

# **Forschungsthema des Monats November 2012**

## **REKLIM Forschungsthema 6: Extreme Wetterereignisse - Stürme, Starkniederschläge, Hochwasser und Dürren**

### **Einflüsse des Klimas auf Hochwasserabflüsse**

In einem wärmeren Klima wird sich die Hochwassergefahr verändern. Allerdings sind die heute verfügbaren Szenarien zur zukünftigen Hochwassergefahr unter Annahme eines sich wandelnden Klimas noch sehr unsicher. Es ist deshalb wichtig zu untersuchen, inwieweit vergangene Veränderungen der Hochwassertätigkeit erklärt und quantitativ nachvollzogen werden können.

In den letzten Jahren wurde eine Vielzahl von Studien zu Hochwassertrends veröffentlicht. Eine Bewertung dieser Studien durch Mitarbeiter des GFZ zeigte, dass die Attribution von beobachteten Veränderungen, also die Zuweisung von Gründen für die Veränderungen, unzureichend ist (Merz et al., 2012). Typischerweise wird der Fokus auf die Detektion von Veränderungen gelegt, indem statistische Tests und Methoden der Zeitreihenanalyse angewendet werden. Die Frage, welche Ursachen für die beobachteten Hochwasseränderungen verantwortlich sind, wird durch qualitative Argumentation oder durch einfache quantitative Ansätze beantwortet. Häufig wird die Veränderung einer einzigen Ursache zugeschrieben.

Aufgrund der Vielzahl der möglichen Ursachen (Klimavariabilität, anthropogen verursachter Klimawandel, Flussbau, Landnutzungsänderungen etc.) und der Komplexität der Abflussbildung in Einzugsgebieten greifen solche Antworten zu kurz. Merz et al. (2012) folgern daher, dass für gesicherte Aussagen ein konsistenteres Vorgehen zur Attribution von beobachteten Hochwasserveränderungen notwendig ist.

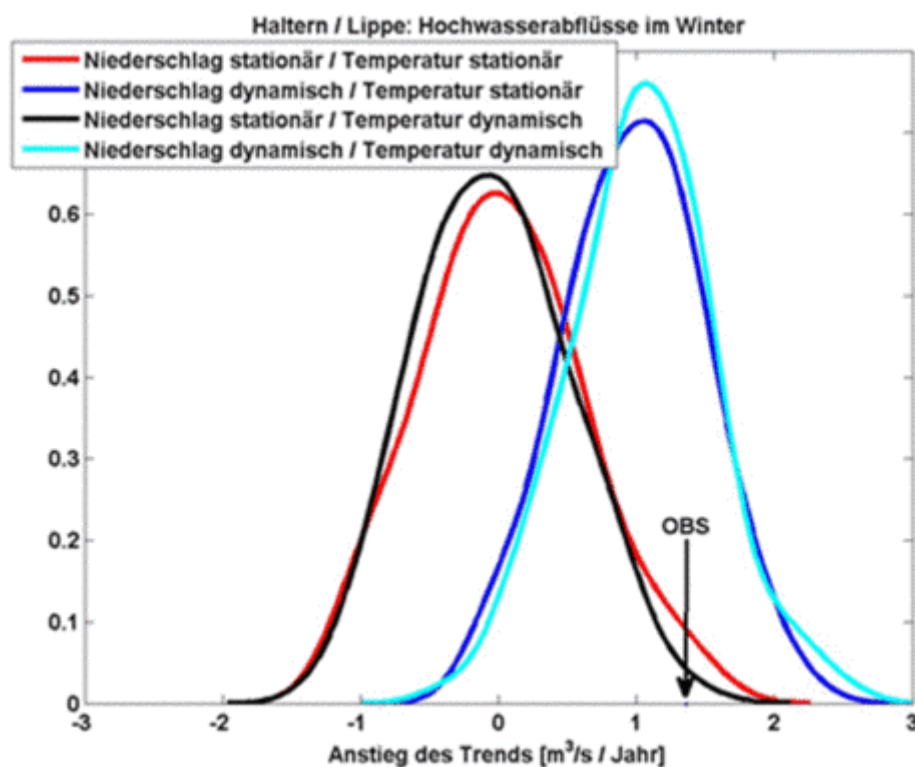
In einer weiteren Arbeit am GFZ (Hundeicha und Merz, 2012) wird diese Idee für acht Einzugsgebiete in Deutschland weiterverfolgt. Ausgangspunkt ist die Hypothese von Petrow und Merz (2009), dass beobachtete Hochwasserveränderungen der Periode 1951-2002 in Deutschland klimagesteuert sind. Diese Hypothese stützt sich im Wesentlichen auf die räumliche und saisonale Konsistenz von beobachteten Trends: Diese sind nicht erratisch verteilt, sondern bilden großräumige und saisonale Muster, die nur durch eine großräumig und saisonal unterschiedlich wirksame Ursache, wie das Klima, möglich sind.

Zum Testen dieser Hypothese wurde eine Modellkette aufgebaut und validiert. Diese besteht aus einem Wettergenerator sowie einem stationären hydrologischen Einzugsgebietsmodell. Der Wettergenerator erzeugt eine große Anzahl von räumlich konsistenten Feldern für Niederschlag und anderen meteorologischen Größen. Diese werden im Einzugsgebietsmodell verarbeitet, woraus sich Hochwasseraussagen für beliebige Lokationen in den Einzugsgebieten gewinnen und mit den Beobachtungen vergleichen lassen.

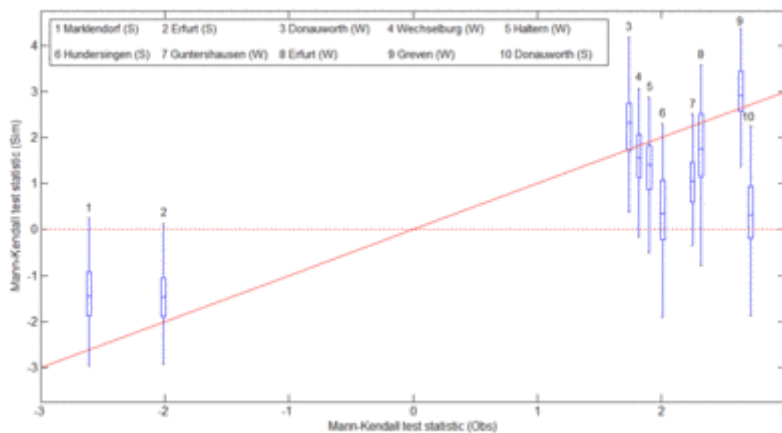
Mit dieser Modellkette ist es möglich systematisch zu prüfen, inwieweit die beobachteten Veränderungen von meteorologischen Variablen zu den beobachteten Hochwassertrends beigetragen haben. Dazu werden verschiedene Simulationsexperimente konzipiert. Abb. 1 zeigt den Vergleich der Hochwassertrends für den Pegel Halter/Lippe für die Periode 1951-2002. Dargestellt sind der aus gemessenen Hochwasserdaten abgeleitete Trend sowie die Verteilungsfunktion von Trends aufgrund unterschiedlicher Kombinationen von stationären sowie instationären meteorologischen Szenarien. Beide Arten von Szenarien ergeben sich aus

den im Einzugsgebiet gemessenen Daten, allerdings wird im stationären Szenario die Zeitchronologie durch zufällig Variation zerstört, während die instationären Szenarien die beobachteten zeitlichen Variationen berücksichtigen. Es zeigt sich, dass an diesem Pegel der beobachtete Hochwassertrend sehr gut mit den simulierten Trends übereinstimmt, und dass die Veränderung des Niederschlags für den Hochwasseranstieg ausschlaggebend war; Temperaturveränderungen spielen keine Rolle. Darüber hinaus wird die große natürliche Variabilität deutlich.

Die Übereinstimmung zwischen beobachteten und simulierten Hochwassertrends ist sehr unterschiedlich in den acht Einzugsgebieten (Abb. 2). Es ist zu folgern, dass die Hypothese „Hochwassertrends in der Periode 1951-2002 sind klimagesteuert“ nur teilweise erhärtet werden kann. Neben Unsicherheiten in der Modellkette können dafür andere Ursachen verantwortlich sein, die in weiteren Studien analysiert werden sollen.



**Abbildung 1:** Bedeutung von Veränderungen von meteorologischen Größen auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Winterhochwassertrends für den Pegel Haltern/Lippe. OBS: Hochwassertrend abgeleitet aus Abflussmessungen. (Verändert nach Hundecha und Merz, 2012).



**Abbildung 2:** Vergleich von beobachteten Trends (Obs) und simulierten Trends für acht Einzugsgebiete mit signifikanten Veränderungen der Hochwasserabflüsse in 1951-2002. Rote Line: Linie der Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Simulation; Kastendiagramme: Variation der Hochwassertrends aufgrund der Variabilität der generierten meteorologischen Felder.

### Veröffentlichungen:

Hundecca, Y., Merz, B., 2012: Exploring the relationship between changes in climate and floods using a model-based analysis. *Water Resources Research*, Vol. 48, W04512, doi: 10.1029/2011WR010527

Merz, B., Vorogushyn, S., Uhlemann, S., Delgado, J., Hundecca, Y., 2012: HESS Opinions, More efforts and scientific rigour are needed to attribute trends in flood time series. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16, 1379-1387, doi: 10.5194/hess-16-1379-2012

Petrow, Th., Merz, B. (2009): Trends in flood magnitude, frequency and seasonality in Germany in the period 1951 – 2002. *Journal of Hydrology*, 371, 129 – 141, doi: 10.1016/j.jhydrol.2009.03.024