

DZUG – DOWNSCALING PROJEKT ZUGSPITZE: ERSTE SCHRITTE IN RICHTUNG HOCHPRÄZISER KLIMAPROJEKTIONEN

CHRISTOPH BECK, ANDREAS PHILIPP, JUCUNDUS JACOBEIT

UNIVERSITÄT AUGSBURG, C. BECK@GEO.UNI-AUGSBURG.DE, A. PHILIPP@GEO.UNI-AUGSBURG.DE

Im Rahmen eines langfristig angelegten Projektes zur Optimierung von Downscalingtechniken werden in einer Phase zunächst Wetter- und Zirkulationsklassifikationen herangezogen, um die Abhängigkeit lokaler Temperatur- und Niederschlagschwankungen im Zugspitzgebiet von großskaligen atmosphärischen Zirkulationsveränderungen zu erfassen. Eine experimentelle Vorstudie zeigt vielversprechende Teilergebnisse, aber auch noch bestehende Defizite. Auf Grundlage von Ergebnissen der COST Action 733 werden im weiteren systematische Optimierungsmöglichkeiten, wie z. B. die Größe des Klassifikationsausschnitts, evaluiert.

Einführung

Die Zugspitzregion stellt einen Hochgebirgsraum mit sensitivem Ökosystem dar, der in besonderem Maße vom Klimawandel betroffen ist. Dies prädestiniert diesen Standort zum einen als Indikator für Klimawandel, zum anderen stellt dieser selbst eine kritische Größe im Kontext von Umweltschutz und anthropogener Nutzung im Zugspitzgebiet dar. Die Untersuchung möglicher zukünftiger Entwicklungen auf negative Auswirkungen hin erhält dadurch hohe Priorität.

Im Rahmen einer langfristigen Optimierung von Downscalingtechniken wird angestrebt, die von globalen Klimamodellen mit relativ hoher Verlässlichkeit simulierten Veränderungssignale im großskaligen Zirkulationsfeld auf die regionale und lokale Skala zu überführen. In einem ersten Ansatz werden hierzu Zirkulationsklassifikationen verwendet, deren Häufigkeitsveränderungen in modellierten Projektionsszenarien im weiteren

Projektverlauf Hinweise auf lokale Veränderungen geben sollen.

Experimentelle klassifikationsbasierte Kurzfrist-abschätzung der Temperatur

Um ein erstes Referenzmodell für die klassifikationsbasierte Abschätzung der Temperatur aufzustellen, wurde ein automatisches Onlinesystem zur Kurzfristabschätzung der Temperaturen der DWD-Station Zugspitze entwickelt. Hierzu wurden für jeden Monat 10 Wetterlagen- bzw. Zirkulationsklassen mithilfe einer Clusteranalyse der Gitterfelder zwischen 0-20°E und 42,5-52,5°N bestimmt. Als Eingangsvariablen des Klassifikationsverfahrens werden in einer ersten Variante geopotentielle Höhen, Windkomponenten und Temperaturfeld des 850 hPa-Niveaus sowie geopotentielle Höhen des 300 hPa und Wind- und Temperaturfeld des 500 hPa-Niveaus verwendet. Eine alternative Variante beinhaltet nur das 500 hPa Geopotential. Die mit ERA40-Daten im Zeitraum 1957 bis 2002 erzeugten Klassen wurden anschließend mit den Temperaturwerten der DWD-Station Zugspitze tageszeitspezifisch für 0, 6, 12 und 18 Uhr kalibriert. Als typischer Temperaturwert jeder Klasse wurde hierzu der Median der klassenspezifischen Temperaturverteilung dem Mittelwert vorgezogen, um den Einfluss von Ausreißern zu mindern. Um aktuelle Modellabschätzungen zu erzeugen, werden die vom DWD über FTP zweimal täglich bereitgestellten 6-stündlichen GME-Modelldaten den Klassenzentroiden nach minimaler Euklidischer Distanz zugeordnet und der Kalibrationstemperaturwert der jeweiligen Klasse eingesetzt. Abbildung 1 zeigt die Zeitreihen der gewonnenen Modellzeitreihen im Vergleich zu DWD-Beobachtungsdaten.

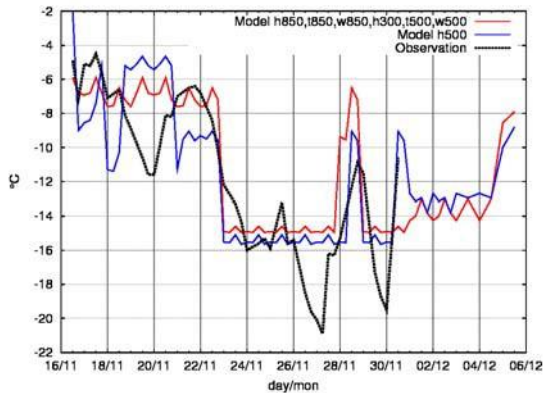


Abb.1: Beobachtete und mit klassifikationsbasierten Modellen abgeschätzte Temperaturwerte für die DWD-Station Zugspitze für den Zeitraum 16.11.2010 00 Uhr bis 06.12.2010 00 Uhr; rot: Modell auf Grundlage mehrerer Variablenfelder (siehe Text), blau: Modell auf Grundlage des 500 hPa-Geopotentialfeldes; schwarz: Beobachtungen. Der Spearmankorrelationskoeffizient beträgt 0,78 bzw. 0,75 für h500.

Obwohl in diesem Beispiel wesentliche Varianzanteile modelliert werden können wie z. B. der Kälteeinbruch am 23.11. oder die Erwärmung am 28.11., werden einzelne Schwankungen wie der Durchzug eines Kaltlufttropfens am 26.11. noch nicht erfasst.

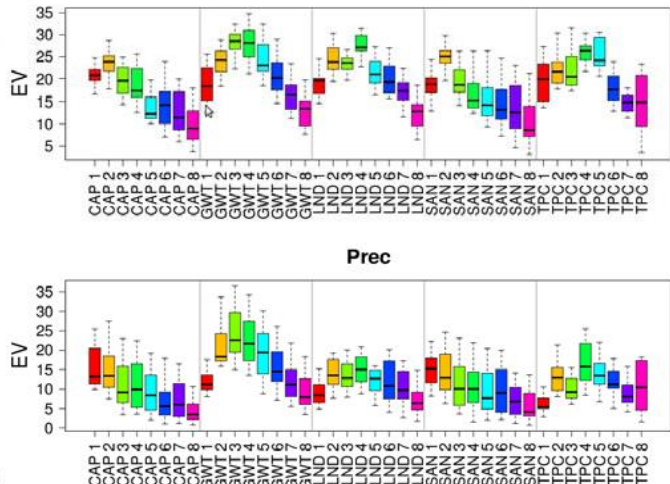
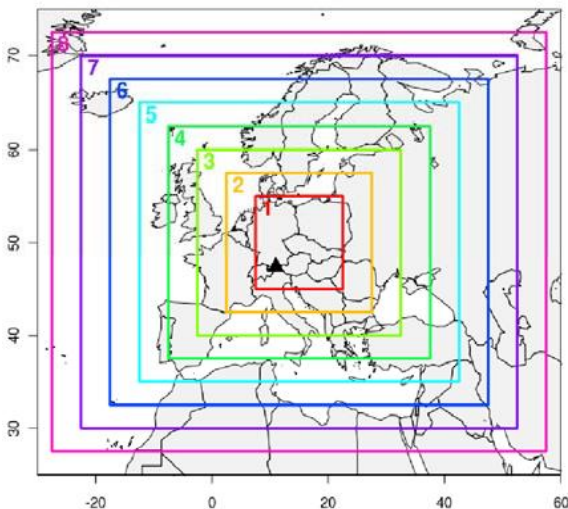
Systematische Evaluierung und Optimierung von Klassifikationen

Im Rahmen der Beteiligung an der EU COST Aktion 733 „Harmonisation and Applications of Weather Types Classifications for European Regions“ wurden unter anderem umfangreiche Untersuchungen zur Trennschärfe von Zirkulationsklassifikationen sowohl für die klassifizierte

verschiedene klimatische Zielvariablen (z. B. Lufttemperatur, Niederschlag) durchgeführt. Eine der verwendeten Maßzahlen für die Trennschärfe einer Zirkulationsklassifikation für eine klimatische Zielvariable ist die erklärte Varianz ($EV = 1 - \text{typinterne Streuungsquadratsumme} / \text{Gesamtstreuungsquadratsumme}$). Ergebnisse aus der COST Aktion 733 zeigen, dass die Trennschärfe von Klassifikationen nicht nur vom jeweiligen methodischen Ansatz (z. B. Cluster- oder Hauptkomponentenanalyse), sondern - in meist sogar stärkerem Maße - auch von methodenunabhängigen Konfigurationsaspekten (z. B. Art und Anzahl der klassifizierten Variablen) abhängig ist.

In Abb.2 sind ausgewählte Ergebnisse einer Untersuchung zur Relevanz der Größe des der Zirkulationsklassifikation zugrunde gelegten räumlichen Ausschnitts für die Güte des Zusammenhangs zwischen Zirkulationsklassifikationen und bodennahen meteorologischen Variablen (ausgedrückt durch die erklärte

Abb.2: 2 (links) Variierende räumliche Ausschnitte (1-8) zur Bestimmung von Zirkulationsklassifikationen; das schwarze Dreieck gibt die Lage der Zugspitze an. (rechts) Erklärte Varianzen (EV in %) verschiedener Zirkulationsklassifikationen für Tageswerte der Lufttemperatur (2mT) und des Niederschlags (Prec) an der Station Zugspitze (1957-2002). EV-Werte sind angegeben für 5 Zirkulationsklassifikationen (siehe Text) in jeweils 8 Varianten (räumliche Ausschnitte 1-8). Jeder Boxplot basiert auf 12 monatspezifisch ermittelten EV-Werten



Variable (meist Bodenluftdruck) als auch für

Varianz) am Beispiel der Tageswerte von Temperatur und

Niederschlag an der Station Zugspitze dargestellt.

Fünf unterschiedliche Methoden zur Zirkulationsklassifikation, die jeweils als repräsentativ für ein grundlegendes Klassifikationskonzept gelten können, wurden jeweils für insgesamt 8 unterschiedlich große räumliche Ausschnitte (linker Teil von Abb.2) berechnet: CAP (S-modale Hauptkomponentenanalyse und nachfolgende nichthierarchische Clusteranalyse), GWT (schwollenwertbasierte Zuordnung zu Prototypen), LND (Korrelationsanalyse), SAN (mittels „simulated annealing“ und „diversified randomization“ optimierte nicht hierarchische Clusteranalyse), TPC (T-modale Hauptkomponentenanalyse).

Die einzige klassifizierte Variable ist in allen Fällen der Bodenluftdruck aus täglichen (12UTC) ERA40 Reanalysefeldern. Alle Klassifikationsvarianten beinhalten 18 Klassen (Zirkulationstypen).

In monatlicher Differenzierung wurden anschließend für jede Klassifikation die erklärte Varianz für die Tageswerte der Lufttemperatur und des Niederschlages berechnet (rechter Teil von Abb.2).

Höhere Werte der erklärten Varianz sind generell für die Zielvariable Lufttemperatur gegenüber der Zielvariablen Niederschlag festzustellen. Daneben bestehen - mehrheitlich allerdings geringe - Unterschiede zwischen den einzelnen Klassifikationsmethoden. Demgegenüber sehr viel deutlichere Variationen der EV-Werte sind in Abhängigkeit von der Größe des für die Klassifikation verwendeten räumlichen Ausschnittes ausgeprägt. Tendenziell werden dabei die höchsten EV-Werte bei Verwendung von räumlichen Ausschnitten erreicht, die sich über höchstens 40 Längen- und 30 Breitengrade erstrecken.

Auf der Grundlage der verfügbaren Evaluationsergebnisse werden in zukünftigen Projektphasen bestehende Zirkulationsklassifikationen zielgerichtet modifiziert und erweitert werden, um die anvisierte

Optimierung klassifikationsbasierter Downscaling-Methoden zu realisieren.