Campus Alpin - Institut für Meteorologie and Klimaforschung
Atmosphärische Umweltforschung (IMK - IFU)

# Alpine Hydrologie am KIT Campus Alpin: Hydrometeorologische Testgebiete und Modellierung von Atmosphäre und terrestrischer Hydrosphäre im komplexen Gelände

Michael Warscher und Harald Kunstmann, Kontakt: michael.warscher@kit.edu

## Forschungsfokus

**Hydrologische Prozesse** und der **regionale Wasserhaushalt** im klimasensitiven Alpenraum unter sich verändernden klimatischen Bedingungen

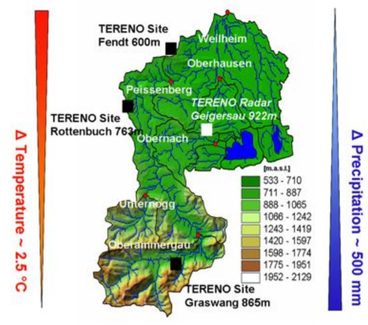
Quantifizierung der **räumlich-zeitlichen Niederschlagsvariabilität** im **komplexen alpinen Gelände**

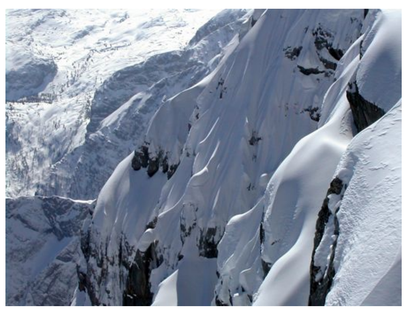
Zeit- und Raumskalen von der **lokalen, event-basierten** Prozessstudie bis zur **regionalen, langjährigen** Klimaimpaktanalyse

## Hydrometeorologische Testgebiete

**TERENO-*preAlpine* Obsevatorium**
710 km², 533 m - 2185 m ü. NN
Bayerische Alpen, EZG Ammer
http://www.tereno.net

**Nationalpark Berchtesgaden**
433 km², 607 m - 2713 m ü. NN
Bayerische Alpen, EZG Berchtesg. Ache
Helmut Franz, Michael Vogel

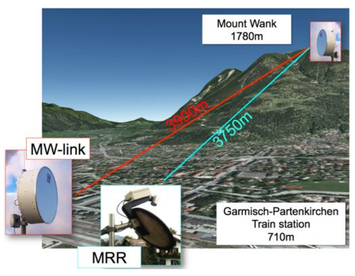


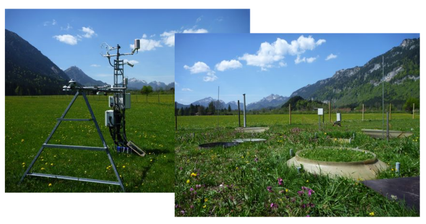
## Methoden

### Messung

**Meteorologie, Stoff- und Energieflüsse**
- Voll ausgestattete meteorologische Stationen
- Boden- und Oberflächenparameter incl. Wärmeströme
- *Eddy Covariance* Systeme
- Niederschlagstotalisatoren bis zu 1700 m ü. NN
- Niederschlagsradar (X-Band)
- Micro-Rain-Radar MRR (24 GHz)
- Experimentelle Niederschlagssensoren auf Mikrowellenbasis
- Dämpfungsinformation kommerzieller Richtfunkstrecke




**Hydrologie**
- 36 Kleinlysimeter
- Schneeschmelzlysimeter
- Snow Pack Analyzer
- Grundwassermessstellen
- Laserspektrometer (stabile Wasser- und Sauerstoffisotope)

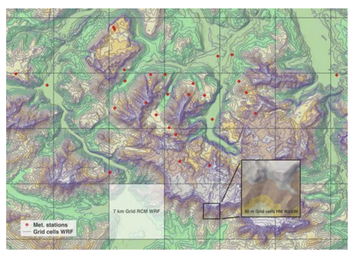


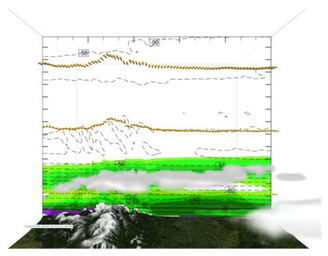
### Modellierung

**Hochaufgelöste atmosphärische Modellierung**
- WRF, MM5, CCLM
- Dynamische Regionalisierung von globalen Datensätzen (GCM, Reanalysen)

**Prozessorientierte, voll flächenverteilte hydrologische Modelle**
- GEOtop, WaSiM, HMS, NDHMS, WRF-hydro
- Simulation des Wasserhaushalts und der Energiebilanz
- Abschätzung möglicher Klimafolgen für die regionale Hydrologie

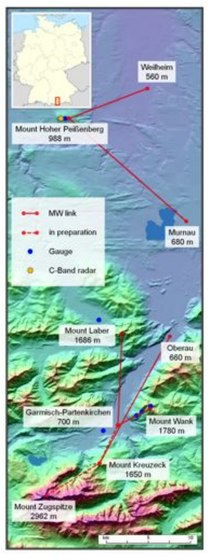
**Modellentwicklung und -kopplung**
- 2-Wege-Modellkopplung Atmosphäre - terrestrische Hydrosphäre
- Schneedecken- und Grundwasserdynamik
- Isotopenhydrologische Prozessmodellierung
- Multivariate Biaskorrektur
- Datenassimilation

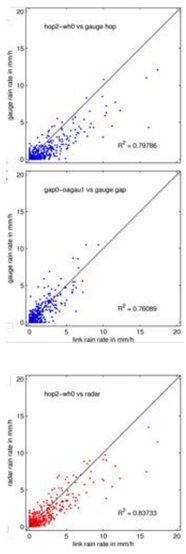


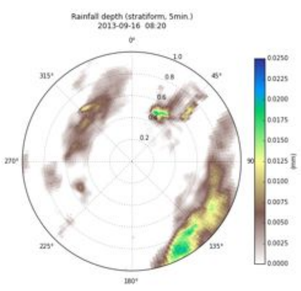


## Ergebnisse

### Messung



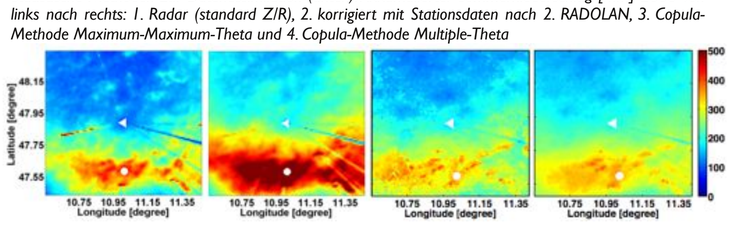





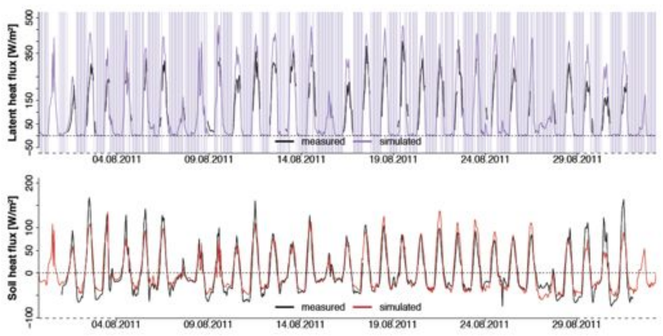

*Niederschlagsereignis gemessen mit X-Band-Radar*

*Links: Versuchsanordnung und Ergebnisse der Niederschlagsmessung durch Analyse von Dämpfungsinformationen aus kommerziellen Richtfunkdaten im Vergleich mit Stationsmessung und Radar-Daten*

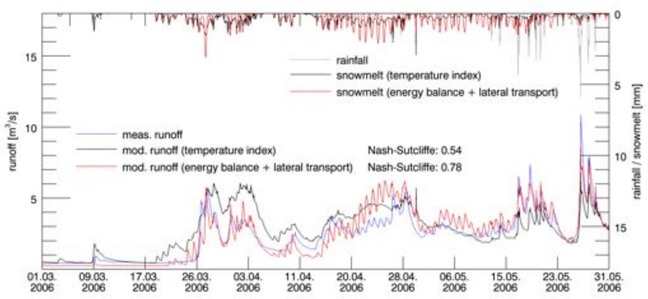
*Statistische Methoden zur Datenassimilation (unten): Akkumulierter Sommerniederschlag [mm] 2008 von links nach rechts: 1. Radar (standard Z/R), 2. korrigiert mit Stationsdaten nach 2. RADOLAN, 3. Copula-Methode Maximum-Maximum-Theta und 4. Copula-Methode Multiple-Theta*



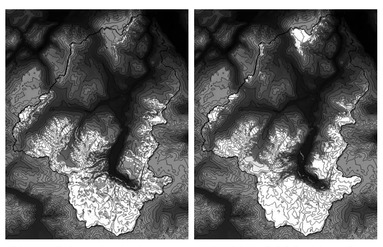
### Modellierung



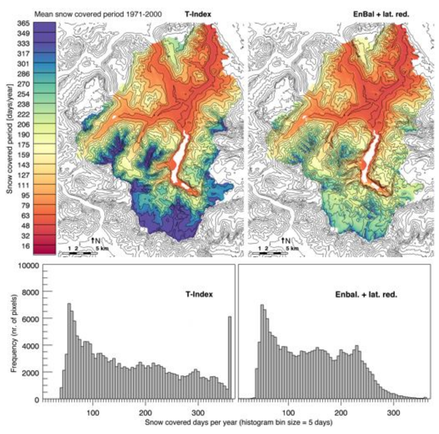

*Modellierte (GEOtop) und gemessene Energieflüsse (latenter Wärmestrom und Bodenwärmestrom) an der Station Fendt im Einzugsgebiet der Ammer.*




*Abfluss am Pegel Hintersee (Berchtesgaden), gemessen und modelliert (WaSiM) mit unterschiedlichen Methoden zur Simulation der Schneedeckendynamik (Temperatur-Index Methode und Energiebilanz mit Simulation von lateralen Prozessen (Windverfrachtung und gravitative Rutschungen)*

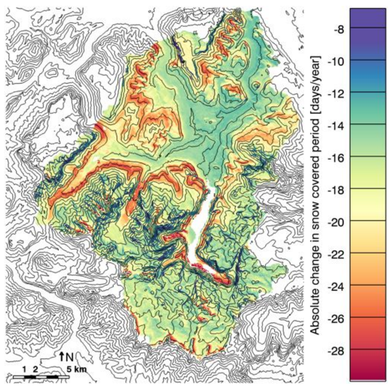


*Oben: Schneebedeckung am 1. Mai 2005: klassifiziert nach NDSI aus Landsat ETM+ Daten (links) und modelliert mit weiterentwickeltem hydrologischen Modell WaSiM (rechts).*

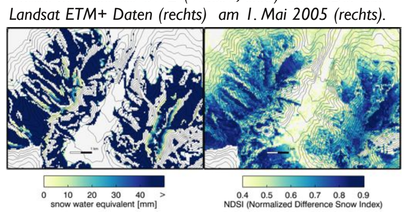



*Rechts oben: Mittlere jährliche Schneebedeckungsdauer in der Kontrollperiode 1971-2000 (WaSiM, angetrieben mit WRF 7 km). Vergleich zwischen T-Index Methode und Energiebilanz Verfahren inkl. lateralen Transportprozessen*

*Rechts unten: Projizierte absolute Änderung der mittleren jährlichen Schneebedeckungsdauer zwischen 1971-2000 und 2021-2050 (Szenario SRES A1B, GCM ECHAM5, RCM WRF 7km, Biaskorrektur: Quantile Mapping)*




*Unten: modelliertes SWE (WaSiM, links) und NDSI aus Landsat ETM+ Daten (rechts) am 1. Mai 2005 (rechts).*




## Team

Joachim Bialas, Christian Chwala, Benjamin Fersch, Jakob Garvelmann, Ralf Kiese, Patrick Laux, Ganquan Mao, Florian Marshall, Matthias Mauder, Thomas Rummler, Jan Schmieder, Gerhard Smiatek, Sven Wagner, Johannes Werhahn, Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, et al.

## Referenzen

CHWALA, C., GMEINER, A., QIU, W., HIPP, S., NIENABER, D., SIART, U., EIBERT, T., POHL, M., SELTMANN, J., FRITZ, J., KUNSTMANN, H. (2012): Precipitation observation using microwave backhaul links in the alpine and pre-alpine region of Southern Germany, HESS, doi:10.5194/hess-16-2647-2012
CHWALA, C., KUNSTMANN, H., HIPP, S., SIART, U. (2013): A monostatic microwave transmission experiment for line integrated precipitation and humidity remote sensing, AR, doi:10.1016/j.atmosres.2013.05.014.
HINGERL, L., KUNSTMANN, H., MAUDER, M., WAGNER, S., RIGON, R.: High Resolution Joint Water and Energy Balance Modeling and Observation in a Prealpine Environment, submitted to JHM.
KRALLER, G., WARSCHER, M., KUNSTMANN, H., VOGL, S., MARKE, T., STRASSER, U. (2012): Water balance estimation in high Alpine terrain by combining distributed modeling and a neural network approach (Berchtesgaden Alps, Germany), HESS, doi:10.5194/hess-16-1969-2012.
VOGL, S., LAUX, P., QIU, W., MAO, G., KUNSTMANN, H. (2012): Copula-based assimilation of radar and gauge information to derive bias-corrected precipitation fields, HESS, doi:10.5194/hess-16-2311-2012.
WAGNER, S., BERG, P., SCHÄDLER, G., KUNSTMANN, H. (2013), High resolution regional climate model simulations for Germany: Part II – Projected Climate Changes, CD, doi:10.1007/s00382-012-1510-1
WARSCHER, M., STRASSER, U., KRALLER, G., MARKE, T., FRANZ, H., KUNSTMANN, H. (2013): Performance of Complex Snow Cover Descriptions in a Distributed Hydrological Model System - A Case Study for the High Alpine Terrain of the Berchtesgaden Alps, WRR, doi:10.1002/wrcr.20219.