

**viadonau**

# Klimaänderungen und Wasserwirtschaft

Achim Naderer, Gabriel Stecher  
Poštorná/Reintal, 12.09.2019

# Inhalt

- Rollenverteilung: Klimawandelforschung – Verwaltung (Wasserwirtschaft)
- Überblick über Studien mit Gebietsbezug zu Österreich bzw. Ostösterreich
- Herausforderungen für die Zukunft

# Rollenverteilung: Klimawandelforschung – Verwaltung (Wasserwirtschaft)

- Klimawandelforschung behandelt hochkomplexe Zusammenhänge
- Forschungsgebiet von Universitäten und hochspezialisierten Institutionen (z.B. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik ZAMG Wien)
- Rolle Verwaltung (Wasserwirtschaft) z.B. viadonau
  - relevante Forschungsergebnisse verfolgen, interpretieren und analysieren
  - Qualität und Güte der aufgezeichneten Parameter sichern
    - für Trendanalysen
    - als Datengrundlagen für Klimastudien
  - Angewandte Themenbearbeitung in (EU-) Projekten (z.B. Einzugsgebietsbezogen, Schifffahrt)

# Studien

- ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich (BMNT, 2018)
  - Erstellung von Klimaszenarien für Österreich, Schaffung einer Grundlage für die Erarbeitung von Handlungsstrategien zur Klimawandelanpassung
- Klimawandel in der Wasserwirtschaft (BMNT, 2017)
  - Follow-Up der Studie „Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft“ 2011
  - Schwerpunkt Hochwasser, Dürre und Trockenheit
- From ENSEMBLES to CORDEX: Evolving climate change projections for Upper Danube River flow
  - Anwendung von Klimaprognosen CORDEX (Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment) auf das Donaueinzugsgebiet bis Wien, Auswirkungen auf den Parameter Abfluss

# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

- Auftraggeber: Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus, Bundesländer
- Projektpartner



Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



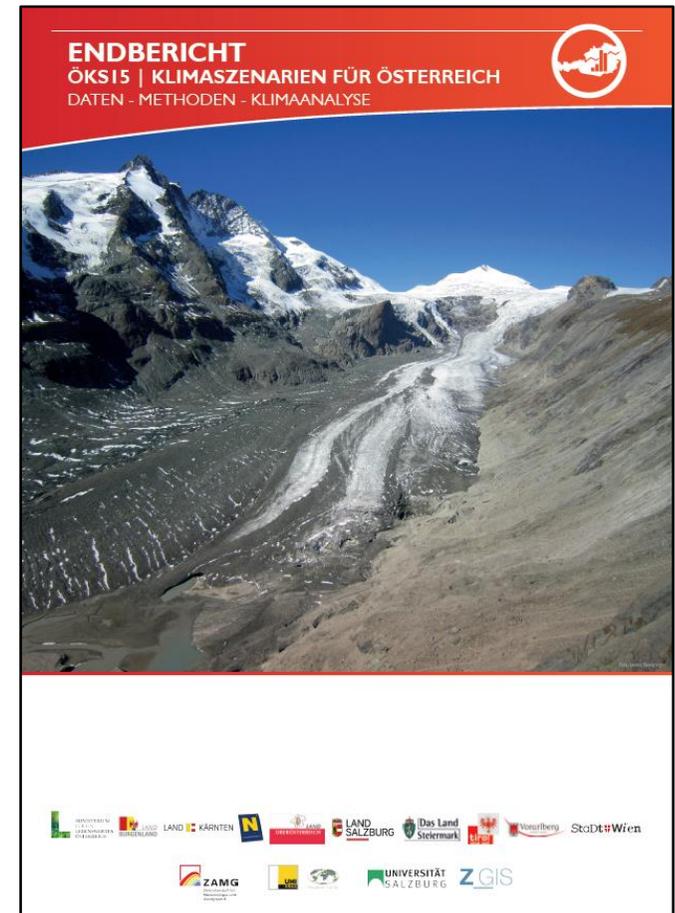
Institut für Geographie und Raumforschung  
Karl-Franzens-Universität Graz



Wegener Center für Klima und globalen Wandel



Interfakultären Fachbereich Geoinformatik  
der Universität Salzburg



# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

- Ziel: Analyse des Klimas in Österreich in der Vergangenheit, Prognose der Zukunft (Ende des 21. Jahrhunderts) für zwei Treibhausgasszenarien – einem „business-as-usual“ Szenario (RCP 8.5) und einem Klimaschutz-Szenario (RCP 4.5)
- Basis der Studie bildeten Beobachtungsdaten und die aktuellste Generation an regionalen Klimasimulationen
- Ergebnisse für Temperatur und Niederschlag

# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

## Was sind RCP's?

- Repräsentative Konzentrationspfade (Representative Concentration Pathways); Verwendung im 5. Sachstandsbericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Weltklimarat)
- RCP definieren festgelegte Treibhausgaskonzentrationen (Strahlungsantriebe), welche durch anthropogene Verstärkung des Treibhauseffekts entstehen können
- In den RCPs können also unterschiedliche Kombinationen von Treibhausgas- und Aerosolausstößen in Verbindung mit verschiedenen Maßnahmen zum Klimaschutz zu ein und demselben Konzentrationspfad führen. Somit stellen die RCPs „wenn-dann“ Entwicklungen für die Klimazukunft dar und lassen deren Umsetzung offen.

# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

## Was sind RCP's?

- Häufig verwendete Szenarien sind RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5, bei welchen die Zahl jeweils für den Zuwachs des Strahlungsantriebs ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) im Vergleich zum vorindustriellen Wert steht.
  - Der gesamte anthropogene Strahlungsantrieb für 1750–2011 ergibt einen erwärmenden Effekt von  $2,3 \text{ W}/\text{m}^2$  (Unsicherheitsbereich 1,1 bis 3,3), und ist seit 1970 schneller angestiegen als in den vorhergehenden Jahrzehnten. (IPCC 5. Sachstandsbericht)
- Detaillierte Informationen unter <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> und <https://www.de-ipcc.de/128.php>
- Jahressumme der Globalstrahlung liegt in Deutschland zwischen 900 und 1.200 kWh pro  $\text{m}^2$  und Jahr auf eine horizontale Fläche, das entspricht im Durchschnitt ca. 100 bis  $135 \text{ W}/\text{m}^2$

# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

- Szenarien können bezüglich der Energiezunahme (= Zuwachs des Strahlungsantriebs) als relativ niedrig ( $2.6 \text{ W/m}^2$ ), mittel ( $4.5 \text{ W/m}^2$ ), hoch ( $6.0 \text{ W/m}^2$ ) und sehr hoch ( $8.5 \text{ W/m}^2$ ) eingestuft werden.
- RCP8.5
  - Wirtschaftswachstum basiert weiterhin zum Großteil auf der Verbrennung fossiler Energieträger
  - Keinerlei Maßnahmen zum Klimaschutz – business as usual
- RCP4.5
  - Gewisse Maßnahmen zur Emissionsminderung
  - Ausstöße von Treibhausgasen sinken bis 2070 unter den heutigen Wert

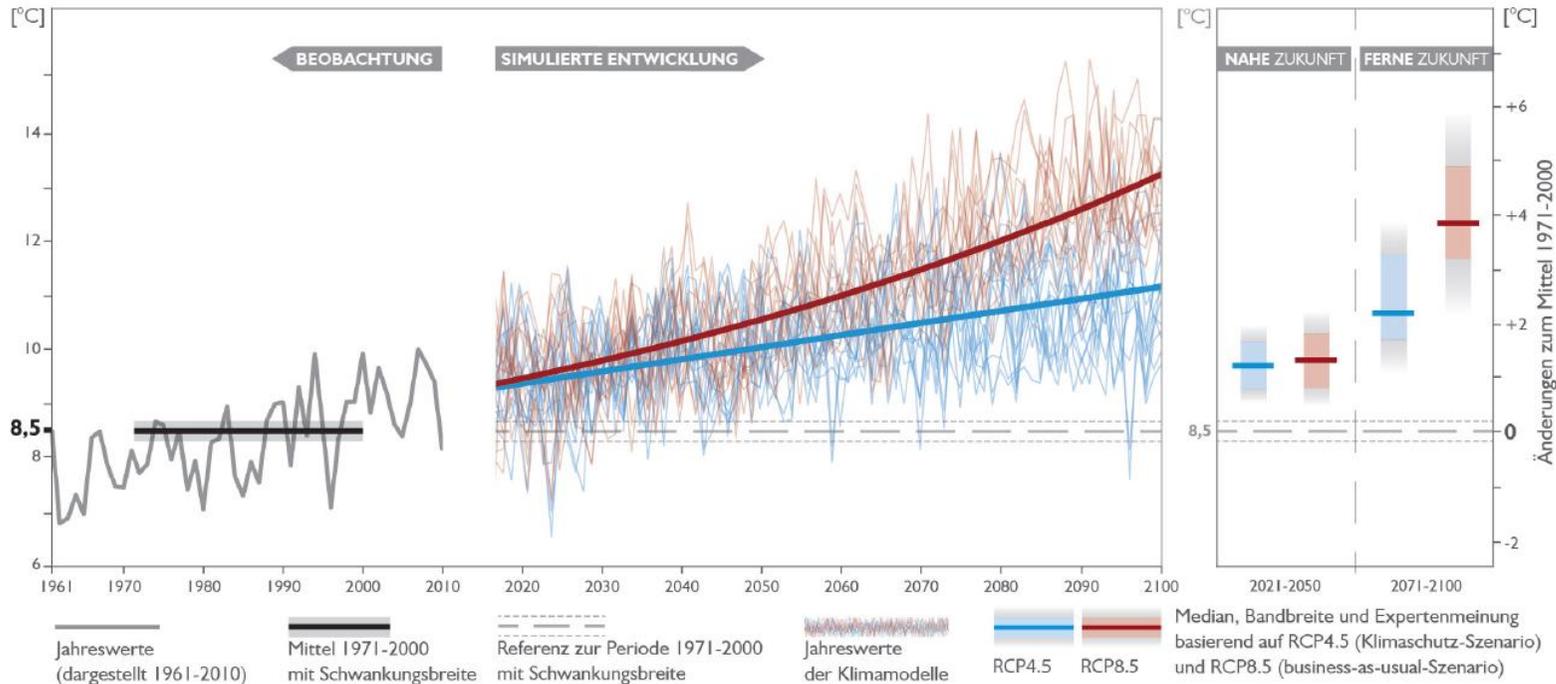
# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich

## Ergebnisse

- Factsheets für jedes Bundesland
  - Informationen zur Methodik und Definitionen (z.B. wie die Diagramme zu interpretieren sind)
  - Mittlere Lufttemperatur
  - Mittlerer Jahresniederschlag
  - Ausgewählte Klimaindizes (greifbar): Hitzetage, Eistage, Niederschlagsepisoden, Trockenepisoden
- Klimaanalyse Vergangenheit
- Klimaszenarien Zukunft

# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich Factsheet Niederösterreich

## Vergangene und simulierte Entwicklung der mittleren Lufttemperatur



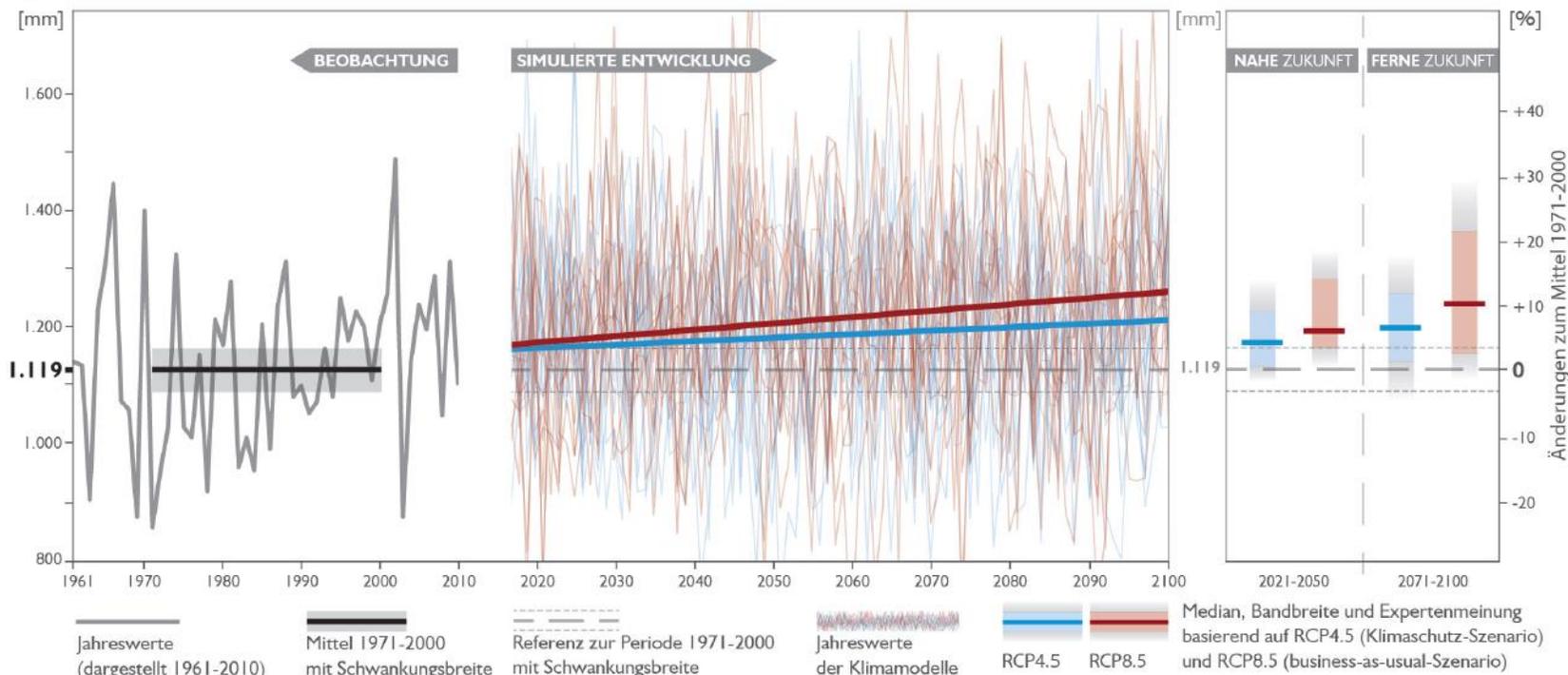
## Beobachtete Werte und simulierte Änderungen der mittleren Lufttemperatur (in °C)

		1971-2000		2021-2050				2071-2100			
		Jahreswerte		RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)		RCP8.5 (business-as-usual)		RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)		RCP8.5 (business-as-usual)	
bis		8,7		+1,7		+1,9		+3,3		+4,9	
<b>Mittel</b>		<b>8,5</b>		<b>+1,3</b>		<b>+1,4</b>		<b>+2,2</b>		<b>+3,9</b>	
von		8,3		+0,8		+0,8		+1,7		+3,1	
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
bis		-0,1	17,6	+2,1	+1,7	+2,1	+2,0	+3,1	+2,9	+5,1	+5,4
<b>Mittel</b>		<b>-0,6</b>	<b>17,4</b>	<b>+1,5</b>	<b>+1,3</b>	<b>+1,5</b>	<b>+1,3</b>	<b>+2,4</b>	<b>+1,9</b>	<b>+4,4</b>	<b>+3,7</b>
von		-1,0	17,2	+0,7	+1,0	+0,7	+1,0	+1,9	+1,6	+3,6	+3,1

Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

# ÖKS15 | Klimaszenarien für Österreich Factsheet Niederösterreich

## Vergangene und simulierte Entwicklung des mittleren Niederschlages



### Beobachtete Werte (in mm) und simulierte Änderungen der mittleren Niederschlagssummen (in %)

		1971-2000		2021-2050				2071-2100			
		Jahreswerte		RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)		RCP8.5 (business-as-usual)		RCP4.5 (Klimaschutz-Szenario)		RCP8.5 (business-as-usual)	
Mittel	bis	827		+10,4		+14,6		+15,6		+23,7	
		<b>792</b>		<b>+5,6</b>		<b>+7,0</b>		<b>+8,7</b>		<b>+11,0</b>	
	von	756		+1,1		+3,5		+1,9		+3,9	
		Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer
Mittel	bis	156	305	+27,1	+12,0	+27,2	+16,3	+21,7	+17,7	+36,5	+19,6
		<b>143</b>	<b>279</b>	<b>+11,4</b>	<b>+1,4</b>	<b>+14,7</b>	<b>+1,8</b>	<b>+10,8</b>	<b>+3,6</b>	<b>+25,6</b>	<b>+1,9</b>
	von	129	254	+1,8	-6,7	-1,0	-7,7	-0,9	-7,9	+13,9	-15,1

Winter: Dezember - Jänner - Februar / Sommer: Juni - Juli - August

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

- Auftraggeber: Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus, 2017
- Projektpartner



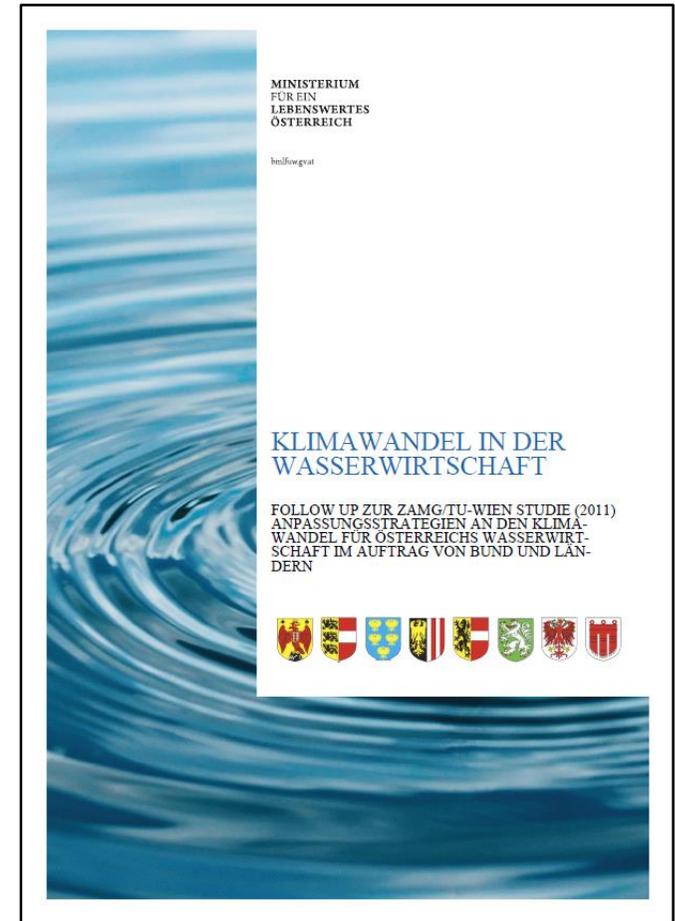
Institut für Wasserbau und  
Ingenieurhydrologie  
Technische Universität Wien



Zentralanstalt für Meteorologie und  
Geodynamik



Institut für Geographie und Raumforschung  
Karl-Franzens-Universität Graz



# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

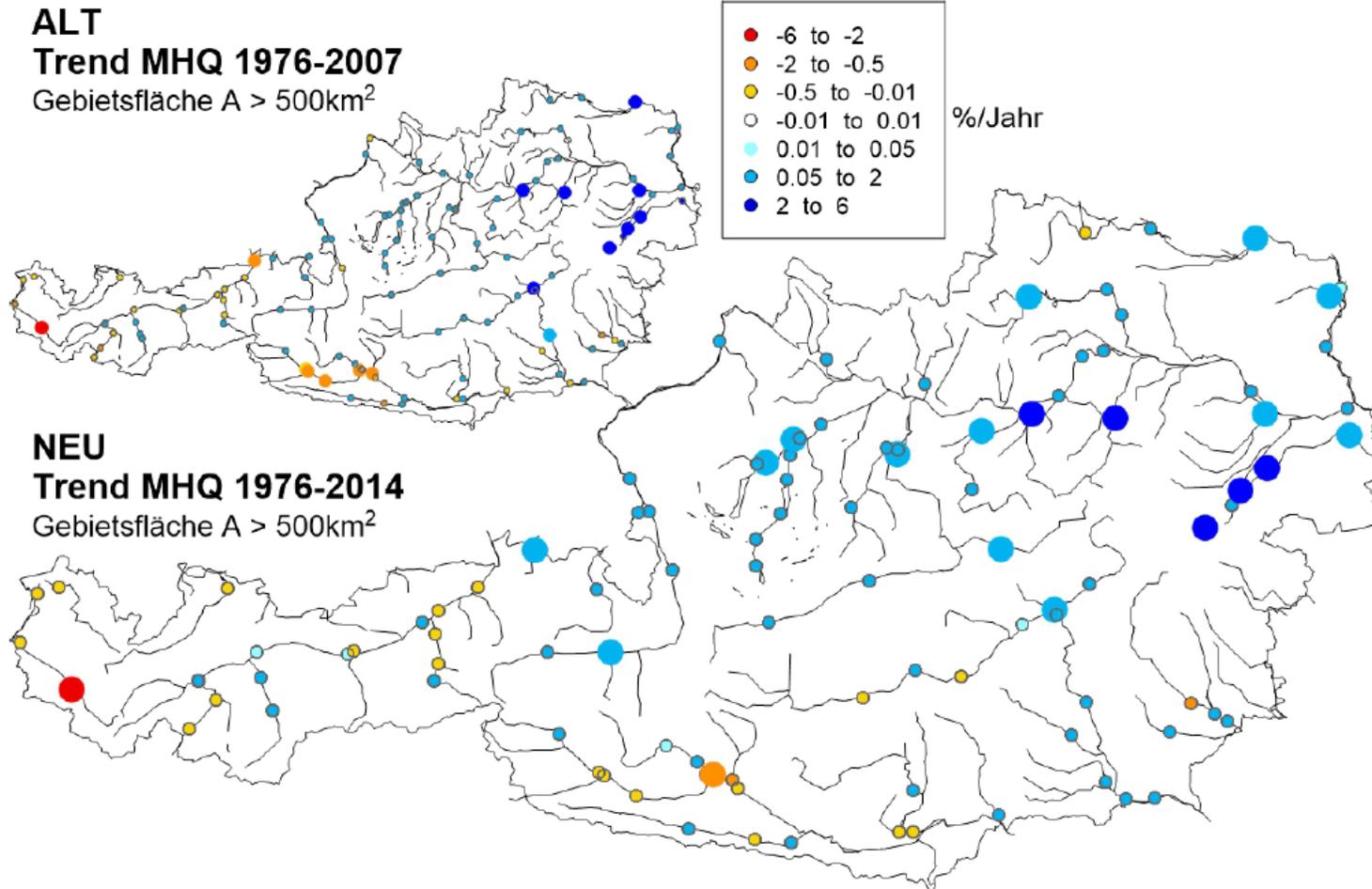
- Follow-Up der Vorgängerstudie aus 2011
- Beurteilung der Einflüsse des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft in Österreich
- Direkte anthropogene Effekte werden nicht berücksichtigt
- Beurteilung der Einflüsse des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft ist mit großen Unsicherheiten verbunden
- Unterscheidung in Situation in der Vergangenheit und Situation in der Zukunft
- Bewertung im Hinblick auf „harte“ und „weiche“ Fakten

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Hochwasser

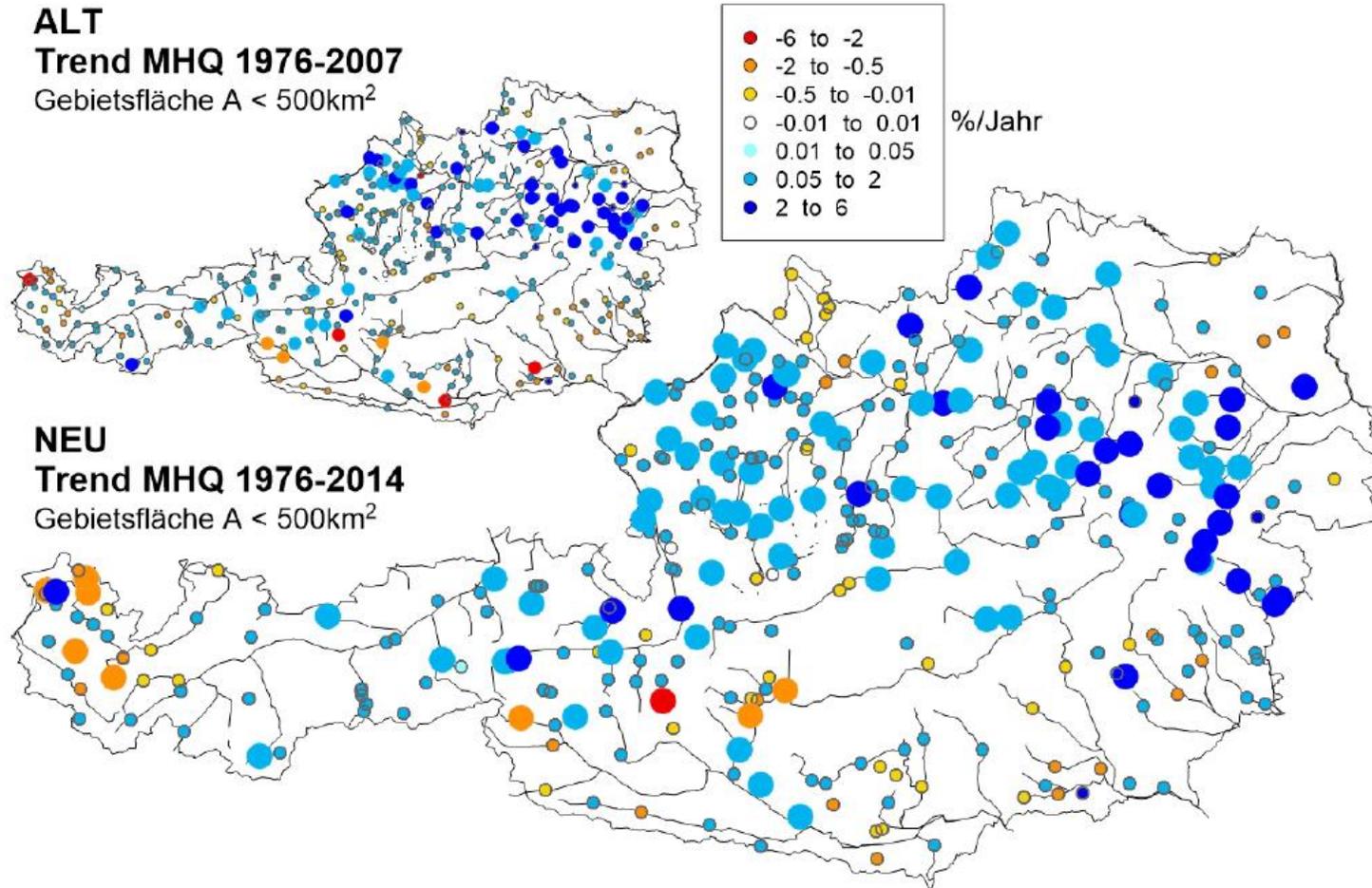
- Es werden regional unterschiedliche Änderungen der Abflüsse bei Hochwasser erwartet.
- **Natürliche Schwankungen der Hochwässer sind jedoch größer als die zu erwartenden Änderungen zufolge des Klimawandels.**
- Die **Einführung eines generellen Klimazuschlages** für Bemessungswerte ist nach dem derzeitigen Stand **nicht erforderlich**.
- Die zunehmenden Trends in den letzten drei Jahrzehnten haben sich etwas verstärkt, denn deutlich mehr Gebiete zeigen im Vergleich zur Vorstudie einen zunehmenden Trend, **besonders kleine Gebiete nördlich des Alpenhauptkammes**.
- Die Häufigkeit der Tiefdruckgebiete von starkniederschlagsrelevanten Zugbahnen dürfte in den nächsten Jahren nicht zunehmen, aber es könnte intensivere Niederschläge bringen.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft Situation Vergangenheit (Hochwasser)



Trends von Jahresmaxima der Hochwässer für die Reihe 1976-2014 im Vergleich zu 1976-2007.  
Große Kreise blau: steigende Trends, Große Kreise rot: fallende Trends, kleine Kreise: Trends nicht  
signifikant. Gebiete größer 500 km<sup>2</sup>.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft Situation Vergangenheit (Hochwasser)



Trends von Jahresmaxima der Hochwässer für die Reihe 1976-2014 im Vergleich zu 1976-2007.  
Große Kreise blau: steigende Trends, Große Kreise rot: fallende Trends, kleine Kreise: Trends nicht  
signifikant. Gebiete kleiner 500 km<sup>2</sup>.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Situation Vergangenheit (Hochwasser)

viadonau

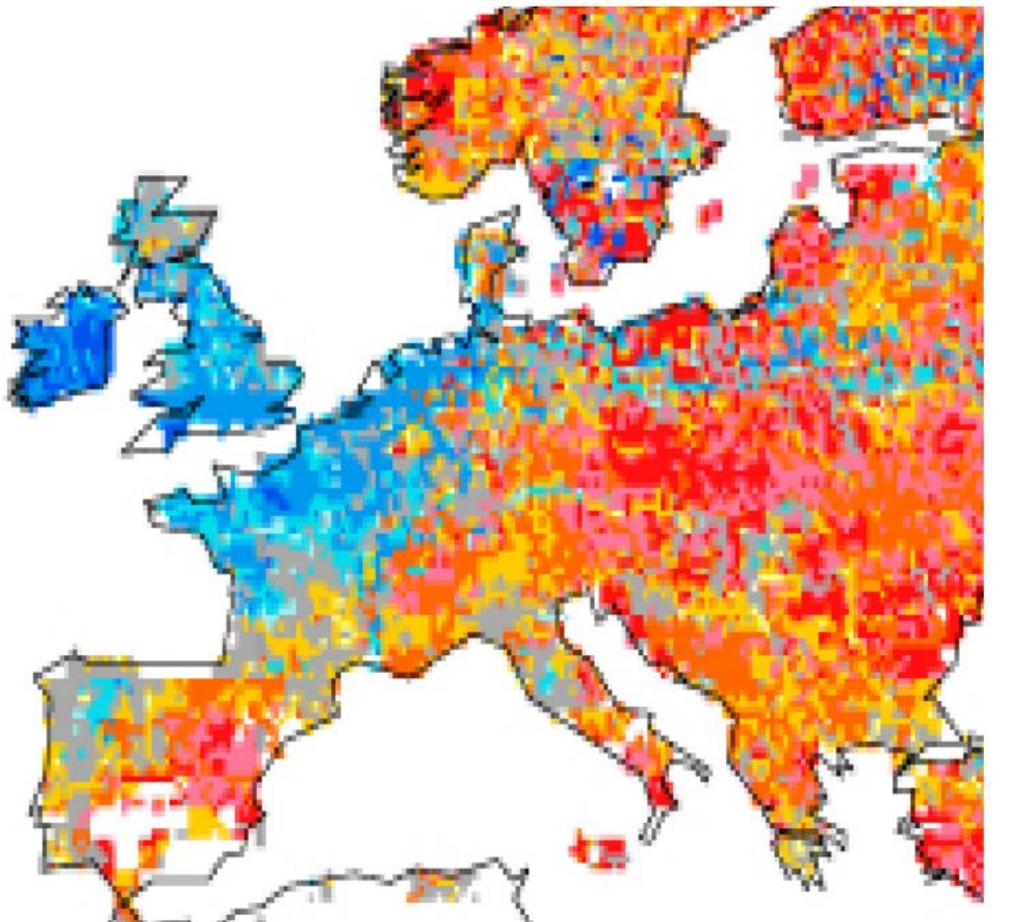
- Studie „Understanding Flood Regime Changes in Europe: A state of the art assessment.” Hall et al. (2014)
- Zusammenfassung des Standes der Forschung zu Veränderungen von Hochwässern mit Schwerpunkt Europa
  - Nordosteuroopa: abnehmend
  - Südeuropa: abnehmend
  - Westeuropa: zunehmend
  - Nachbarländer Österreichs: eher zunehmend



Trends beobachteter Hochwasserdurchflüsse in Europa in den letzten Jahrzehnten. Hall et al. (2014)

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Situation Zukunft (Hochwasser)



### Simuliertes Szenario zukünftiger

Hochwasserwahrscheinlichkeiten um 2080 im Vergleich zum 20. Jahrhundert in Europa. Aufgetragen ist die zukünftige Jährlichkeit des Durchflusses, der einem 100 jährlichen Hochwasser im 20. Jahrhundert entspricht. Rote Farben entsprechen einer Abnahme des Hochwasserdurchflusses, blaue Farben einer Zunahme. Wie im IPCC Assessment Report angeführt. Aus Hirabayashi et al. (2013) „Global flood risk under climate change“

- Aufgrund dieses Szenarios geringfügige Abnahme der HW-Abflüsse
- In der Studie wird auf die großen Unsicherheiten solcher Szenarien hingewiesen

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

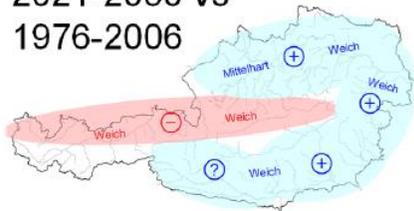
## Situation Zukunft (Hochwasser)

- **Definition von Mechanismen möglicher Veränderungen von Hochwässern in Österreich**
    - Zunahme des Winterniederschlags, Abnahme des Sommerniederschlags (z.B. durch Verschiebung der Zirkulationsmuster) (mittelharte Aussage)
    - Zunahme der Lufttemperatur → Erhöhung des Anteils konvektiven Niederschlags und dadurch höhere Niederschlagsintensitäten (weiche Aussage)
    - Zunahme der Lufttemperatur → Erhöhung der Schneefallgrenze → größerer Anteil flüssigen Niederschlags (harte Aussage)
    - Zunahme der Lufttemperatur → Verschiebung der Schneeschmelze in das Frühjahr → Verschiebung des Jahresverlaufes des Abflussbeiwertes; aber auch Erhöhung der Verdunstung → Verringerung des Abflussbeiwertes (harte Aussage)
- **Komplexe physikalische Abläufe mit komplexer hydrologischer Wirkung**

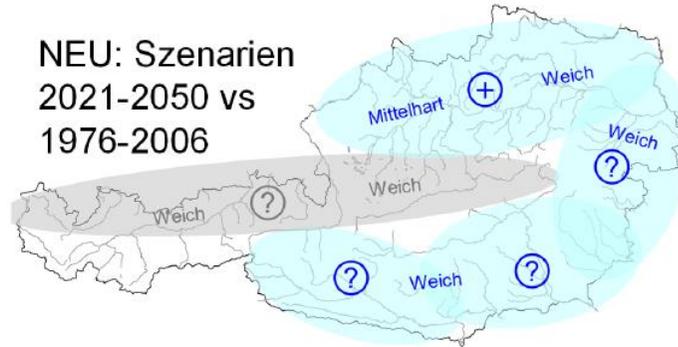
# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Situation Zukunft (Hochwasser)

ALT: Szenarien  
2021-2050 vs  
1976-2006



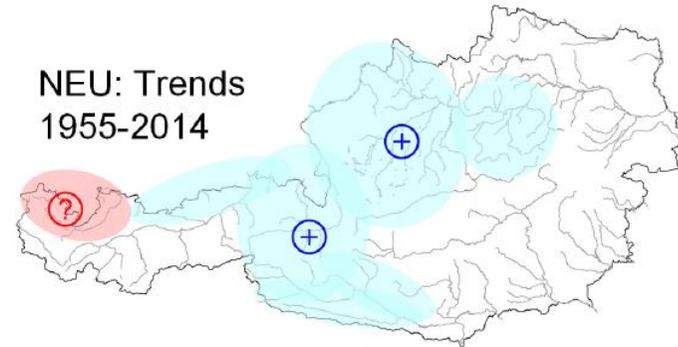
NEU: Szenarien  
2021-2050 vs  
1976-2006



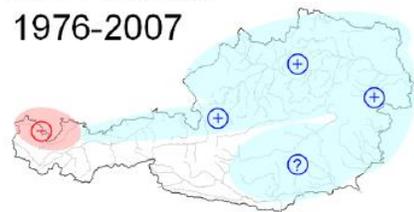
ALT: Trends  
1955-2007



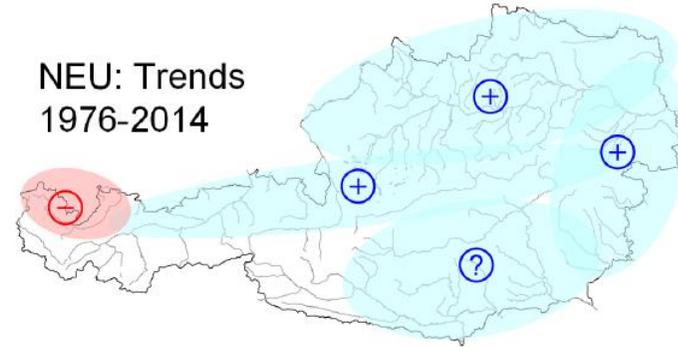
NEU: Trends  
1955-2014



ALT: Trends  
1976-2007



NEU: Trends  
1976-2014



### Generalisierte Änderungen des HQ100.

**Oben:** Szenarienanalysen (Delta-Change) für alle Mechanismen gemeinsam, 2021-2050 im Vergleich zu 1976-2006.

**Mitte:** Trends von Jahresmaxima der Hochwässer für die Reihe 1955-2014 (bzw. 1955-2007).

**Unten:** Trends von Jahresmaxima der Hochwässer für die Reihe 1976-2014 (bzw. 1976-2007).

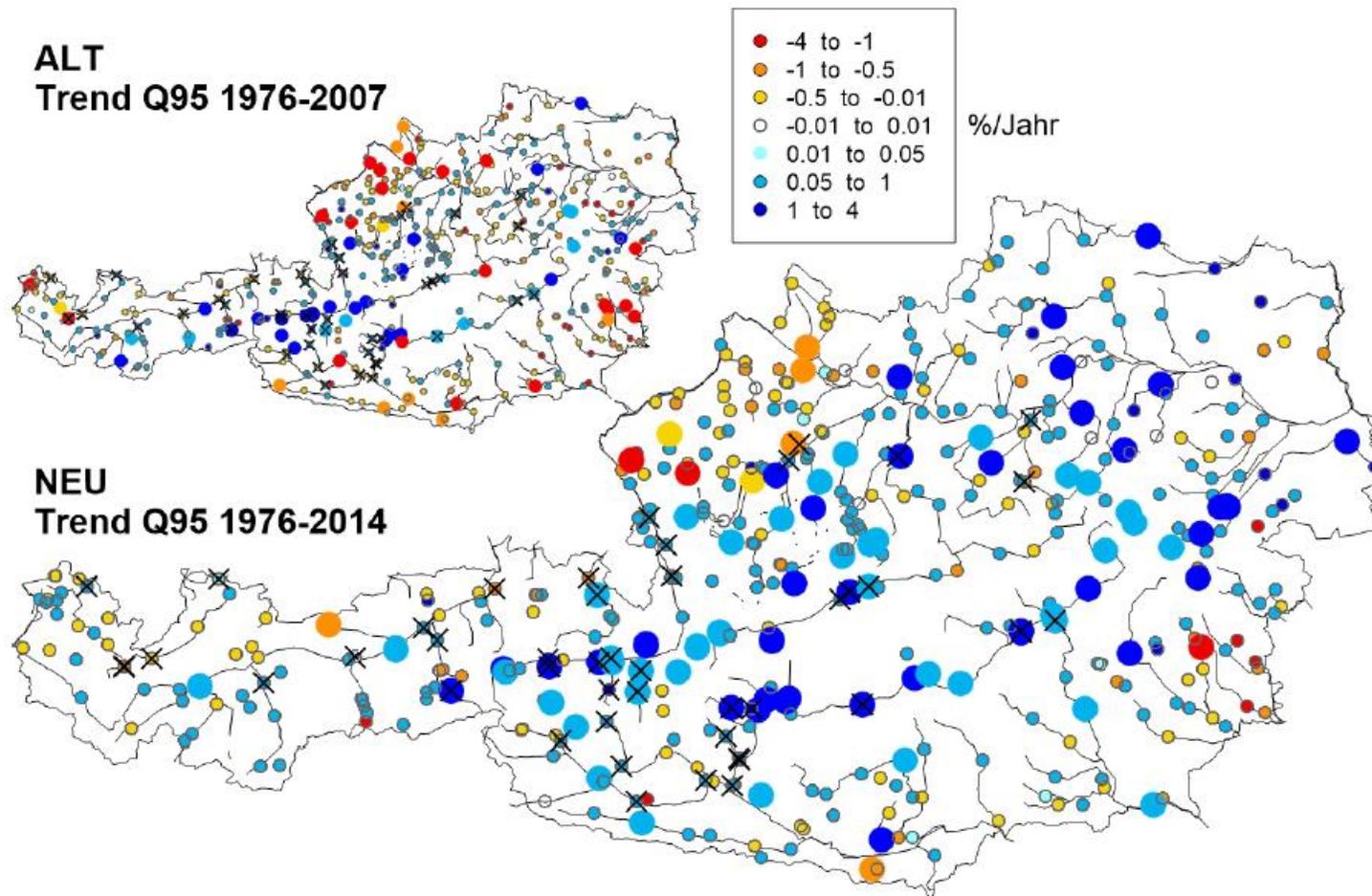
Bei den Trends wurden die Regionen entsprechend der Mehrheit der Stationen mit signifikanten positiven bzw. negativen Trends markiert. Große Bilder rechts: vorliegende Studie. Kleine Bilder links: Vorgängerstudie.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Niederwasser

- Die niederwasserauslösenden Prozesse in Österreich unterscheiden sich im wesentlichen nach der Höhenlage; Sommerniederwässer im Flachland des Ostens und Winterniederwässer in den Alpen im Westen
- In den **Flachlandregionen Ost- und Südösterreichs kann eine Abnahme der Abflüsse bei Niederwasser eintreten.**
- Die Niederwasserjahre 2003 und 2015 eignen sich aus hydrologischer Sicht sehr gut für die Beurteilung von Niederwassersituationen bei Klimaänderung im Sommer.
- Zukunftsbetrachtung: Szenarienberechnungen ergeben im Weinviertel eine Abnahme der Niederwasserabflüsse von etwa 10-15%

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft Situation Vergangenheit (Niederwasser)

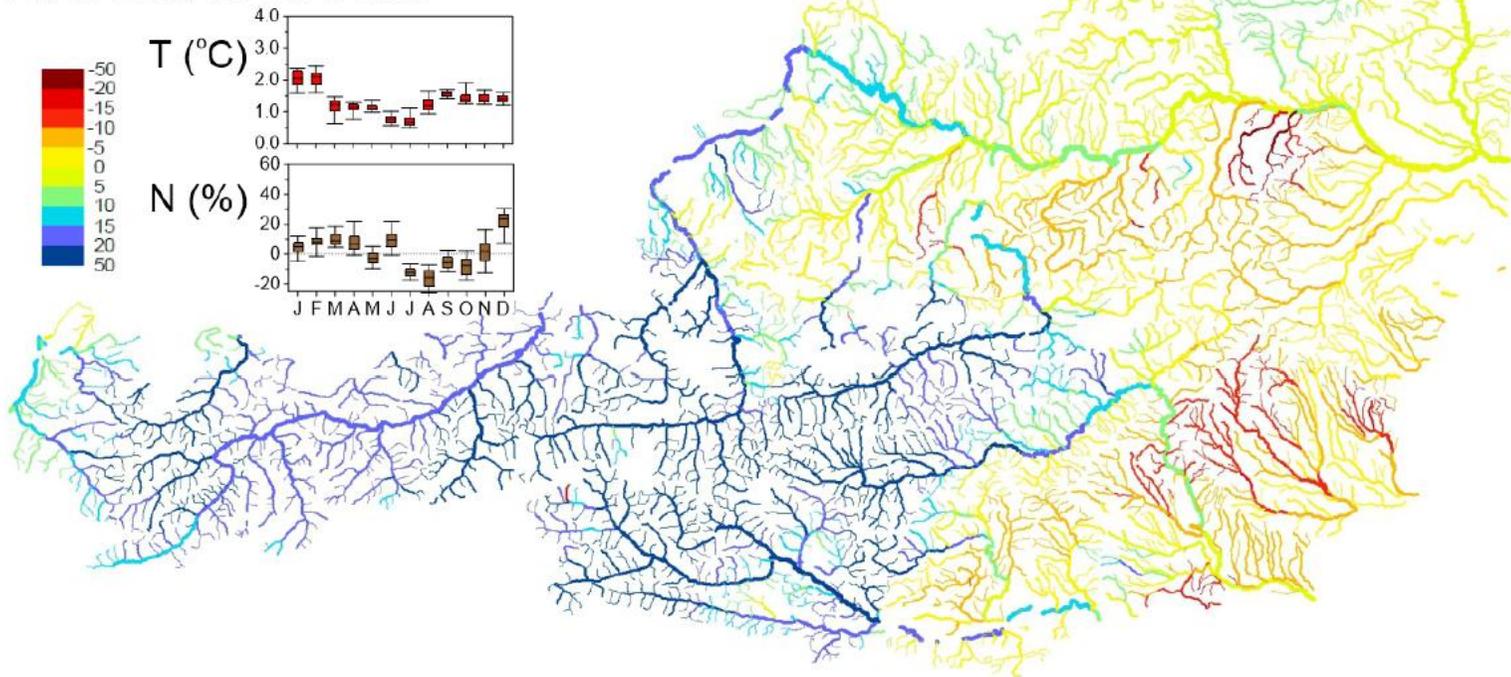


Trends der Jahresniederwasserdurchflüsse  $Q_{95}$  für die Periode 1976-2014 im Vergleich zu 1976-2007. Pegel mit mindestens 32 Jahren Beobachtung. Große Kreise blau: steigende Trends, Große Kreise rot: fallende Trends, kleine Kreise: Trends nicht signifikant. Kreuze zeigen Pegel, die durch Überleitung/Speicher beeinflusst sind.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft Situation Zukunft (Niederwasser)

NEU

% Änderung des Q<sub>95</sub> (WEGC ECHAM5 A1B)  
2021-2050 vs 1978-2007



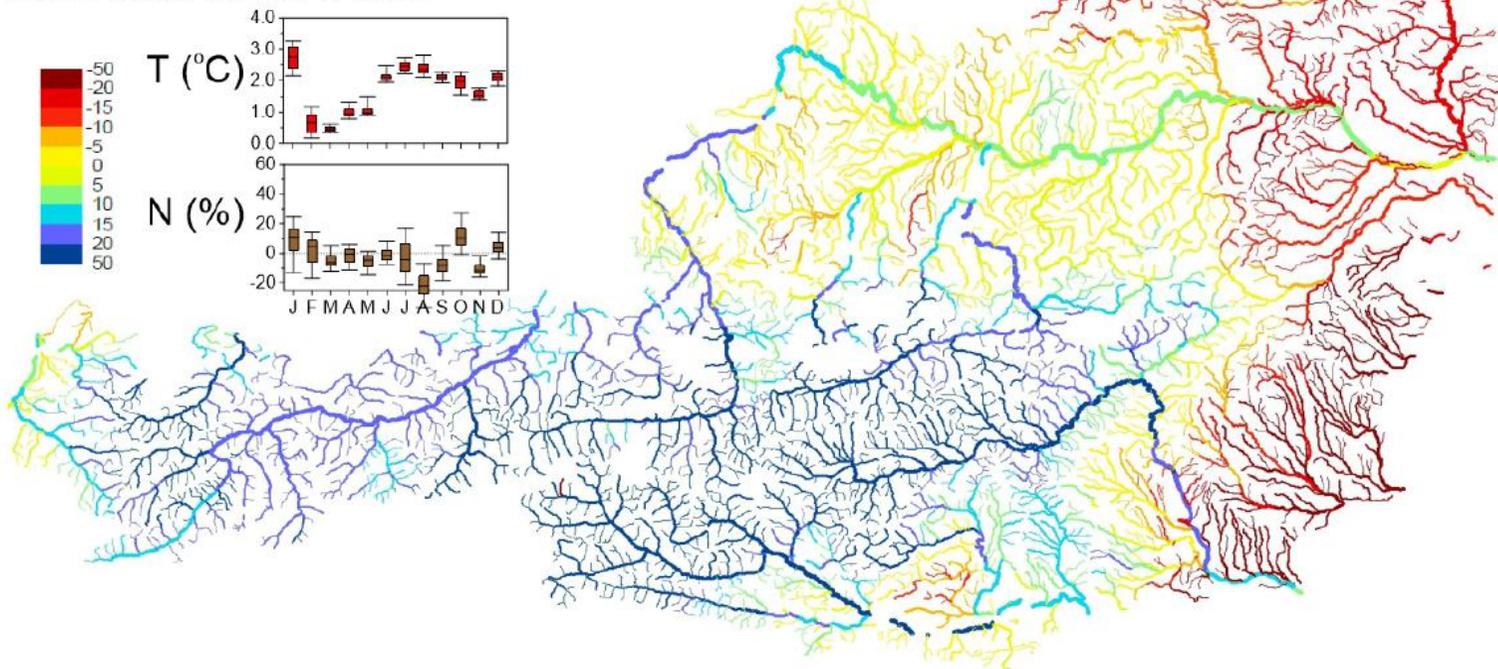
Änderungen in % des Q<sub>95</sub> Niederwasserdurchflusses für den Zeitraum 2021-2050 im Vergleich zum Zeitraum 1978-2007 berechnet mit dem Niederschlag-Abflussmodell. Klimamodellkombination WEGC\_ECHAM5 und Klimaszenario 1B. Blau: Zunahme, rot: Abnahme. Kleine Bilder zeigen Änderungen der mittleren monatlichen Lufttemperatur und des Niederschlags. Ergebnis des CILFAD Projektes.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft Situation Zukunft (Niederwasser)

NEU

% Änderung des Q<sub>95</sub> (AIT HADCM3 A1B)

2021-2050 vs 1978-2007



Änderungen in % des Q<sub>95</sub> Niederwasserdurchflusses für den Zeitraum 2021-2050 im Vergleich zum Zeitraum 1978-2007 berechnet mit dem Niederschlag-Abflussmodell. Klimamodellkombination HADCM3 und Klimaszenario A1B. Blau: Zunahme, rot: Abnahme. Kleine Bilder zeigen Änderungen der mittleren monatlichen Lufttemperatur und des Niederschlags. Ergebnis des CILFAD Projektes.

# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Situation Zukunft (Niederwasser)

### Klimamodelle

- ECHAM5
  - Globales atmosphärisches Zirkulationsmodell (Max-Planck-Institut für Meteorologie); Verwendung unter anderem im 4. IPCC Assessment Report
- HADCM3 (Hadley Centre Coupled Model version 3)
  - Verwendung im 3. und 4. IPCC Assessment Report

IPCC ... Intergovernmental Panel on Climate Change

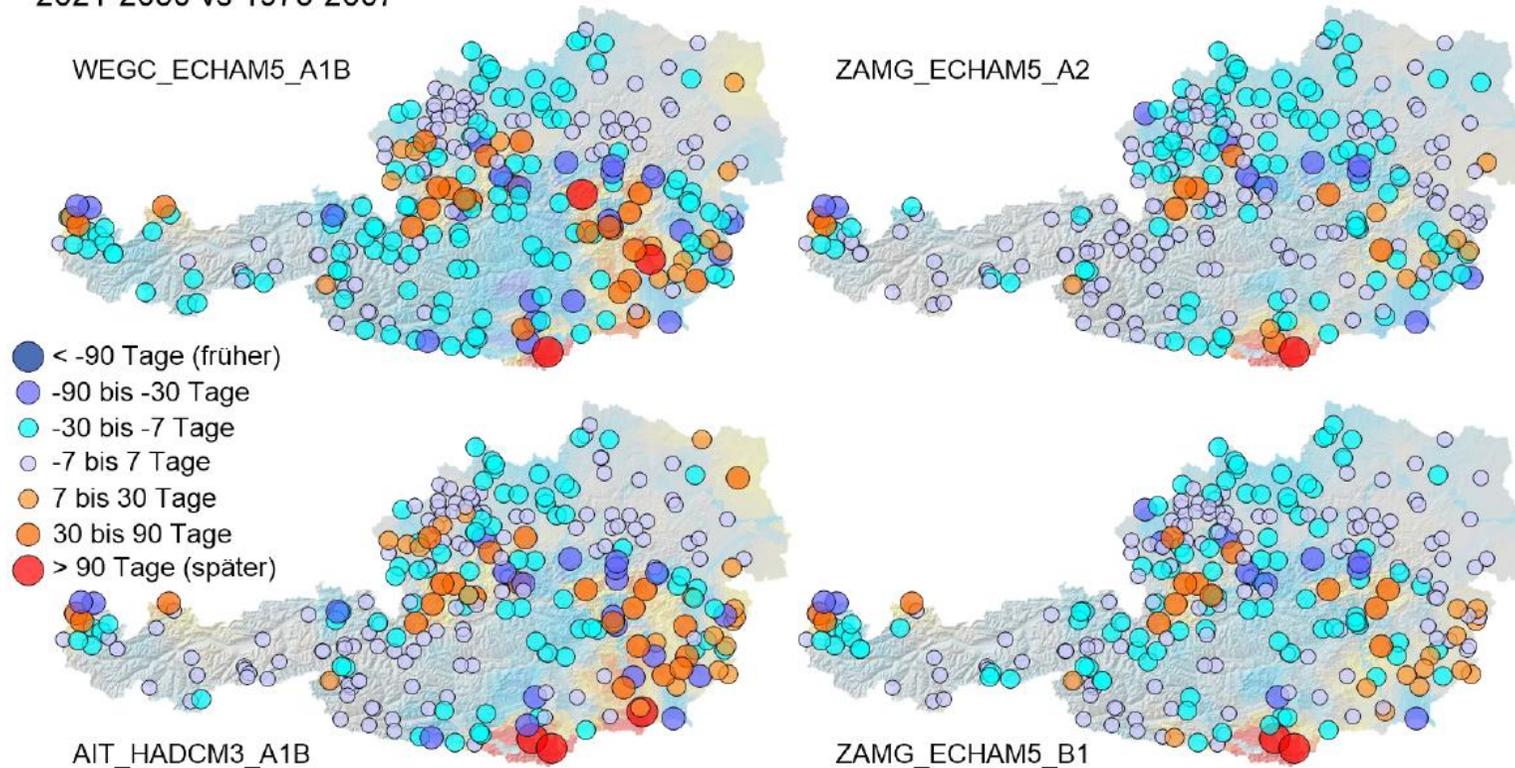
# Klimawandel in der Wasserwirtschaft

## Situation Zukunft (Niederwasser)

NEU

Änderung der Saisonalität des Q95

2021-2050 vs 1978-2007



Änderungen des mittleren Zeitpunkt innerhalb des Jahres an dem der Durchfluss kleiner als das  $Q_{95}$  ist. Zeitraum 2021-2050 im Vergleich zum Zeitraum 1978-2007 berechnet mit dem Niederschlag-Abflussmodell und verschiedenen Klimamodellen bzw. Klimaszenarien. Blau: frühere Niederwässer, rot: spätere Niederwässer. Ergebnis der CILFAD und Aqua Stress Projekte. Parajka et al. (2016)

# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau

viadonau

Journal of Hydrology 563 (2018) 987–999



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Hydrology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jhydrol](http://www.elsevier.com/locate/jhydrol)



Research papers

From ENSEMBLES to CORDEX: Evolving climate change projections for Upper Danube River flow

Philipp Stanzel\*, Harald Kling

*Pöyry Austria GmbH, Water Resources, Kranichberggasse 4, 1120 Vienna, Austria*



- Auftraggeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde BfG



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169418304803>

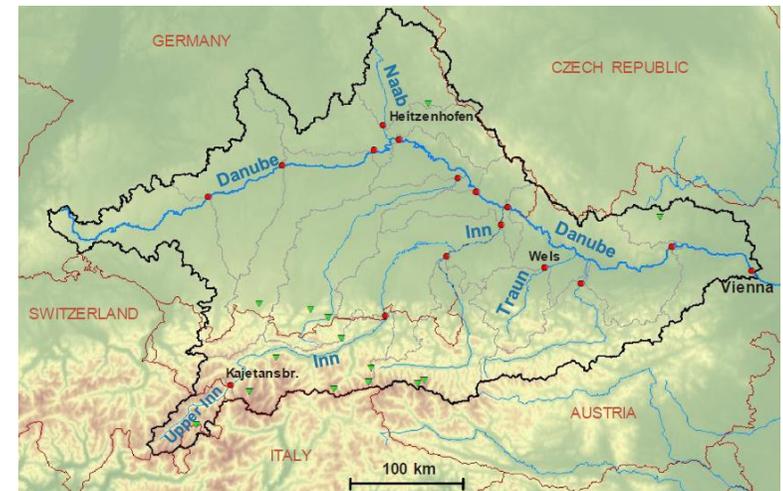
<https://www.journals.elsevier.com/journal-of-hydrology>

# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau

- 2 Prognosezeiträume (2021-2050 und 2071-2100)
- 2 Klimaszenarien (**R**epresentative **C**oncentration **P**athways RCPs)
  - RCP 4.5 (mittleres Emissionsszenario)
  - RCP 8.5 (hohes Emissionsszenario, keine Maßnahmen zum Klimaschutz)
- Verwendung eines Niederschlag-Abfluss-Modells (COSERO)
- Vergleichsperiode 1961-1990 (entspricht Zeitraum KWD 1996)

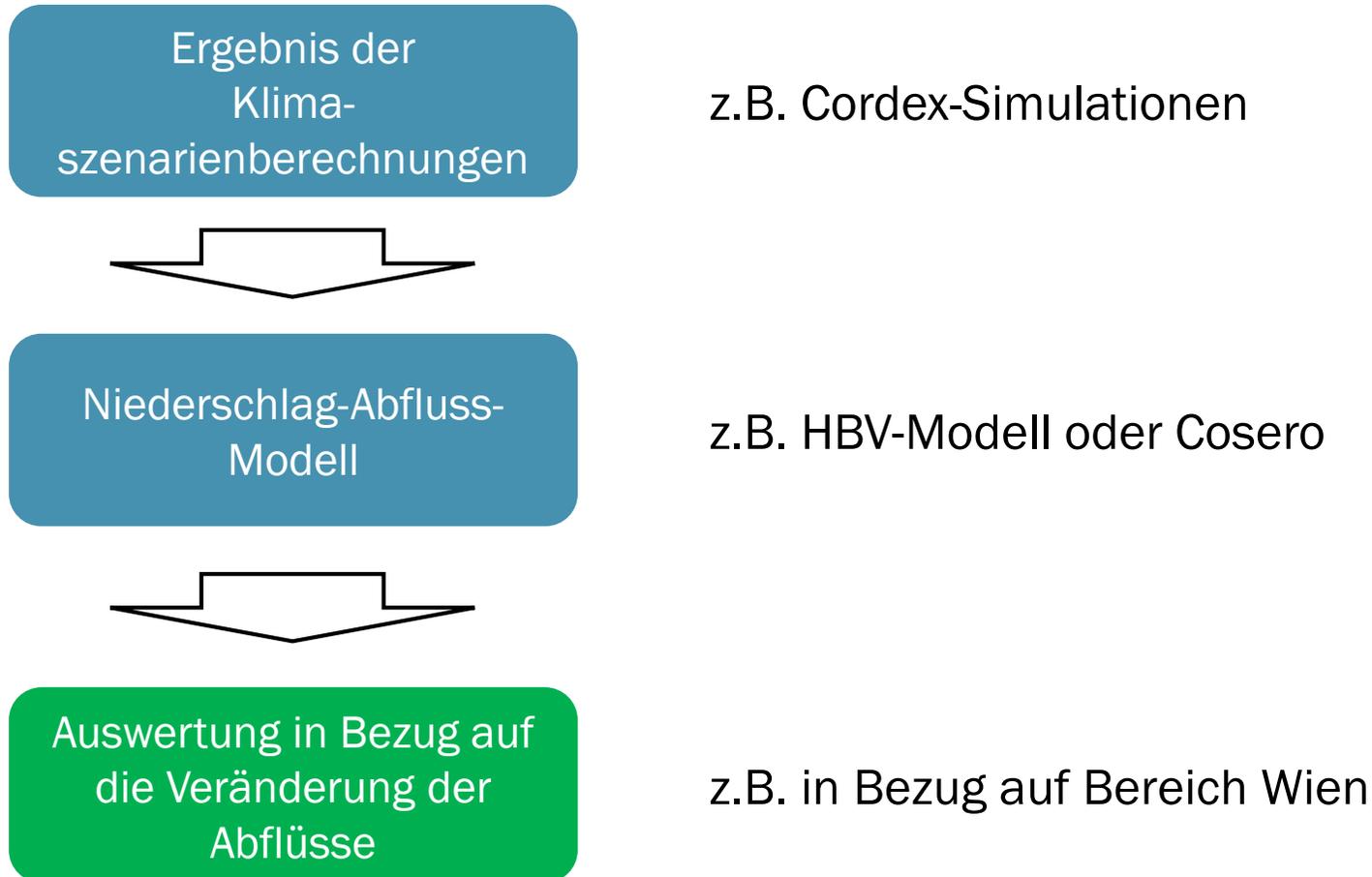
## Teilauszug der Ergebnisse

- **Abfluss**
  - signifikante Zunahme im Winter und Frühling
  - signifikante Abnahme im Sommer und Herbst



(Stanzel und Kling, 2018)

# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau



# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau

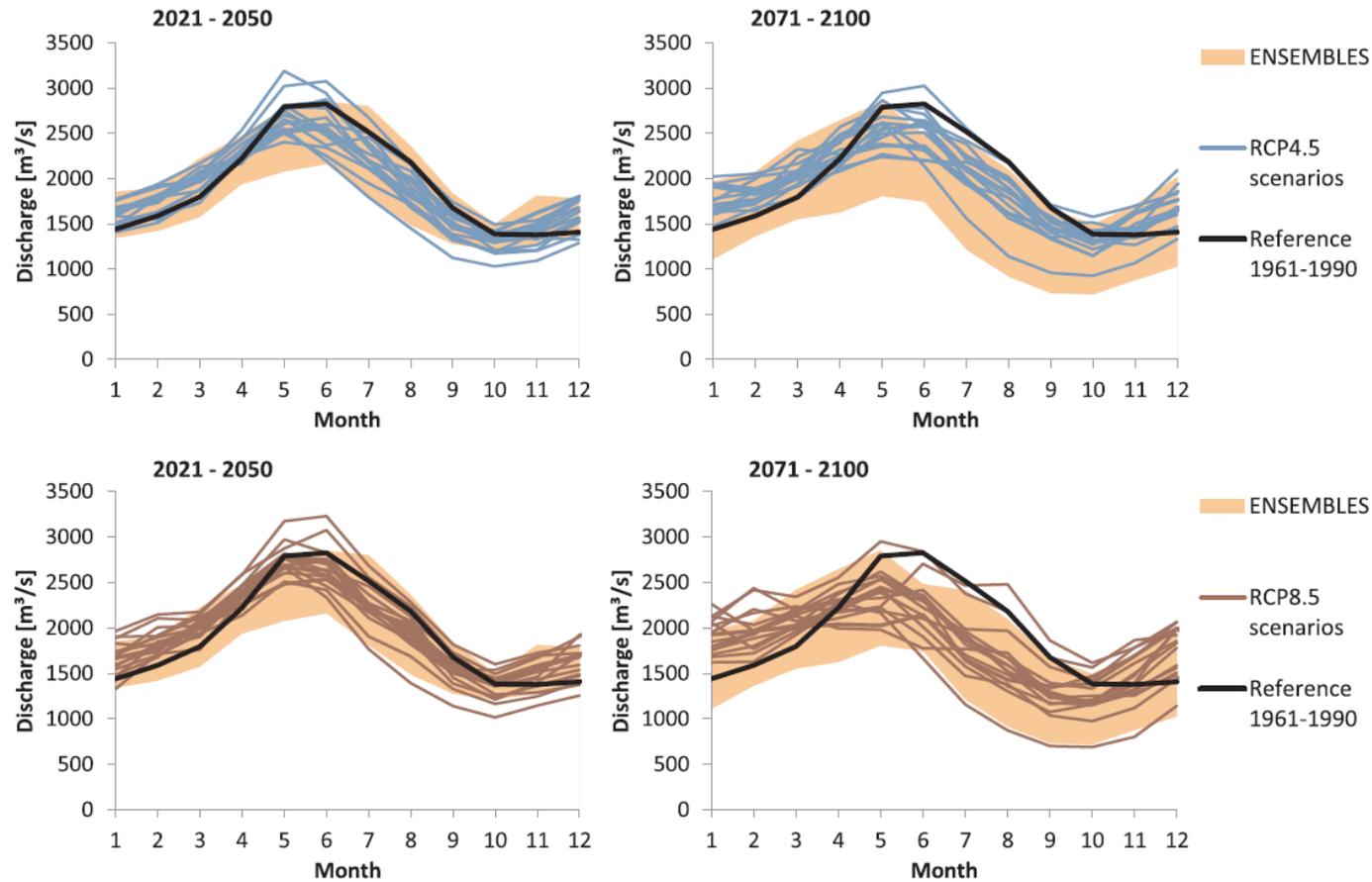


Fig. 6. Seasonal discharge projections for the Danube at Vienna for 2021–2050 (left) and 2071–2100 (right). Black: reference period 1961–1990; blue (top): CORDEX RCP4.5 scenarios; red (bottom): CORDEX RCP8.5 scenarios. Orange shading: range of ENSEMBLES results. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau

**Table 2**

Ensemble medians of seasonal and annual climate change signals for mean temperature ( $\Delta T$ ) and mean precipitation ( $\Delta P$ ) in the catchment area of the Upper Danube, and for discharge ( $\Delta Q$ ) of the Danube at Vienna, for the two future periods. Climate change signals in relation to the reference period 1961–1990.

			2021–2050					2071–2100				
			Spring	Summer	Autumn	Winter	Annual	Spring	Summer	Autumn	Winter	Annual
$\Delta T$ [°C]	ENSEMBLES	A1B	1.3	1.6	1.6	1.8	1.5	2.7	3.7	3.1	3.6	3.2
	CORDEX	RCP4.5	1.0	1.5	1.3	1.7	1.4	2.1	2.3	2.4	2.7	2.3
	CORDEX	RCP8.5	1.3	1.5	1.6	1.6	1.5	3.7	4.1	4.1	4.7	4.1
$\Delta P$ [%]	ENSEMBLES	A1B	5.0	2.6	7.3	6.3	4.1	10.1	-9.4	7.5	8.4	4.5
	CORDEX	RCP4.5	10.4	-1.2	2.7	9.7	4.9	13.0	2.6	5.7	13.7	6.9
	CORDEX	RCP8.5	12.9	1.7	7.6	13.1	6.5	17.7	-3.7	10.4	20.5	9.3
$\Delta Q$ [%]	ENSEMBLES	A1B	-4.3	-12.0	-1.9	8.4	-3.9	-4.3	-32.5	-14.4	13.4	-12.0
	CORDEX	RCP4.5	2.2	-11.8	-5.7	12.8	-1.8	1.8	-13.2	-5.5	17.9	-1.4
	CORDEX	RCP8.5	4.3	-9.6	-0.8	17.1	1.3	-0.9	-24.8	-12.2	29.2	-5.1

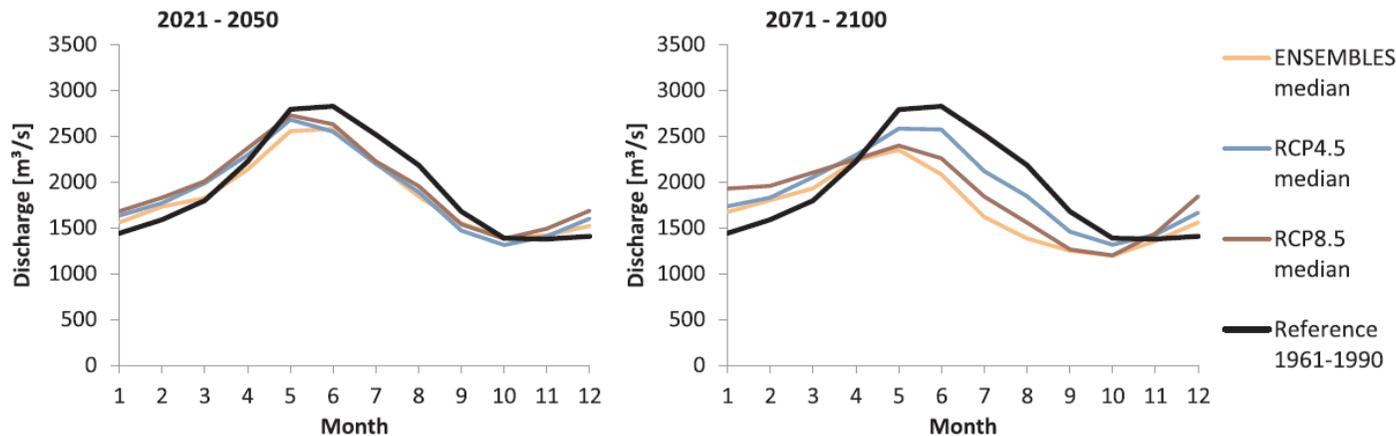


Fig. 7. Median seasonal discharge projections based on different RCM ensembles for the Danube at Vienna for 2021–2050 (left) and 2071–2100 (right).

(Stanzel und Kling, 2018)

# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau

**Table 3**

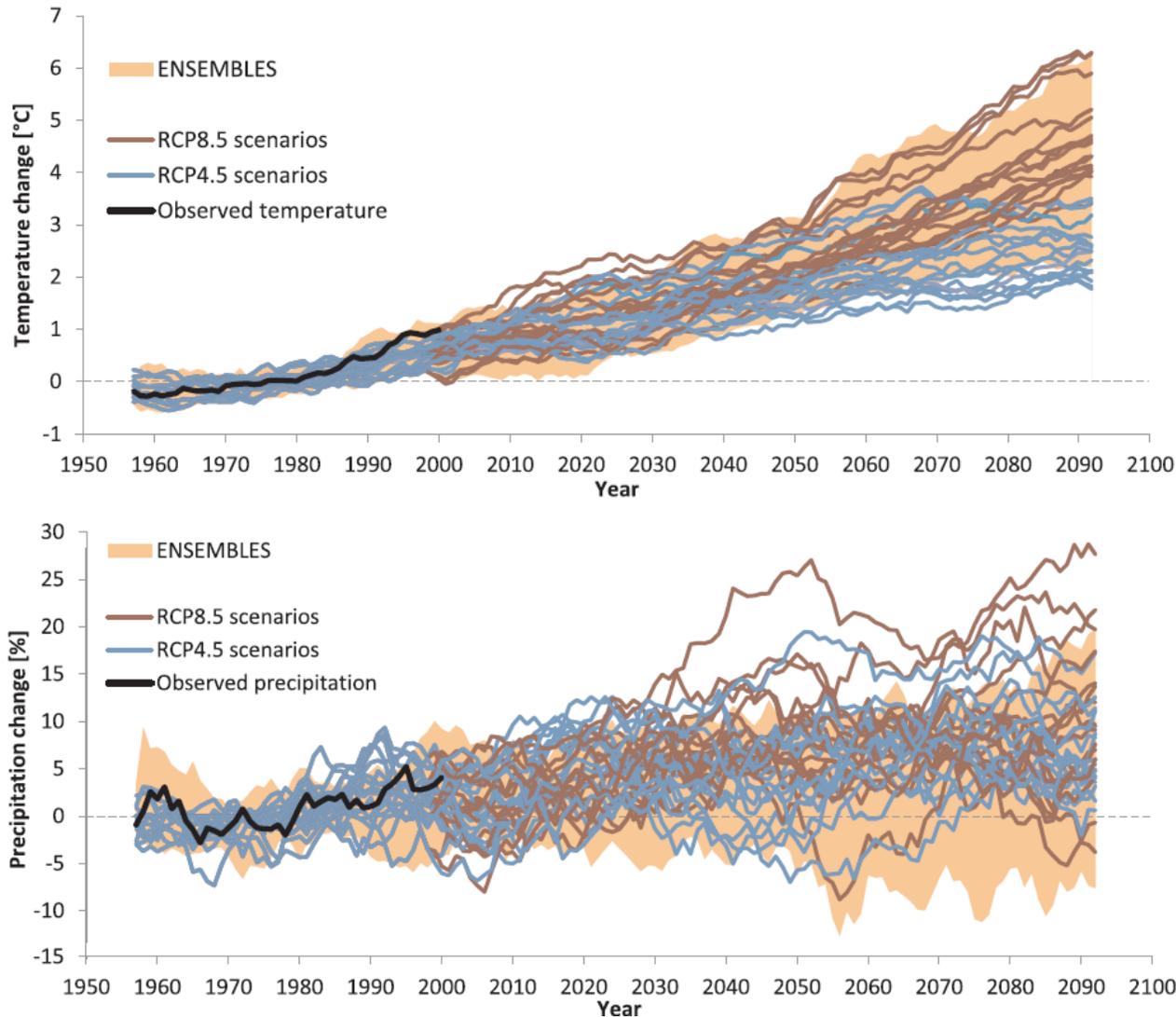
Projected changes in monthly high flow (exceedance probability of 10%, Q10) and monthly low flow (exceedance probability of 90%, Q90) of the Danube at Vienna. Median, lower quartile and upper quartile values of the distribution of RCM model ensemble results, for the two future periods. Climate change signals in relation to the reference period 1961–1990.

		2021–2050		2071–2100	
		Δ Q10 [%]	Δ Q90 [%]	Δ Q10 [%]	Δ Q90 [%]
ENSEMBLES	lower quartile	-10.5	-5.8	-20.6	-25.0
	median	-6.5	-0.7	-9.3	-10.2
	upper quartile	-1.0	3.0	-5.8	-1.8
CORDEX RCP4.5	lower quartile	-5.0	-7.3	-4.8	-5.0
	median	-2.0	-0.1	-2.2	0.4
	upper quartile	0.1	1.5	3.1	2.5
CORDEX RCP8.5	lower quartile	-1.6	-3.3	-9.6	-11.1
	median	0.6	3.4	-5.3	-7.4
	upper quartile	2.3	6.4	-0.1	1.8

(Stanzel und Kling, 2018)

- Beispiel Pegel Wildungsmauer
  - 10% Verringerung im niederen Abflussbereich entsprechen etwa 15 cm im Wasserspiegel

# CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau



**Fig. 4.** Climate change projections for the upper Danube basin as compared to 1961–1990. 15-year moving averages of temperature change (top) and precipitation change (bottom). Black: observation; blue: CORDEX RCP4.5 scenarios; red: CORDEX RCP8.5 scenarios. Orange shading: range of ENSEMBLES results. (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Trends  
vs.  
Schwankungsbreiten

# Zusammenfassung

- Fülle von Informationen → Herausforderung die für die Fragestellung relevanten Informationen zu filtern
- Wie werden die Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft sein?
  - Generelle Aussagen sind überaus schwierig
    - Unsicherheiten (Klimamodelle, Datengrundlagen), Bandbreiten der Ergebnisse, Klimaschutzmaßnahmen
  - Hochwasser
    - Zukunftsprojektionen sind teils mit großen Unsicherheiten behaftet
    - Natürliche Schwankungen der Hochwässer sind wesentlich größer als Änderungen aufgrund des Klimawandels -> aus derzeitiger Sicht kein Sicherheitszuschlag notwendig (Studie TU Wien)
  - Niederwasser
    - In den Flachlandregionen Ost- und Südösterreichs kann eine Abnahme der Abflüsse bei Niederwasser von etwa 10-15% eintreten (mittelharte Aussage).

# Schlussfolgerungen für die operationelle Tätigkeit

- Qualität und Güte der aufgezeichneten Parameter sichern; in jedem Forschungsprojekt erfolgt eine Analyse der Vergangenheit bis zum Ist-Stand, welcher als Vergleichsbasis dient
- Neben dem klassischen Anwendungsfeld Hochwasser gewinnt die Thematik Niederwasser kontinuierlich an Bedeutung
- dies betrifft sowohl die Forschung als auch das Monitoring im Rahmen der Hydrografie und Hydrologie
  - Messgeräte (ADCP-Messgeräte für geringe Wassertiefen)
  - Entwicklung innovativer Ansätze zur angewandten Messung von Parametern (Einsatz von LIDAR in der Wasserwirtschaft) – Stichwort Digitalisierung
  - Auswertungen und Statistik
- relevante Forschungsergebnisse verfolgen, interpretieren und analysieren

# Ausblick

- Follow-Up Studien wären vorteilhaft, da sich die Rahmenbedingungen für Klimaforschung (Datengrundlagen, Klimamodelle, Gesellschaft, Politik) stetig ändern
  - Mehr Regionalität gewünscht um die sehr umfangreichen Ergebnisse von großen Studien greifbarer zu machen
    - Einzugsgebietsbezogen (vgl. CORDEX – Anwendung auf Einzugsgebiet Donau)
    - Fokussierung auf wasserwirtschaftlich relevante Zielparameter, z.B. „Abfluss“ → Verknüpfung von Klimaszenarien mit Niederschlags-Abfluss-Modellen
    - Flachland vs. Alpine Gebiete
- Klimaforschung ist für die Wasserwirtschaft eine grundlegende Wissenschaft
- Regionalisierung und Fokussierung auf Einzugsgebiete ist für die operationelle Tätigkeit wichtig

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

## Kontakt



Achim Naderer  
Fachbereich Hydrologie  
T +43 50 4321-2422  
achim.naderer@viadonau.org  
Donau-City-Straße 1, 1220 Wien

**viadonau**