

Klimawandel und Konsequenzen für den Wasserhaushalt

A. Marx, G. Smiatek, R. Knoche, H. Kunstmann, W. Seiler
Forschungszentrum Karlsruhe, IMK-IFU, Garmisch-Partenkirchen

Bestandsaufnahme: Der beobachtete Klimawandel

Das Klima der Zukunft

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt

Globales Änderungssignal

- Ca. 0.9 °C seit Beginn der Temperaturmessungen in 1860; ca. 0.2 °C in den letzten 30 Jahren mit Maximum in 2005
- Temperaturschwankungen zwischen der letzten Eiszeit und heute hat gerade einmal 4°C betragen
- Steigender mittlerer Jahresniederschlag
- Starke regionale Differenzen

Regionale Auswirkungen

- Anstieg der mittleren Temperatur um bis zu 2.0°C
- Steigender Jahresniederschlag mit Anstieg im Frühjahr/ Spätwinter und Abnahme im Sommer (mehr als 20%),
Aber große regionale Unterschiede!
- Steigende Anzahl und Intensitäten von meteorologischen Extremereignissen (u.a. Starkniederschlag, Trockenheit, Hitzewellen)

Klimawandel bedeutet Zunahme von Extremereignissen!

Extremereignisse: Hochwasser



Hochwasserereignis	Total (Mio. €)	Versichert (Mio. €)
Bayern 1999	393	30
Bayern 2005	205	46
D/A/CH 1999	409	40
D/A/CH 2005	3000	1700



Extremereignisse: Trockenheit und Dürren

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



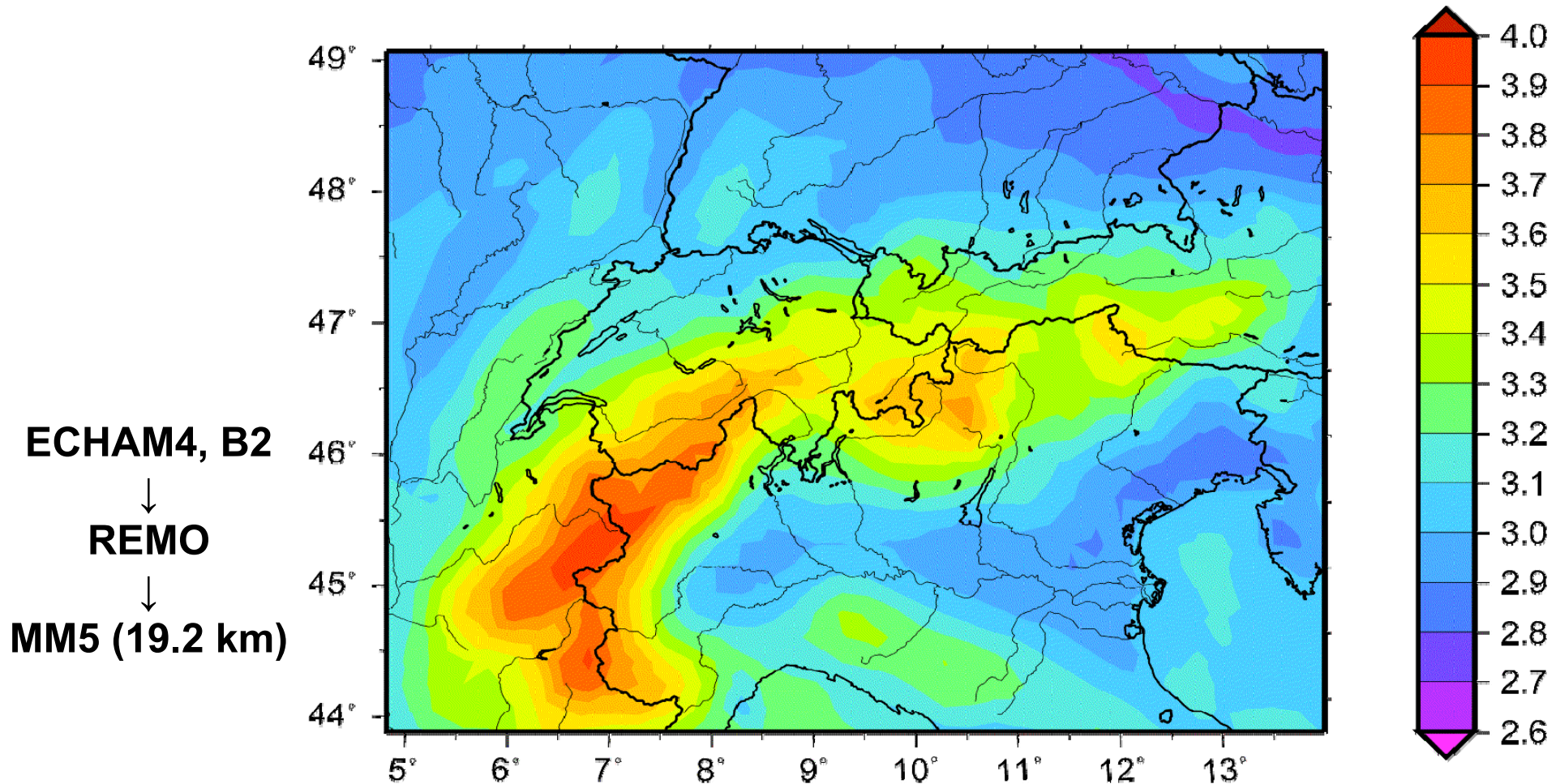
Bestandsaufnahme: Der beobachtete Klimawandel

Das Klima der Zukunft

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt?

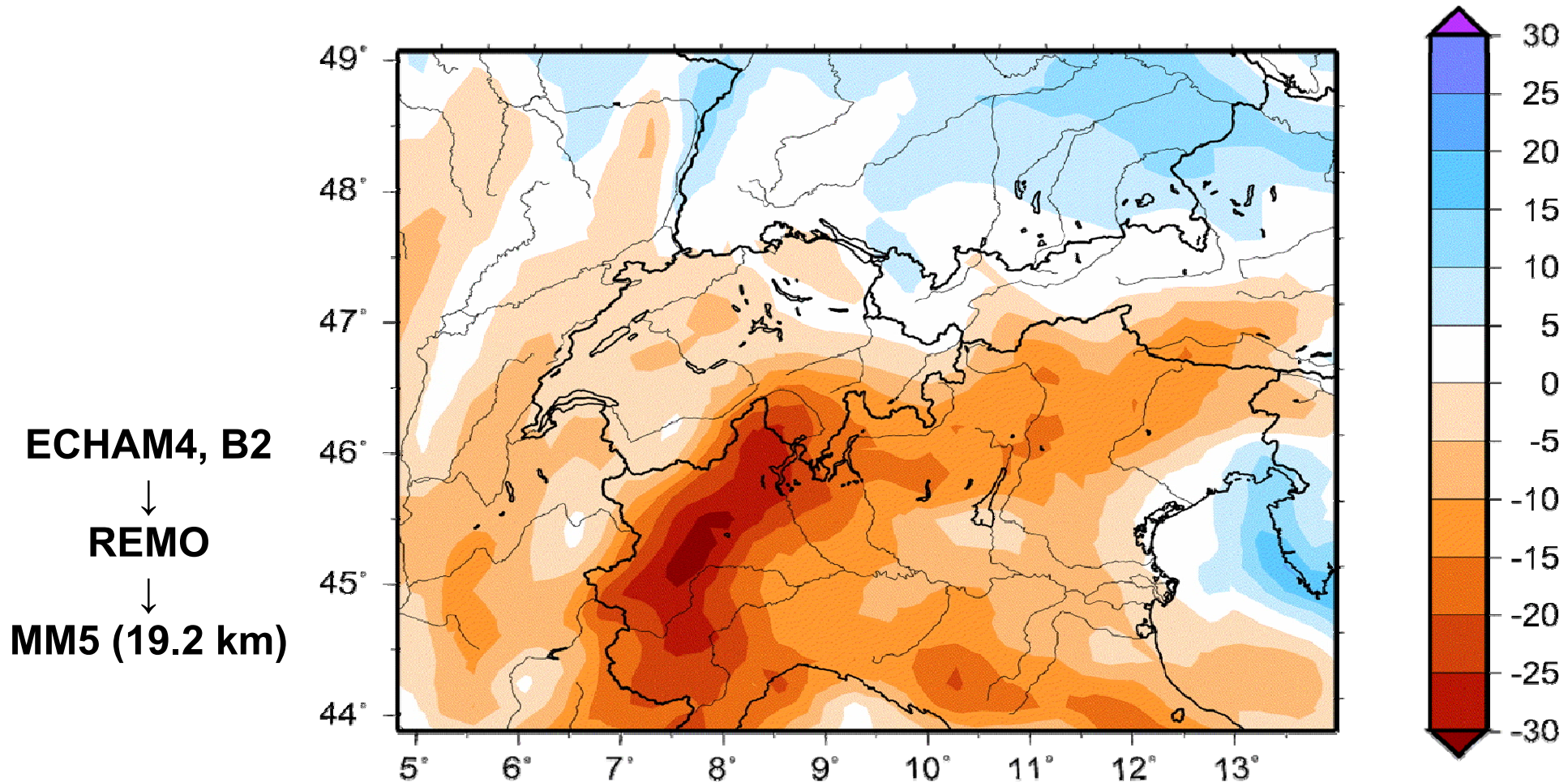
Regionale Klimaänderung Alpenraum

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



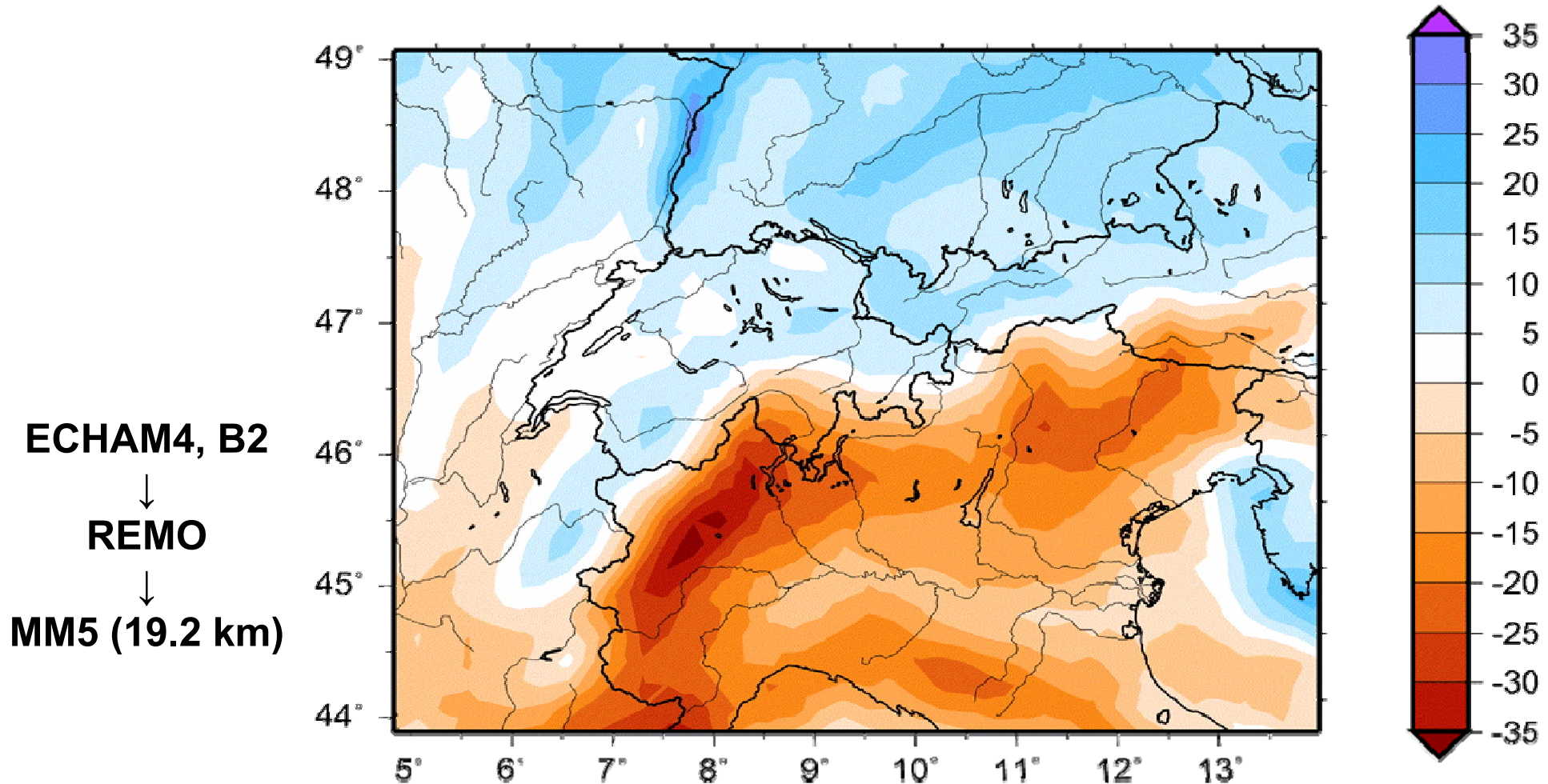
⇒ Regional bis zu 4°C Temperaturzunahme!

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



- ⇒ Regional bis zu 30% weniger Gesamtniederschläge
- ⇒ Zunahme bis zu 20% in Süddeutschland!

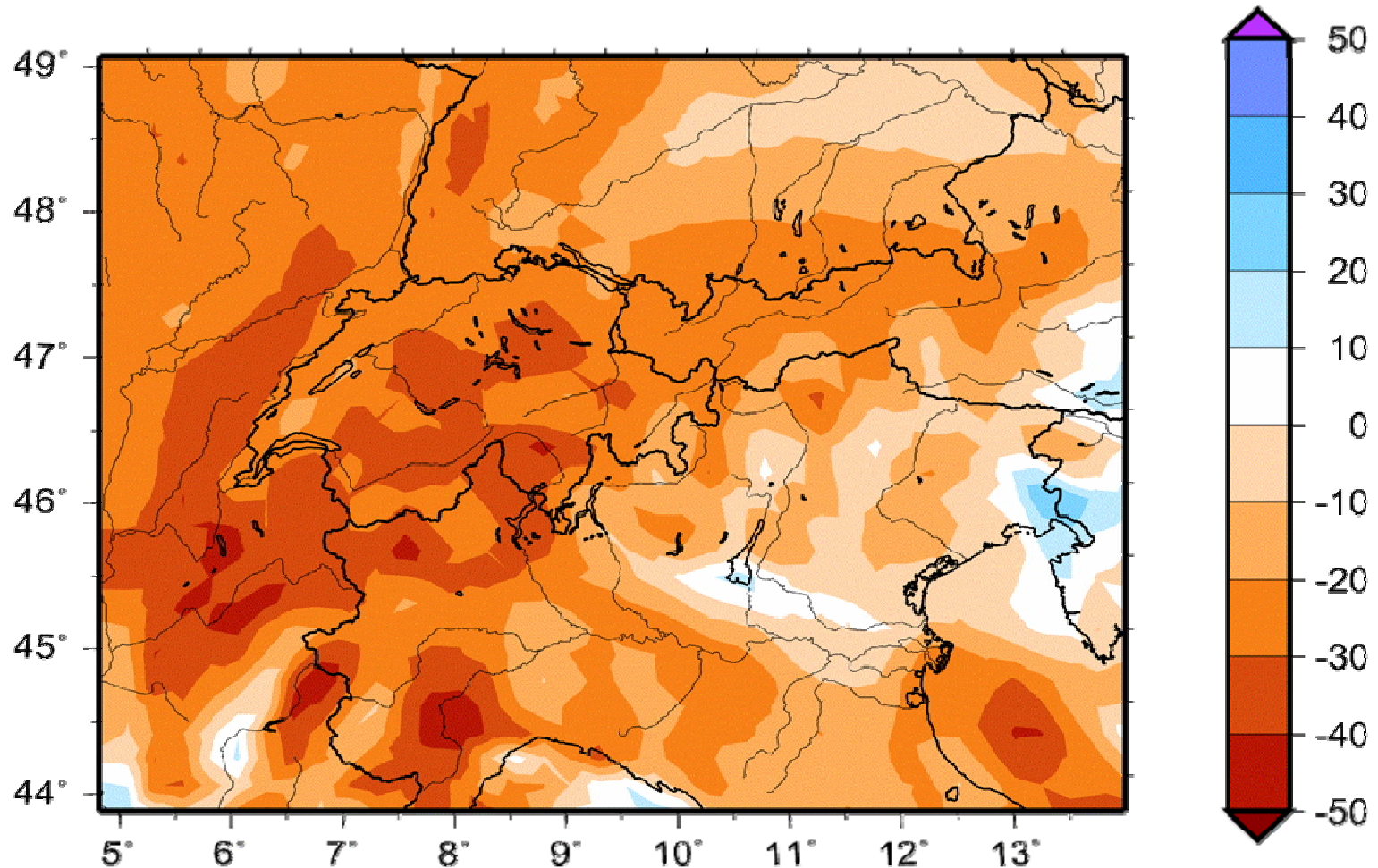
Änderung der Winterniederschläge DJF 2070-99 vs. 1960-89 [%]



- **Winterniederschlag: gegenläufige Trends Nordalpen vs. Südalpen
+10% Nordalpen vs. -30% Südalpen**

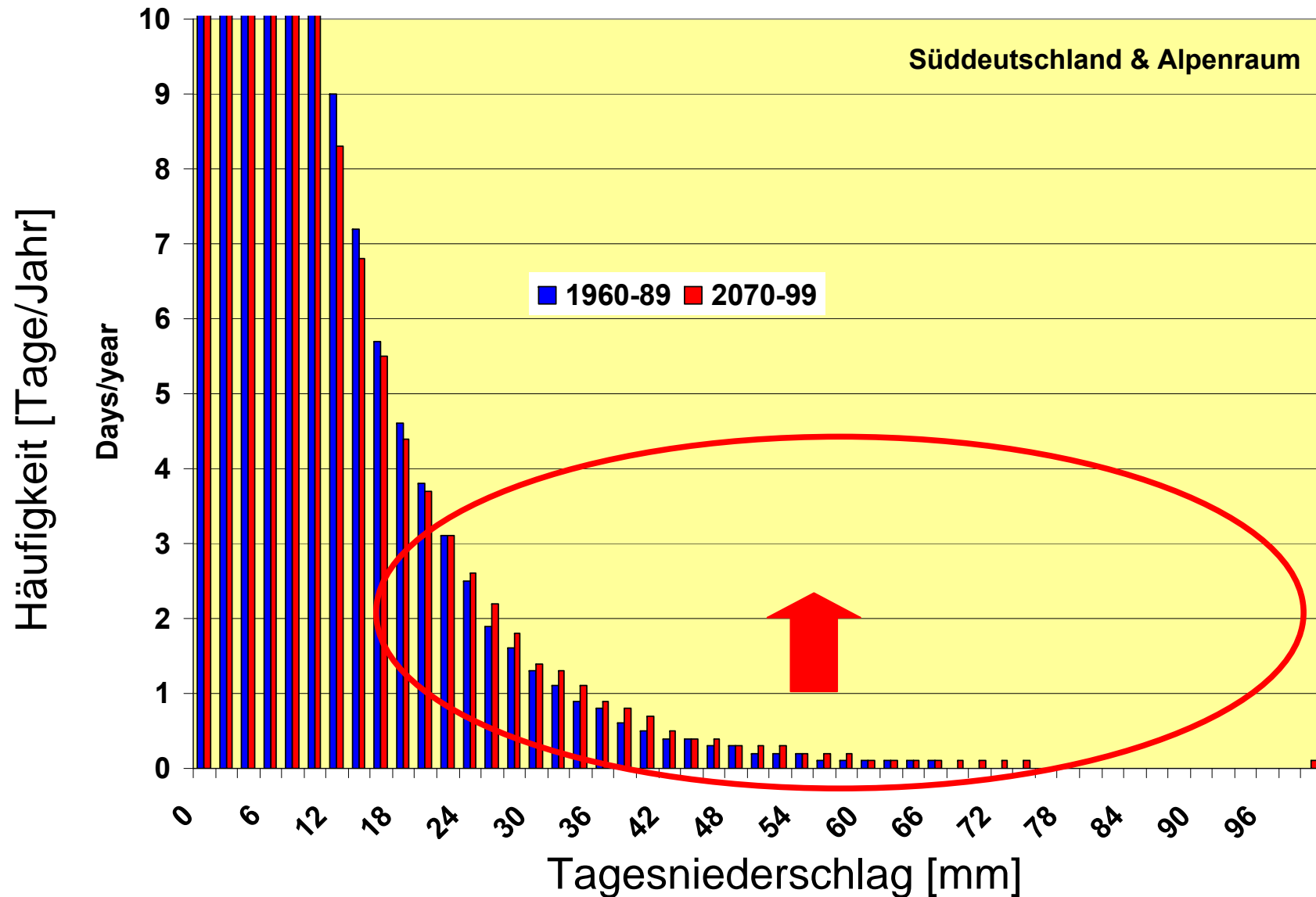
Änderung der Sommerniederschläge JJA 2070-99 vs. 1960-89 [%]

ECHAM4, B2
↓
REMO
↓
MM5 (19.2 km)



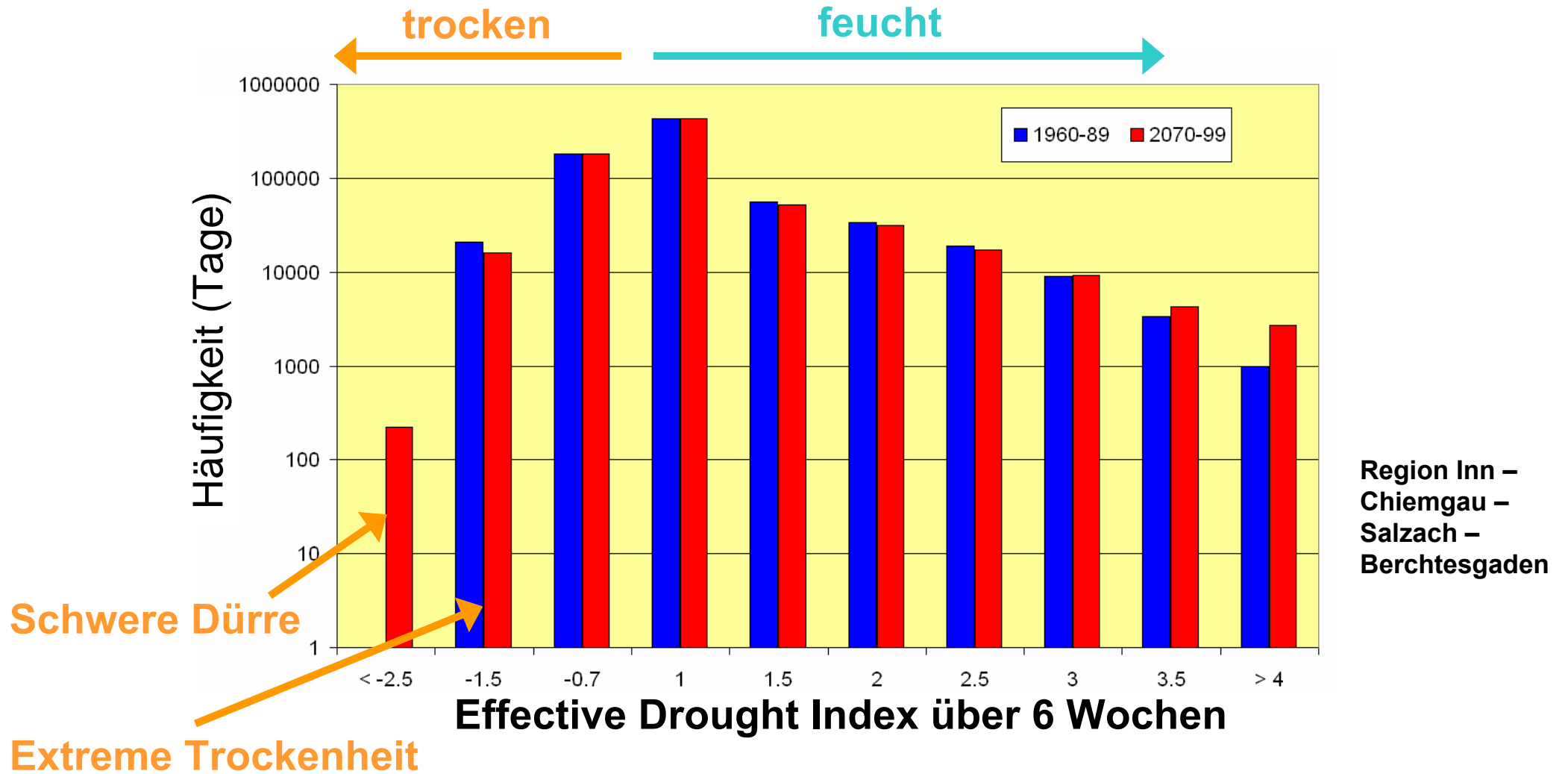
- **Sommerniederschlag: bis zu 40% weniger (Westalpen)**
- **Süddeutschland: ~ 20 % weniger**

Änderung der Tagesniederschläge



Zunahme der Häufigkeit von Starkniederschlägen !

Änderung von Trockenperioden



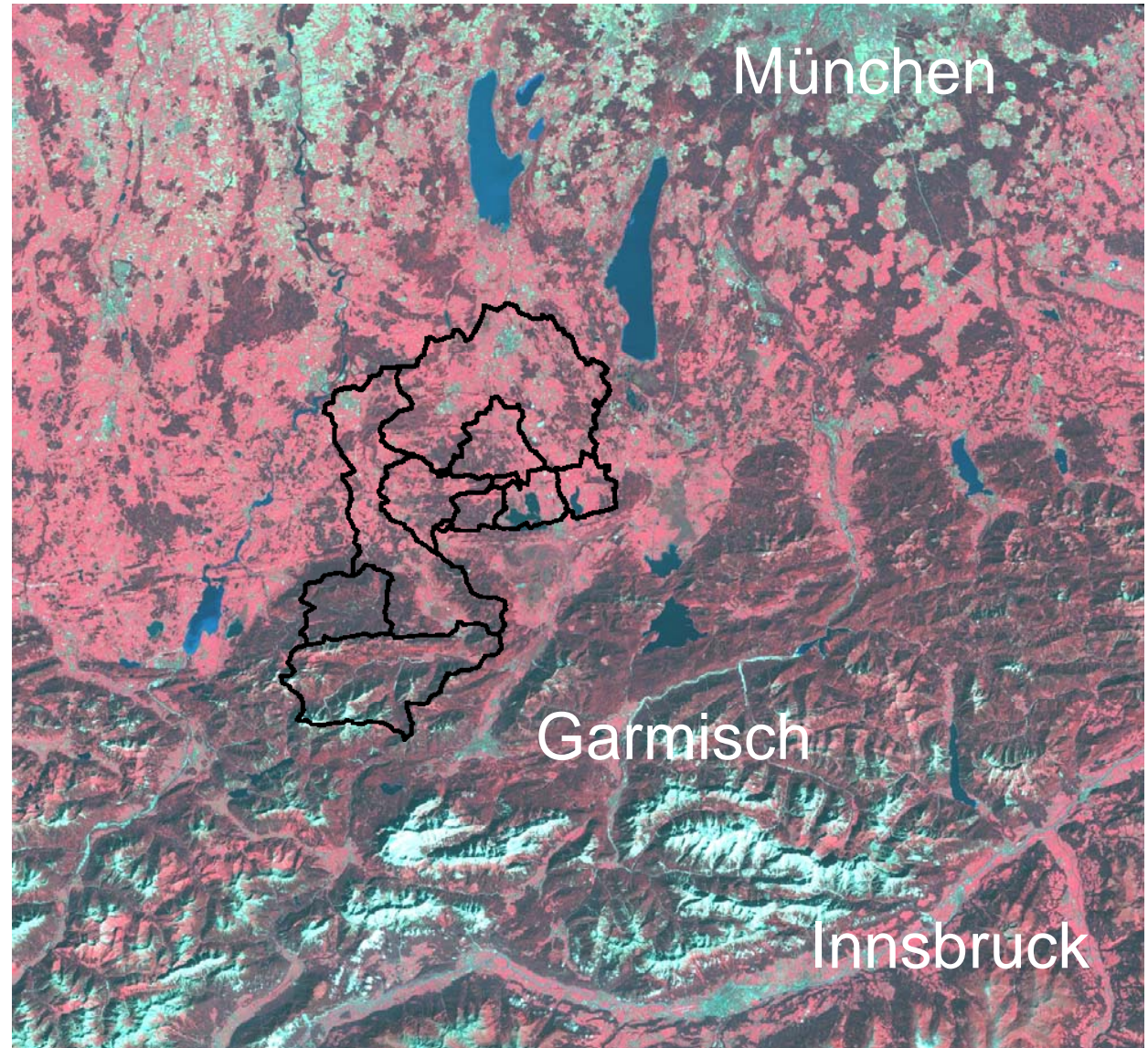
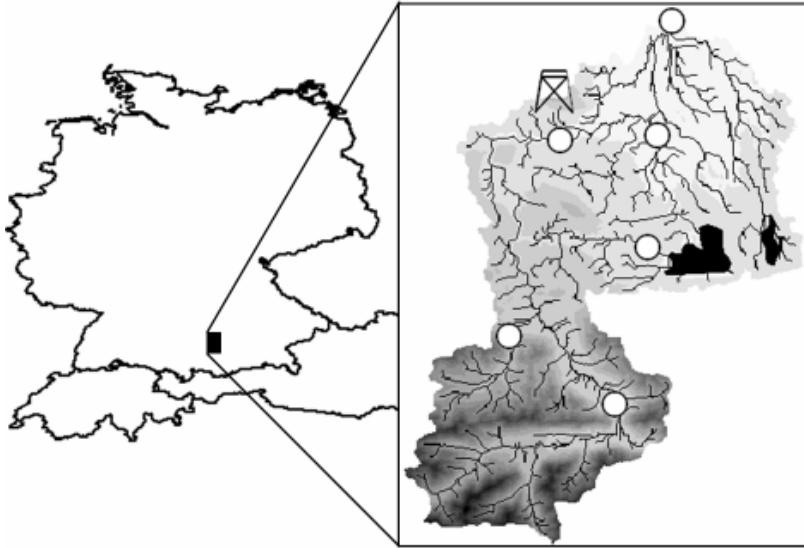
Zunahme der Intensität und Länge von Trockenzeiten!

Bestandsaufnahme: Der beobachtete Klimawandel

Das Klima der Zukunft

Auswirkungen auf den Wasserhaushalt?

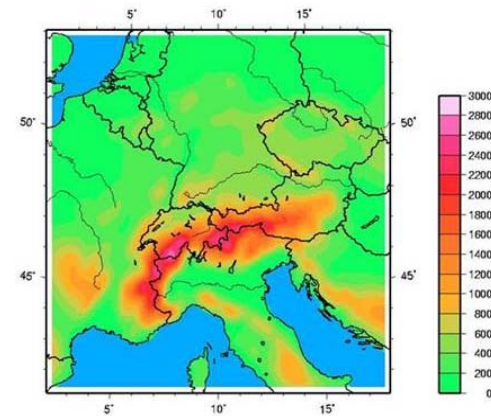
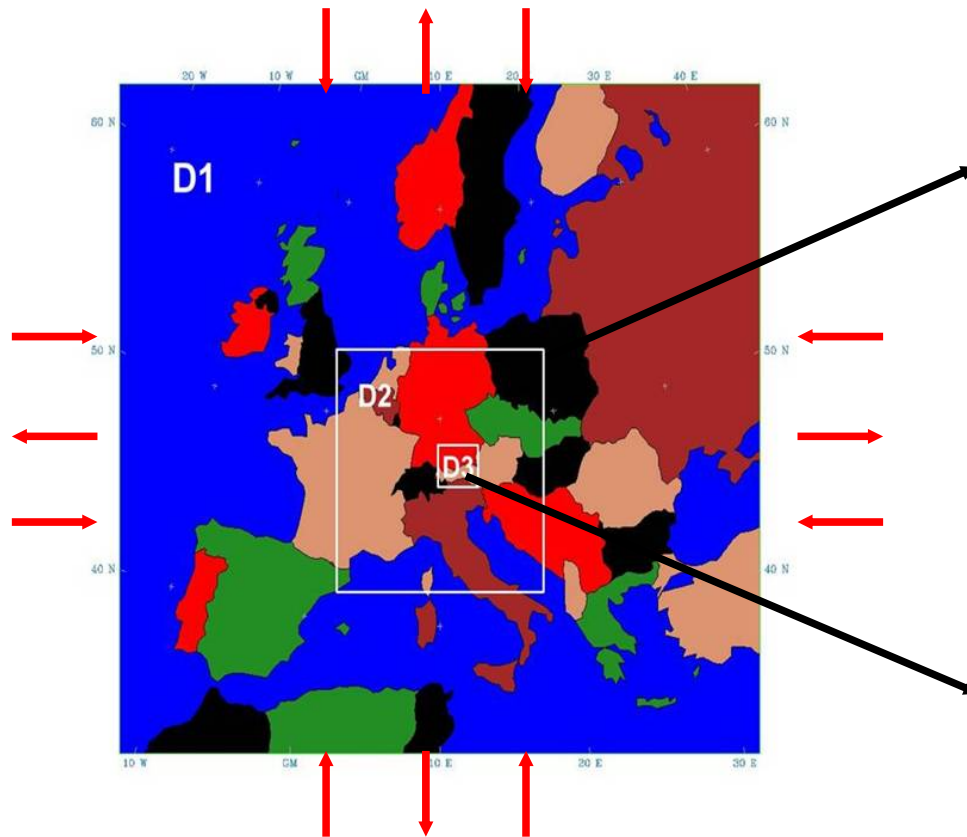
Ammer-Einzugsgebiet



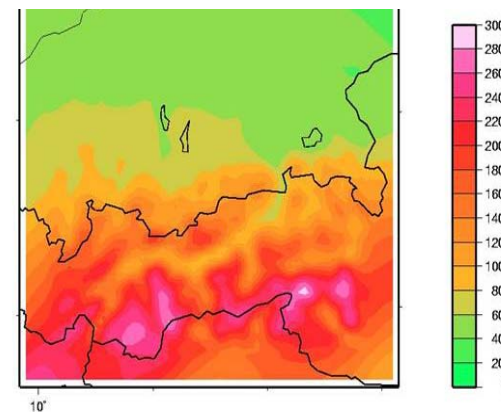
Landsat TM (30m)
[ch 7-5-3]
30.08.1991

Klimasimulation 1990-99 und 2030-39

ECHAM4 (T42, ca. 2.5°), IS92a



Orographie in
20x20 km²
Auflösung

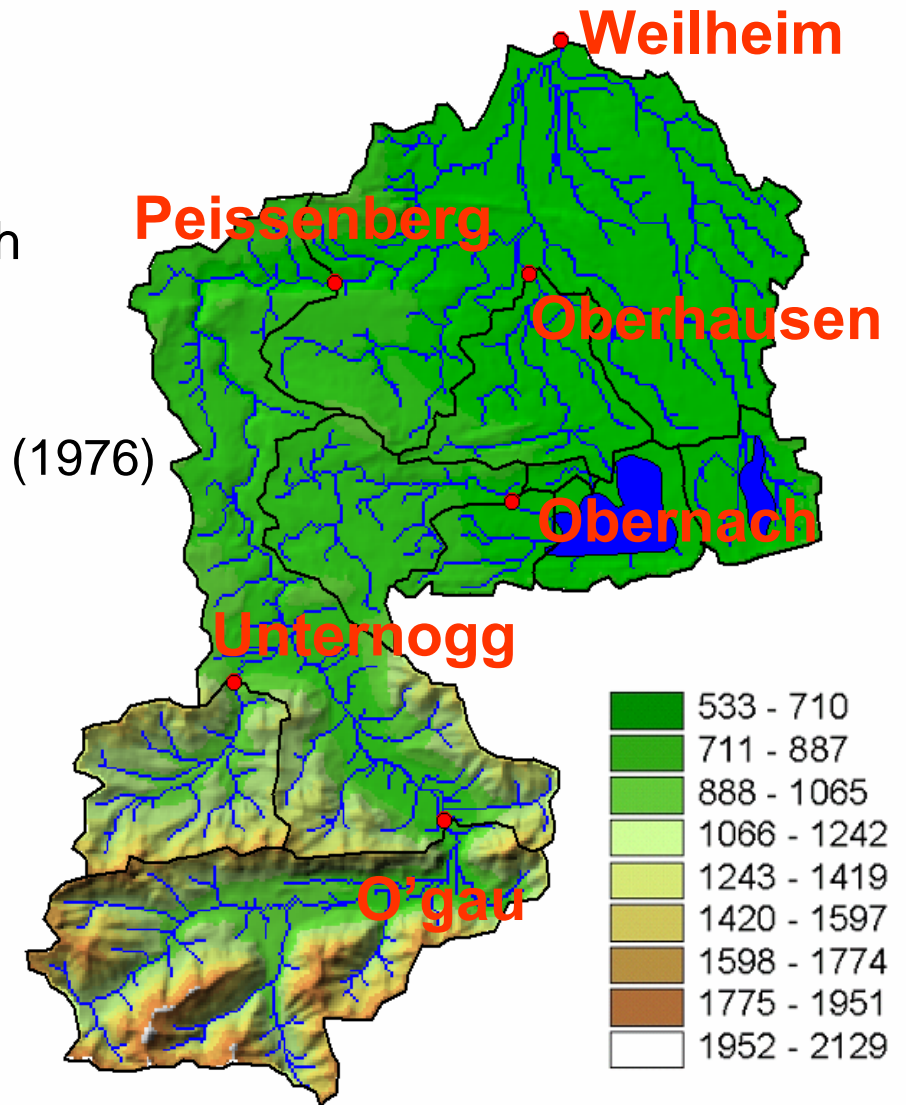


Orographie in
4x4 km²
Auflösung

Antrieb Globales Klimaszenario \Rightarrow Langfristige Entwicklung Wasserhaushalt

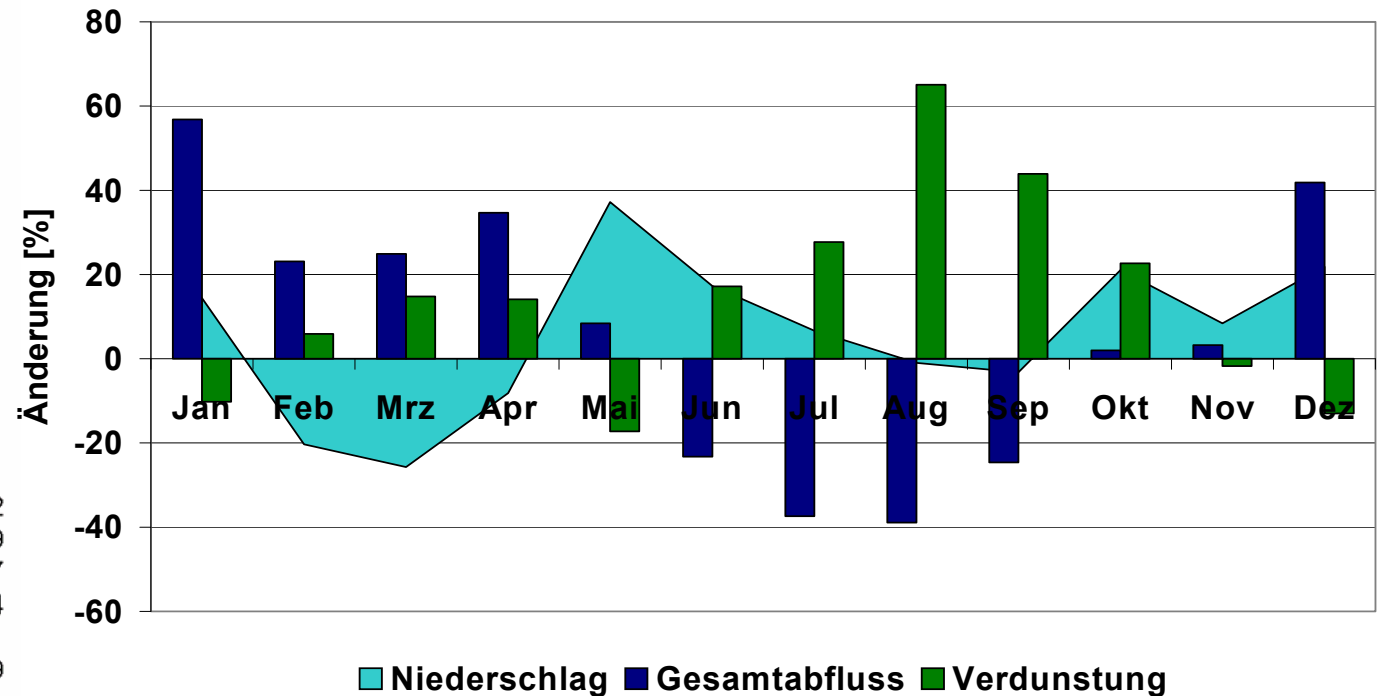
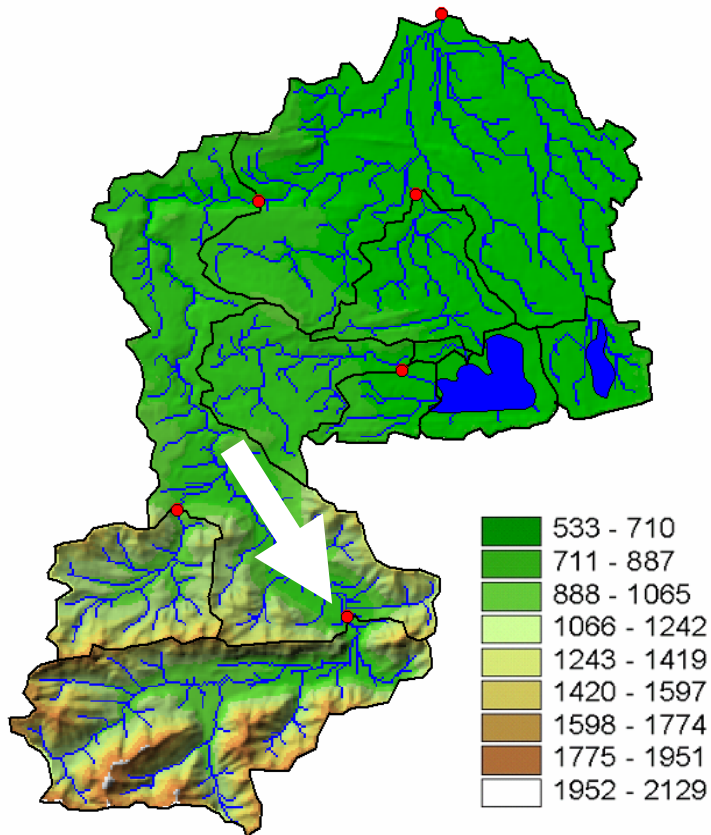
Wasserhaushalts-Simulations-Modell WaSiM-ETH

- flächendifferenziertes Modell, Auflösung 100m, 1h
- physikalisch basierte Prozessbeschreibungen
 - Richardsgleichung (Richards, 1931)
 - hydraulische Leitfähigkeit nach van Genuchten (1976)
 - Evapotranspiration nach Penman-Monteith (Monteith, 1975; Brutsaert, 1982)
 - Schneespeichermodell (Anderson, 1993)
- Initialisierung von Speicherzuständen möglich
- Kalibrierung 5 emp. Parameter pro Teil-EZG auf Basis von Stationsdaten: Speicherzu- und auslaufkonstanten und Leitfähigkeitsparameter



Modellkette ECHAM4 – MM5 – WaSiM

Oberammergau

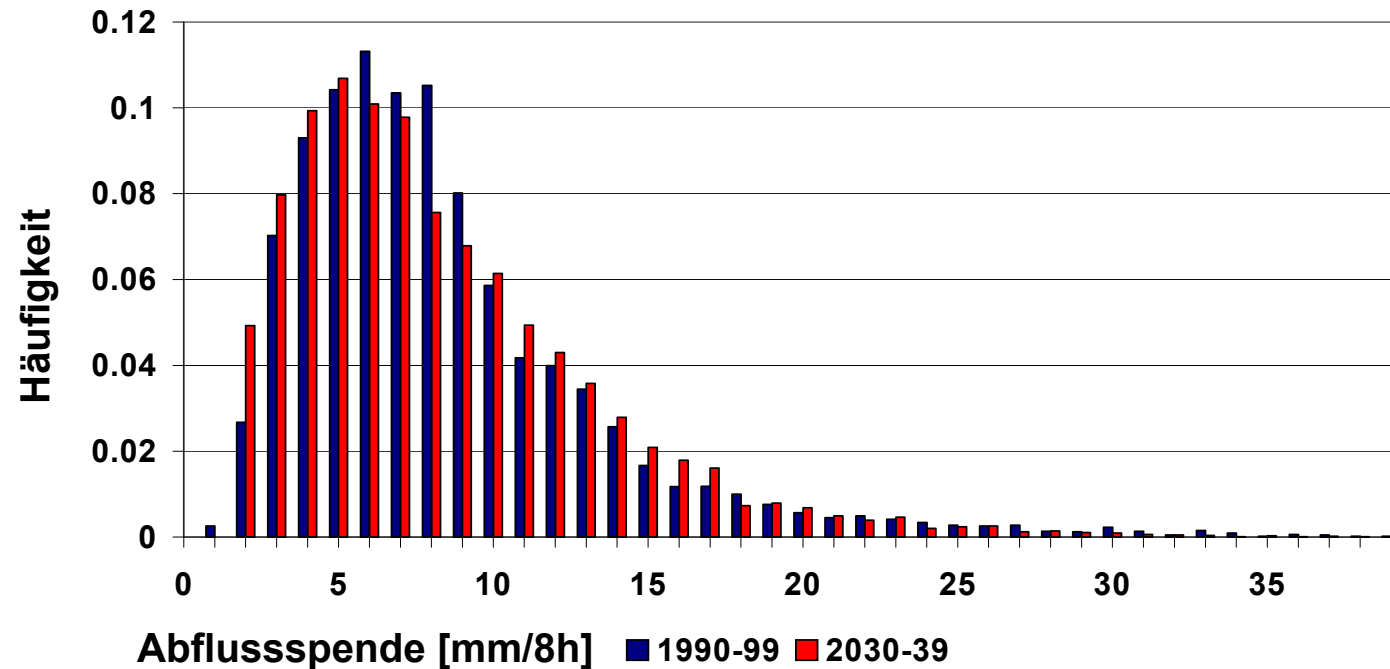
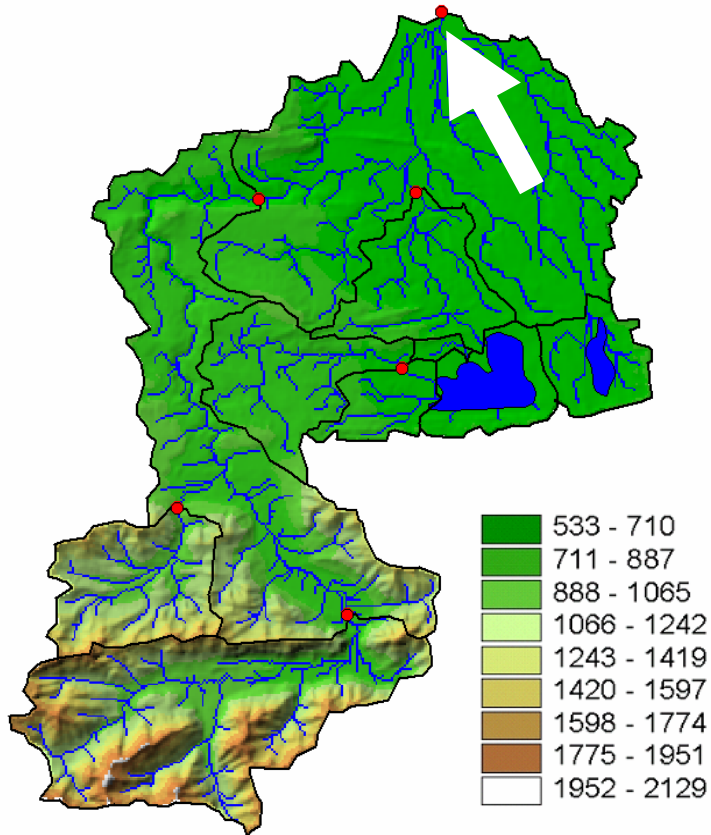


Änderung 1990-99 vs. 2030-39

Zunahme der Winter- und Verminderung der Sommerabflüsse

Modellkette ECHAM4 – MM5 – WaSiM

Weilheim



Veränderung der Häufigkeiten: Zunahme von Niedrigwasserperioden

- Auch hier große regionale Unterschiede!
- Entwicklung und Umsetzung von regionalen Anpassungsstrategien nötig!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

