



TEAM X

Multi-scale **t**ransport and **e**xchange processes in
the **a**tmosphere over **m**ountains – Programme and
experiment

Mathias Rotach, ACINN

Outline

-  Kurze Vorstellung
-  Wetter und Klima im Gebirge
-  TEAMx
-  Herausforderungen

Kurzbio

Mathias Rotach, ACINN

▲ Studium der Umweltphysik, ETHZ

▲ Doktorat Atmosphärenphysik, ETHZ

▲ Diverse Postdocs

- Risø National Lab (DK)
- U Nantes (F) / Pacific NW Natl Labs (US)
- ETHZ
- NCAR (Boulder, Co)

▲ Meteo Schweiz

→ Leiter FE (Leiter Bio u. Umweltmeteorologie)

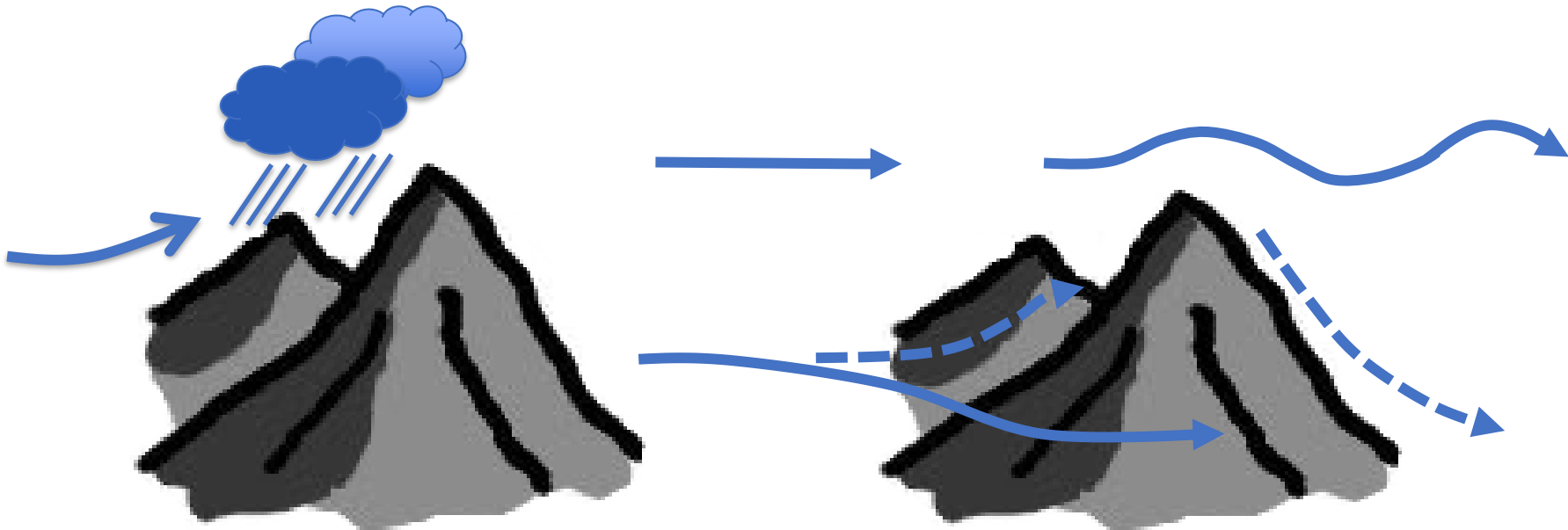
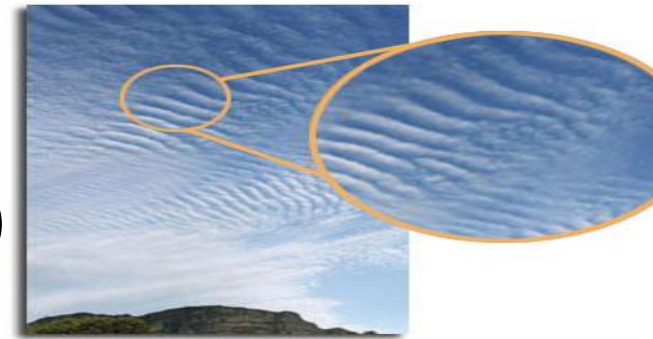
▲ Universität Innsbruck (seit 2010)

→ prof für dynamische Meteorologie



Mountain Weather and Climate

- ▲ Gebirge beeinflussen Wetter & Klima
 - Orographischer Niederschlag
 - Veränderung der Stömung
 - Um-/Überströmen
 - Föhn (Bora, Mistral, Chinook, ...)
 - Schwerewellen, (Rotoren)



▲ Gebirgswetter:

- untersucht in großen internationalen Kampagnen
- ALPEX / Pyrex / MAP ...~ alle 20 Jahre

▲ Gutes Verständnis der Prozesse..... Aber

▲ Entwicklung in den letzten Jahr(zehnt)en

- Modellauflösung hat sich massiv verbessert (Computer...)
- Messungen genauer, schneller, besser

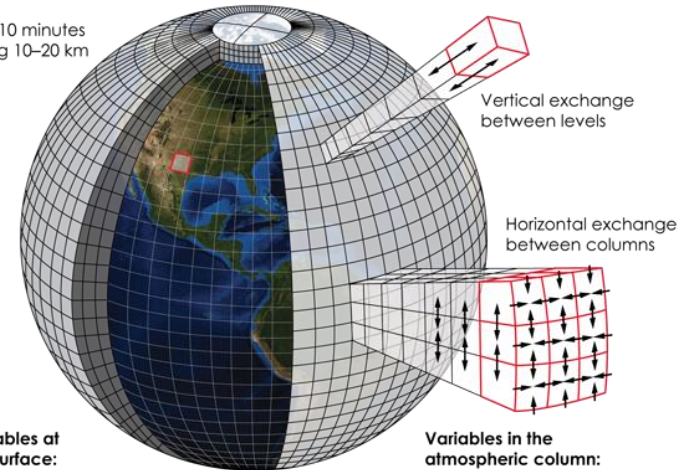
▲ Benutze 'die Meteorologie' auch für

- Hydrologie (Hochwasser, Flash Floods, Wasserkraft)
- Agrometeorologie
- Gesundheit (Hitze, ...)



Weather forecast modeling

Timestep 5–10 minutes
Grid spacing 10–20 km



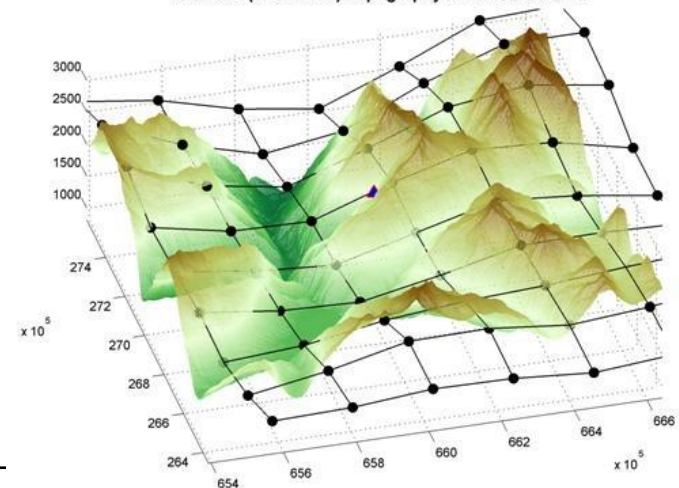
Variables at the surface:

Temperature
Humidity
Pressure
Moisture fluxes
Heat fluxes

Variables in the atmospheric column:

Wind vectors
Humidity
Clouds
Temperature
Height

Guetsch (Andermatt) Topography with COSMO Grid



From MeteoSwiss (2009)

- ▲ Gitter über die Atmosphäre:
 - physikalische Gleichungen
 - physikalische Prozesse

- ▲ Im Gebirge..
 - Modellprobleme (Instabilität)
 - turbulenter Austausch

- ▲ Anwendungen (zB Hydrologie):
 - Abflussmodellierung: früher mit Messung von einer Station 'angetrieben'
 - heute: Output des Met. Modells

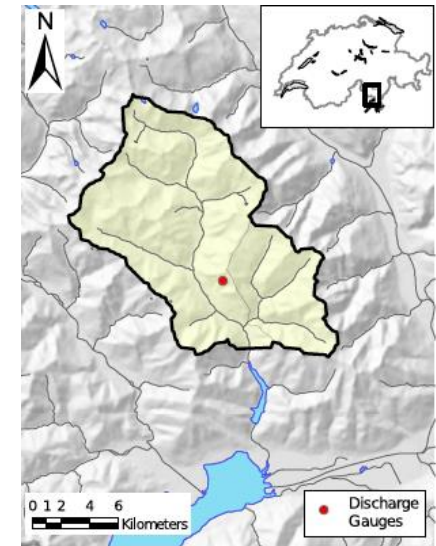


Verzasca Valley

7-8 August 1978 Picture from Antonio Giordani

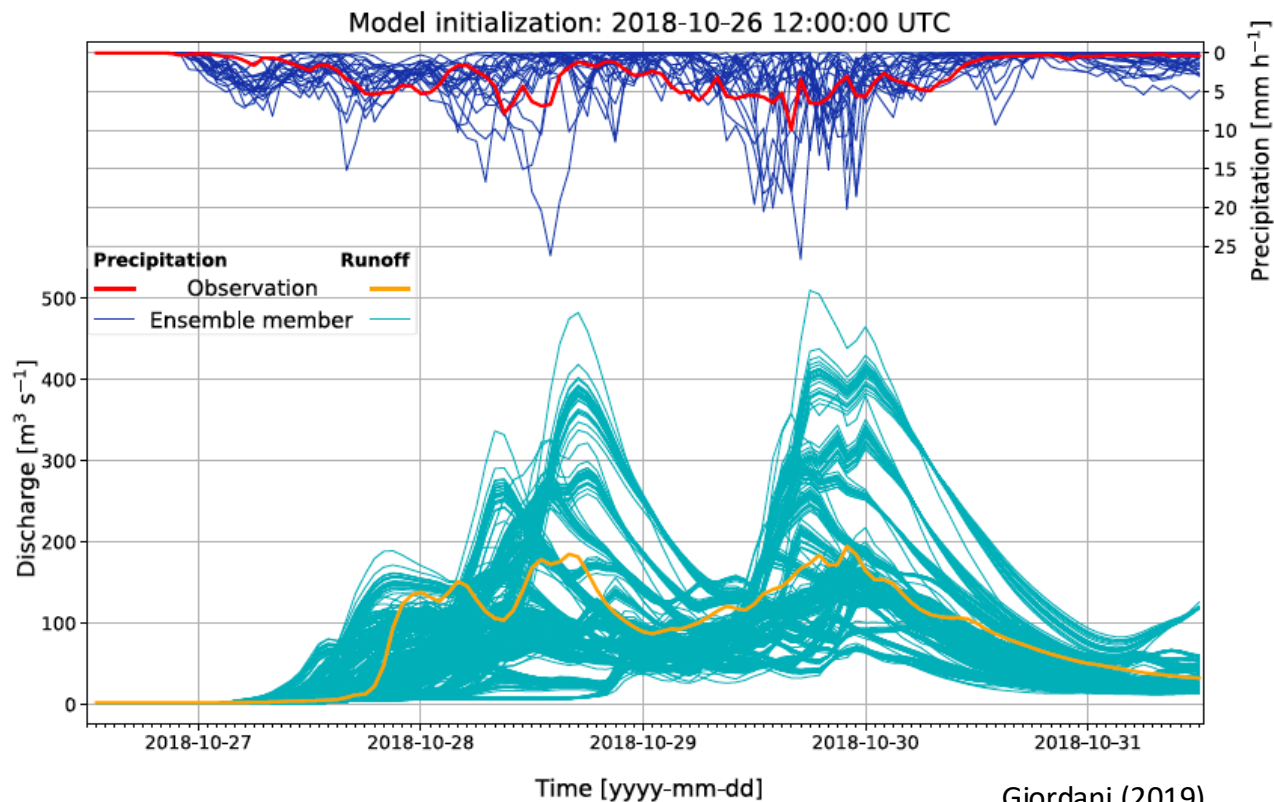
- ▲ Bsp. (Masterarbeit A Giordani)
 - wo liegen die größten Unsicherheiten
 - meteorologischer Input?
 - hydrologische Modellierung?

(based on Antonio Giordani (2019), MSc Thesis, UIBK, in collaboration with Massimiliano Zappa, WSL)



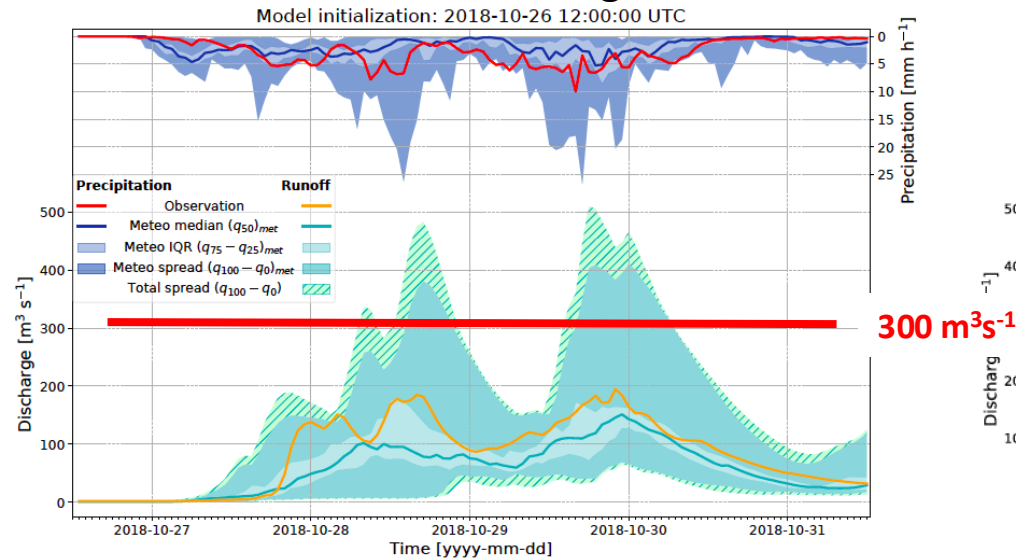
Hydrologische 'Ensemble Vorhersage'

,Ensemble': 21 meteorologische Simulationen
kombiniert mit 25 hydr. Parametervariationen } = 21x25
= 525

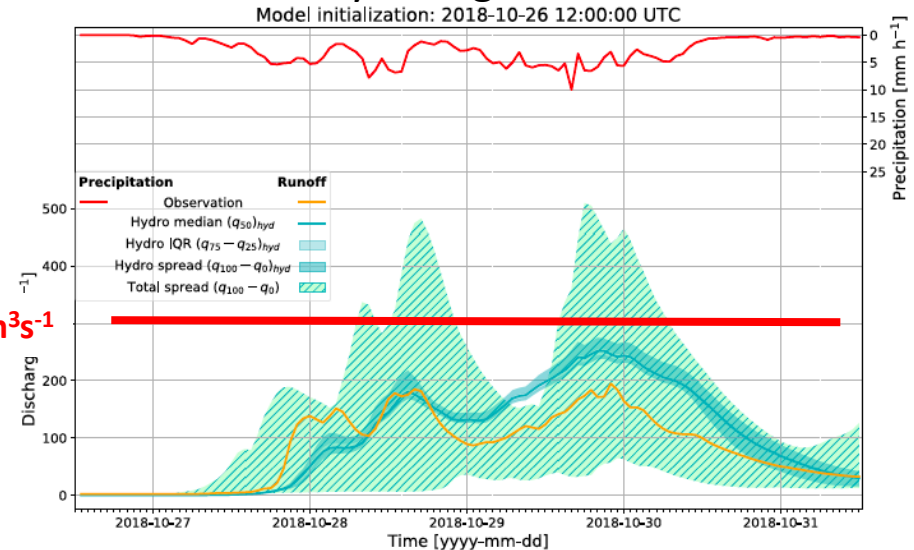


Hydrologische 'Ensemble Vorhersage'

Uncertainty from meteorological ensemble



Uncertainty from hydrological ensemble



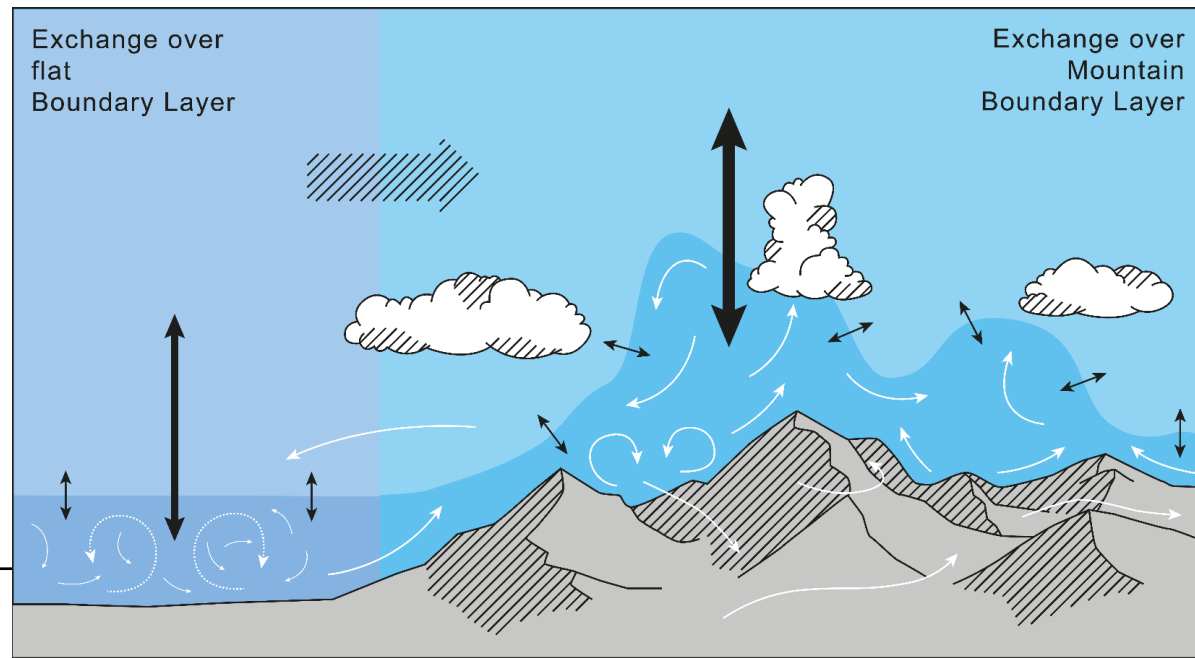
Giordani (2019)

Damit sind wir bei.....

TEAMx – what is it?

Multi-scale **T**ransport and
Exchange Processes in the
Atmosphere over
Mountains

Programme and **e**xperiment



Historie

▲ start: 2015



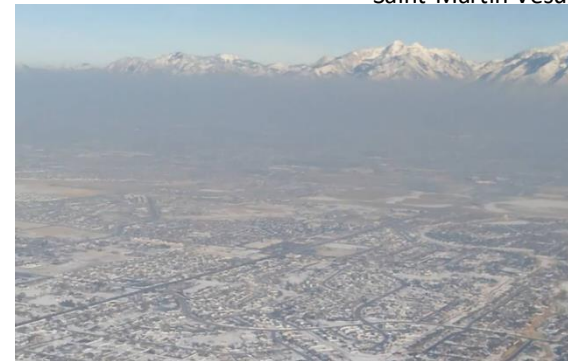
▲ Jahr 1 BC (2019)



- ▲ Besseres 'Wetter & Klima im Gebirge'
- ▲ bessere Wetter- und Klimainformation für
 - hydrologische Modellierung
 - Luftverschmutzung
 - Energie
 - Landwirtschaft
 - Gesundheit, ...



Saint-Martin Vesubie (F), Oct 5 2020, suedkurier.de



<https://cires.colorado.edu/news/new-view-winter-time-air-pollution>



<http://www.provinz.bz.it/news/>



<https://www.eisackwerk.it/de/>

Objective	Primary Focus	Target
Process understanding	Micro- and meso-scale processes within and above the <i>mountain boundary layer</i> (MoBL); Interaction between scales.	Quantitative understanding of momentum, energy and mass exchange over mountainous terrain
TEAMx Joint Experiment(s)	Collaborative use of multi-platform instrumentation to sample the spatial heterogeneity of turbulence and mesoscale circulations over and near mountains	Quality-controlled observational data pool, available for process investigation, high-resolution model verification, parameterization development
Improving Weather and Climate Models	<i>Models right for the right reason</i> , i.e., identification and reduction of model biases and uncertainties over complex terrain	Weather forecasts and climate simulations over mountains as good as over flat terrain, and less reliant on model output post-processing
Support to Weather and Climate Service Providers	Air pollution, hydrology, climate change scenarios (e.g., elevation-dependent climate change).	Smaller uncertainty of impact models, due to reduced errors in weather and climate information.

Serafin et al. 2020

Aktivitäten

- ▲ Koordinierte Forschung
 - Forschungsfragen
 - Relevanz

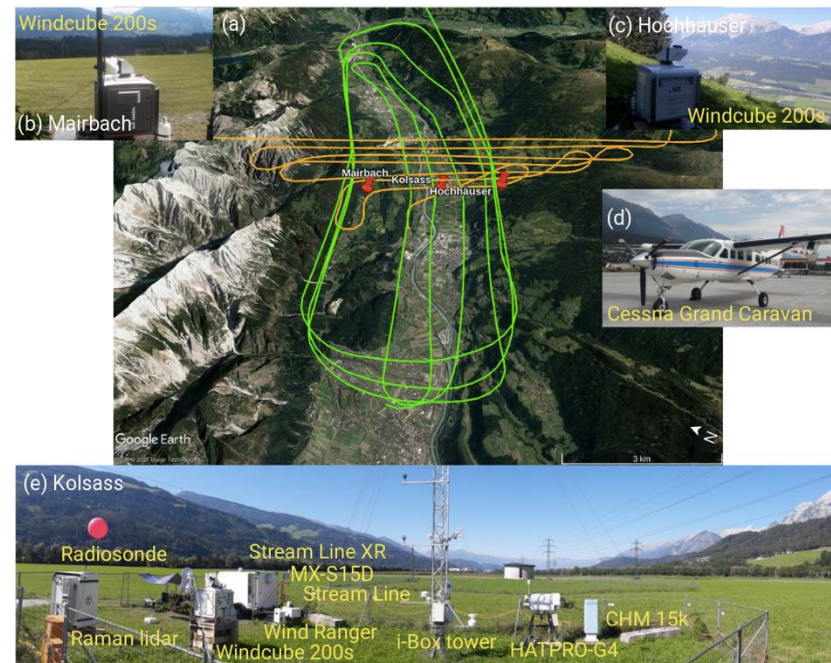
- ▲ Gemeinsames 'Feldexperiment' (2024 – 2025)
 - kann eine Gruppe nicht allein
 - riesige Logistik

- ▲ Koordination von Modellierung
 - Referenzfälle
 - Vergleichbarkeit

- ▲ Case Studies für Anwendungen
 - Demonstration



Serafin et al 2020,
ISBN 978-3-99106-003-1





Finanzierung:

→ bottom up

→ jede Forschungsgruppe finanziert ihren eigenen Beitrag



Es gibt nur ein Project Coordination Office (PCO)

→ finanziert durch 'institutional crowd funding'

→ 150 k€ total

→ 3 Jahre Project Coordinator finanziert



Infrastruktur

→ verfügbare Messinstrumente / (wo)manpower



Projektgelder



National Centre for
Atmospheric Science
NATIONAL ENVIRONMENTAL RESEARCH INSTITUTE



MeteoSwiss



UNIVERSITY
OF TRENTO - Italy



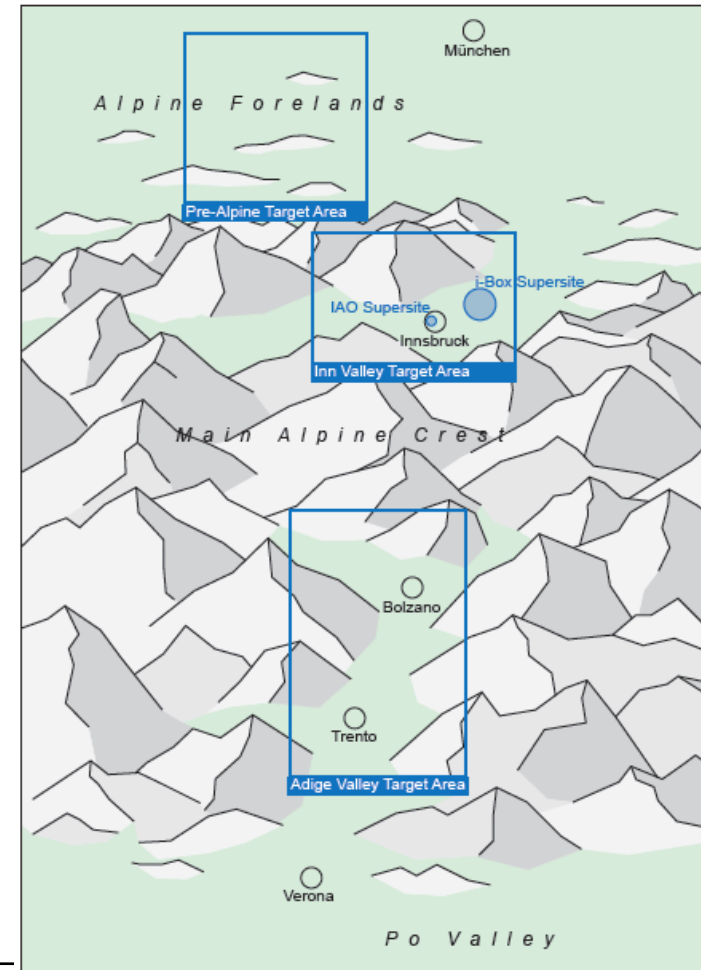
v.a. relevant: Gemeinsame *TEAMx Observational Campaign (TOC)*

→ spring 2024 – spring 2025

→ 3 Target Areas: Inntal, Valle Adige
'Alpenvorland'

▲ 'who's who' der MWC Community
wird von 4/2024 – 4/2025 im
Inntal sein

→ A, I, CH, F, D, GB, USA, CA, ...



Inn Valley Target Area:

- | | |
|-----------------------------|---------|
| ➤ i- Box | k€ 450 |
| ➤ 2 Lidar Windprofiler | k€ 500 |
| ➤ 1 Temperaturprofiler | k€ 140 |
| ➤ 'Kleinteile' | k€ 200 |
| ➤ IAO (Stadt Observatorium) | k€ 1200 |

Adige Valley Target Area:

- | | |
|------------------|--------|
| ➤ grob geschätzt | k€ 700 |
|------------------|--------|

Pre-Alpine Target Area:

- | | |
|------------------|--------|
| ➤ grob geschätzt | k€ 500 |
|------------------|--------|

'KIT cube': (very likely)

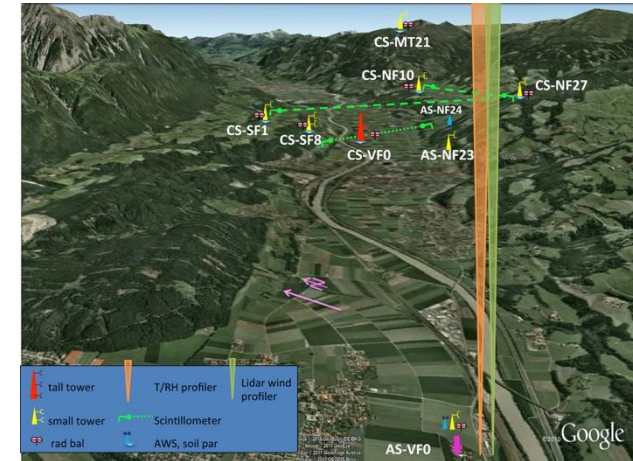
- | | |
|---------------------------|---------|
| ➤ Energy Balance Stations | k€ 700 |
| ➤ 4 Lidar Windprofiler | k€ 1000 |
| ➤ 1 Temperaturprofiler | k€ 140 |
| ➤ Microwave radars | k€ 500 |
| ➤ ceilometers | k€ 200 |

US: NCAR & DoE (pre-proposals)

- | | |
|------------------|---------|
| ➤ grob geschätzt | k€ 1000 |
|------------------|---------|

Viele kleinere (DLR, MF, BoKu, U Wien,):

- | | |
|------------------|--------|
| ➤ grob geschätzt | k€ 500 |
|------------------|--------|



Inntal Target Area:

- ▲ 'Assistenz Rotach' (4 Jahre Postdoc)
- ▲ ACINN Werkstatt ('permanent'): 50%
- ▲ Projektstelle (Stiperski) 'Werkstatt' (2 Jahre ~ 23-24?)
- ▲ 2. Postdocstelle (needed)

Adige Valley Target Area:

- ▲ 2 Postdoc-Stellen à 4 Jahre
→ needed

Pre-Alpine Target Area :

- ▲ KIT 'Campus Alpin Personal'

Bewilligt / laufend:

 ASTER (Euregio)	450 k€
 TexSMBL (FWF)	300 k€
 UniCorn (<i>ERC Consolidator Grant</i>)	2200 k€
 Infrastruktur i-Box	130 k€
 Infrastruktur Lidar	95 k€
 kmMountains (PRACE)	Mio's core hours
 CROSSINN	500 k€
 ABL in NWP	600 k€

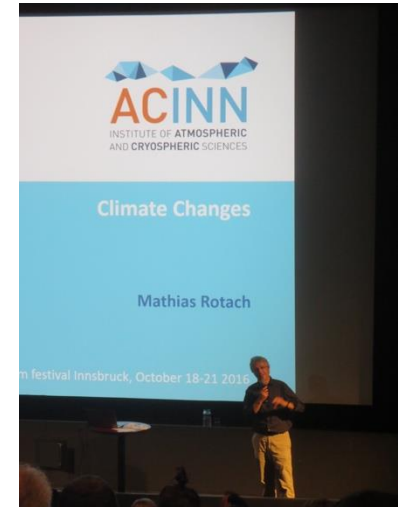
Angesucht:

 PRIN Proposal (I)	600 k€
 SEB _{mountains} (EUREGIO)	600 k€
 AFM (preproposal @DoE)	
 NSF / NCAR (preproposal @ NSF)	
 ANR-FWF (in Vorbereitung)	

- ▲ Finanzierung PCO: 'läuft aus'
 - 50 k€ / Jahr für Projektkoordination
- ▲ Project Scientists im Inntal (Inn Valley Target Area)
 - brauche 2 Postdocs (Koordination der Messungen; 'siting', koordinierte Instrumentenvergleiche, Organisation/Durchführung der Messungen, ...
 - 75 k€ / Jahr
- ▲ Project Scientists in Valle Adige
 - brauchen 2 Postdocs (Koordination der Messungen; 'siting', koordinierte Instrumentenvergleiche, Organisation/Durchführung der Messungen, ...
 - 100 k€ / Jahr

Was wir anbieten können

- ▲ Kundenanlass Eisackwerke:
 - Fachvortrag Wetter & Klima im Alpenraum
 - Fachvortrag hydrologische Modellierung
 - Thema xy



- ▲ Besuch in der IVTA /AVTA
 - Firmenanlass / Kundenanlass



- ▲ Demonstrationsprojekt Anwendung

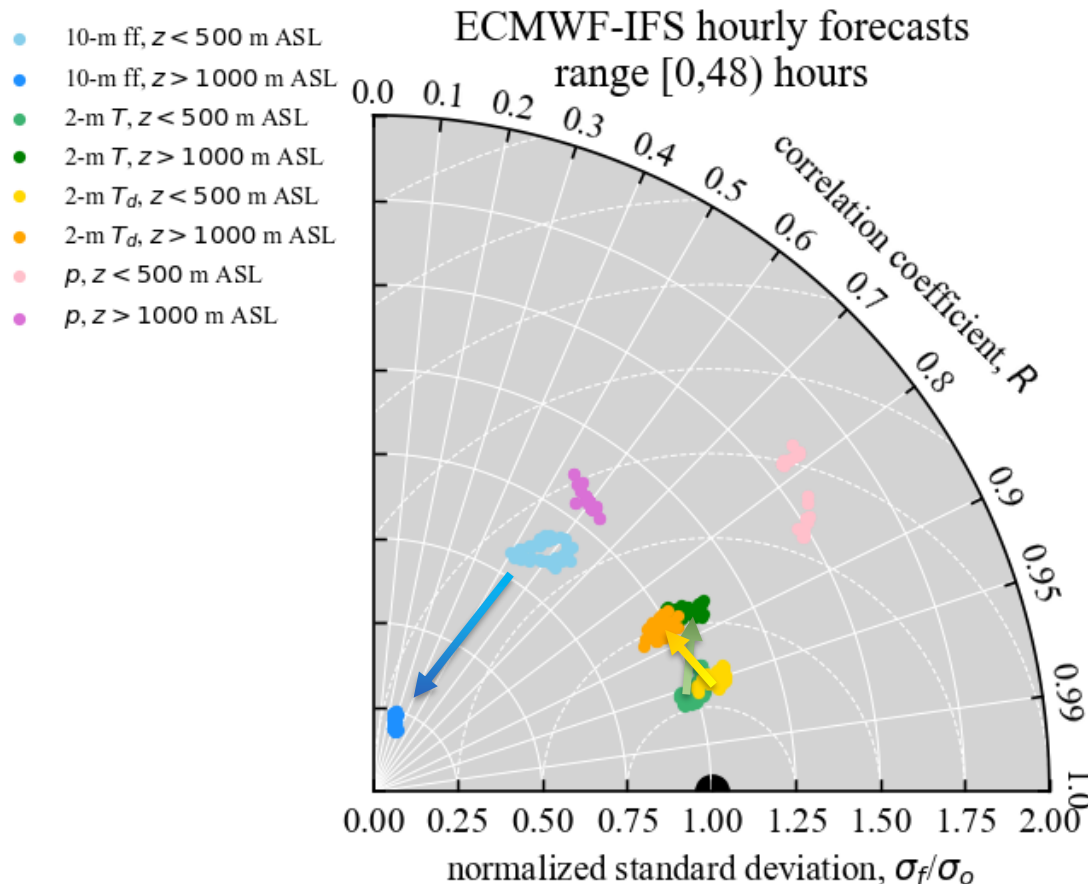


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Genauigkeit Wetter/Klima

...im Gebirge

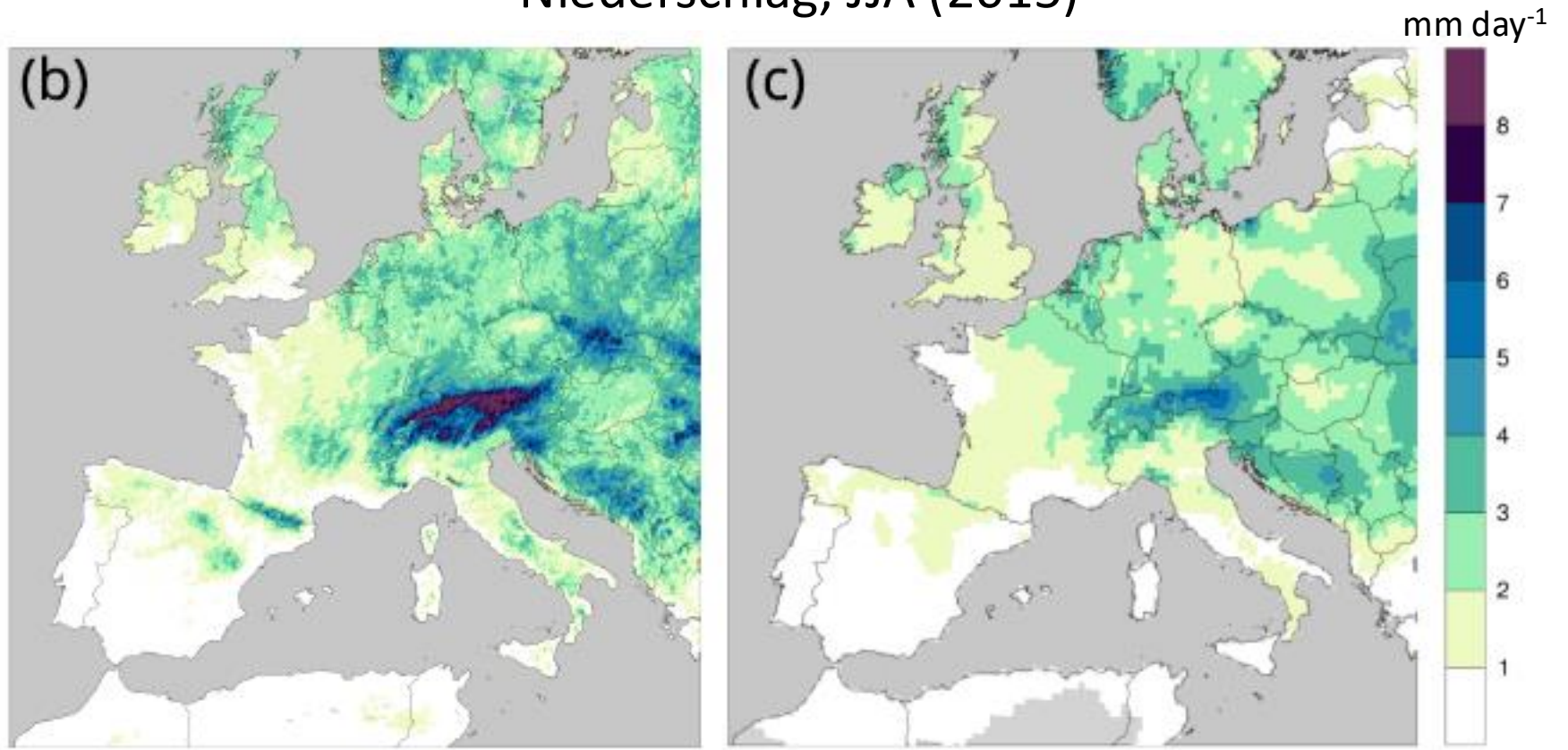
Wetter....



Genauigkeit Wetter/Klima ...im Gebirge

Klima...

Niederschlag, JJA (2015)



Leutwyler et al 2016

Genauigkeit Wetter/Klima ...im Gebirge

Klima...

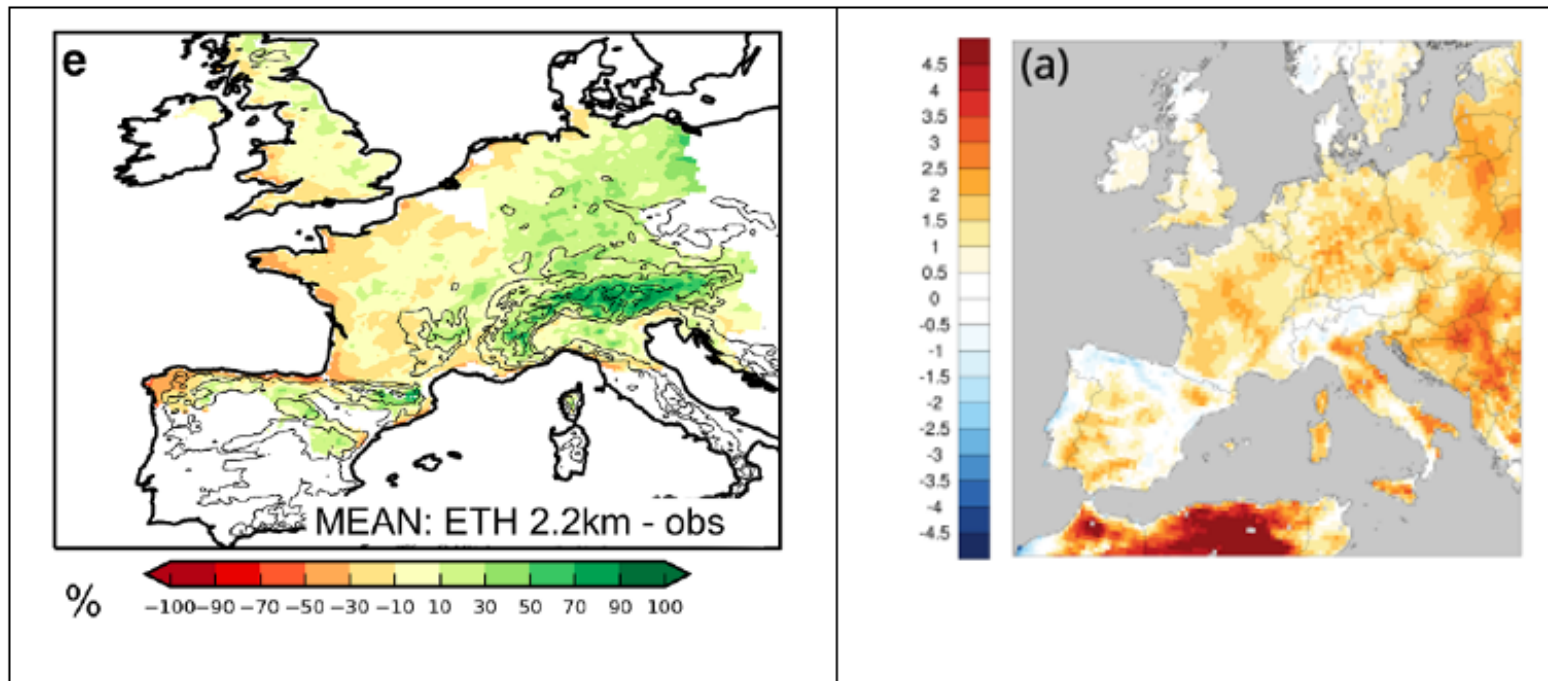


Figure 3 Left panel: percent difference in (mean) daily precipitation totals for a 9-years regional climate simulation for western Europe at 2.2 km horizontal grid spacing with the COSMO-CLM. Thin black lines are orographic high contours and colour coding corresponds to the bias (from Berthou et al. 2020). Right panel: Seasonal mean summer (2006) temperature bias [K], with an early convection-resolving regional climate model, i.e. COSMO-CLM (Leutwyler et al. 2016)

Genauigkeit Wetter/Klima

...im Gebirge

Klima...

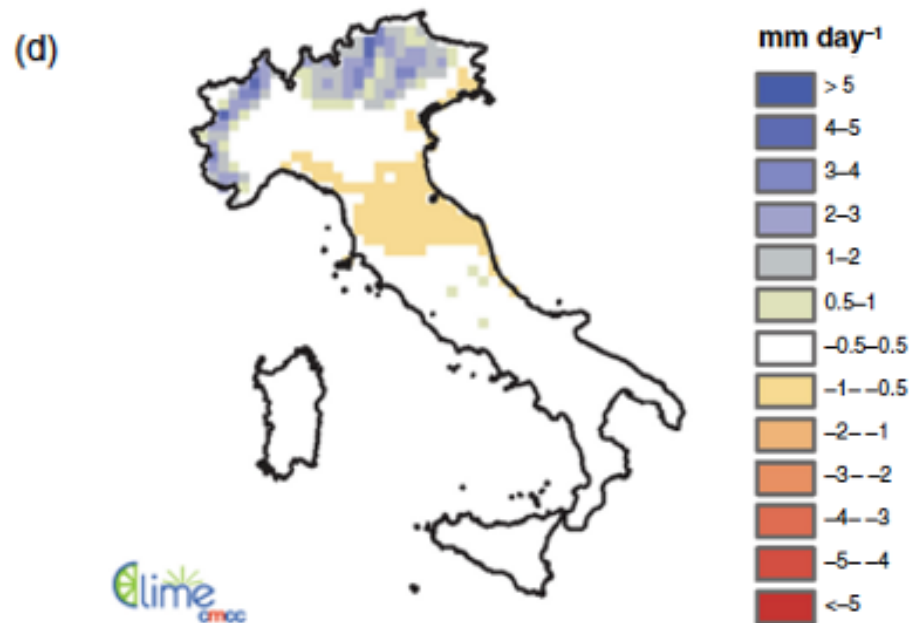


Abb 1 Mittlerer Fehler ('bias') des Sommerniederschlags (JJA) in Italien mit dem COSMO-CLM (ca 8 km horizontale Gitterweite), angetrieben von CCLM-CM (globales Modell). 30-jährige Simulationen (1980-2011), Vergleich mit E-OBS (ganz Italien) sowie gegitterten Datensätzen in einzelnen Provinzen (mit unterschiedlicher Dauer). Kopie aus Fig. 6 in Buccignani et al. (2016).

MAP D-PHASE



Rotach et al. 2009, **BAMS**

Demonstrationsprojekt

→ ‚Gewinn‘ für hydrologische Vorhersage durch MAP

→ kein /wenig Fokus auf ‚bias Gewinn‘...

2 neue Elemente:

→ bessere Vorhersage durch Koppelung Atm –Hydr.

→ Ensemble Modellierung

MAP D-PHASE

- für ‚binäre Entscheidungen‘: Einsatz oder nicht der Rettungskräfte (bei Flutereignis)
- kann ökonomischen Wert als Funktion des CL Verh. berechnen

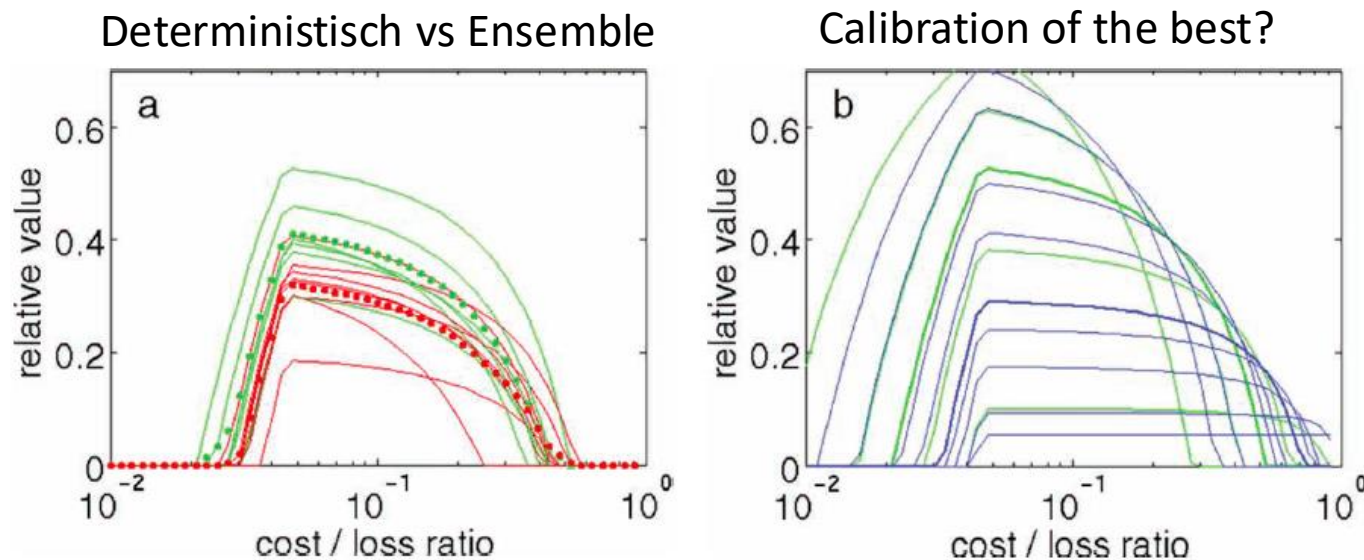
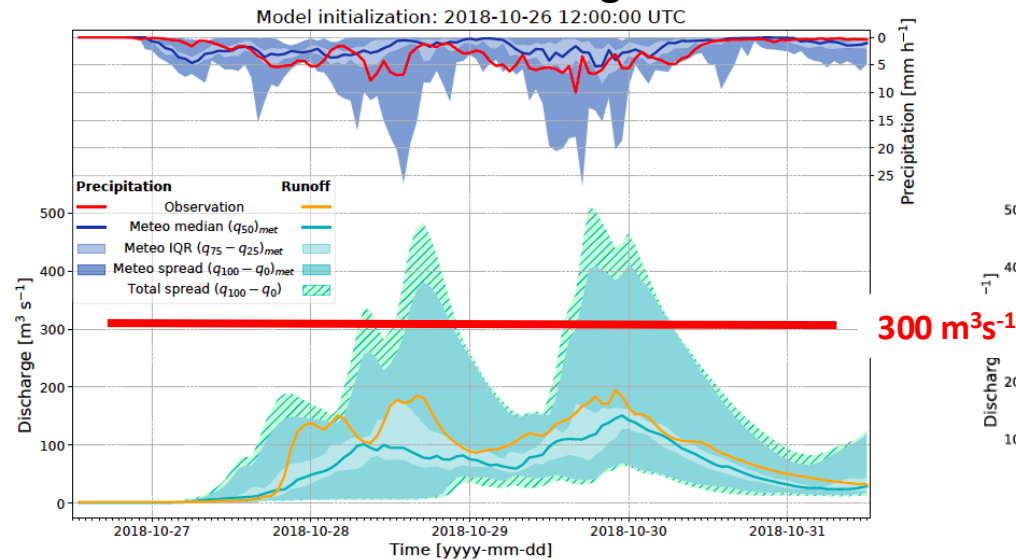


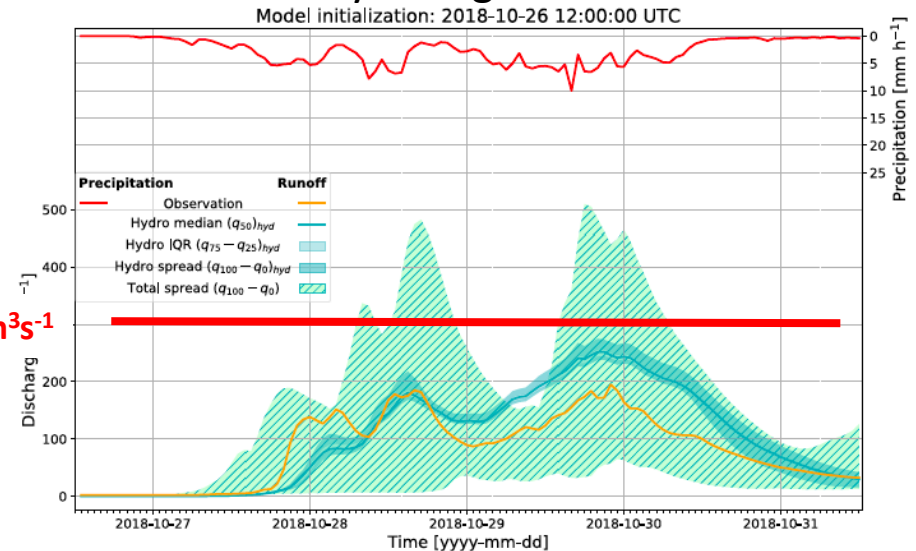
FIG. 5. Relative value depending on C/L ratio for alert level yellow (return period of six events per year) for 18 Swiss warning regions during summer 2007. (a) Deterministic models with parameterized deep convection (red) and high-resolution models resolving deep convection (green) with dots indicating the mean relative values, respectively. (b) Performance of an uncalibrated MMAS (blue lines) made up from all model alerts displayed in (a) with varying probability threshold to issue an alert (10%–90%) in contrast to statically calibrated forecasts (factors of 0.5, 0.8, 1.0, 1.25, and 2.0; green lines) of the best model in (a). Thick (green and blue) lines indicate the result for percentage of models that issue an alert of 50% and a calibration factor 1.

Hydrologische 'Ensemble Vorhersage'

Uncertainty from meteorological ensemble



Uncertainty from hydrological ensemble



Giordani (2019)

Organisation



➤ andere Partner



Organisation

- Crowd funding für eine PCO Stelle@UIBK
 - C2SM (10'000 EUR)
 - Karlsruhe Institute of Technology KIT (20'000 EUR)
 - Météo France (10'000 EUR)
 - MeteoSwiss (30'000 EUR)
 - National Center for Atmospheric Science (20'000 EUR)
 - University of Innsbruck (50'000 EUR*)
 - University of Trento (10'000 EUR)
 - ZAMG (5'000 EUR)

*) Rektorat:	25'000 EUR
Fakultät:	17'000 EUR
ACINN:	6'000 EUR
FZ K-KA:	2'000 EUR

- Dr. Stefano Serafin (8/2018, 3/2020): 60% Anstellung
- Dr Helen Ward, ab 1/2020 neue Koordinatorin