Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

MeteoSchweiz

Klimaszenarien

Grenzen der Regionalisierung und der Aussagekraft

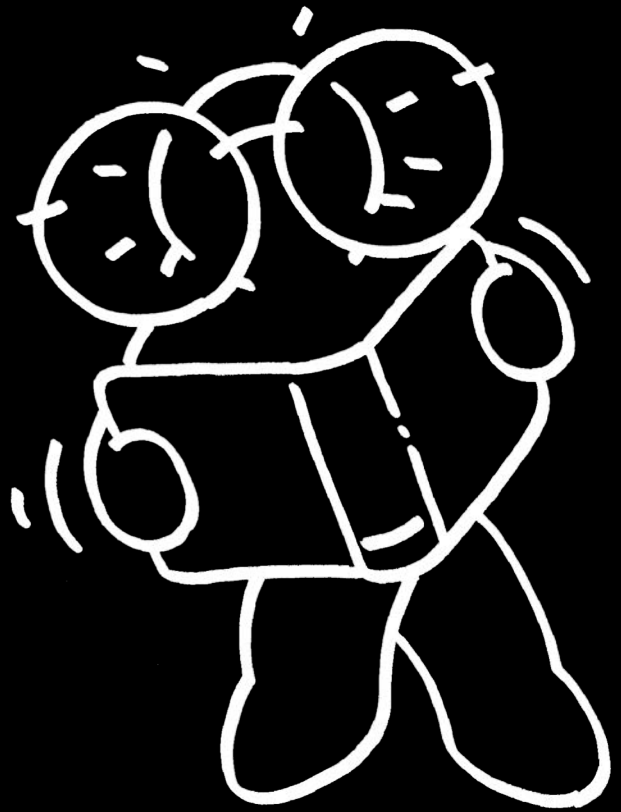
Sven Kotlarski

Dank an **Prisco Frei** **Douglas Maraun** **Christian Steger** **Flavian Tschurr**

Ole R.

Wissenschaftler

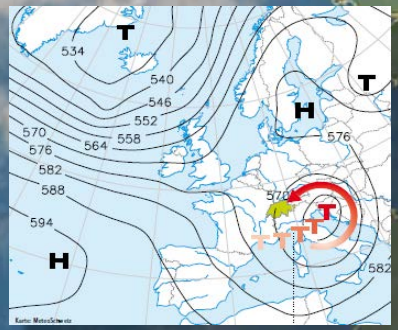
Hydrologische Modellierung



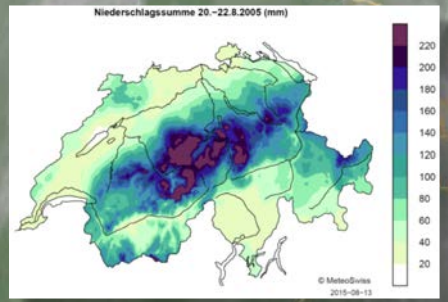
Aufgabe

Auswirkung des zukünftigen Klimawandels auf hydrologische Extremereignisse im Rhein-Einzugsgebiet

Augusthochwasser 2005



Eingebundene und organisierte Konvektion, beeinflusst durch regionale Topographie



Zufuhr
feuchtwarmer Mittelmeerfluft

Extreme Niederschlags-mengen in den nördlichen Vor- und Zentralalpen

«Jahrhunderthochwasser»

Synoptische Situation
Genuatief mit Vb – Vd Zugbahn

Zukünftige Frequenz- und Intensitätsänderungen:
Klimamodelle müssen alle relevanten Prozesse abbilden

Plus: **meteorologische Vorgeschichte**
(Niederschläge im Juni / Juli 2005)

Befreundeter Klimawissenschaftler
Zürich
Ko-Autor CH2018

Wunschzettel Ole R.

Transiente gegitterte Szenarien (**1km**) für die **hydrologische Schweiz**

Höhen > 3000 m gut abgebildet

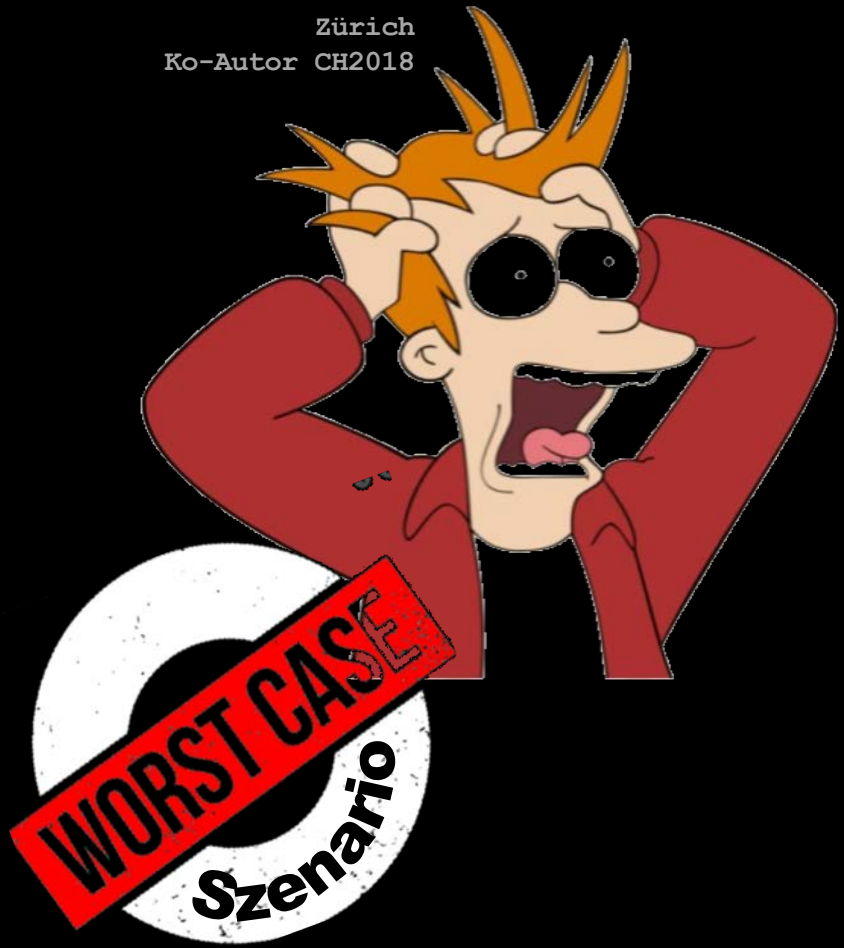
Tägliche, wenn möglich **stündliche** Auflösung

Alle relevanten Variablen (Temperatur, Niederschlag, Luftfeuchte, Wind, Einstrahlung) **konsistent untereinander**

Extreme gut und robust abgebildet

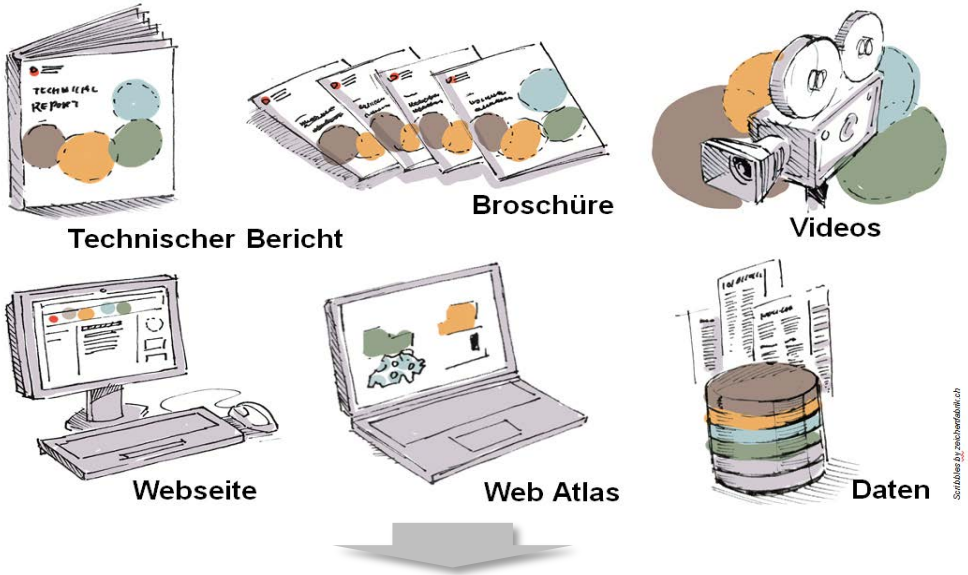
Wetterlagen und ihre Häufigkeiten gut abgebildet

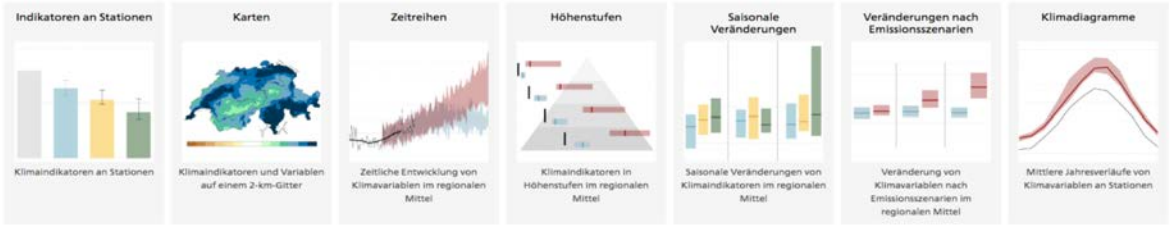
Alle relevanten **Unsicherheiten** abgebildet und quantifizierbar



CH2018 Nutzerbedürfnisse und Produkte

www.klimaszenarien.ch



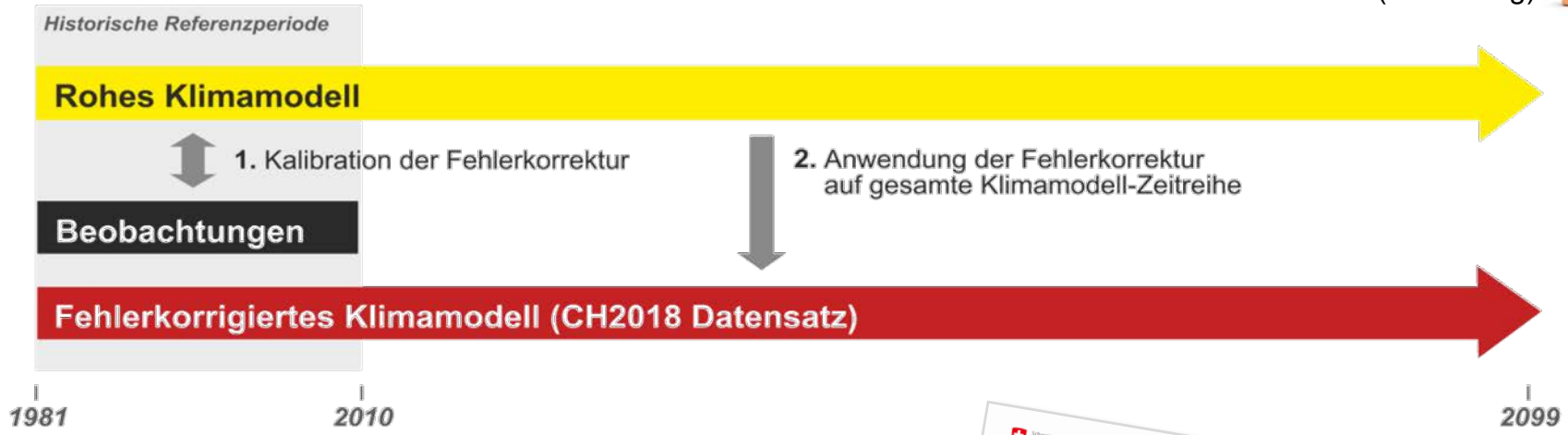


Bilden Nutzerbedürfnisse in der Breite soweit wie möglich ab

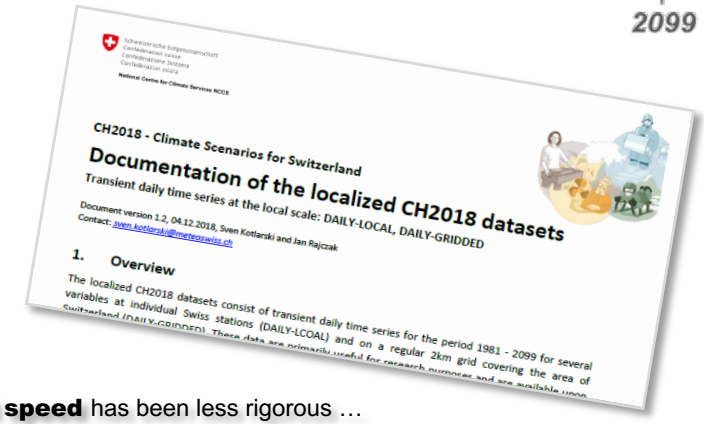
Lokale CH2018 Szenarien

Transiente tägliche Szenarien an Stationen und auf 2km Gitter

Intensivnutzende
(Forschung)



… no **temporal correspondence** with observed evolution of weather events …
… remaining **biases** …
… **inter-variable structure** might be misrepresented …
… **changes of extremes** must be interpreted with extreme care …
… **spatial climate variability on daily scales** might be misrepresented …
… **complex local scale climate features** might be absent or misrepresented …
… **model bias structure** might not be stationary in time …
… potential **modification of raw climate change signals** …
… **uncertainties in observational reference** might translate to CH2018 products…
… verification of **auxiliary variables global radiation, relative humidity and wind speed** has been less rigorous …

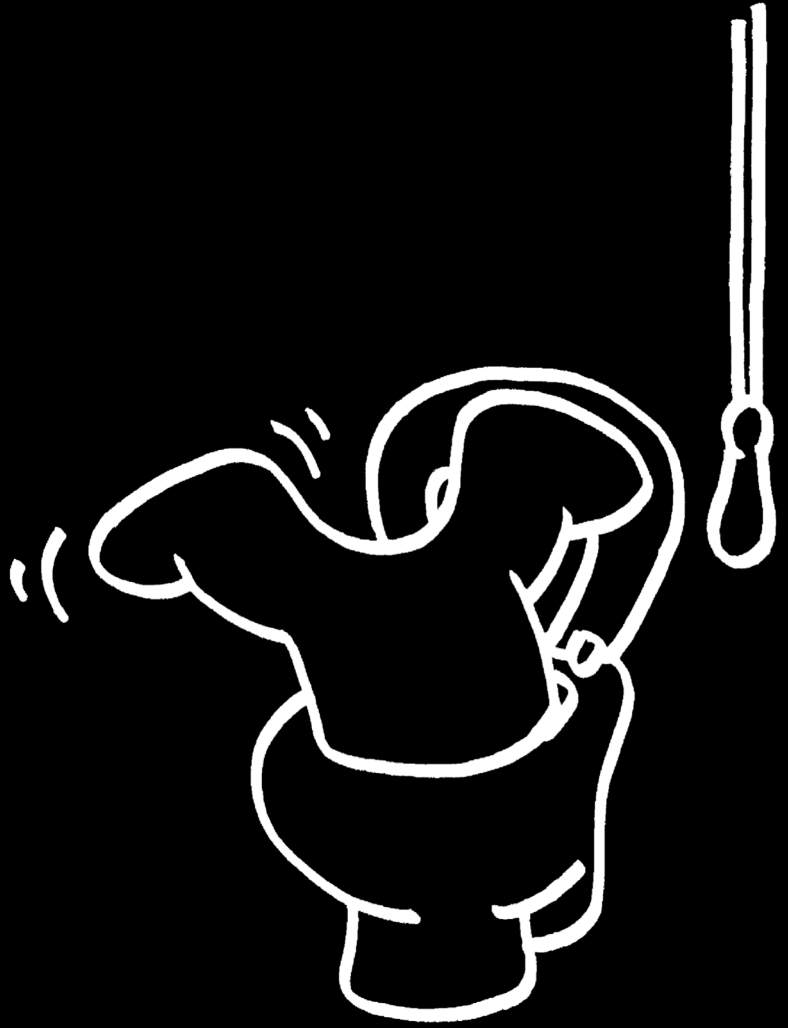

CH2018 - Climate Scenarios for Switzerland

Documentation of the localized CH2018 datasets

Transient daily time series at the local scale: DAILY-LOCAL, DAILY-GRIDDED

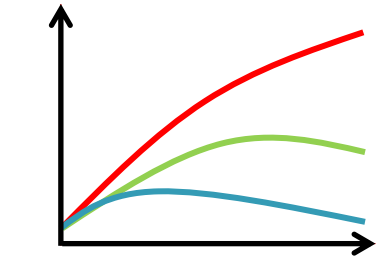
1. Overview

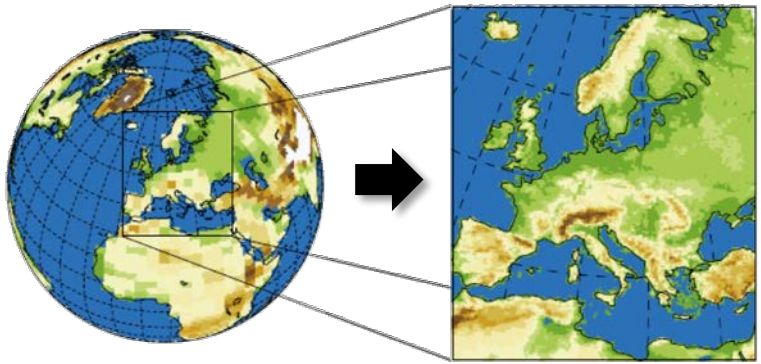
Ole R.

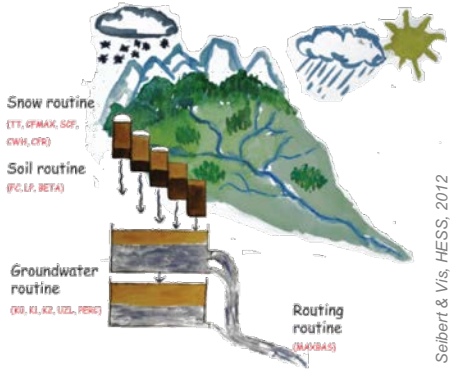


Die Standard-Modellierungskette

Treibhausgas-Szenario → **Globales Klimamodell** → **Regionales Klimamodell** → *Statistische Nachbearbeitung* → **Impaktmodell, Wirkmodell**



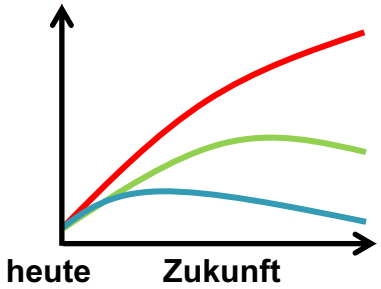


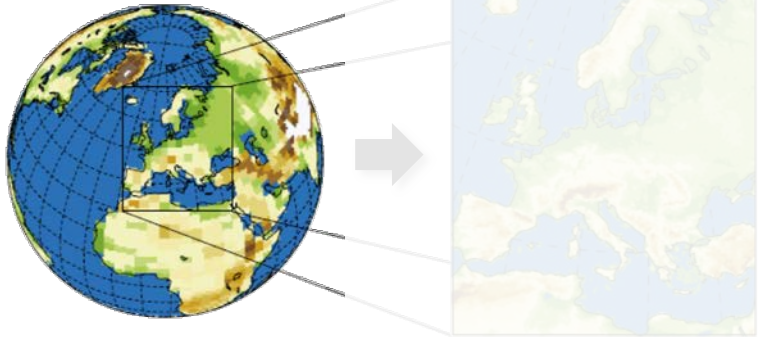


Seibert & Vis, HESS, 2012

Die Standard-Modellierungskette

Treibhausgas-Szenario → **Globales Klimamodell** → **Regionales Klimamodell** → **Impaktmodell, Wirkmodell**



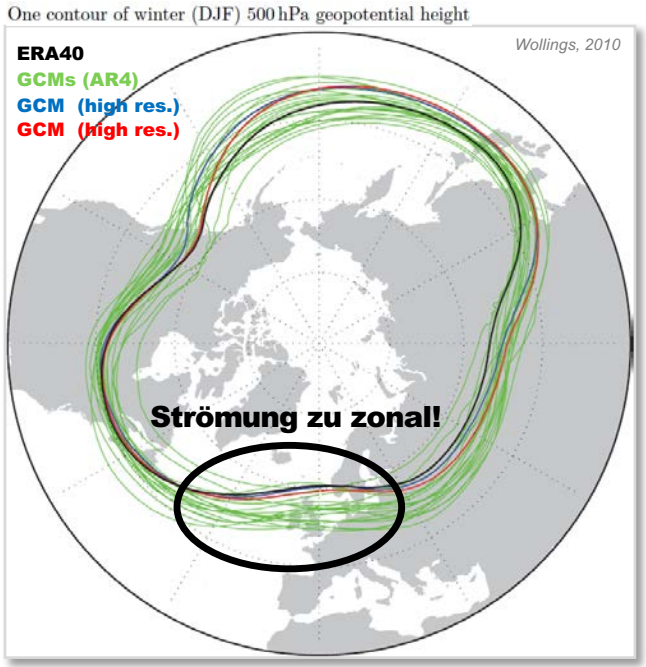


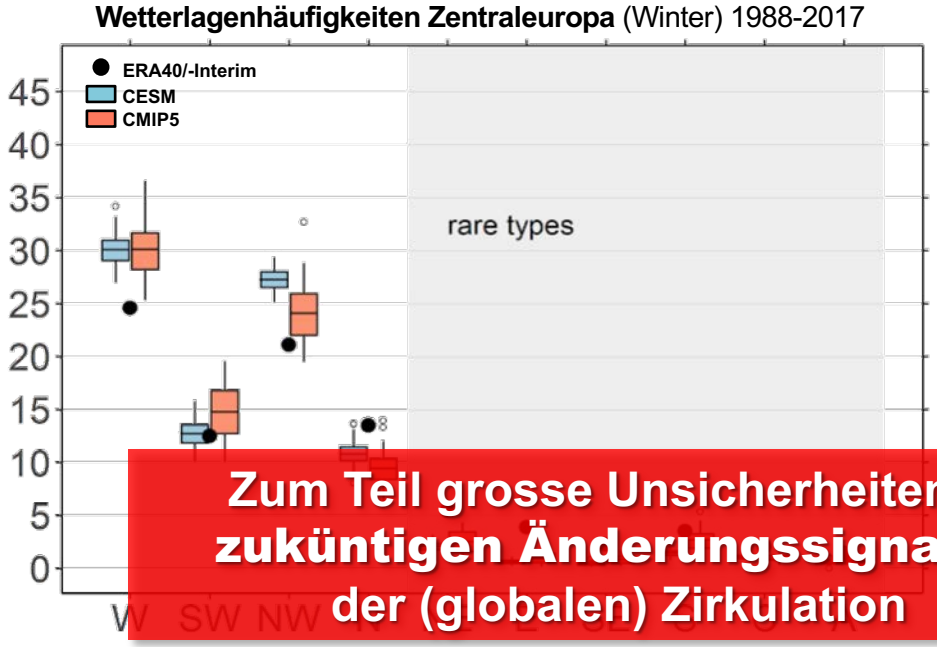
Statistische Nachbearbeitung

Globale Klimamodelle

Anspruch:

- Abbildung der grundlegenden thermodynamischen Prinzipien
- Berücksichtigung der relevanten globalen Rückkoppelungen
- Darstellung der atmosphärischen Dynamik

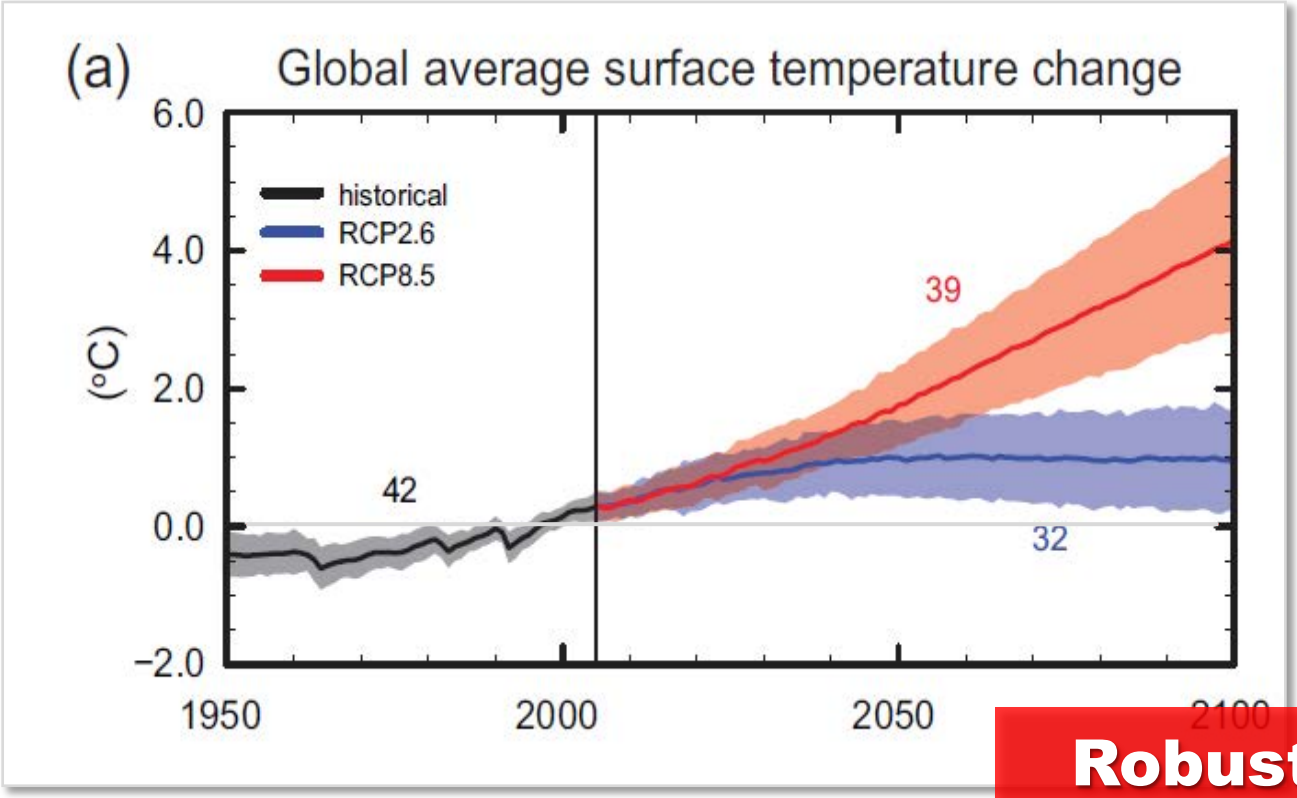




Zum Teil grosse Unsicherheiten in zukünftigen Änderungssignalen der (globalen) Zirkulation

Huguenin-Virchaux et al., GRL, submitted

Globale Temperaturänderung



Robuste Signale
mit einer gewissen Unsicherheit

Alpentopographie Globalmodell

MPI-ESM-LR, 1.875° (~150 km)

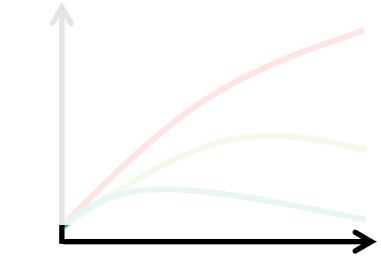
Die Standard-Modellierungskette

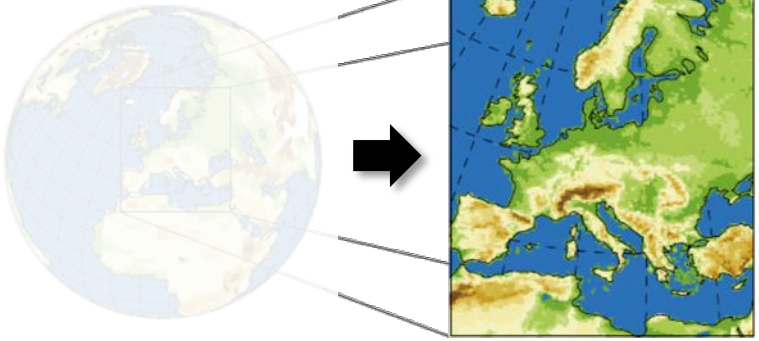
Treibhausgas-Szenario

Globales Klimamodell

Regionales Klimamodell

Impaktmodell, Wirkmodell



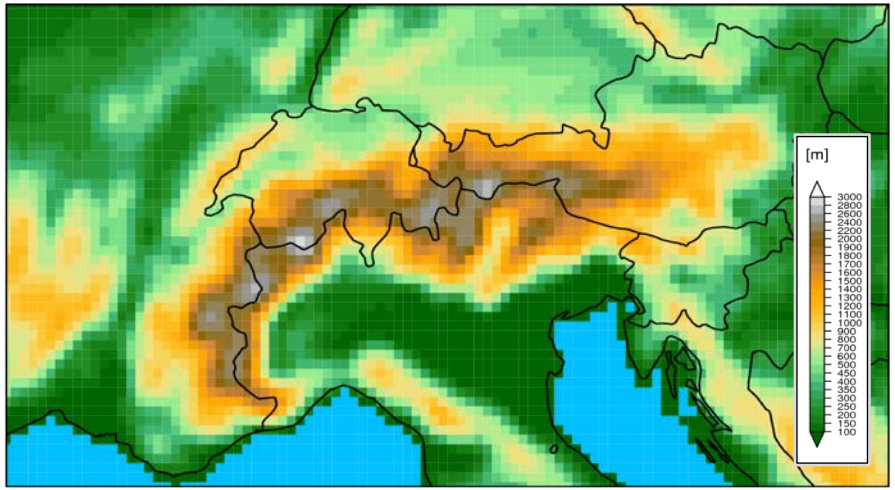


Statistische Nachbearbeitung

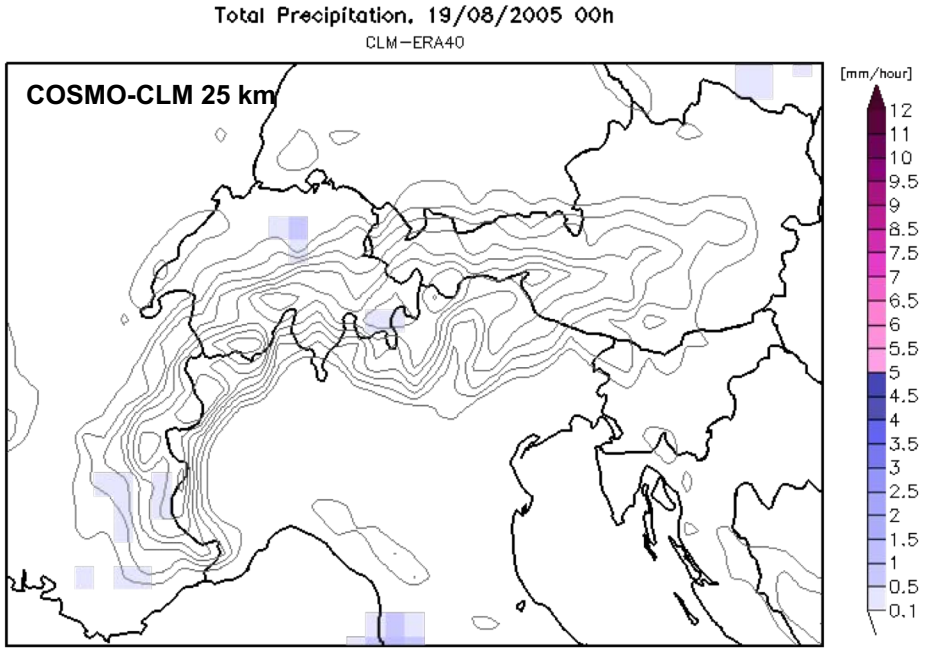
Seibert & Vis, HESS, 2012

Regionale Klimamodelle im Alpenraum

Alpentopographie COSMO-CLM 12 km



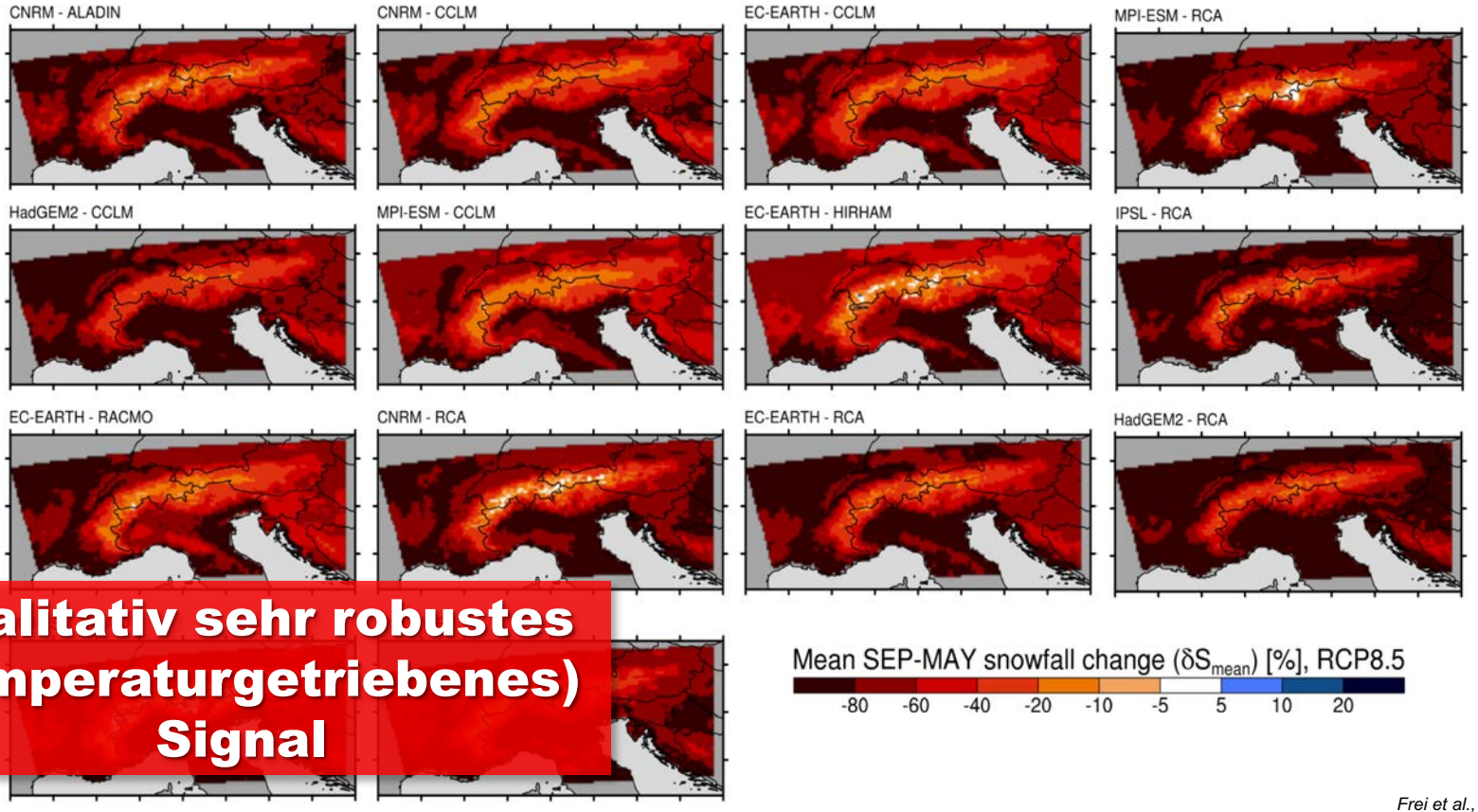
Grundlage der CH2018 Szenarien



- Bessere Darstellung des **Klimas in komplexer Topographie** und entlang komplexer Küstenlinien
- Alpen: **Höhen über 2000 m** explizit dargestellt
- Bessere Darstellung kurzzeitiger und räumliche begrenzter **Extremereignisse**
- Zum Teil auch **Mehrwert auf grösseren Skalen**

EURO-CORDEX Schneefall

Mittlere winterliche Schneefalländerung, 1981-2010 bis 2070-2099, RCP8.5



Qualitativ sehr robustes (temperaturgetriebenes) Signal

Frei et al., The Cryosphere, 2018

Die Standard-Modellierungskette

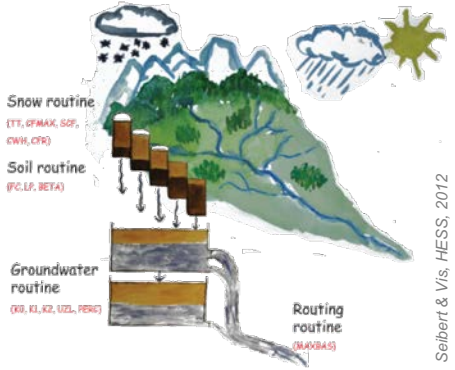
Treibhausgas-Szenario

Globales Klimamodell

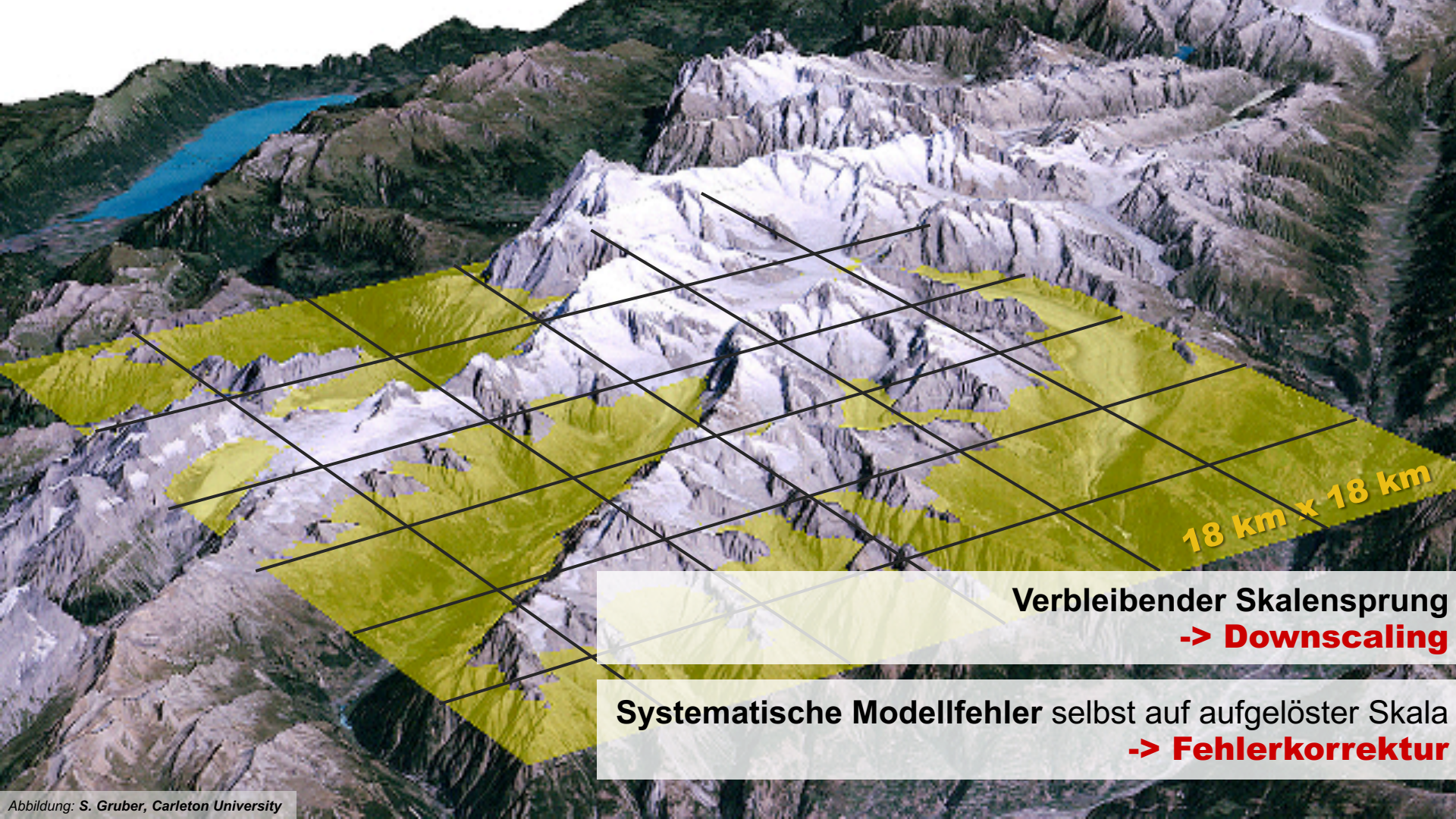
Regionales Klimamodell

Impaktmodell, Wirkmodell

Statistische Nachbearbeitung



Seibert & Vis, HESS, 2012



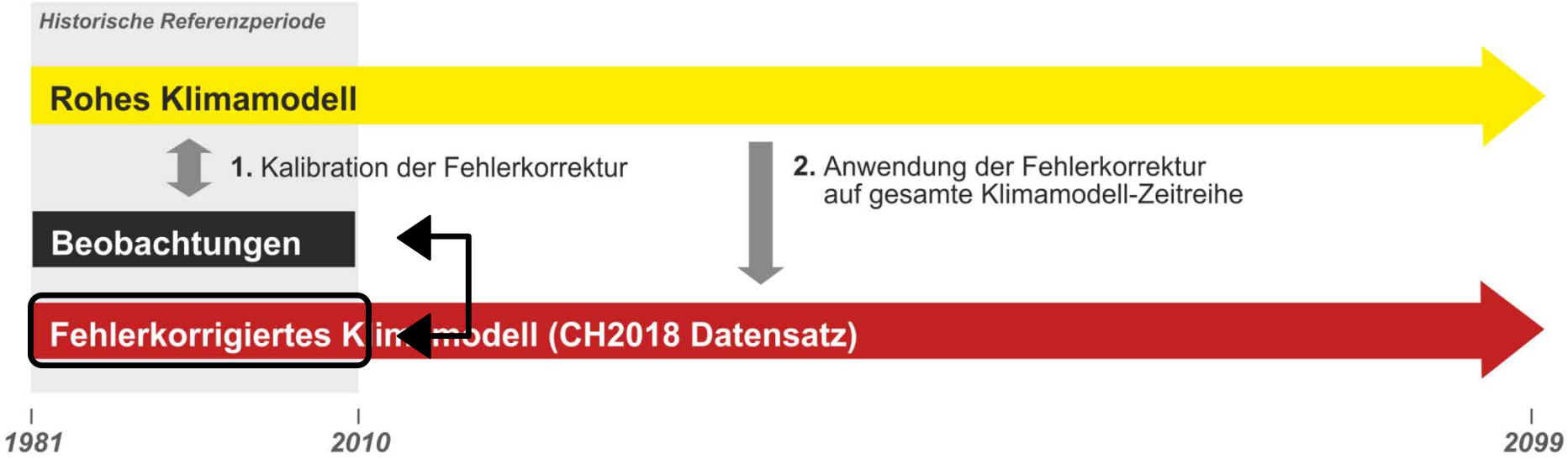
Verbleibender Skalensprung
-> Downscaling

Systematische Modellfehler selbst auf aufgelöster Skala
-> Fehlerkorrektur

Abbildung: ***S. Gruber, Carleton University***

CH2018 Quantile Mapping

Statistisch-empirisches Verfahren mit einer Reihe **potentieller «Fallen»**

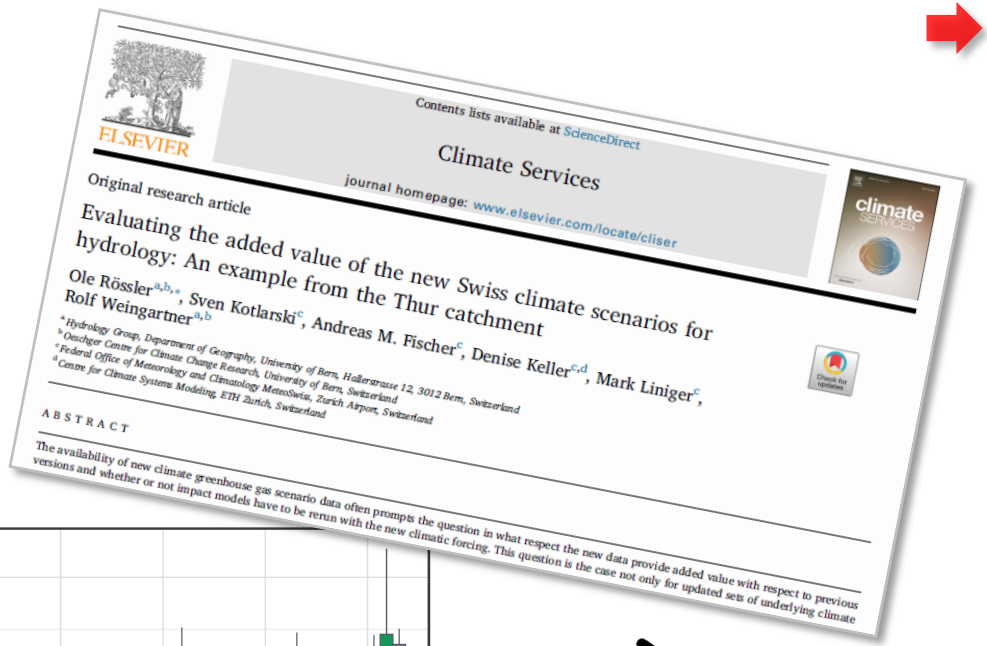


The mentioned issues should be accounted for and respected by scenario users in climate impact applications. **In many cases, their influence can be assessed by driving an impact model with the CH2018 data for the historical reference period 1981-2010 and by comparing the results to the case where the impact model is driven by observational data.** Thereby, the sensitivity of the impact model with respect to remaining biases in the CH2018 data can be assessed and quantified. In case of doubt concerning the

CH2018 Data Documentation

Systematische Validierung

Als Zusammenarbeit!



Contents lists available at ScienceDirect

Climate Services

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cliser

Original research article

Evaluating the added value of the new Swiss climate scenarios for hydrology: An example from the Thur catchment

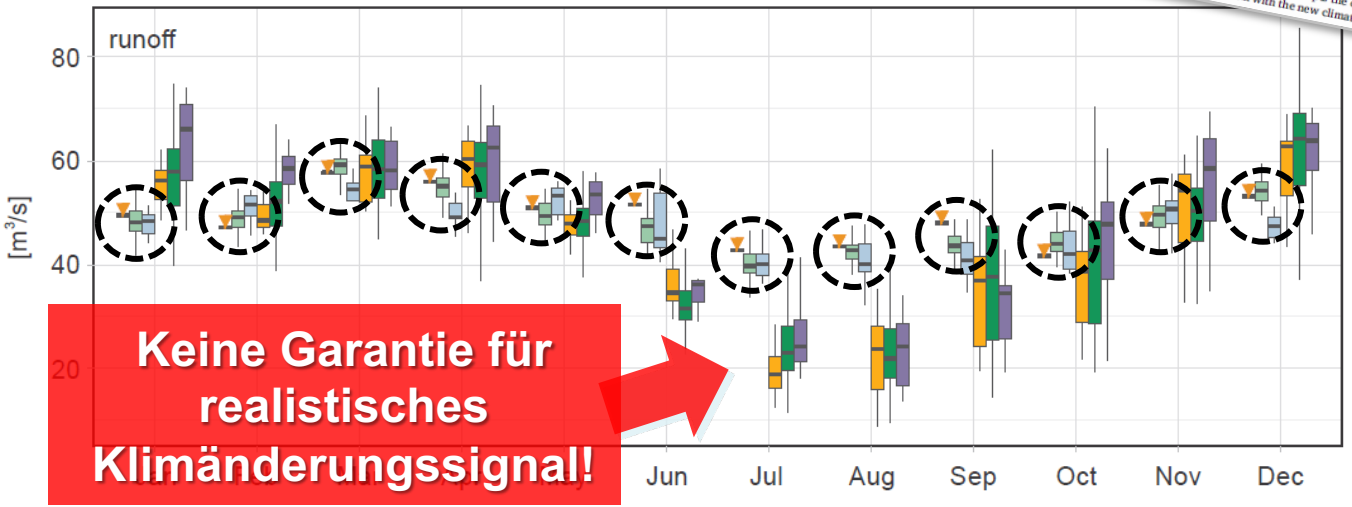
Ole Rössler[a,b,*], Sven Kotlarski[c], Andreas M. Fischer[c], Denise Keller[c,d], Mark Liniger[c], Rolf Weingartner[a,b]

[a] Hydrology Group, Department of Geography, University of Bern, Hallerstrasse 12, 3012 Bern, Switzerland
[b] Oeschger Centre for Climate Change Research, University of Bern, Switzerland
[c] Federal Office of Meteorology and Climatology MeteoSwiss, Zurich Airport, Switzerland
[d] Centre for Climate Systems Modeling, ETH Zurich, Switzerland

ABSTRACT

The availability of new climate greenhouse gas scenario data often prompts the question in what respect the new data provide added value with respect to previous versions and whether or not impact models have to be rerun with the new climatic forcing. This question is the case not only for updated sets of underlying climate

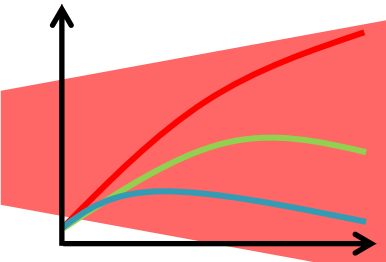
Jahresgang Abfluss Thur@Andelfingen
1982-2009 (Kalibrierung: 1990-1997), WASIM-ETH

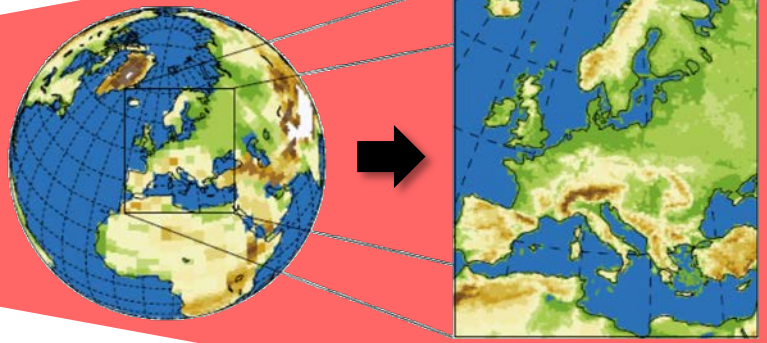


Keine Garantie für realistisches Klimänderungssignal!

Die Standard-Modellierungskette

Treibhausgas-Szenario → **Globales Klimamodell** → **Regionales Klimamodell** → *Statistische Nachbearbeitung* → **Impaktmodell, Wirkmodell**





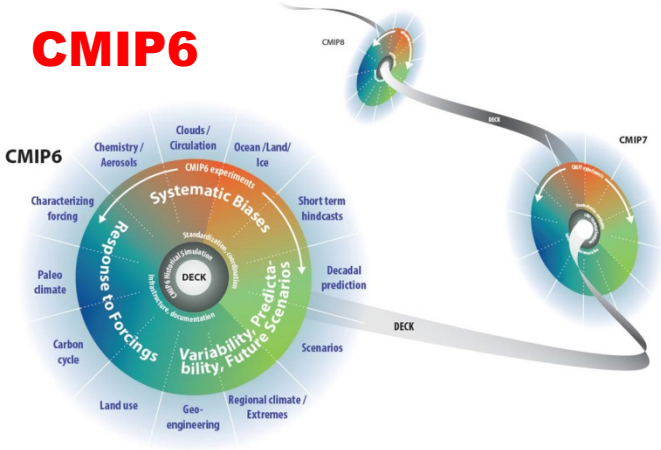
Seibert & Vis, HESS, 2012

Unsicherheit («klassisch»)

- **Mehr Detail** und **mehr berücksichtigte Faktoren / Prozesse** ermöglichen erst die Anwendung
- **Mehrwert von Regionalmodellen** selbst auf Skalen, die durch Globalmodelle prinzipiell abgedeckt sind (z.B. Soerland et al., 2018)

Entwicklungen

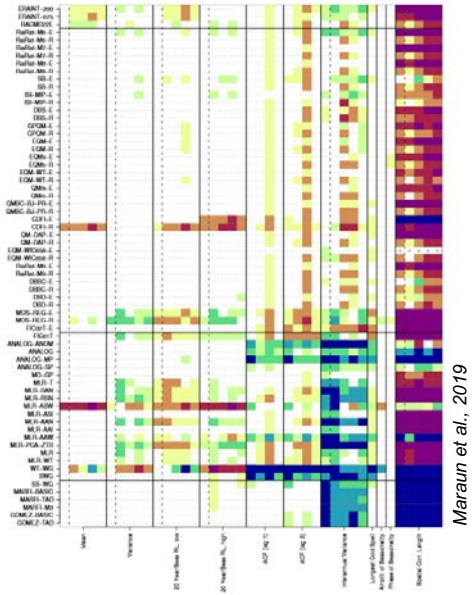
CMIP6



WCRP CORDEX

FLAGSHIP PILOT STUDIES

CORDEX FPS



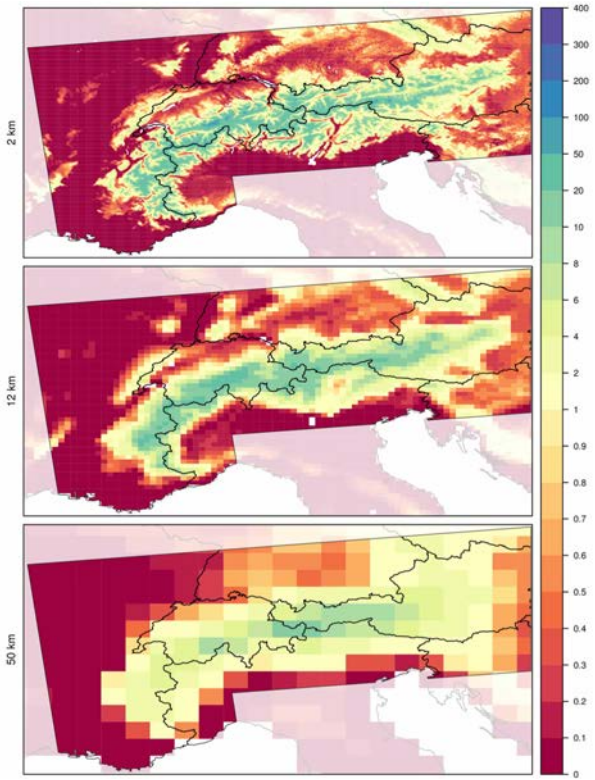
Maraun et al., 2019

Statistical downscaling and weather generators

(e.g. COST VALUE)

COSMO-CLM Schneewasseräquivalent [cm]

Jahr 2000

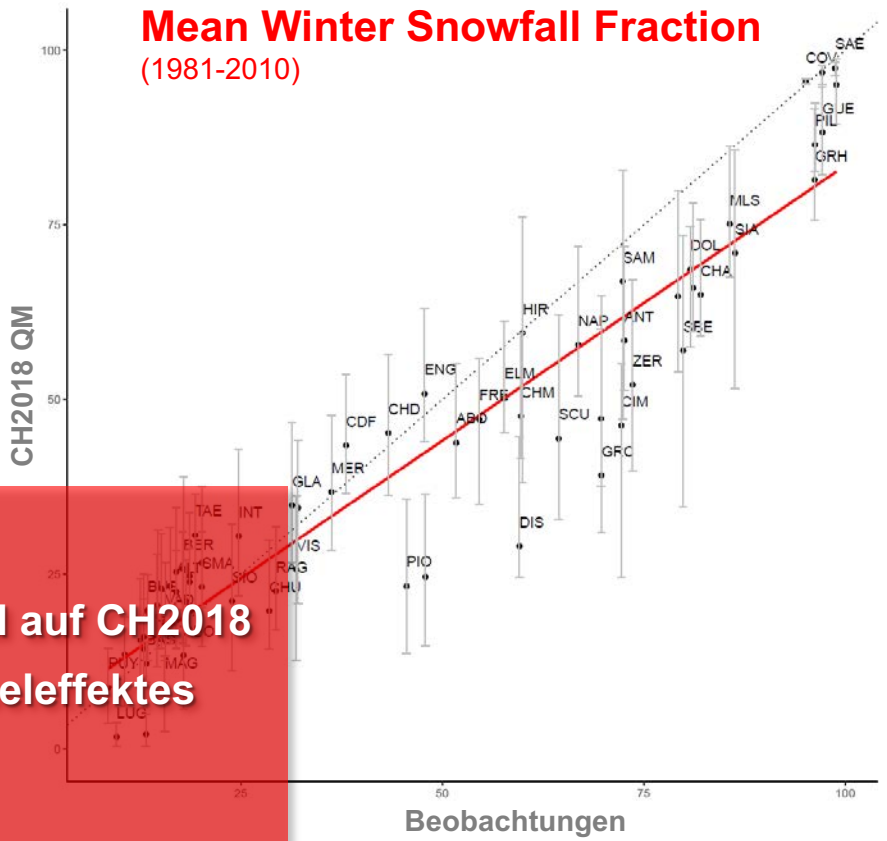


Christian Steger, ETH Zürich

Klimaszenarien in Kilometer-Auflösung

(konvektionsauflösend)

Zusätzliche Validierung CH2018



Upcoming

- Entwicklung stündlicher Szenarien basierend auf CH2018
- Berücksichtigung des städtischen Wärmeinseleffektes
  (Burgstall et al., 2019)
- Szenarien für den DACH-Raum
- …

***Flavian Tschurr**, MeteoSchweiz*

Ja, die **Aussagekraft** regionaler Klimaszenarien ist zum Teil **beschränkt** und **Unsicherheiten** müssen zwingend berücksichtigt werden …

aber …

1) **Potential der CH2018-Szenarien ist noch nicht komplett ausgeschöpft**

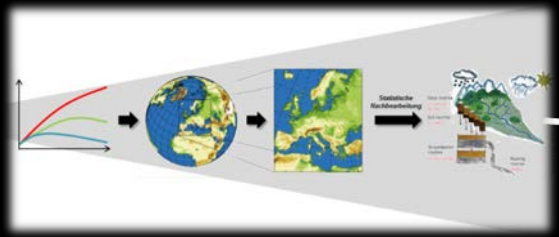
2) **Modell- und Methoden-entwicklung schreitet kontinuierlich voran**

… in vielen Fällen und unter gewissen Annahmen und Vereinfachungen

Nutzer ?

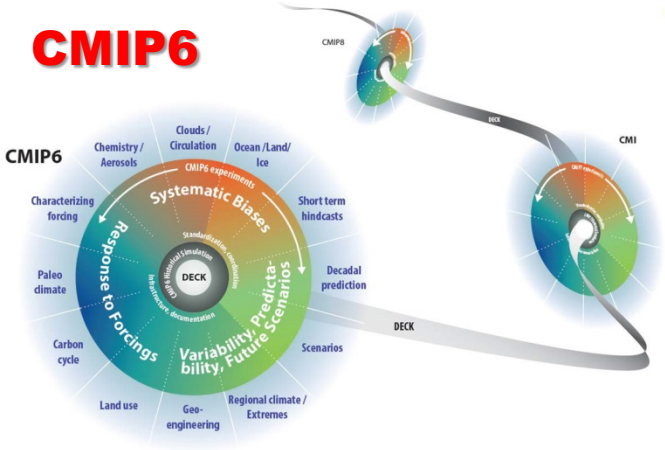
Partner !

klimaszenarien@meteoschweiz.ch



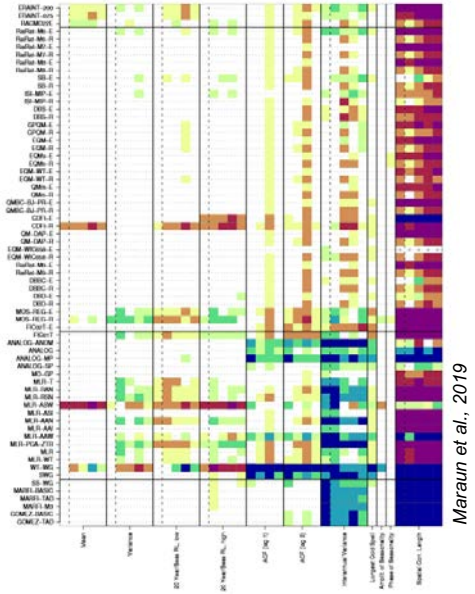
Entwicklungen

CMIP6



WCRP CORDEX FLAGSHIP PILOT STUDIES

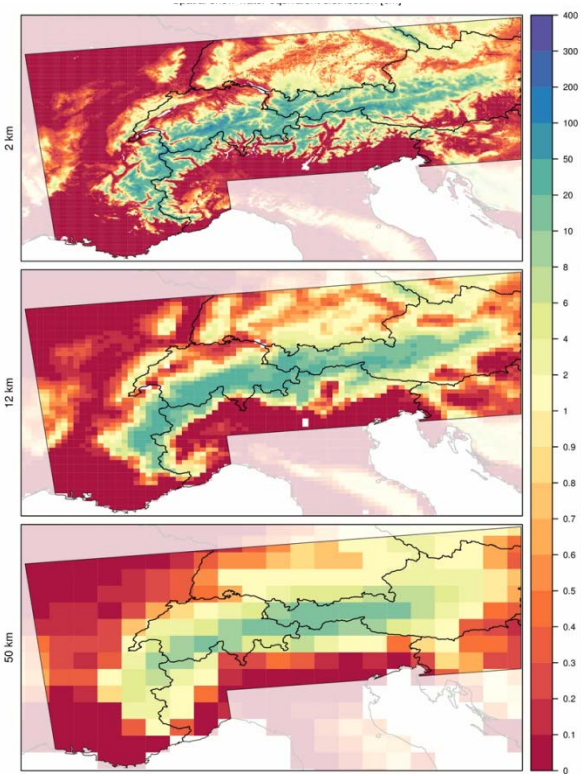
CORDEX FPS



Maraun et al., 2019

Linking statistical and dynamical downscaling
(e.g. COST VALUE)

COSMO-CLM Schneewasseräquivalent [cm]
Jahr 2000



Christian Steger, ETH Zürich

Klimaszenarien in Kilometer-Auflösung
(konvektionsauflösend)