

Bias-Korrektur und lokale Verfeinerung regionaler Klimaszenarien am Beispiel der Berchtesgadener Alpen

Dr. Stefanie Vogl

Kontakt: stefanie.vogl@kit.edu



Wozu regionale Klimasimulationen?

Die Klimaerwärmung macht Anpassung an veränderte Umweltbedingungen notwendig. Dies gilt besonders für klimasensible Regionen wie den Alpenraum.

Vorsorge für:

- Hochwasserschutz
- Trinkwasserversorgung
- Wasserkraft
- Wasserbedarf in der Landwirtschaft
- Tourismus
- ...



Regionale Klimaimpaktstudien mit hoher raumzeitlicher Auflösung sind die Basis für die Entwicklung geeigneter Zukunftsstrategien.



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit

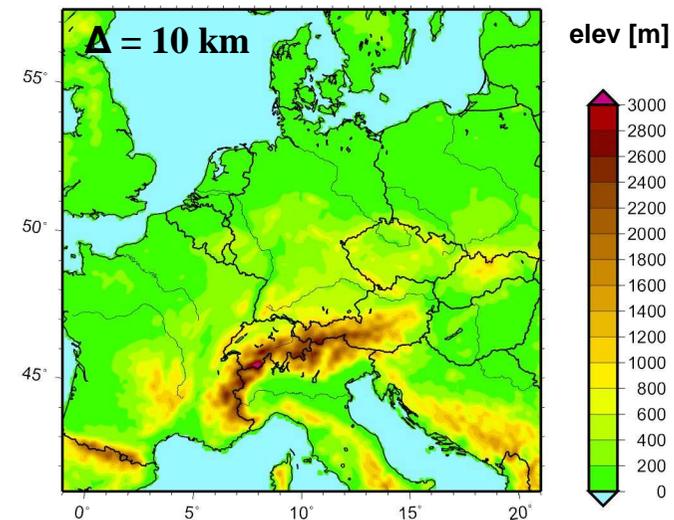
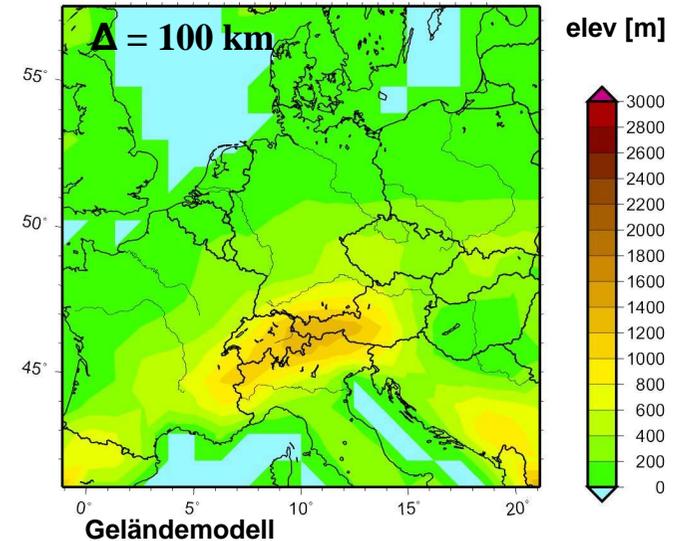


Vorteile der regionalen Klimamodellierung

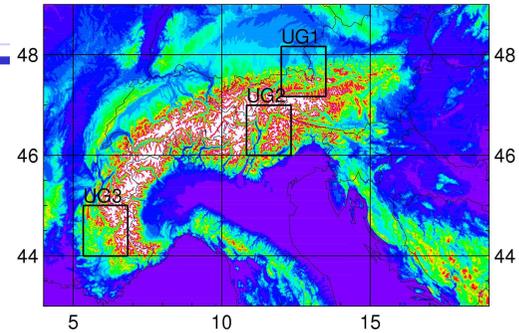
- Erdoberfläche kann genauer dargestellt werden (Orographie, Küsten, Landnutzung, Bodenbeschaffenheit...)
- Physikalische Vorgänge müssen nicht parametrisiert werden
- Numerische Lösungen haben mehr Stützstellen
- ...

➔ **Wie gut beschreiben RCMs das regionale Klima?**

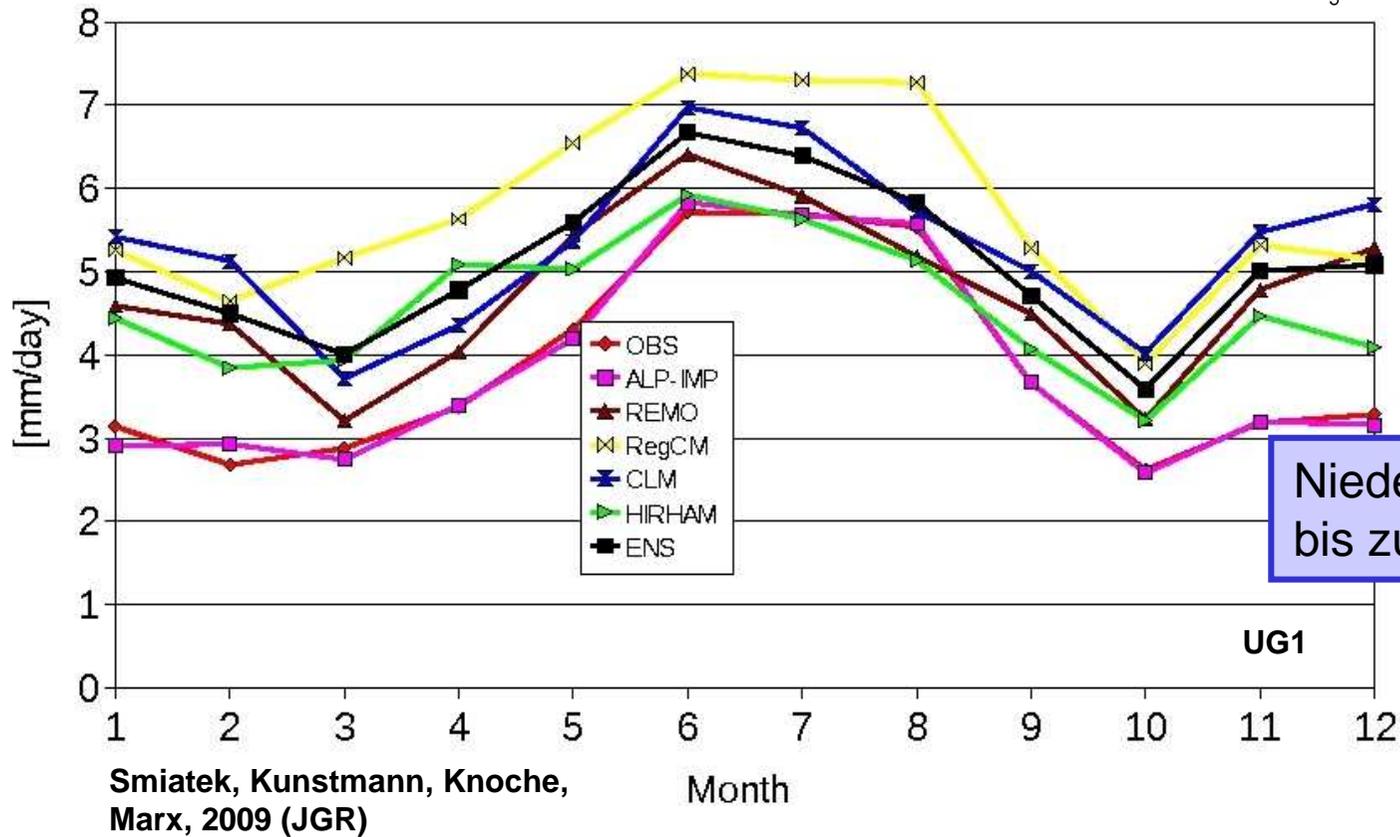
➔ **Besonders in komplexem Terrain großer Bias festzustellen**



Probleme: Beispiel Alpenraum



Kontrollläufe 1961-1990



Niederschlagsbias
bis zu 2.5 mm/Tag

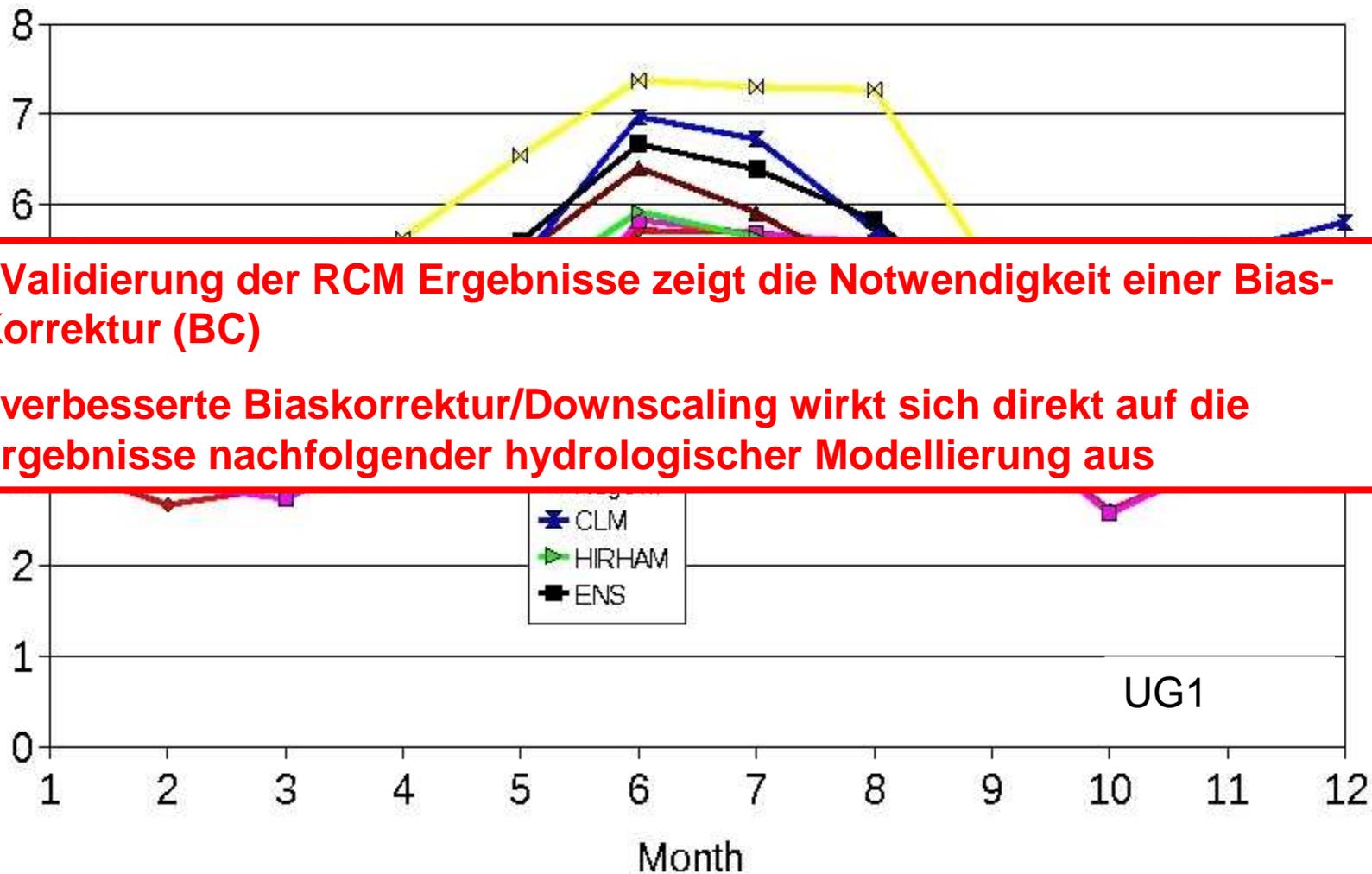


finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



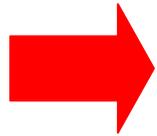
Probleme: Beispiel Alpenraum

Kontrollläufe 1961-1990

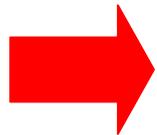


Bias-Korrektur

- Lineare BC (Mittelwertkorrektur)
- Histogramm-Anpassung (QM)



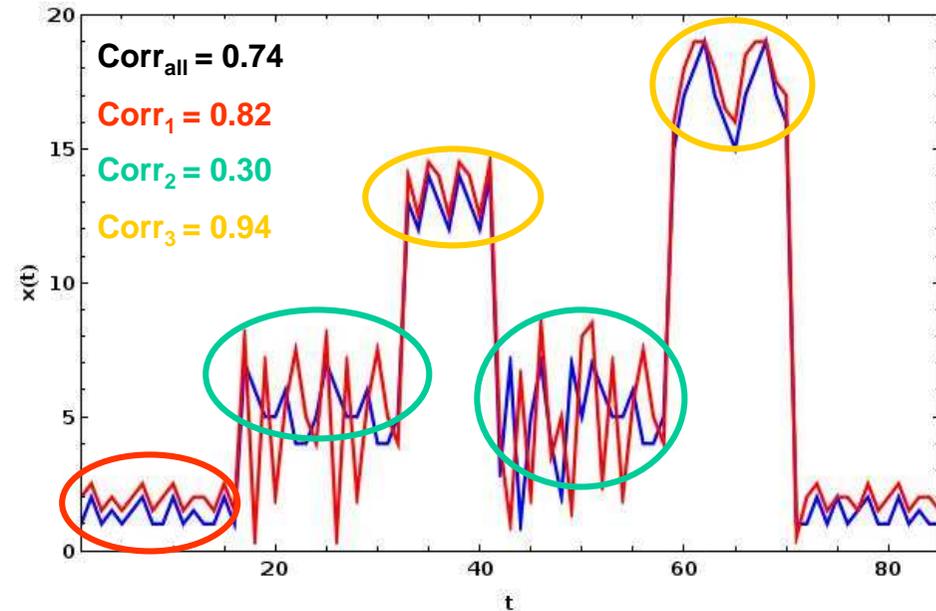
- Korrelationsbasiert
- Spezifische syst. Fehler sind nicht korrigierbar



Idee: Benutze die Abhängigkeitsstruktur ("Copula") zwischen Modell und Beobachtung um unterschiedliche Fehlertypen dynamisch zu korrigieren

Copula: vom Lateinischen "copulare"
Basis der Copula-Theorie: Sklar's Theorem (1959)
 $F_{XY}(x,y)=C(F_X(x),F_Y(y))$

Beispiel



Korrelation ↔ Bedingte Wahrscheinlichkeit



bi-/multivariate Verteilung



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



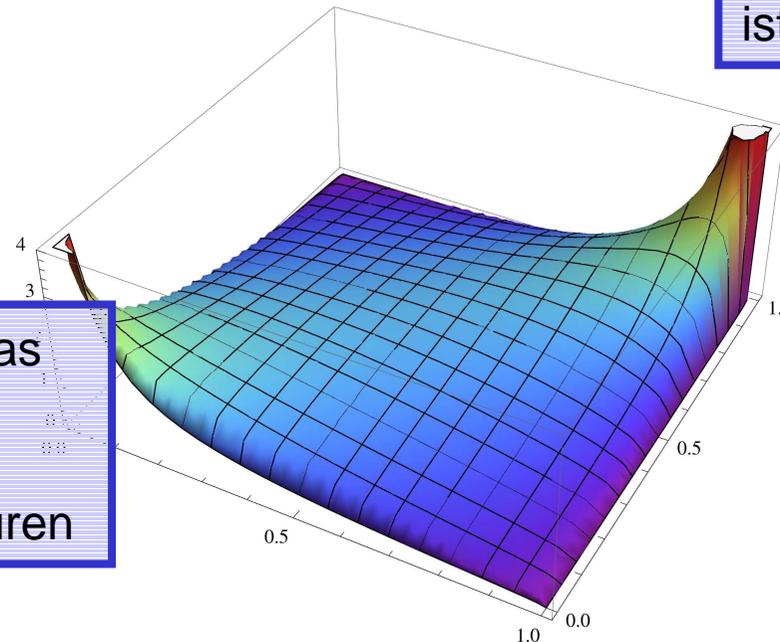
Abhängigkeitsstruktur: Copula

Abhängigkeit wird in Bezug auf den Rang modelliert

Je größer der Copula Parameter Θ desto stärker ist die Abhängigkeit

Verschiedene Copulas repräsentieren verschiedene Abhängigkeitsstrukturen

Gumbel-Hougaard Copula PDF



Abhängigkeitsstruktur ist analytisch gegeben

$$C_{\theta}(u, v) = \exp(-((-\ln u)^{\theta} + (-\ln v)^{\theta})^{1/\theta})$$

Konditionale Copula: Bedingte Wahrscheinlichkeit für V unter der Bedingung $U = u$

→ $\frac{\partial}{\partial u} C(u, v) = P(V \leq v, U = u)$

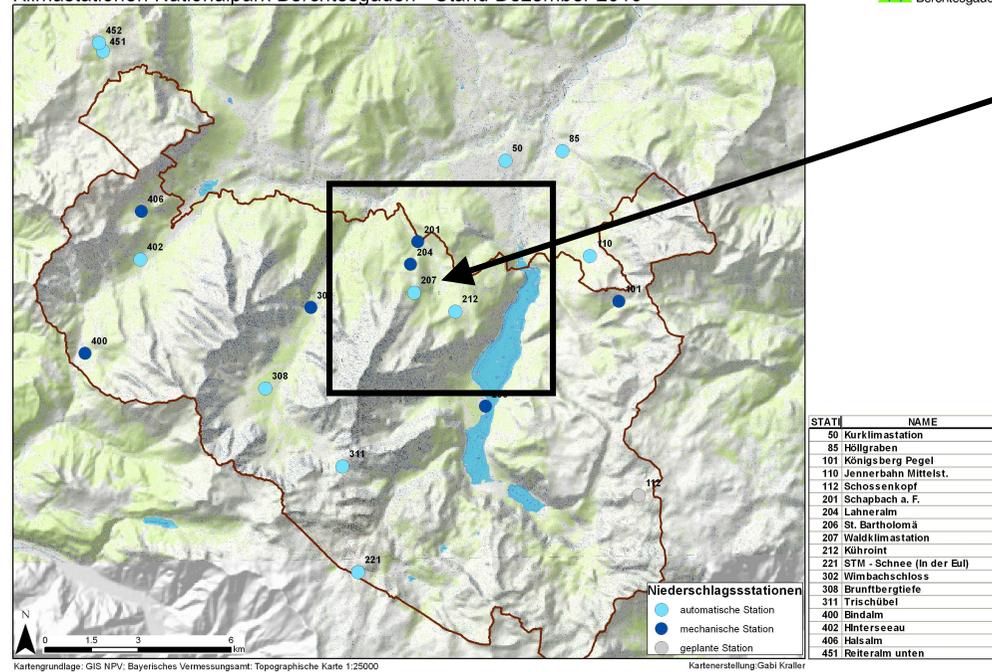


finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit

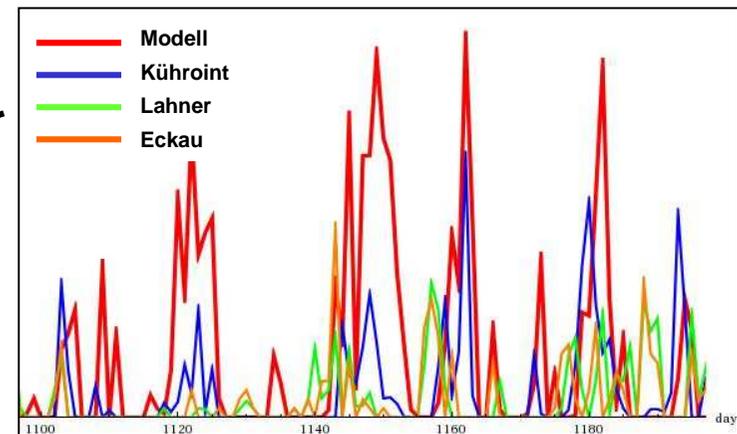


Anwendung: Nationalpark Berchtesgaden

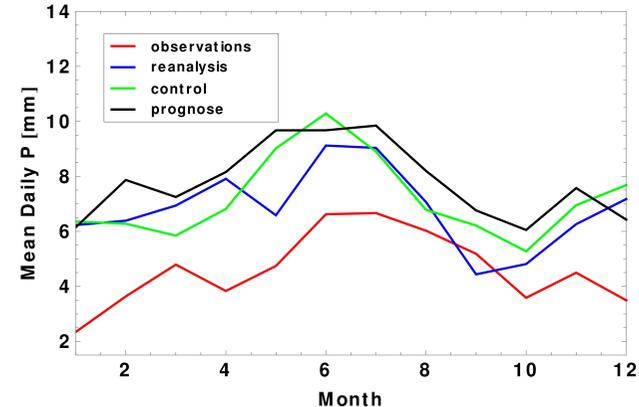
Klimastationen Nationalpark Berchtesgaden - Stand Dezember 2010



12 meteorologische Stationen (Tagesdaten)



Station7 - Kuehroint (1418m)



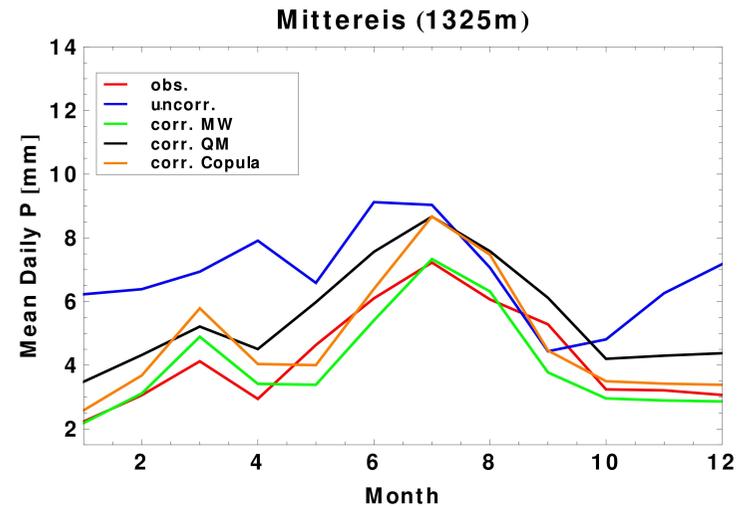
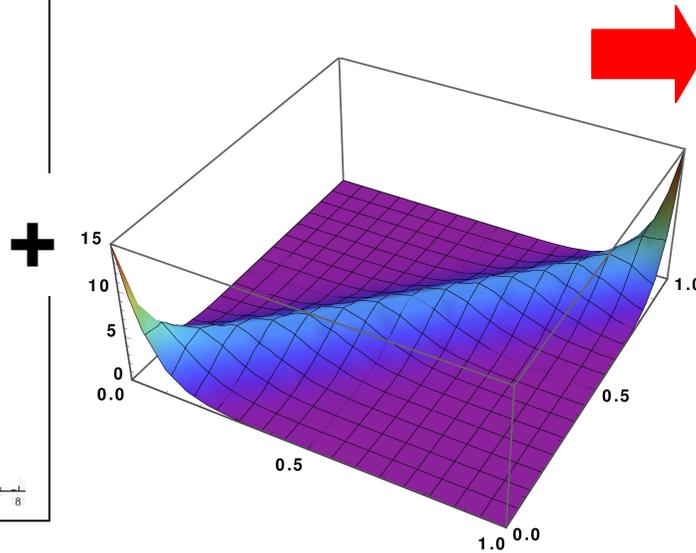
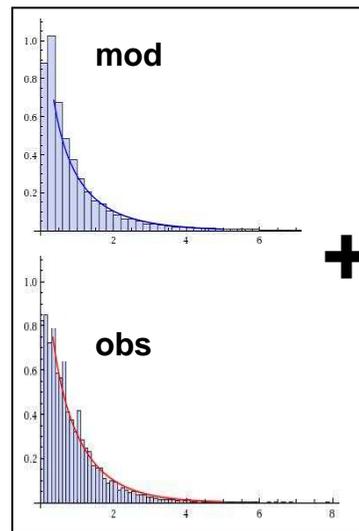
Ziel: Korrektur und lokale Verfeinerung einer regionalen Klimasimulation (WRF-E5R1, 7km Auflösung) für den Nationalpark Berchtesgaden sowohl mit Standardverfahren als auch mit Hilfe des neu entwickelten Copula-Algorithmus



finanziert durch
 Bayerisches Staatsministerium für
 Umwelt und Gesundheit



Anwendung: Nationalpark Berchtesgaden



Station	Unkorrigiert (NSE, RMSE, r)	MW (NSE, RMSE, r)	QM (NSE, RMSE, r)	Copula (NSE, RMSE, r)
Wimbachschloß	(-0.85, 10.64, 0.37)	(-0.10, 8.17, 0.36)	(-0.34, 9.06, 0.38)	(-0.01 , 8.08 , 0.37)
Bindalm	(-0.17, 10.06, 0.45)	(-0.04, 9.14, 0.46)	(-0.28, 10.54, 0.46)	(-0.02 , 8.94 , 0.50)
Lahnwald	(-0.53, 11.00, 0.38)	(-0.01 , 8.94, 0.39)	(-0.40, 10.54, 0.38)	(-0.02, 8.24 , 0.40)
Halsalm	(-0.06, 10.55, 0.38)	(-0.08, 10.67, 0.37)	(-0.38, 12.06, 0.38)	(-0.03 , 10.27 , 0.39)
Brunftbergtiefe	(-0.36, 10.95, 0.39)	(-0.02 , 9.50, 0.39)	(-0.36, 10.97, 0.40)	(-0.12, 9.30 , 0.49)
Mittereis	(-0.61, 10.72, 0.39)	(-0.09, 8.84 , 0.38)	(-0.39, 9.98, 0.38)	(-0.03 , 9.18, 0.39)



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



Zusammenfassung

Methodenentwicklung

- ✓ Entwicklung einer neuen Copula-basierten BC-Methode
- ✓ Anwendung auf RCM im alpinen Raum

Publiziert 2011:
Laux, P., Vogl, S., Qiu, W., Knoche, R., und H. Kunstmann:
Copula-based statistical refinement of precipitation in RCM simulations over complex terrain, HESS 15, 1-19, (2011).

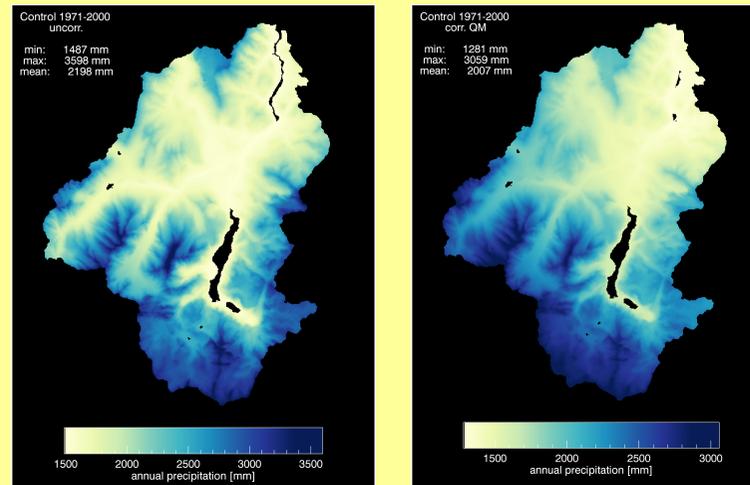
- ✓ Entwicklung einer Copula-basierten Methode zur Korrektur von Feldern (auch anwendbar auf RCM output)
- ✓ Anwendung der Methode zur Korrektur von Radardaten

Publiziert 2012:
S.Vogl, P.Laux, W.Qiu, G.Mao und H.Kunstmann:
Copula-based assimilation of radar and gauge information to derive bias-corrected precipitation fields, HESS, 16, 2311-2328, (2012).

Zusammenfassung im Abschlußbericht (März 2013)
VH-ID:32722/TUF01UF-32722

Anwendung: NP Berchtesgaden

- ✓ Anwendung Standard BC, Copula BC auf Tagesdaten (WRF-E5R1, 7km) Kontrolle, Reanalyse (1971-2000), Klimaprojektion (2020-2050)
- ✓ Erzeugung von korrigierten Stunden-daten und Einbindung in das hydrol. Modell WaSiM



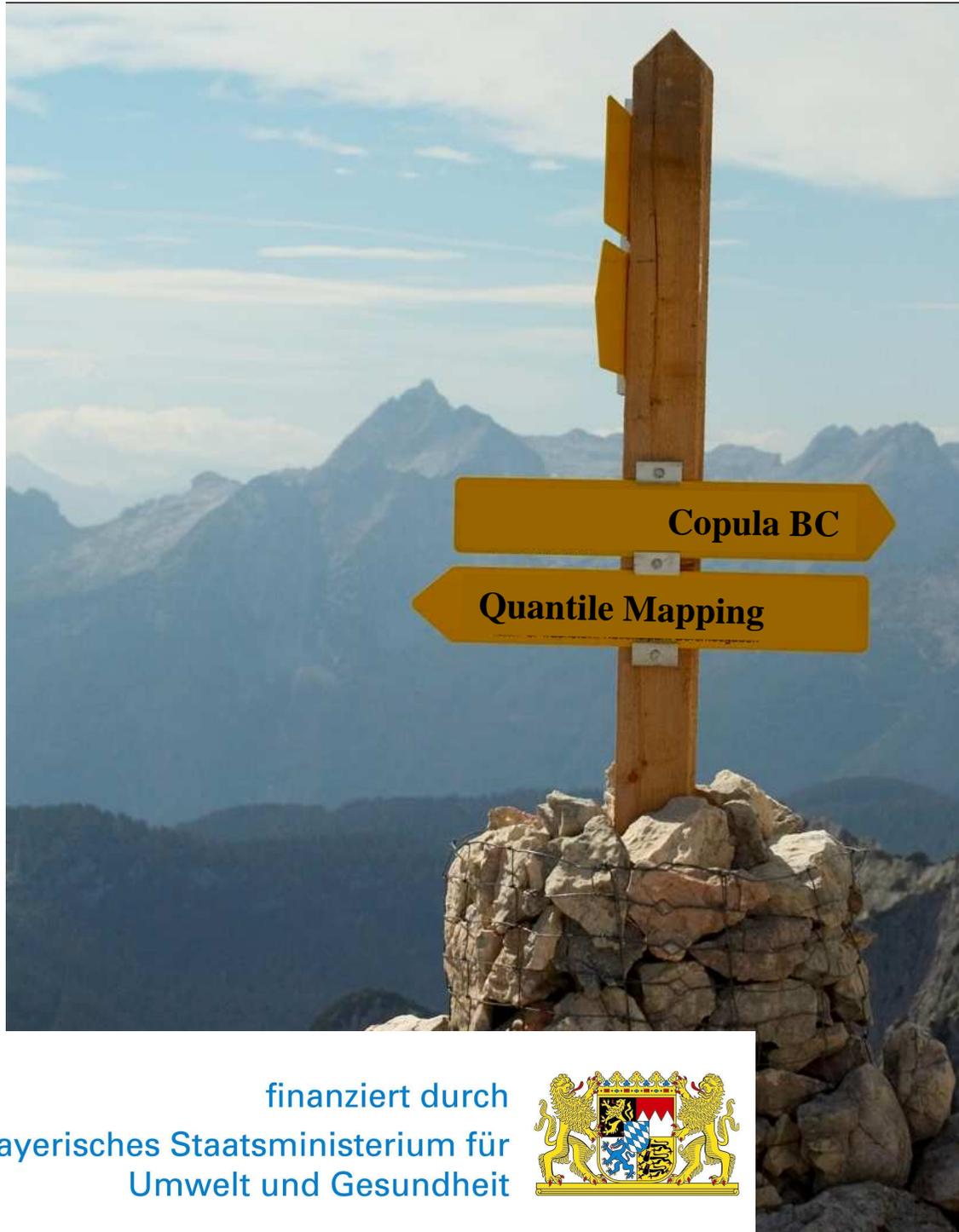
WaSiM-Niederschlagsfeld ohne (links) und mit BC (rechts),
Graphik: Michael Warscher (Posterpräsentation)



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit



ENDE



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Gesundheit

