

Verbundvorhaben
**Entwicklung integrativer Lösungen für das
operationelle Hochwassermanagement
am Beispiel der Mulde**



Abschlussbericht

für den Projektträger Forschungszentrum Jülich GmbH
des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

Verbundpartner



Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik



Deutscher Wetterdienst



DHI-WASY GmbH



Büro für Angewandte Hydrologie (BAH Berlin)

Projektleitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Andreas Schumann
Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik
Ruhr-Universität Bochum

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter den Förderkennzeichen 0330694A, 0330694B und 0330694C gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Folgende Institutionen waren an der Ausarbeitung beteiligt:

Ruhr-Universität Bochum ¹

Deutscher Wetterdienst Offenbach ²

DHI-WASY GmbH, Berlin ³

Büro für angewandte Hydrologie, Berlin ⁴

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden ⁵

Verzeichnis der Autoren

Kapitel 1: Einleitung

Andreas Schumann ¹

Kapitel 2: Untersuchungsgebiet

Uwe Büttner ⁵, *Vera Thiemig* ¹, *Eva Lechthaler* ¹, *Bernd Pfützner* ⁴

Kapitel 3: Niederschlagsvorhersage

Michael Denhard ², *Sebastian Trepte* ², *Sandra di Pace* ²

Kapitel 4: Anpassung des Niederschlag-Abfluss-Modells ArcEGMO

Bernd Pfützner ⁴, *Jörg Dietrich* ¹, *Yan Wang* ¹, *Petra Hesse* ⁴, *Nicole Hinz* ¹,

Andreas Schumann ¹

Kapitel 5: Erweiterung des Modells ArcEGMO um ein neues Flusslaufmodell

Bernd Polte ⁴, *Bernd Pfützner* ⁴

Kapitel 6: Hydrologische Unsicherheit und Nachführung der Vorhersagen

Yan Wang ¹, *Andreas Schumann* ¹, *Jörg Dietrich* ¹

Kapitel 7: Talsperrensteuerung

Eva Lechthaler ¹, *Andreas Schumann* ¹

Kapitel 8: Datenmanagement- und Informationssystem

Jörg Walther ³, *Michael Redetzky* ³, *Uwe Dietzsch* ³, *Ingo Michels* ³

Kapitel 9: Entscheidungsunterstützung und Hochwassermanagementsystem

Jörg Dietrich ¹, *Andreas Schumann* ¹

Kontakt: Lehrstuhl für Hydrologie, Wasserwirtschaft und Umwelttechnik

Ruhr-Universität Bochum

Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Tel. +49 (0) 234/32-24693, Fax -14153

Kurzfassung

Das Forschungsprojekt diente der Entwicklung eines Hochwassermanagementsystems, das sowohl für Hochwasservorhersagen als auch für die Ableitung situationsbezogener Hochwasserabwehrmaßnahmen genutzt werden kann. Die Vorhersageunsicherheit wurde dabei besonders berücksichtigt. Es wurden Ensemblevorhersagesysteme entwickelt, mit denen verschiedene mögliche Hochwasserszenarien für einen Vorhersagezeitraum bis zu mehreren Tagen für das Flussgebiet der Mulde ermittelt und verglichen werden können. Die Ensemblevorhersagen zielen darauf, die Vorhersageunsicherheit einzurahmen und Wahrscheinlichkeitsangaben für das Überschreiten kritischer Werte zu ermöglichen. Hier wurden meteorologische Vorhersageensemble der drei Systeme COSMO-LEPS, SRNWP-PEPS und COSMO-DE zur Simulation von Abflussvorhersagen mit einem Niederschlag-Abfluss-Modell kombiniert. Um die Unsicherheiten der so ermittelten hydrologischen Vorhersagen weiter zu vermindern, wurde ein Parameterensembleansatz entwickelt, der mit Hilfe der Bayesschen Inferenz die Berechnungsergebnisse des hydrologischen Modells an zwischenzeitliche Beobachtungsdaten annähert. Für die Ermittlung der Startwerte der Hochwassersimulationen wurde der Ensemble-Kalman-Filter mit einem Kontinuumsmodell verknüpft. Zur Beurteilung der Ensembles wurden Persistenz- und Zuverlässigkeits-Diagramme genutzt. Innerhalb des entwickelten Entscheidungsunterstützungssystems (EUS) können aus den vorhergesagten Abflüssen die resultierenden Hochwassergefährdungen ermittelt werden. Im Rahmen des EUS wurde hierzu ein GIS-basiertes Datenmanagementsystem entwickelt, das zur Verwaltung und Aufbereitung der Mess- und Vorhersagedaten dient und zur Ableitung von situationsbezogenen Gefährdungsabschätzungen aus den Hochwasserensemblevorhersagen genutzt werden kann. Um die Handlungsoptionen zur Hochwasserschadensminderung aufzuzeigen, wurden die im Flussgebiet der Mulde vorhandenen Talsperren in ihren Hochwasserschutzfunktionen bewertet und Ansätze zur Einbeziehung der Ensemblevorhersagen in die Steuerung der Talsperren untersucht. Zur Bewertung der entwickelten Ansätze wurden Vorhersagen für das Flussgebiet der Mulde aus den Jahren 2002 bis 2008 ausgewertet. Es zeigte sich, dass Ensembles eine bessere Einschätzung der Vorhersageunsicherheit ermöglichen. In Kombination mit einer ständigen Aktualisierung der Bewertung durch Kurzfristvorhersagen und Datenassimilation bieten sie einen Mehrwert für das Hochwassermanagement.

Schlagwörter: Ensemblevorhersage, Niederschlag-Abfluss-Modellierung, Hochwasservorhersage, Modellnachführung, Hochwassermanagementsystem, Unsicherheitsanalyse, Entscheidungsunterstützung.