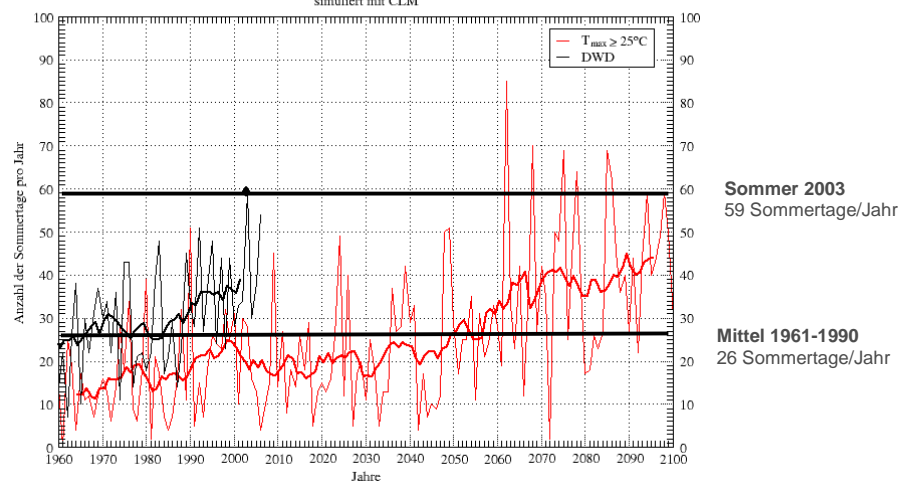
9



## Extremereignisse in der Metropolregion

Zahl der Sommertage ( $T_{\max} \geq 25^\circ\text{C}$ ) pro Jahr in Celle / Uetze

simuliert mit CLM



Sommer 2003  
59 Sommertage/Jahr

Mittel 1961-1990  
26 Sommertage/Jahr

Sommertage: + 20 bis 30 Tage / Jahr zum Ende des 21. Jh.



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

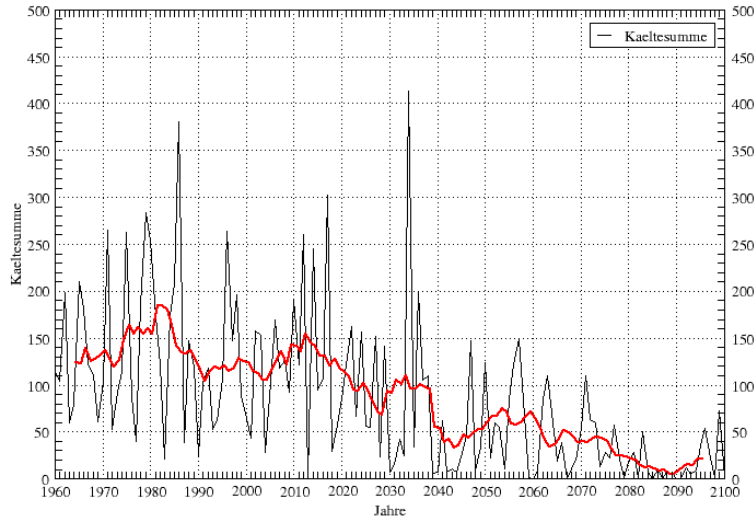
10



## Extremereignisse in der Metropolregion

### Kältesumme in Uetze / Celle, simuliert mit CLM

Kältesumme: Betrag der Summe aller negativer Tagesmitteltemperaturen von November bis März



**Kältesumme:**  
= Maß für die Kälte bzw.  
Strenge eines Winters

< 100 = sehr milder Winter  
100-200 = normaler Winter  
201-300 = mäßig strenger Winter  
301-400 = strenger Winter  
> 401 = sehr strenger Winter



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

11



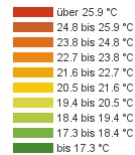
## Extremereignisse in der Metropolregion

### Durchschnittliche Maximumtemperaturen in der Metropolregion

1961-1990



2071-2100



Andrea Krause

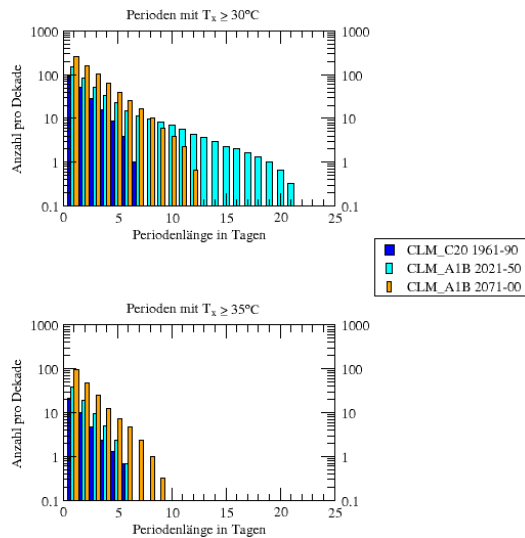
[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

12



## Extremereignisse in der Metropolregion

Entwicklung der Andauer von Hitzeperioden in Hannover



- Trend zu einer Zunahme von Hitzeperioden
- Anzahl und Dauer wird jedoch vom CLM überschätzt
- CLM simuliert doppelt so viele Hitzetage im Zeitraum 1961-1990 als gemessen wurden



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

13

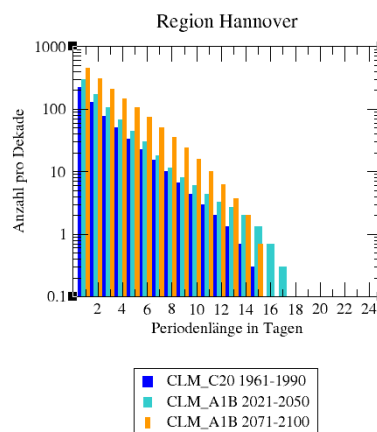


## Extremereignisse in der Metropolregion

### Niederschlag:

- Verschiebung der Niederschläge vom Sommer in den Winter, kaum Veränderung in der Jahressumme
- heiße und trockene Perioden werden im Sommer wahrscheinlicher
  - Gefahr für die Landwirtschaft
- besonders gefährlich wenn Kombination aus trockenen und heißen Perioden

Perioden mit  $T_x \geq 25^\circ\text{C}$  und Niederschlag  $\leq 0.1$  mm



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

14



## Extremereignisse in der Metropolregion

Trockenheitsgefährdung bei Getreide besonders von April bis Juni:

- Sehr hoch < 200 mm
- Hoch 220-280 mm
- Mittel 280-340 mm
- Gering 340-400 mm
- Sehr gering > 400 mm

- Bezieht sich nur auf das Niederschlagsdargebot
- Nfk dürfte noch geringer ausfallen, da hauptsächlich sandige Böden (Trockenstress tritt ab Nfk < 50% auf)

Zeitraum	CLM	korrigiert
1961-1970	225.6	221.45
1971-1980	233.3	240.2
1981-1990	220.3	179
1991-2000	238	207
2001-2010	248.6	205.6
2011-2020	216.8	180.3
2021-2030	221	182.2
2031-2040	251.6	208.3
2041-2050	208.8	173.1
2051-2060	238.9	198.1
2061-2070	217.0	180.2
2071-2080	199.7	165.9
2081-2090	258.4	213
2091-2100	217.4	180.2

→ in allen Zeiträumen hohe bis sehr hohe Trockenheitsgefährdung erkennbar



Andrea Krause

www.klimafolgenmanagement.de

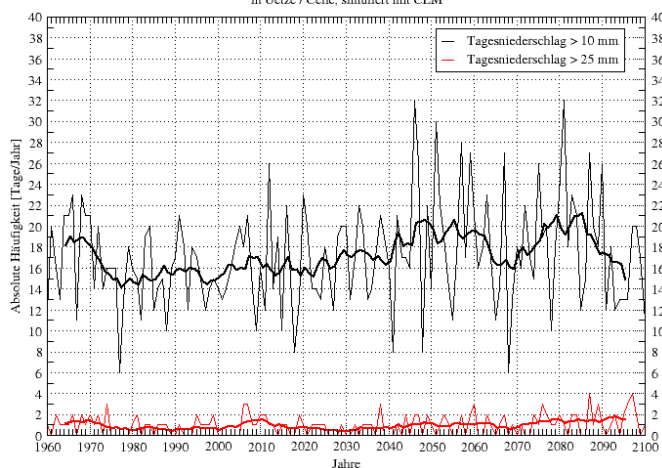
15



## Extremereignisse in der Metropolregion

Anzahl der Tage mit Niederschlag > 10 und 25 mm pro Jahr

in Uetze / Celle, simuliert mit CLM



→ große Jahr-zu-Jahr-Schwankungen  
→ kein eindeutiger Trend erkennbar



Andrea Krause

www.klimafolgenmanagement.de

16

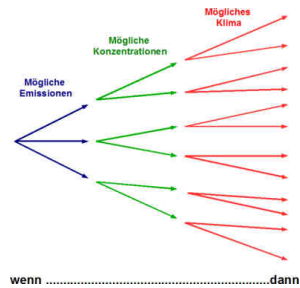




## Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung

Unsicherheiten durch....

- das gewählte Szenario
- das globale Zirkulationsmodell
- interne Variabilität des Klimasystems
- verwendetes regionales Klimamodell
- Abweichungen zu den DWD-Daten



Quelle: <http://wiki.bildungsserver.de>



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

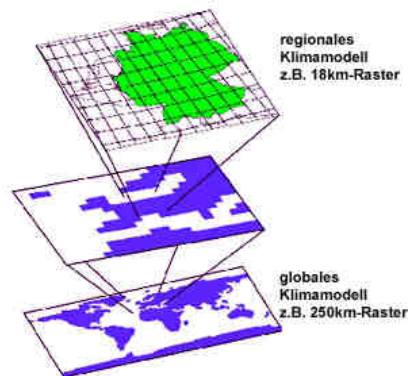
17



## Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung

Unsicherheiten durch....

- das gewählte Szenario
- das globale Zirkulationsmodell
- interne Variabilität des Klimasystems
- verwendetes regionales Klimamodell
- Abweichungen zu den DWD-Daten



Quelle: <http://www.waldwissen.net>



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

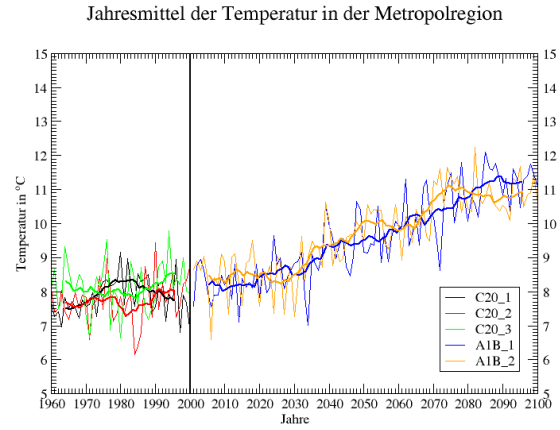
18



## Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung

Unsicherheiten durch....

- das gewählte Szenario
- das globale Zirkulationsmodell
- **interne Variabilität des Klimasystems**
- verwendetes regionales Klimamodell
- Abweichungen zu den DWD-Daten



Andrea Krause

www.klimafolgenmanagement.de

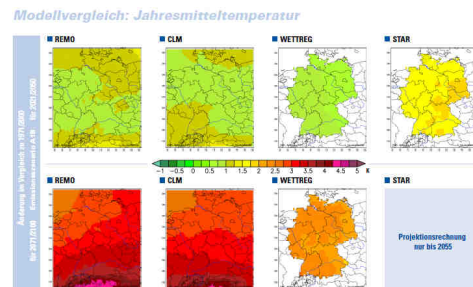
19



## Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung

Unsicherheiten durch....

- das gewählte Szenario
- das globale Zirkulationsmodell
- interne Variabilität des Klimasystems
- **verwendetes regionales Klimamodell**
- Abweichungen zu den DWD-Daten



Quelle: Deutschlander, 2008



Andrea Krause

www.klimafolgenmanagement.de

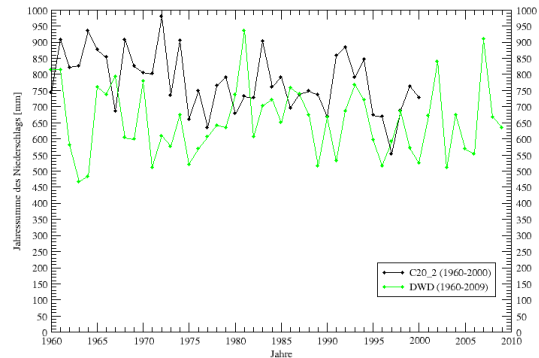
20



## Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung

Unsicherheiten durch....

- das gewählte Szenario
- das globale Zirkulationsmodell
- interne Variabilität des Klimasystems
- verwendetes regionales Klimamodell
- **Abweichungen zu den DWD-Daten**



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

21



## Unsicherheiten regionaler Klimamodellierung

Wie gehen wir mit diesen Unsicherheiten um?

### Temperatur:

- Simulationsdaten stimmen gut mit den Beobachtungsdaten überein (regionale Verteilung)
- durch FITNAH konnten Temperaturen in Höhenlagen besser dargestellt werden
- interne Klimavariabilität  $\pm 0.5$  K
- auffällige Überschätzung der Temperaturen bei  $0^\circ\text{C}$  und  $> 25^\circ\text{C}$  (beim Vergleich mit DWD)

### Niederschlag:

- insgesamt sehr schwer zu simulieren
- teilweise Abweichungen bis zu  $\pm 200$  mm im Vergleich zu DWD-Daten
  - CLM eignet sich dennoch für Trendaussagen
  - für absolute Werte wurden die CLM-Daten an die DWD-Daten angepasst
- mögliche Unsicherheiten müssen in die Analyse der Klimadaten mit einbezogen werden
- Klimadaten bilden momentan den besten Stand des Wissens
- durch neue Modellrechnungen können einige Unsicherheiten verringert werden



Andrea Krause

[www.klimafolgenmanagement.de](http://www.klimafolgenmanagement.de)

22



## Fazit

---

- Auswirkungen in der Metropolregion: Szenario A1B, Zeitraum 2071-2100
    - Zunahme der Jahresmitteltemperatur in der Metropolregion um 3.3°C bis 3.5°C (stärkste Erwärmung im Winter)
    - Abnahme von Frost- und Eistagen und Zunahme von Sommertagen und heißen Tagen
    - Niederschlagsabnahme im Sommer und Niederschlagszunahme im Winter
  - trockene und heiße Perioden nehmen zu
    - kein eindeutiger Trend einer Zunahme extremer Niederschläge (hohe Jahr-zu-Jahr-Variabilität und die Seltenheit der Ereignisse)
- Projizierte Klimaänderungen sind Modellergebnisse und keine Prognosen
- **je nach verwendetem Szenario und Regionalisierungsmodell weichen die Ergebnisse voneinander ab**

