

Dr.- Ing. Markus Kämpf:

# AnKliG

„**An**passungsstrategien an **Kli**matrends und  
Extremwetter und Maßnahmen für ein  
nachhaltiges **G**rundwassermanagement“

<http://www.anklig.de>

Gefördert im Rahmen der Fördermaßnahme

FORSCHUNG FÜR DEN KLIMASCHUTZ UND  
SCHUTZ VOR KLIMAWIRKUNGEN



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Vortragsgliederung

- AnKliG
- Modellierung der Klimaänderung
  - Szenarien zum globalen Wandel
  - Globale und regionale Klimamodellierung
- Mögliche regionale Klimaänderungen in Südhessen
- Auswirkungen auf die Grundwasserstände

## Grundwasserneubildung Zunahme des Jahresmittels

## Grundwasserstände extreme Hoch- und Tiefstände

## Abflussregime häufigere Hochwasserabflüsse

### Landwirtschaft



### Forstwirtschaft



### Naturschutz



### Siedlungs- und Verkehrswesen



### Wasserversorgung



längere Vegetationsperioden, Vegetationsstress, Nutzungsänderungen

Ertragsminderung, Strukturwandel

geänderte Fruchtfolge

Forstschäden

Biotopschädigungen

erhöhter  
Bewässerungsbedarf

Bestockungswandel

Vernässungs- und Setzrissschäden  
an Gebäuden und Infrastruktur

veränderter Strukturbedarf,  
Trockenfallen von Quellen

Gefährdung der dezentralen  
Wasserversorgung

Änderung der  
Grundwasserbeschaffenheit

demografisch bedingte  
Bedarfsänderung

Untersuchungsgebiet: Hessisches Ried und der angrenzende Odenwald

## Verbundpartner mit den Teilprojekten:

### BGS UMWELT

Brandt Gerdes Sitzmann Umweltplanung GmbH  
An der Eschollmühle 28  
64297 Darmstadt

Prozessbasierte Wasserhaushaltsmodellierung  
und modellgestützte Grundwasserbewirtschaftung,  
Koordination des Verbunds

### **hessenwasser**

Hessenwasser GmbH & Co. KG  
Taunusstraße 100  
64521 Groß-Gerau / Dornheim

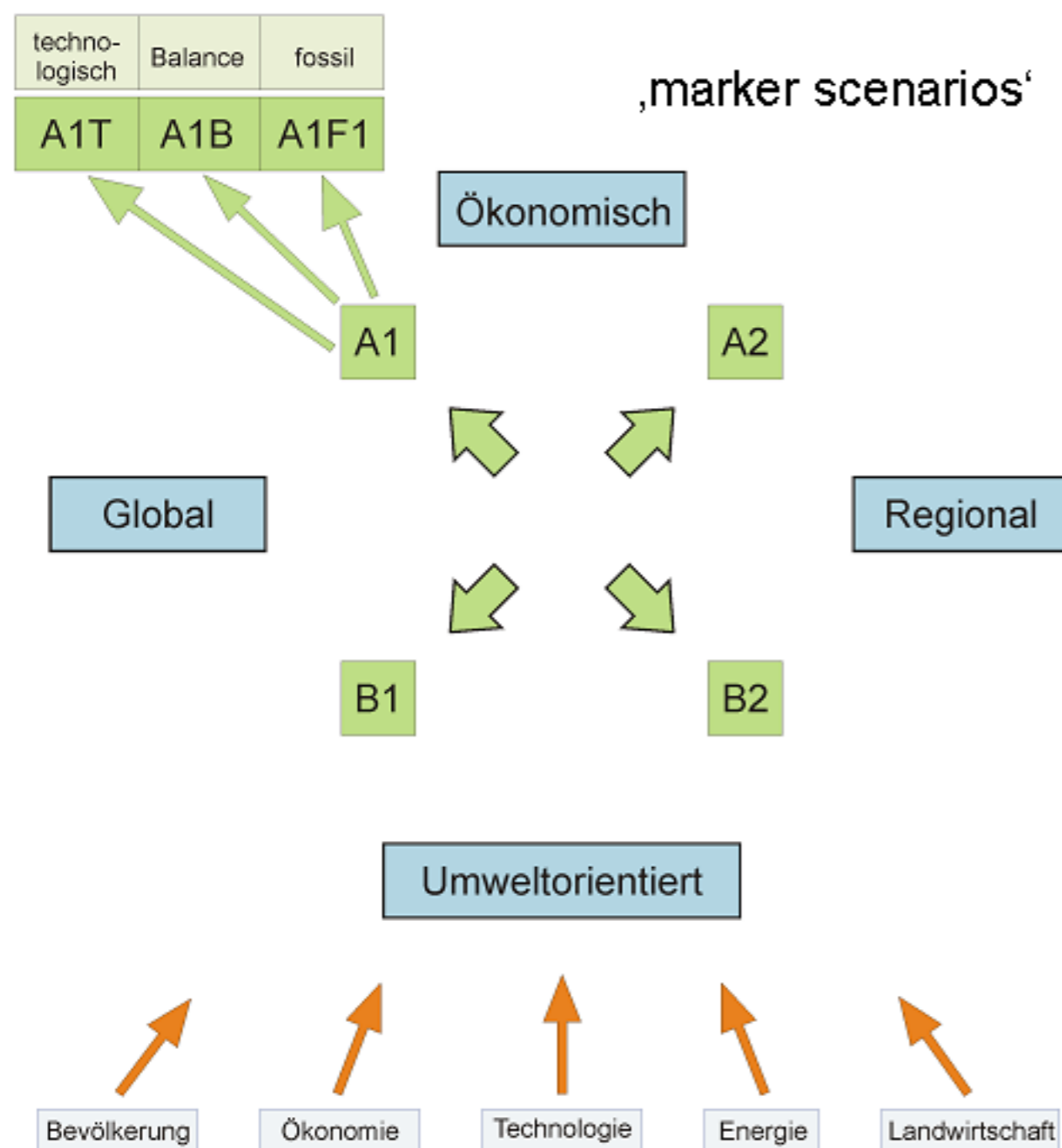
Wasserbedarf, Wasserversorgungsstrukturen und  
Steuerung der Grundwasserbewirtschaftung

### **HLUG**

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Postfach 3209  
65022 Wiesbaden

Konzeptionelle Wasserhaushaltsmodellierung und  
dezentrale Wasserversorgung

## Modellierung der Klimaänderung



## IPCC-Szenarien zum globalen Wandel (40 Szenarien)

### A1-Familie

Sehr schnelles ökonomisches Wachstum  
Max. Erdbevölkerung Mitte d. Jahrhunderts  
Schnelle Einführung effizienter Technologien  
Energie: T(echnologie), B(alance), f(ossil)

### A 2-Familie

Regionales, vgl. langsames ökonom. Wachstum  
Stetig zunehmende Erdbevölkerung

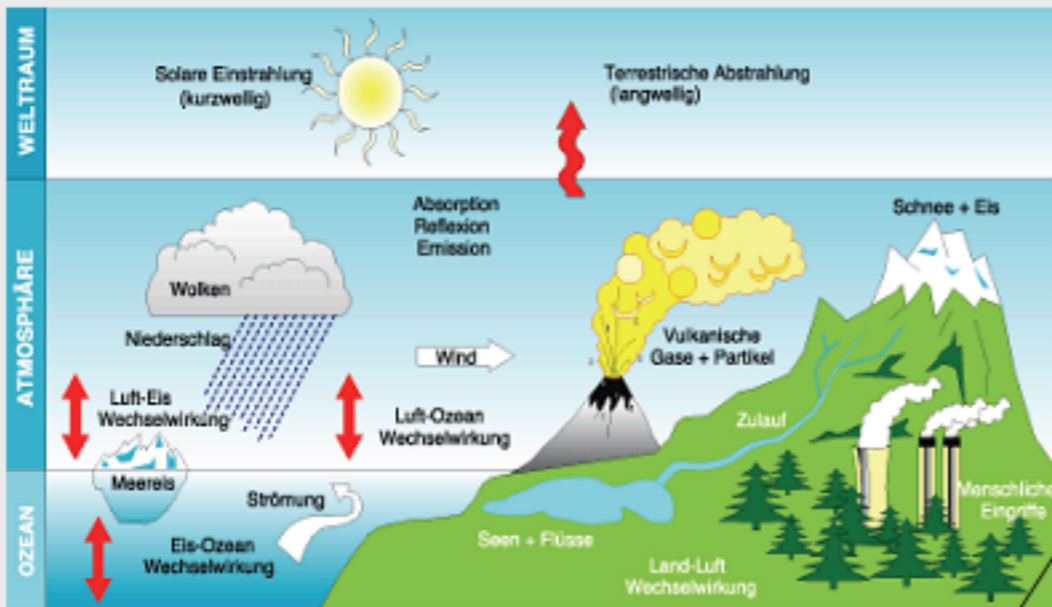
### B 1-Familie

Veränderung ökonom. Strukturen zu Dienstleistungen  
Max. Erdbevölkerung Mitte d. Jahrhunderts  
Saubere und effiziente Technologien

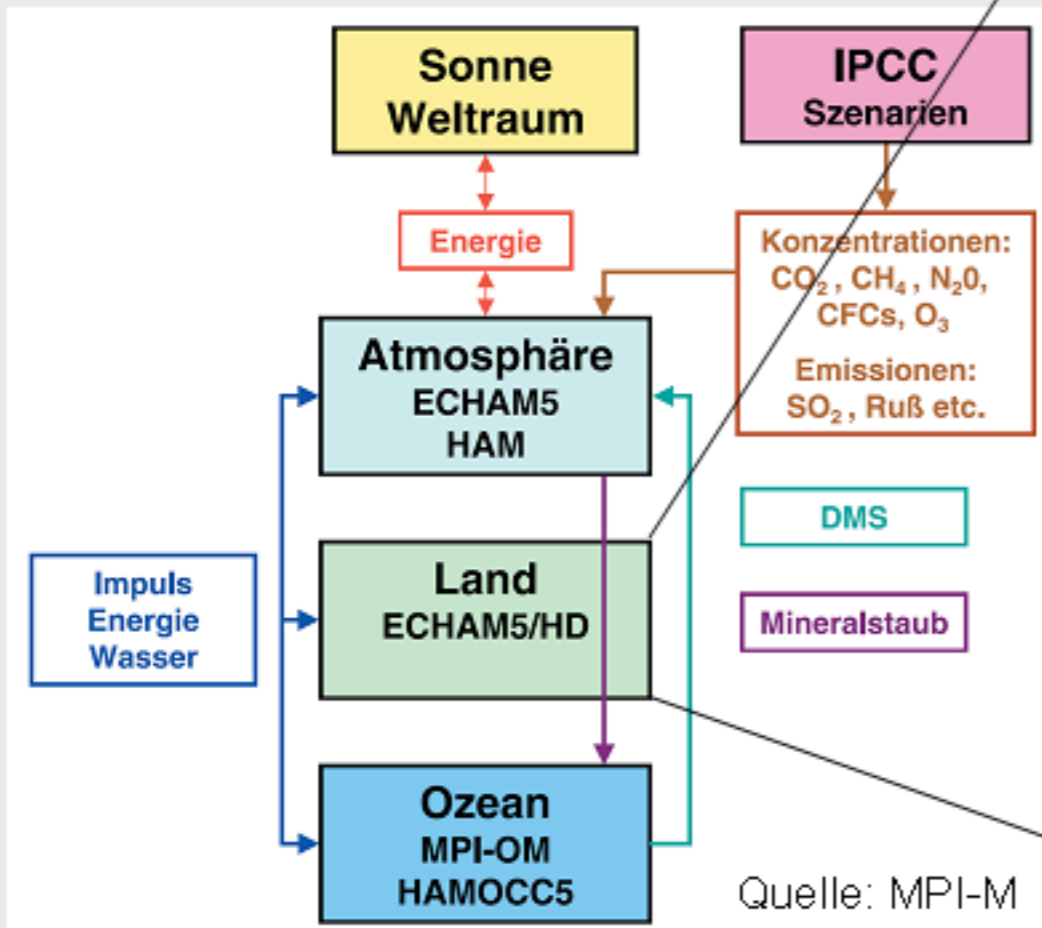
### B 2-Familie

Regionales, mittleres ökonom. Wachstum  
Stetig zunehmende Erdbevölkerung  
Ausgerichtet auf wirtschaftliche, soziale und ökologische Nachhaltigkeit

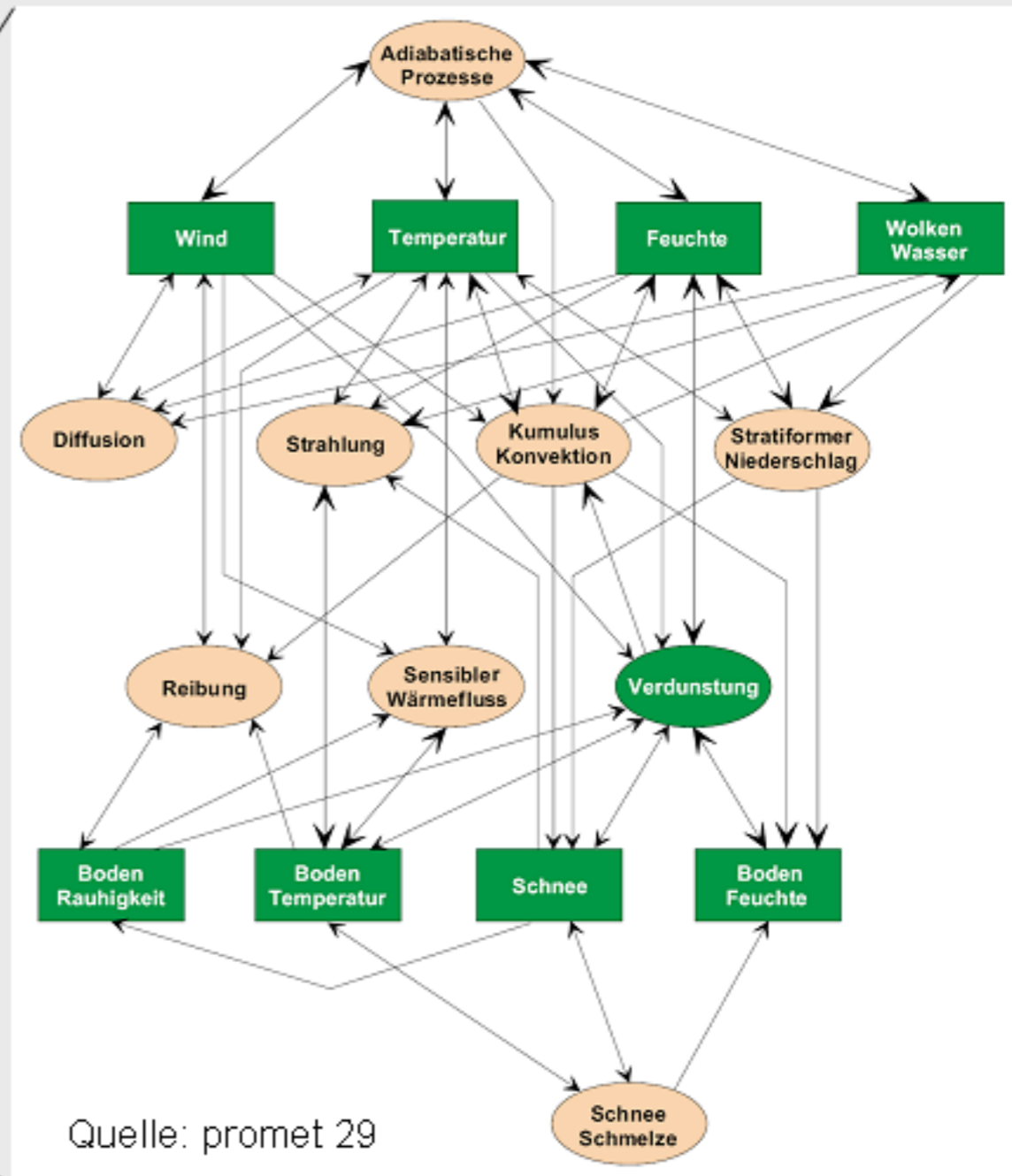
Anm.: Szenarien beinhalten keine Klimainitiativen



Quelle: MPI-M

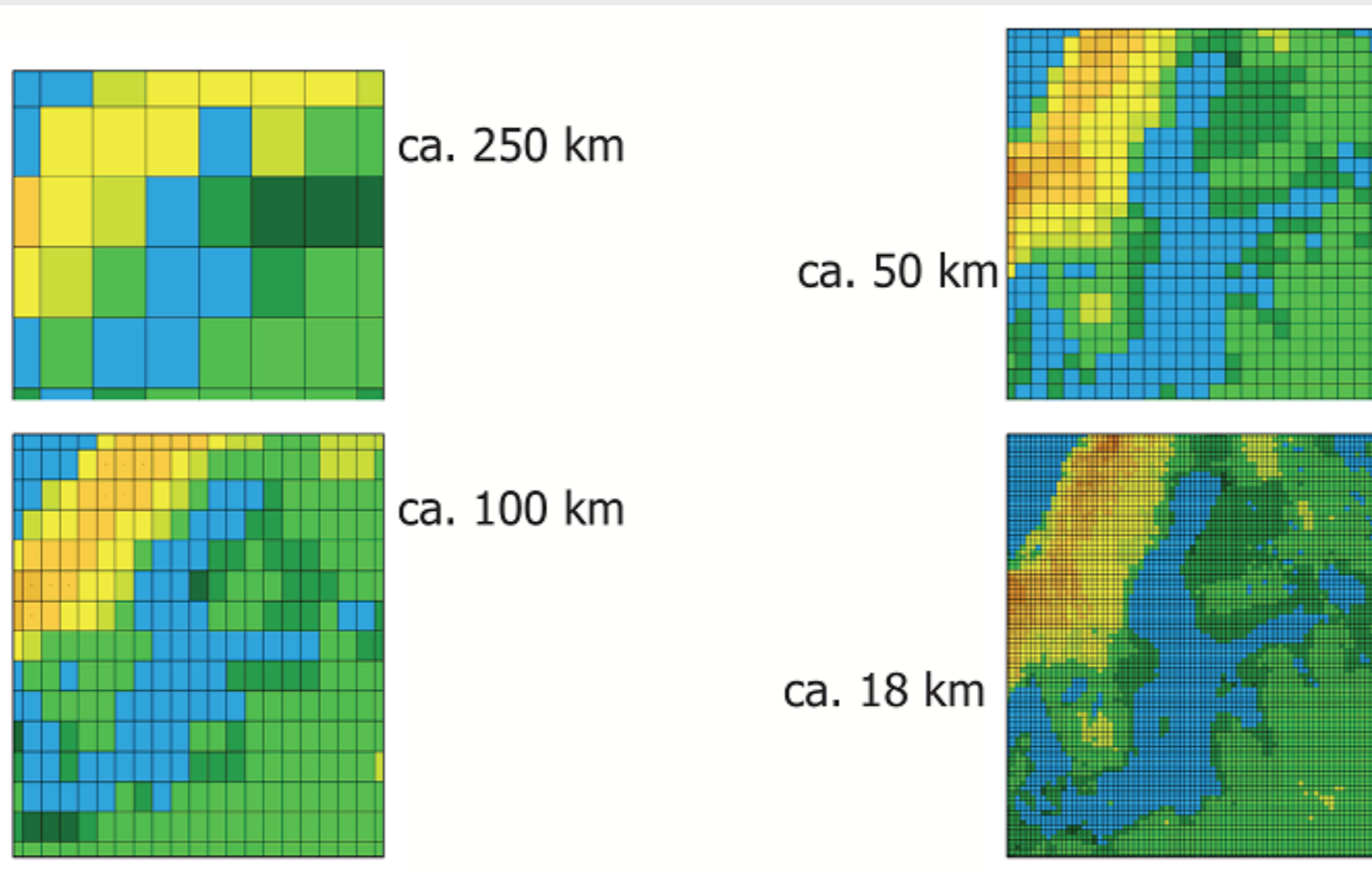


# Klimamodellierung



## Räumliche Auflösung Klimamodelle

Bsp.: Ostseeraum  
ECHAM5/MPI-OM T63L31: ca. 180 km



Quelle: MPI-M

## Problem: Regionalisierung der Klimadaten

### Lösungsansätze

1. WETTREG (CEC Potsdam) - Statistisches Verfahren zur Prognose reg. Klimaänderungen

- generierte Zeitreihen liegen stationsbezogen vor

a) ‚Kontinuierliche‘ Daten („Zeitscheiben“):

- für jede Dekade werden konstante statistische Parameter angenommen
- 3 Reihen je Szenario: vorsortiert nach feucht, normal, trocken

b) Transiente Daten

- Statistische Parameter ändern sich jährlich
- 10 Reihen je Szenario: gleichwertige Simulationen

2. CLM / REMO (MPI-M Hamburg): Dynamisches regionales Modell

- verschiedene Datenströme, -auflösungen (bis ca. 10-20 km)



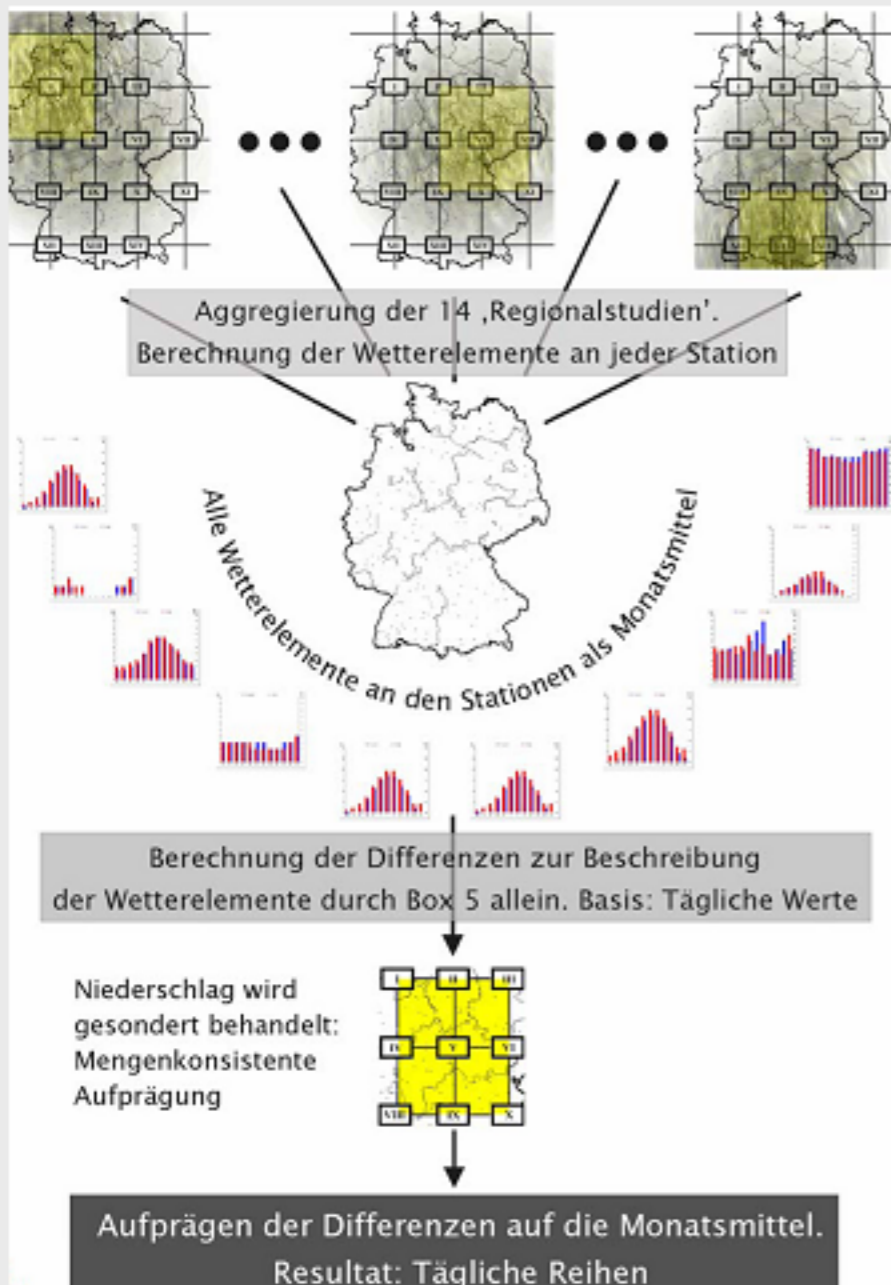
## 1. Statistische Verfahren – WETTREG

Grundidee:

Muster der atmos. Größen bestimmen lokales Wetter  
Häufigkeitsverteilung von Wetterlagen (Ist-Zustand)

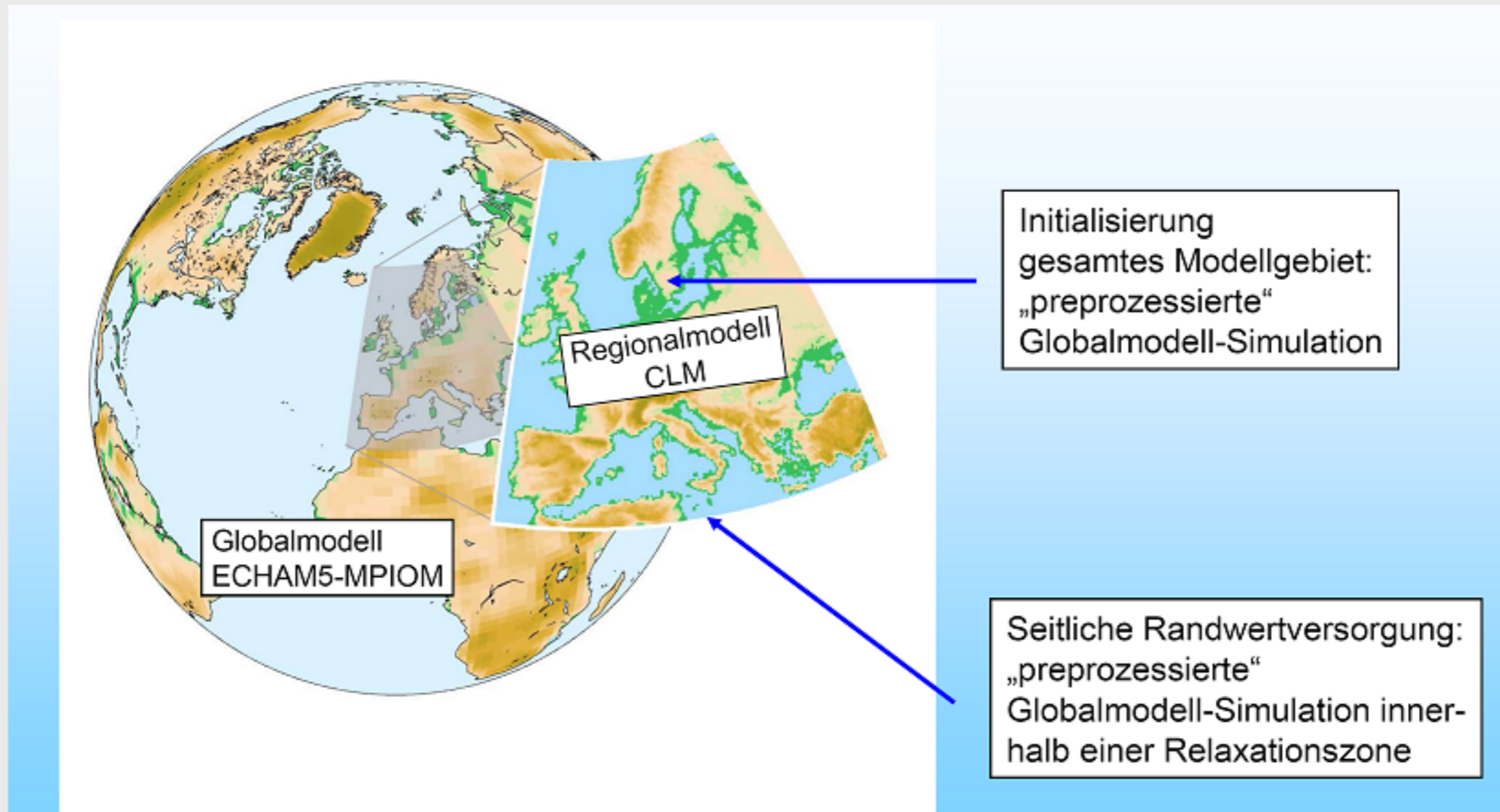
Arbeitsschritte:

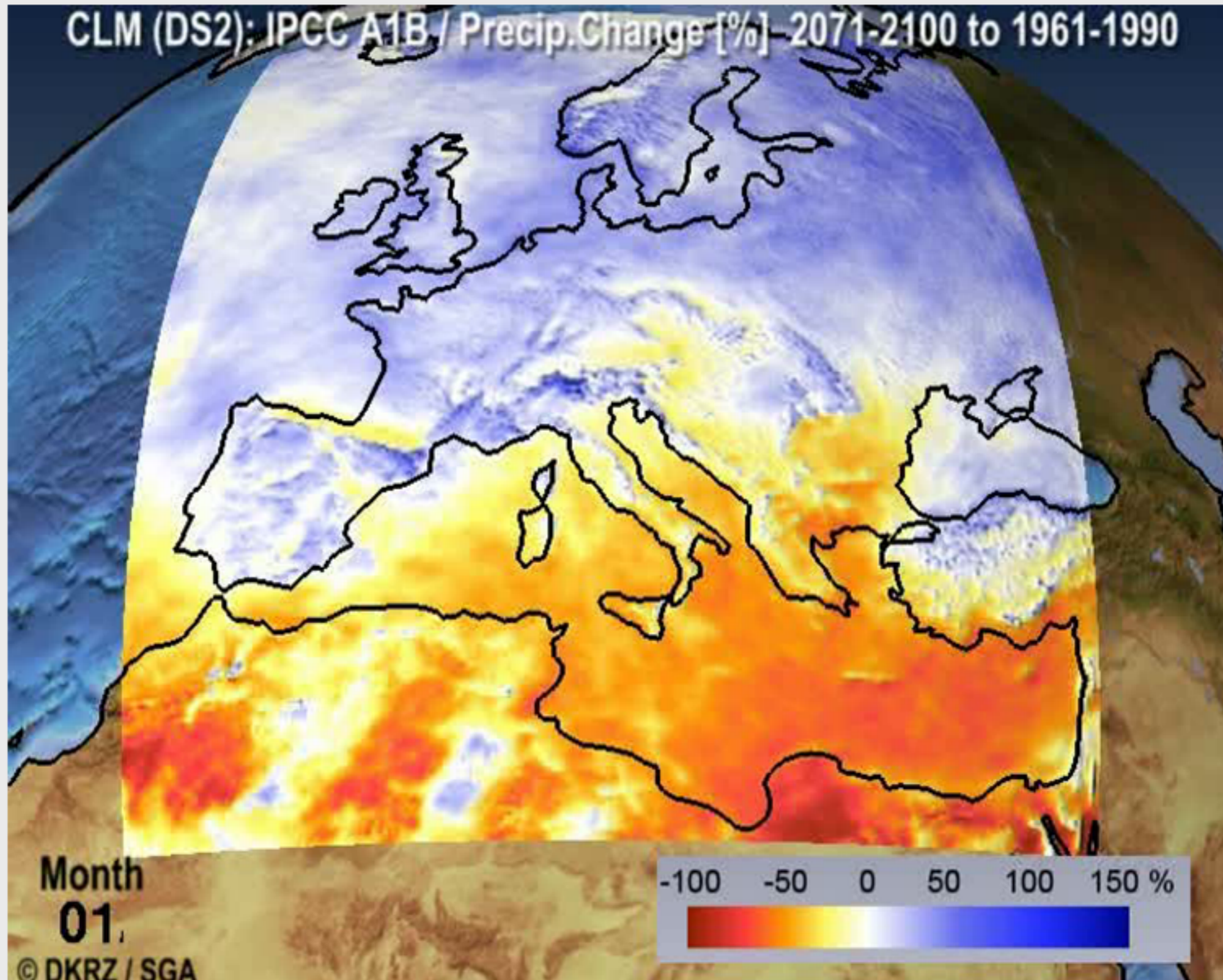
1. Bildung von Witterungsabschnitten mit Hilfe einer Leitgröße (vom Jahresgang bereinigte Temperatur)
2. Witterungsabschnitte werden zufällig rekombiniert, so dass die resultierende Wetterlagenverteilung mit der Beobachtung (Klimastationen) übereinstimmt
3. Häufigkeitsverteilung der atmosphärischen Muster verändern sich durch den Klimawandel (Grundlage globale Klimamodelle)  
=> Lokale Simulationszeitreihen (Klimastationen) über statistische Zusammenhänge.



Quelle: CEC Potsdam

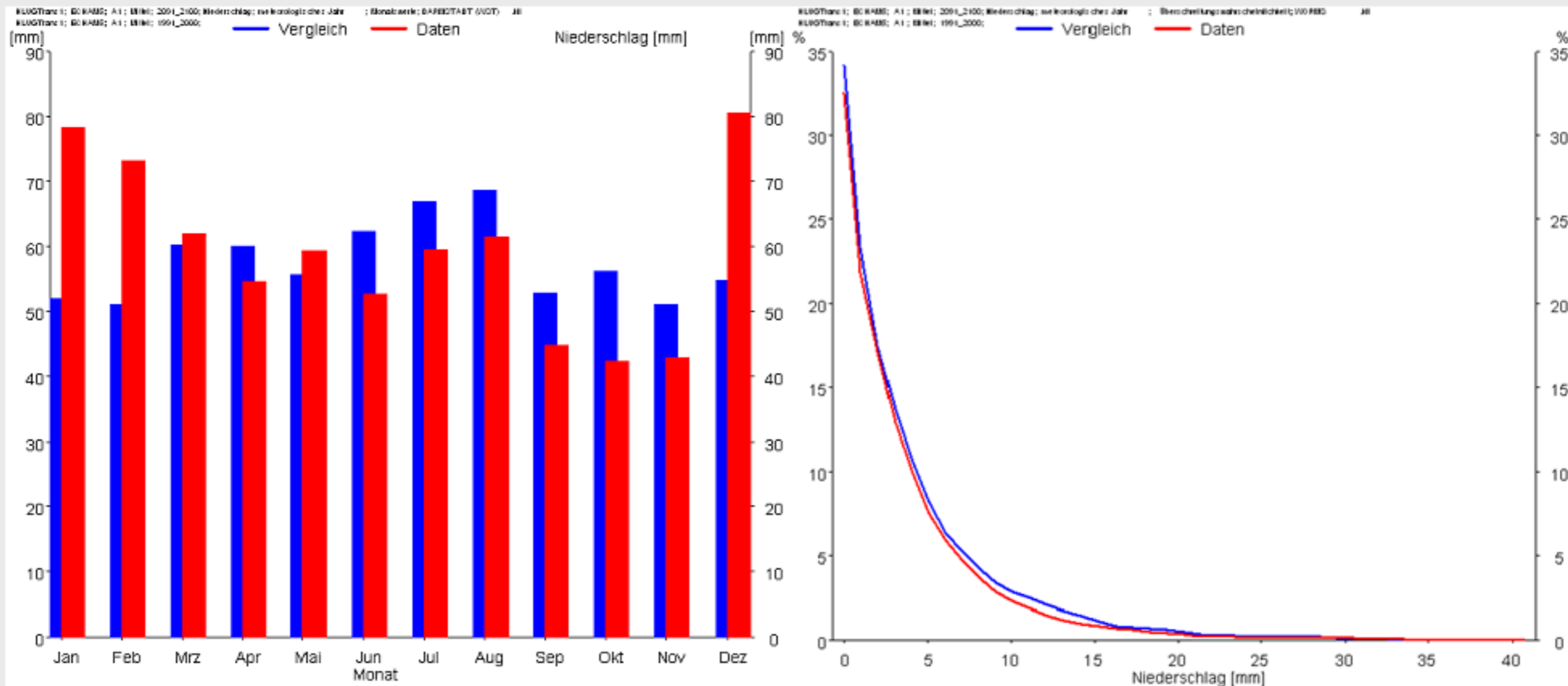
## 2. Dynamische regionale Klimamodelle CLM / REMO





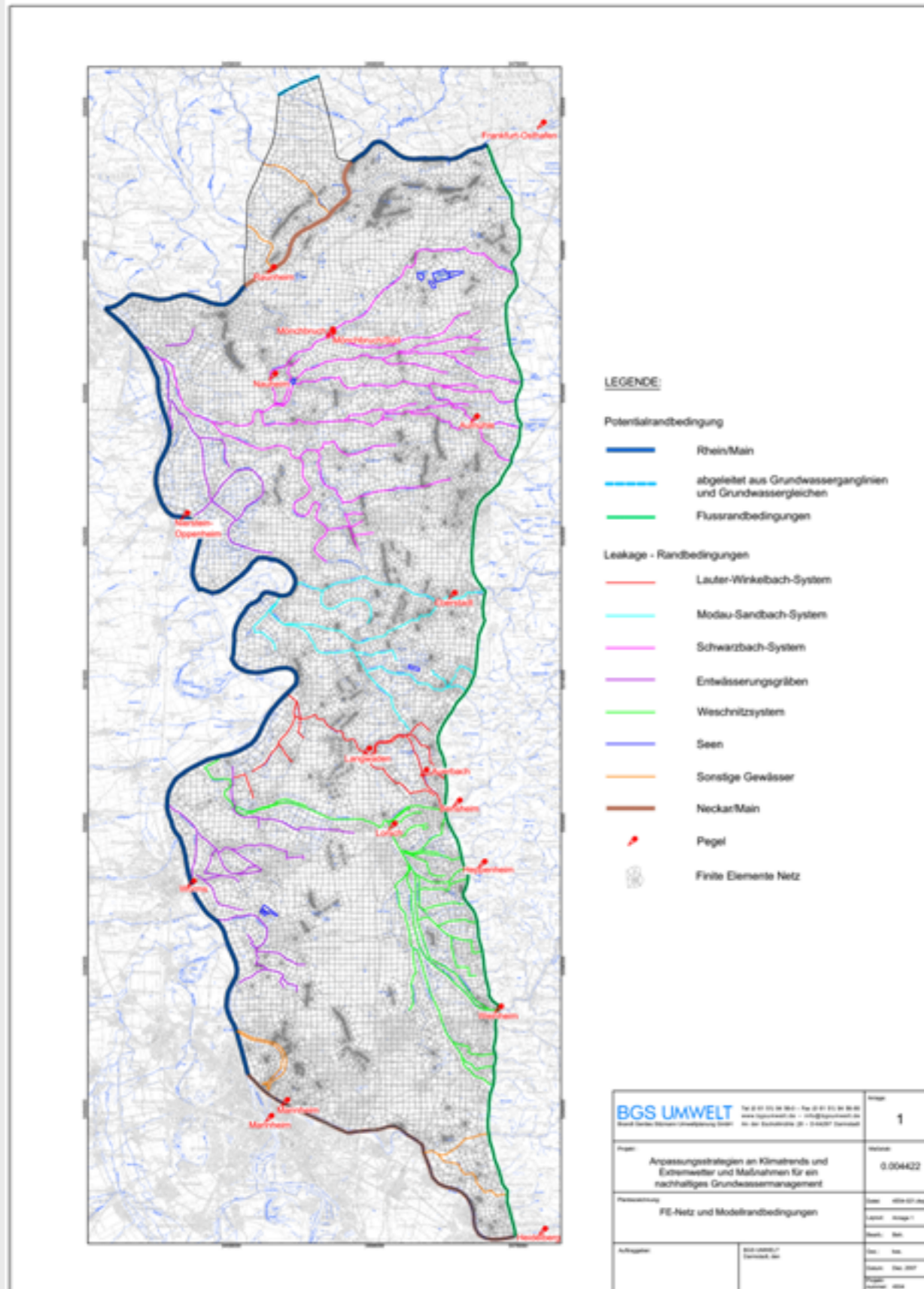
## Niederschlag (Klimastation Worms)

- keine oder geringe Zunahme des Jahresmittels
- deutliche Verschiebung der Niederschlagsverteilung
- keine Zunahme von Starkregenereignissen erkennbar



Mittlere Monatsniederschlagssummen (Rot: 2091-2100, blau: 1991-2000), Szenario A1, transiente Daten, Mittel aller Simulationen

Überschreitungs-wahrscheinlichkeit für Regenereignisse (Rot: 2091-2100, blau: 1991-2000), Szenario A1, transiente Daten, Mittel aller Simulationen



## Auswirkungen auf die GW-Stände-Grundwassermodell

### Horizontalmodell

- Gewässerstruktur
- Fassungseinrichtungen
- Lage von geologischen Verwerfungen
- rd. 33.000 Knoten und 42.000 Elemente

### 3d-Modell

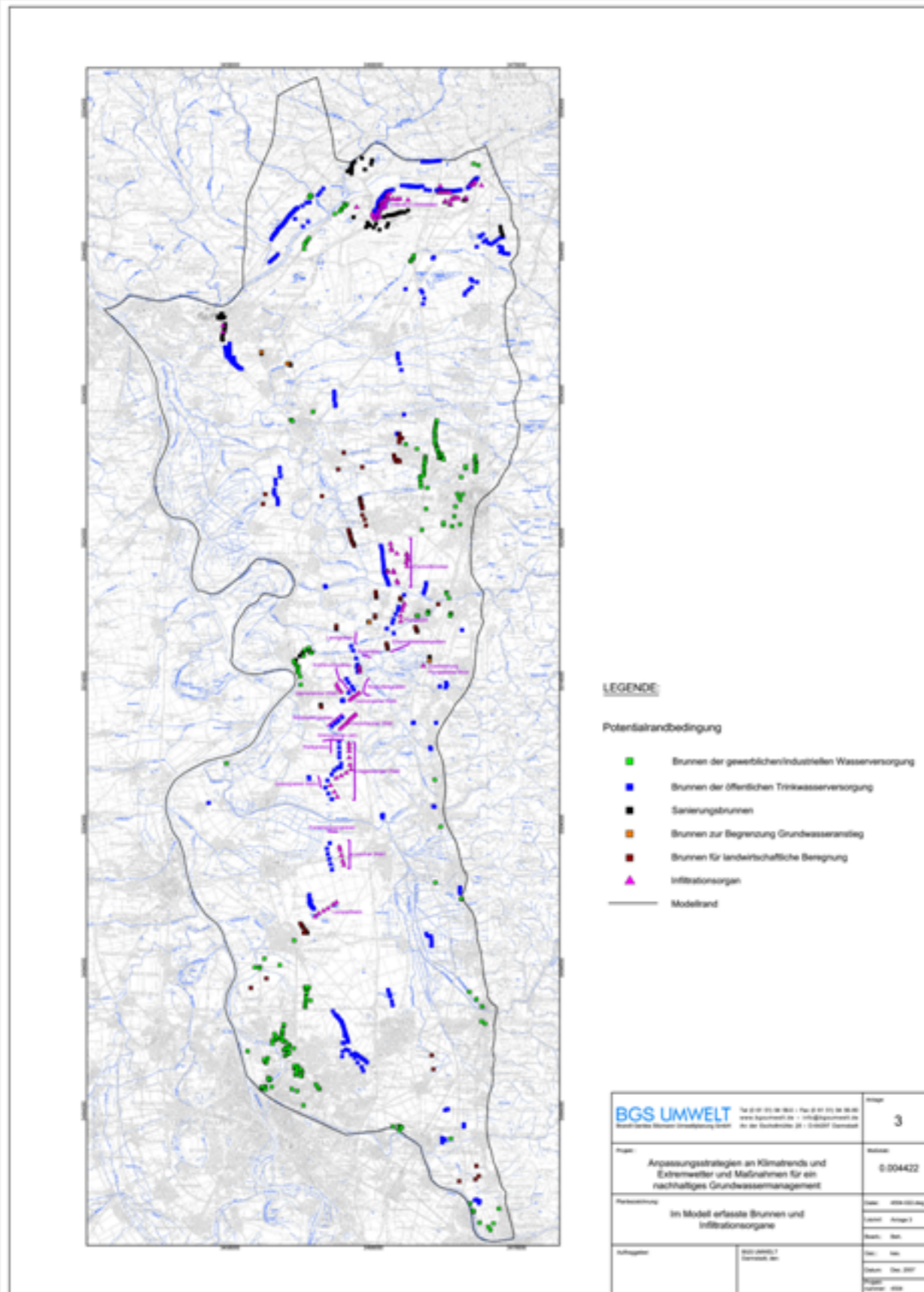
- Stockwerksgliederung
- Zuordnung der Entnahmetiefen

### Stationäre Datensätze

- Förder- und Infiltrationsmengen
- Gewässerwasserstände
- Odenwaldrandzustrom

### Instationäre Datensätze bis 2004

- Klimadaten inkl. Regionalisierung
- Änderung in der Landnutzung
- Förder- und Infiltrationsmengen
- Wasserspiegellagen Gewässer



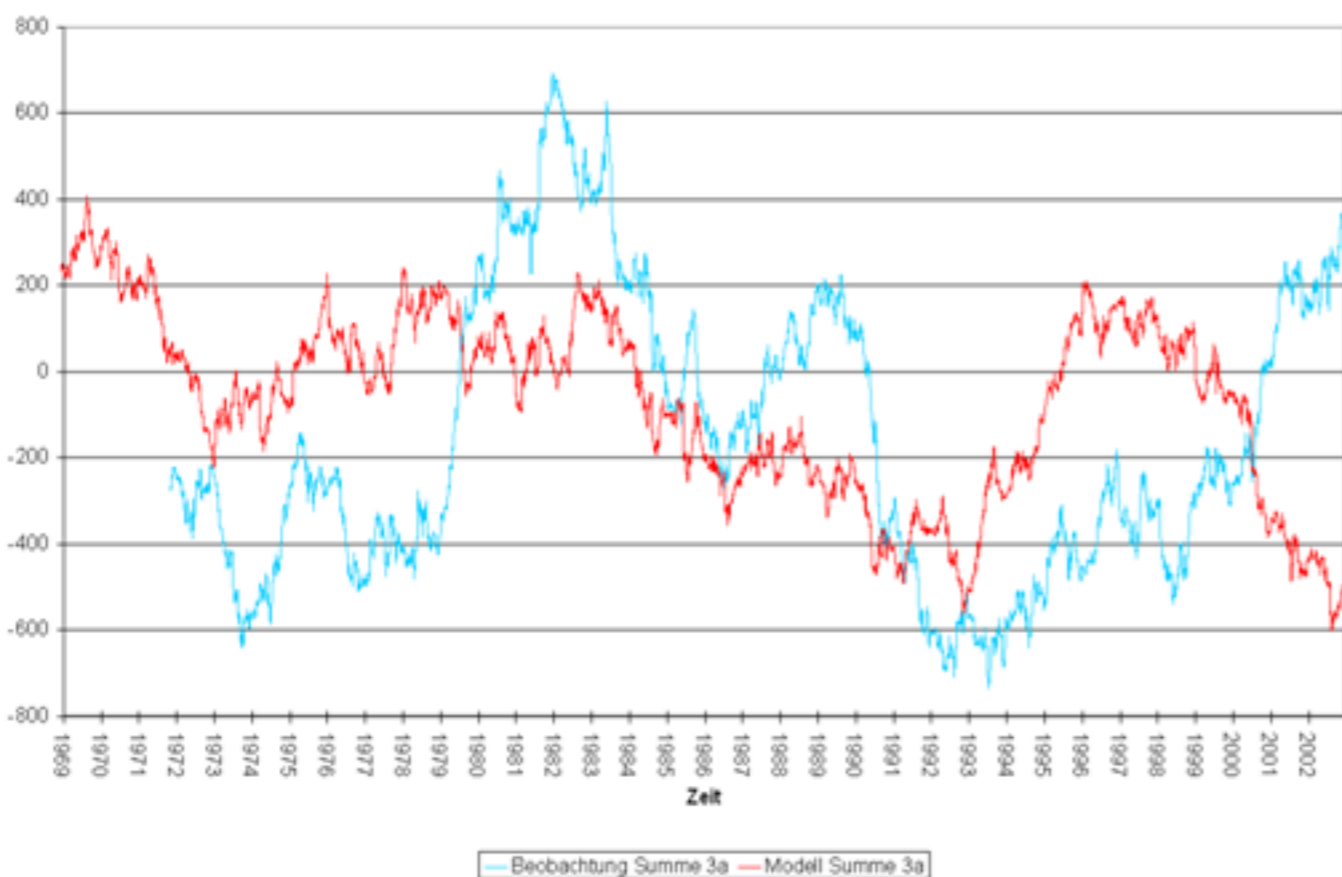
## Erfasste Brunnen und Infiltrationsanlagen

- ca. 900 Brunnen
- ca. 130 Infiltrationseinrichtungen

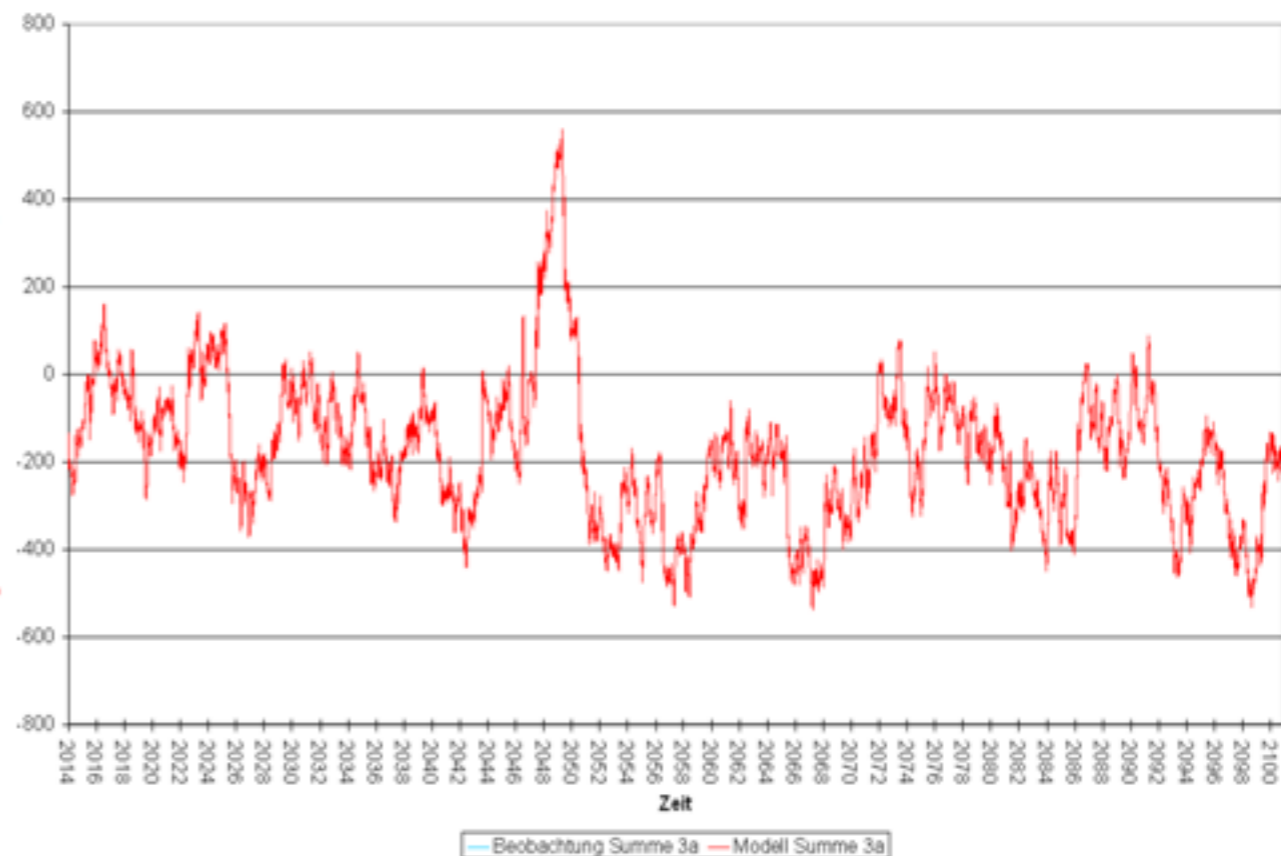
# Klimatische Wasserbilanz

## Klimastation Frankfurt a.M./Flughafen

1969-2003

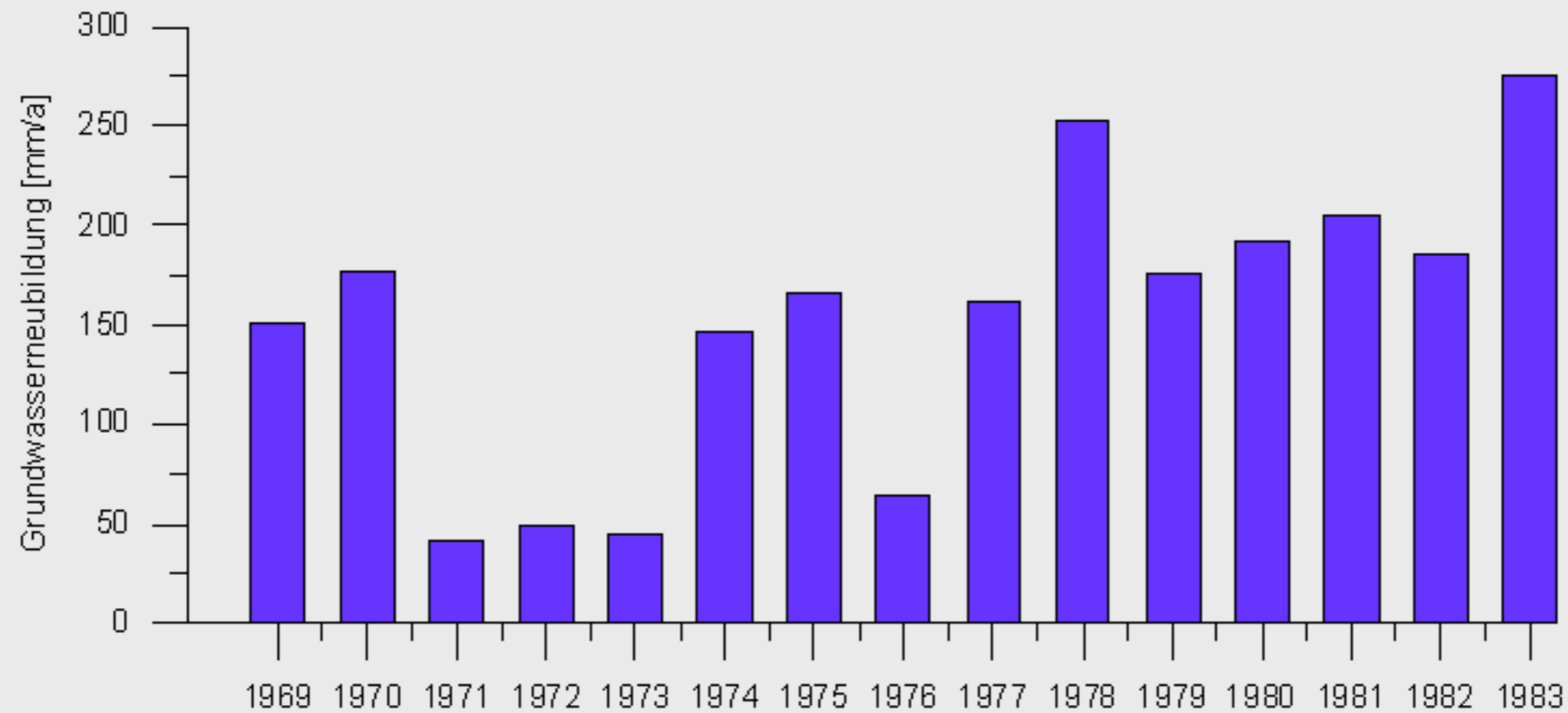


2014-2100



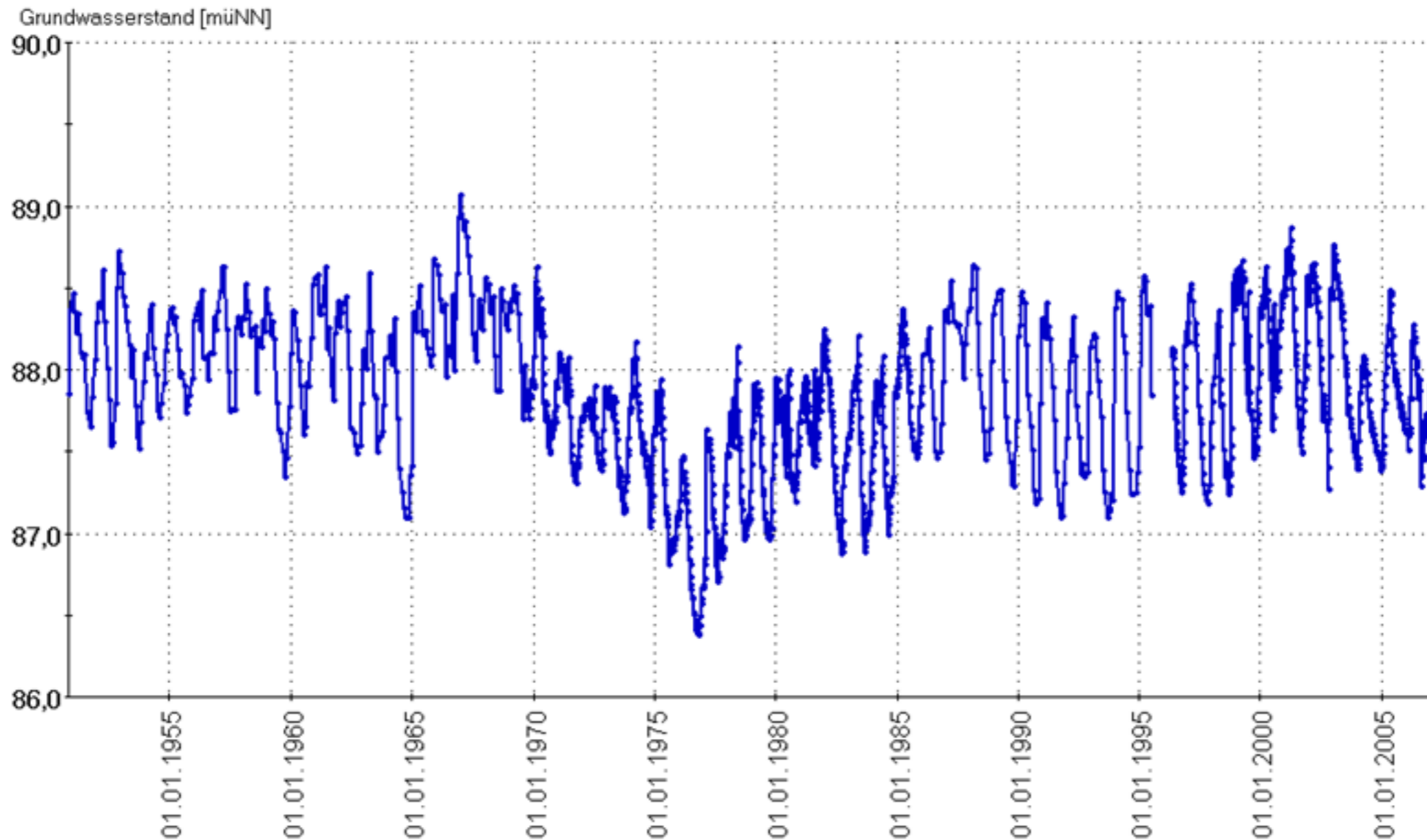
Blau: Beobachtung  
Rot: Szenario A1B

## Jahressummen der Grundwasserneubildung (Gebietsmittel)





## Ganglinie der Grundwasserstände – Landesmessstelle 527169 Nauheim



## Zusammenfassung und Ausblick

- Keine/geringe Zunahme in der Jahressumme der Niederschläge
- Trockenere Sommer/Herbst
- Feuchtere Winter (höhere Grundwasserneubildung im Winter)
- Zunahme der jährlichen Schwankungsamplituden des Grundwassers
- Keine Intensivierung von Trocken- und Nassperioden
- Keine Zunahme mehrjähriger Trocken- und Nassperioden
- Höherer Beregnungsbedarf der Landwirtschaft  
Trockenstress, Verlängerung der Vegetationsperioden

# Klimawandel nur ein Faktor bei einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung

