

A scenic view of a mountain valley. In the foreground, there is a green field with white flowers. Behind it, a large building with a red roof and a balcony is visible. The background features a dense forest of evergreen trees and a prominent, snow-capped mountain peak under a clear blue sky.

# **Was leisten meteorologische Modelle in der Hydrologie?**

**Harald Kunstmann**

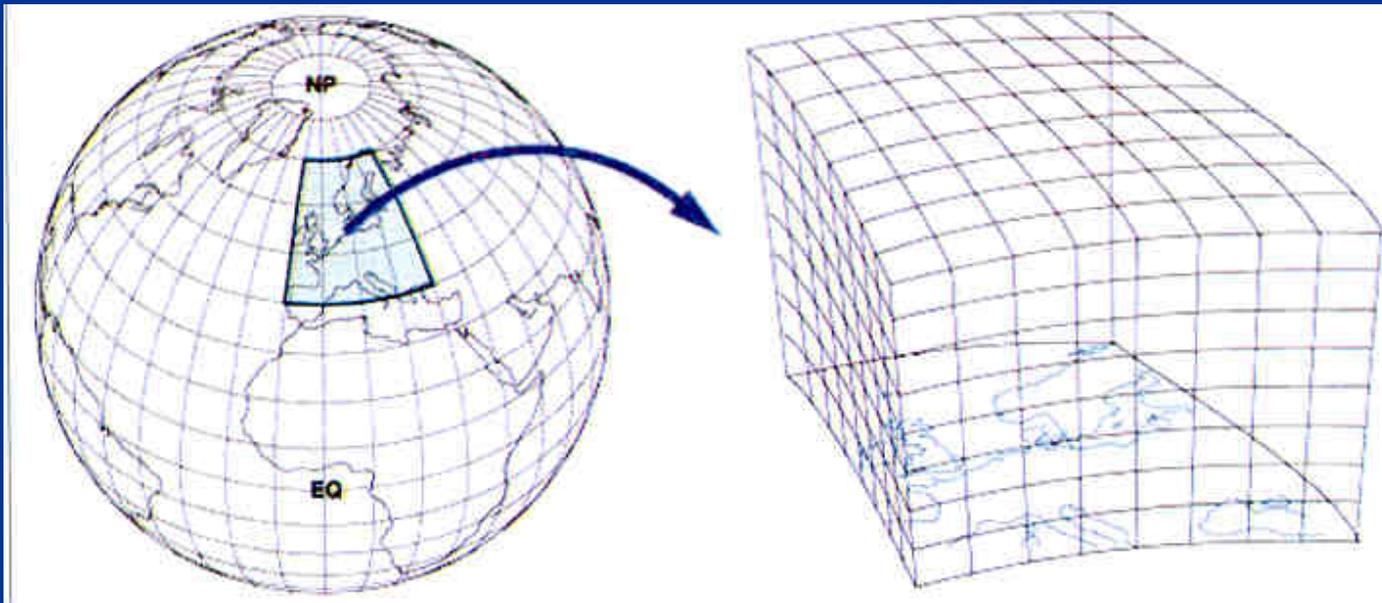
Stationsbasierte hydrologische Simulationen nicht möglich,

- wenn Aussagen über zukünftige hydrologische Zustände getroffen werden sollen:
  - ⇒ Langfristprognosen: Einfluss der Klimaänderung (1)
  - ⇒ Kurz/Mittelfrist Hochwasservorhersagen in Quellgebieten (2)
- wenn Messdaten nicht, in zu grober räumlicher Auflösung oder zu spät vorliegen
  - ⇒ echtzeitnahes modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring (3)

**... Einsatzspektrum meteorologischer Modelle in der Hydrologie**

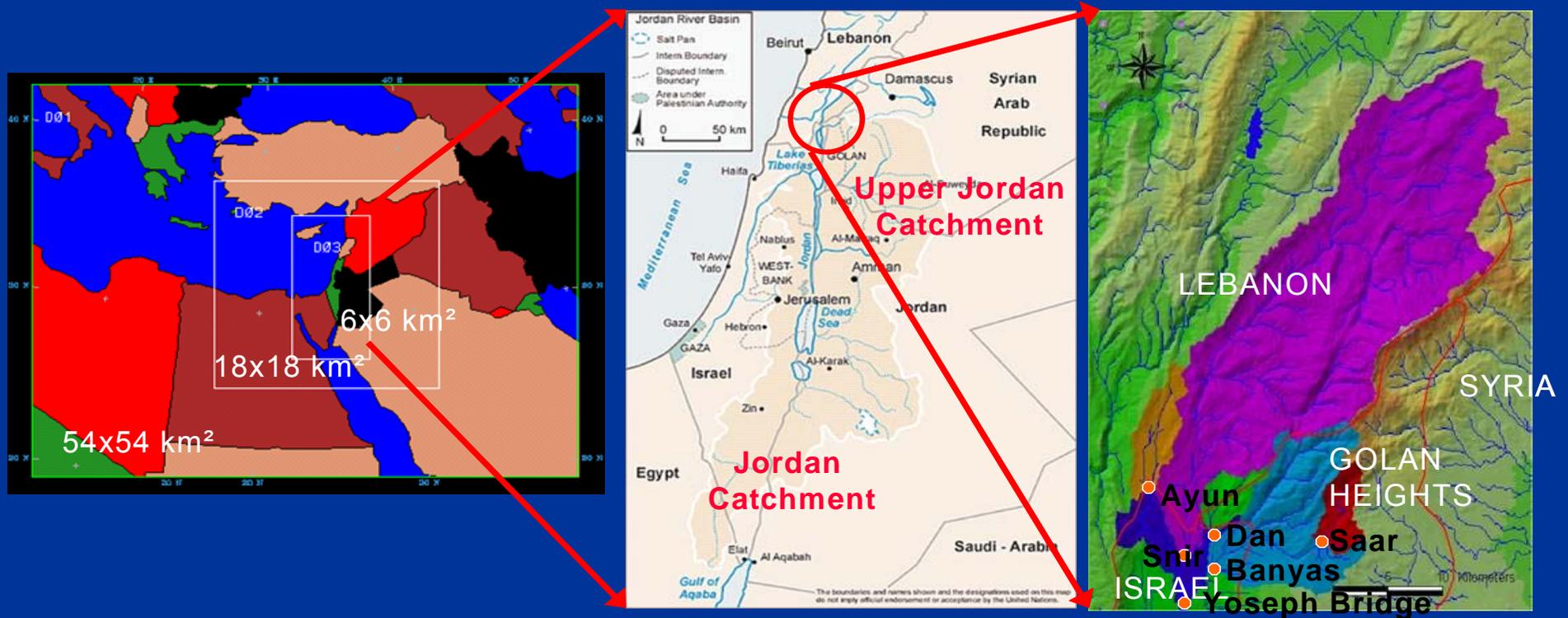
## Meteorologische Modelle

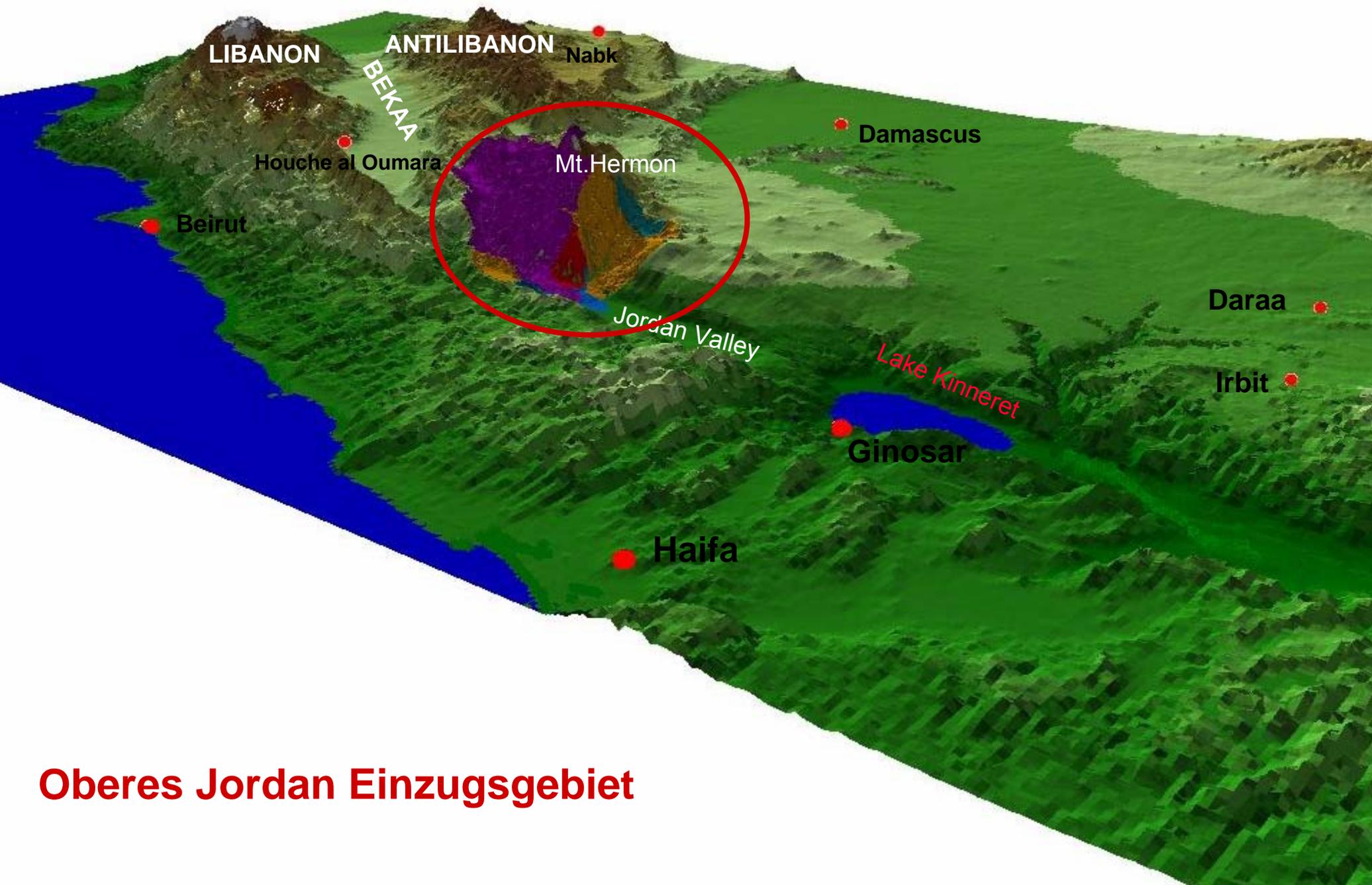
Numerische Simulation von Wetter und Klima  
mittels dynamischer Regionalisierung



# **1. Klima-Hydrologie Simulationen: Einfluss der Klimaänderung auf die Wasserverfügbarkeit - Beispiel oberes Jordan Einzugsgebiet**

# 1. Klima-Hydrologie Simulationen





LIBANON

ANTILIBANON

BEKAA

Nabk

Damascus

Houche al Oumara

Mt. Hermon

Beirut

Jordan Valley

Daraa

Lake Kinneret

Irbit

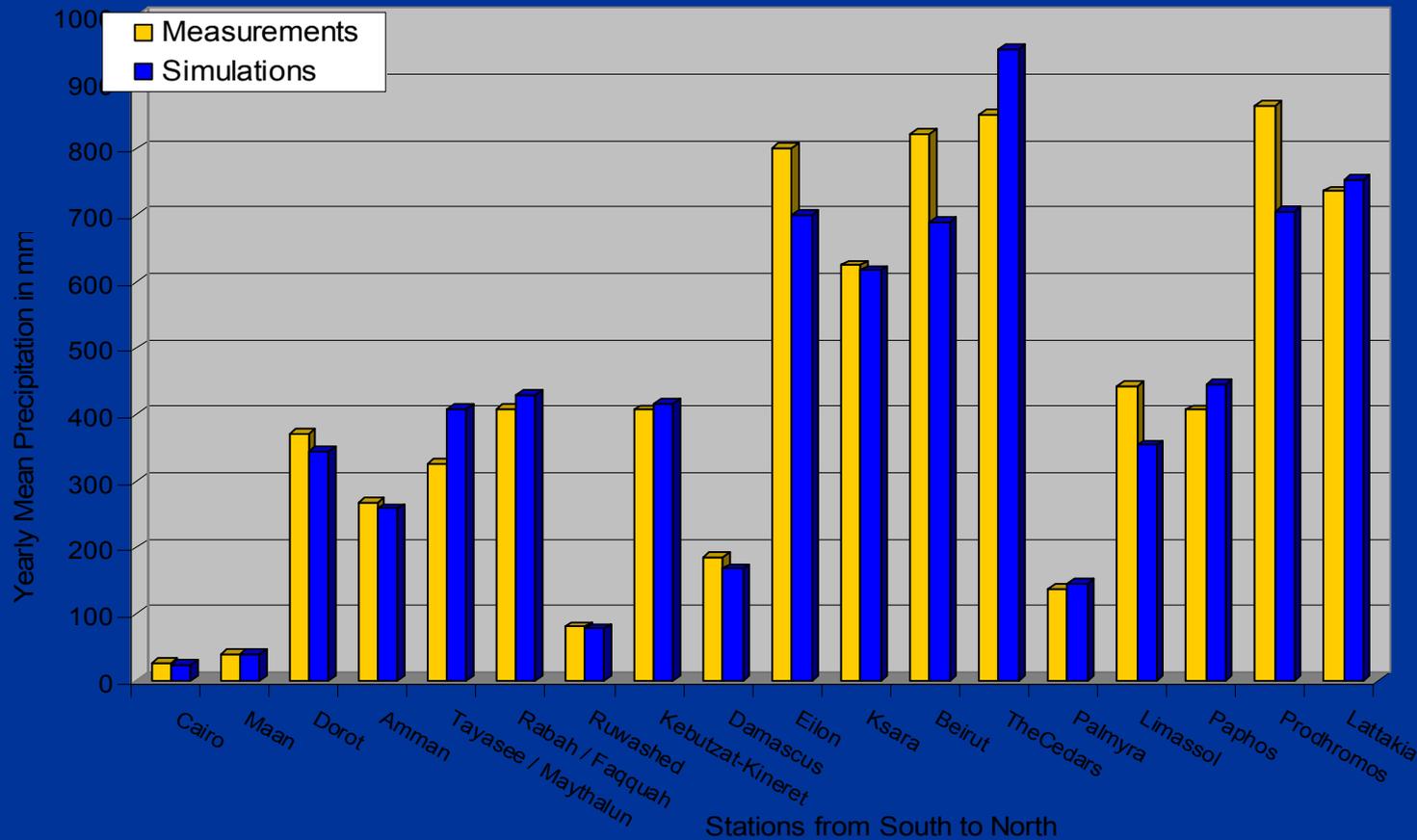
Ginosar

Haifa

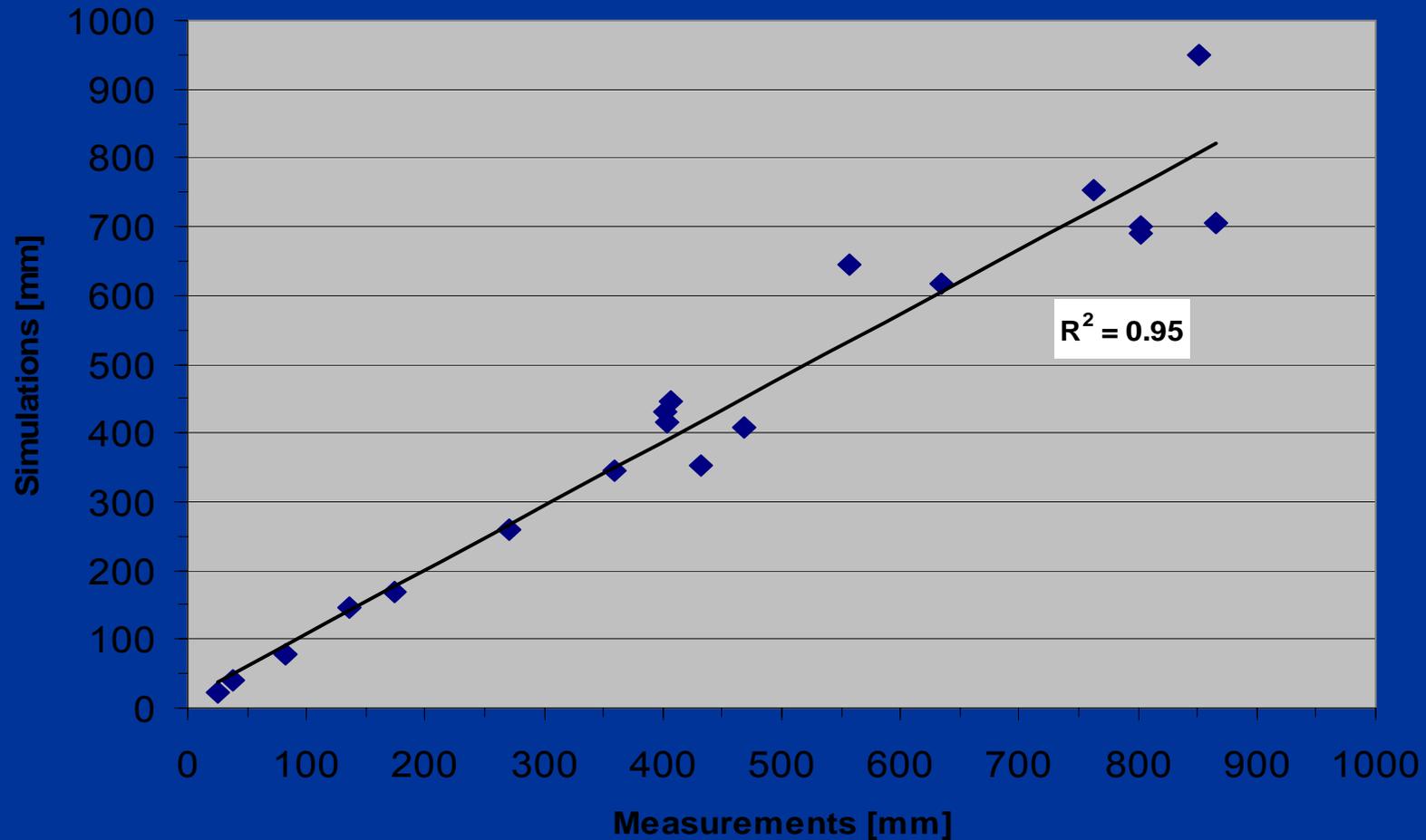
**Oberes Jordan Einzugsgebiet**



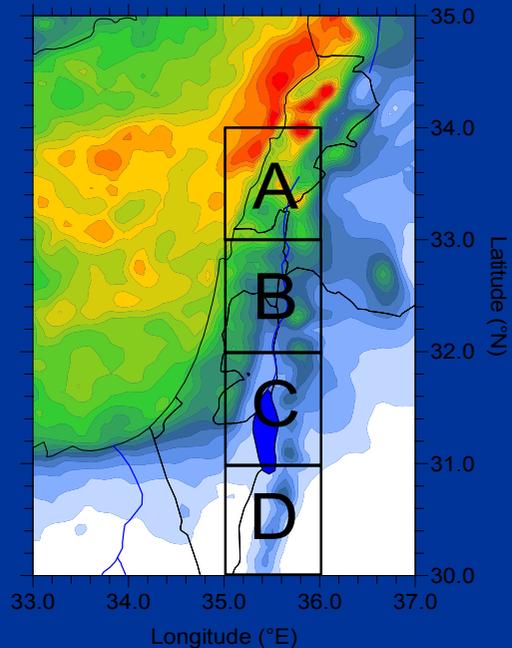
# Qualität der Regionalisierten Szenarien für das Jetztzeitklima



# Qualität der Regionalisierten Szenarien für das Jetztzeitklima

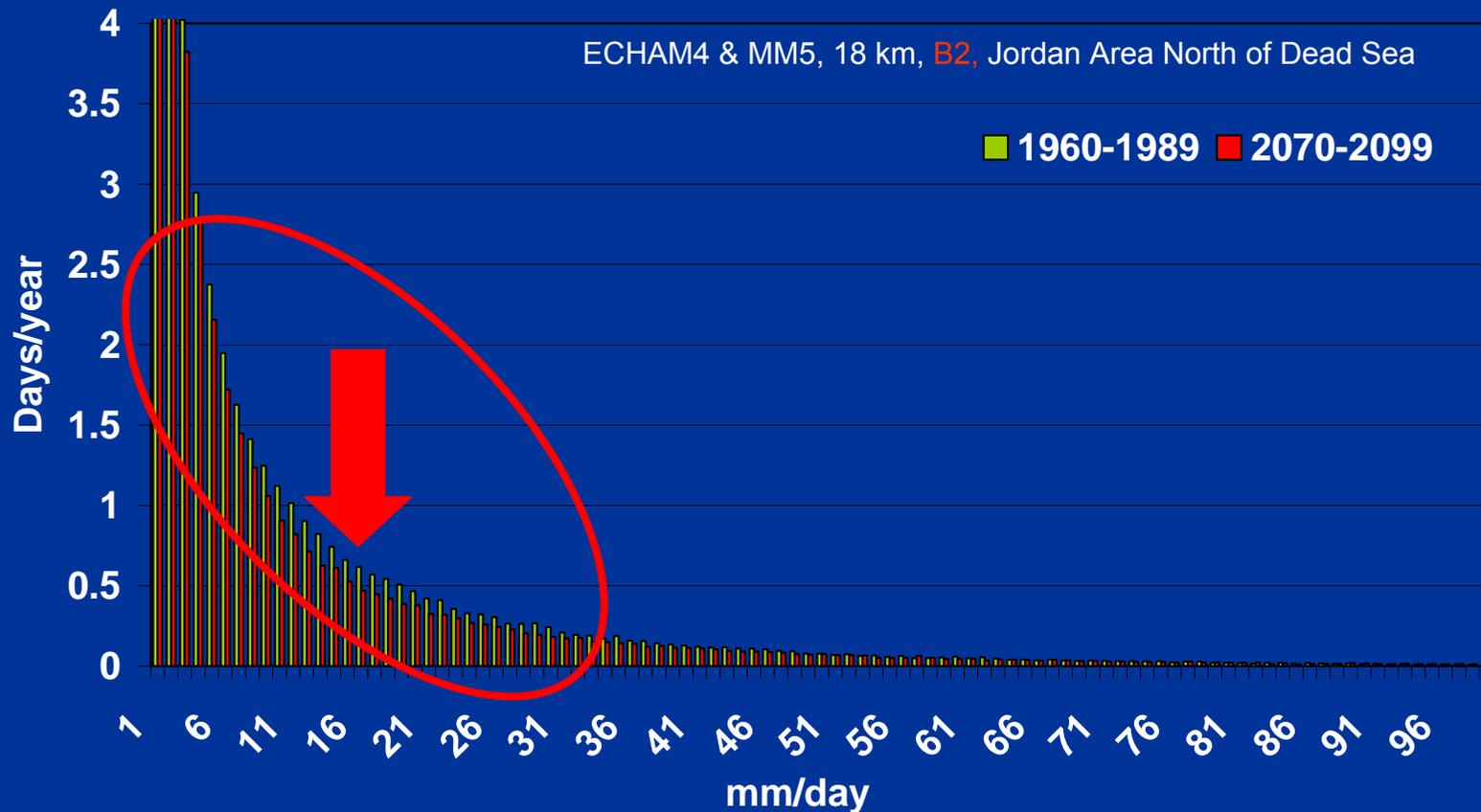


# Erwartete Niederschlagsänderung

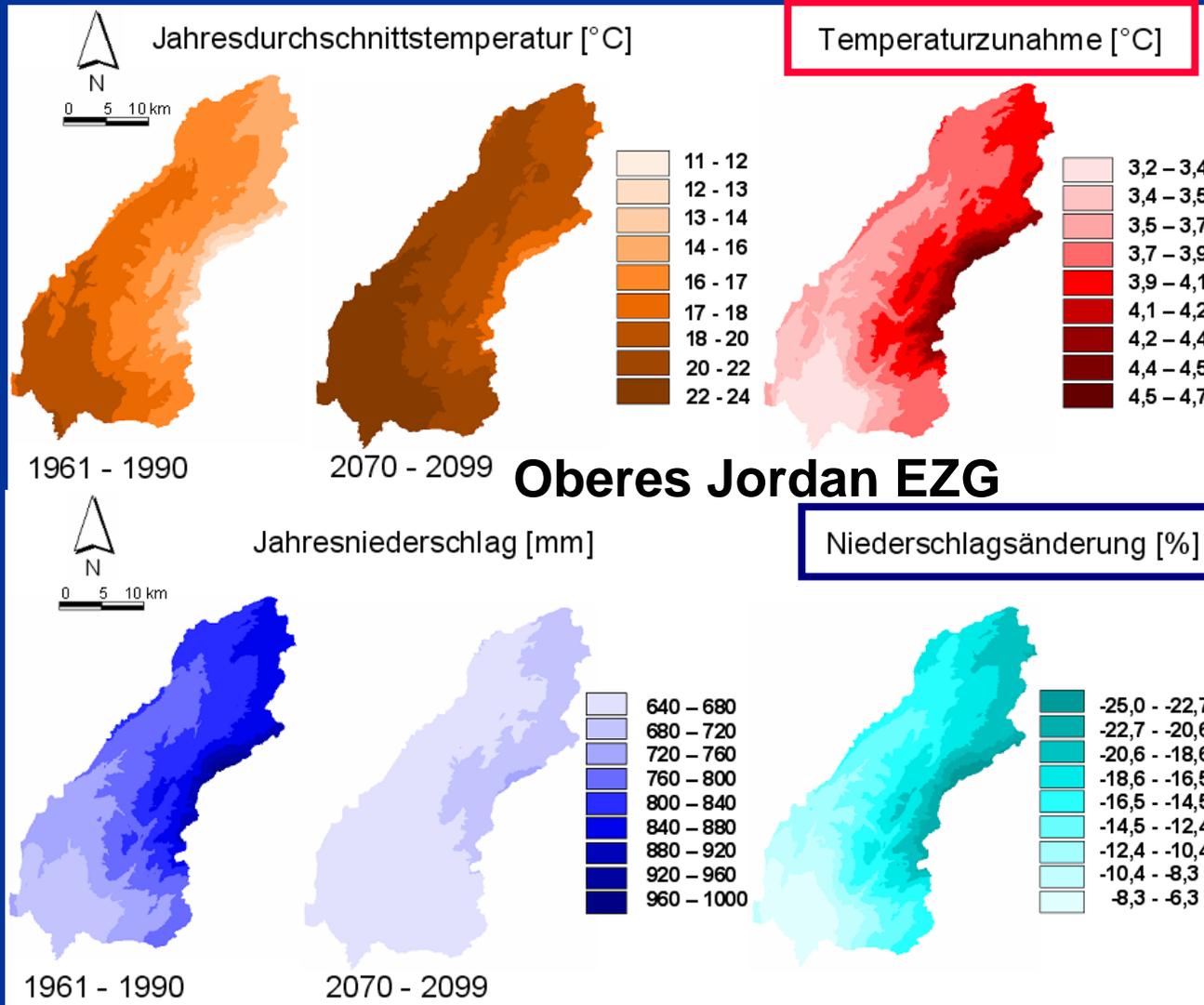


Für alle Regionen: Verminderte Winter, erhöhte Frühlingsniederschläge

## Erwartete Niederschlagsintensitätsänderung

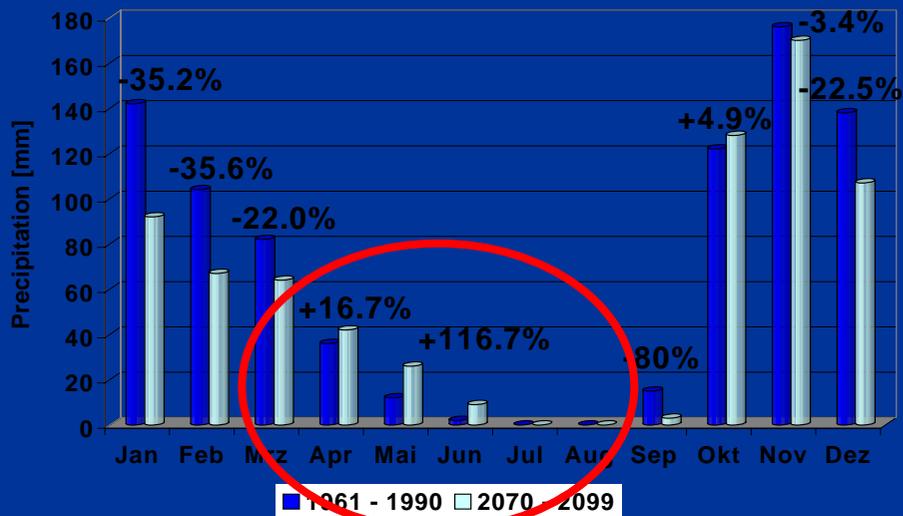


**Tendenz zu reduzierten Niederschlagsintensitäten**

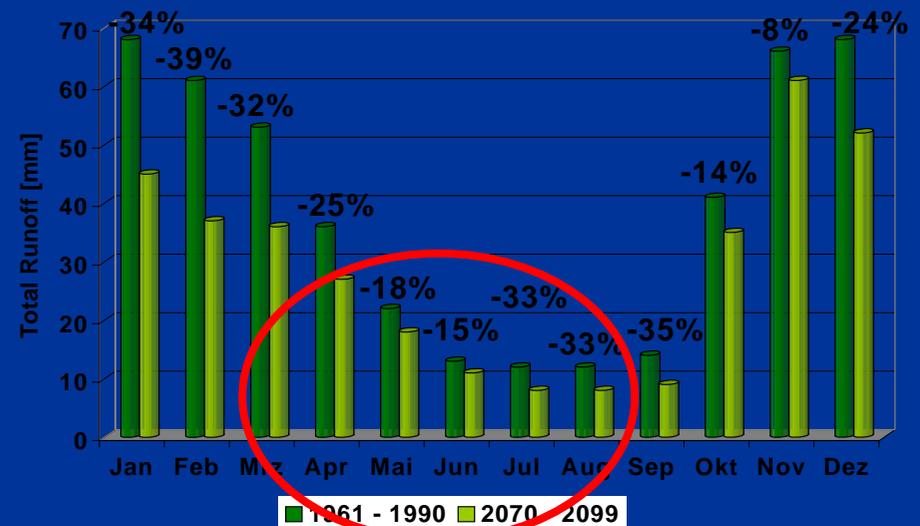


# Auswirkung der Klimaänderung: terrestrischer Wasserhaushalt

## Niederschlag



## Abfluss

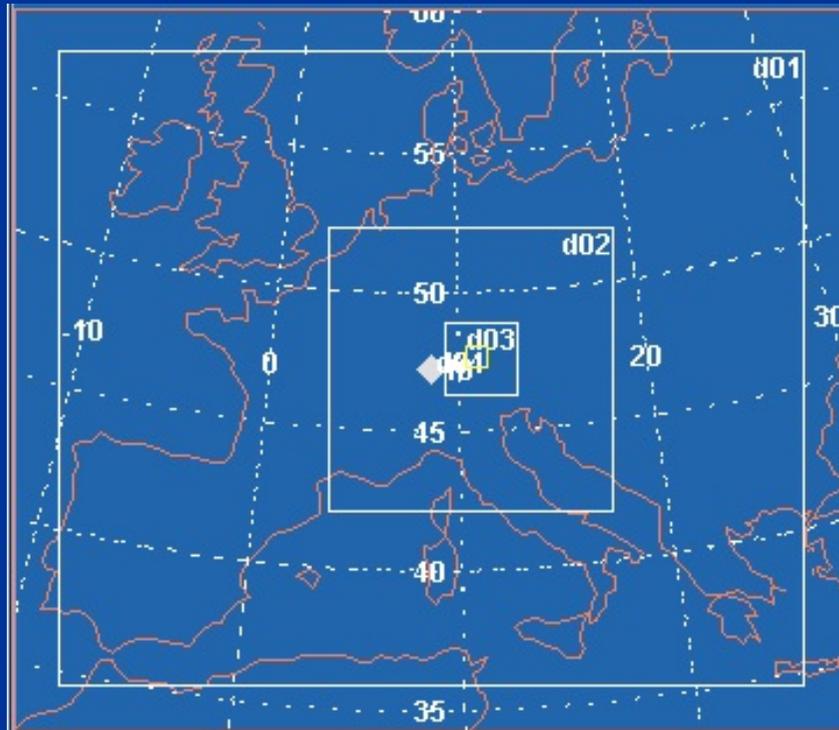


## **2. Gemeinsame Niederschlagsvorhersage-Abflussvorhersage für alpine Einzugsgebiete**

## Das Ammer Einzugsgebiet



## Weather Research and Forecast (WRF) Model



D01 54×54 km<sup>2</sup> - D04 2×2 km<sup>2</sup>

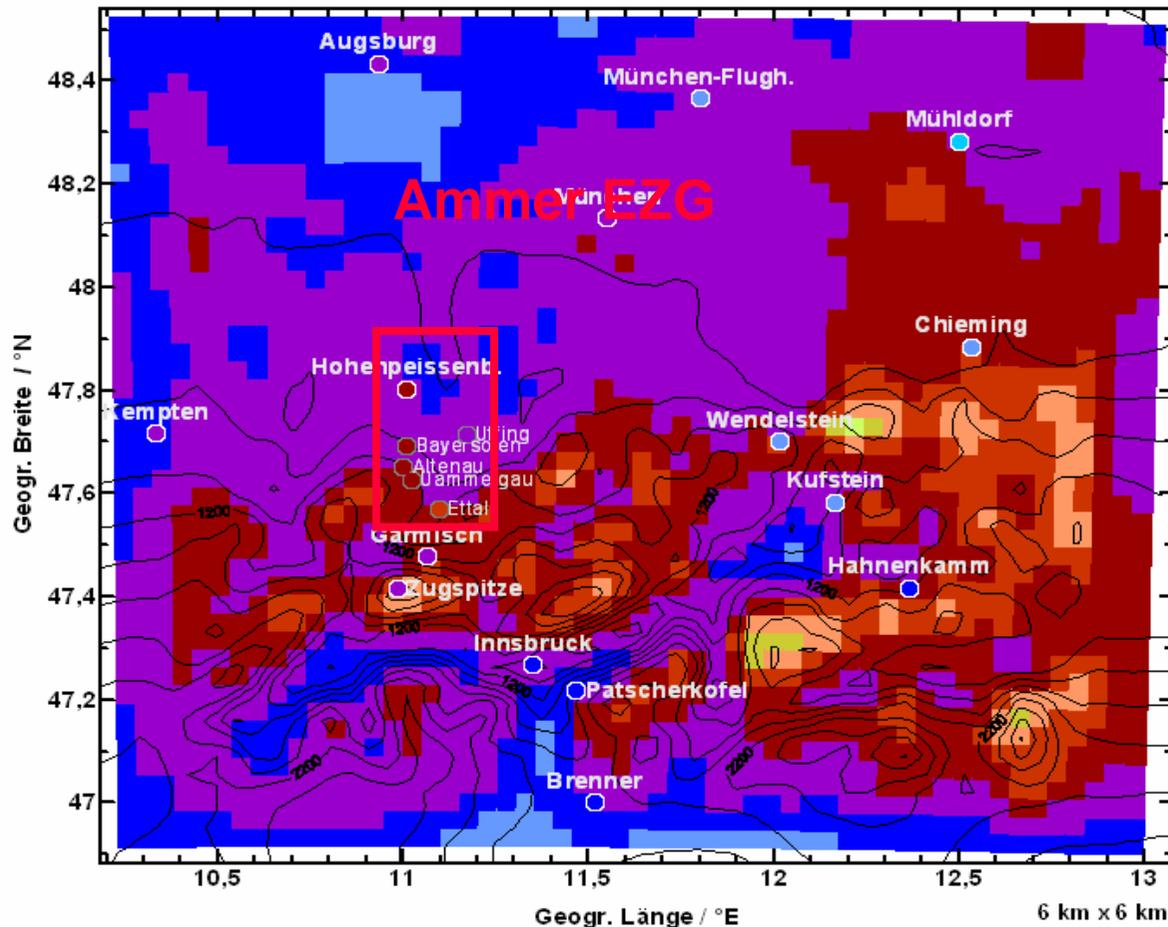
## WaSiM Model



$\Delta x = \Delta y = 100\text{m}$

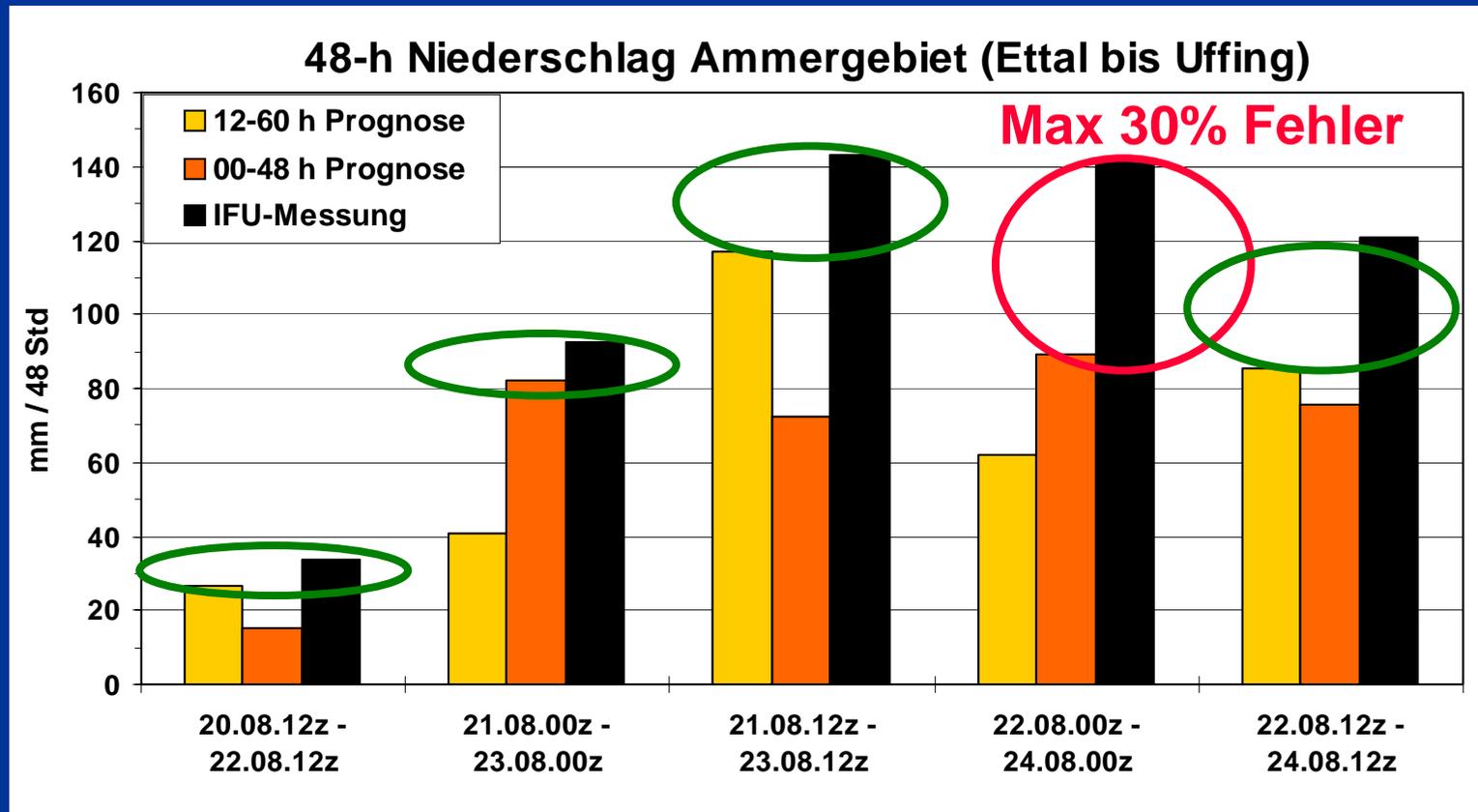
### 48h-Niederschlag in Domain 3: WRF

48h Prognose: 21.08. 12z - 23.08. 12z

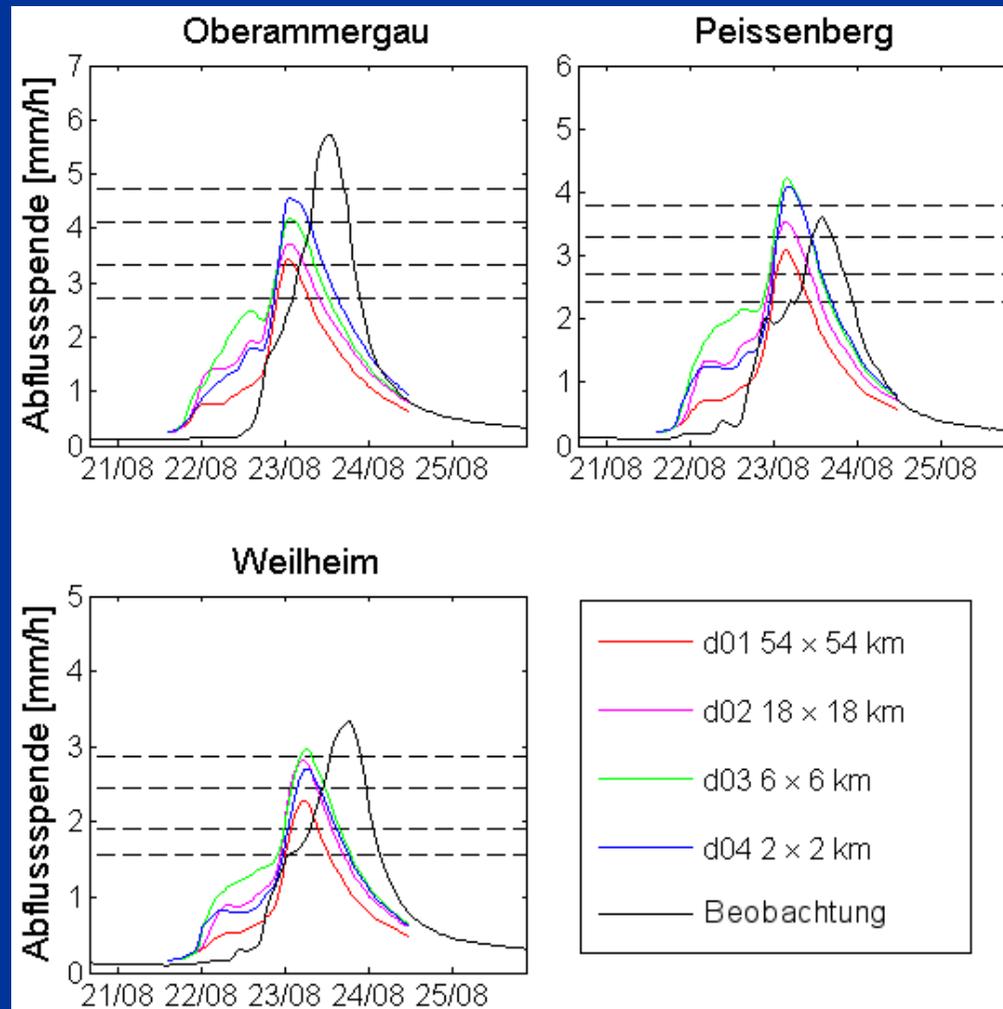


WRF-Vorhersage  
&  
Vergleich mit  
Stationsmessungen

## 0h Vorwarnzeit im Alpenraum ?

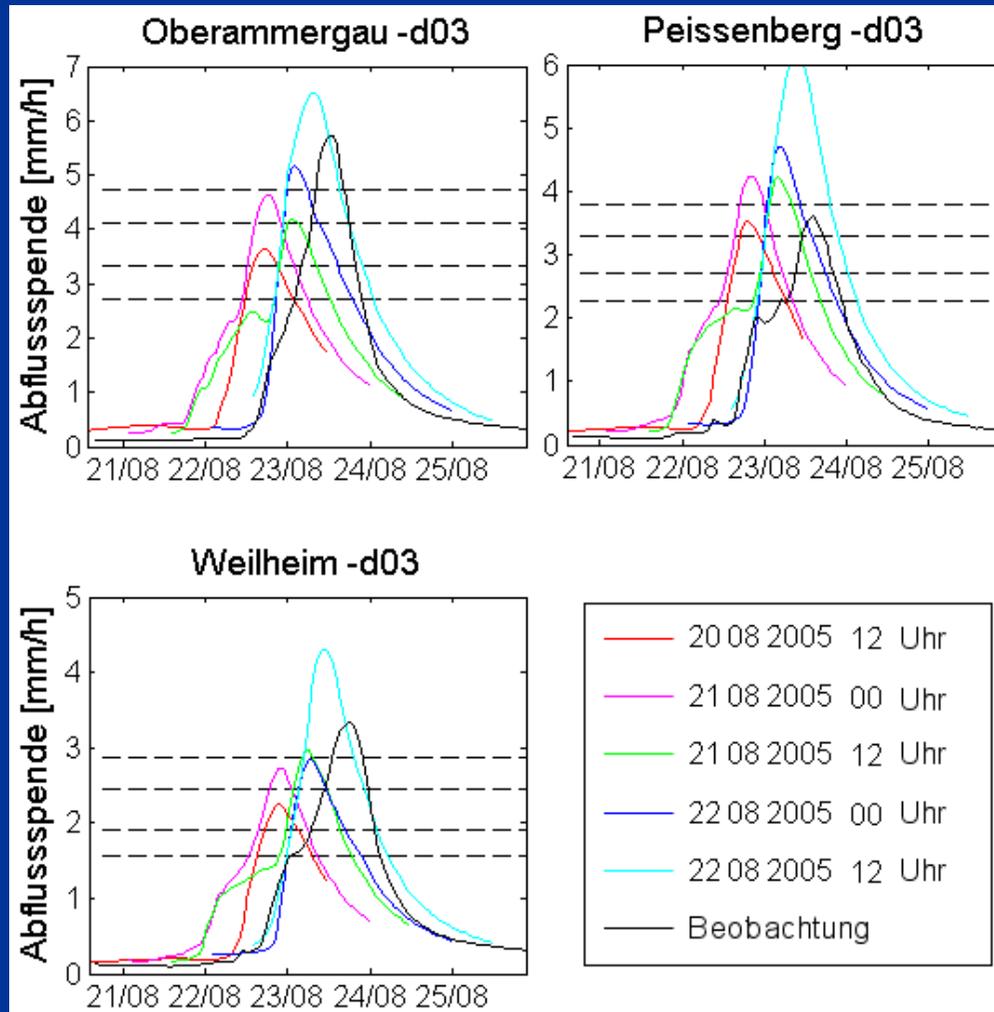


## Gekoppelte Vorhersage Augusthochwasser 2005



Einfluss der  
Modellauflösung

## Gekoppelte Vorhersage Augusthochwasser 2005



Einfluss Zeitpunkt  
der Initialisierung

### **3. Modellbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring in Regionen mit schwacher Infrastruktur**

Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

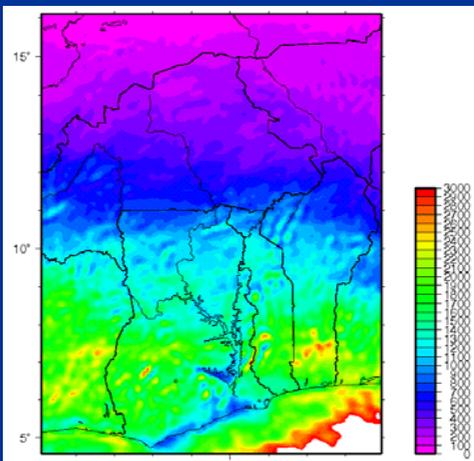


Herausforderung:  
Wissenschaftliche fundierte  
Entscheidungsunterstützung

# Modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring

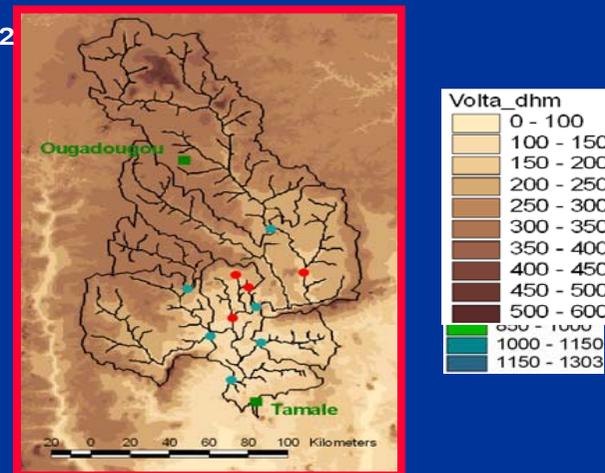
Meteo-Model: MM5

Hydro-Model: WaSiM



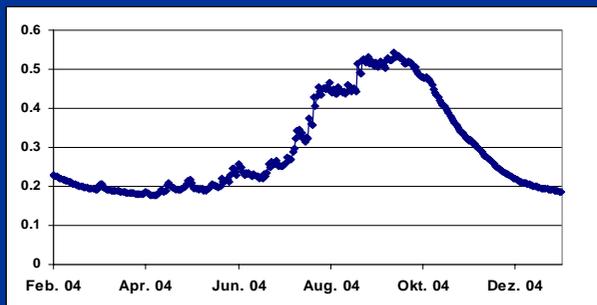
9x9 km<sup>2</sup>

1x1 km<sup>2</sup>

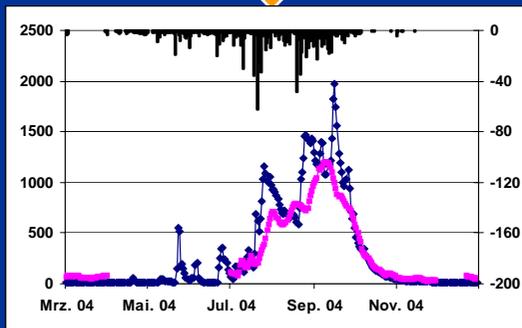


Model based  
Monitoring  
Terrestrial  
Water Balance

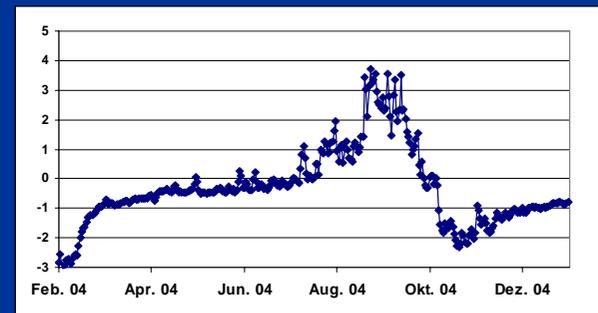
Evapotranspiration [mm/a]



Bodenfeuchte



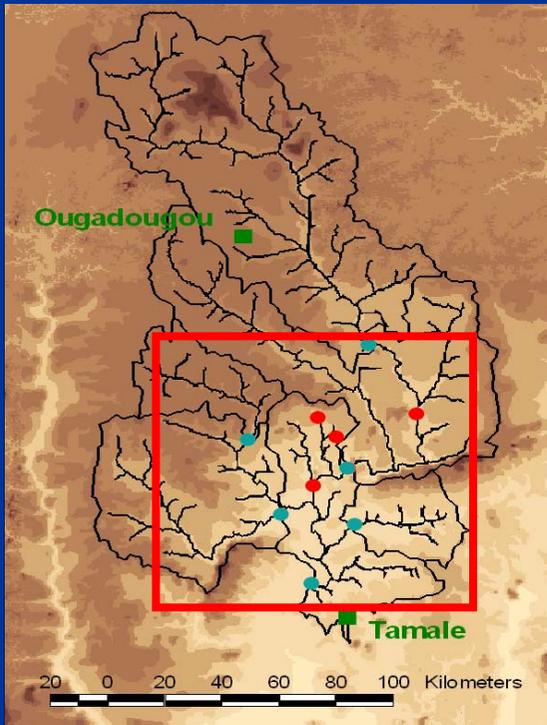
Abfluss [m<sup>3</sup>/s]



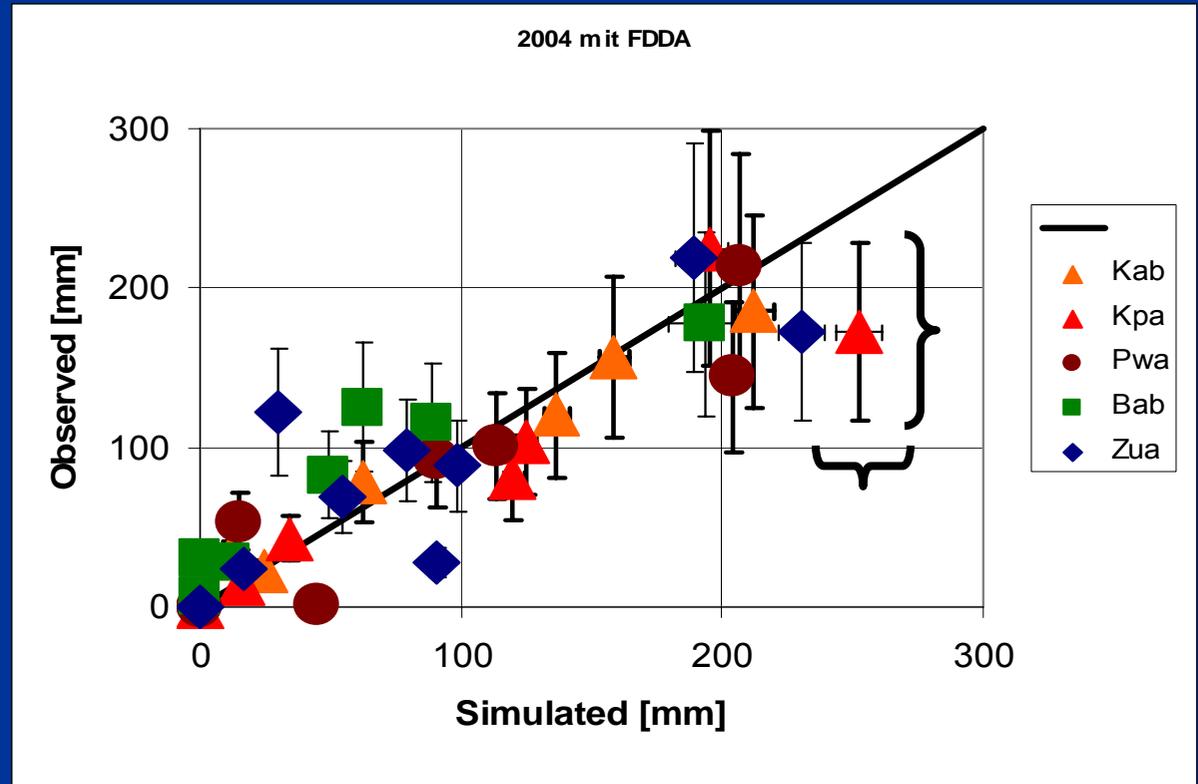
Grundwasserneubildung [mm]

# Modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring

## Qualität des meteorologischen Modells

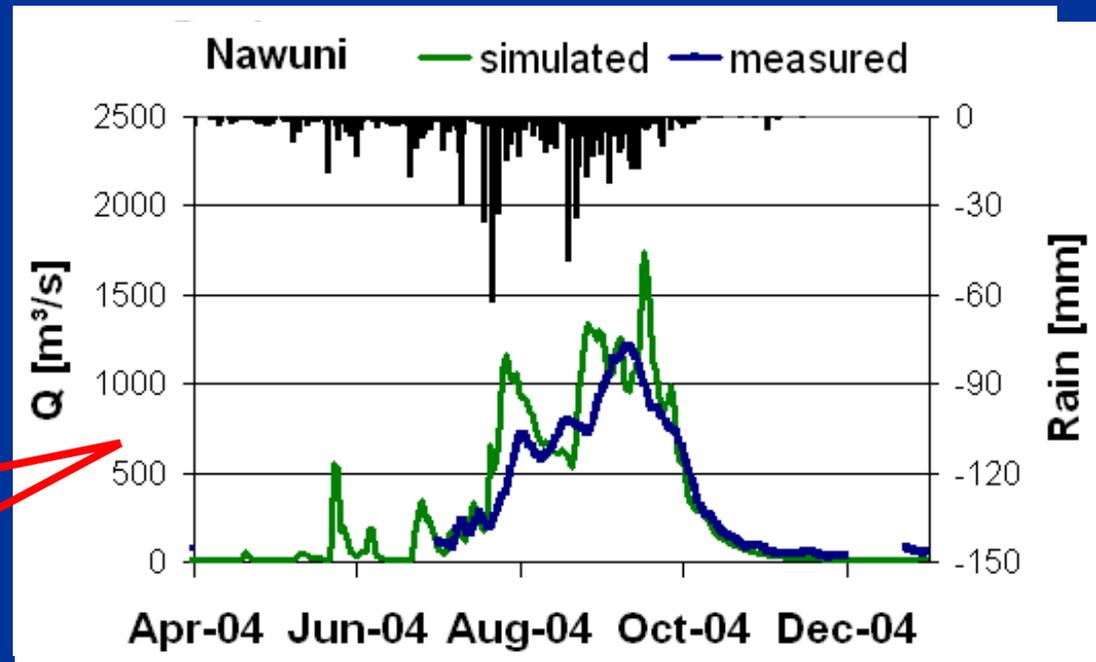
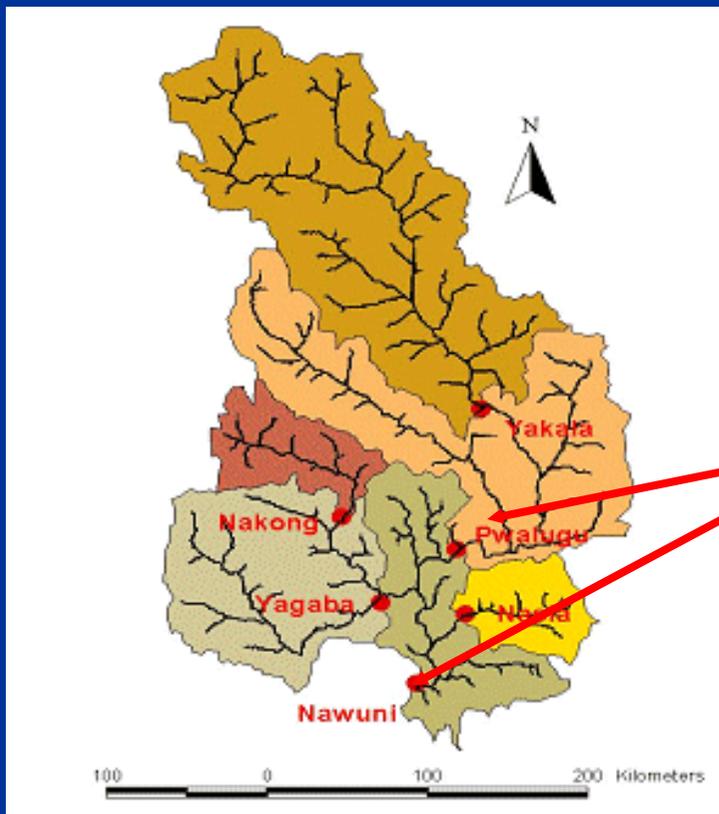


- precipitation station
- river gauges

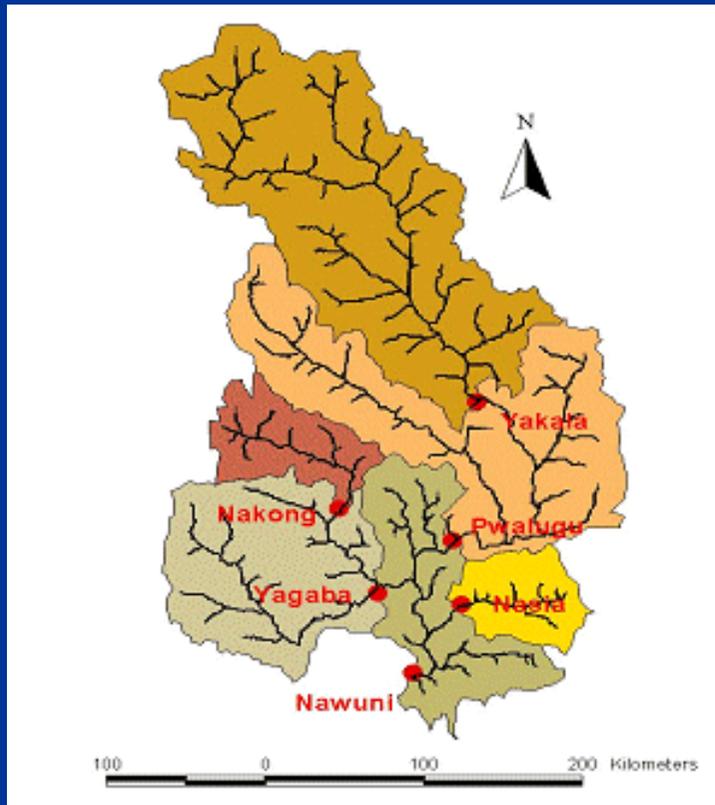


# Modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring

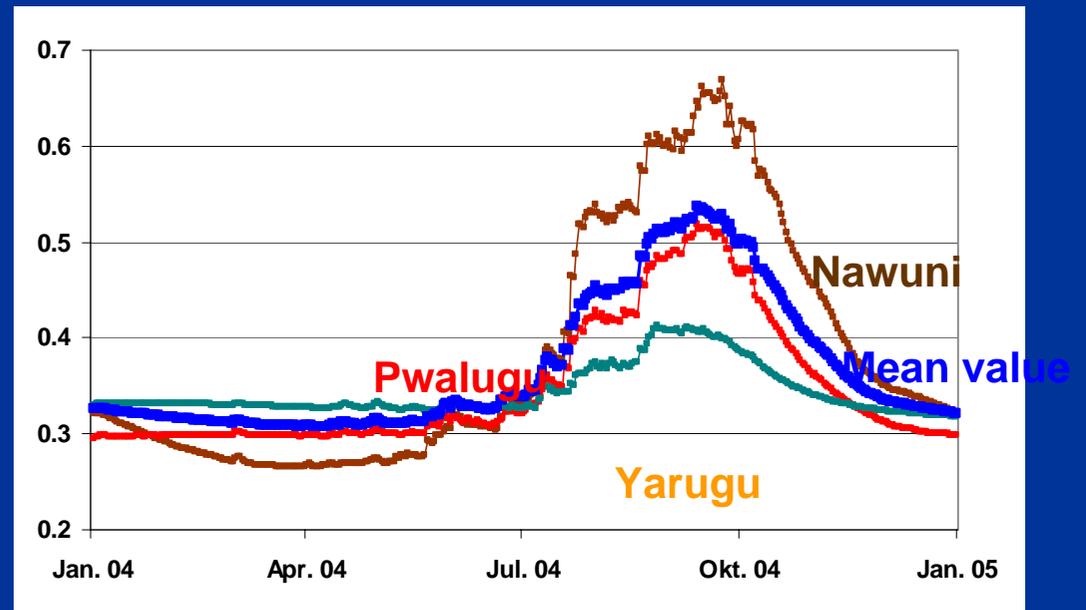
## Qualität der gekoppelten Simulationen



# Modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring

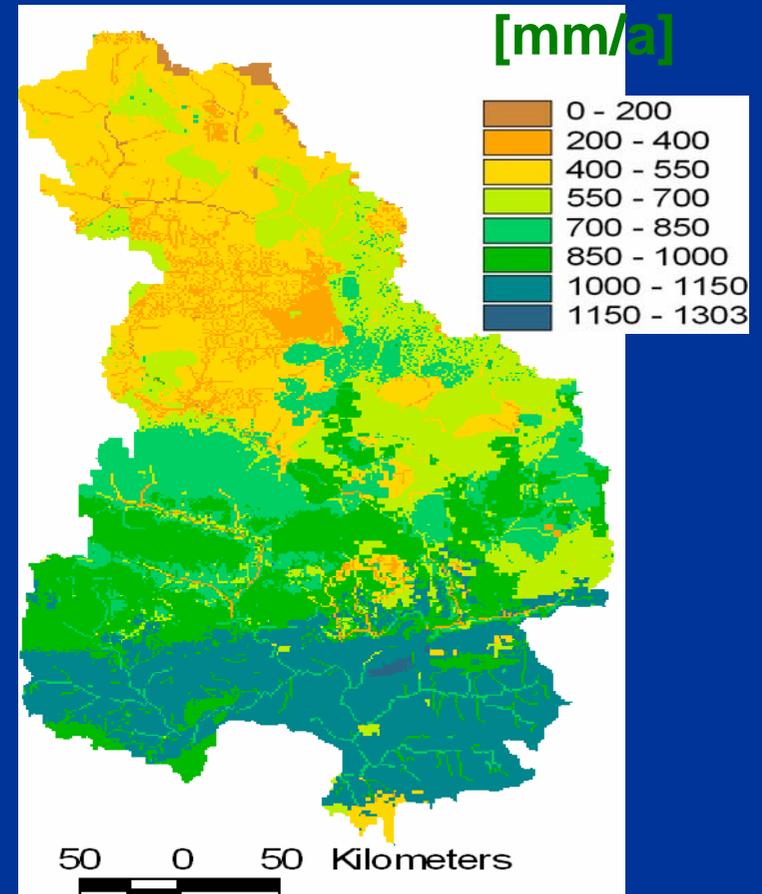
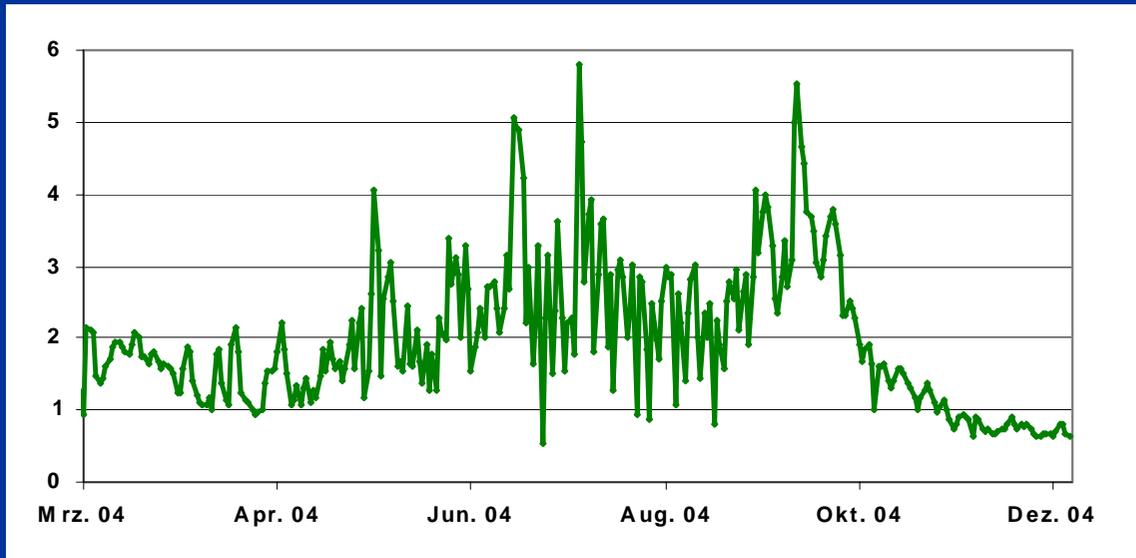


## Bodenfeuchte



# Modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring

## Evapotranspiration [mm/day]



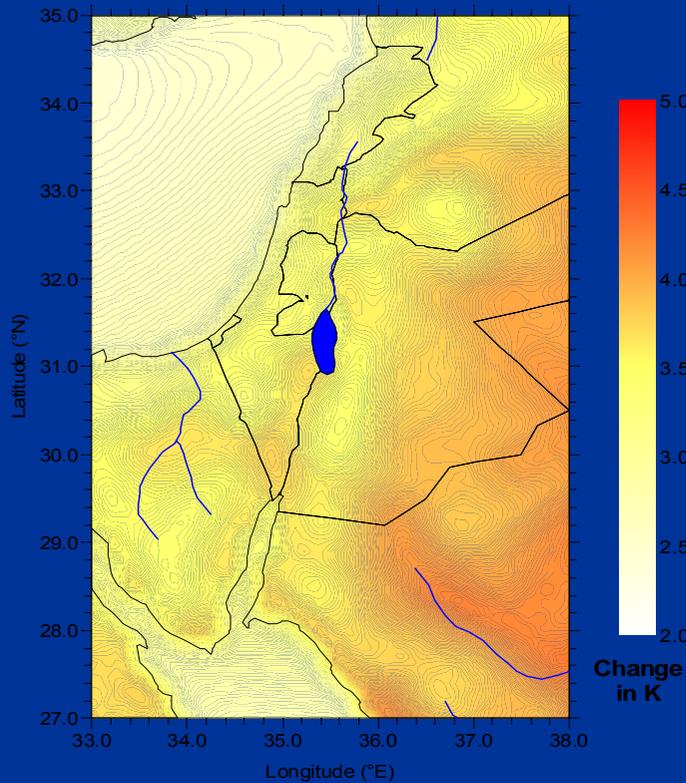
## Zusammenfassung

- Einsatz regionaler meteorologischer Modelle MM5 und WRF für unterschiedlichste Regionen weltweit
- Einsatzspektrum: Klima-Hydrologiemodellierung  
Abflussvorhersage alpine EZGs  
Modellbasiertes Monitoring (*Hindcast*: “Nachhersage“)
- Globale Antriebsdaten operationell über GTS frei verfügbar!
- Qualität der simulierten Niederschläge stark abhängig von gewählten Parameterisierungen, Modellauflösung und Qualität des globalen Modells
- Nicht alle Details der meteo./hydro. Beobachtungen werden getroffen
- Dennoch: ausreichende Qualität für Entscheidungsunterstützung

A blue-tinted image featuring a crown with a central jewel, set against a background of water ripples. The crown is positioned in the center, and the water ripples create a sense of depth and movement. The overall color scheme is a gradient of blues, from light to dark.

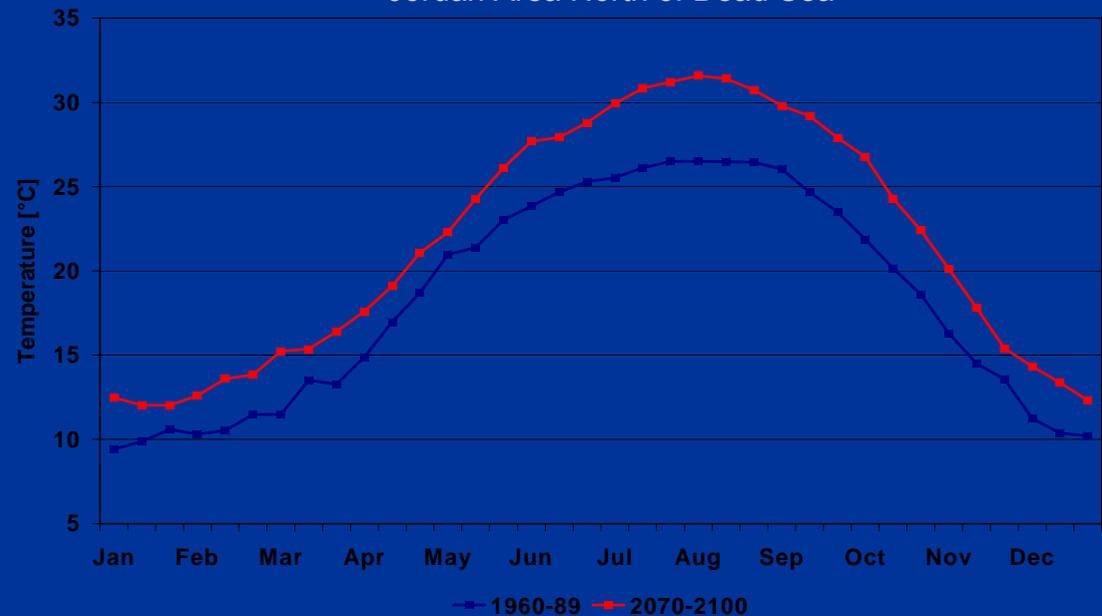
**Vielen Dank für ihre  
Aufmerksamkeit**

# Erwartete Temperaturänderung



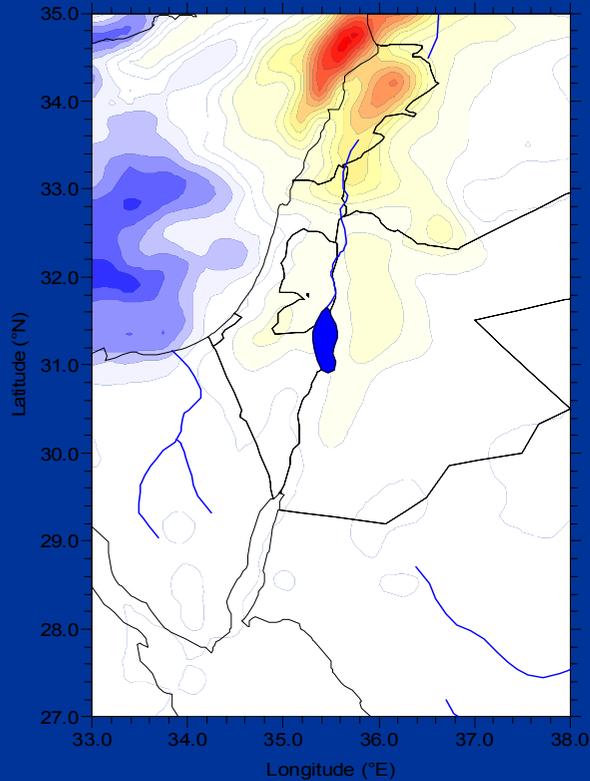
Change in annual mean temperature

ECHAM4 & MM5, 18 km, B2, 2070-2099 vs 1961-1989,  
Jordan Area North of Dead Sea

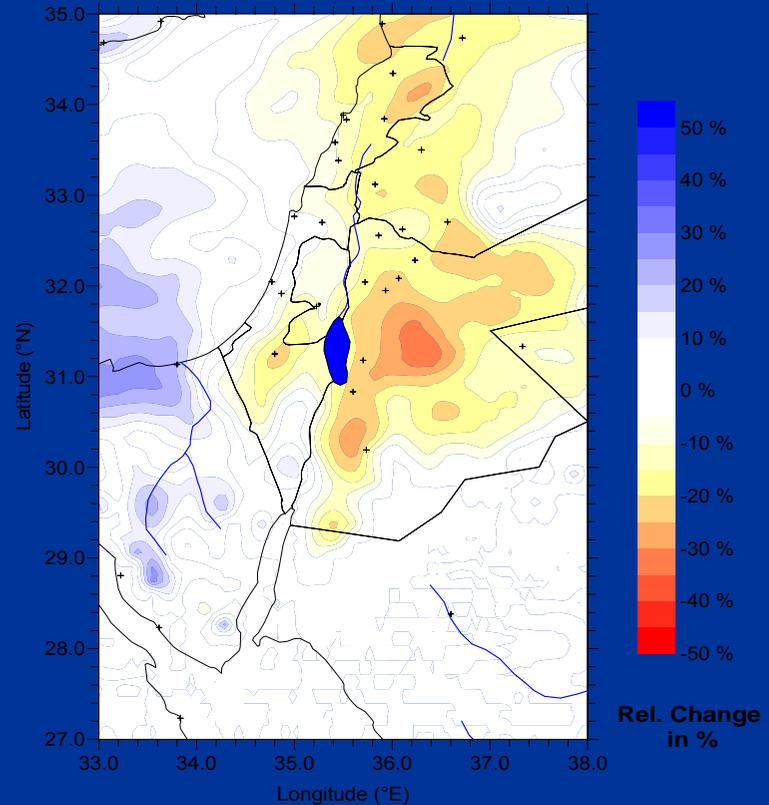


Change in temporal distribution, averaged over domain 2

# Erwartete Niederschlagsänderung



Absolute change in [mm]

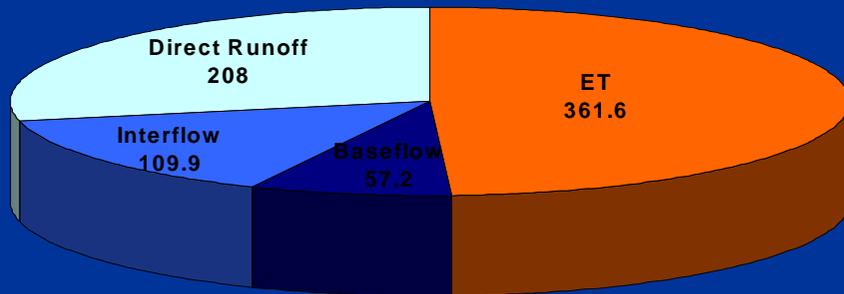


Relative Change in [%]

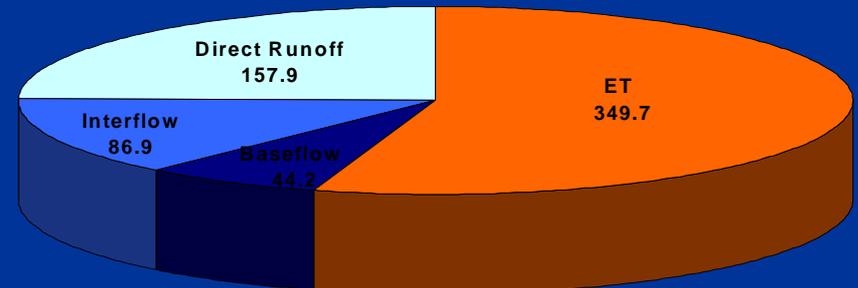
ECHAM4 & MM5, 18 km, B2, 2070-2099 vs 1961-1989

# Änderungen für das UJC

[mm/a]

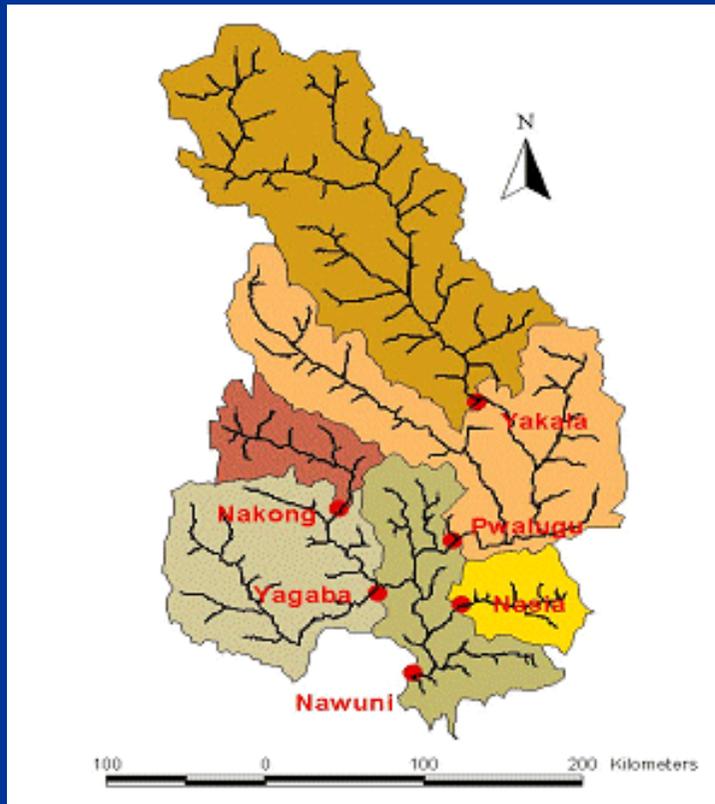


1960-1990

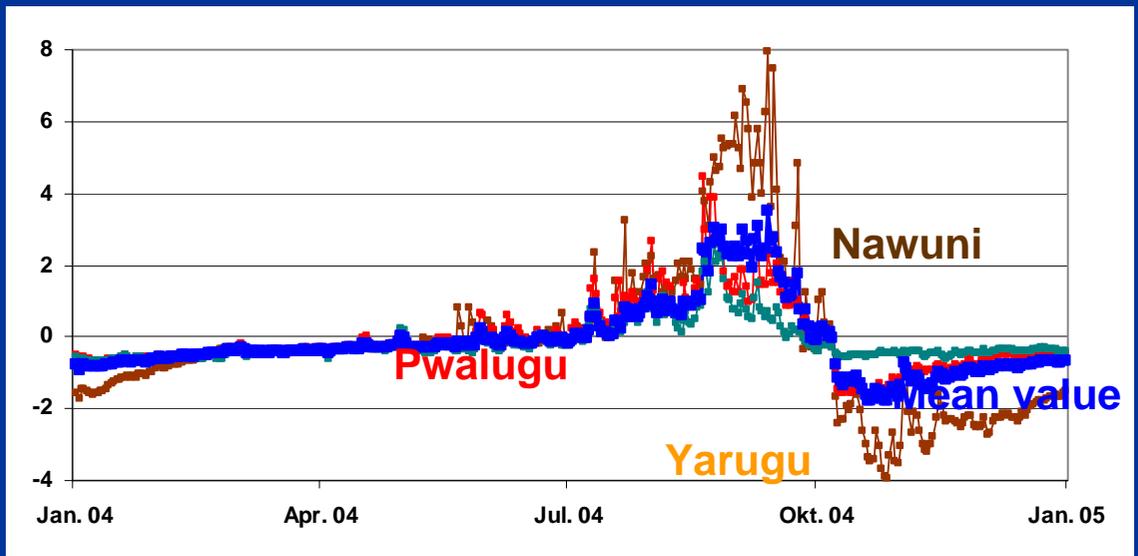


2070-2100

# Modelbasiertes Wasserhaushaltsmonitoring

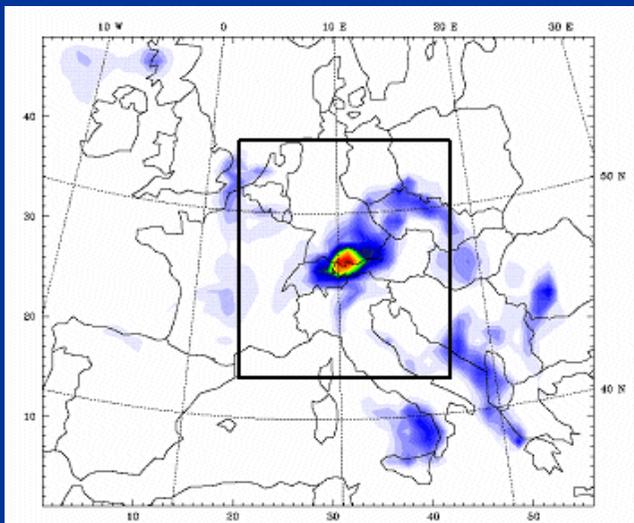


## Grundwasserneubildung

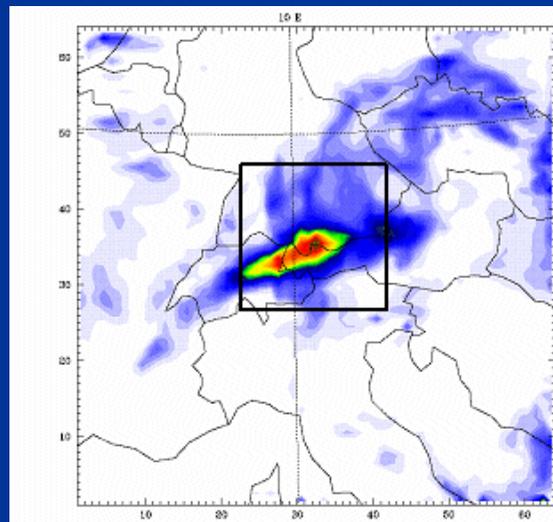


# Vorhersage Augusthochwasser 2005

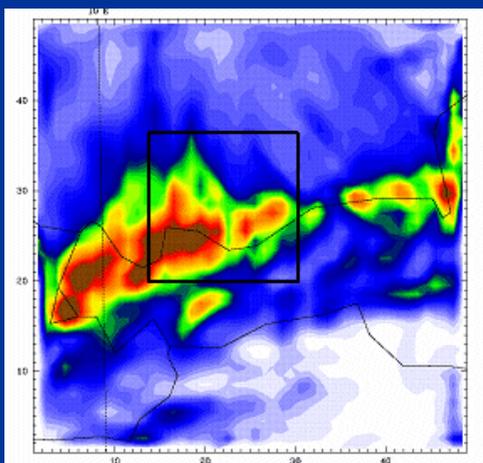
D01  
54×54  
km<sup>2</sup>



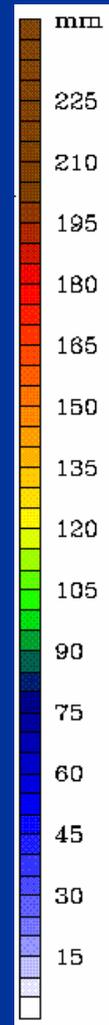
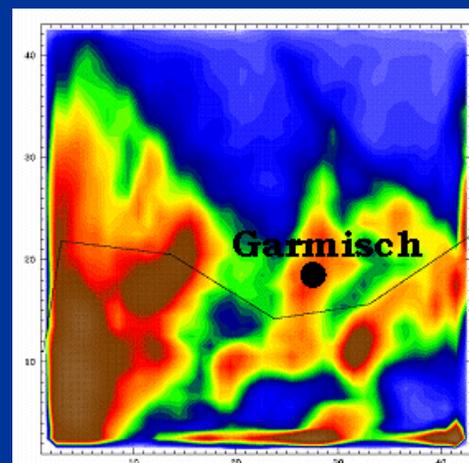
D02  
18×18  
km<sup>2</sup>



D03  
6×6  
km<sup>2</sup>



D04  
2×2  
km<sup>2</sup>



mm/48h