

## **Klimatologische Analyse objektiver Wetterlagen auf Basis von Reanalyse und Klimaprojektionen**

U. Riediger (1), A. Gratzki (1), H. Steiner (1), P. Krahé (2), and E. Nilson (2)

(1) Deutscher Wetterdienst, Hydrometeorologie, Offenbach (Ulf.Riediger@dwd.de), (2) Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

KLIWAS ist ein Ressortforschungsprogramm des BMVBS zur Forschung der Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt. Die Folgen des Klimawandels können die zukünftige Leistungsfähigkeit der Wasserstraßen als wichtiger wirtschaftlicher Verkehrsweg beeinträchtigen. Sowohl für die Binnengewässer als auch für die Küsten- und Ästuargebiete sollen Handlungsoptionen im Sinne der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) abgeleitet werden. Dabei bleibt zu beachten, dass die Projektion des zukünftigen Klimas mit Unsicherheiten behaftet ist. Einerseits können die Klimamodelle das Klimasystem der Erde nicht hinreichend genau beschreiben, andererseits sind die zukünftigen Randbedingungen für die Klimaentwicklung nicht bekannt. Für eine quantitative Abschätzung der Unsicherheiten müssen mehrere Klimaprojektionen herangezogen werden. Das Überprüfen der Güte der Klimamodelle mit belastbaren Referenzdaten bestimmt für den Kontrollzeitraum die Unsicherheit der Modellsimulation. Die Plausibilität der simulierten Witterungsbedingungen wird mithilfe der Analyse von Wetterlagen interpretiert.

Eine Evaluation der simulierten Datensätze der Globalen und Regionalen Klimamodelle erfolgt über das automatische, objektive Klassifizieren der Wetterlagen. Ein Vergleich des Witterungsregimes und der Häufigkeit der Wetterlagen beurteilt die Güte der Klimasimulationen. Besonders den Wasserkreislauf steuernde Größen wie Niederschlag und Verdunstungsparameter zeigen eine starke Abhängigkeit zur bestimmenden Wetterlage. Das Auftreten und die geographische Position der steuernden Hoch- und Tiefdruckdynamik kann durch die Objektive Wetterlagenklassifikation (oWLK) speziell für den mitteleuropäischen Raum widergespiegelt werden (BISSOLLI & DITTMANN 2001). Der Fokus liegt auf extremen Zuständen wie z.B. lang anhaltende Trockenperioden, die zu Niedrigwasser führen.

Die wetterlagenbezogene Auswertung des Kontrollzeitraumes (1961-2000) wurde für einen großen Teil der im FAR-IPCC-Bericht verwendeten Globalen Klimamodelle (BCCR-BCM2.0, CNRM-CM3, ECHAM5-MPI, ECHAM5-DIMI, EGMAM) durchgeführt. Die Referenzdatensätze basieren auf den Reanalysen des European Centre for medium-range weather forecast (ECMWF) ERA40. Die Analysedatensätze der Vorhersagemodelle des Deutschen Wetterdienstes DWD-NWP vervollständigen diese Datenbasis. Für die Analyse der hydrologisch relevanten Klimaelemente (wie z.B. Niederschlag, Temperatur) wurde auf die hoch aufgelösten HYRAS-KLIWAS-Datensätze zurückgegriffen. Diese räumlich und zeitlich konsistenten Datensätze auf Tagesbasis beruhen auf der Regionalisierung von Messdaten der mitteleuropäischen Messnetze.

Die Unsicherheiten der Klimamodellrechnungen für den Kontrollzeitraum wurden mit Bezug auf eine akkurate Wiedergabe der atmosphärischen Zirkulation über Mitteleuropa quantifiziert. Die Höhe an fehlerhaften Simulationen stellt ein Maß der Reproduktionsfähigkeit dar. Sowohl atmosphärische Parameter (wie z.B. die Hauptanströmungsrichtung oder die Zyklonalität in Bodennähe und in der mittleren Troposphäre) als auch wetterlagenabhängigen Niederschlags- und Temperaturenverteilungen in unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen wurden mit den Referenzdatensätzen verglichen. Eine Wetterlagenklimatologie wurde für die Kontrollläufe der Klimamodelle aufgestellt und Abweichungen zur Referenz interpretiert. Zusätzlich wurde der Modellfehler in den atmosphärischen Parametern in die Evaluierung einbezogen. Ereignisse, die relativ nasse oder trockene Witterungsverhältnisse hervorrufen können, wurden über die Gruppierung der relevanten Wetterlagen erfasst.

Bei der Prüfung der Datengrundlage (ERA40 und DWD-NWP) wurde festgestellt, dass die langjährige Wetterlagenklimatologie beider Datensätze sehr ähnlich ist, aber bei Vergleichen auf Tagesbasis bestätigten die Verifikationsscores deutliche Unterschiede. In den Kontrollläufen der Globalen Klimamodelle wurde die Wetterlagenklimatologie mit unterschiedlich guter Übereinstimmung simuliert. Grundsätzlich weist der Modellfehler

eine stärkere Abhängigkeit vom Klimamodell als von den atmosphärischen Parametern auf. Die räumliche Verteilung der Kernparameter, Temperatur und Niederschlag, belegt die Differenzen zwischen den regionalisierten Beobachtungsdaten (mit einer räumliche Auflösung von 1-5 km<sup>2</sup>), den Regionalen Klimamodellen (25 km<sup>2</sup>) und dem Downscaling der Klimamodelle (5 km<sup>2</sup>). Verschiedene Evaluationskriterien beschreiben den Modellfehler der verschiedenen Klimaelemente sowie deren räumlichen Muster (z.B. Luv-Lee-Effekte oder Stauniederschläge).

BISSOLLI & DITTMANN (2001): The objective weather types classification of the German Weather Service and its possibilities of application to environmental and meteorological investigations. Meteorol. Z., 10, No.4, 253-260