

# Klimawandel und langfristige Abschätzung des Wasserhaushaltes im Alpenraum

Expertenworkshop Chiemgau, 11.06.2007  
Andreas Marx  
Forschungszentrum Karlsruhe

# Hochwasser

- global ca. 30% der Todesfälle durch Naturkatastrophen seit 1950



<i>Hochwasser- ereignis</i>	<i>Total (Mio. €)</i>	<i>Versichert( Mio. €)</i>
Bayern 1999	393	30
Bayern 2005	205	46
D/A/CH 1999	409	40
D/A/CH 2005	3000	1700





# Dürren

- global ca. 50% der Todesfälle durch Naturkatastrophen seit 1950



## Physikalischer Hintergrund:

- Höhere Temperaturen  $\Rightarrow$  höhere Verdunstungen
- Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit transportieren  $\Rightarrow$  erhöhter atm. Wassergehalt
- Latente Wärmeenergie  $\Rightarrow$  höherer atmosphärischer Energieinhalt

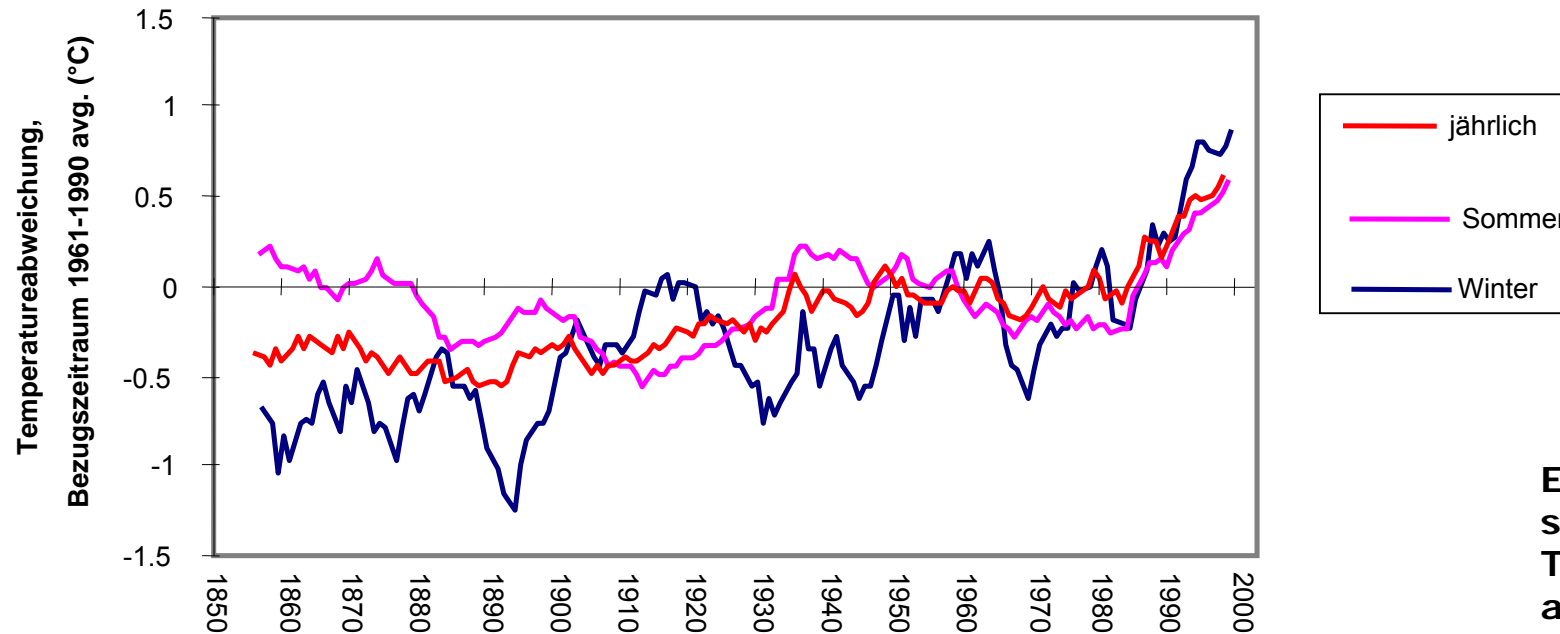
**$\Rightarrow$  Intensivierung des Wasserkreislaufs**

## Folgen

- Veränderte Niederschlagsintensitäten
- Veränderte zeitliche & räumliche Verteilung des Niederschlags

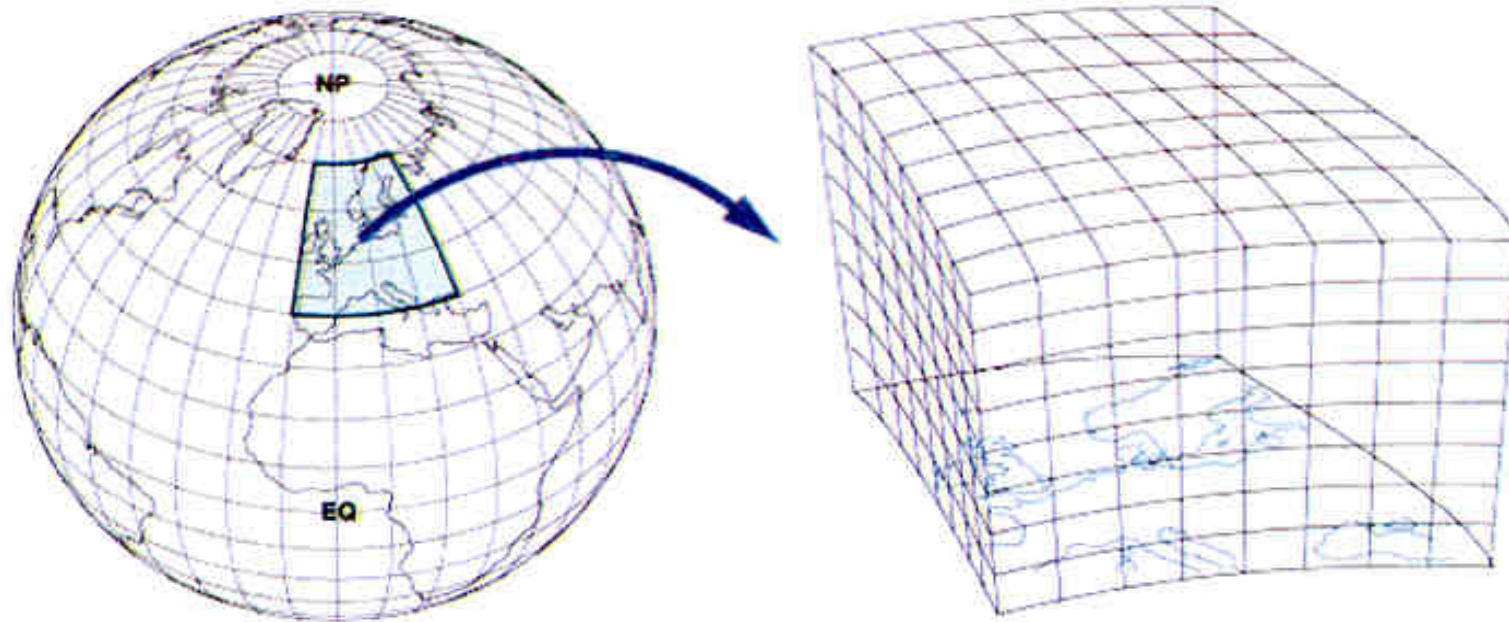
**$\Rightarrow$  Änderung von Abflussregimen und Zunahme von Hochwassergefahr**

# Beobachteter Klimawandel: Die Vergangenheit



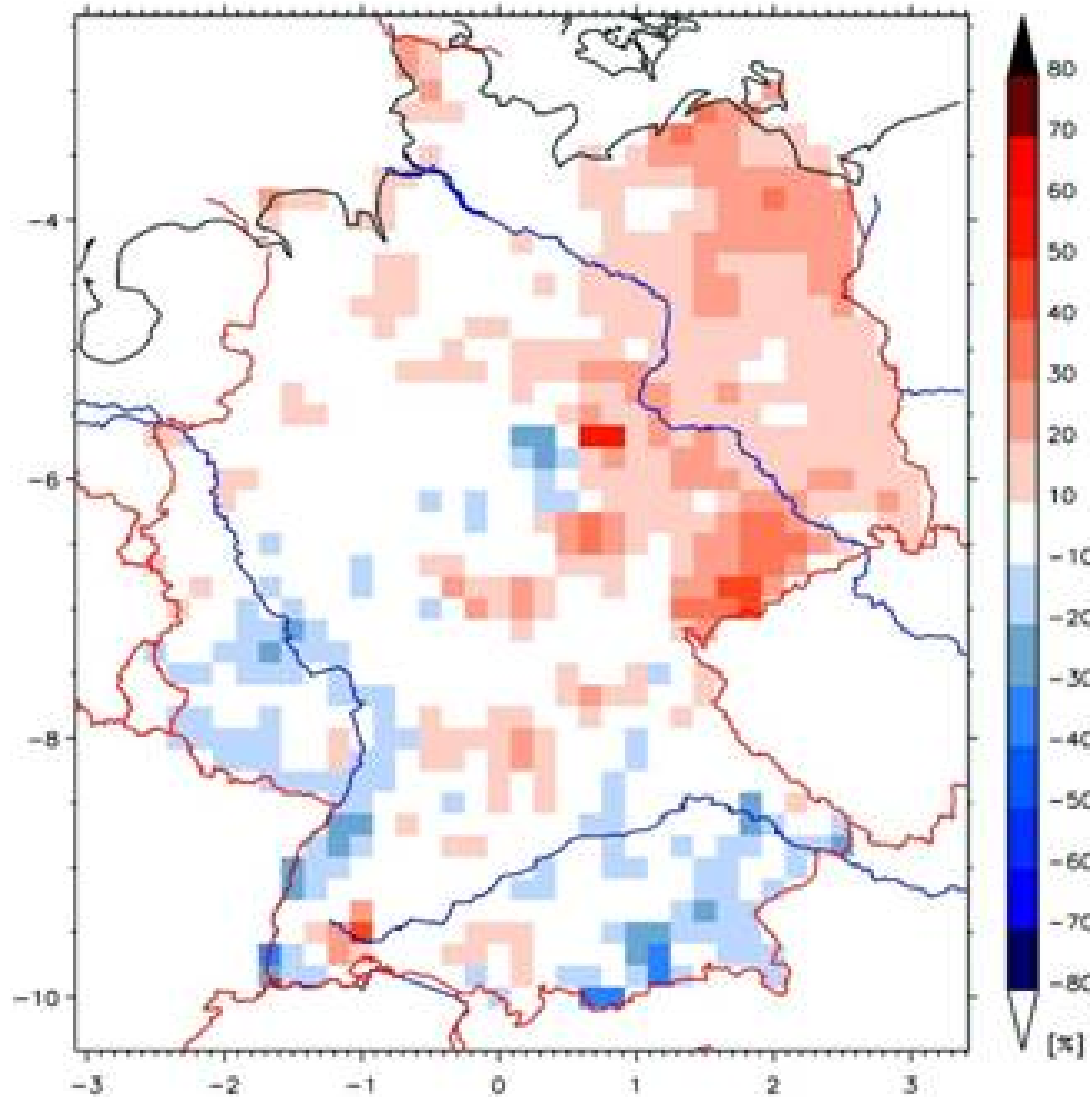
**Europa: jährliche und saisonale mittlere Temperaturabweichung**

- Globale Temperatur:  $+ 0.7 \pm 0.2$  °C in den letzten 100 Jahren
- Europa:  $+0.95$  °C, Sommer  $+0.7$ °C , Winter  $+1.1$ °C
- **Alpen  $+1.6$ °C**



- Globales Klimamodell ECHAM4, Auflösung  $\sim 1^\circ$
- Regionales Klimamodell MM5, Auflösung Europa 19.2 km
- Erhaltungsgleichungen für Energie, Masse & Impuls
- $\Delta t \approx 60 \text{ sec}$ ,  $80 \times 80 \times 25 = 160,000$  Gitterpunkte
- Zeitaufwendige FD-Schemen zur numerischen Lösung -> Zeitscheiben

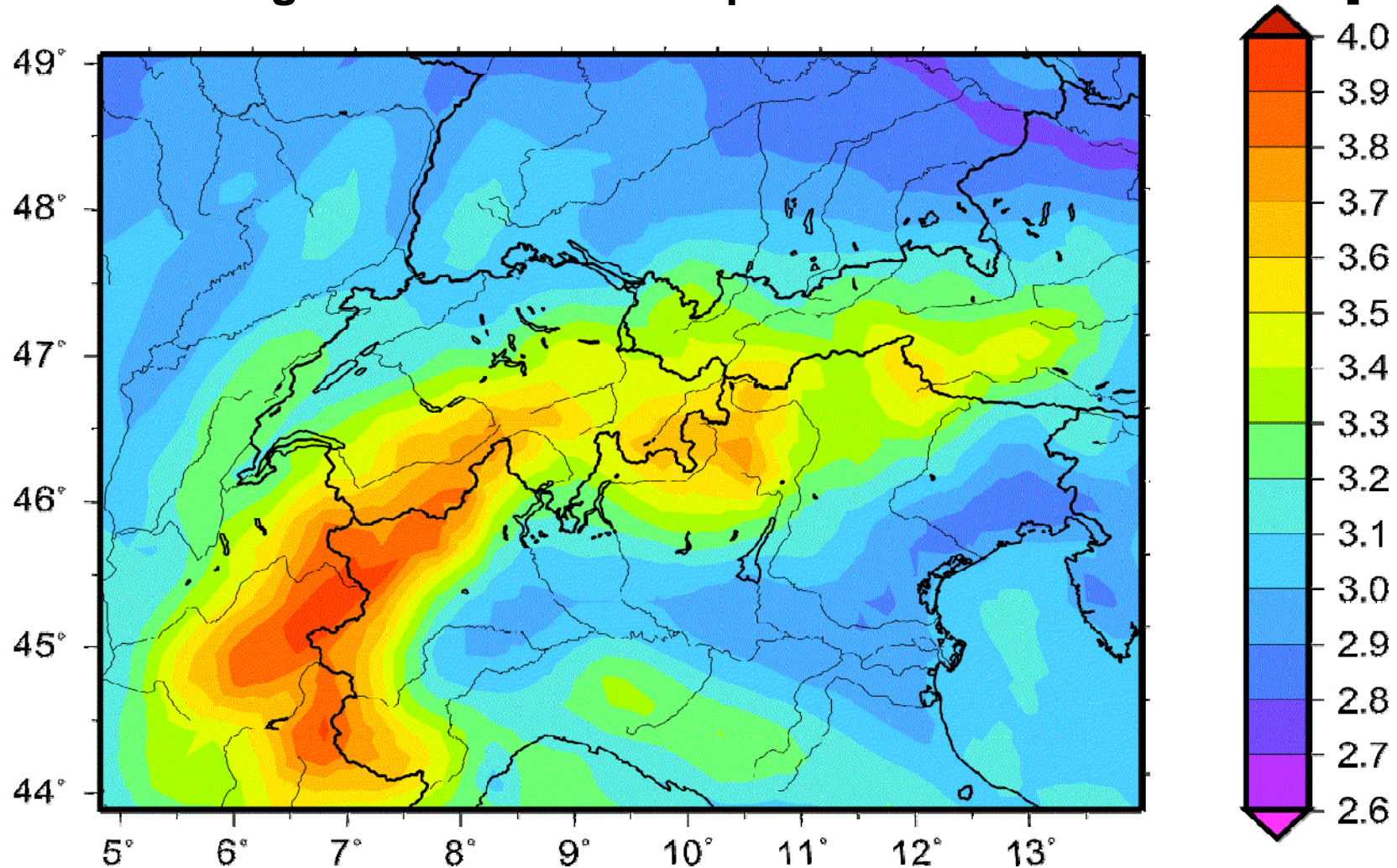
## Wie gut reproduziert das atmosphärische Modell den Niederschlag?



Unterschied [%] simulierter  
Niederschlag MM5 (19.2 km)  
vs. DWD interpolierte  
Stationsdaten 1979-1993



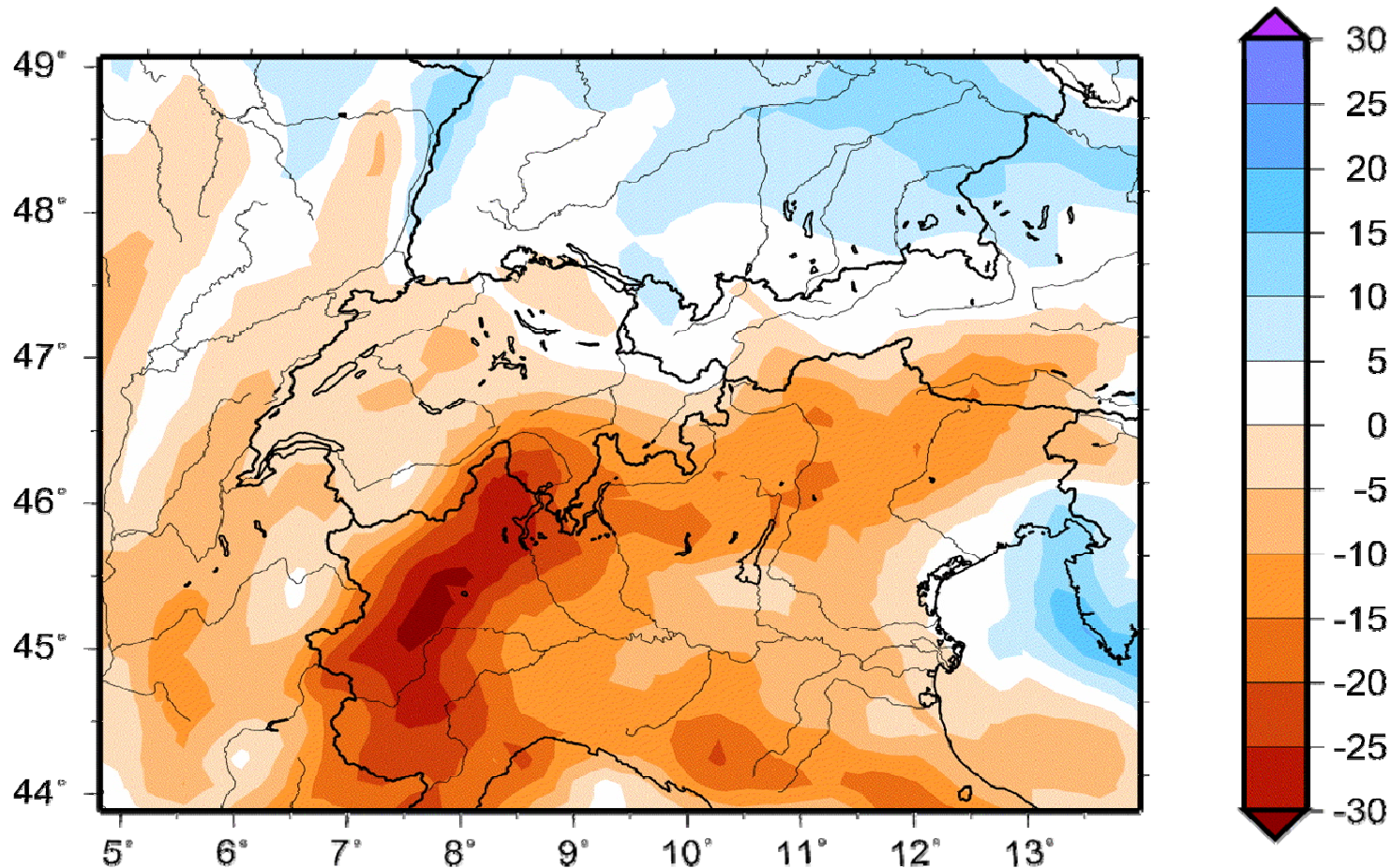
## Änderung mittlere Jahrestemperatur 2070-99 vs. 1960-89 [°C]



**⇒ Regional bis zu 4°C Temperaturzunahme!**

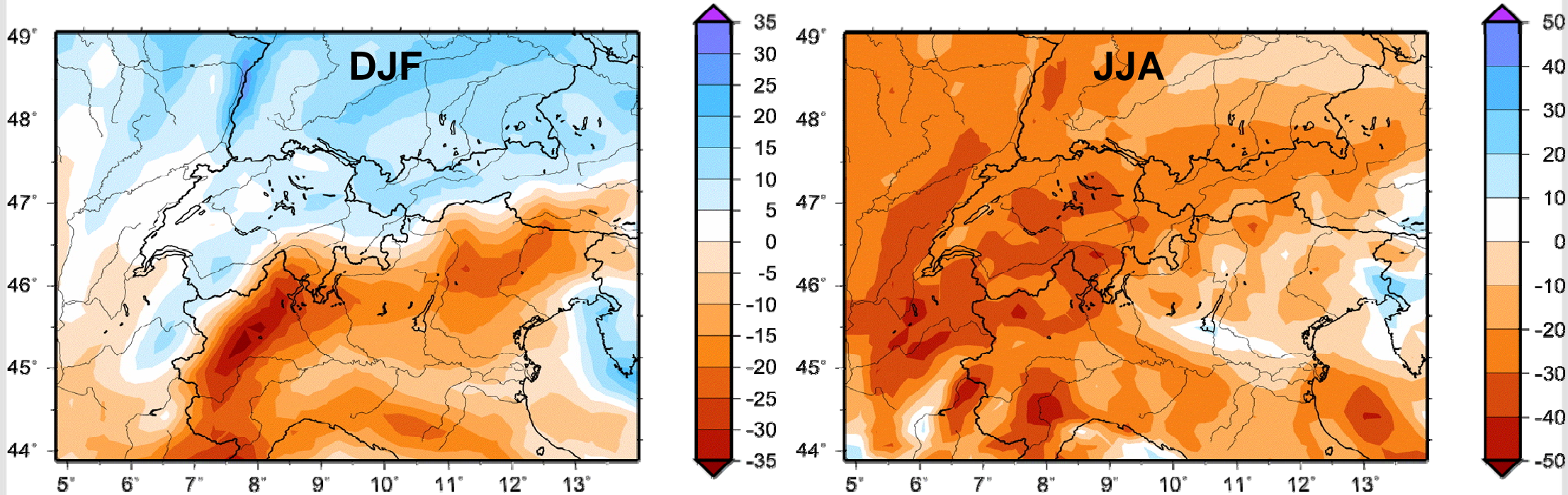


## Änderung mittlerer Jahresniederschlag 2070-99 vs. 1960-89 [%]



**⇒ Regional bis zu 30% weniger Gesamtniederschläge**

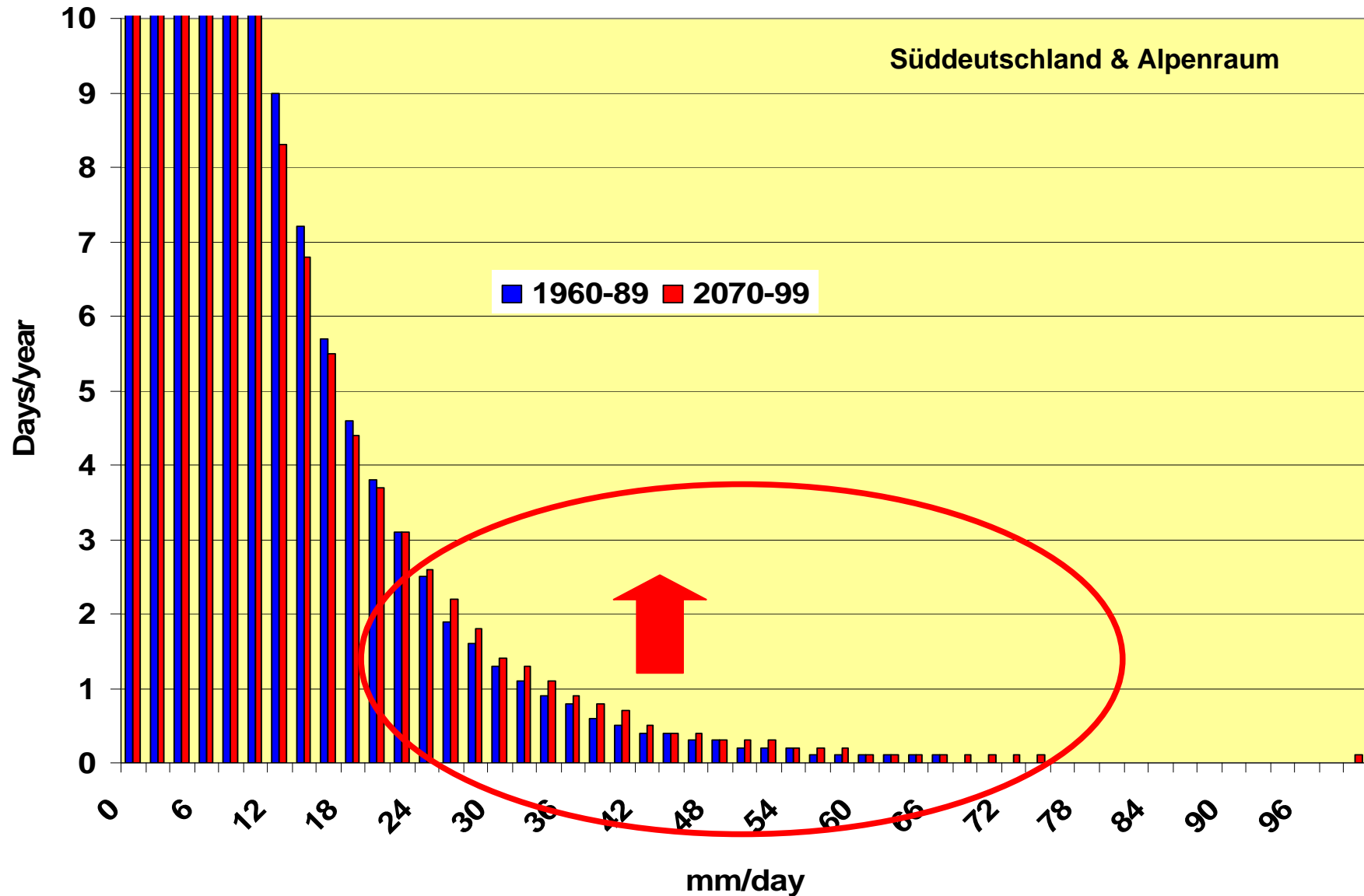
## Änderung saisonale Niederschläge 2070-99 vs. 1960-89 [%]



- **Winterniederschlag: gegenläufige Trends Nordalpen vs. Südalpen  
+20% Nordalpen vs. -30% Südalpen**
- **Sommerniederschlag: bis zu 40% weniger**
- **Region: Winter +20%, Sommer -20%**



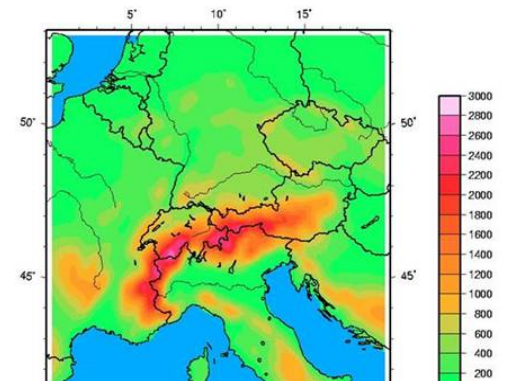
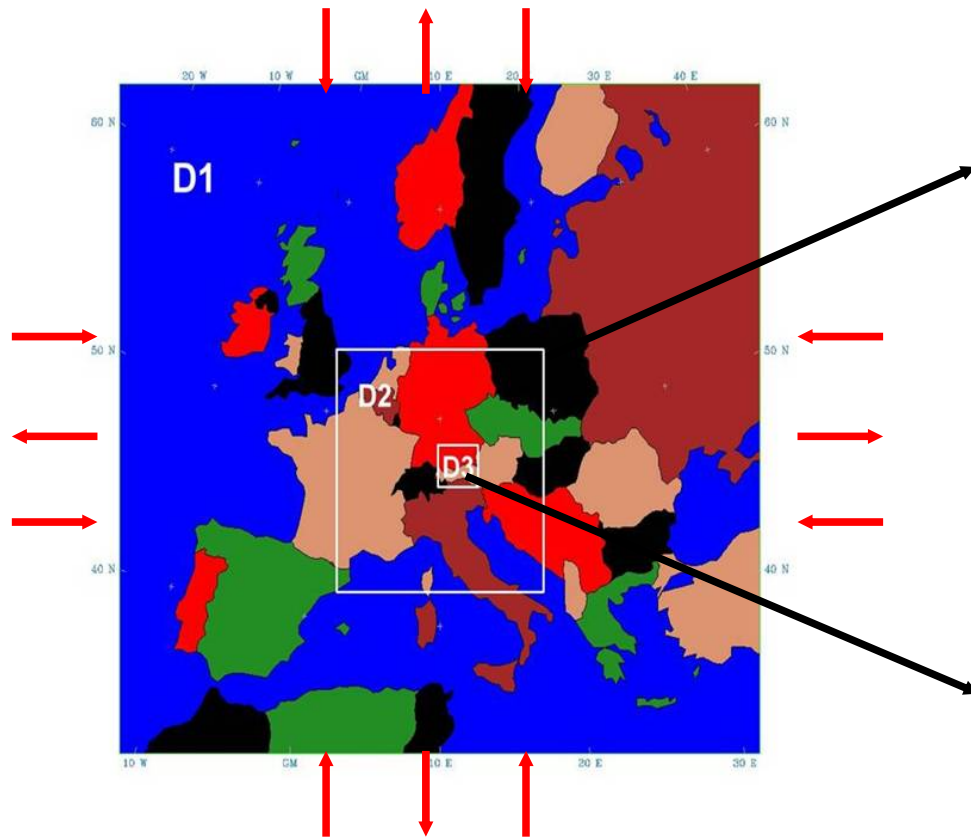
# Regionale Klimaänderung Alpenraum



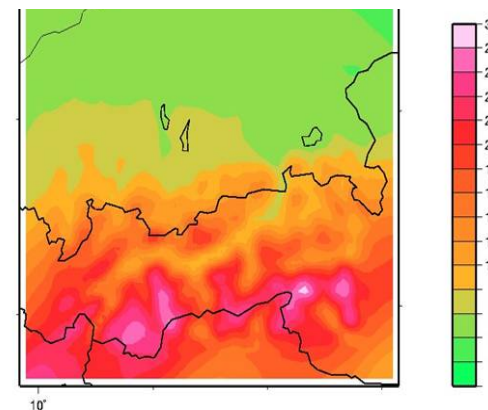
**Zunahme der Häufigkeit von Starkniederschlägen !**



# Was bedeutet das für den Wasserhaushalt?



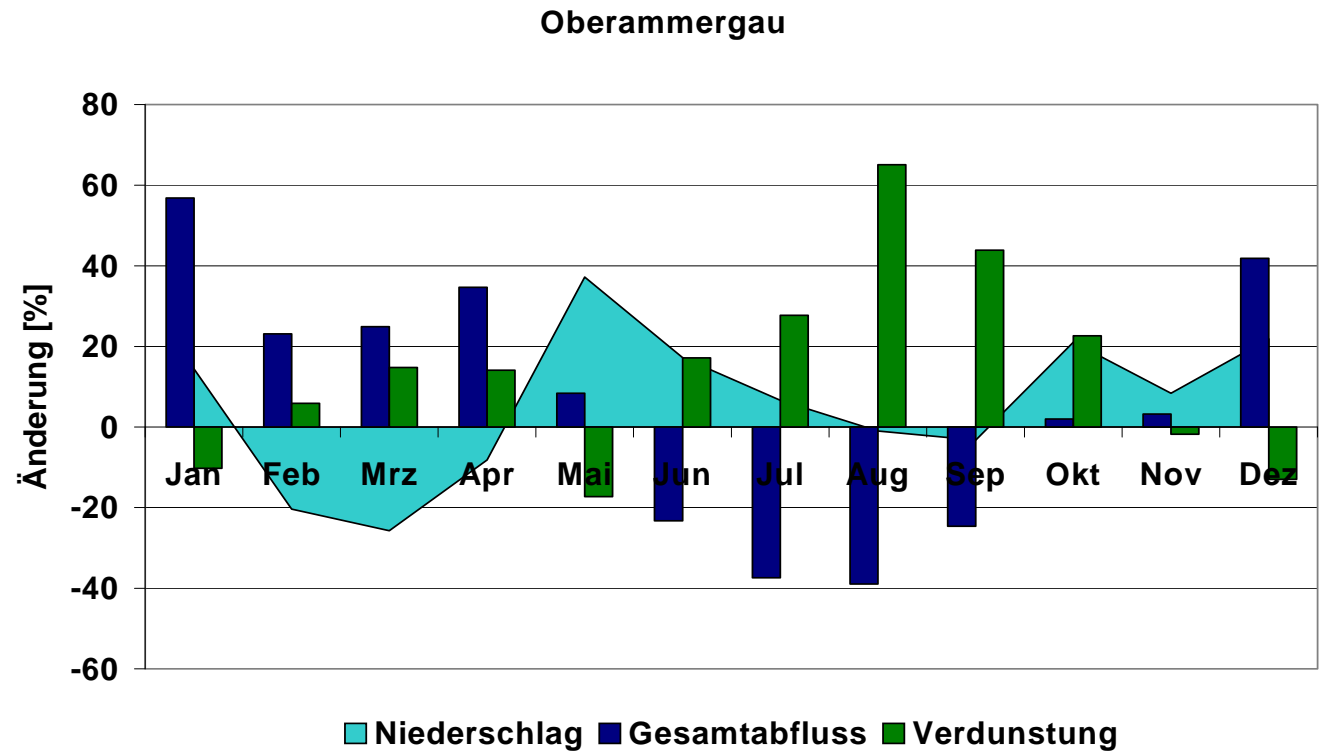
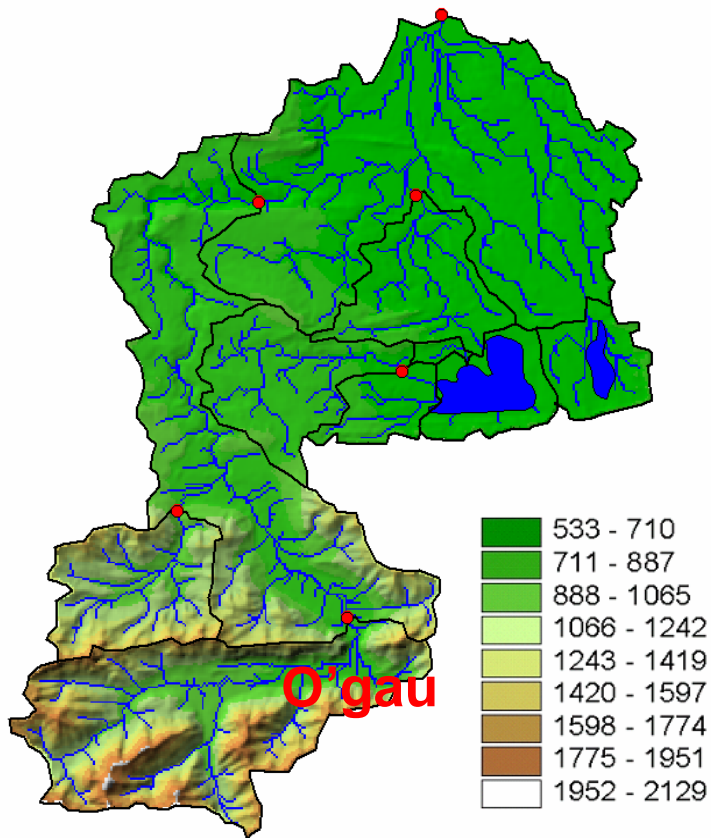
Orografie in  
20x20 km<sup>2</sup>  
Auflösung



Orografie in  
4x4 km<sup>2</sup>  
Auflösung

**Antrieb Globales Klimaszenario ⇒ Regional Klimaszenario**

# Langfristige Entwicklung des Wasserhaushaltes

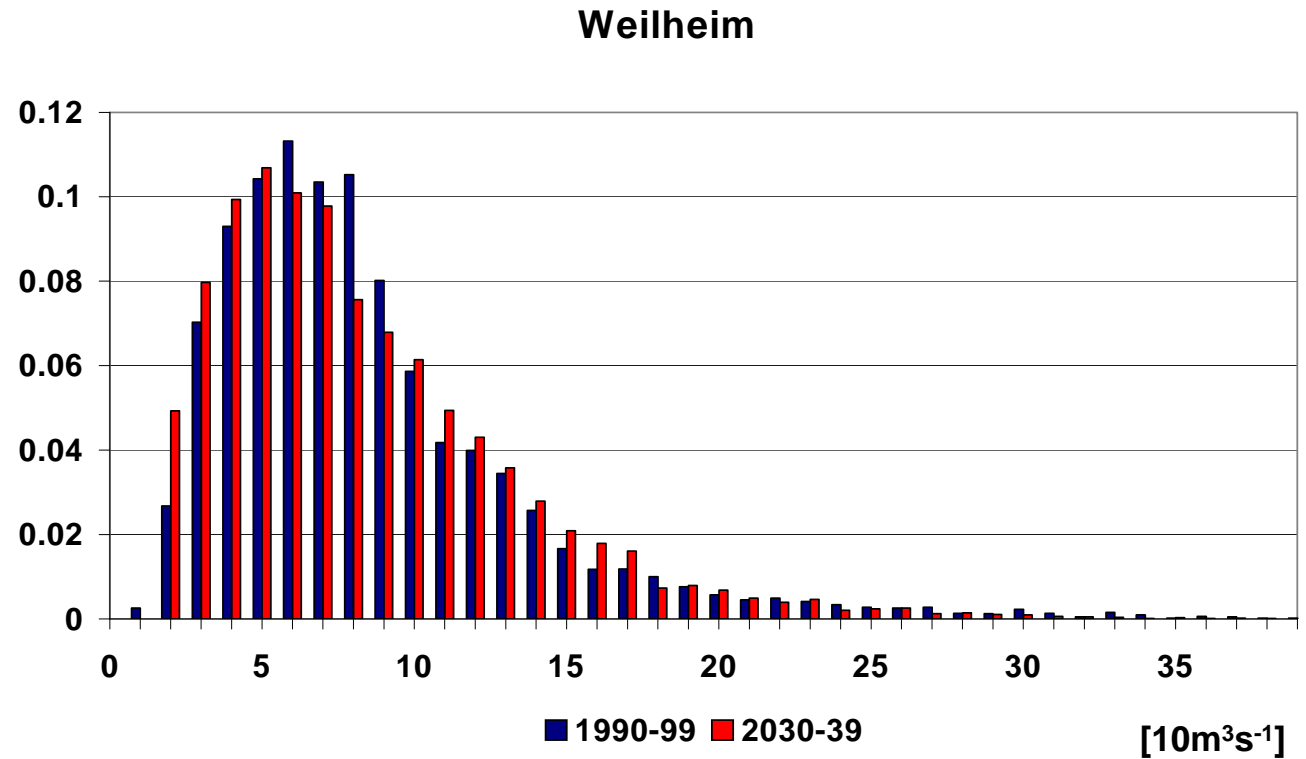
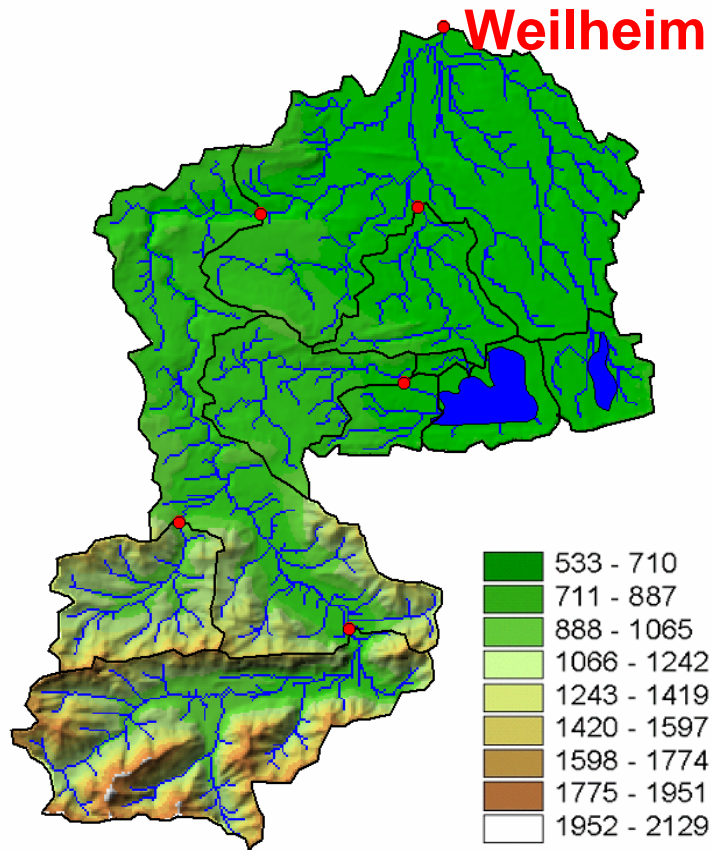


Änderung 1990-99 vs. 2030-39

**Zunahme Winter-, Verminderung der Sommerabflüsse**



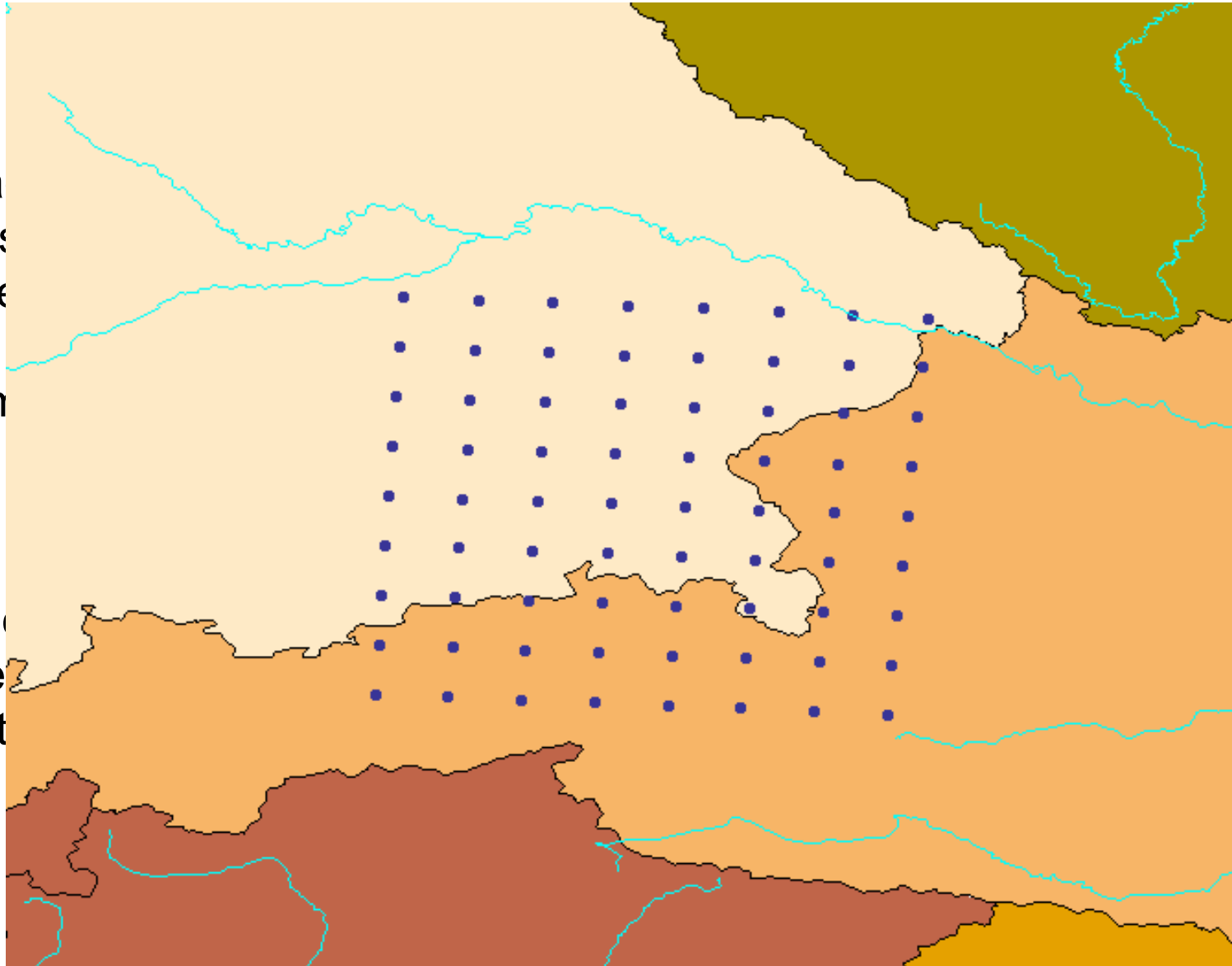
# Langfristige Entwicklung des Wasserhaushaltes



**Veränderung der Häufigkeiten: Zunahme von Hochwasser & Niedrigwasser!**

# Projektstudie: Klimadaten

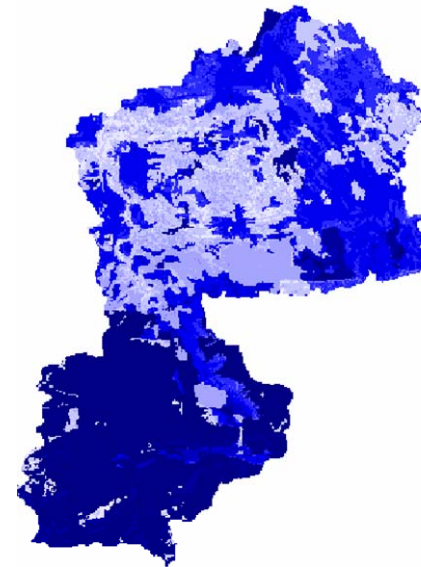
- Grundlagen Emissions Energiege
- Zeiträum
- Region:
- Statistische von Extre Temperatur



1B  
schritt bei der

häufigkeit  
nsitäten,

- Grundlage: DEKLIM Klimaszenarien & Wasserhaushaltsmodell WaSiM
- Zeiträume: 1960-89 & 2070-99
- Region: auszuwählende(s) EZG: Tiroler Ache, Traun, ...
- Analyse der Simulationsergebnisse, v.a. bezüglich Hochwasserrisiko und Trockenperioden
- flächendifferenzierte Bodenfeuchtedaten für die durchwurzelte Zone





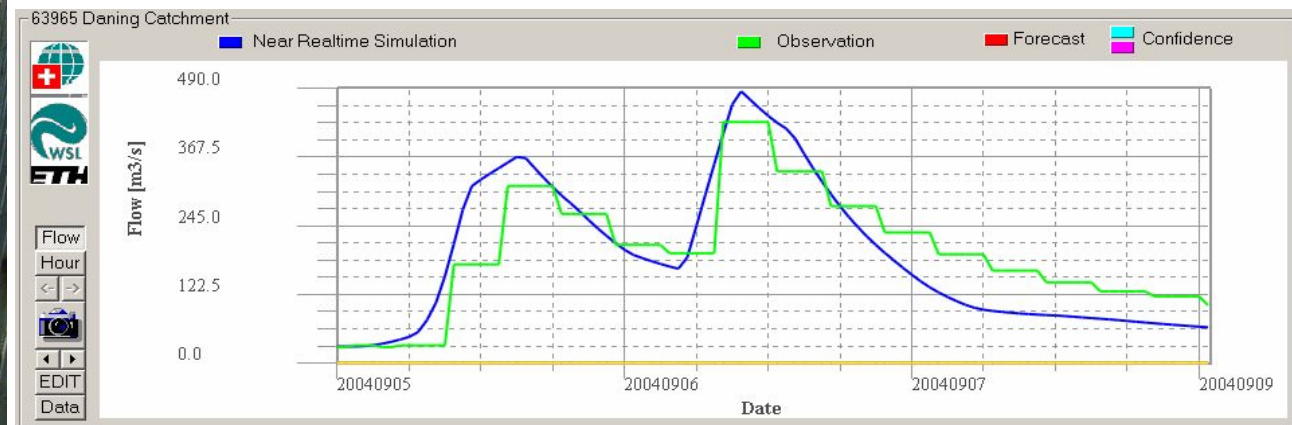
Gekoppeltes Modellsystem zur **integrierten Betrachtung** von Landoberfläche & Atmosphäre alpiner EZG, eingesetzt für

## **Räumlich hochaufgelöste Abschätzung zur langfristigen Entwicklung des Wasserhaushalts**

- 1) winterliches Niedrigwasser weniger ausgeprägt, Zunahme winterlicher Hochwasser (weniger Schnee, mehr Regen)
- 2) weniger Abfluss im Sommer: prognostizierter NS-Rückgang, fehlendes Schmelzwasser, höhere Verdunstung
- 3) Tendenz zu häufigeren Starkniederschlägen und hohen Abflüssen!

Gekoppeltes Modellsystem weltweit eingesetzt zur Entscheidungsunterstützung und nachhaltiges Wassermanagement:

## Hochwasservorhersage Zuflüsse des 3-Schluchten Staudamms - China (Kooperation WSL (CH), ETH (CH), CWRC (C))

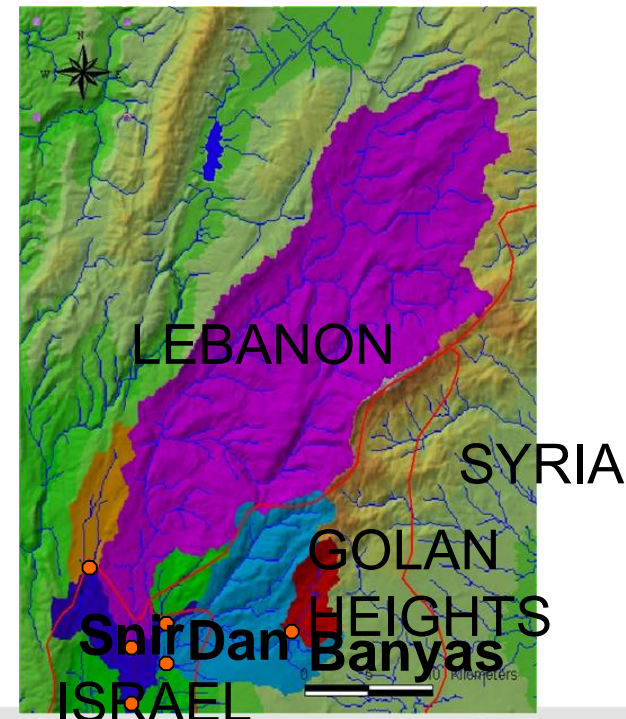
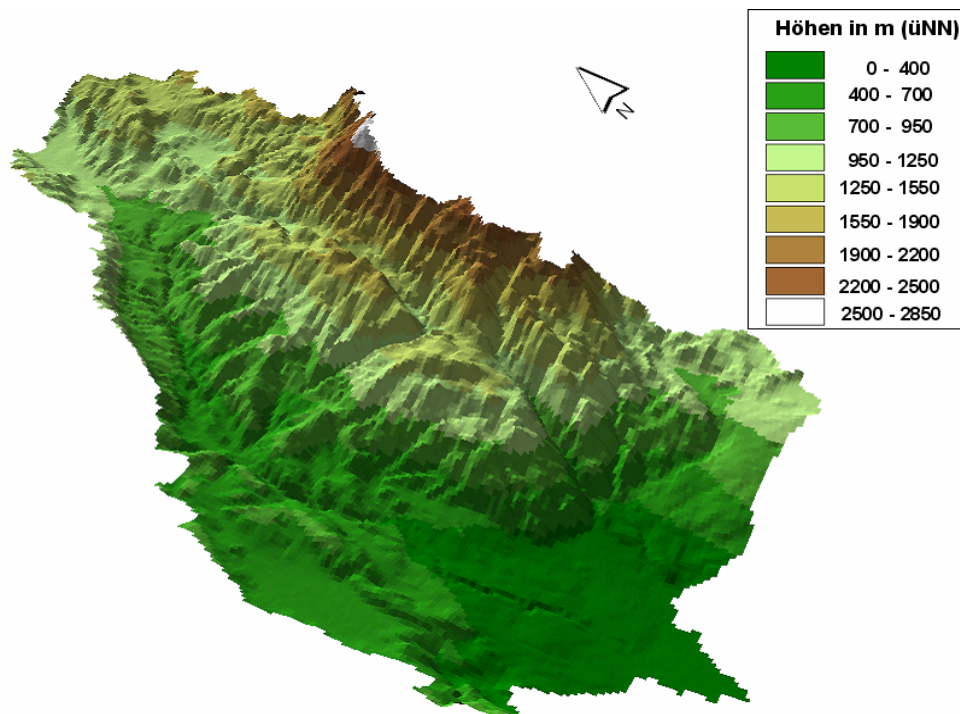


Gekoppeltes Modellsystem weltweit eingesetzt zur Entscheidungsunterstützung und nachhaltiges Wassermanagement:

1) Hochwasserrisiken

2) Wasserverfügbarkeit

**Langfristige Änderung Wasserverfügbarkeit oberes Jordan EZG**



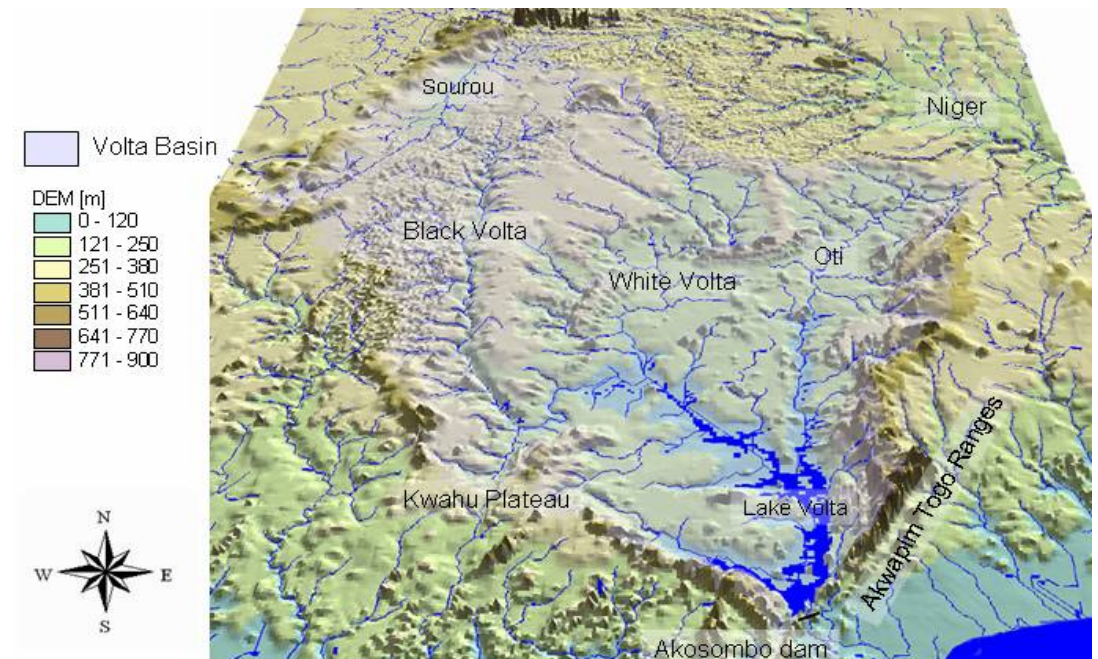


Gekoppeltes Modellsystem weltweit eingesetzt zur Entscheidungsunterstützung und nachhaltiges Wassermanagement:

1) Hochwasserrisiken

2) Wasserverfügbarkeit

**Hydrometeorologische Entscheidungsunterstützungssysteme für nachhaltiges Wassermanagement im Volta Becken**



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

