



Klimawandel – Klimatische Veränderungen in der Region München

Dipl.-Ing. Hans Weber

Bayer. Landesamt für Umwelt

Referat "Klimawandel, Klimafolgen und Wasserhaushalt"

Vortragsgliederung

- **Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels**
- Kenntnisstand zum globalen Klimawandel
- Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen
- Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft
- Temperatur- und Niederschlagsentwicklung im Raum München
- Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung
- Ausblick und Zusammenfassung

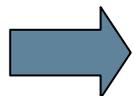


Regionaler Klimawandel: Kernfragen

1990er Jahre: gehäuft große Hochwasser z.B. Rhein – 12/93 u. 01/95

-- **Wasserwirtschaftliche Fragen** --

- Welche Erkenntnisse haben wir **zum regionalen Klimawandel**?
- Wie können Aussagen über **die weitere Entwicklung** zur Vorsorge gewonnen werden?
- Welche wasserwirtschaftlichen **Maßnahmestrategien** müssen **heute bereits** entwickelt werden?



**Notwendigkeit von
regionalen Untersuchungen:
Vorhaben KLIWA**

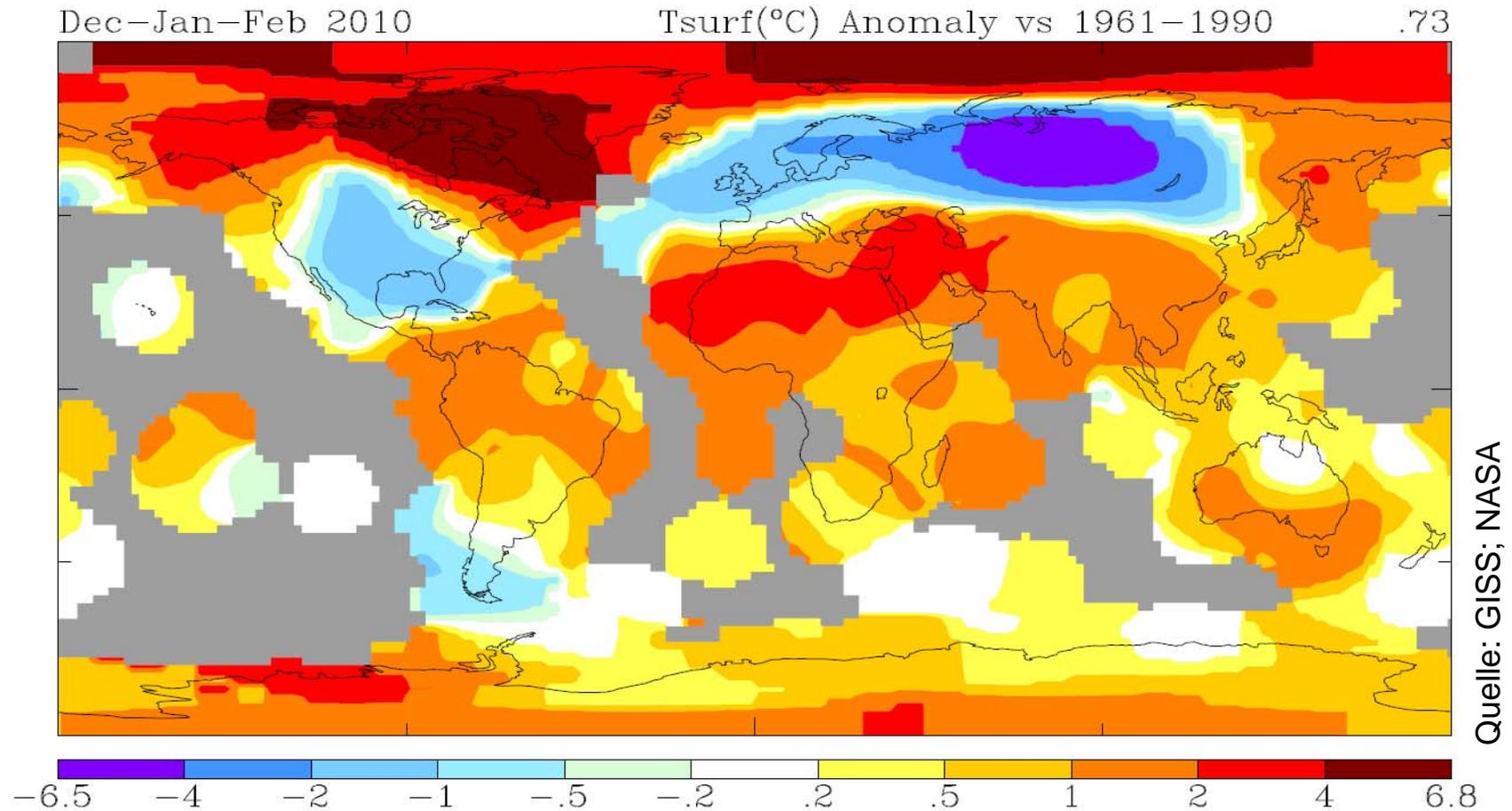


Wetterkapriolen oder Klimawandel?

- **Winter 2005/2006:** Chaotische Verhältnisse und eingestürzte Hallendächer durch außergewöhnlich **hohe Schneemassen**
- **April 2006:** "**Jahrhundertflut**" an der Elbe
- **Frühsommer 2006:** Deutlich zu niedrige **Temperaturen** und Spätfrost machen der Natur zu schaffen
- **Sommer 2006:** Zunächst zu **heiß und trocken**, dann ein zu kühler August
- **Herbst 2006:** **Wärmster Herbst** seit 1901; deutlich zu trocken (40 – 80% der durchschnittlichen Niederschlagsmenge)
- **Dezember 2006:** **Rekordwärme** und deutlich zu wenig **Niederschlag** / Orkantief "Vera" mit **Windgeschwindigkeiten** bis zu 191 km/h (im Harz)
- **Januar 2007:** Orkantief Kyrill
- **Winter 2006/2007:** **Wärmster Winter** seit 1880
- **April 2007:** **Wärme-Rekord**, "Niederschlags-Rekord"



Winter 2009 – 2010: Macht der Klimawandel eine Pause?



⇒ **Nein, nicht wirklich!**

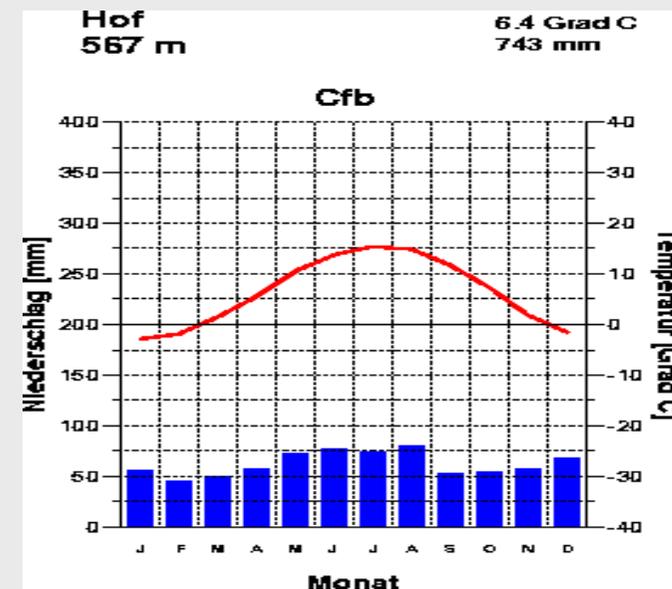
Begriffserklärung

Wetter - Witterung
Zustand der Atmosphäre
über Stunden bis Tage



Klima:

**Gemittelter großräumiger Zustand
der Atmosphäre über einige Dekaden**



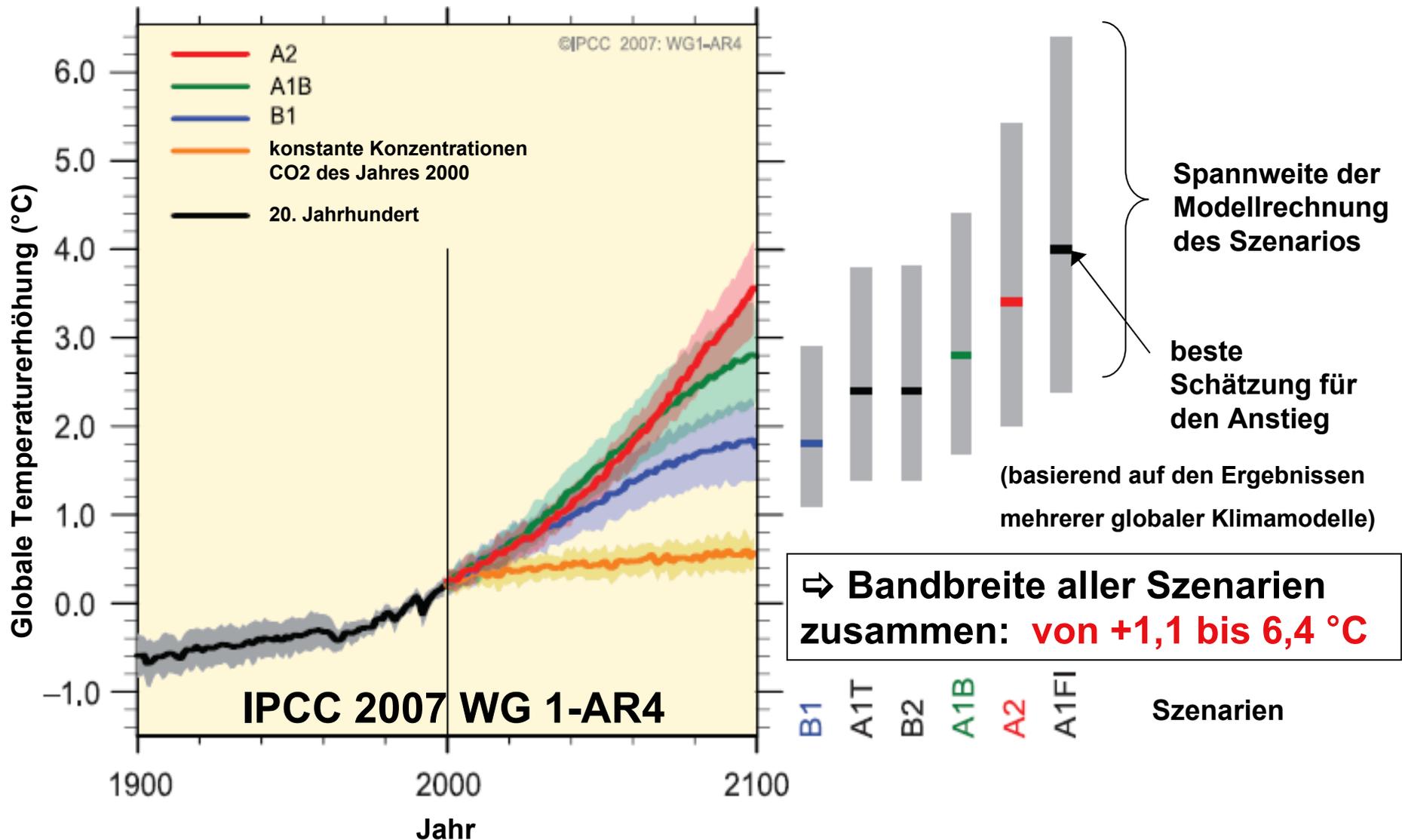
→ **Klimawandel: statistische Veränderung (v.a. mittlerer) klimatischer Größen (wie T, N) auf der Erde über eine längere Zeit**

Vortragsgliederung

- Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels
- **Kenntnisstand zum globalen Klimawandel**
- Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen
- Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft
- Beispielhafte Ergebnisse für Temperatur und Niederschlag bis 2050
- Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung
- Ausblick und Zusammenfassung

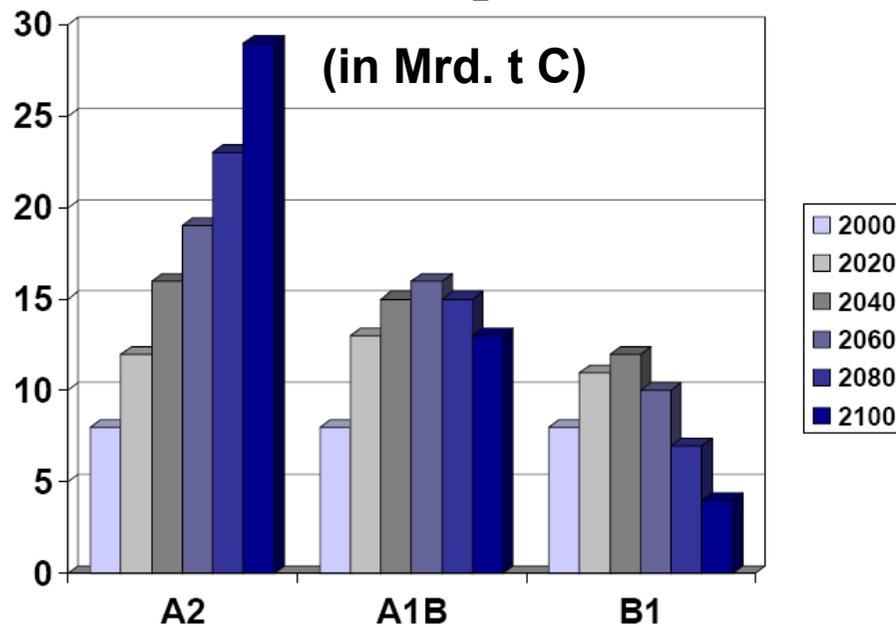


WG1: Globaler Temperaturanstieg bis 2100 (IPCC 2007)

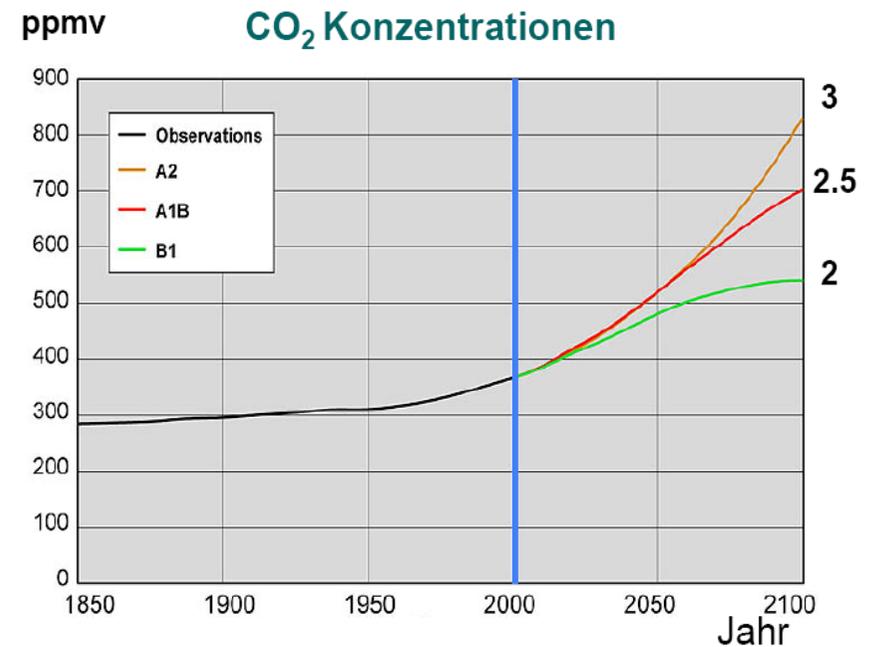


Klimawandel – Künftige Erwärmung: Emissionsszenarien

Szenarien für CO₂ – Emissionen



Anm.: Globale Erwärmung hängt von der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ab: 2050: ??? ppm
 1850: ca 280 ppm/2000: ca 380 ppm



Quelle: MPI Hamburg



Klimawandel – Erwärmung: regionale Auswirkungen

- Auswirkungen auf die Natur

- **Wasserhaushalt**
- Stoffhaushalt
- Mikroorganismen
- Vegetation
- Tierwelt
- Biotische Indikation
- Biodiversität



- Gesellschaftsrelevante Bereiche

- Raumplanung / Bauleitplanung
- Architektur und Bauwesen
- Gesundheit
- Naturgefahren
- Agrarwirtschaft
- Forstwirtschaft
- Naturschutz
- Tourismus
- Energiewirtschaft
- Infrastruktur
- **Wasserwirtschaft**

Besondere Relevanz:

Extreme (Wetter-) Ereignisse

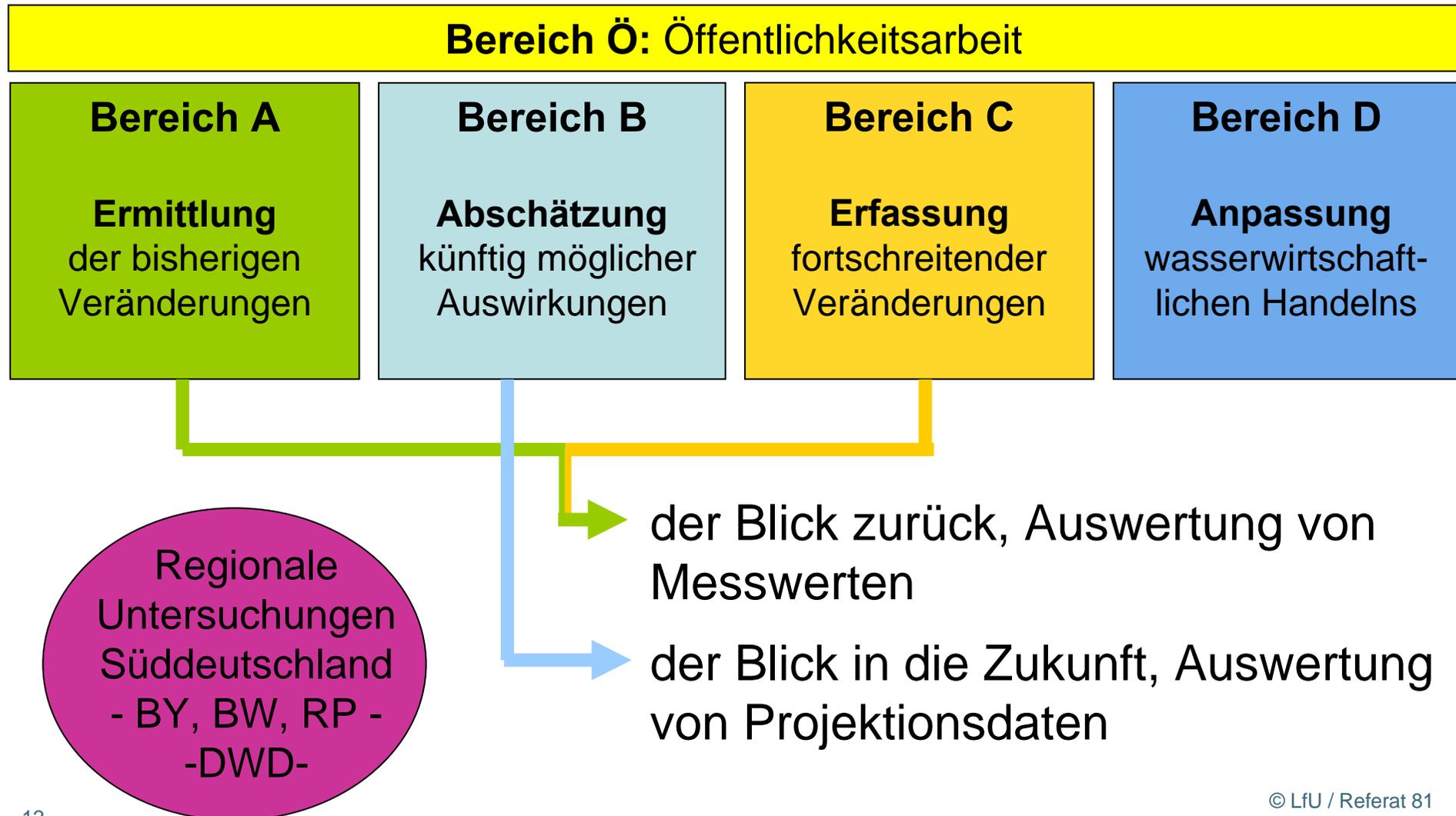


Vortragsgliederung

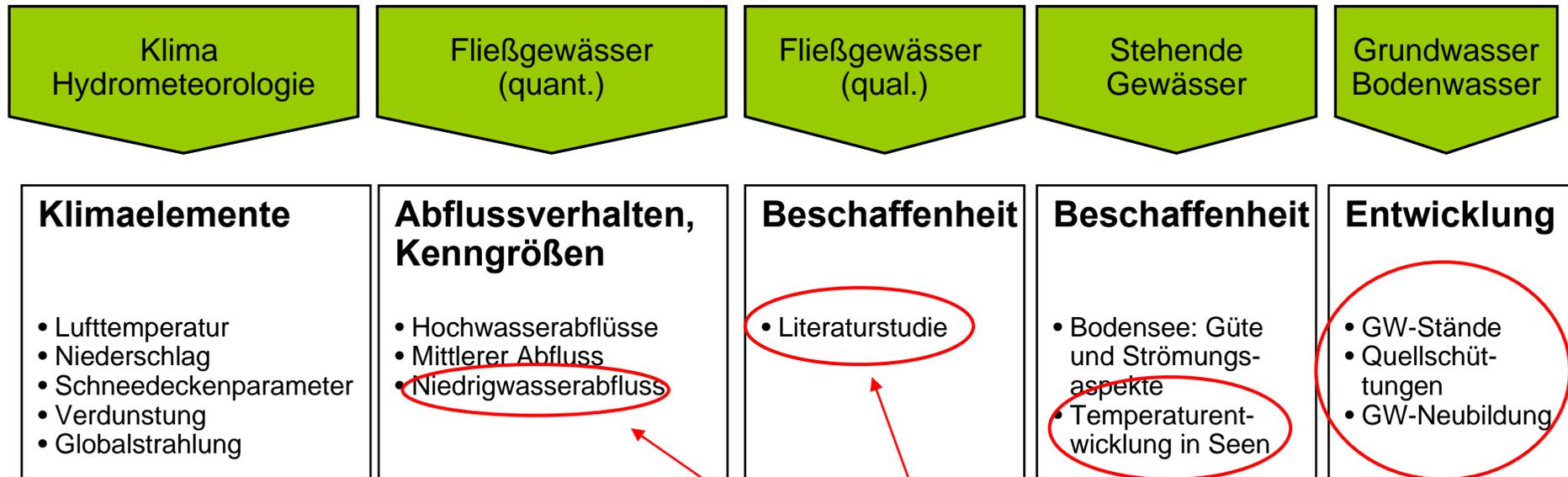
- Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels
- Kenntnisstand zum globalen Klimawandel
- **Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen**
- Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft
- Beispielhafte Ergebnisse für Temperatur und Niederschlag bis 2050
- Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung
- Ausblick und Zusammenfassung



Kooperationsvorhaben KLIWA – Projektrahmen "Klimawandel und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft"



Vorhaben KLIWA: Ermittlung bisheriger Veränderungen 1931 - 2000



Aktuelle Untersuchungen in KLIWA

 **Detektion signifikanter Trends:**

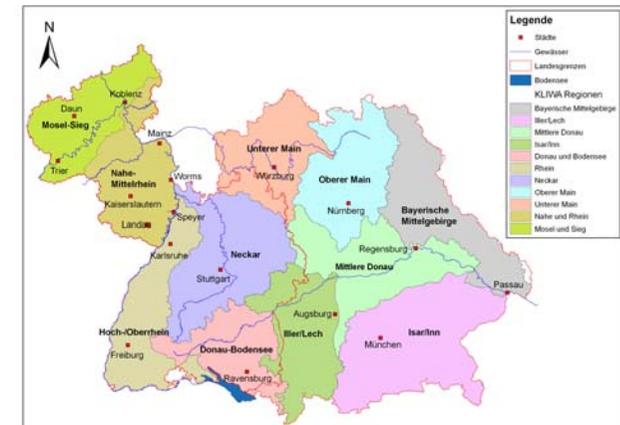
Klimawandel auch bei uns bereits im Gange



KLIWA: Erfassung fortschreitender Veränderungen 1931 – 2005; Bezug auf 11 KLIWA-Regionen

1. Monitoringbericht 2007

(2. Monitoringbericht 2011)



➤ Verstärkung der Trends für 2001 – 2005

- Temperaturanstieg
- Niederschlag im Winterhalbjahr
- Zunahme der Hochwasserabflüsse im Winterhalbjahr

➤ bestätigt: Wichtigkeit von Messnetzen und Monitoring

Erkenntnisse für Bayern aus dem 1.KLIWA-Monitoringbericht



Klimawandel
mehr
Hochwasser
mehr
Niedrigwasser



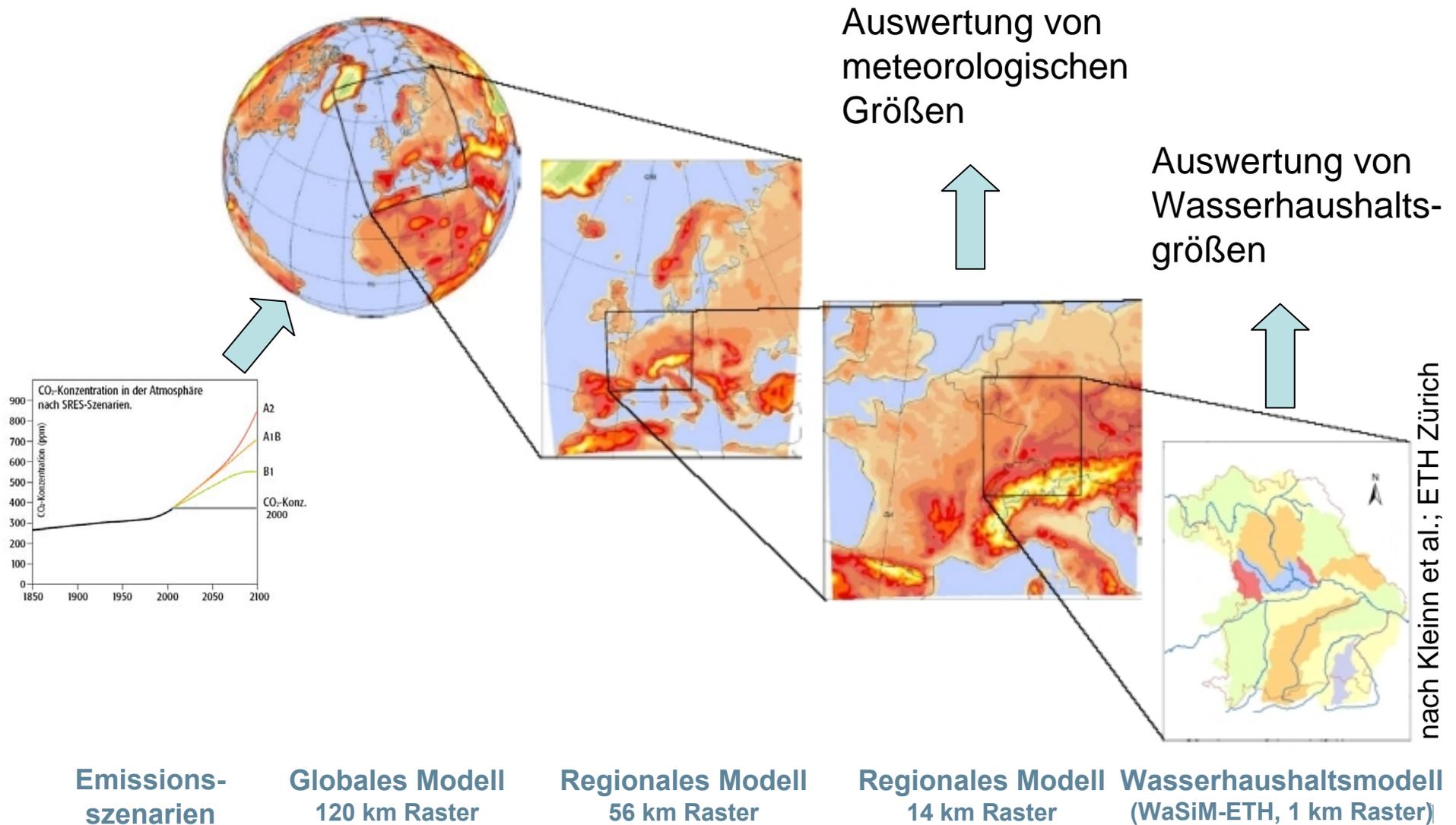
Region	Trend der Temperatur [°C/75a]		Änderung des Gebietsniederschlags [%]		Änderung des Starkniederschlags (Dauer = 1 Tag) [%]	
	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr	Winterhalbjahr	Sommerhalbjahr
Nordbayern	+ 1,1	+ 0,8	+ 25,7	- 4,4	+ 32,6	- 3,8
Südbayern	+ 1,3	+ 1,0	+ 24,6	- 2,2	+ 18,4	- 0,4

Vortragsgliederung

- Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels
- Kenntnisstand zum globalen Klimawandel
- Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen
- **Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft**
- Beispielhafte Ergebnisse für Temperatur und Niederschlag bis 2050
- Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung
- Ausblick und Zusammenfassung



Vom Globalmodell zur Impactmodellierung



Emissions-szenarien

Globales Modell
120 km Raster

Regionales Modell
56 km Raster

Regionales Modell
14 km Raster

Wasserhaushaltsmodell
(WaSiM-ETH, 1 km Raster)

Bayern im Klimawandel bis 2050

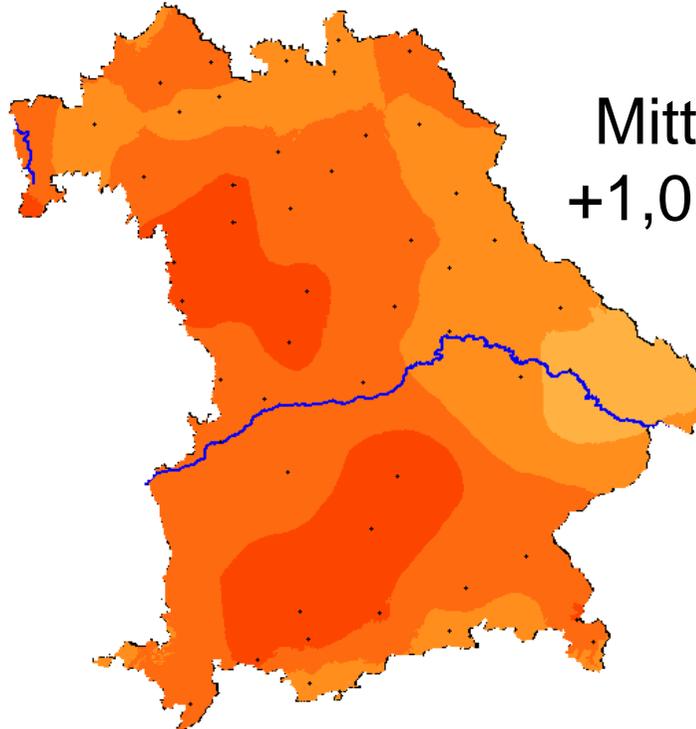
- mehr heiße Tage
- weniger Eistage
(Bsp. GAP -30 bis -60% je nach Modell)
- Sommer trockener
→ Dürren, Niedrigwasser
- Winter niederschlagsreicher
→ Hochwasser
- mehr Gewitter, Platzregen, Stürme
- Verlängerung der frostfreien Vegetationsperiode
- Tier- und Pflanzenwelt verändern sich



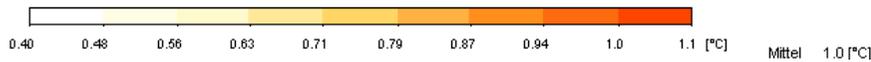
Veränderung der Temperaturen

Winter

WETTREG ; EC_HAMS ; A1B; Mittel; 2021_2030;2031_2040;20+I_2050; Mittel_Tempe; kalen. Winterhalbjahr
WETTREG ; EC_HAMS ; A1B; Mittel; 1971_1980; 1981_1990; 1991_2000;

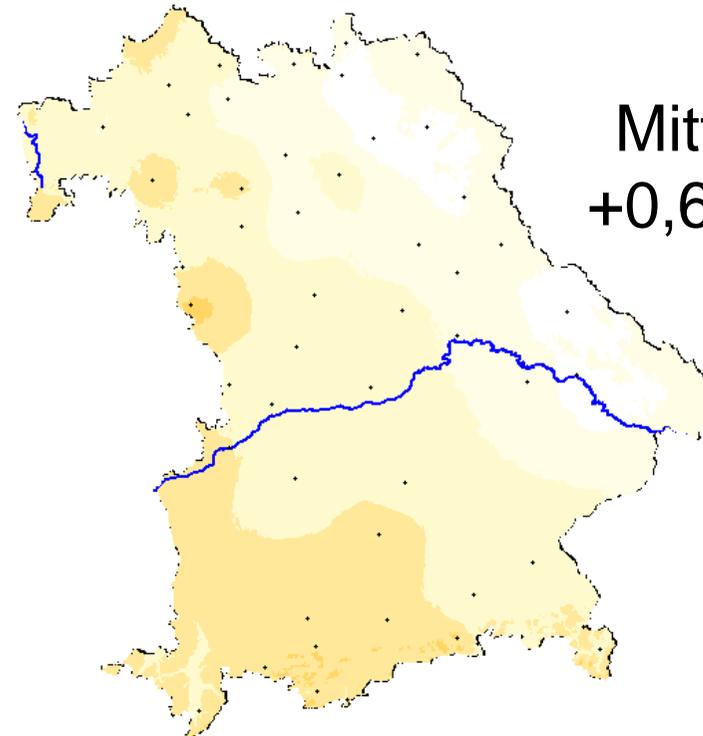


Mittel:
+1,0°C



Sommer

WETTREG ; EC_HAMS ; A1B; Mittel; 2021_2030;2031_2040;20+I_2050; Mittel_Tempe; kalen. Sommerhalbjahr
WETTREG ; EC_HAMS ; A1B; Mittel; 1971_1980; 1981_1990; 1991_2000;



Mittel:
+0,6°C

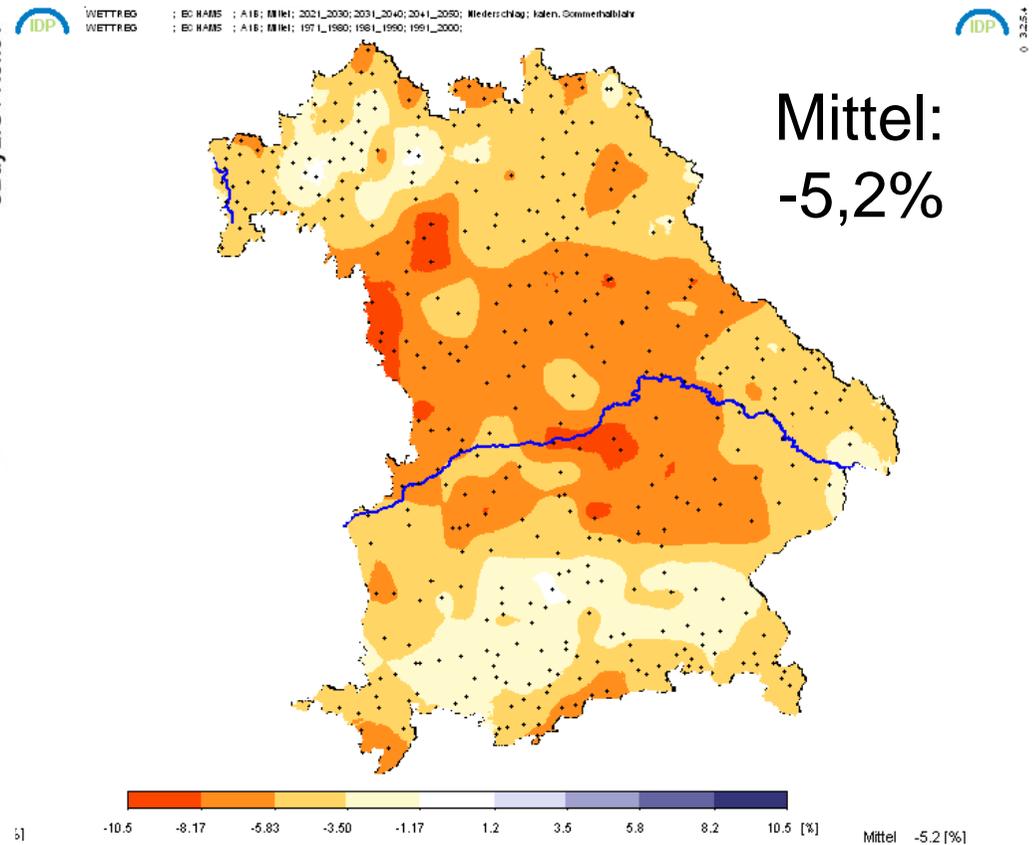
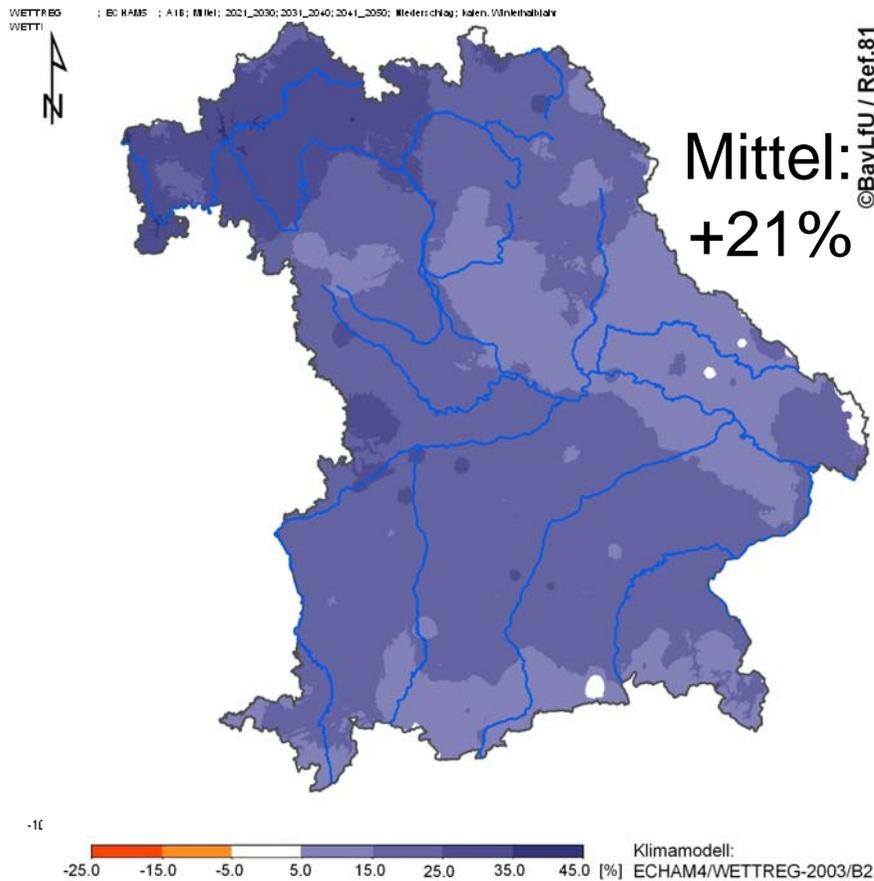


Klimaprojektion: WETTREG-2006/A1B
Simulation 2021-2050 vs. 1971-2000

Veränderung der Niederschläge

Winter

Sommer



Klimaprojektion: WETTREG-2003/B2
Simulation 2021-2050 vs. 1971-2000

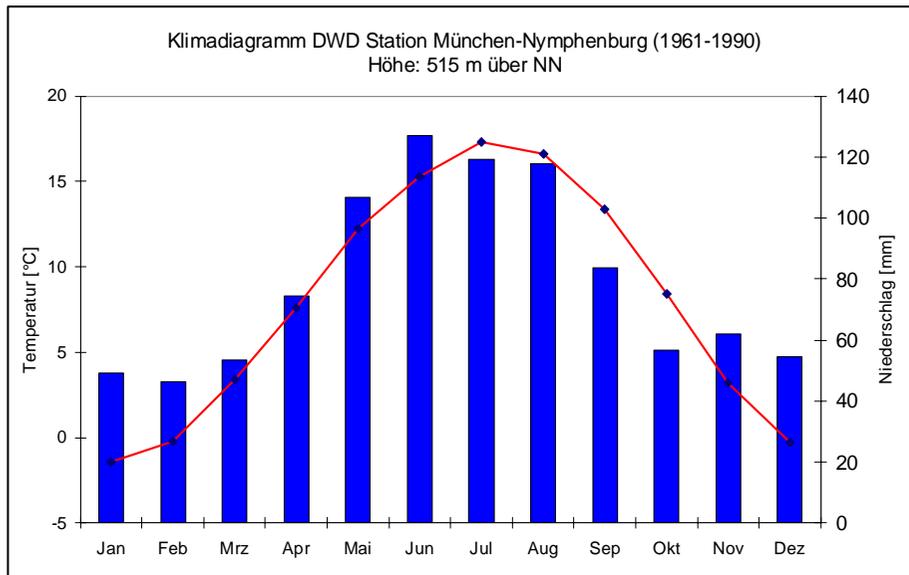
Klimaprojektion: WETTREG-2006/A1B
Simulation 2021-2050 vs. 1971-2000

Vortragsgliederung

- Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels
- Kenntnisstand zum globalen Klimawandel
- Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen
- Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft
- **Temperatur- und Niederschlagsentwicklung im Raum München**
- Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung
- Ausblick und Zusammenfassung



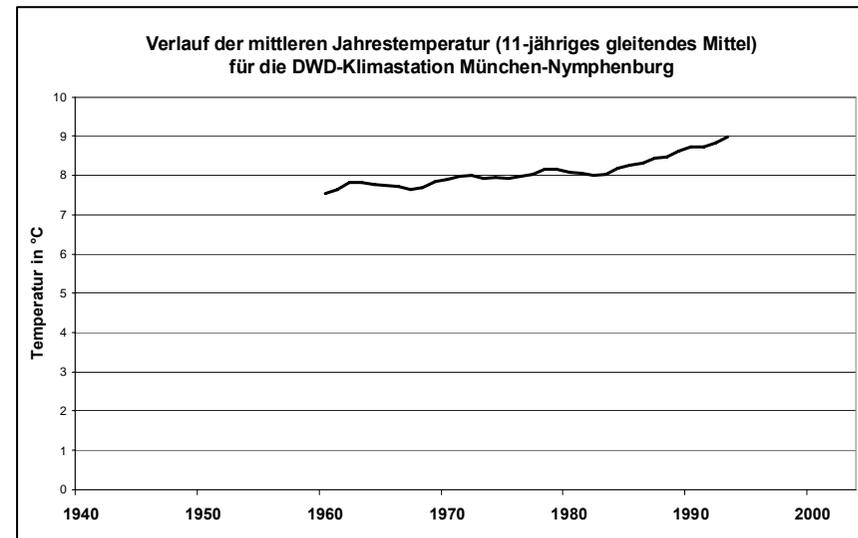
DWD-Klimastation München-Nymphenburg (Höhe: 515 m ü. NN)



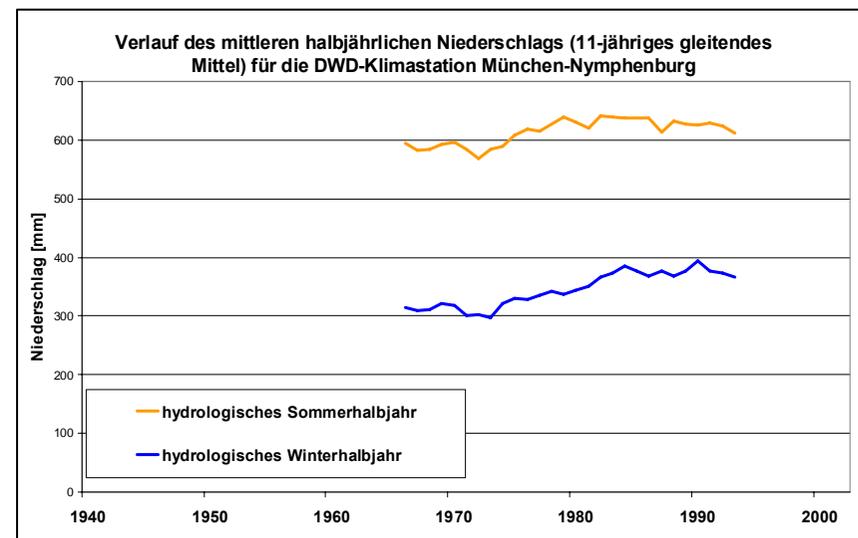
Quelle: KLIWA/Ref.81

- Jahresmitteltemperatur (1971-2000): 8,0 °C
- mittlerer Jahresniederschlag (1971-2000): 951 mm

Datenquelle: DWD

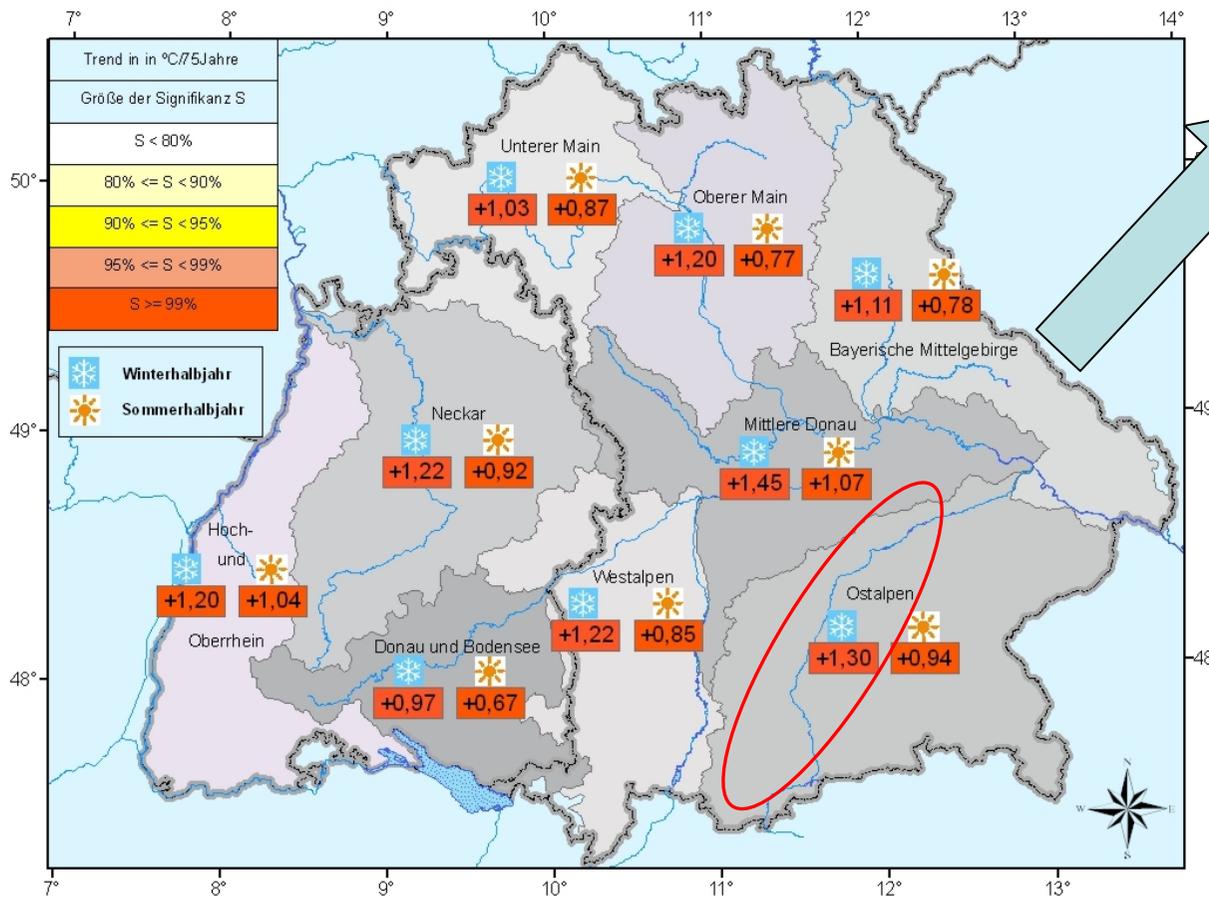


LfU/Ref.81



LfU/Ref.81

Vorhaben KLIWA: Langzeitverhalten der mittleren Lufttemperatur in den hydrologischen Halbjahren / Trend im Zeitraum 1931-2005 (Trend in °C/75a)



Isar - Einzugsgebiet

WHJ: +1,30 °C

SHJ: +0,91 °C

(beide Trends hochsignifikant)

BayKLAS:

Nordbayern

WHJ: +1,1 °C

SHJ: +0,8 °C

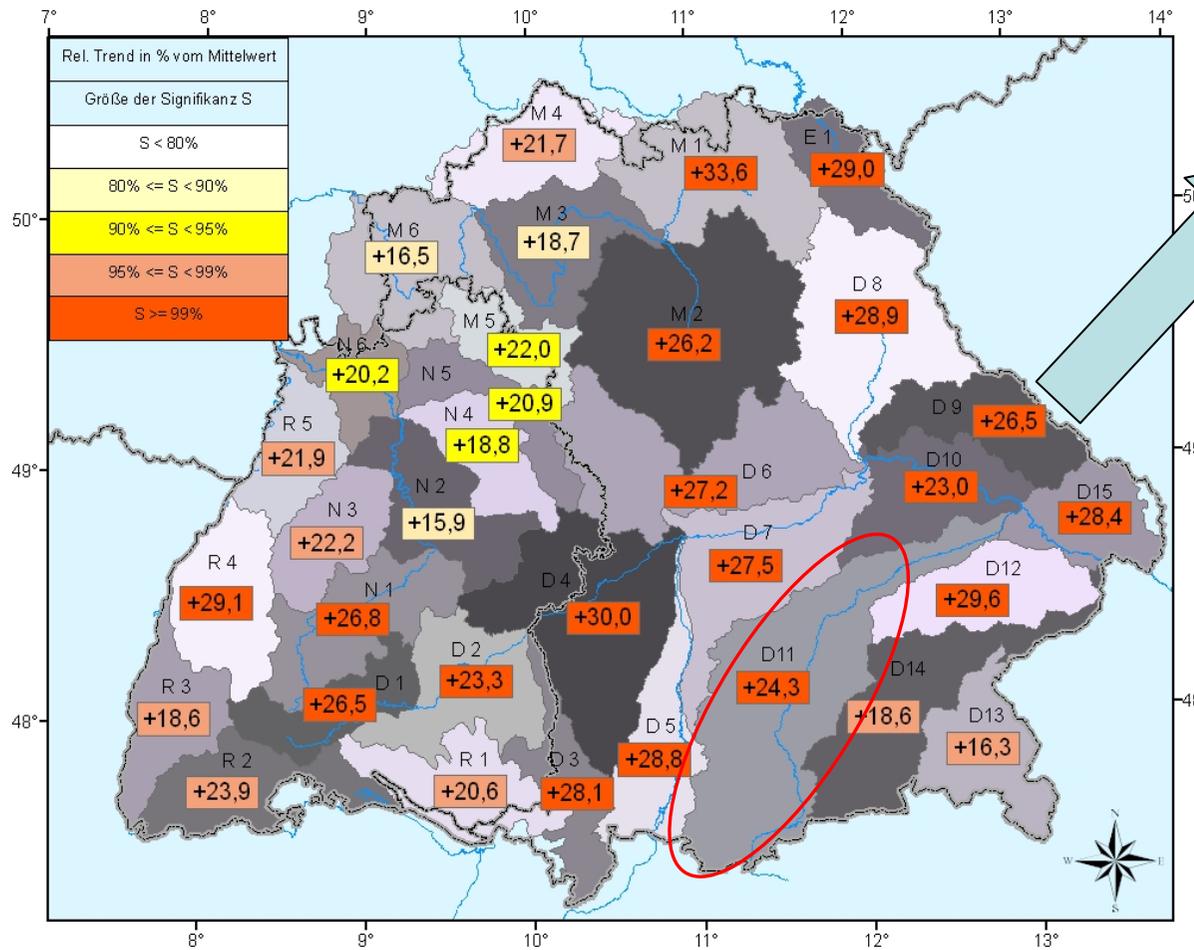
Südbayern

WHJ: +1,3 °C

SHJ: +1,0 °C

Quelle: Projekt KLIWA / Ref.81

Vorhaben KLIWA: Langzeitverhalten der Gebietsniederschlagshöhe im hydrologischen Winterhalbjahr / Relativer Trend (Änderung in Prozent vom Mittelwert 1932-2005)



Isar Einzugsgebiet:

deutliche Zunahme von 24 % im WHJ

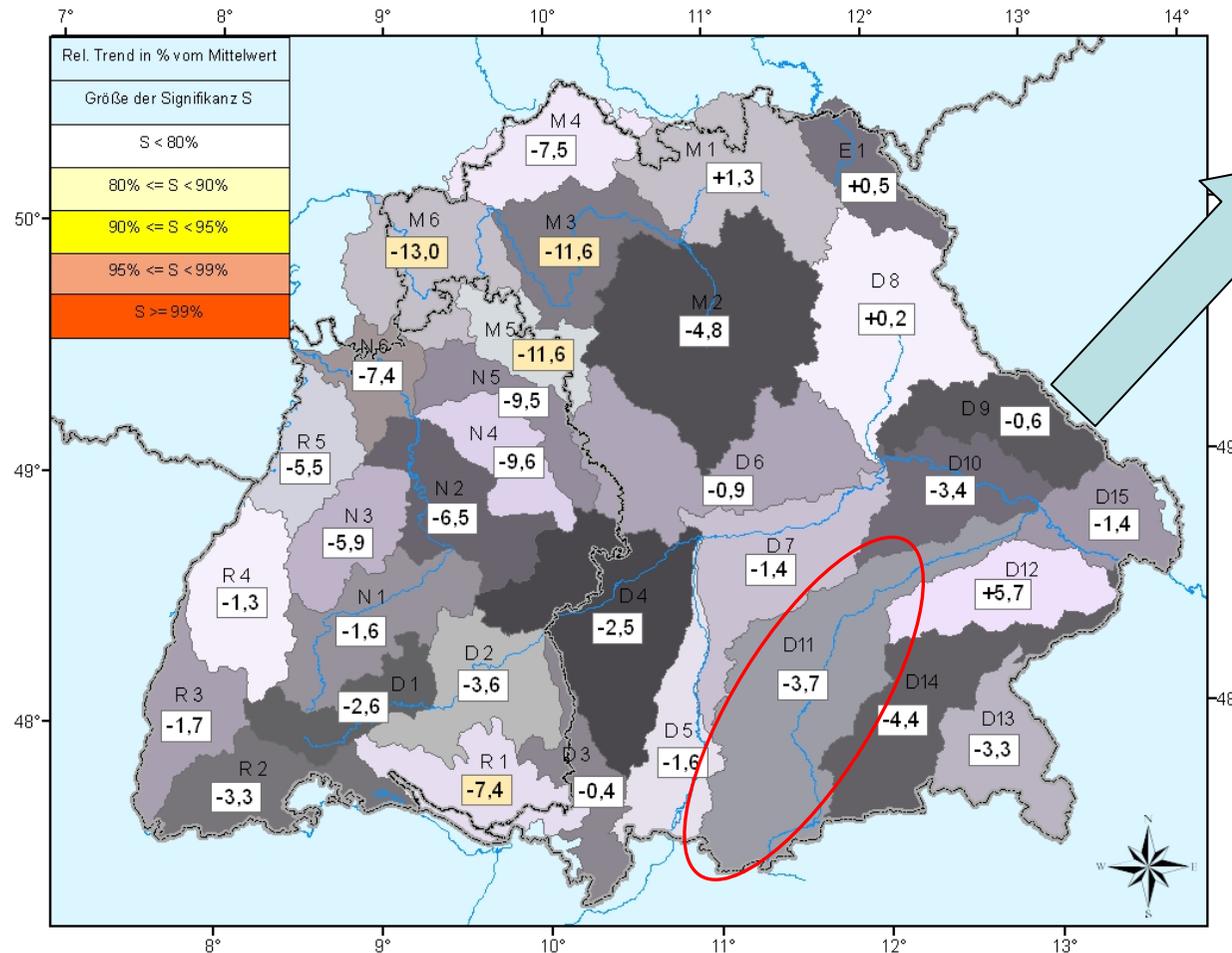
BayKLAS:

Nordbayern: + 25,7 %

Südbayern: +24,6 %

Quelle: Projekt KLIWA / Ref.81

Vorhaben KLIWA: Langzeitverhalten der Gebietsniederschlagshöhe im hydrologischen Sommerhalbjahr / Relativer Trend (Änderung in Prozent vom Mittelwert 1931-2005)



Isar Einzugsgebiet:

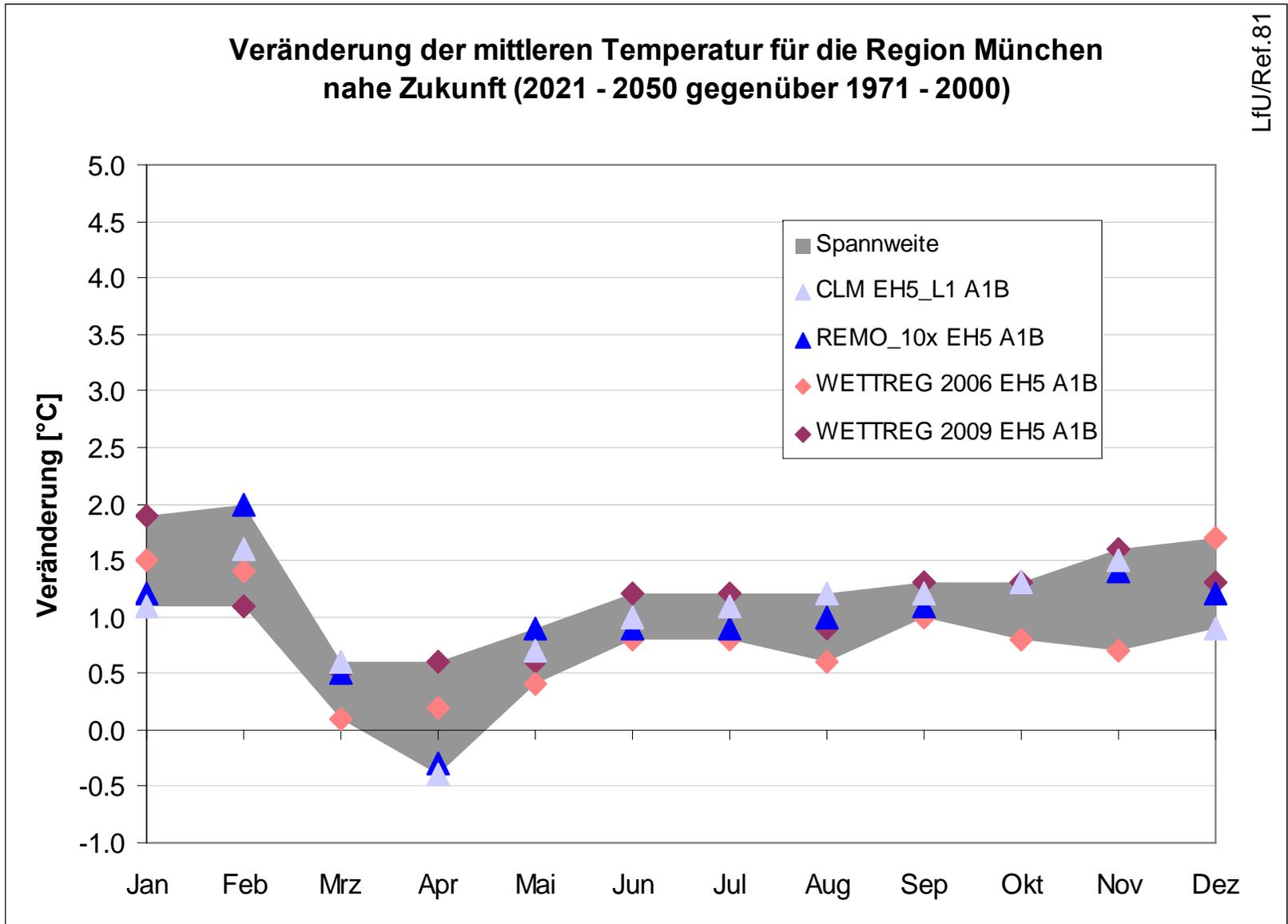
leichte Veränderung mit
-3,7 % im SHJ

BayKLAS:

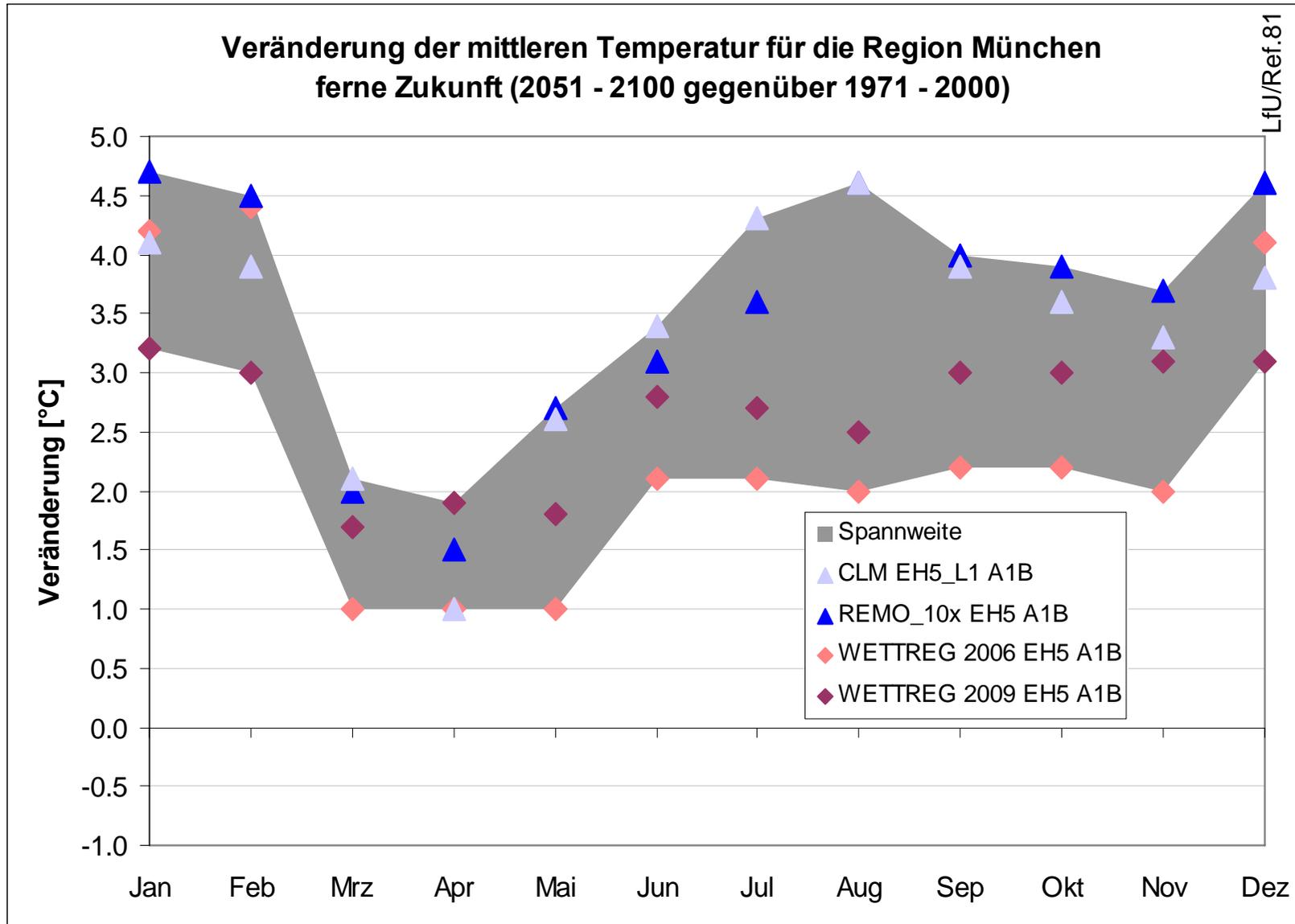
Nordbayern: -4,4 %

Südbayern: -2,2 %

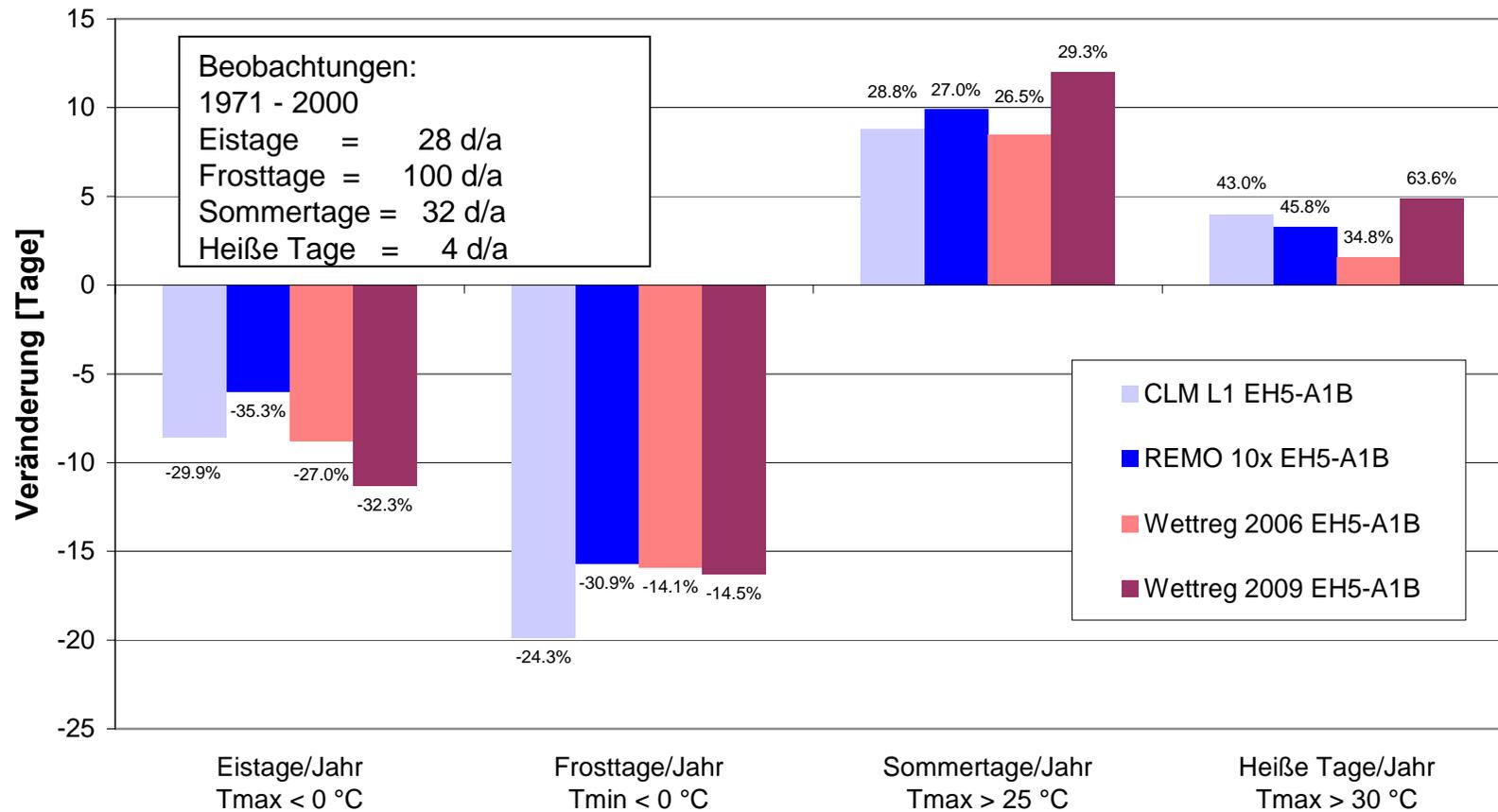
Quelle: Projekt KLIWA / Ref.81



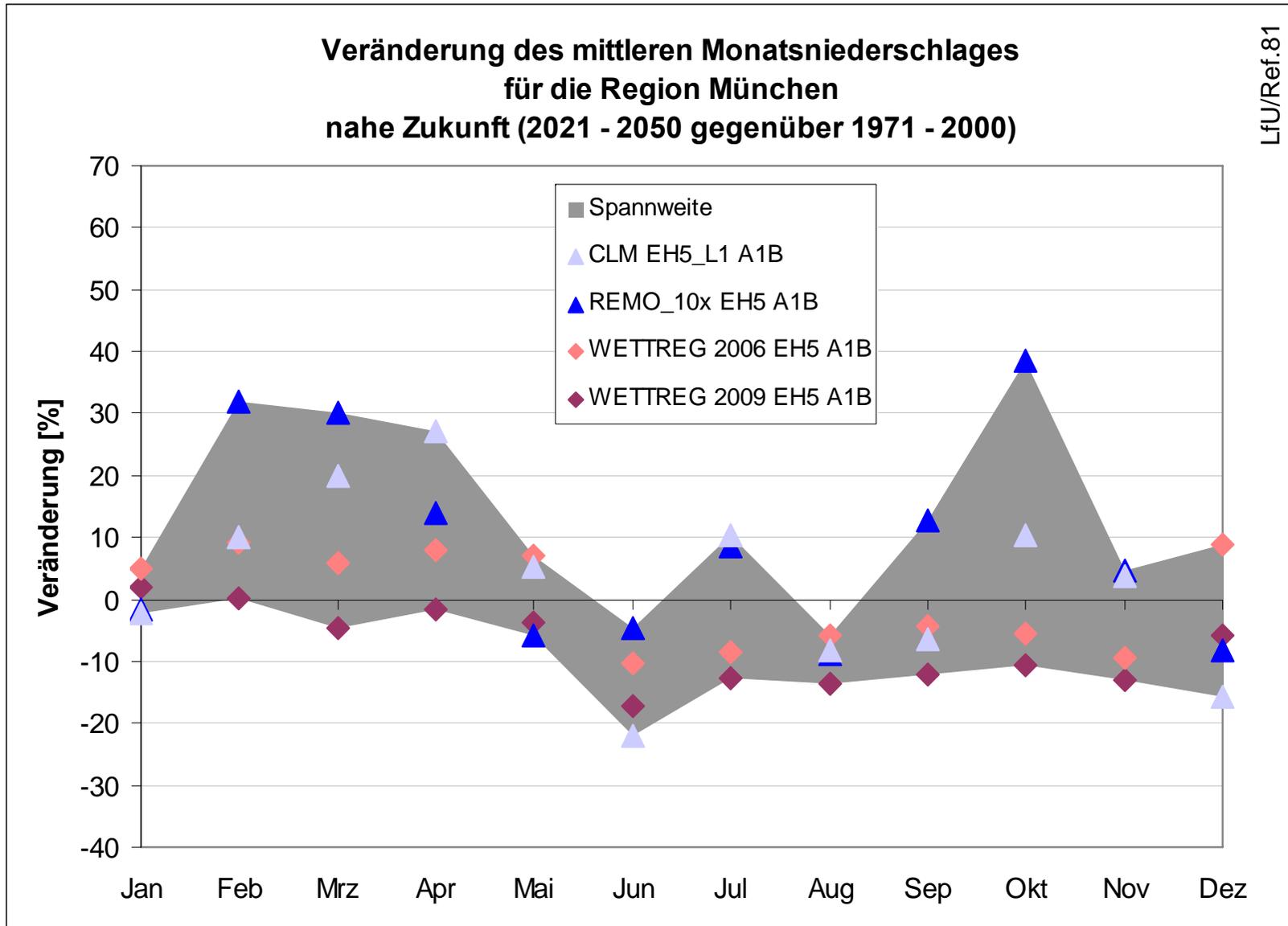
LfU/Ref.81



Klimawandel: Mittlere Veränderung der Kenntage pro Jahr Region München, nahe Zukunft (2021 - 2050 gegenüber 1971 - 2000) Vergleich von vier Regionalmodellen des Szenarios A1B



© BayLfU / Ref.81



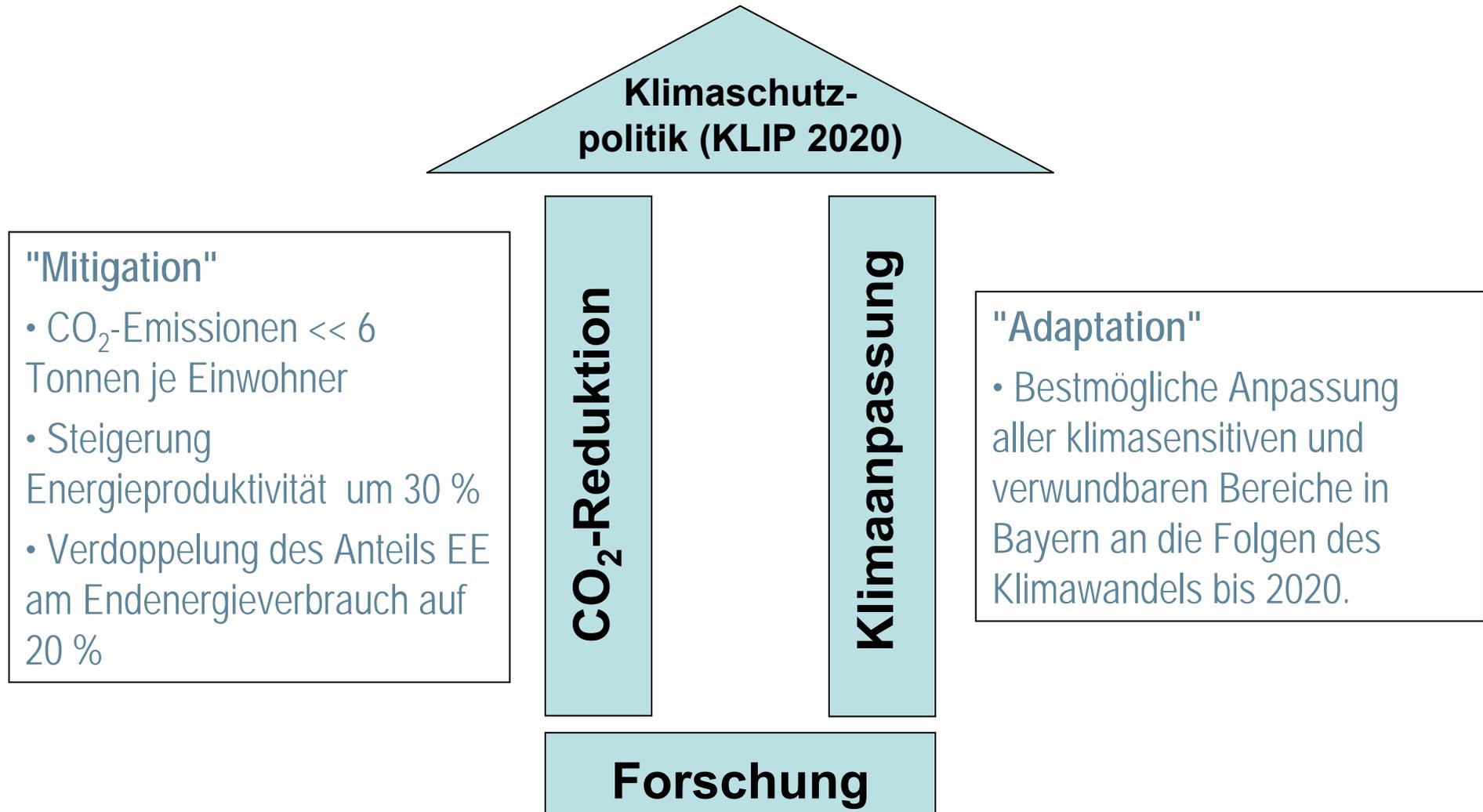
LfU/Ref.81

Vortragsgliederung

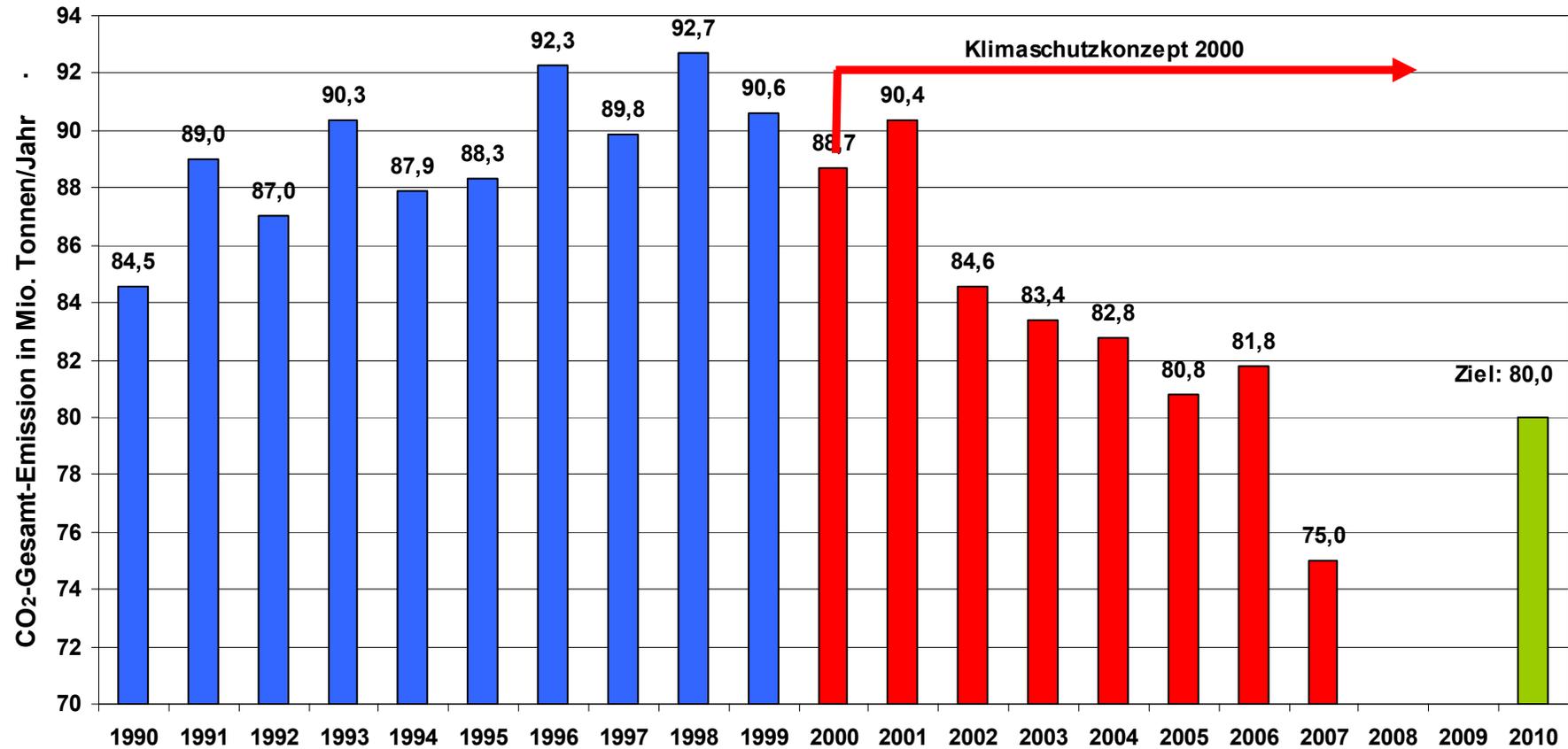
- Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels
- Kenntnisstand zum globalen Klimawandel
- Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen
- Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft
- Beispielhafte Ergebnisse für Temperatur und Niederschlag bis 2050
- **Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung**
- Ausblick und Zusammenfassung



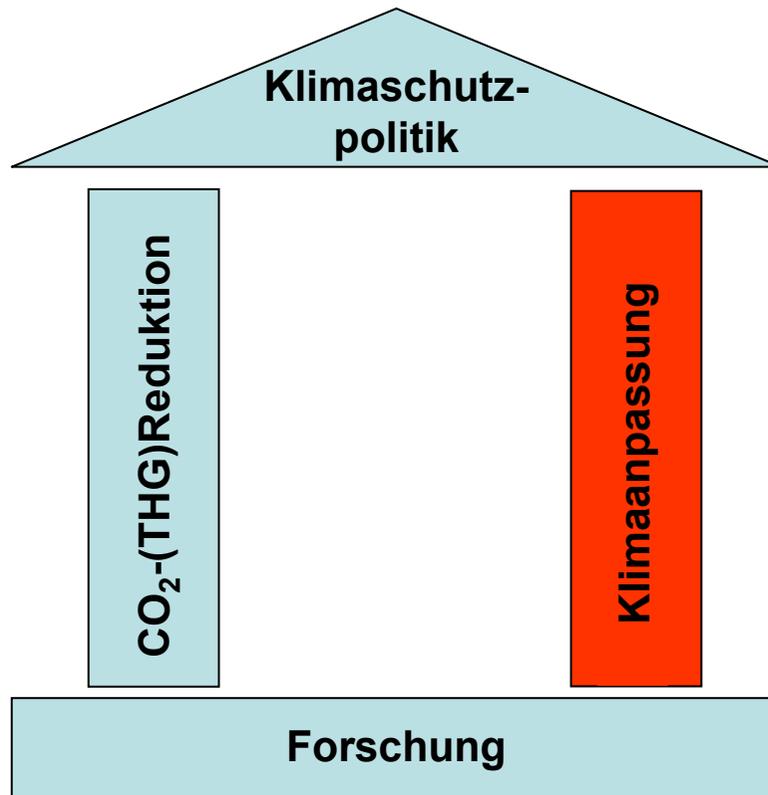
Antwort auf den Klimawandel --- Klimaschutzpolitik (in Bayern)



Klimaschutz in BY: Reduzierung energiebedingter CO₂-Emissionen



Anpassung an den Klimawandel



Treibhausgase sind langlebig
→ selbst bei drastischer Reduktion trägt der CO₂-Bestand zum Klimawandel bei (2°C-Ziel)

Wirtschaftliche Gründe
→ Kosten zur Bewältigung des Klimawandels sind sehr viel niedriger als die Kosten des Nichthandelns (Stern-Report)

Bayerische Klima-Anpassungsstrategie – Sektoren/Darstellung

Handlungsfelder

Wasserwirtschaft
Landwirtschaft
Wald- und Forstwirtschaft
Naturschutz
Bodenschutz und Georisiken
Gesundheit
Katastrophenschutz
Raumordnung
Städte-/Bauleitplanung
Straßen und Verkehr
Energiewirtschaft
Industrie und Gewerbe
Tourismus
Finanzwirtschaft
Alpenraum



Darstellung

- Folgen und Vulnerabilitäten
- Zuständigkeiten
- Handlungsziele
- bestehende Anpassungsmaßnahmen
- weitergehende staatliche/nicht staatliche Handlungsoptionen

"Anpassungs-Dilemma"

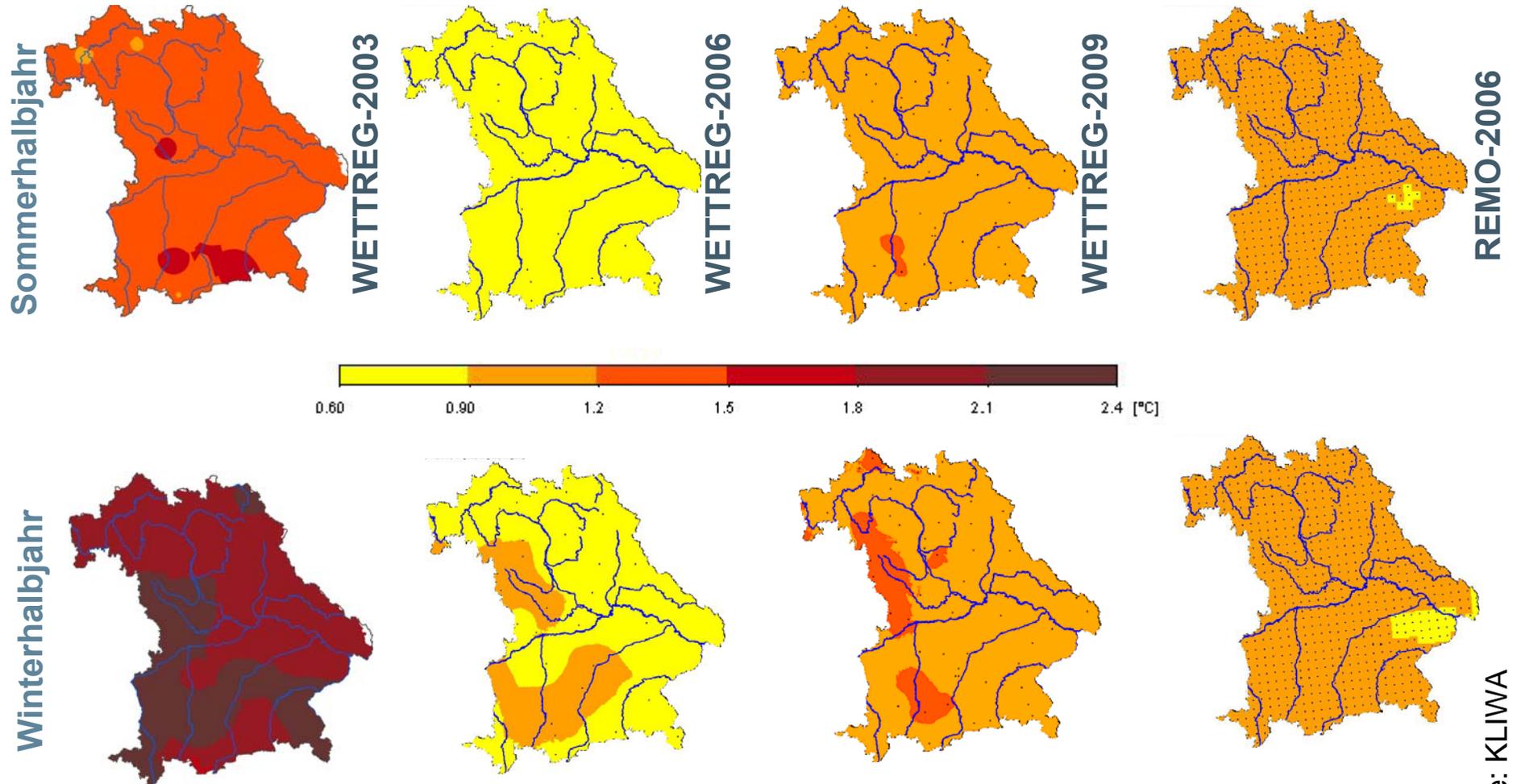
→ mit Unsicherheiten behaftete **Zukunftsabschätzungen** sind die Grundlage für Entscheidungen über Anpassungsmaßnahmen



Das Bewusstsein für Anpassungsmaßnahmen fehlt häufig noch, aber Entscheidungen sind jetzt gefragt!

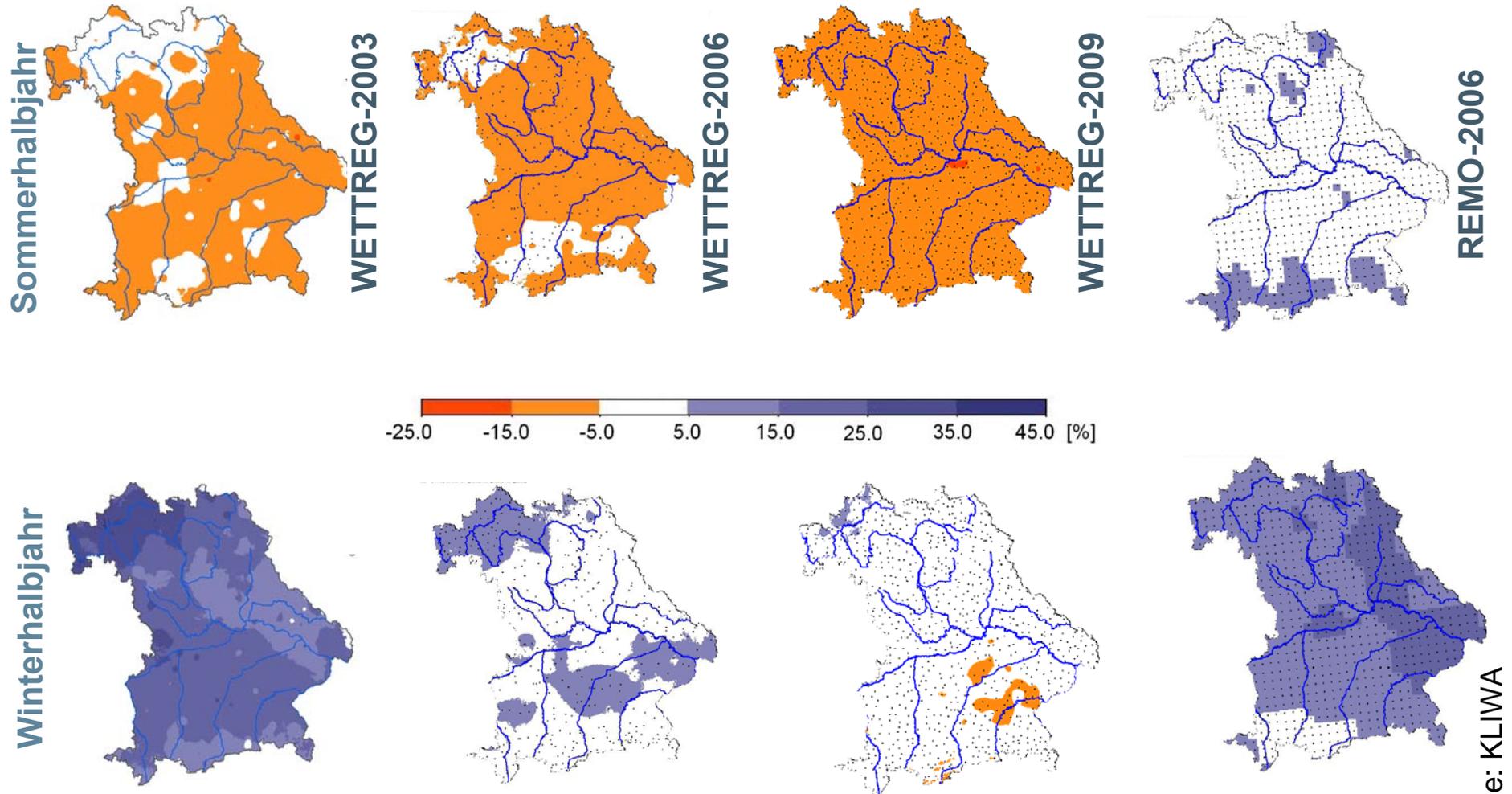
Beispiel für Prognoseberechnungen für ΔT (2021-2050 vs. 1971-2000)

Regionalmodelle nach ECHAM5: WETTREG-2009/A1B, WETTREG-2006/A1B, REMO-2006/A1B Regionalmodell nach ECHAM4: WETTREG-2003/B2



Beispiel für Prognoseberechnungen für ΔN (2021-2050 vs. 1971-2000)

Regionalmodelle nach ECHAM5: WETTREG-2009/A1B, WETTREG-2006/A1B, REMO-2006/A1B Regionalmodell nach ECHAM4: WETTREG-2003/B2



Anpassung: Beispiel Raumordnung / Raumplanung



Wasserwirtschaft - Folgen des Klimawandels

mehr Niedrigwasser



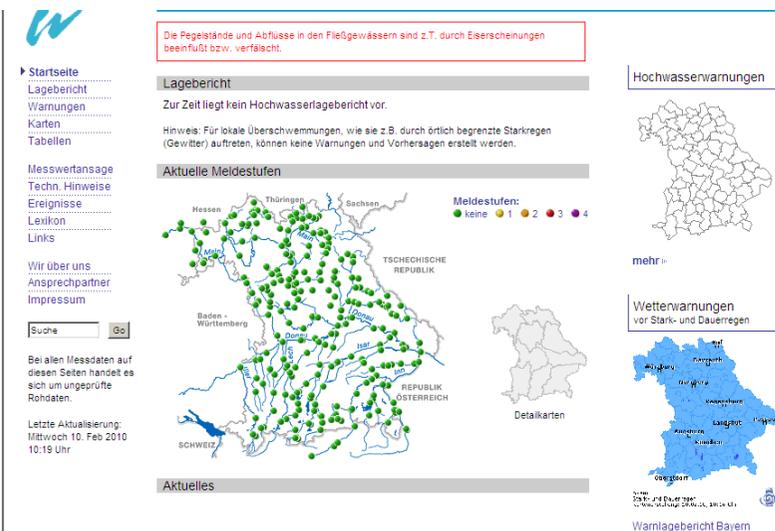
Niedrigwasser-Informationsdienst



mehr Hochwasser



Hochwassernachrichtendienst



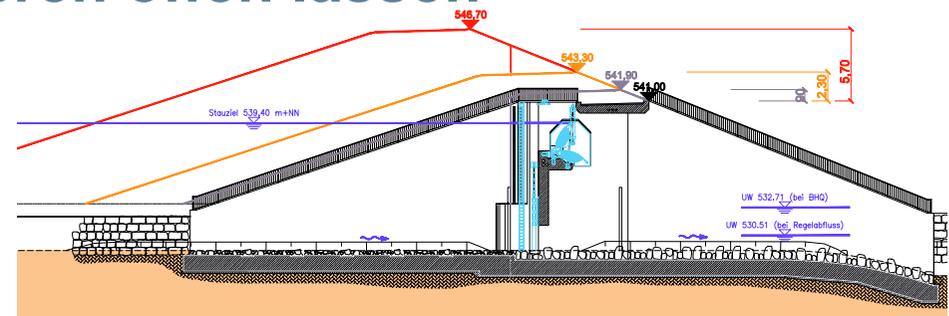


Anpassungsstrategie: Schlussfolgerungen für den HW-Schutz

- Abschätzungen für die Zukunft mit größeren Unsicherheiten
- Vorsorgeprinzip Wasserwirtschaft

→ Lastfall „Klimaveränderung“ in Hochwasserschutz-Planungen künftig zusätzlich mit berücksichtigen
Einführung eines Klimaänderungsfaktors (z.B. HQ100 + 15 %)

- Wirtschaftlichkeit durch flexible Lösungen
- Möglichkeiten zum Nachjustieren offen lassen
- Pragmatisches Vorgehen



Stadtplanung vor dem Hintergrund des Klimawandels - Starkregen



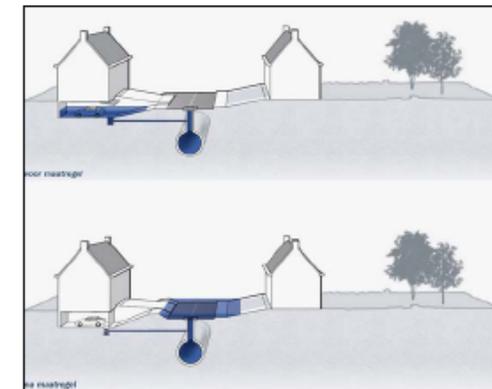
Zusammenfassung

Was sind effektive Anpassungsmaßnahmen ?

- Kommunale Gefahren- und Risikokarten für urbane Überflutungen und Sturzfluten
- Effektiver „Rückhalt in der Fläche“ mit besonderem Augenmerk auf die Anfangspunkte der Abflusssysteme
- Möglichkeiten zur Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser im urbanen Raum
- Zugehörige Notwasserwege wo erforderlich
- Auch Veränderungen im Bestand
- Wirklich integrierte und gleichzeitige Stadt- und Entwässerungsplanungen

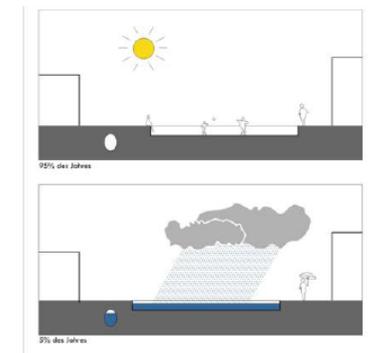
Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW e.V)

„Wasser auf der Fahrbahn“



Quelle: Stichting RioNed

„Anlage von Wasserplätzen“



Quelle: J. Benden nach F. Boer 2007

© LfU / Referat 81



Stadtplanung vor dem Hintergrund des Klimawandels - Wärmeinseln

Städte und Klimawandel - Problemfelder

- Hohe Bevölkerungsdichte
- Hoch verdichtete Gebiete
- Hohe "innere Wärmelasten"
- Wärmespeicher (z.B. Gebäude, versiegelte Flächen)
- Hoher Energieeinsatz für Verkehr, Heizung, Kühlung etc.

→ Problemfeld städtische Wärmeinsel

Folgen

- > Städte durchschnittlich 1-2 °C wärmer als die Umgebung
- > Millionenstädte können Temperaturdifferenzen von über 10 °C aufweisen



Vortragsgliederung

- Einleitung – Wahrnehmung des Klimawandels
- Kenntnisstand zum globalen Klimawandel
- Projekt KLIWA – der Blick zurück / bisherige Veränderungen
- Projekt KLIWA – der Blick in die Zukunft
- Beispielhafte Ergebnisse für Temperatur und Niederschlag bis 2050
- Klimaschutz und Klimawandel-Anpassung
- **Ausblick und Zusammenfassung**





Zusammenfassung - Ausblick

- Klimawandel findet auch bei uns in Bayern statt
- Klimawandel ist/wird eine **große gesellschaftliche Herausforderung**
 - Notwendigkeit von Klimaschutzmaßnahmen
 - Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen
- Wichtige Handlungsfelder liegen auf **regionaler / kommunaler Ebene**
 - Zuständigkeit und Verantwortung für langfristige nachhaltige Weichenstellungen (Raumordnung, Siedlungsentwicklung, Infrastrukturen u.a.)

Empfehlung:

Bei allen langfristigen Planungen und Maßnahmen den Klimawandel und die möglichen Auswirkungen mit bedenken und ggf. preventiv und sachgerecht berücksichtigen (no/low-regret-strategy).