



DR.-ING. KARL LUDWIG
Beratender Ingenieur Wasserwirtschaft - Wasserbau
76133 Karlsruhe, Herrenstraße 14, Tel. 0721/91251-0

Berechnung der Abflussveränderung infolge von Klimaänderung mit LARSIM

**LARSIM Anwendertreffen
Vortrag am 11.4.2008
Dr.-Ing. Karl-Gerd Richter**

Gliederung

- 1. Einführung**
- 2. Klimaänderung in Deutschland**
- 3. Verfügbare Szenarien**
- 4. Methodisches Vorgehen**
- 5. Verfügbare Modelle**
- 6. Ergebnisse**
- 7. Zusammenfassung + Ausblick**



1. Einführung und Zielsetzung

- 1) **Berechnung des Einflusses der Klimaänderung auf das Abflussverhalten in verschiedenen Einzugsgebieten auf den Wasserhaushalt unter heutigen und zukünftigen klimatischen Bedingungen**
- 2) **Berechnung von Mittelwasser-, Niedrigwasser- und Hochwasserkenngößen und deren Veränderung**

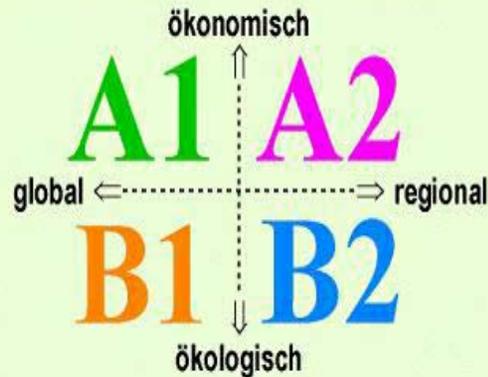


2. Verfügbare Szenarien

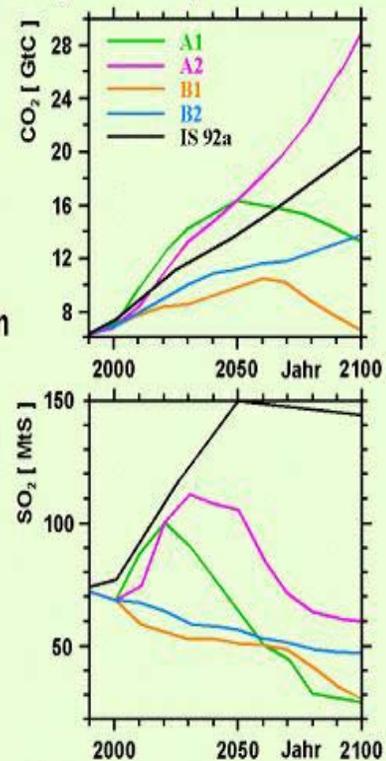
Ein neuer Satz von IPCC Emissions Szenarien (SRES-Szenarien)

- A1** Eine Welt mit schnellem Wirtschaftswachstum und schneller Einführung neuer und effizienterer Technologien.
- A2** Eine sehr heterogene Welt mit einem Schwerpunkt auf traditionelle Werte (family values and local traditions).
- B1** Eine sich vom Materialismus abkehrende Welt und die Einführung sauberer Technologien.
- B2** Eine Welt mit dem Schwerpunkt auf lokale Lösungen für ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit.

IS 92a "Wir machen so weiter wie bisher" Szenarium (1992).

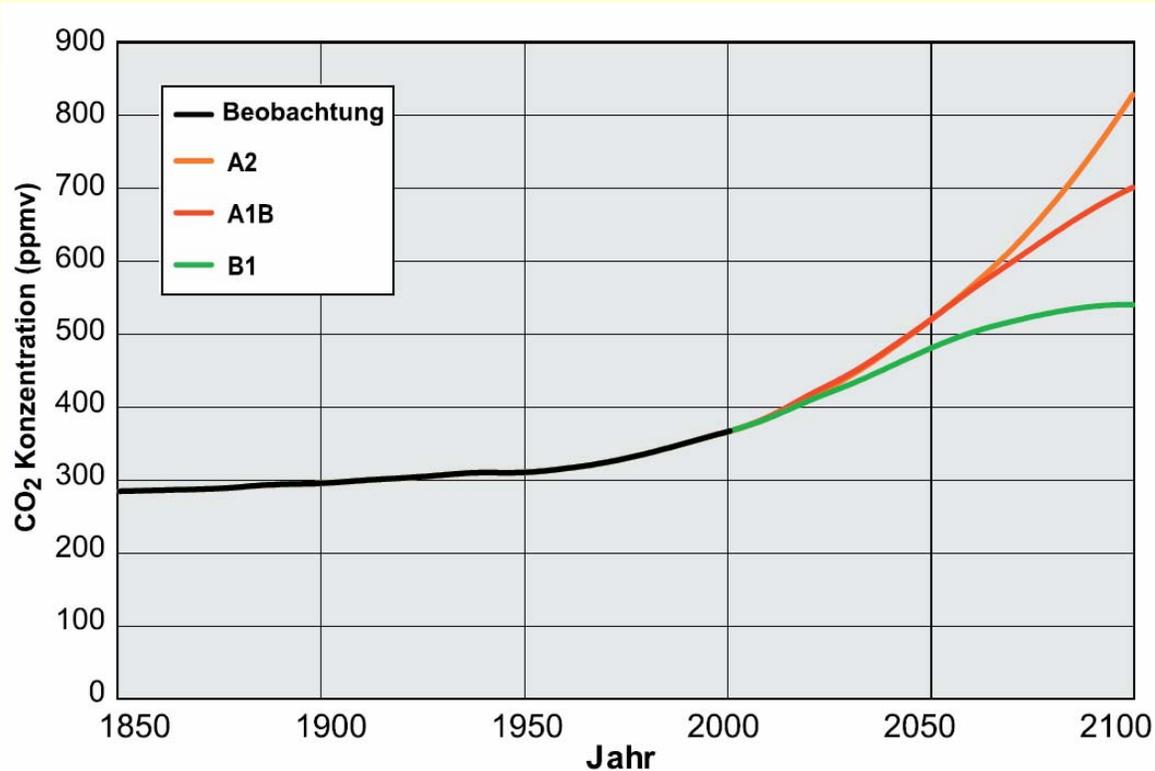


CO₂ und SO₂ Emissionen



2. Verfügbare Szenarien

CO₂ Zunahme bis 2100

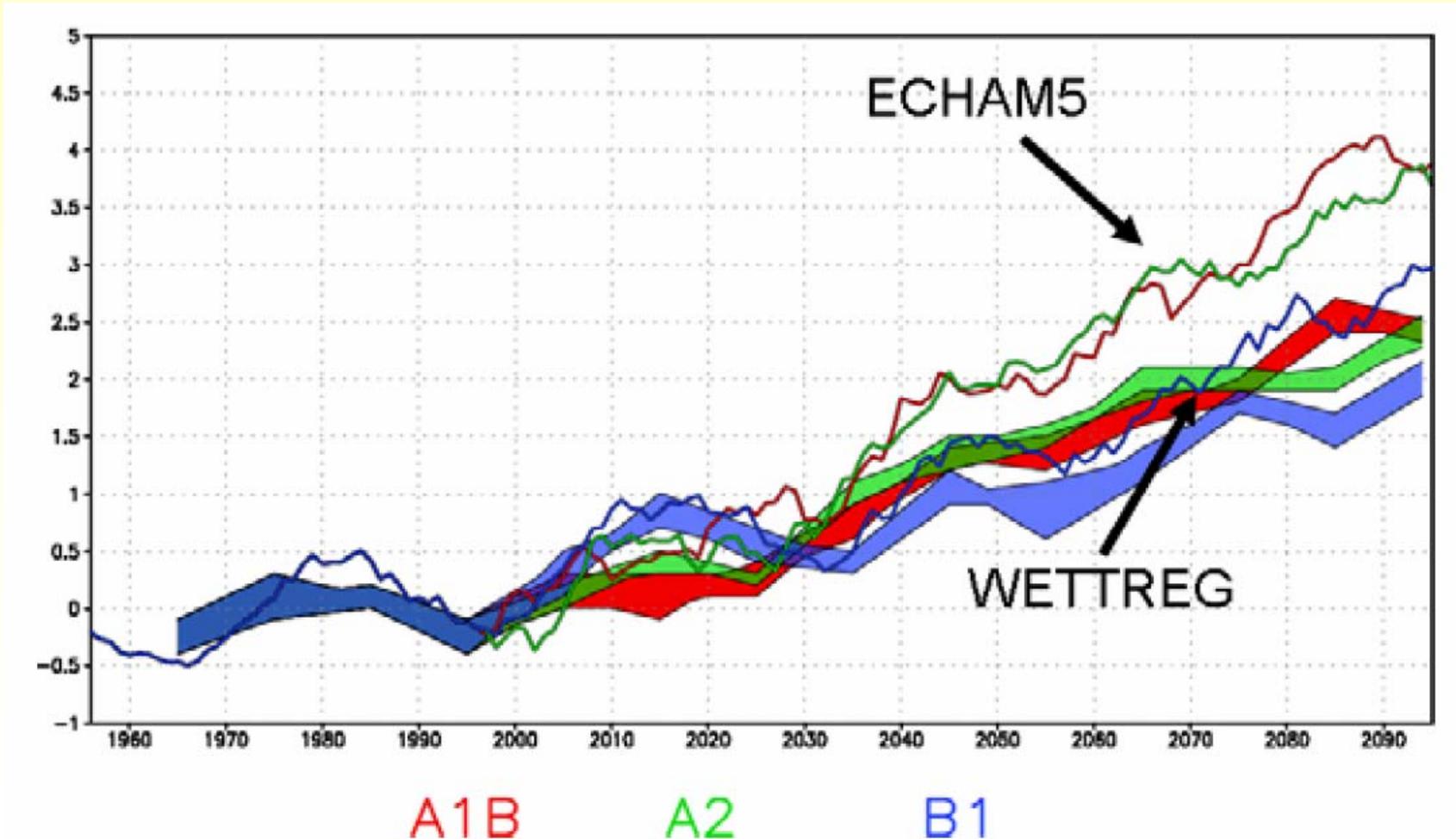


B2 2100:
560 ppmv



3. Klimaänderung in Deutschland

Temperaturänderung in Deutschland (relativ zu 1961-1990):



A1B

A2

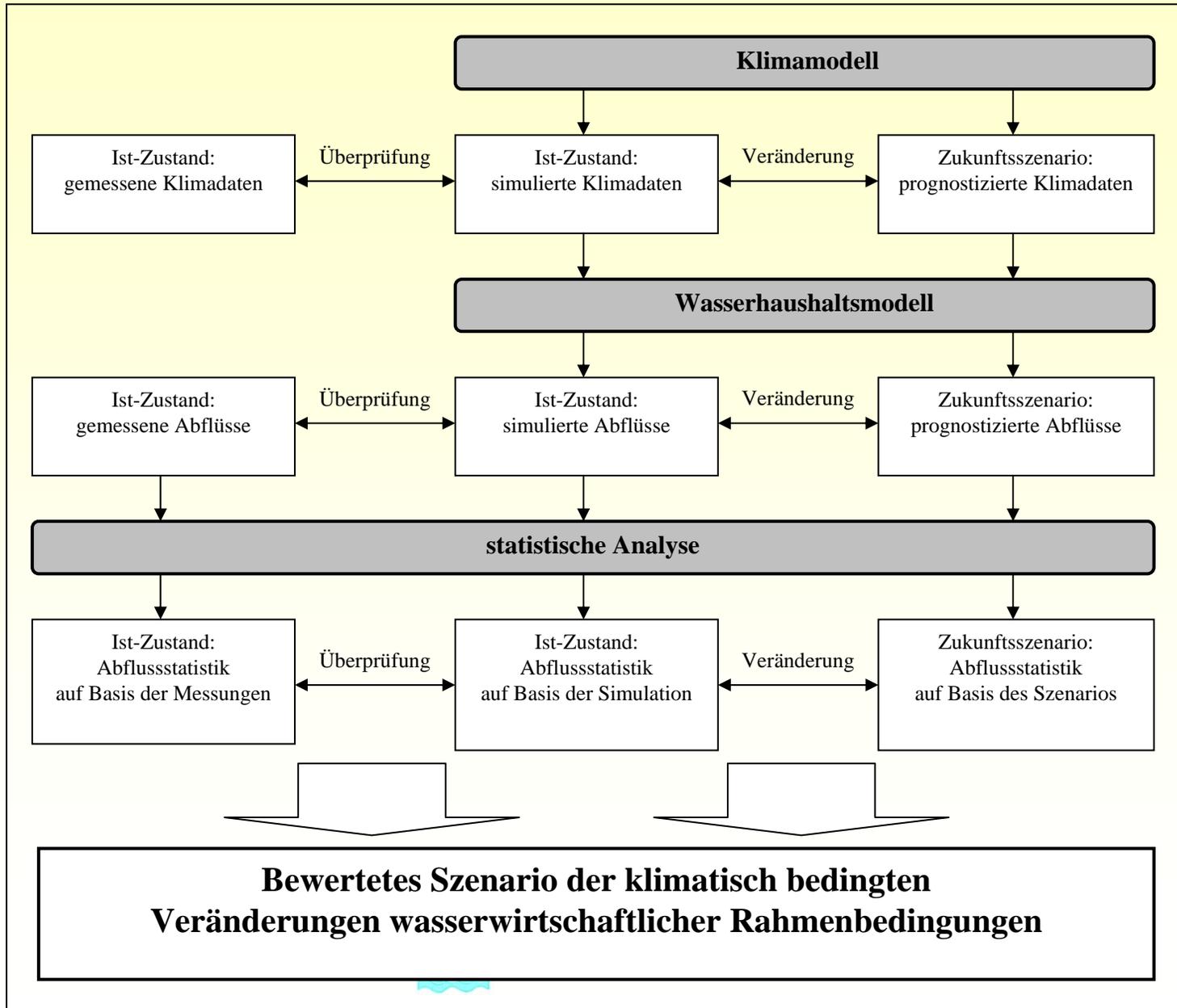
B1



Dr.-Ing. Karl Ludwig

MPI-M 2006

4. Methodisches Vorgehen



4. Methodisches Vorgehen

Getroffene Annahmen:

- Landnutzung und Vegetation ändert sich nicht in der Zukunft
- Modellparameter bleiben wie beim Istzustand
- Bodeneigenschaften ändern sich nicht

Vorgehensweise:

Validierung des Kontrolllaufes mit Messdaten
Berechnung der Szenarien



4. Methodisches Vorgehen

Zwei Verfahren:

1. Das Regionalmodell REMO-ECHAM5-OM des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg. Dabei handelt es sich um ein dynamisches Modell, bei dem die Ergebnisse in $10 \times 10 \text{ km}^2$ -Rasterzellen für Mitteleuropa bereitgestellt werden. Vom MPI-M werden die Daten in Stundenzeitschritten zur Verfügung gestellt (1 Realisation)

2. Das ECHAM5-WETTREG-Modell der Firma Climate & Environmental Consulting (CEC) Potsdam GmbH. Von CEC Potsdam werden die Daten für die Klimaszenarien stationsbezogen regionalisiert und nur als Tageswerte geliefert (10 Realisationen).



4. Methodisches Vorgehen

Auswertung erfolgt für

MoMHQ = mittlerer monatliche Hochwasserabflüsse

MoMMQ = mittlere monatliche Abflüsse

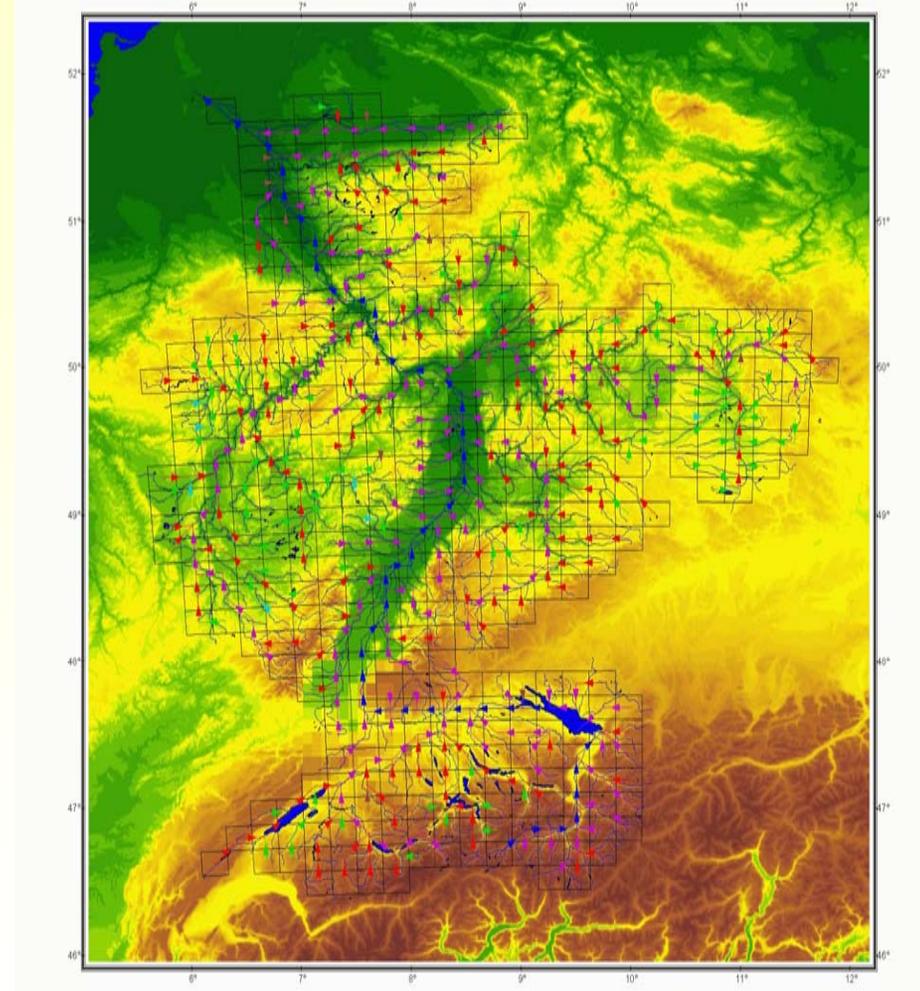
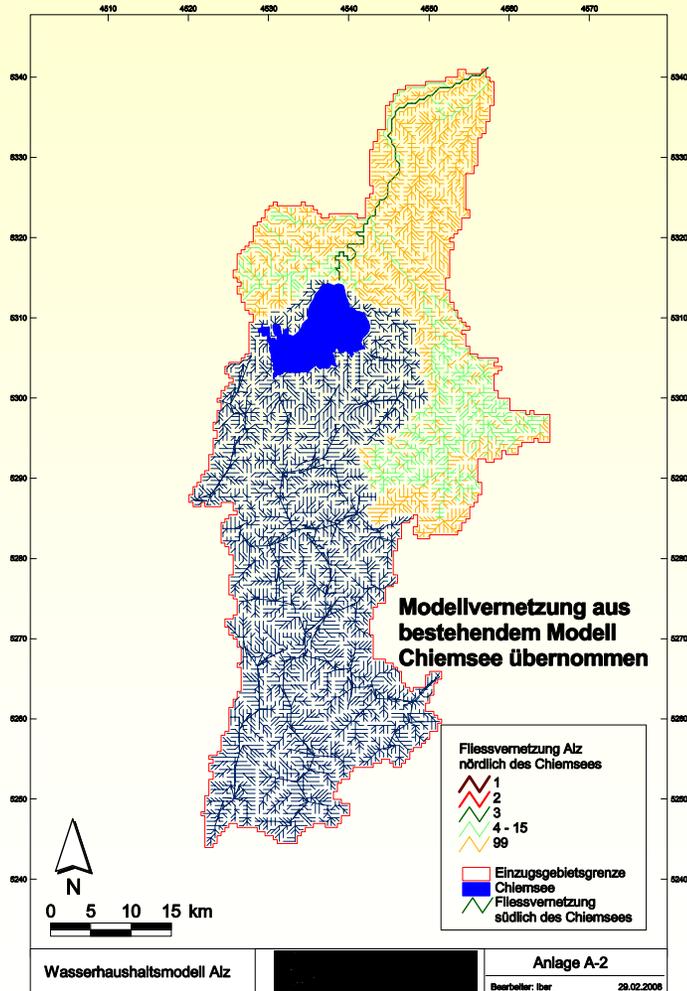
MoMNQ = mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse



5. Verfügbare Modelle (Auswahl)

WHM Alz 0,5 km² Auflösung

WHM Rhein ca. 17 km² Auflösung



5. Verfügbare Modelle

WHM-Rastermodelle 0,5-1 km Auflösung:

Baden-Württemberg, Schweiz, Mosel, Alz (0.5 km)

Teileinzugsgebiete (3 bis 5 km²):

Hessen, Rheinland-Pfalz

WHM-Rastermodell (14 bis 17 km):

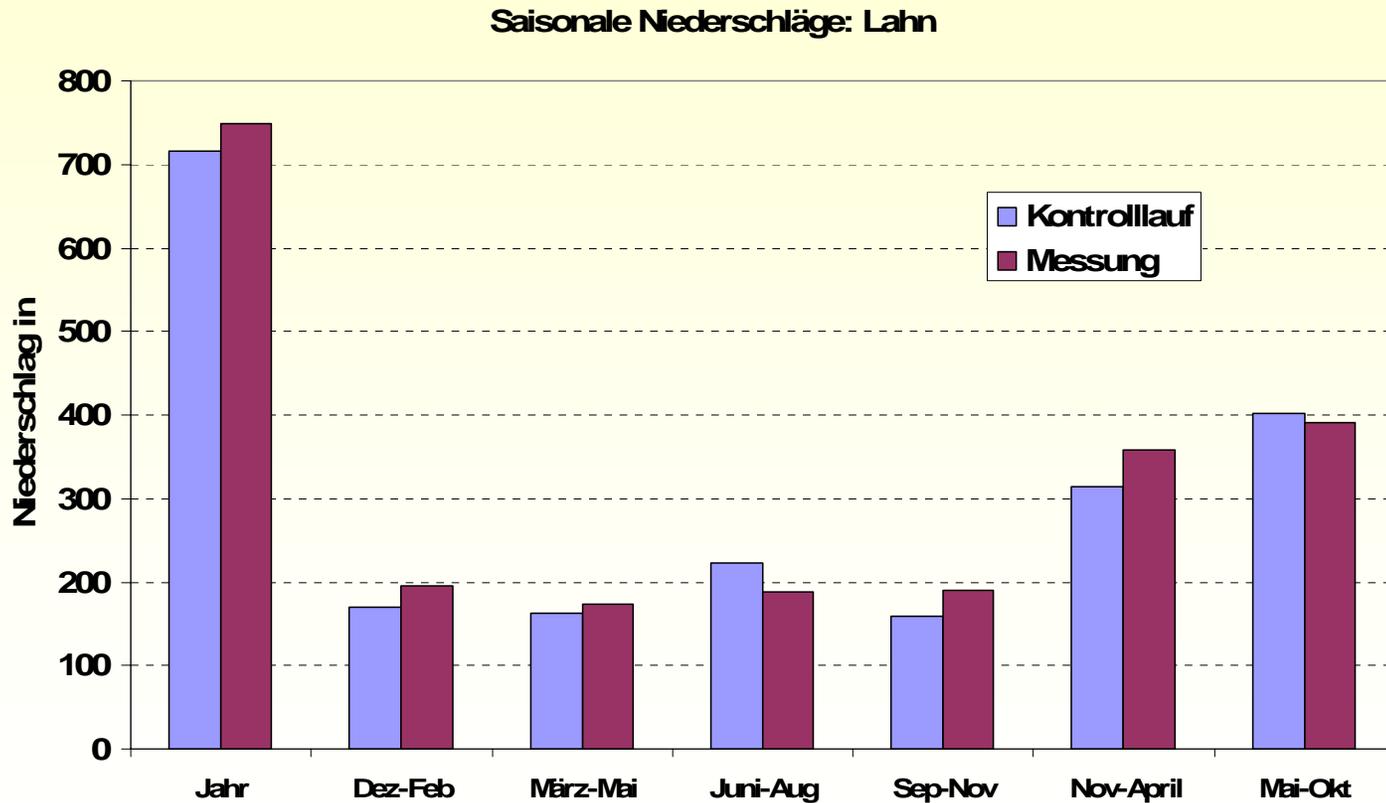
Rhein und Weser



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

Validierung REMO (EC5) Niederschlag

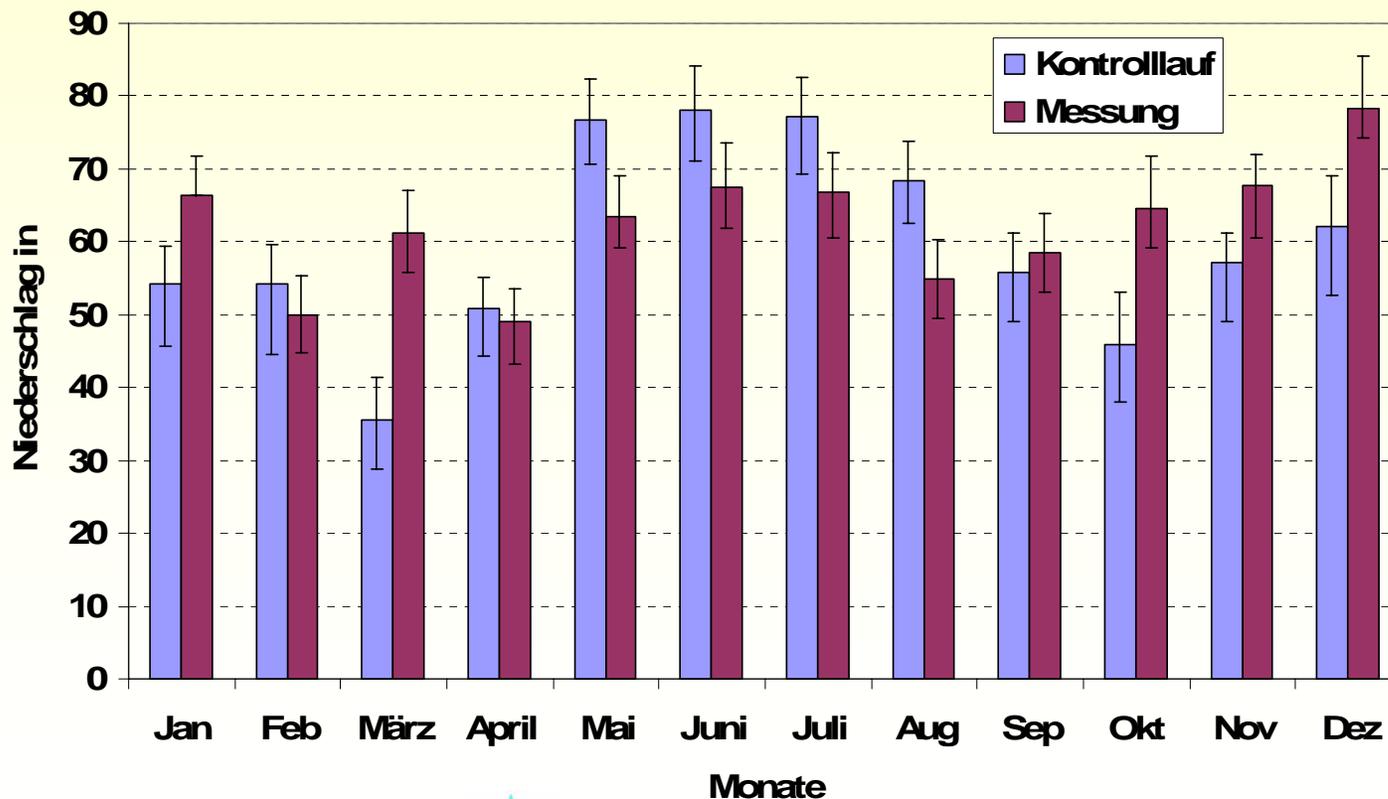


6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

Validierung REMO (EC5) Niederschlag

Mittlerer monatliche Gebietsniederschlag: Lahn



6. Ergebnisse

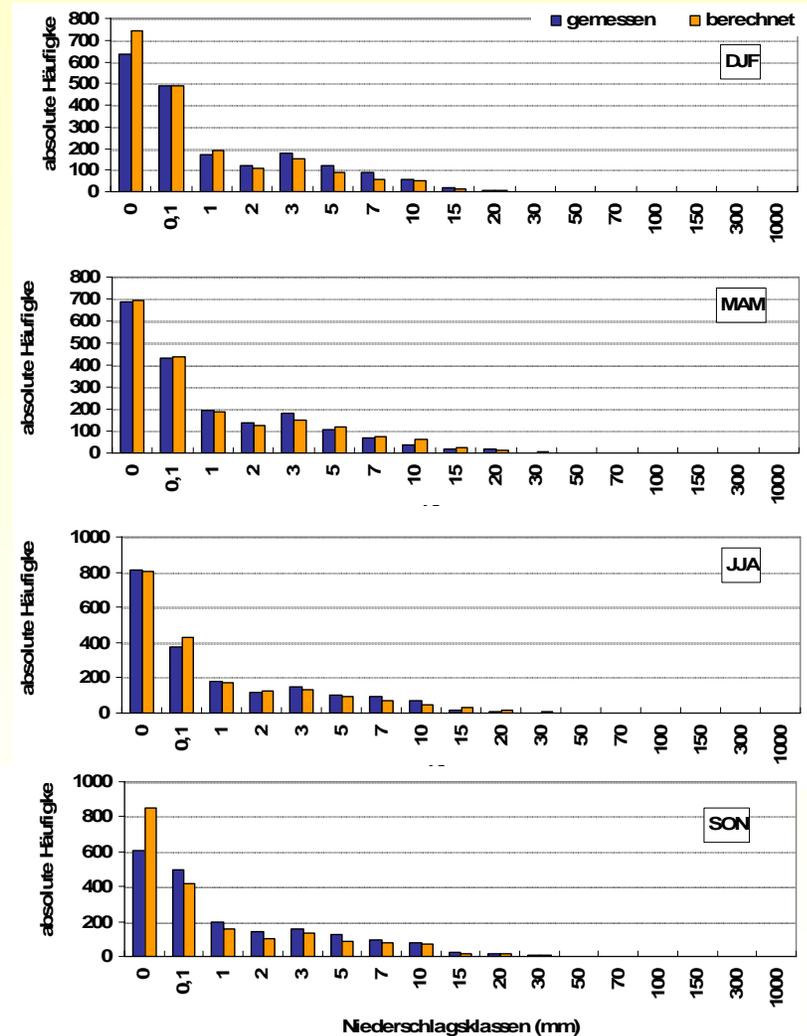
6.1 REMO Szenarien

Validierung REMO (EC5) Niederschlag

Validierung
REMO-Niederschlag
(EC5) C20

Lahnggebiet
Häufigkeitsklassen
2-Tagesniederschläge

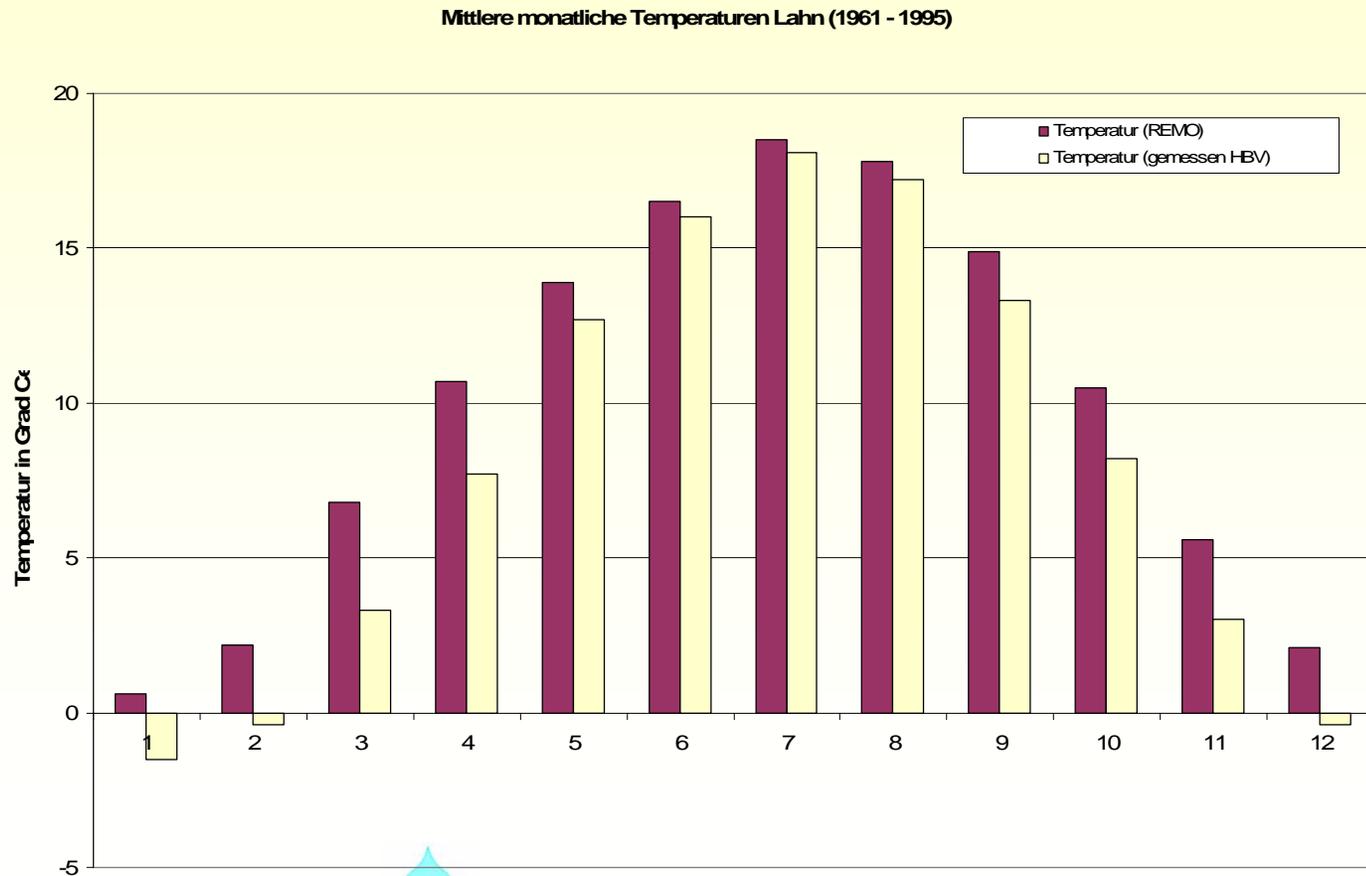
Lahn (2 Tage)



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

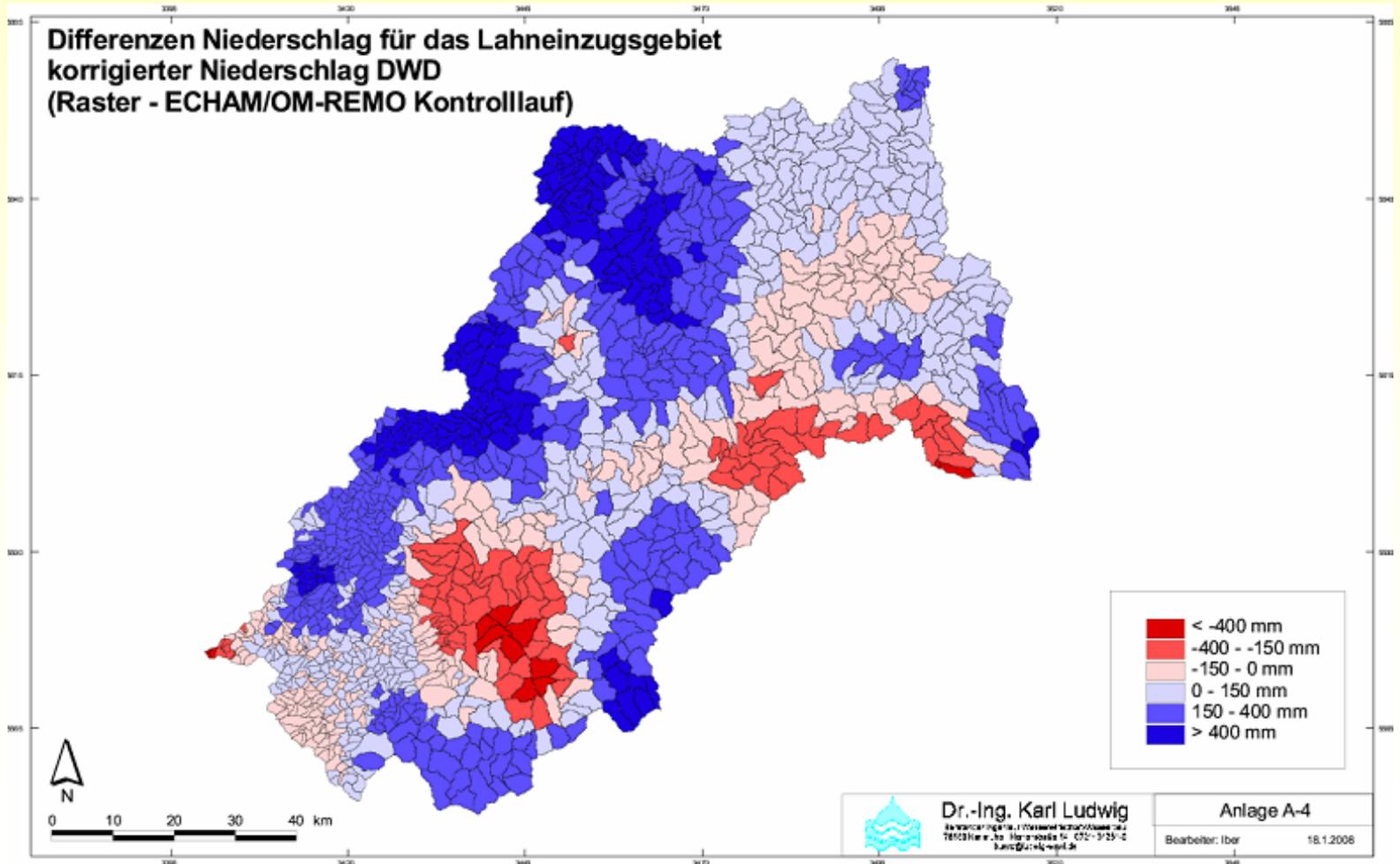
Validierung REMO (EC5) Niederschlag



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

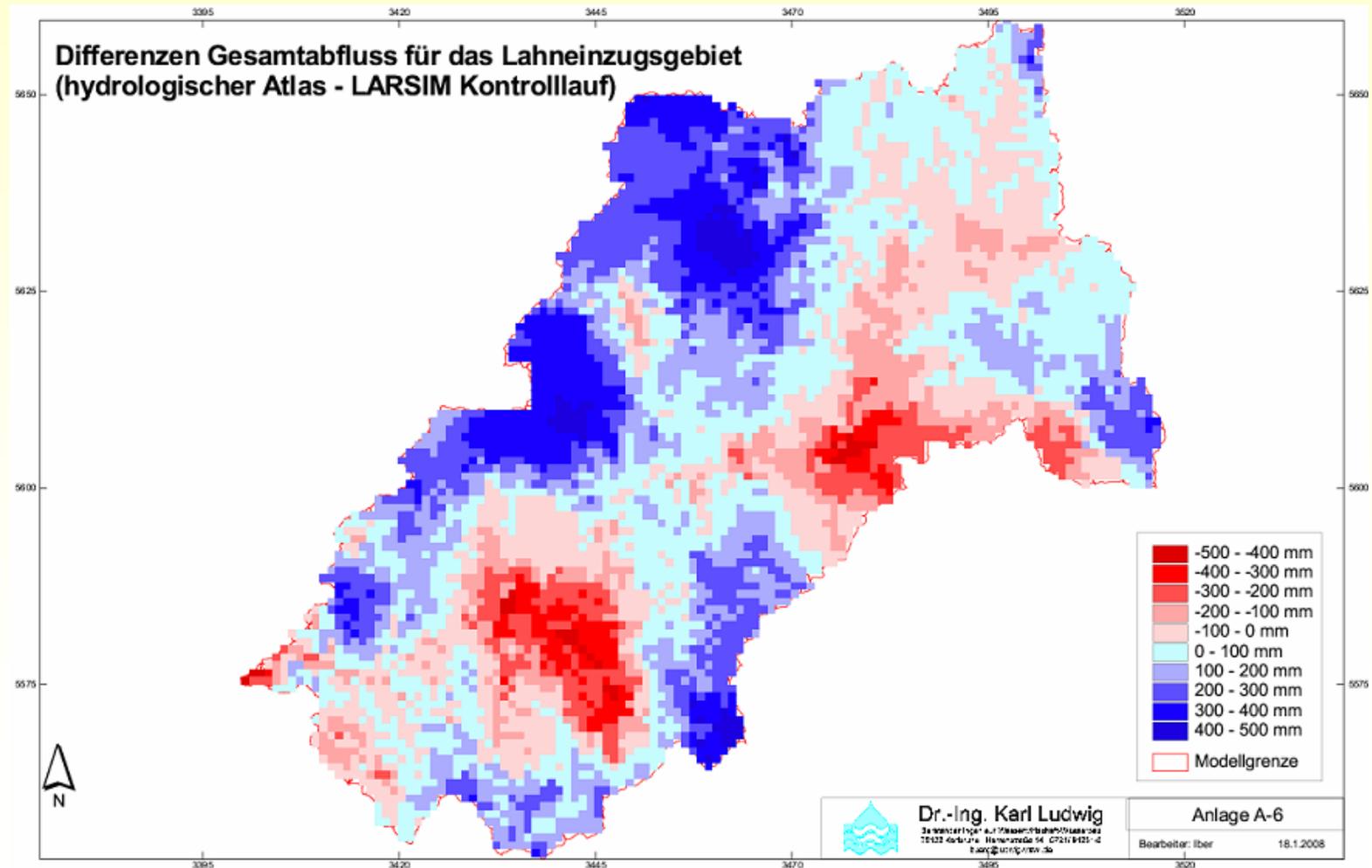
Validierung REMO (EC5) Niederschlag



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

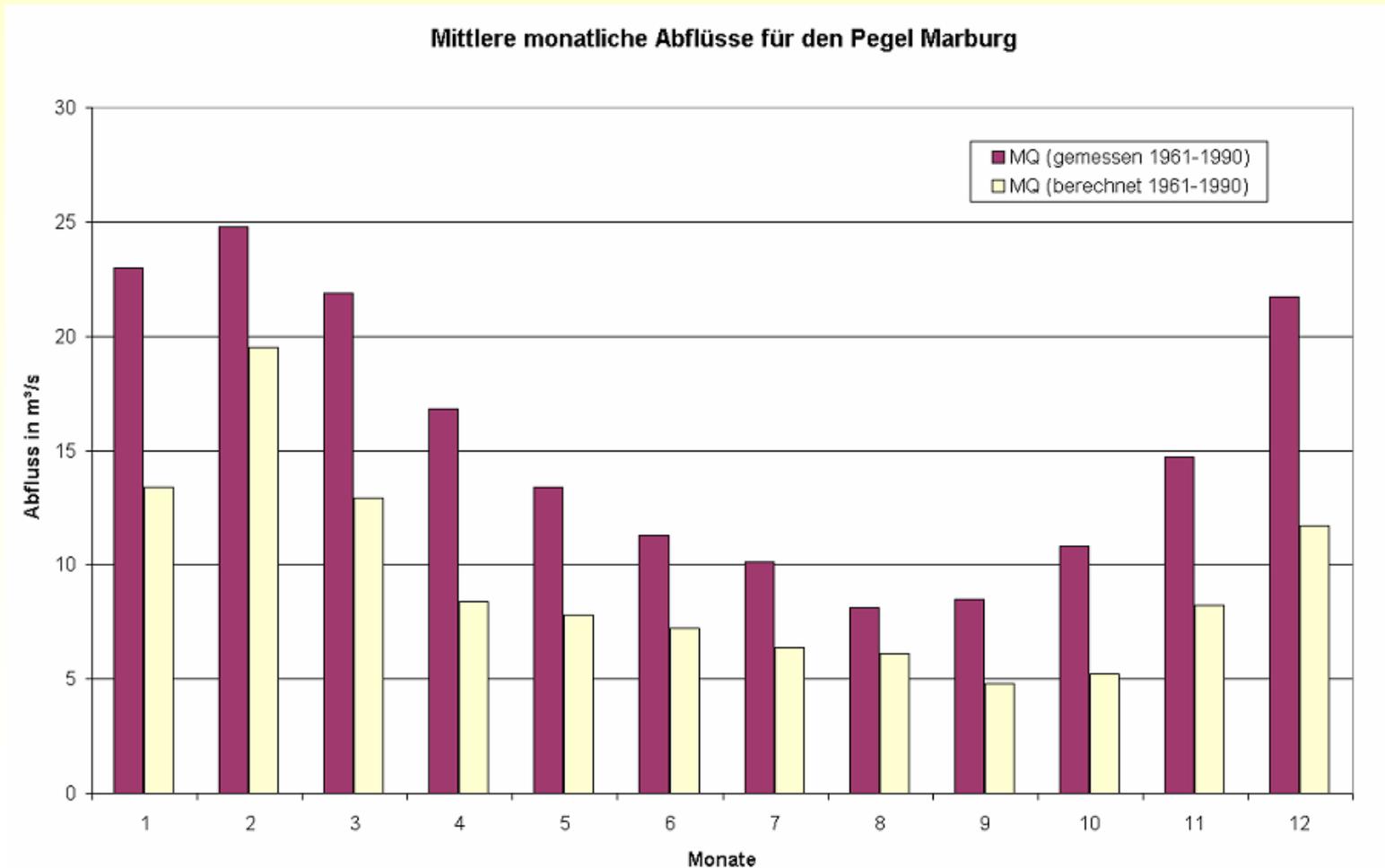
Validierung LARSIM Abfluss



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

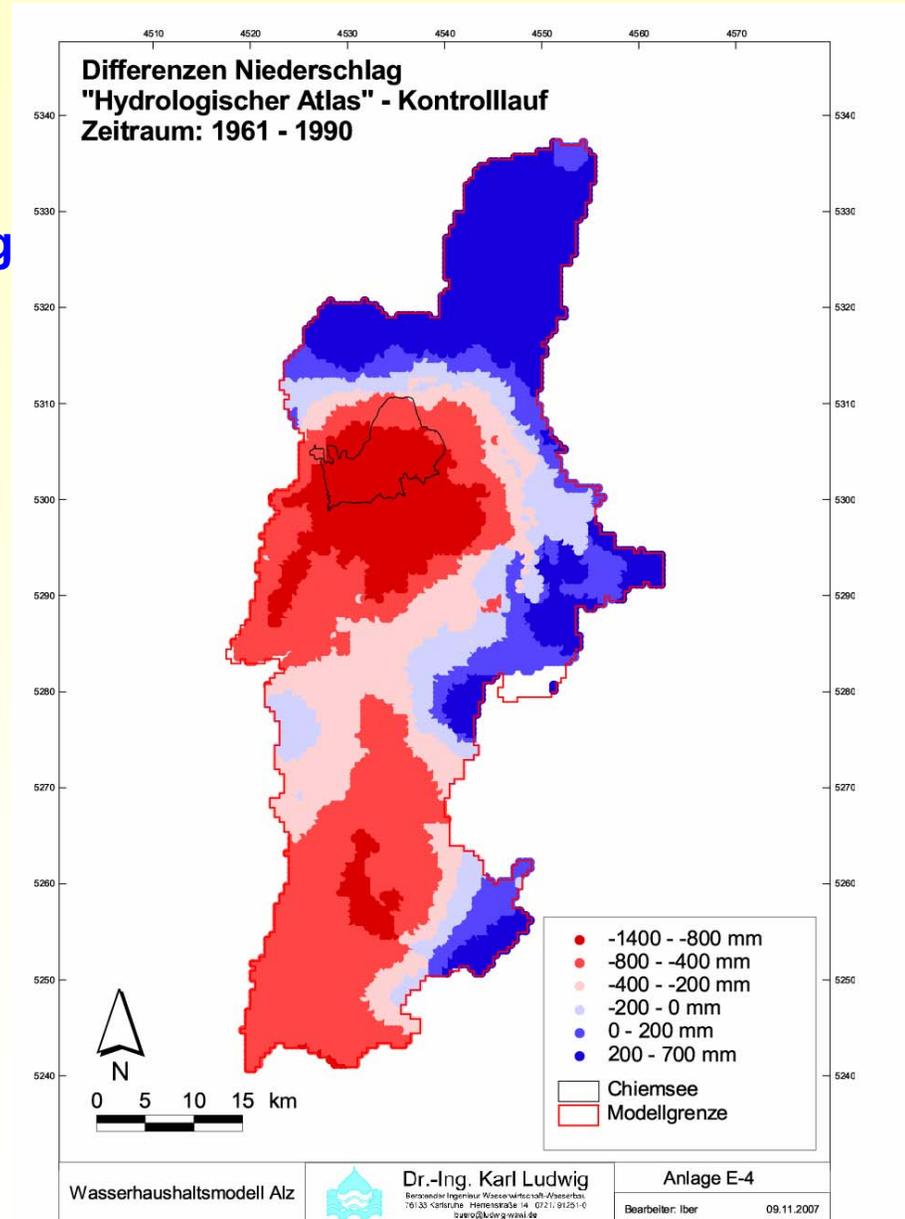
Validierung REMO Abfluss



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

Validierung REMO (EC5) Niederschlag (Beispiel Alz)

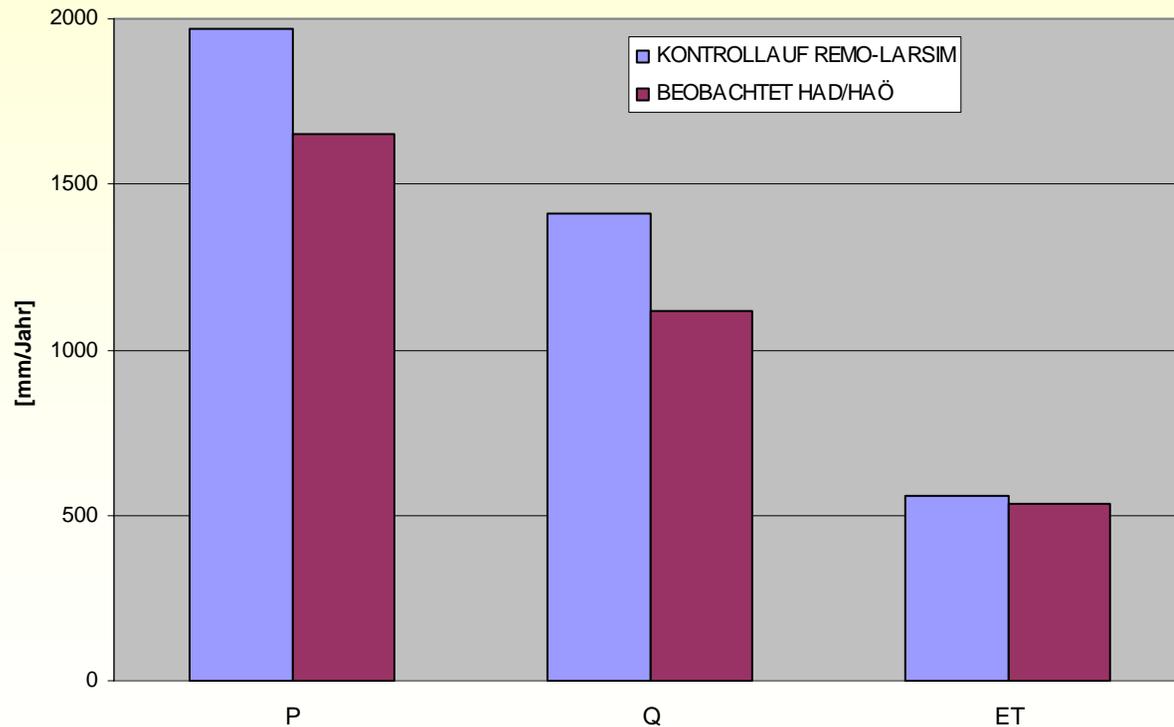


Dr.-Ing. K.

6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

Validierung REMO (EC5) –LARSIM Wasserbilanz (1961-1990)
(Beispiel Alz)



6. Ergebnisse

6.1 REMO Szenarien

Konsequenz:

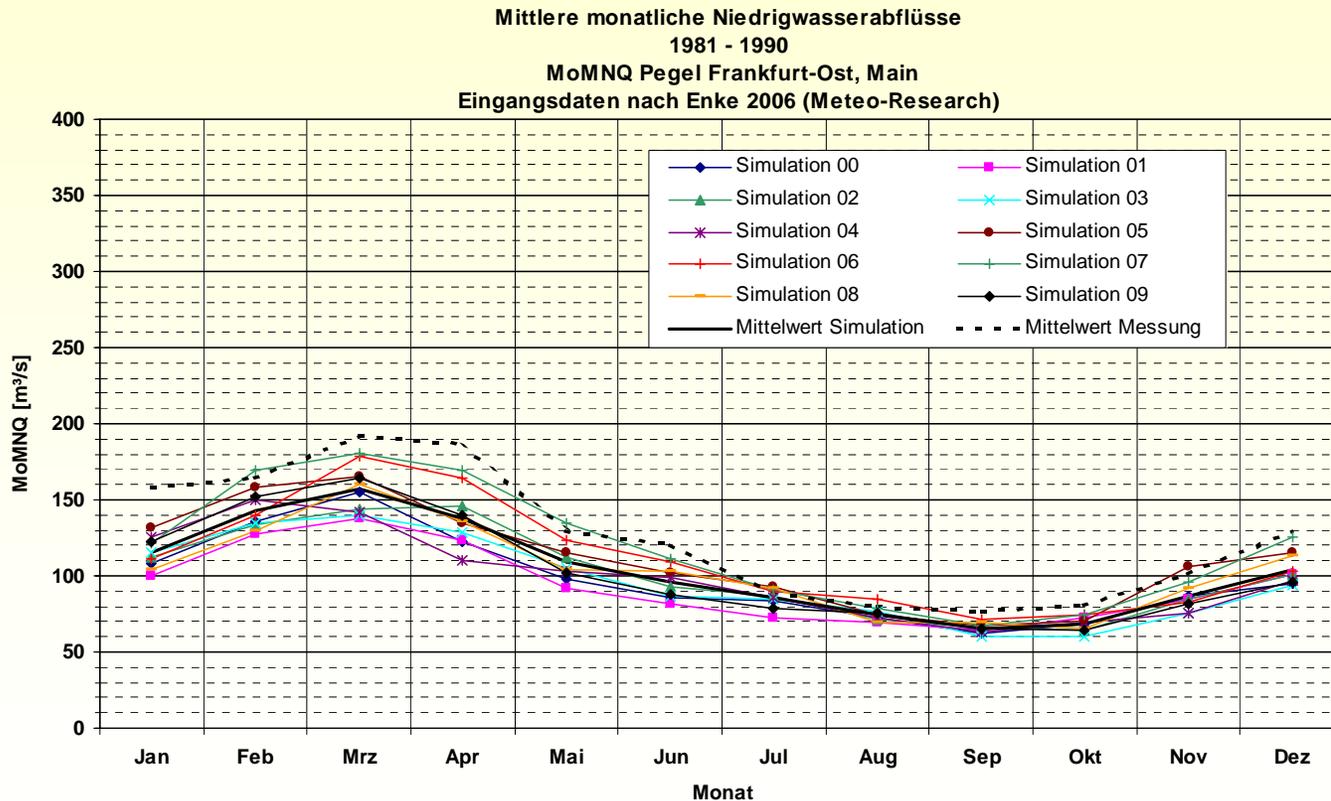
**REMO-Antrieb für LARSIM nicht
direkt verwendbar**

**Transformation sollte über
Hintergrundfelder erfolgen bzw.
Output korrigiert werden**



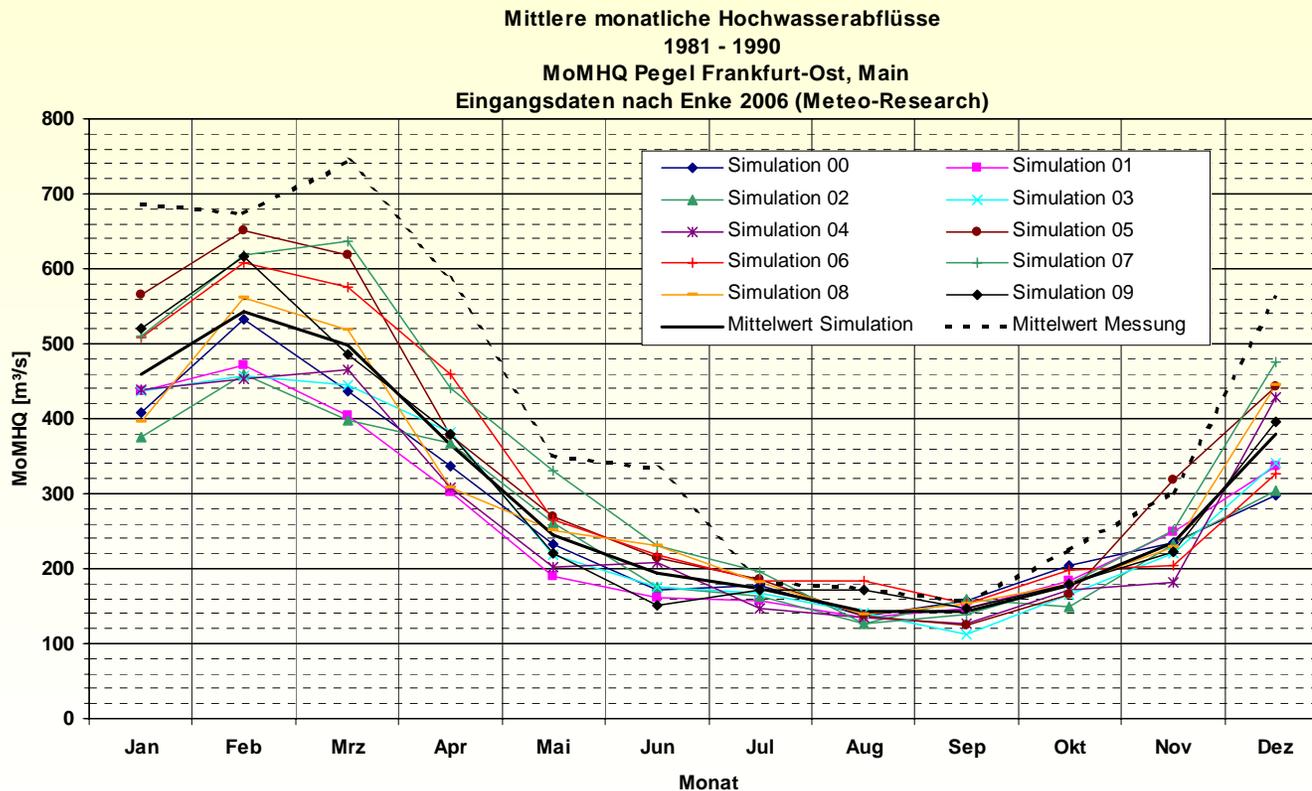
6.2 Validierung mit CEC 2006 (WETTREG) Daten

Beispiel: Pegel Frankfurt-Ost, Main



6.2 Validierung mit CEC 2006 (WETTREG) Daten

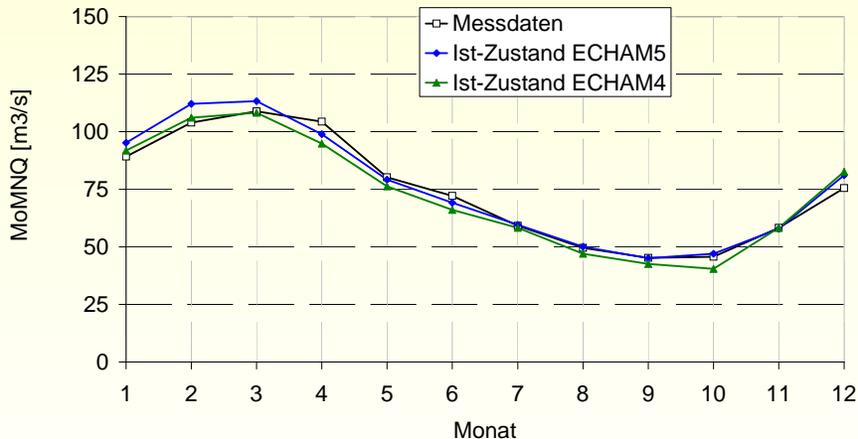
Beispiel: Pegel Frankfurt-Ost, Main



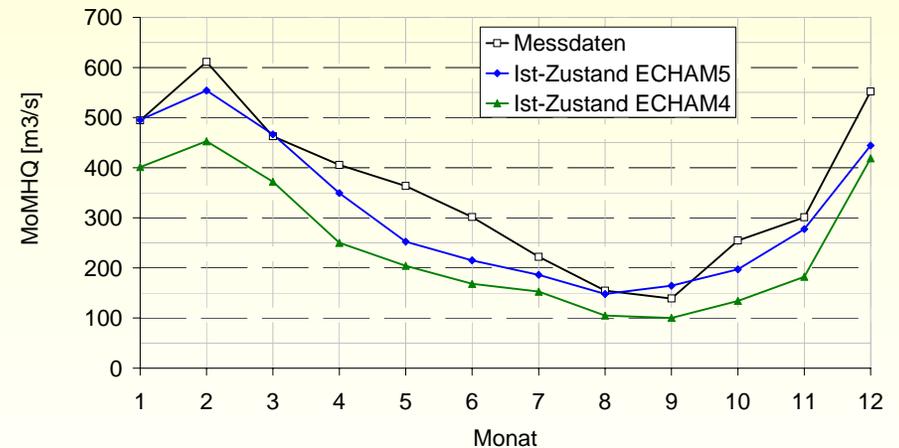
6.2 Validierung mit CEC 2006 (WETTREG) Daten

Beispiel: Pegel Rockenau, Neckar

Mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse 1971-2000
MoMnQ Pegel Rockenau, Neckar
Eingangsdaten nach CEC 2006 (WETTREG)

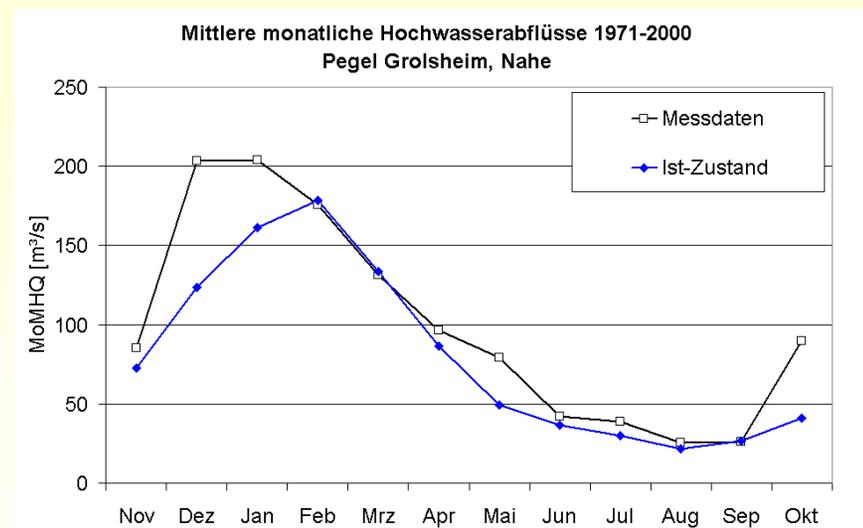
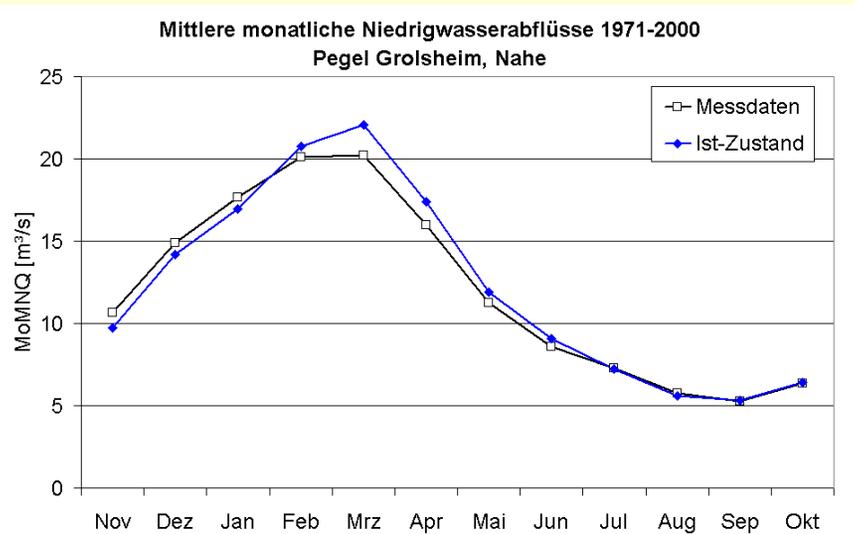


Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse 1971-2000
MoMHQ Pegel Rockenau, Neckar
Eingangsdaten nach CEC 2006 (WETTREG)



6.2 Validierung mit CEC 2006 (WETTREG) Daten

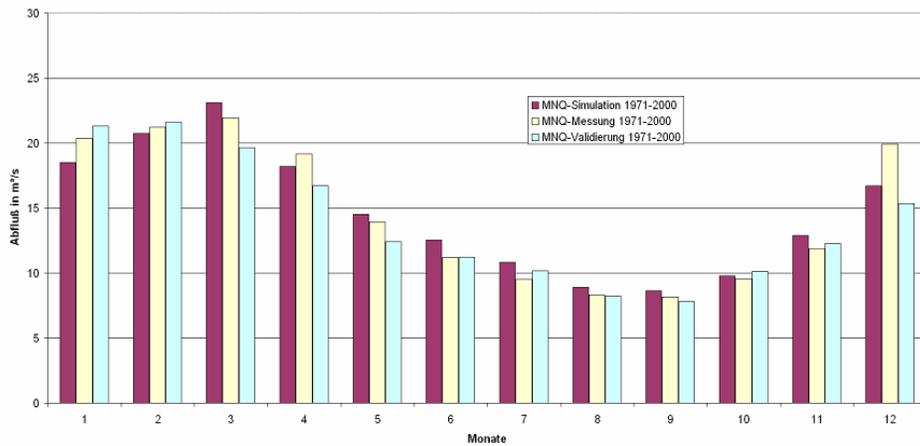
Beispiel: Pegel Grolsheim, Nahe



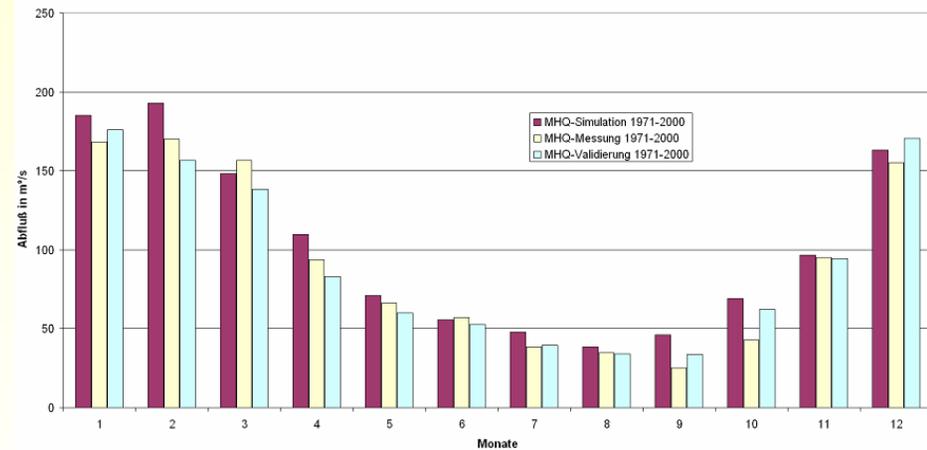
6. 2 Validierung mit CEC 2006 (WETTREG) Daten

Beispiel: Pegel Leun, Lahn

Mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse am Pegel Leun 1971-2000

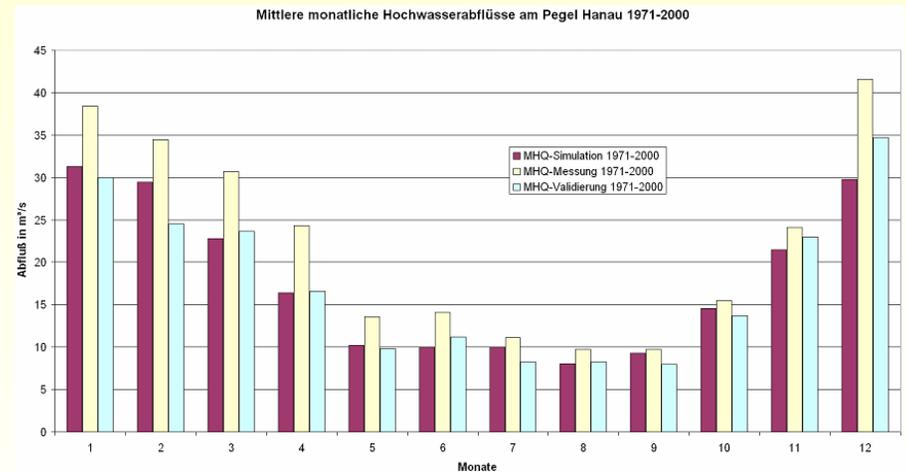
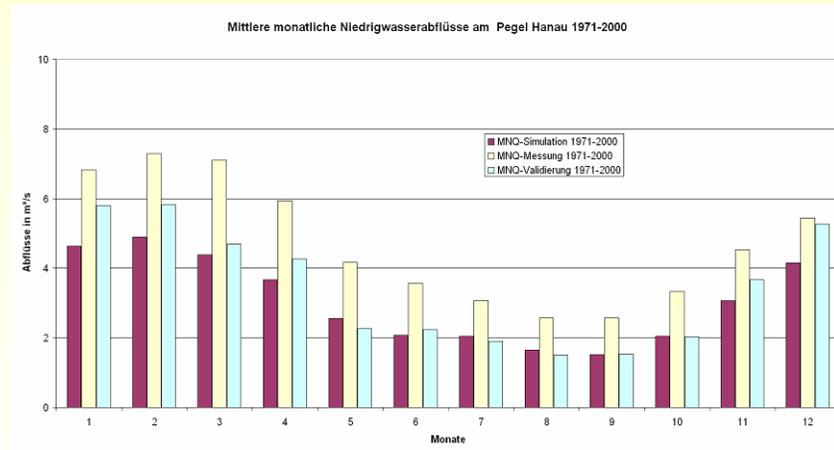


Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse am Pegel Leun 1971-2000



6.2 Validierung mit CEC 2006 (WETTREG) Daten

Beispiel: Pegel Hanau/Kinzig



6.3 Szenarienrechnungen

Istzustand: 1961-1900

„nahe Zukunft“: 2021-2050

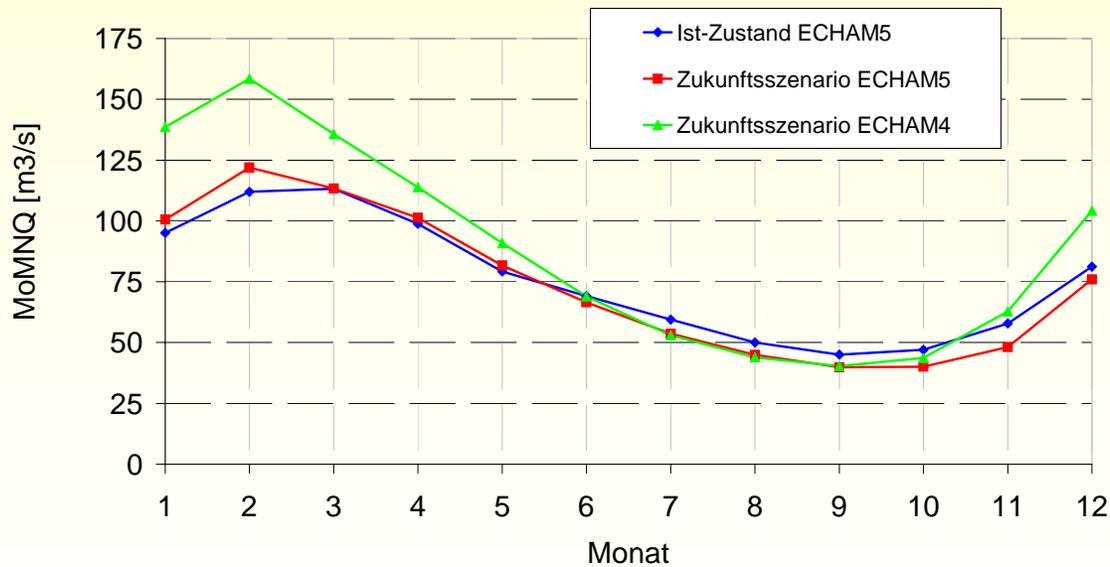
„ferne Zukunft“: 2071-2100



6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

Beispiel: Rockenau, Neckar

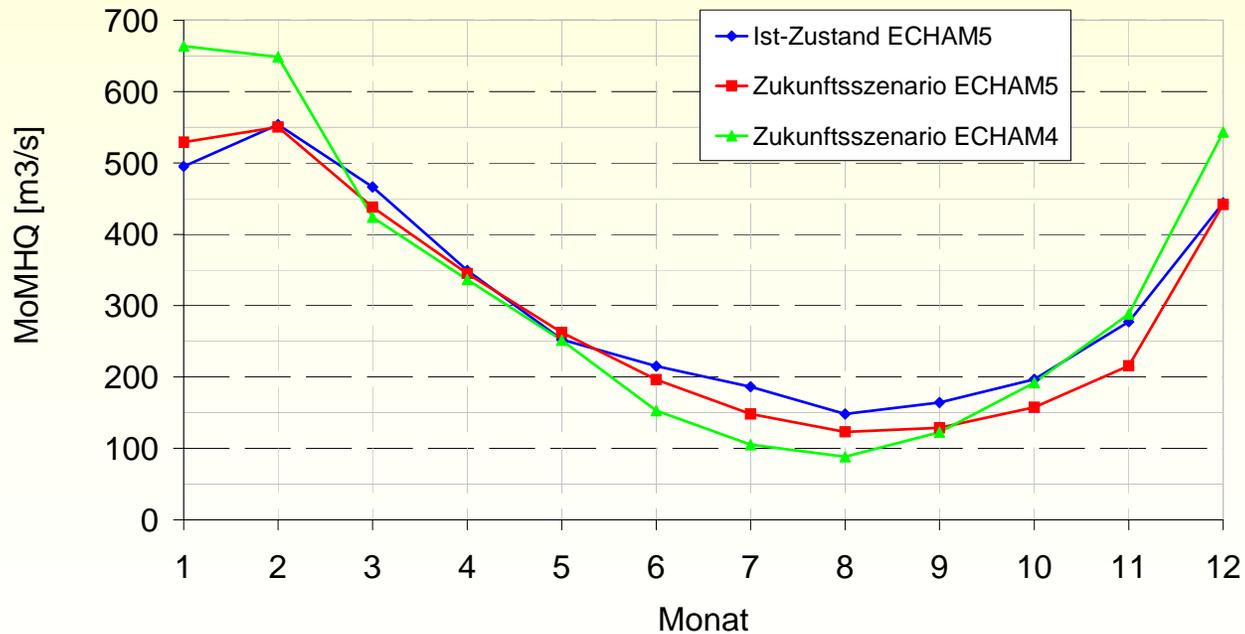
Mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse 2021-2050
MoMNQ Pegel Rockenau, Neckar
Eingangsdaten nach CEC 2006 (WETTREG)



6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

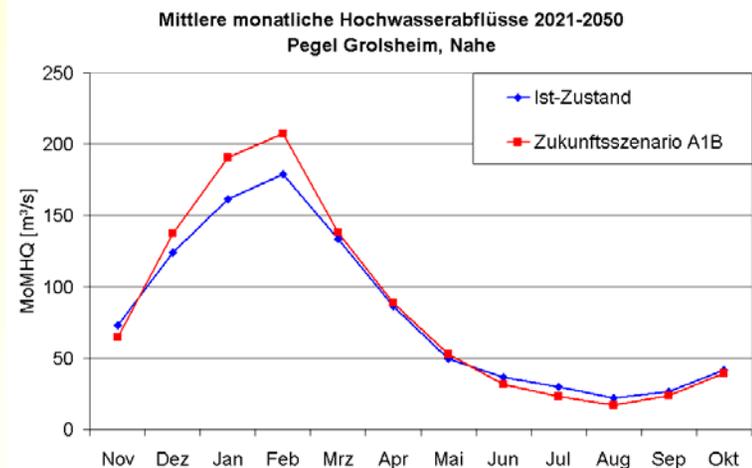
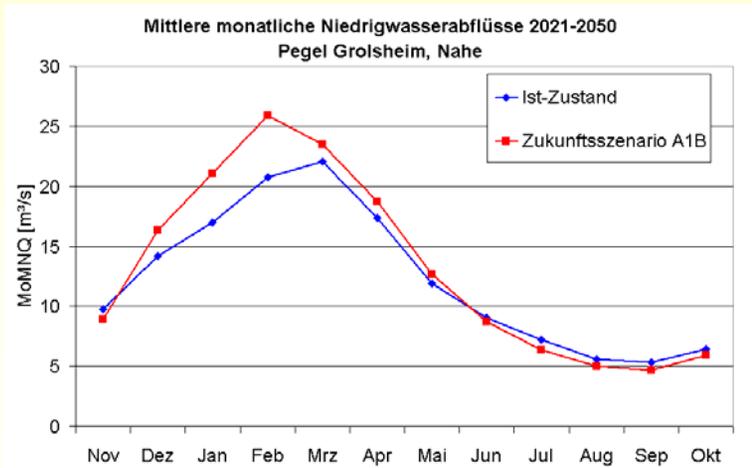
Beispiel: Rockenau, Neckar

Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse 2021-2050
MoMHQ Pegel Rockenau, Neckar
Eingangsdaten nach CEC 2006 (WETTREG)



6. 3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

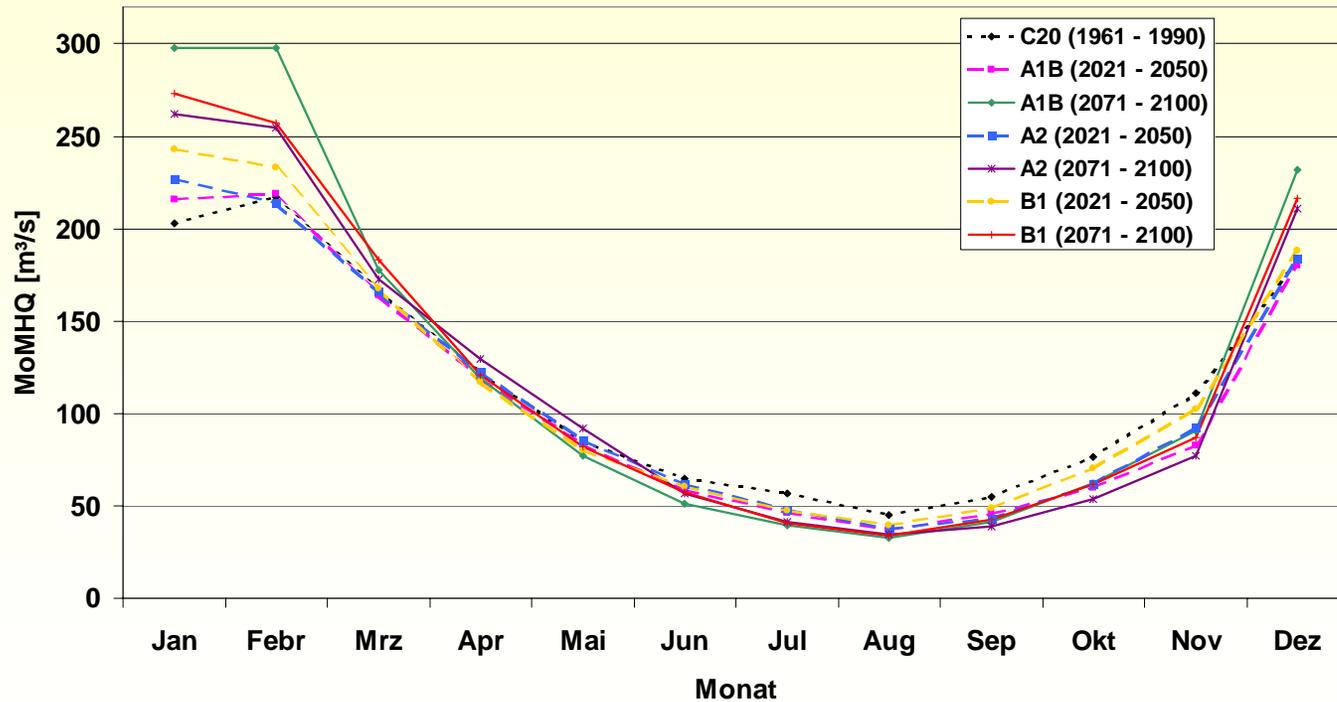
Beispiel: Grolsheim/Nahe



6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

Beispiel: Kalkofen/Lahn

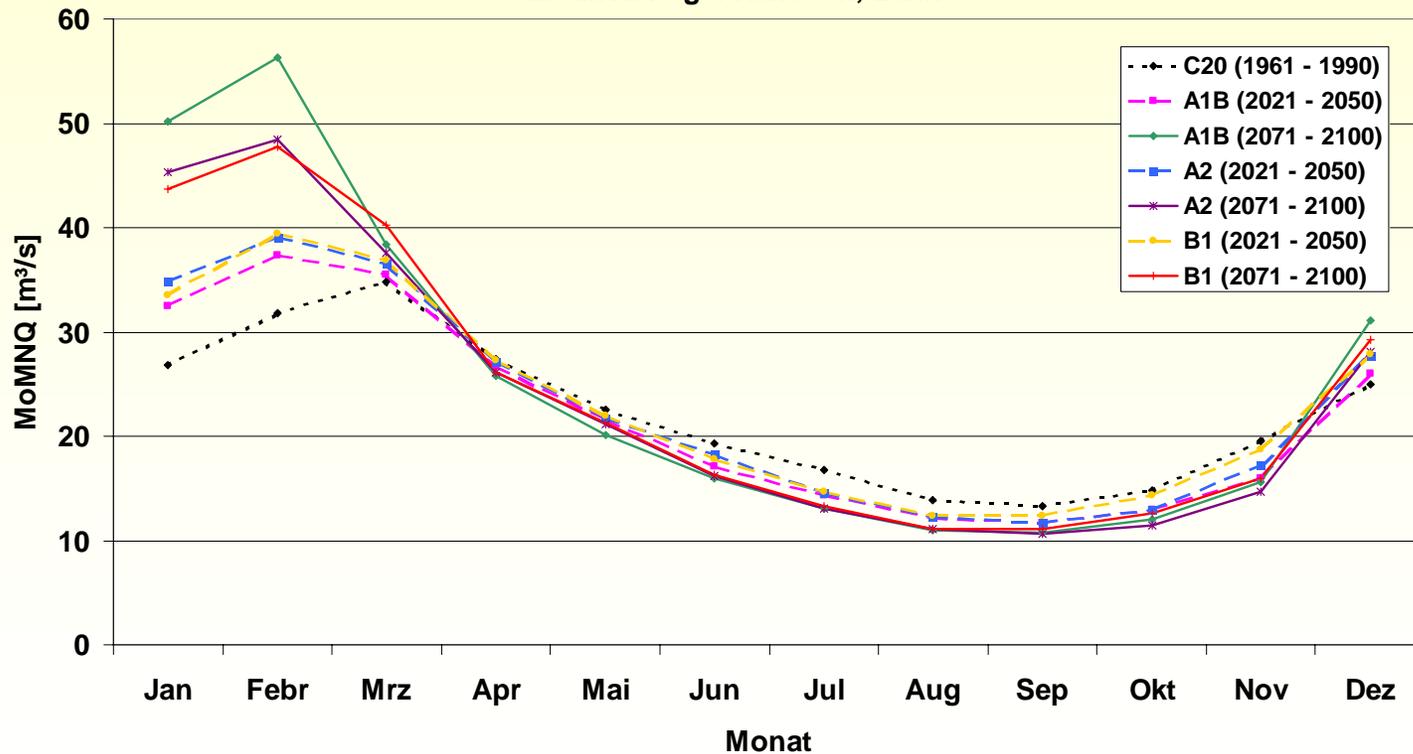
Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse im Vergleich
der Szenarien C20, A1B, A2 und B1
MoMHQ Pegel Kalkofen, Lahn



6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

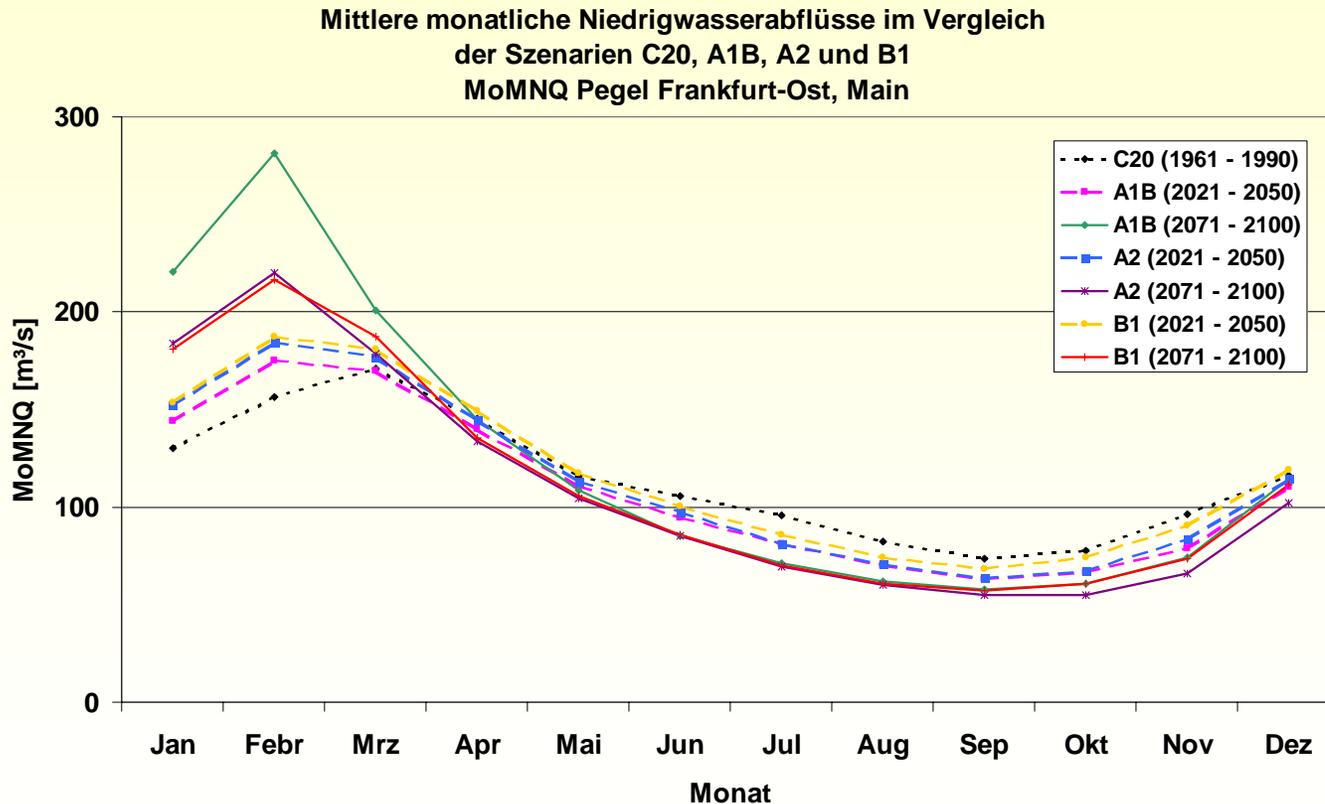
Beispiel: Kalkofen/Lahn

Mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse im Vergleich
der Szenarien C20, A1B, A2 und B1
MoMNO Pegel Kalkofen, Lahn



6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

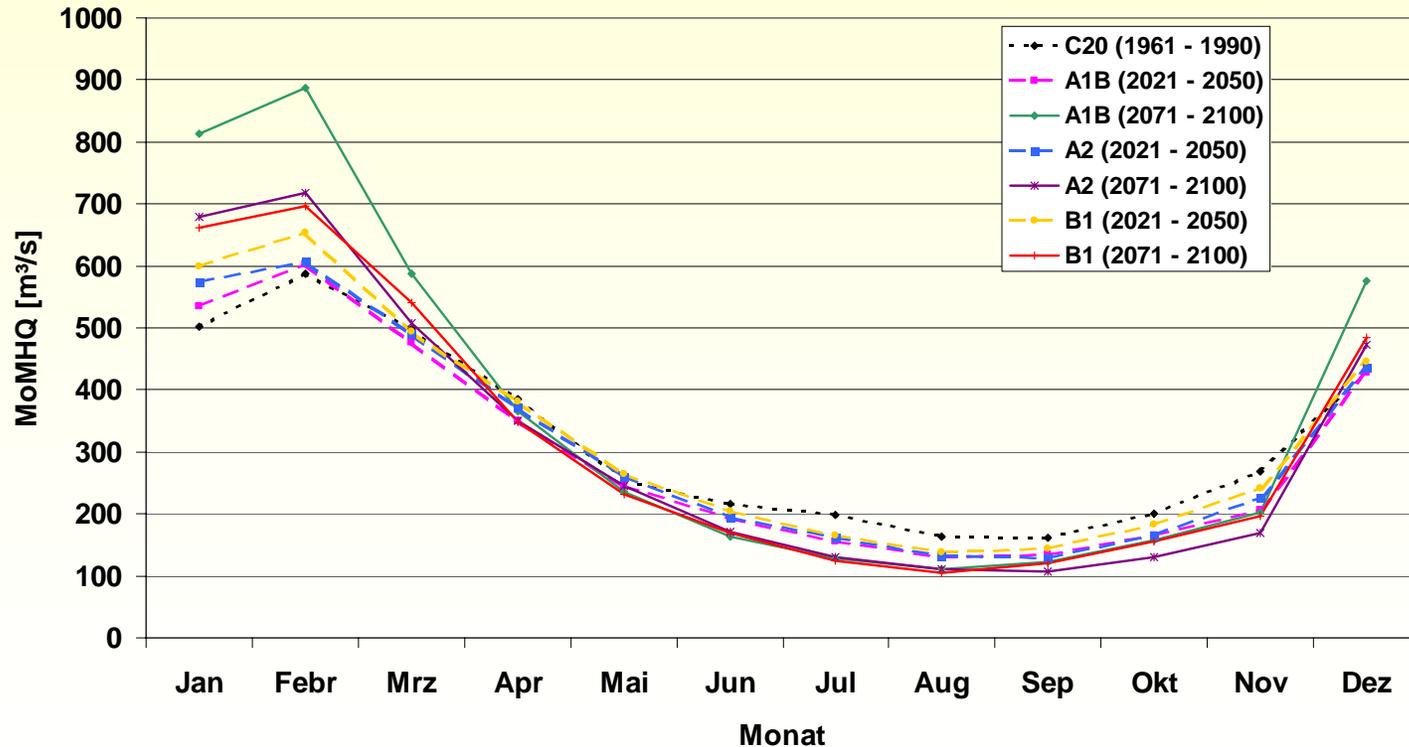
Beispiel: Frankfurt/Main



6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

Beispiel: Frankfurt/Main

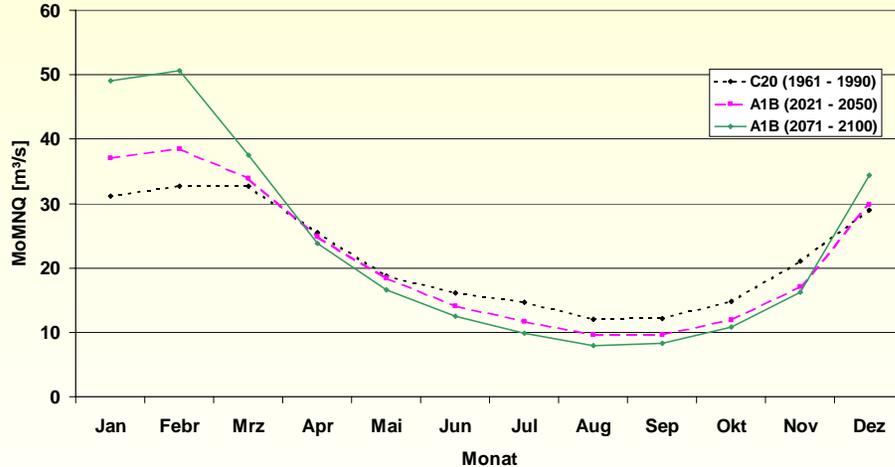
Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse im Vergleich
der Szenarien C20, A1B, A2 und B1
MoMHQ Pegel Frankfurt-Ost, Main



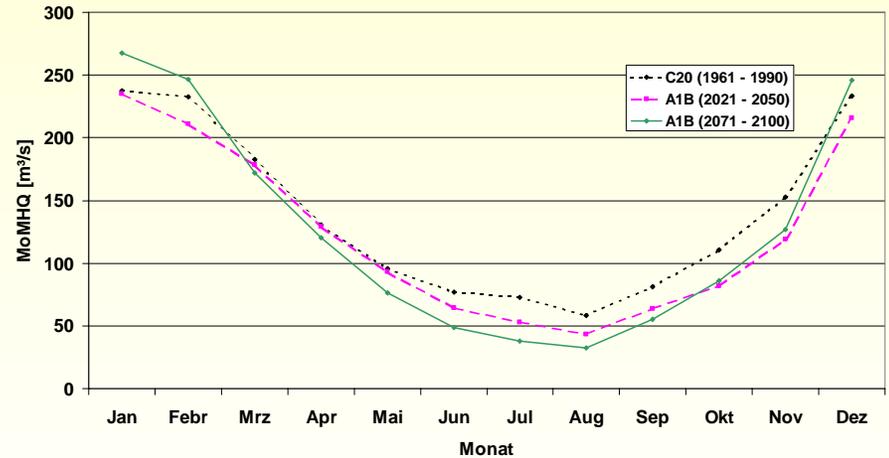
6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

Beispiel: Menden/Sieg

Mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse im Vergleich der Szenarien C20, A1B Pegel Menden, Sieg



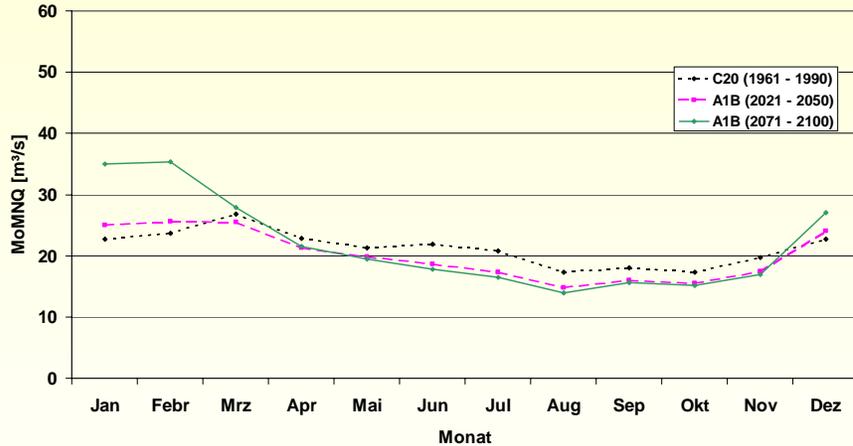
Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse im Vergleich der Szenarien C20, A1B MoMHQ Pegel Menden, Sieg



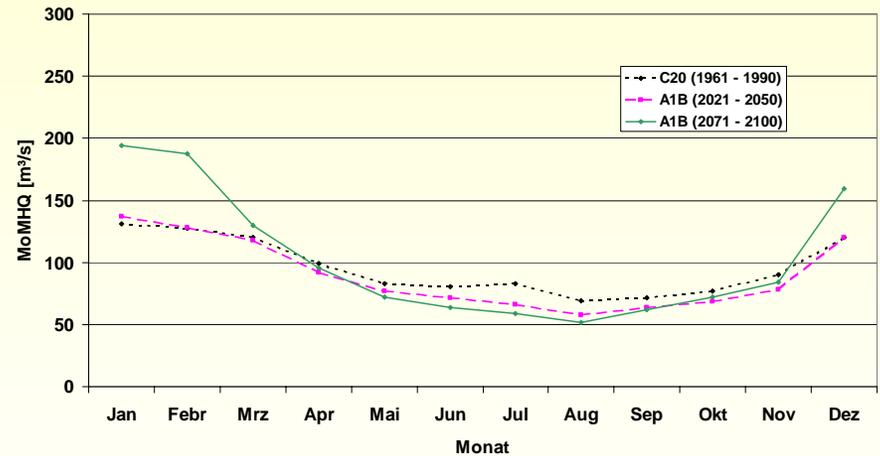
6.3 Szenarienrechnungen (WETTREG)

Beispiel: Schermbeck/Lippe

Mittlere monatliche Niedrigwasserabflüsse im Vergleich der Szenarien C20, A1B MoMNQ Pegel Schermbeck, Lippe



Mittlere monatliche Hochwasserabflüsse im Vergleich der Szenarien C20, A1B MoMHQ Pegel Schermbeck, Lippe



7. Zusammenfassung

Prozentuale Änderung der MoMHQ und MoMnQ-Werte (A1B)

Pegel	2021-2050		2071-2100		Klimamodell-LARSIM
	MoMnQ Sommer (Juni-August)	MoMHQ Winter (Dezember-Februar)	MoMnQ Sommer (Juni-August)	MoMHQ Winter (Dezember-Februar)	
St. Johann/Alz (A = 332 km ²)	-13.0	11.0	-50.0	>100	REMO LARSIM 0,5 km
Gebertshaus/Schussen (A = 782 km ²)	-9.1	-4.0	es liegen keine Berechnungen vor		WETTREG LARSIM 1 km
Rockenau /Neckar (A = 12.676 km ²)	-7.7	1.9			WETTREG LARSIM 1 km
Martinstein /Nahe (A = 1.467 km ²)	-12.9	12.9	-29.0	80.3	WETTREG LARSIM ca. 3 km
Grolsheim /Nahe (A = 4.012 km ²)	-17.8	15.5	-23.3	90.2	WETTREG LARSIM ca. 3 km
Kalkofen/Lahn (A = 5.304 km ²)	-12.7	2.3	-19.9	37.6	WETTREG LARSIM 17 km
Kalkofen/Lahn (A = 5.304 km ²)	-2.0	-8.0	-8.0	12.0	REMO LARSIM ca. 3 km
Bad Vilbel/Main (A = 1.619 km ²)	-19.3	8.3	-30.8	45.5	WETTREG LARSIM 17 km
Frankfurt-Ost/Main (A = 24.764 km ²)	-13.1	3.0	-23.0	49.6	WETTREG LARSIM 17 km
Menden/Sieg	-19.0	-5.8	-30.0	8.0	WETTREG LARSIM 17 km
Schermbach/Lippe	-15.0	2.0	-19.0	42.0	WETTREG LARSIM 17 km



Kontrolllauf REMO ECHAM4 für unterschiedliche hydrologische Modelle

Mittlere monatliche Abflüsse am Pegel Rockenau für den Kontrolllauf

