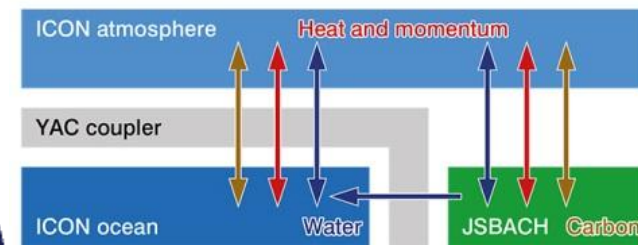


# Simulationen mit ICON-A und höher aufgelösten Teilgebieten (TP 3: ICON Klimaprojektionen der Atmosphäre mit einer feineren Gitterweite über Europa)

Vera Maurer



## ICON - ESM

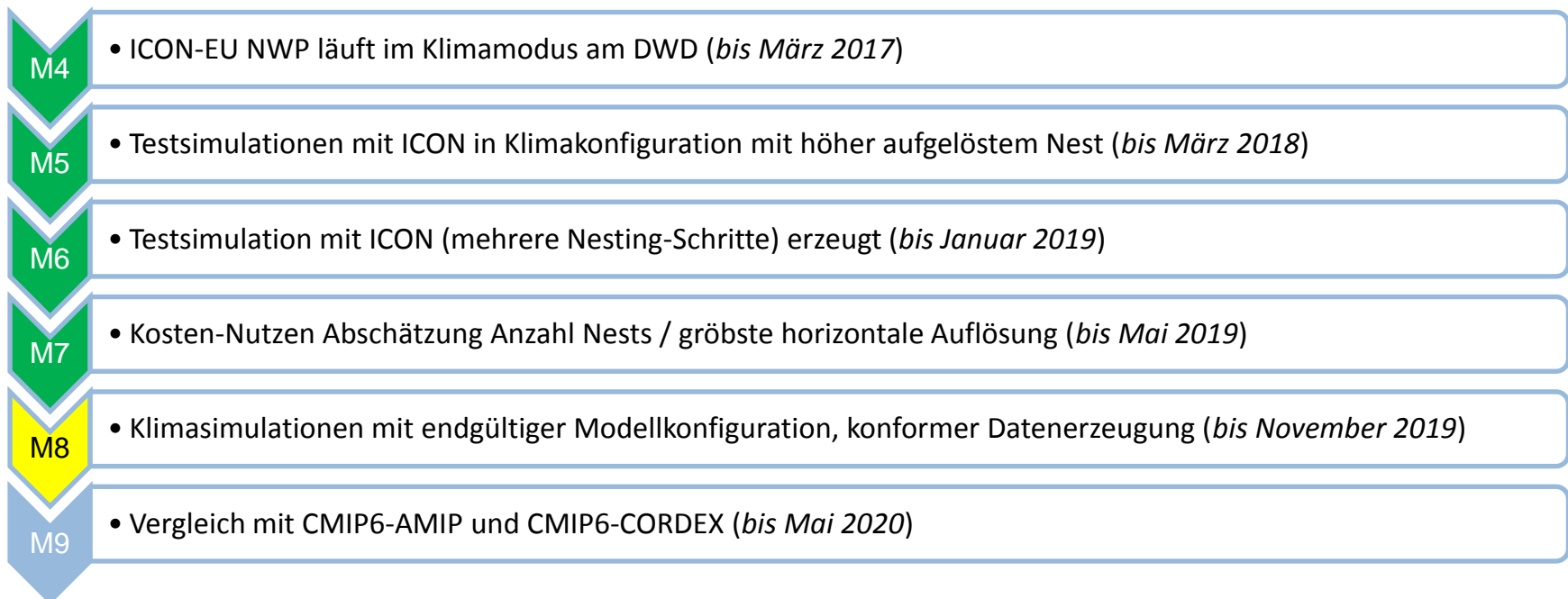


# Übersicht

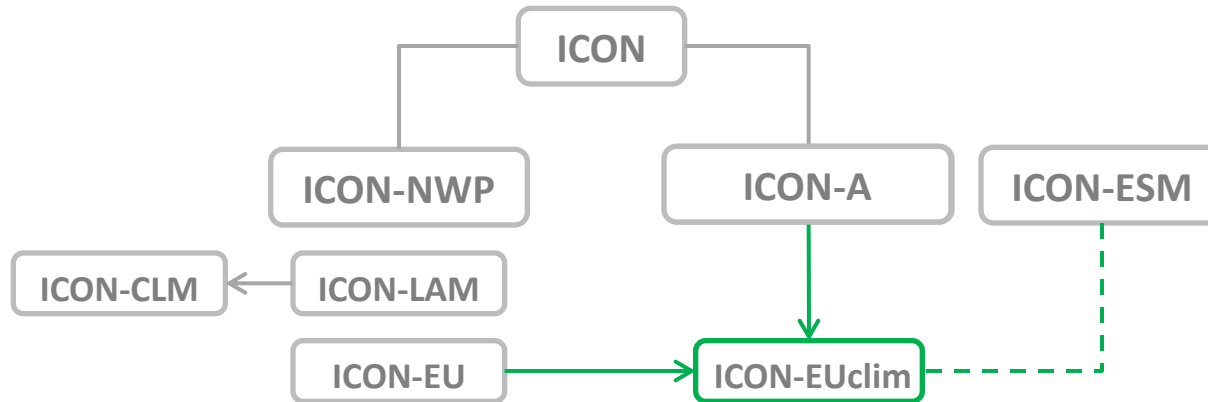
1. Ziele & Milestones
2. Verschiedene Konfigurationen von ICON
3. Implementierung der nesting-Option in ICON-A
4. AMIP-Simulationen mit ICON-A und höher aufgelösten Teilgebieten
5. Zusammenfassung und Ausblick

# 1. Ziele & Milestones DWD

- ➔ Entwicklung von ICON-EUclim (ICON-ESM, zunächst nur Atmosphärenteil ICON-A, mit EU-Nest)
- ➔ regional höher aufgelöste Klimaprojektionen mit geringem zusätzlichem Rechenaufwand

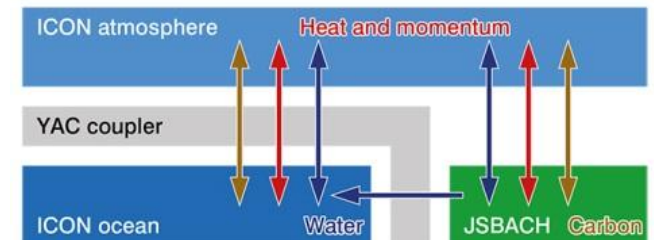


## 2. Verschiedene Konfigurationen von ICON



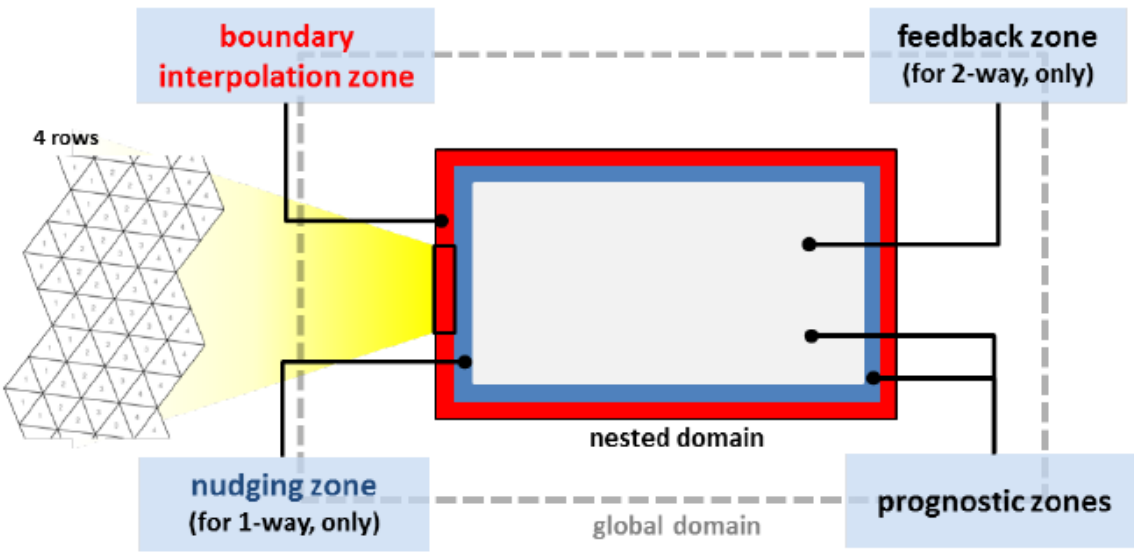
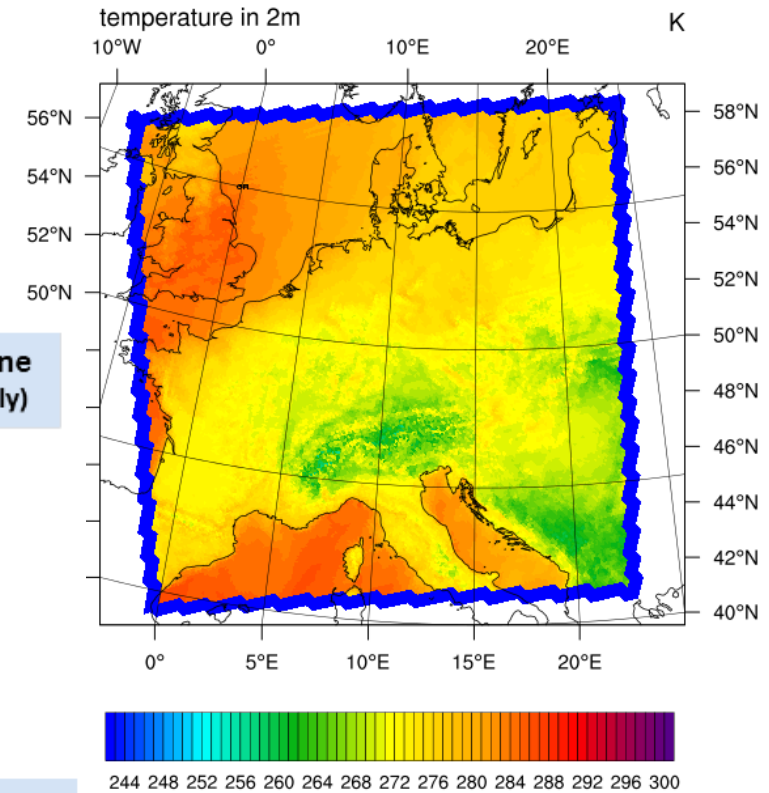
- ➔ selbes Rechengitter, Numerik, Parallelisierung
- ➔ selber dynamischer Kern
- ➔ selbe I/O-Routinen
- ➔ selbe restart-Routinen

### ICON - ESM



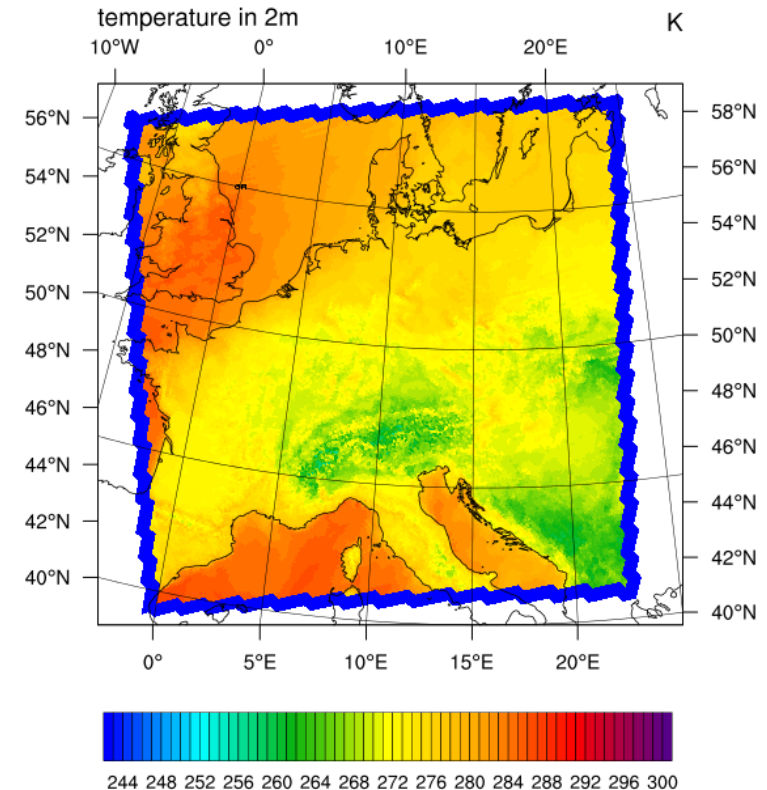
### 3. Implementierung der nesting-Option in ICON-A

- ➔ Behebung der Inkompatibilitäten mit cray-compiler
- ➔ technische Anpassungen in allen ECHAM-Physik-Paketen im Zusammenhang mit Gebietszerlegung in Blöcke der Länge  $n_{prowa}$



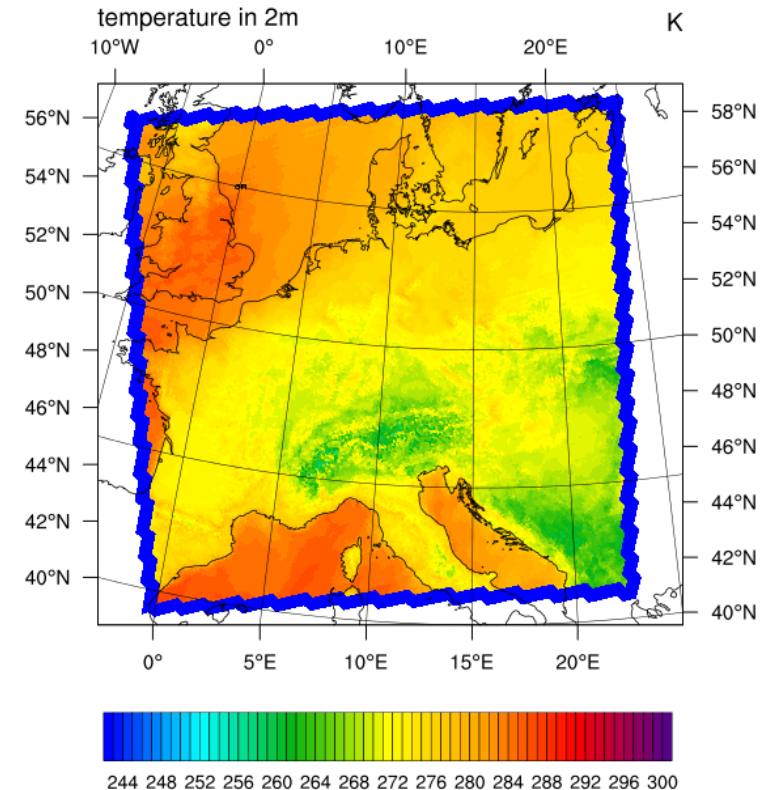
### 3. Implementierung der nesting-Option in ICON-A

- ➔ Behebung der Inkompatibilitäten mit cray-compiler
- ➔ technische Anpassungen in allen ECHAM-Physik-Paketen im Zusammenhang mit Gebietszerlegung in Blöcke der Länge *nroma*
- ➔ Input von Randdaten (Landoberflächenparameter, SST, SIC, Aerosol, Ozon) in verschiedenen horizontalen Auflösungen auf > 1 Modellgebieten (vorher nur für JSBACH-input implementiert)
- ➔ durchgeführte Anpassungen verfügbar in ICON GIT-repository [icon.git/icon-aes:master](https://github.com/icon-model/icon-aes) bzw. [icon.git/icon:icon-2.5.0-rc](https://github.com/icon-model/icon)
- ➔ *exp.atm\_amip\_europe\_test*: Test-Experiment für Testsuite in R2B4N5 , Testdatensatz verfügbar auf [mistral](https://mistral.dwd.de)



### 3. Implementierung der nesting-Option in ICON-A

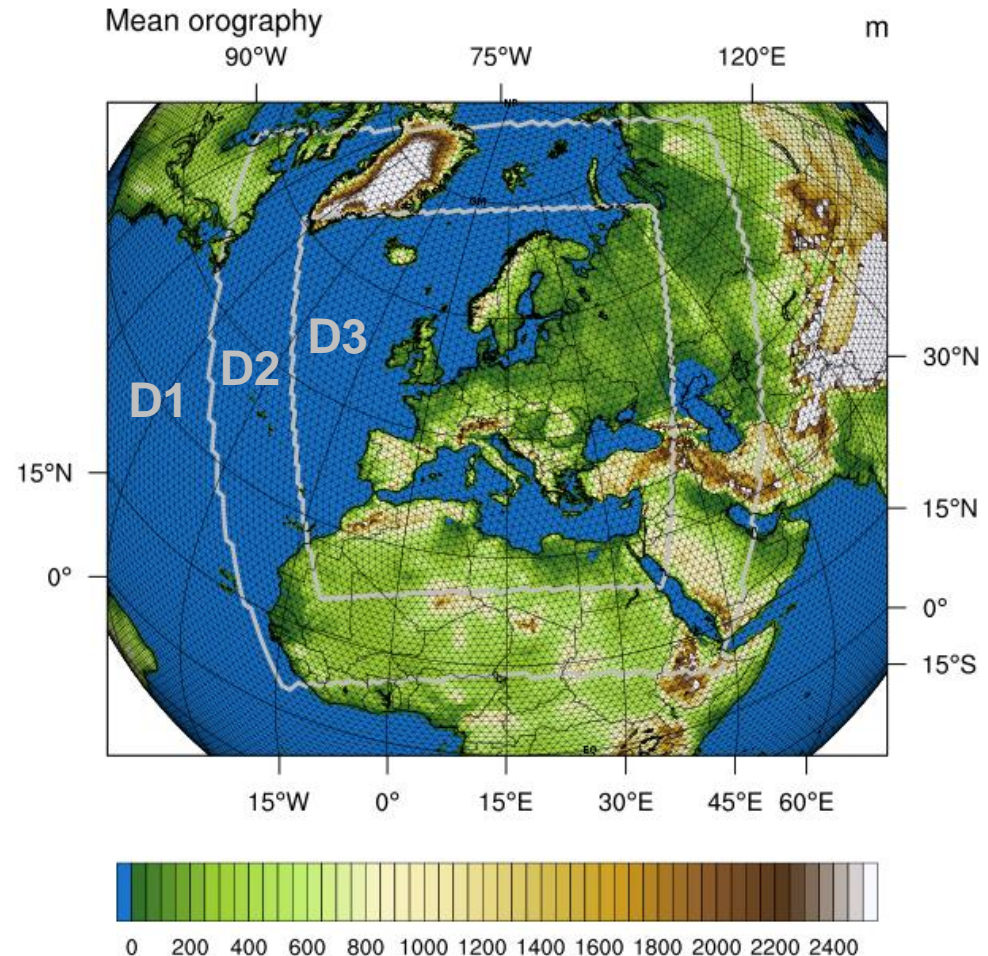
- offene Punkte:
- späteres Ein-/früheres Ausschalten des Teilgebiets
- Interpolation der diagnostischen Felder in der „boundary interpolation zone“
- Ausgabe von über das Ausgabeintervall gemittelten Feldern für Teilgebiete (momentan nur für globales Gebiet implementiert)
- vertikales nesting
- JSBACH v4 ...





## 4. AMIP-Simulationen mit höher aufgelösten Teilgebieten

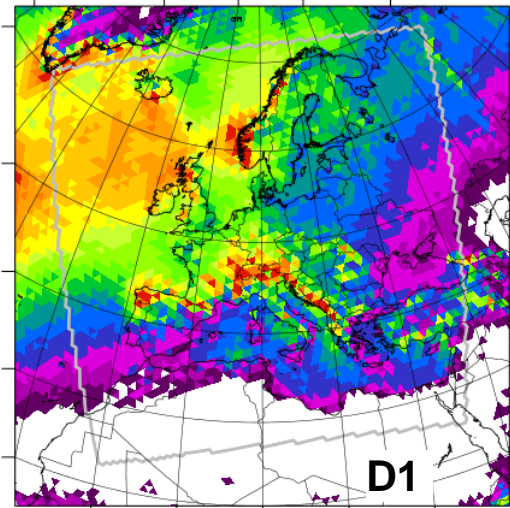
- Simulation in R2B5N7 L90:
  - D1 = global R2B5 (ca. 80 km)
  - D2 = Teilgebiet 1 R2B6 (ca. 40 km)
  - D3 = Teilgebiet 2 R2B7 (ca. 20 km)
- AMIP 1979-1988, mit und ohne feedback
- aktuelle tuning-Parameter für R2B4
- jsbach-lite!
- Laufzeit: etwa 1.1 Simulationsjahre pro Rechentag auf 15 Knoten





# Mittlere Niederschlagsverteilung

precipitation flux MAE, RMSE = -0.40, 0.61 mm  
60°W 30°W 0° 30°E 60°E

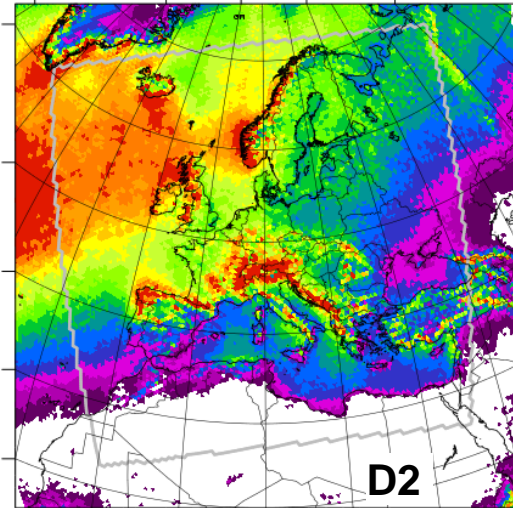


10°W 0° 10°E 20°E 30°E  
mm/day



0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4 2.6 2.8 3

precipitation flux MAE, RMSE = -0.20, 0.49 mm  
60°W 30°W 0° 30°E 60°E

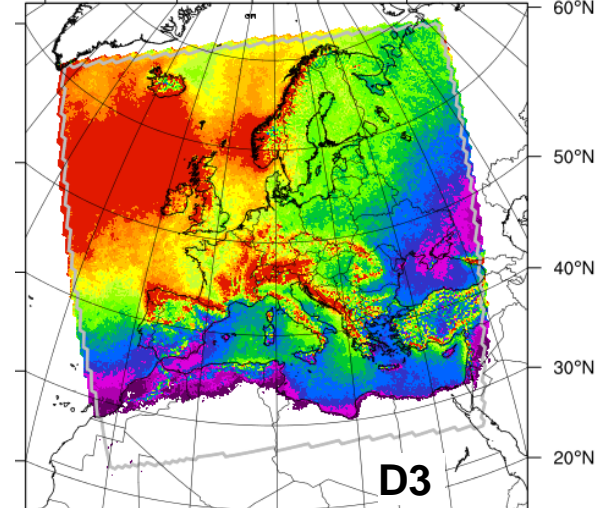


10°W 0° 10°E 20°E 30°E  
mm/day



0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4 2.6 2.8 3

precipitation flux MAE, RMSE = 0.04, 0.53 mm  
60°W 30°W 0° 30°E 60°E



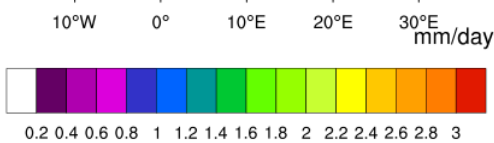
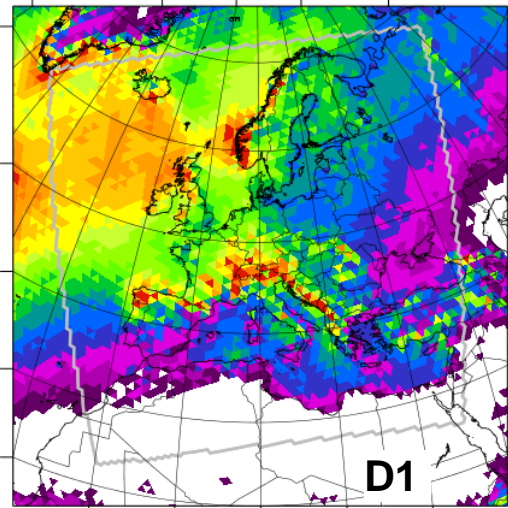
10°W 0° 10°E 20°E 30°E  
mm/day



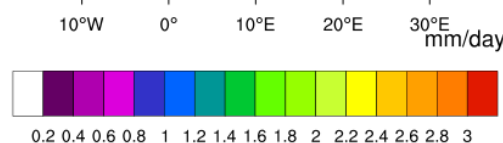
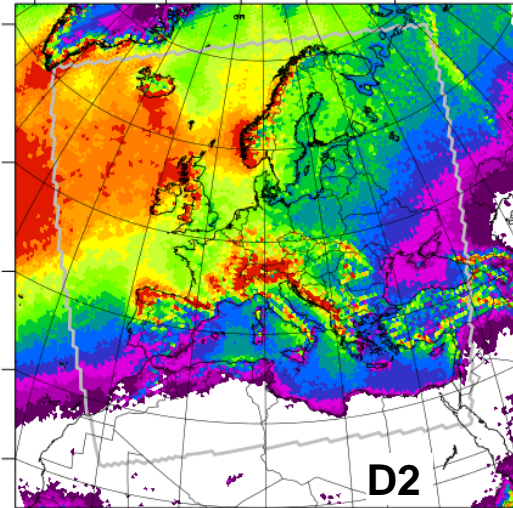
0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4 2.6 2.8 3

# Mittlere Niederschlagsverteilung

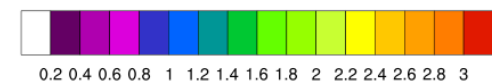
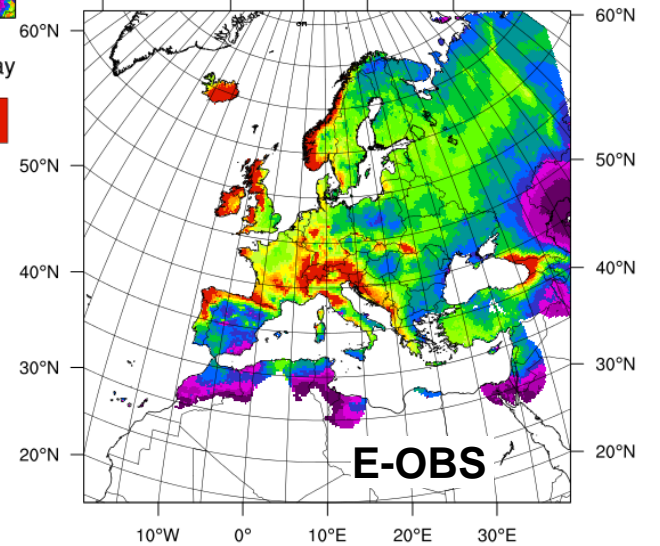
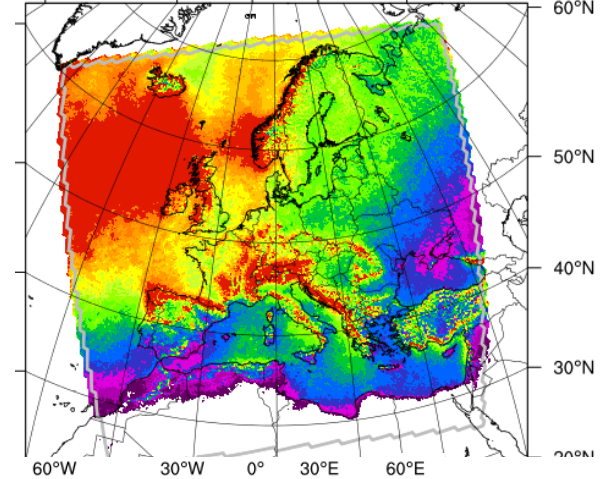
precipitation flux MAE, RMSE = -0.40, 0.61 mm  
60°W 30°W 0° 30°E 60°E



precipitation flux MAE, RMSE = -0.20, 0.49 mm  
60°W 30°W 0° 30°E 60°E



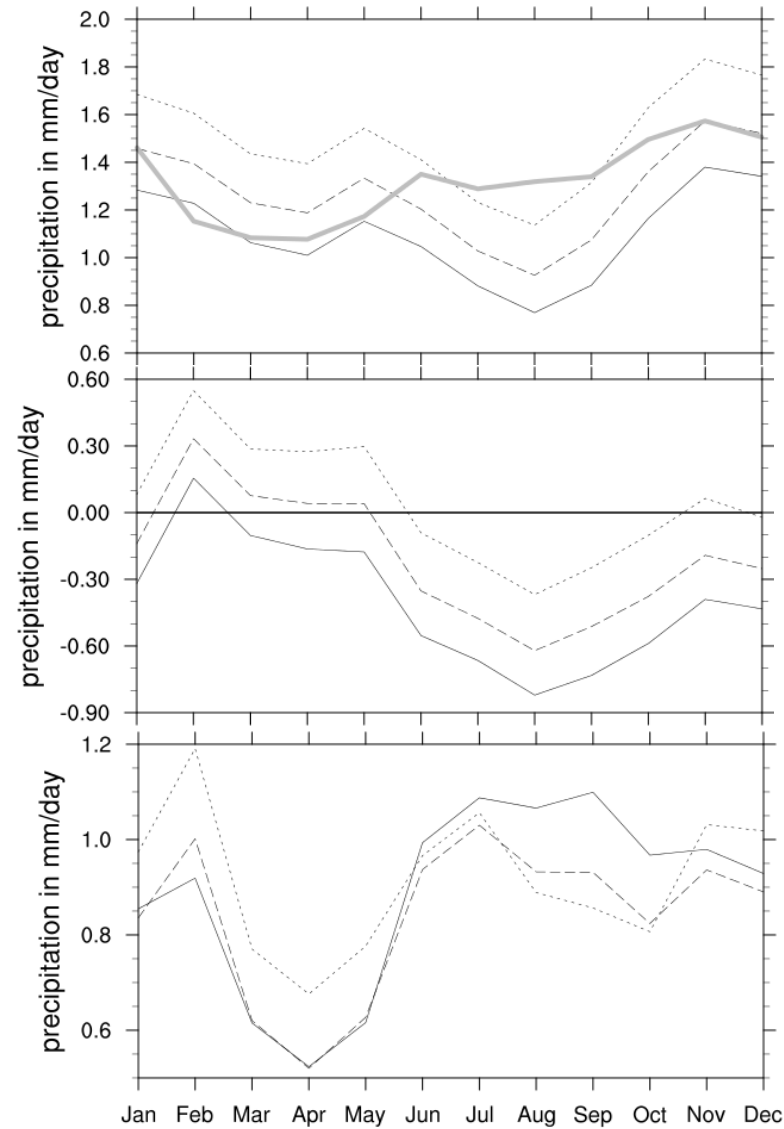
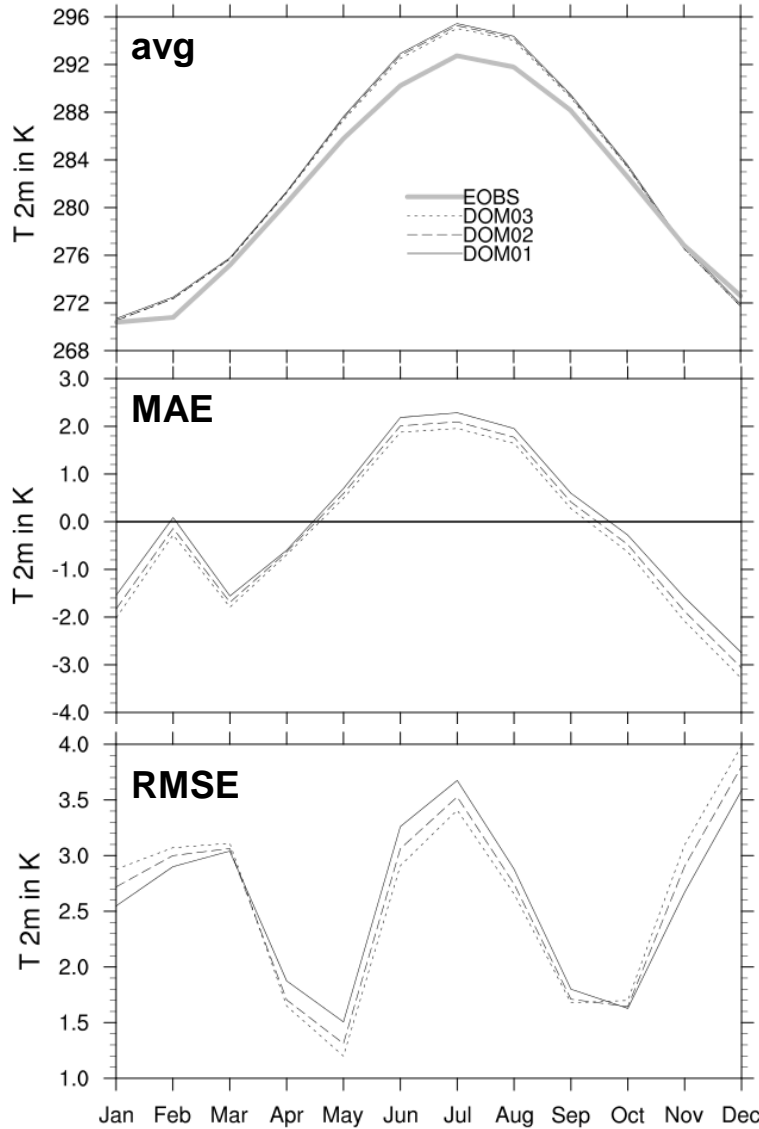
precipitation flux MAE, RMSE = 0.04, 0.53 mm  
60°W 30°W 0° 30°E 60°E



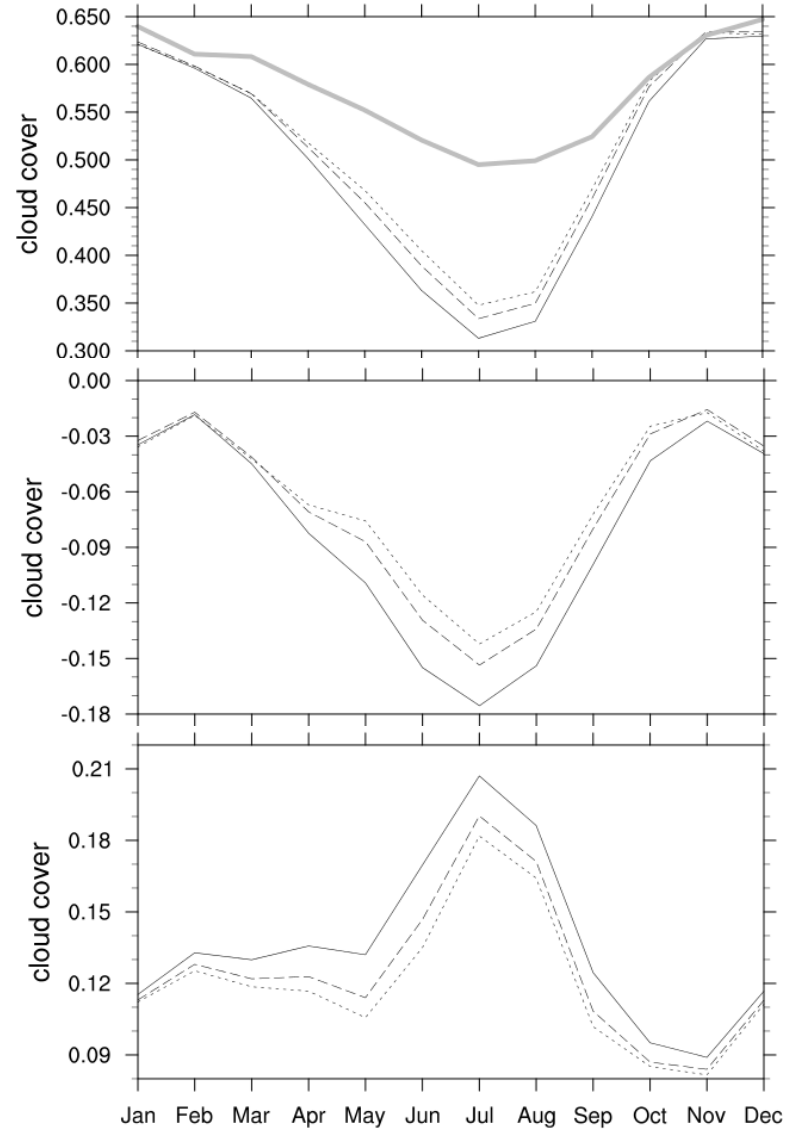
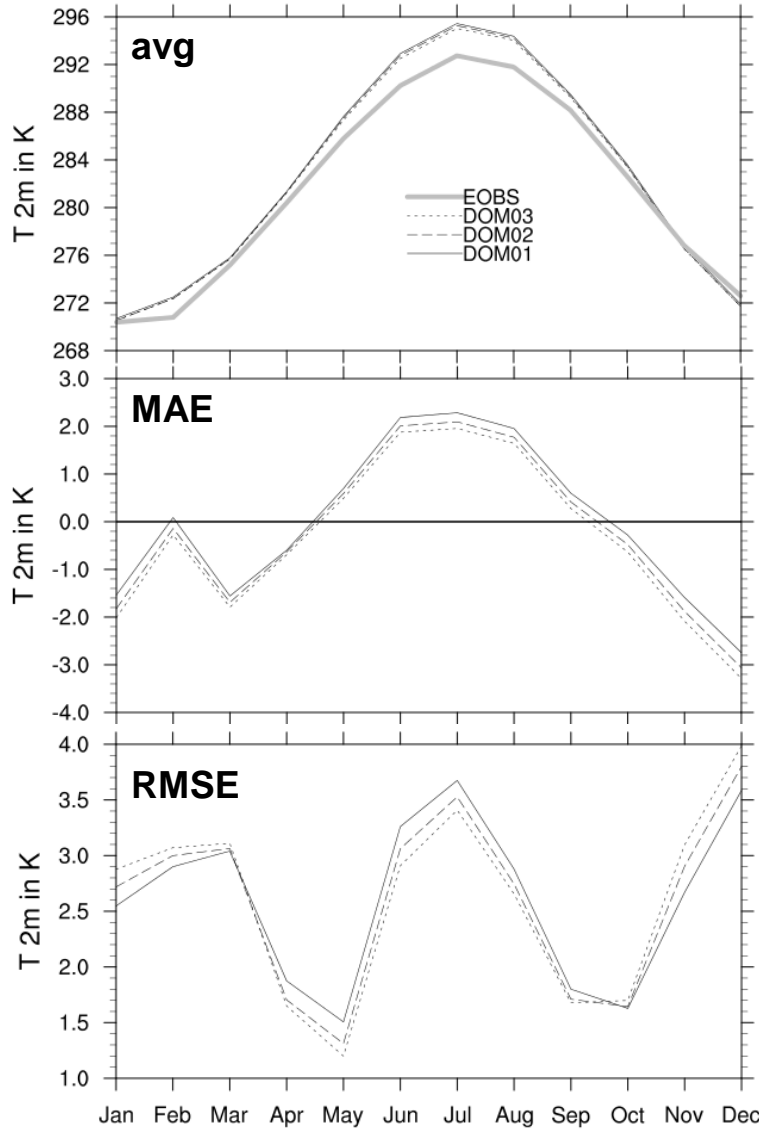
Simulationen mit ICON-A und höher



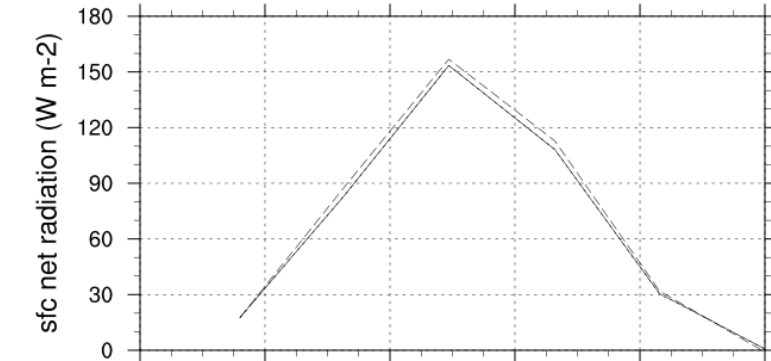
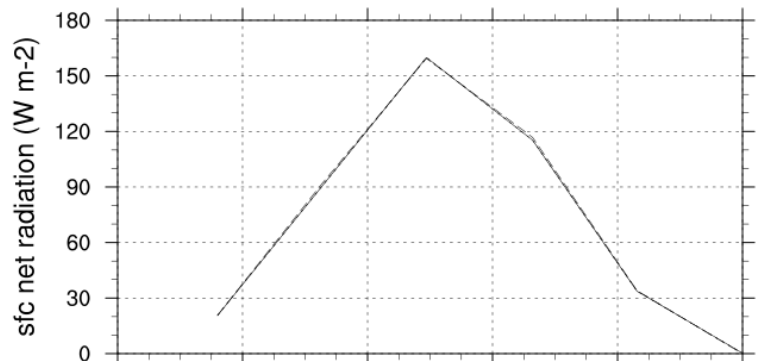
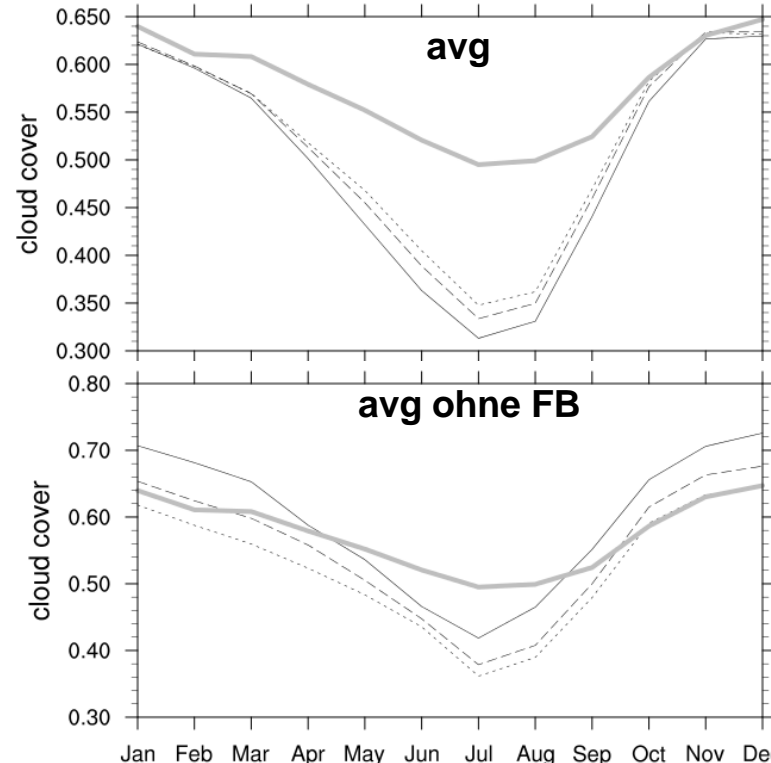
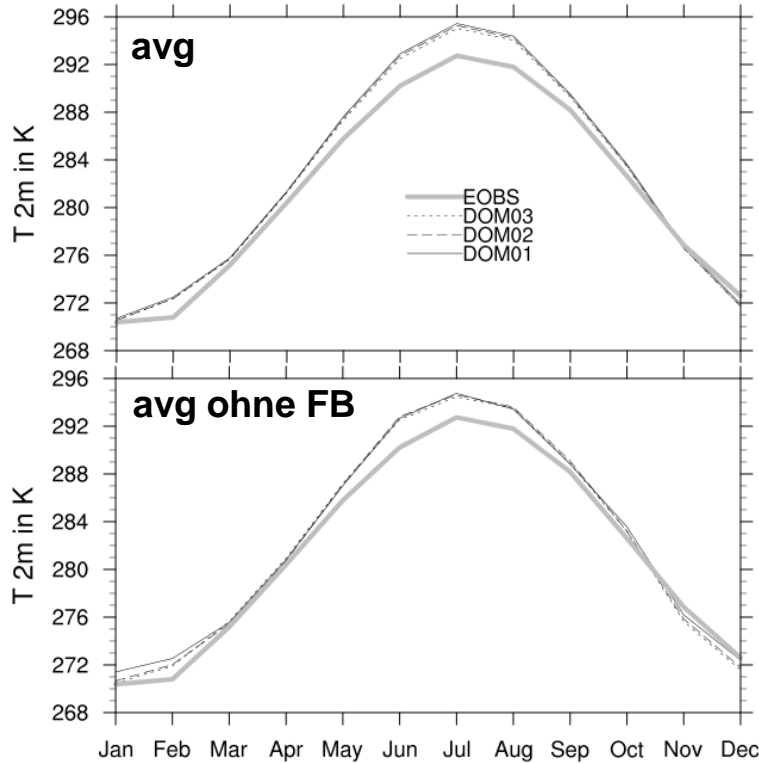
# Mittlerer Jahresgang



# Mittlerer Jahresgang



# Mittlerer Jahresgang im Vergleich

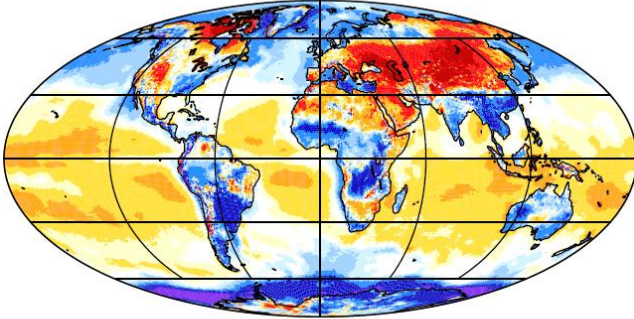




# Vergleich ERA-Interim / ohne Feedback JJA

2 m Temperature [C] JJA

atm\_amp\_R2B5N7\_0001(1979-1984) - ERAinterim (1979-1984)

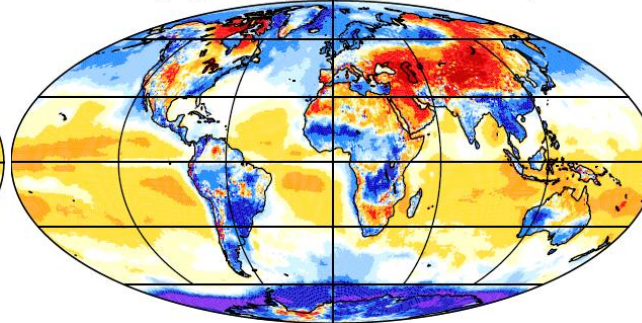


(mit FB) - (ERA)

min= -9.707 mean= 0.168 std= 1.628 max= 15.669

2 m Temperature [C] JJA

atm\_amp\_R2B5\_0027(1979-1984) - ERAinterim (1979-1984)

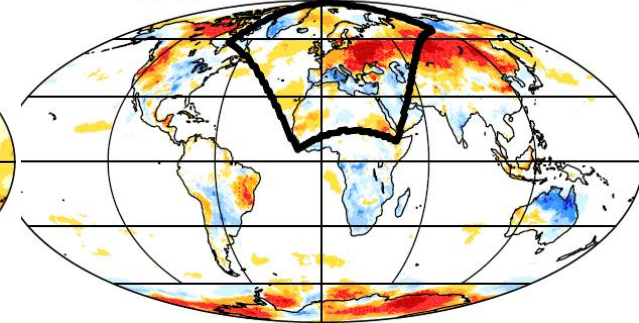


(ohne FB) - (ERA)

min= -10.367 mean= 0.073 std= 1.621 max= 16.158

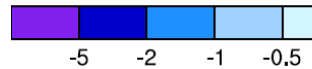
2 m temperature [C] JJA

atm\_amp\_R2B5N7(1979-1984)-atm\_amp\_R2B5(1979-1984)



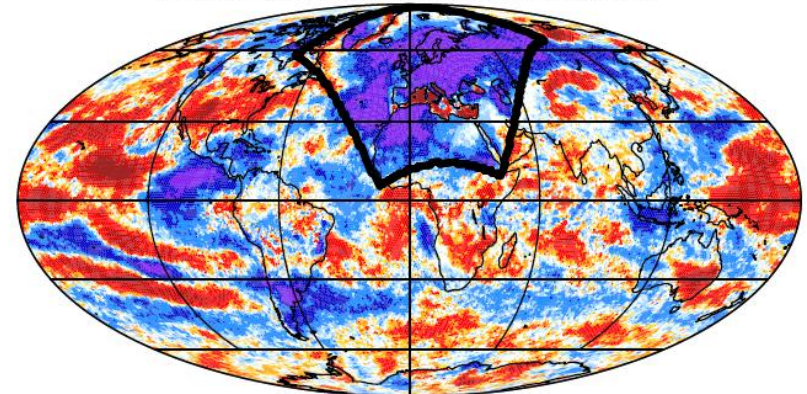
(mit FB) - (ohne FB)

min= -3.039 mean= 0.095 std= 0.437 max= 3.234



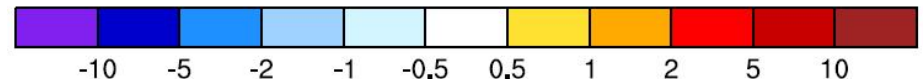
Total cloud cover [%] JJA

atm\_amp\_R2B5N7(1979-1984)-atm\_amp\_R2B5(1979-1984)



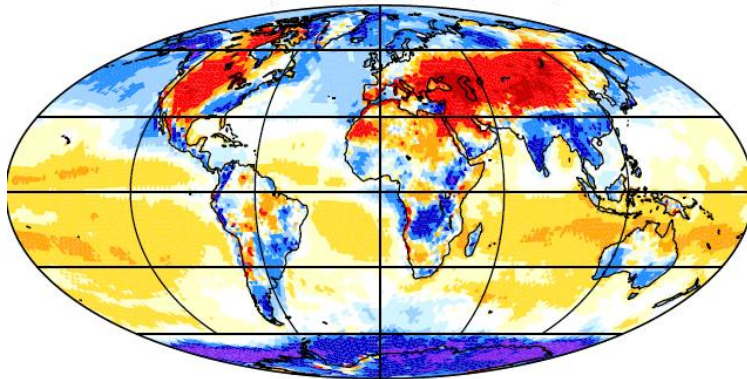
(mit FB) - (ohne FB)

min= -30.035 mean= -0.892 std= 4.415 max= 31.632



2 m Temperature [C] JJA

mbe1483(1979-1988) - ERAinterim (1979-1988)

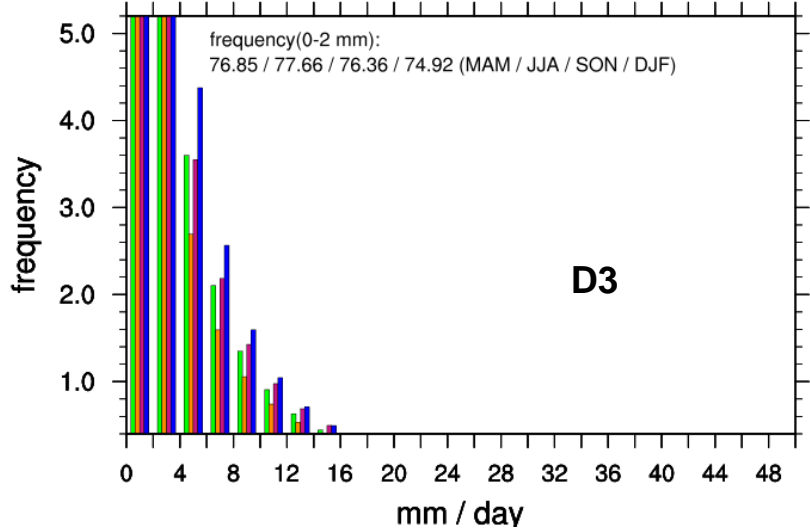
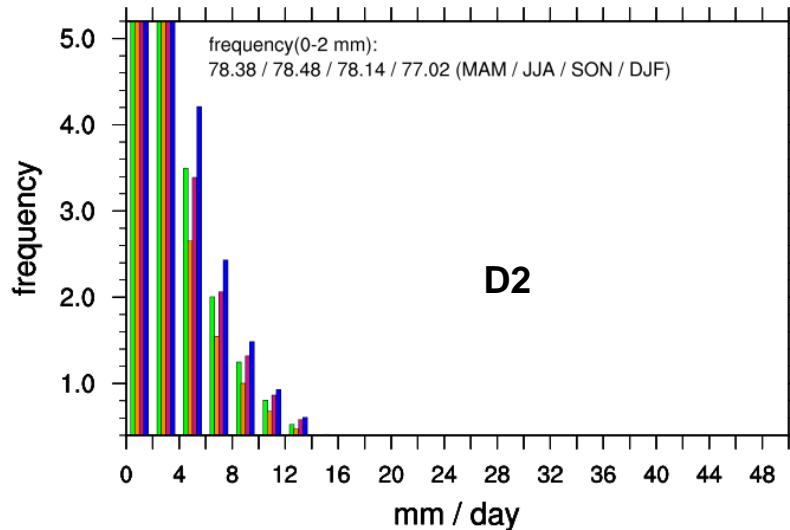
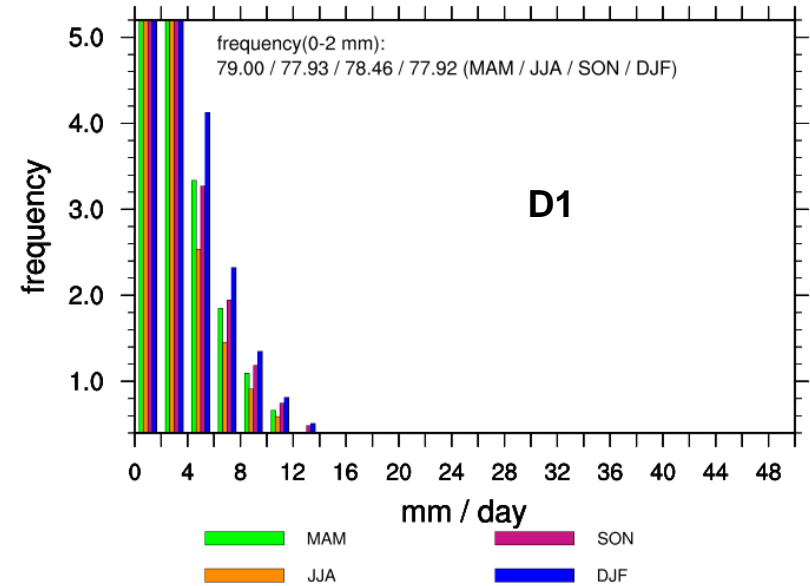
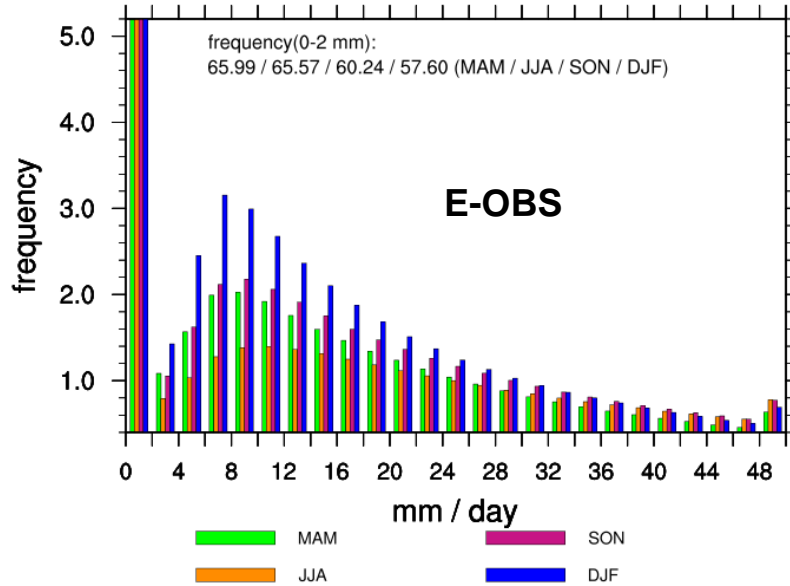


(mbe1483) - (ERA)

min= -10.948 mean= 0.096 std= 1.657 max= 13.989



# Histogramme Tagesniederschlagssummen



## 5. Zusammenfassung und Ausblick

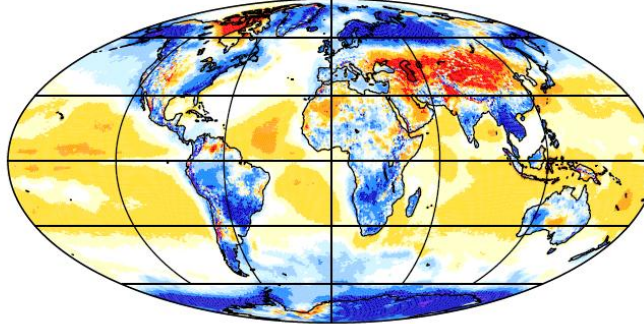
- Implementierung der nesting-Option in ICON-A vorerst abgeschlossen
- AMIP-Simulationen mit 2 Teilgebieten (40 km + 20 km) über Europa zeigen
  - Unterschiede in T2m (mittlere Werte) für verschiedene Auflösungen gering
  - mehr Niederschlag bei höherer Auflösung, etwas höhere Frequenz größerer Niederschlagssummen, aber insgesamt viel zu wenig im Vergleich zu Beobachtungen
  - insgesamt wärmer und weniger Wolken in Simulation mit Feedback im Vergleich zu Simulation ohne Feedback
  - **Zugewinn durch höhere Auflösung erwartet, aber tuning notwendig, da Feedback sonst gesamte Simulation verschlechtern kann**
- Für Klimaprojektionen Kopplung des globalen ICON-O in nesting-Konfiguration möglich



# Vergleich ERA-Interim / ohne Feedback ANN

2 m Temperature [C] ANN

atm\_amp\_R2B5N7\_0001(1979-1984) - ERAinterim (1979-1984)

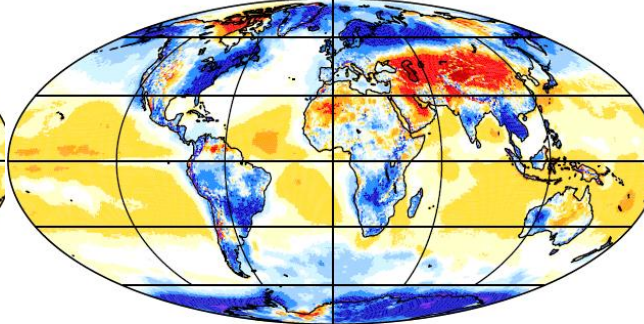


(mit FB) - (ERA)

min= -7.228 mean= -0.012 std= 1.171 max= 9.131

2 m Temperature [C] ANN

atm\_amp\_R2B5\_0027(1979-1984) - ERAinterim (1979-1984)

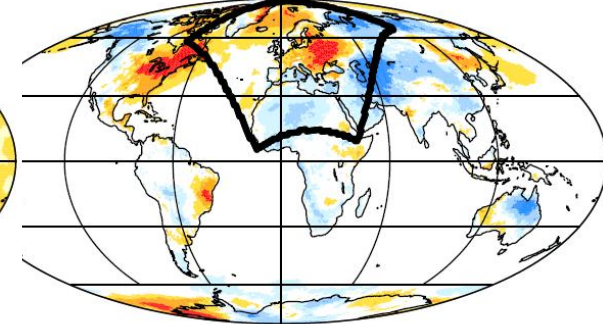


(ohne FB) - (ERA)

min= -7.535 mean= -0.006 std= 1.237 max= 10.136

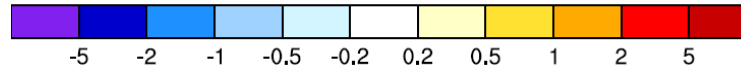
2 m temperature [C] ANN

atm\_amp\_R2B5N7(1979-1984)-atm\_amp\_R2B5(1979-1984)



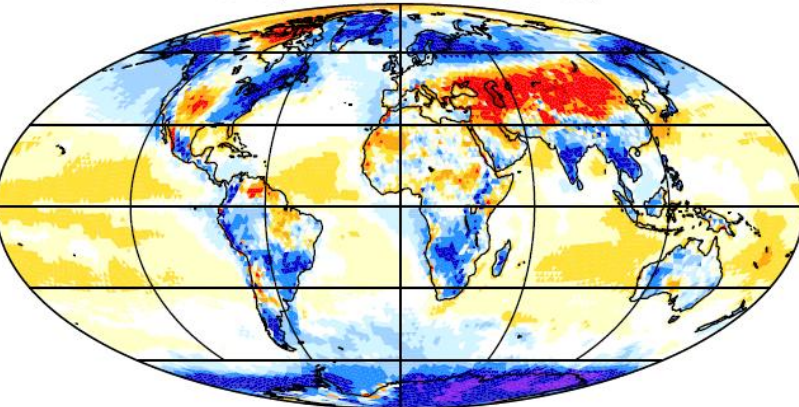
(mit FB) - (ohne FB)

min= -1.705 mean= -0.006 std= 0.329 max= 2.090



2 m Temperature [C] ANN

mbe1483(1979-1988) - ERAinterim (1979-1988)



(mbe1483) - (ERA)

min= -8.169 mean= -0.074 std= 1.182 max= 6.731

## Gegenüberstellung ICON-LAM – lokale Gitterverfeinerung

- ICON-LAM
  - prinzipiell beliebiges Modell
  - flexible horizontale Auflösung
  - wählbare zeitliche updates der LBC's
  - beliebiger Zeitraum
  - flexible Anzahl / Verteilung der vertikalen Schichten
  - unabhängige Simulationen (Großrechner)
  - **kein feedback**
- lokale Gitterverfeinerung („ICON-Nest“)
  - immer doppelte horizontale Auflösung, halber Zeitschritt!
  - Gebietszerlegung mit selber Anzahl an Prozessoren für alle Rechengebiete
  - identische Verteilung der vertikalen Schichten, vertikales nesting möglich (NWP)
  - späteres Ein- / früheres Ausschalten des Teilgebiets möglich (NWP)
  - **feedback (Rückkopplung Teilgebiet → antreibendes Gebiet)**