

## DER BEITRAG DES DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (DWD) ZUM EUROPEAN FLOOD FORECASTING SYSTEM (EFFS)

Erdmann Heise

Deutscher Wetterdienst, Postfach 100465, 63004 Offenbach am Main, Deutschland  
Erdmann.Heise@dwd.de

**Zusammenfassung:** Im Projekt 'An European Flood Forecasting System' (EFFS) soll für Europa ein Vorhersagesystem entwickelt werden, das die frühzeitige Warnung vor möglichen Hochwassersituationen erlaubt. Es wird auf den Niederschlagsvorhersagen der Ensemble-Vorhersagen des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage und auf einem hoch aufgelösten hydrologischen Modell basieren. In der Entwicklungsphase werden neben den Ensemble-Vorhersagen auch deterministische Vorhersagen hoch aufgelöster Atmosphärenmodelle verwendet. Der DWD nimmt mit seinen operationellen Modellen zur numerischen Wettervorhersage am Projekt teil. Außerdem analysiert er für historische Hochwassersituationen die beobachtete Niederschlagsverteilung und entwickelt ein System zur operationellen Analyse 24-stündiger Niederschlagshöhen auf der Basis von synoptischen Messungen und Radardaten.

**Schlüsselworte:** Hochwasservorhersage, Niederschlagsvorhersage, Niederschlagsanalyse, Radar

## CONTRIBUTION OF THE DEUTSCHER WETTERDIENST (DWD) TO THE EUROPEAN FLOOD FORECASTING SYSTEM (EFFS)

**Abstract:** The aim of the European Flood Forecasting System (EFFS) is the development of a system for early warnings of potential floods in Europe. It will be based on the precipitation forecasts by the ensemble prediction system of the European Centre for Medium Range Weather Forecasts. These predictions will be used in a high resolution hydrological model. In the development phase in addition to the ensemble predictions also deterministic predictions by high resolution atmospheric models are used. The German Weather Service takes part in the project with its operational numerical weather prediction models. Additionally, the observed precipitation distributions for historical flood events are analyzed, and a system will be developed to analyze daily precipitation amounts on the basis of synoptic data and radar data.

**Key words:** Flood prediction, precipitation prediction, precipitation analysis, Radar

### 1 Einführung

Das von der EU geförderte Projekt 'An European Flood Forecasting System' (EFFS, siehe die Internetseiten unter <http://effs.wldelft.nl>) hat sich zum Ziel gesetzt, für ganz Europa ein operationelles System zur frühzeitigen Warnung vor möglichen Hochwassersituationen aufzubauen. Die eigentliche Hochwasservorhersage soll dabei mit einem im Projekt auf der Basis vorhandener Modelle zu entwickelnden europaweiten hydrologischen Modell hoher Auflösung (1 km) erfolgen. Die notwendigen Niederschlagsvorhersagen werden aus den Ensemble-Vorhersagen des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) gewonnen. Während des Projekts ist dabei eine Strategie zu entwickeln, wie aus den Ensemble-Vorhersagen geeignete Niederschlagsfelder für das hydrologische Modell abzuleiten sind.

In der Entwicklungsphase werden neben den Ensemble-Vorhersagen des EZMW auch hoch aufgelöste deterministische Vorhersagen mit den operationellen Modellen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und des Dänischen Wetterdienstes (DMI) verwendet. Dies soll eine Abschätzung der potentiellen Möglichkeiten der Hochwasservorhersage mit Hilfe von Niederschlagsvorhersagen ermöglichen, weil die Ensemble-Vorhersagen nur eine sehr grobe Horizontalauflösung haben. Zu diesem Zweck wurden am Projektanfang drei historische Hochwasserereignisse ausgewählt. Es sind dies das Po-Hochwasser im

November 1994, das Rhein-/Maas-Hochwasser im Januar 1995 und das Oder-Hochwasser im Juli 1997. Für diese Hochwasserereignisse werden zum Antrieb hydrologischer Modelle die Felder des Niederschlags, der Temperatur und der Feuchte in 2m Höhe, der Windgeschwindigkeit in 10m Höhe, des Bodenwassergehalts und der Verdunstung aus den Modellsimulationen bereitgestellt. Der Zeitraum unterscheidet sich dabei zwischen den drei Vorhersagezentren, da z. B. das EZMW die Daten nur entarchivieren musste. Der DWD dagegen simulierte diese Hochwasserereignisse mit seinem kompletten zur Zeit operationellen Analyse- und Vorhersagesystem. Mit seinem globalen Modell (GME) wurden Vorhersagen täglich über einen Zeitraum von 7 Tagen in einer Auflösung von ca. 60 km gerechnet. Mit dem nichthydrostatischen Lokal-Modell (LM) wurden 48-stündige Prognosen ebenfalls täglich in 7 km Auflösung gerechnet. Der Zeitraum umfasste bei jedem Hochwasserereignis etwa 2 Wochen.

Zusätzlich hat der DWD im Projekt die Aufgabe übernommen, für die historischen Hochwasserereignisse Niederschlagsanalysen auf der Basis der dichten Niederschlagsmessnetze bereitzustellen, sowie ein operationelles System zur Analyse 24-stündiger Niederschlagshöhen auf der Basis von synoptischen Messungen und Radardaten zu entwickeln.

## **2 Analyse der beobachteten Niederschläge der historischen Hochwasserereignisse**

Die Analyse der beobachteten Niederschläge wird für das Simulationsgebiet des LM vorgenommen, in dem die Einzugsgebiete aller für die historischen Hochwasserereignisse relevanten Flüsse enthalten sind. Das Verfahren beruht auf einer Kombination verschiedener Datenquellen. Für das Gesamtgebiet liegen die Daten des synoptischen Messnetzes vor. Diese werden - je nach der Region des Hochwasserereignisses - durch Daten der Niederschlagsmessnetze ergänzt, die jeweils von den verschiedenen meteorologischen bzw. hydrometeorologischen Diensten bereitgestellt werden.

## **3 Simulation historischer Hochwasserereignisse**

Die Simulation der drei historischen Hochwasserereignisse wurde beim DWD inzwischen abgeschlossen. Von besonderem Interesse sind hier zwei Fragen: 1) Bis zu welchem Grad kann bei einem kleinräumigen Ereignis die Simulation durch das LM die sehr grobe Struktur in der GME-Simulation verbessern? 2) Wie lange im Voraus kann das GME Signale für ein Hochwasserereignis liefern?

Die Abbildungen 1 bis 3 zeigen in einem Ausschnitt des LM-Gebiets die Situation für das Po-Hochwasser im November 1994. Die Analyse auf der Basis von Beobachtungen (Abbildung 1) enthält für den Höhepunkt des Ereignisses am südlichen Alpenrand ein relativ schmales aber sehr intensives Niederschlagsband mit Werten bis zu 543 mm in drei Tagen. Das GME mit seiner Auflösung von etwa 60 km ist nicht in der Lage, diese Struktur zu erfassen (Abbildung 2), insbesondere nicht die Aufspaltung in zwei Gebiete extremer Niederschläge. Immerhin bringt es aber ein deutliches Signal für hohe Niederschläge im Nordwesten Italiens mit einem Maximum von fast 200 mm in drei Tagen. Das LM (Abbildung 3) kann dann mit seiner Auflösung von 7 km eine sehr realistische Detaillierung vornehmen. Die Doppelstruktur des Niederschlagsmaximums wird sehr gut modelliert. Der Extremwert liegt mit etwas mehr als 730 mm in drei Tagen allerdings um etwa 1/3 zu hoch.

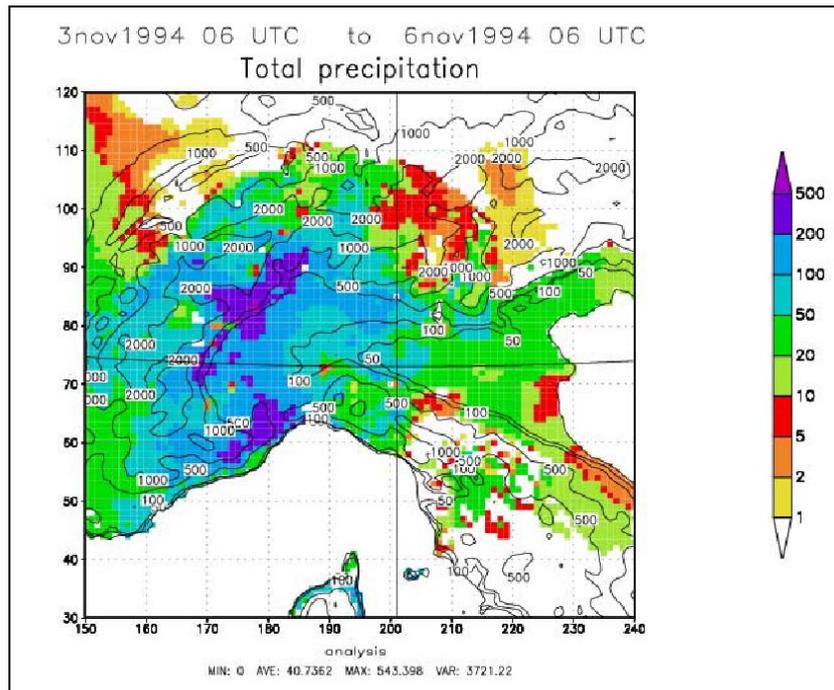


Abb.1: Analyse der Bodenbeobachtungen für den Zeitraum 3.11.1994 06:00 UTC bis 6.11.1994 06:00 UTC. Die schwarzen Linien sind die Küstenlinie und die Geländehöhen des LM in 50, 100, 500, 1000 und 2000 m.

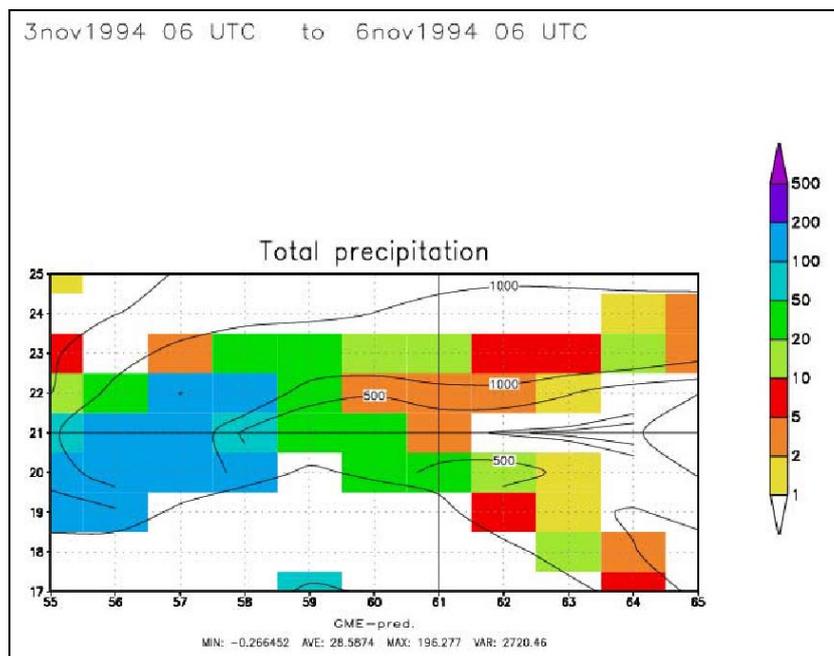


Abb.2: Niederschlagssumme (mm) aus drei Vorhersagen mit dem GME. Vorhersagestarttermine waren der 2.,3. und 4.11.1994, 12:00 UTC. Die Summe wurde aus dem Vorhersageintervall 18 bis 42 Stunden der drei Einzelvorhersagen gebildet. Die schwarzen Linien sind die Küstenlinie und die Geländehöhen des GME in 50, 100, 500 und 1000 m.

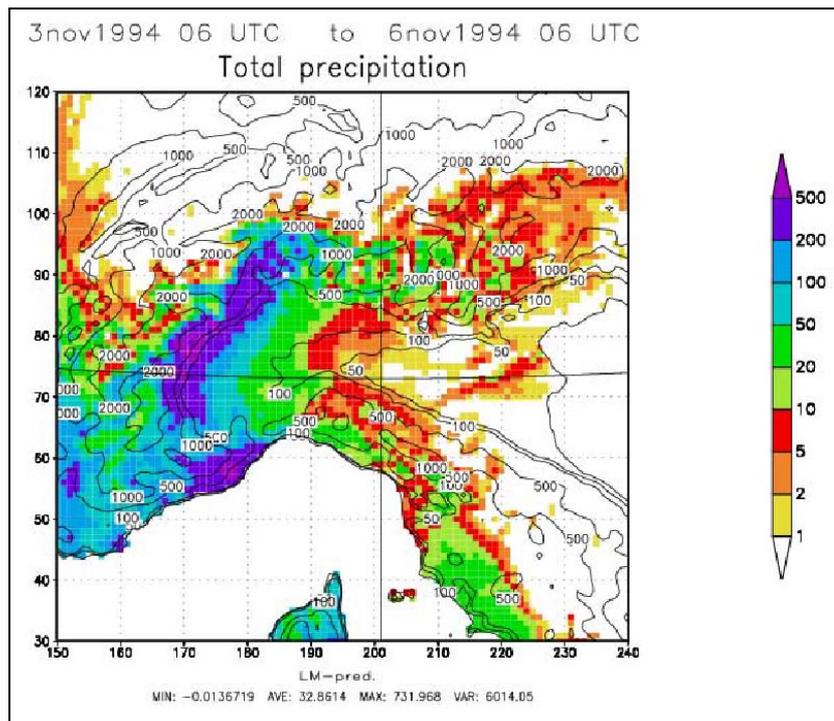


Abb.3: Niederschlagssumme (mm) aus drei Vorhersagen mit dem LM. Vorhersagestarttermine waren der 2., 3. und 4.11.1994, 12:00 UTC. Die Summe wurde aus dem Vorhersageintervall 18 bis 42 Stunden der drei Einzelvorhersagen gebildet. Die schwarzen Linien sind die Küstenlinie und die Geländehöhen des LM in 50, 100, 500, 1000 und 2000 m.

In Abbildung 4 werden für das Oderhochwasser fünf Vorhersagezeiträume mit den entsprechenden Beobachtungen verglichen. Die Startzeitpunkte des GME z.B. für den

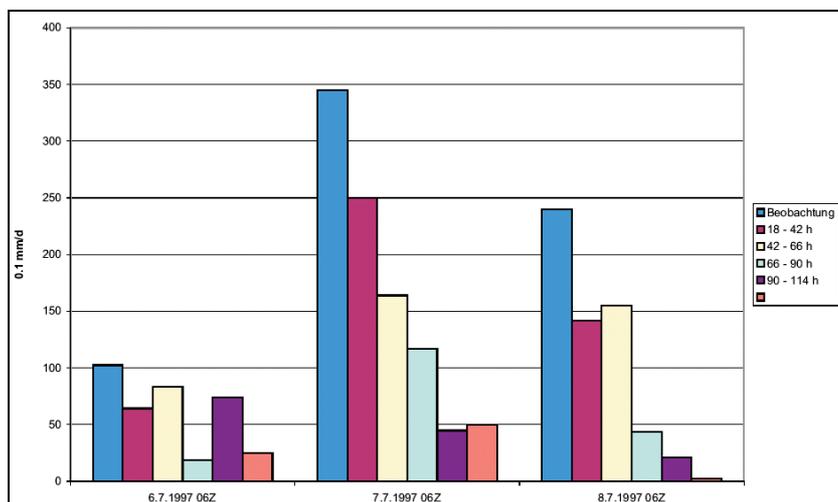


Abb.4: Beobachtete und vorhergesagte 24-stündige Niederschläge im Mittel über das Oder-Einzugsgebiet für drei Zieltermine. Die Legende zeigt die verschiedenen Vorhersagezeiträume von jeweils 5 GME-Vorhersagen.

Zieltermin 6.7.1997 06:00 UTC waren am 30.6., 1.7., 2.7., 3.7. und 4.7.1997, jeweils um 12:00 UTC. Generell ist auch hier - wie beim Po-Hochwasser 1994 - nicht zu erwarten, dass das GME mit seiner groben Auflösung in der Lage ist, die beobachteten Niederschlagsmengen, die ja ebenfalls kleinräumig durch orographische Effekte wesentlich

verstärkt waren, voll zu erfassen. Generell werden ab dem Vorhersagezeitraum 42 bis 66 Stunden gute Signale für das Ereignis geliefert. Für den Zeitraum mit den höchsten beobachteten Niederschlägen ist auch schon im Bereich 66 bis 90 Stunden Vorhersagezeit ein deutliches Signal mit immerhin gut 10 mm Niederschlag in 24 Stunden im Mittel über das Einzugsgebiet gegeben. Die Ergebnisse für den 6.7.1997 zeigen, dass nicht immer die Qualität der Vorhersage mit geringer werdender Vorhersagezeit zunimmt. Hier wird die zweitbeste Vorhersage schon mit einem Vorhersagezeitraum von 90 bis 114 Stunden geliefert. Diese Aussage gilt allerdings nur für den hier gezeigten Flächenmittelwert des Niederschlags. Die Qualität der Horizontalverteilung des Niederschlags im Einzugsgebiet der Oder wurde bisher noch nicht untersucht.

### **Danksagung**

Die in diesem Beitrag verwendeten Simulationsrechnungen mit dem GME und dem LM wurden von A. Cress durchgeführt, die Analyse der beobachteten Niederschläge erfolgte durch A. Cress und G. Rivin. Das Projekt wird durch die Europäische Kommission in ihrem 5. Rahmenprogramm unter der Projektnummer EVG1-CT-1999-00011 EFFS gefördert.