

11. Symposium Energieinnovation

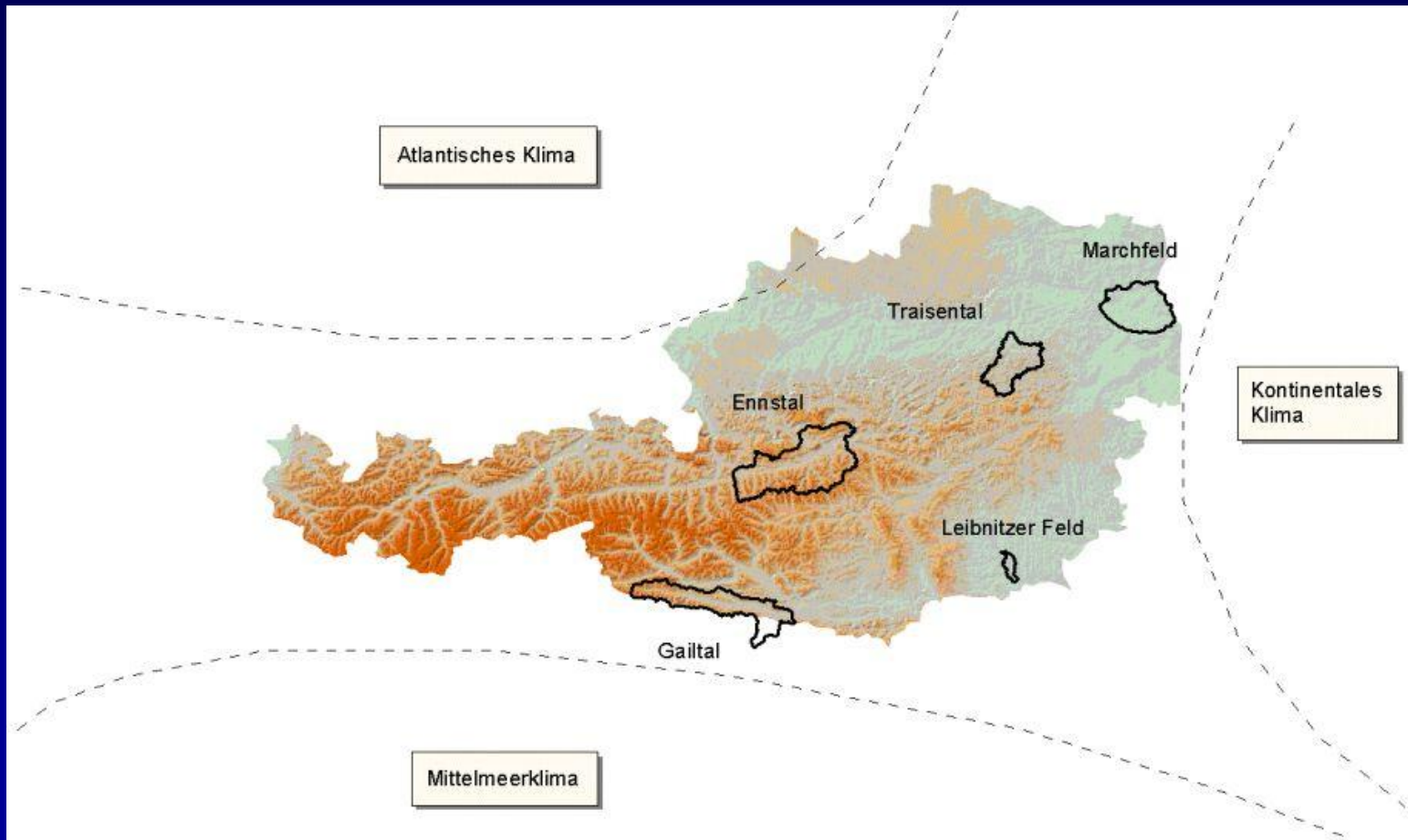
Die Wasserkraftnutzung in Österreich bei Klimaänderungen

H.P. Nachtnebel, P. Stanzel



Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und
konstruktiven Wasserbau
Universität für Bodenkultur

Zusammenfassung von 2008



Niederschlag und Gletscherbeitrag

Zusammenfassung von 2008

- Jahresenergieerzeugung wird abnehmen (2-8 %)
- Süden stärker betroffen
- Wintererzeugung nimmt zu
- Hochalpine Abflüsse könnten steigen (wegen Niederschlag und Gletscherbeitrag)

Inhalt der Präsentation

- Darstellung für Gesamtösterreich
- Methodik
- Unsicherheiten
- Folgerungen und Zusammenfassung

Trend

Abfluss

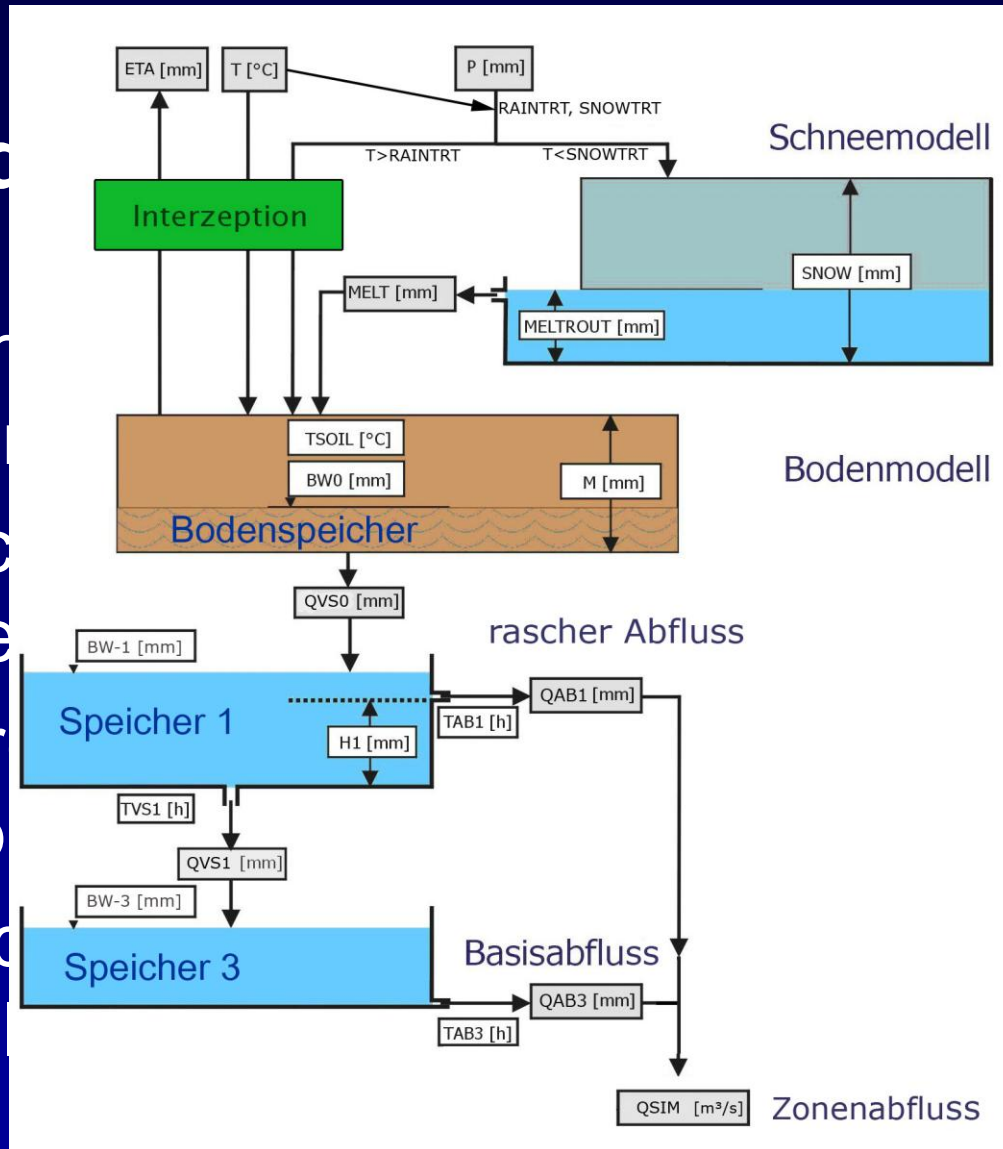
Flüsse

Erdbilanz

Master

sches

- Sowohl ... werden ...
- In etlic ... nicht e ...
- Österr ... abgeb ...
- Für jed ... Modell ...



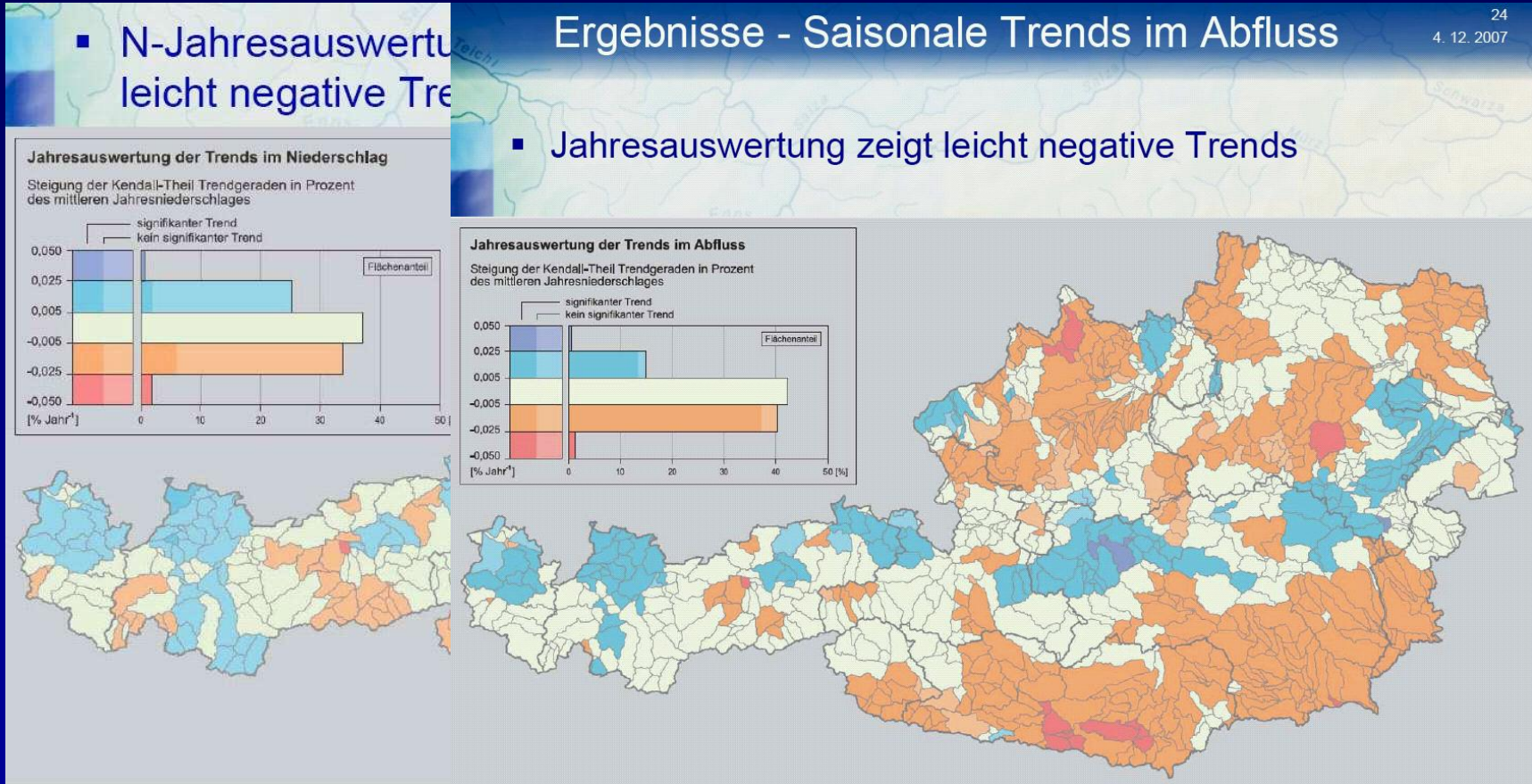
Was bisher geschah !

Trends in Niederschlag und Abfluss

- Sowohl Niederschläge als auch Abflüsse werden fehlerhaft gemessen
- In etlichen Gebieten kann die Wasserbilanz nicht erfüllt werden
- Österreich wurde auf einen 1*1 km Raster abgebildet
- Für jedes Element wird ein hydrologisches Modell gerechnet
- Die gemessene Niederschlagsverteilung wurde leicht variiert um die Wasserbilanz zu erfüllen
- Ergebnisse: (1950-2005; Fürst und Nachtnebel et al. 2008)

Was bisher geschah !

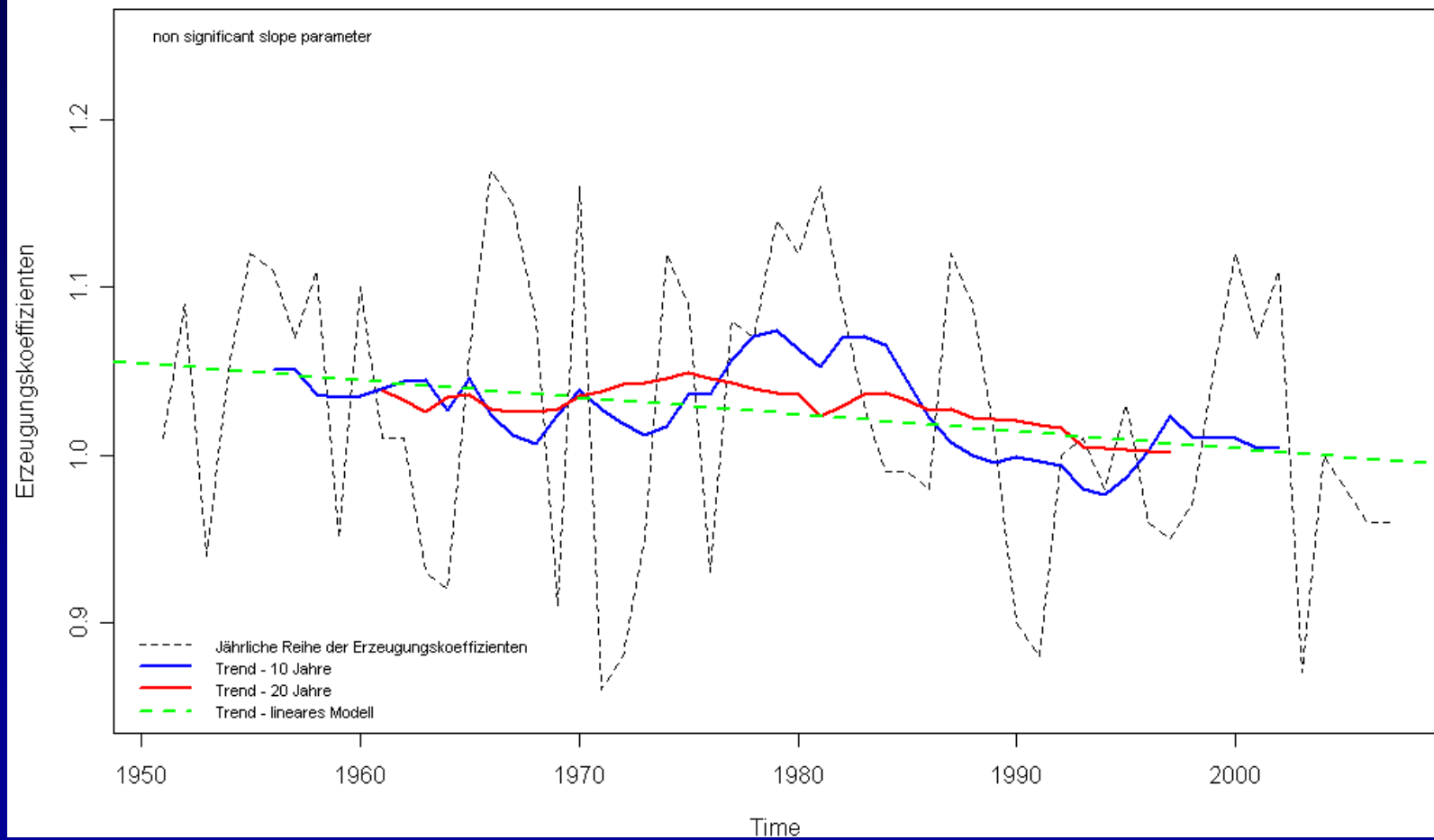
Trends in Niederschlag und Abfluss



Veränderungen an den Gletschern: 1969 bis 1999 (Kuhn, 2008)

- Änderung der Fläche aller österreichischen Gletscher
- Von 567 auf 471 km² = - 17 %
- Änderung des Volumens um 4,9 km³
- Von ca. 22 auf ca. 17 km³
- Änderung der Eisdicke ca. 10 m
- Maximale Schmelzabfluss in ca 40 Jahren zu erwarten

Jahreserzeugungskoeffizienten 1951 - 2007 (Pirker, 2008)



Zukünftige Klimaänderungen

- Bisher wurden meist großräumige Klimamodelle verwendet (Skala 200*200 km) von GCMs
- Nunmehr liegen auch besser auflösende Modelle vor (RCMs) mit 10*10 km
- Es wurden die Daten von REMO-UBA verwendet, das vom ECHAM5 getrieben wird
- Es wurden drei Emissionsszenarien (A1B, A2, B1) verwendet, die unterschiedliche Emissionsszenarien beschreiben
- Die Ergebnisse wurden im Rahmen von Projektes Klima_Adapt (Nr. 816 665) erarbeitet, Klima- und Energiefonds „Ableitung von prioritären Maßnahmen zur Adaption des Energiesystems an den Klimawandel“

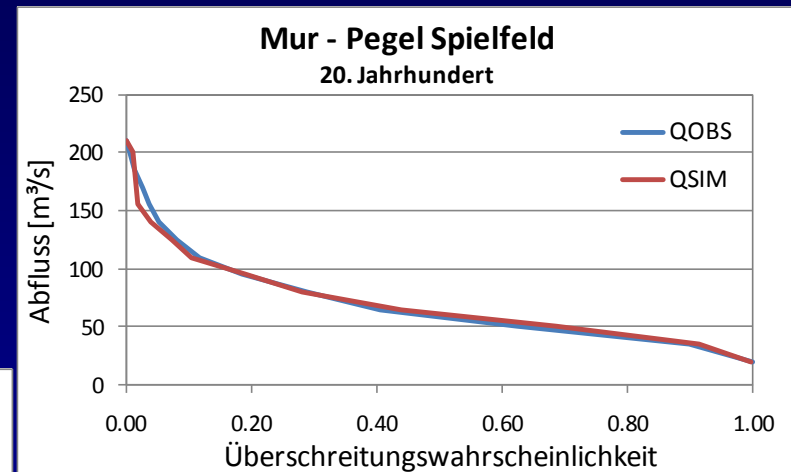
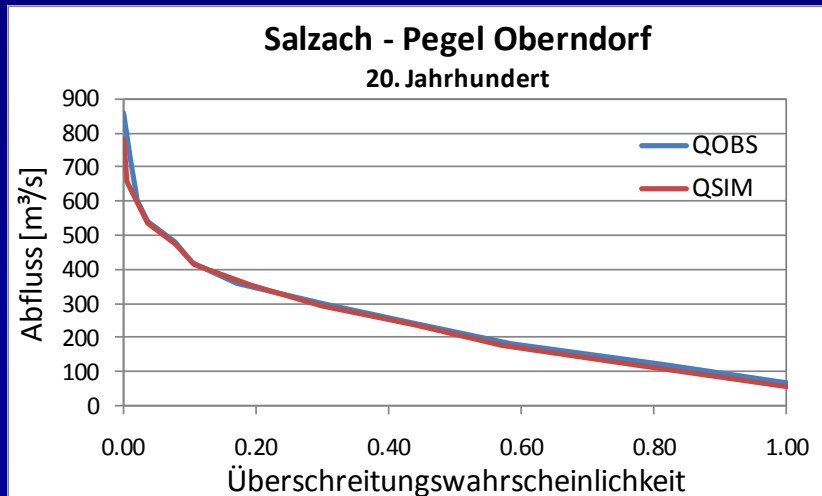
Emissionsszenarien für Treibhausgase

- A2-Familie: Business as usual
- B1-Familie: volle Konzentration auf Treibhausgasreduktion
- A1B: Mix aus starker, global vernetzter technologischer Entwicklung und „sozial verträglicher Globalisierung“.

Hydrologie und Wasserwirtschaft

- Österreich wurde mit 1*1 km Raster in Monatsschritten gerechnet
- Gletscher wurden in Westösterreich berücksichtigt
Daten von Kuhn et al. (1999), Span et al. (2005), Kuhn (2008)
Ausgenommen Dachstein und Vorarlberg
- Für jedes Element wurden Abfluss, Verdunstung und Speicherung bis 2100 gerechnet
- Die Zeitreihen wurden für verschiedene Abschnitte gemittelt (2011-2040, 2035-2065, 2061-2090)

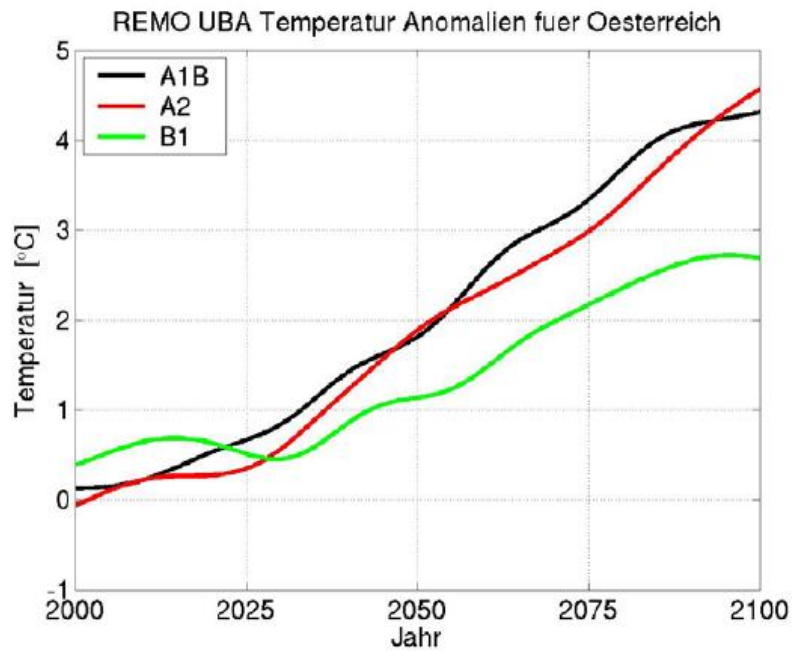
Hydrologische Modellierung



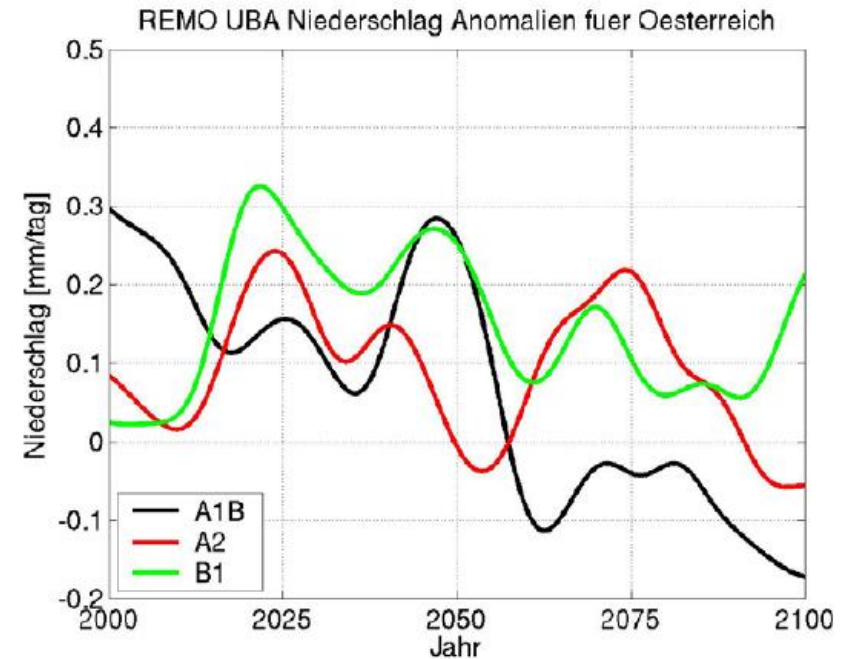
Beurteilung der Modellergebnisse

- Klimamodellergebnisse liegen für den Zeitraum 1950-2100 vor
- Vergleich zwischen Beobachtungen von N und T und Klimamodell zeigt für den Zeitraum 1960-1990 große Unterschiede
- Daher wurden die Klimasimulationen an diesen Zeitraum angepasst, sodass die Mittelwerte (zeitlich und räumlich) etwa stimmen

Beurteilung der Modellergebnisse

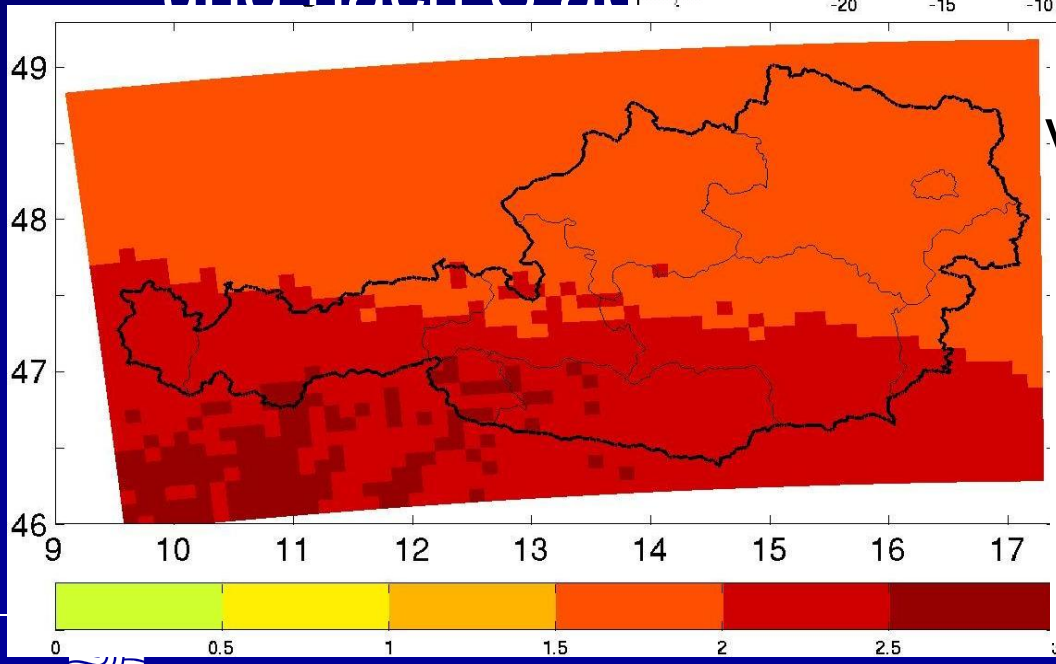
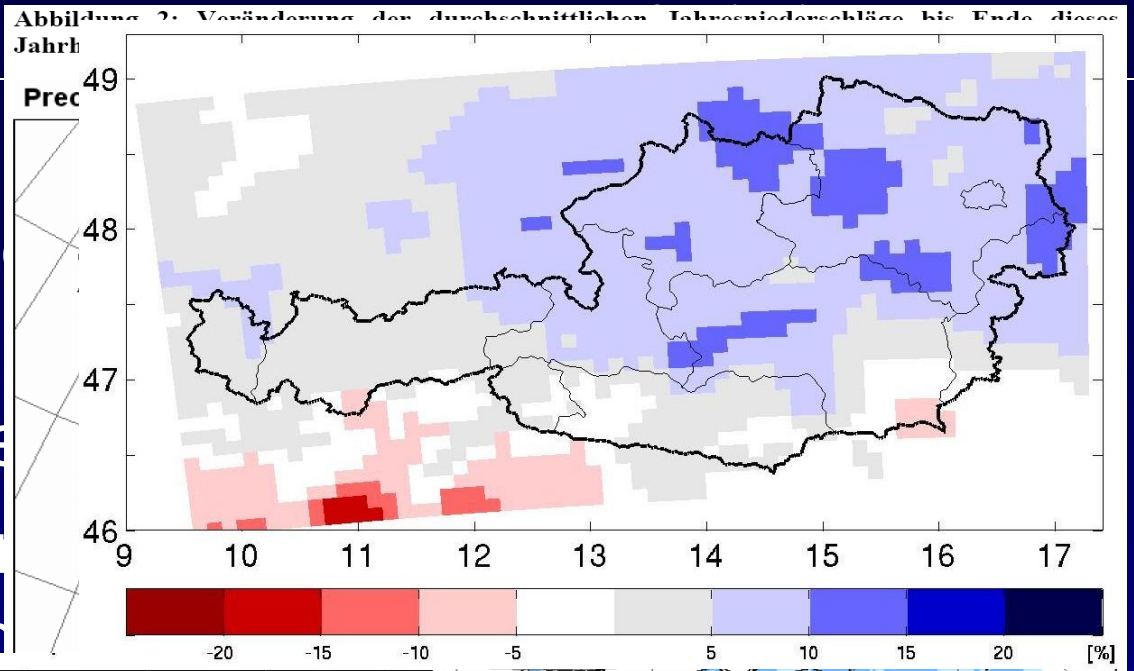


Quelle: Formayer



Entwi

- Es wird wärmer
- Niederschlag
- und nach S ab



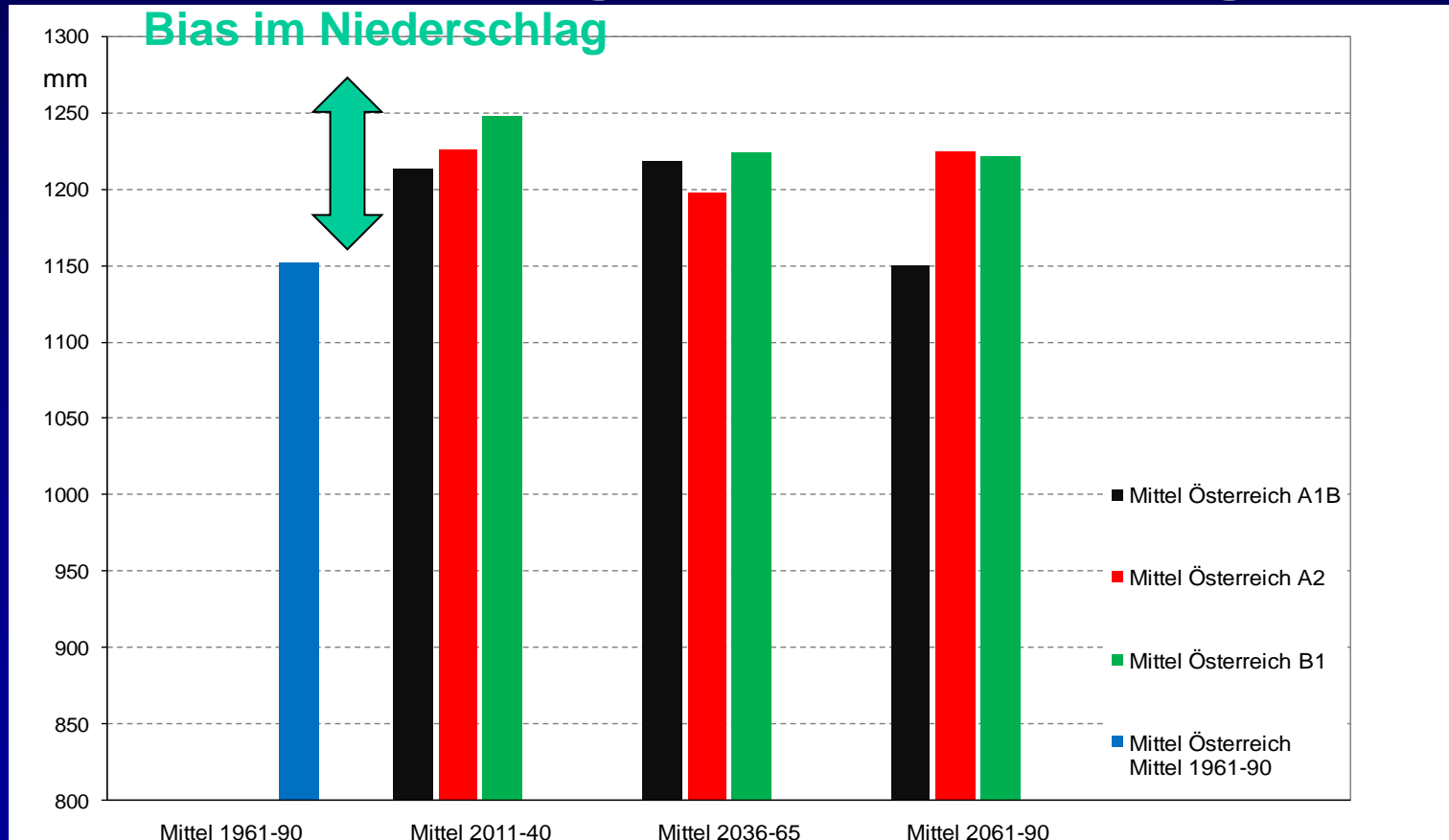
Klimaänderungssignale
 Vergleich 1961-1990 mit
 Periode 2036-2065

Lufttemperatur (°C links)
 Niederschlag % (oben)

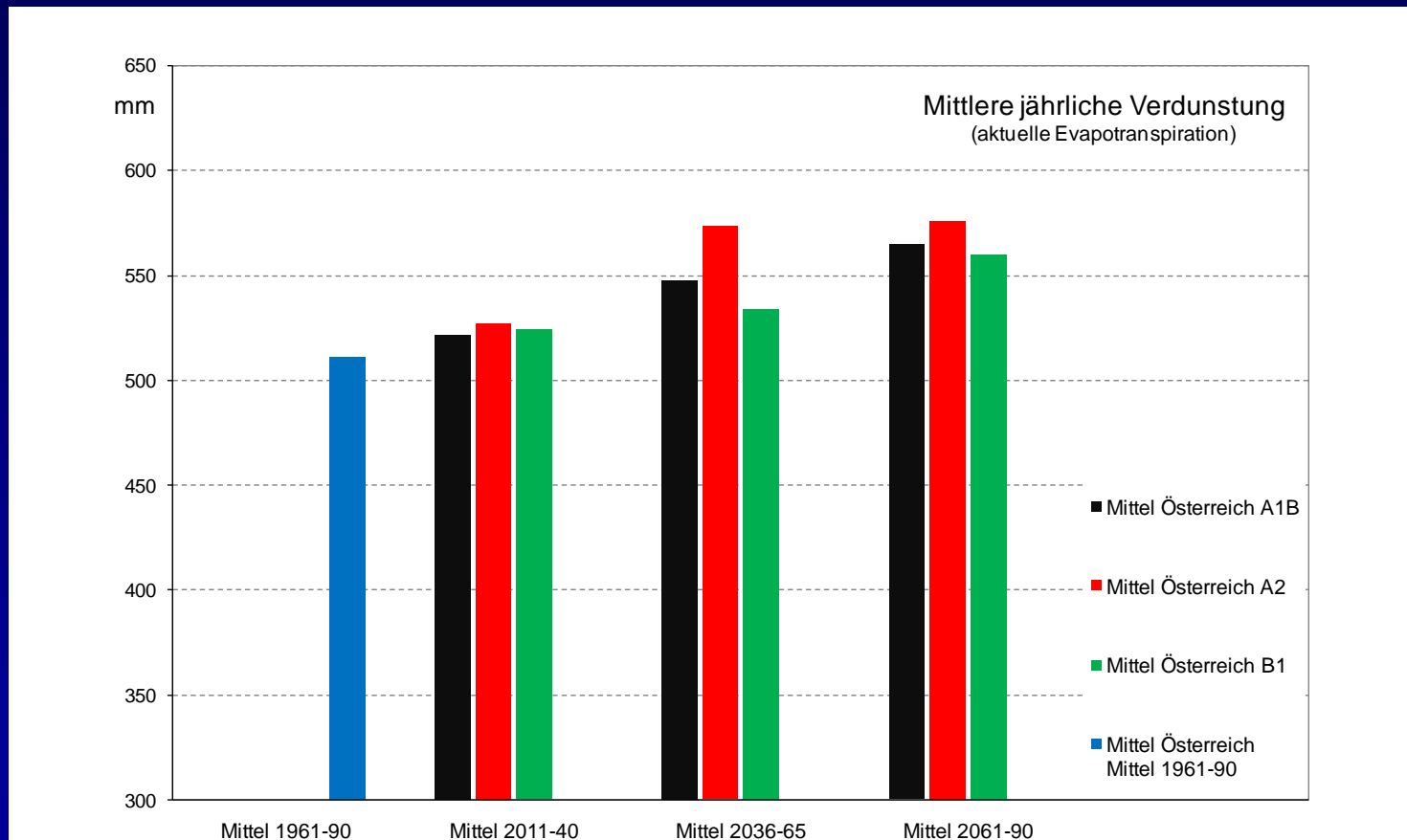
Szenario A1B



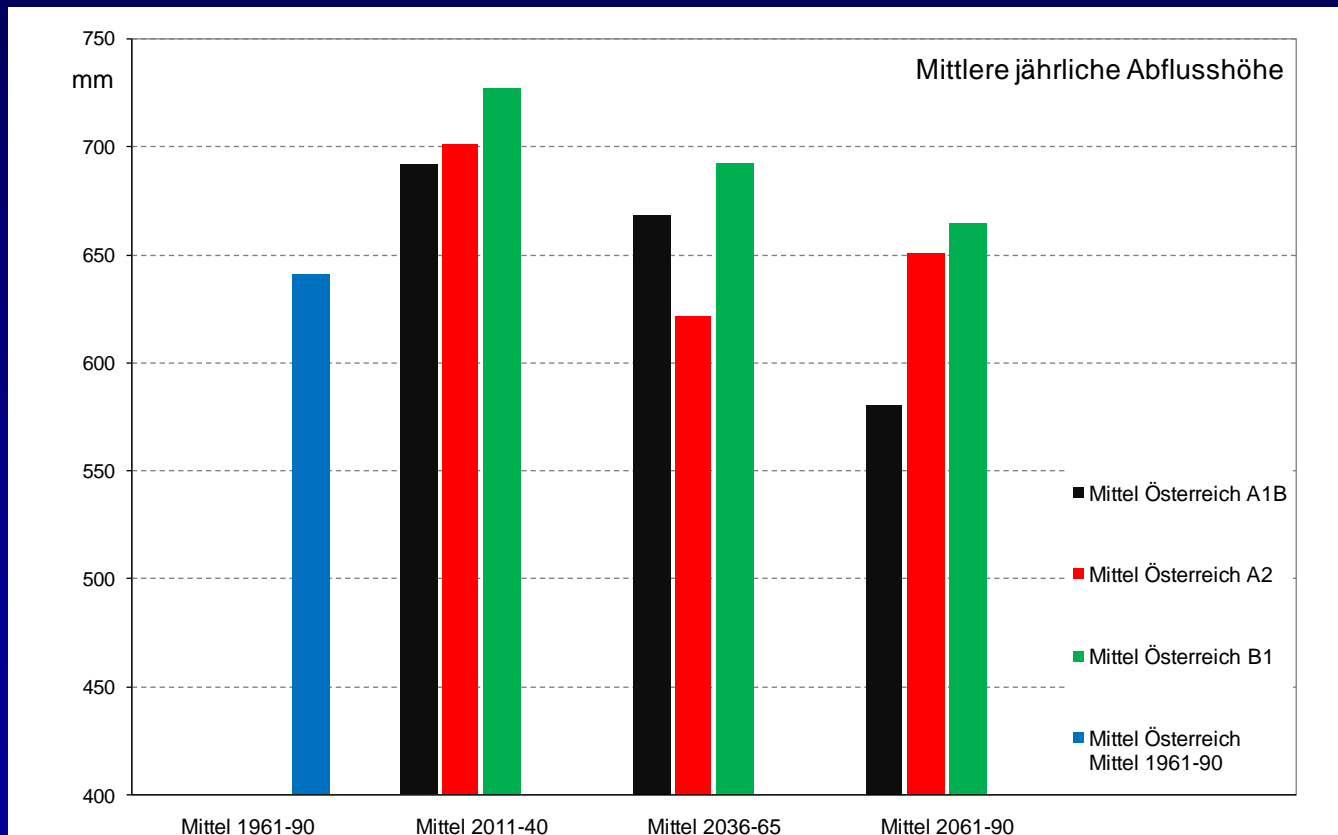
Langfristige Entwicklung der Meteorologie (Niederschlag)



Langfristige Veränderungen in der Hydrologie (Verdunstung)



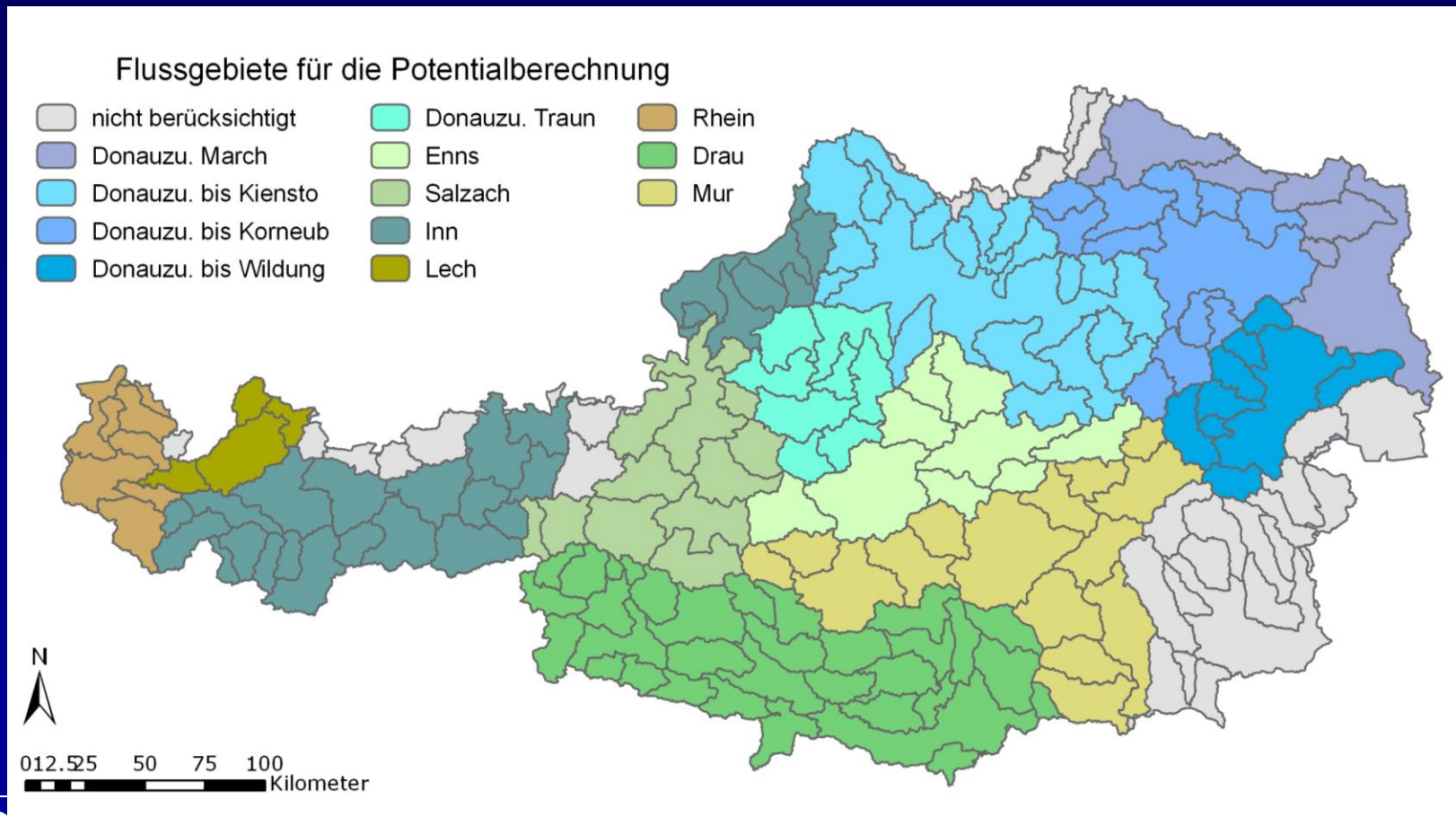
Langfristige Veränderungen in der Hydrologie (Abfluss)



Langfristige Veränderungen in der Hydrologie

- Bias im Abfluss, daher wurden nur relative Änderungen berücksichtigt
- Abflüsse nehmen in allen Szenarien ab
- Deutliche Abnahme im A1B Szenario

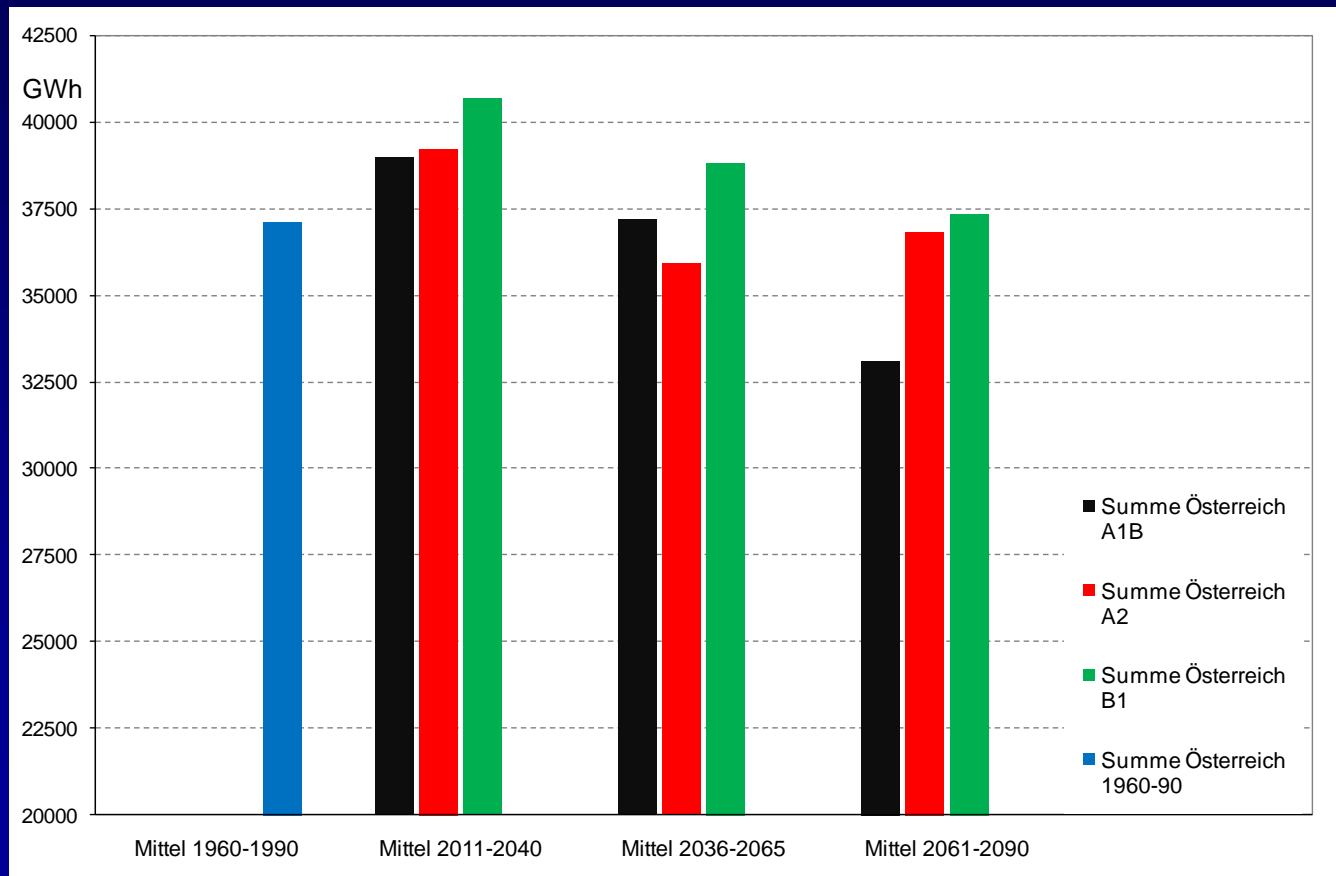
Auswirkungen auf die Wasserkrafterzeugung



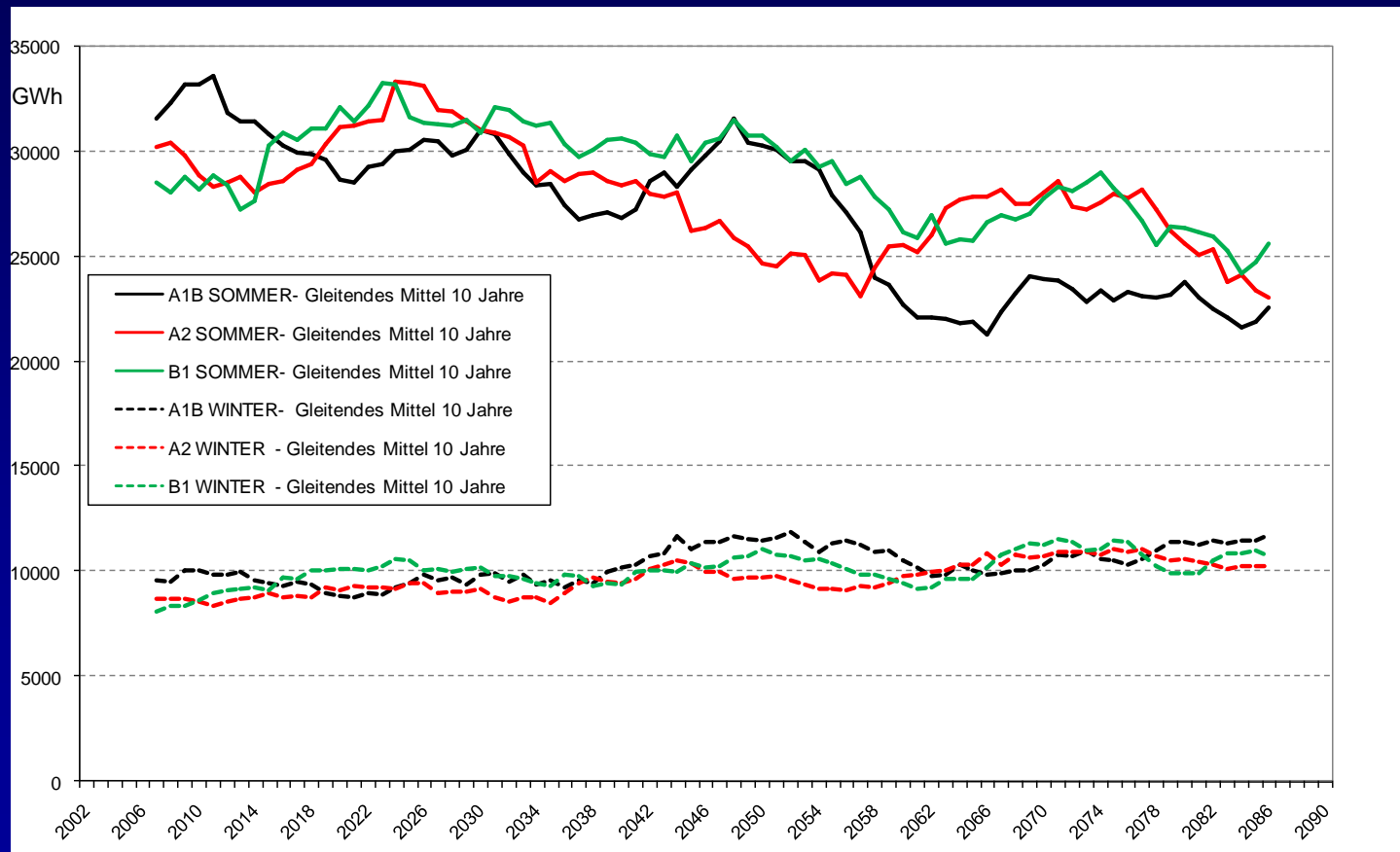
Auswirkungen auf die Wasserkrafterzeugung

- Berechnung des Abflussflächenpotentials (1960-1990)
- Vergleich mit bekanntem Flächenpotential (Schiller, 1988; Schiller und Drexler, 1991; Pöyry , 2008)
- Leichte Unterschätzung im hydrologischen Modell
- Vergleich von Flächenpotential mit Linienpotential
- Verwendung dieses Faktors für die Zukunft d.h. es wird der derzeitige Kraftwerkspark beibehalten

Mittlere jährliche Stromerzeugung



Saisonale Entwicklung



Auswirkungen auf die Wasserkrafterzeugung

- relativen Veränderungen zeigt eine deutliche Abnahme der Wasserkraft.
- Die Abnahme zwischen 2025 und 2075 liegt bei rund
 - 15% im A1B-Szenario
 - 6% im A2-Szenario
 - 8% bei B1-Szenario
- Vergleichmäßigung des Jahresganges in der Produktion
- Abnahme im Sommer
 - zwischen 24% (A1B) und 13% (A2).
- Zunahme im Winter
 - zwischen 18% (A2) und rund 9% (B1)

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

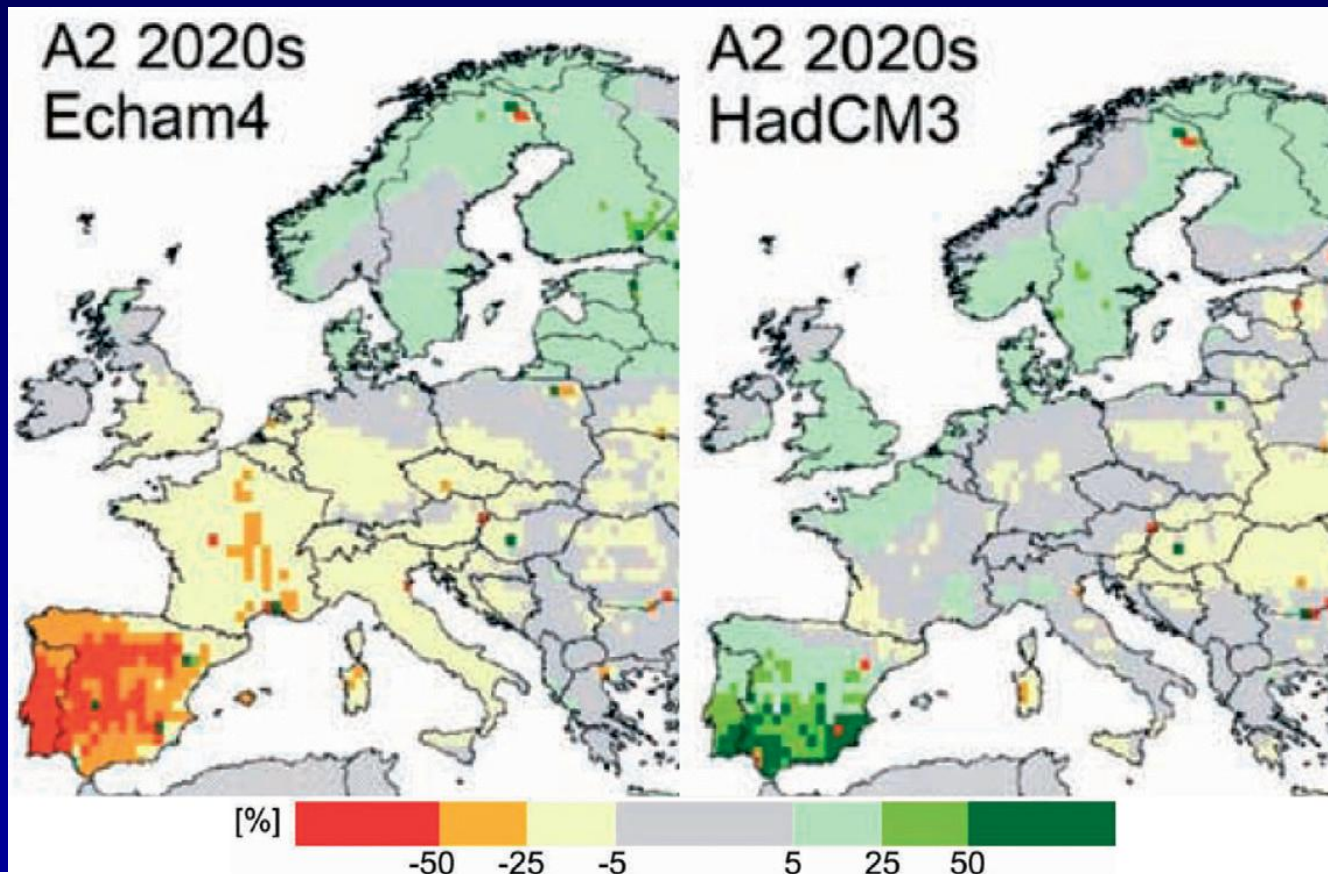
- Flächendeckende Untersuchung für Österreich von 1960 bis 2100
- Verwendung dreier Klimaszenarien (A1B, B1 und A2)
- Verwendung von Remo-UBA Daten des ECHAM5 mit Auflösung von 10*10 km
- Abnahme der Wasserkraft um 6 bis 15% bis gegen Ende dieses Jahrhunderts
- Saisonal ausgeglichene Produktion

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

- Unsicherheiten liegen hauptsächlich in den Annahmen über Treibhausgasemissionen
- Größere Unterschiede zwischen den GCMs (Hadley Modell, Max Plank Modell...)
- Grobe Rasterabbildung erschwert lokale Aussagen
- Größere Unterschiede auch zwischen den regionalen Modellen
- Langfristige Trends aber in den Modellen ähnlich

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit**

Simulation der Veränderung des mittleren Jahresabflusses für Europa bis 2020 (aus IPCC-2007, WG-2 Report, fig.12.1)



Skalenproblematik: Ein Profil durch Österreich

