

OptempS-MohoWif A (03-KIS097)

Optimierung Empirischer Sturmflutvorhersagen

Heiko Knaack
Jana Kristandt
Maximilian Streicher

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz –
Forschungsstelle Küste

Für die Wasserstands- und damit für die Sturmflutvorhersage stellen empirisch-statistische Verfahren einen etablierten und bewährten Ansatz dar. Die Sturmfluten der letzten Jahrzehnte konnten bisher in den empirischen Ansätzen nur bedingt berücksichtigt werden, da Messdaten im Seegebiet und hochaufgelöste Informationen zu den meteorologischen Parametern über der Nordsee fehlten. Der Kern des vom Deutschen Wetterdienst (DWD) und dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) gemeinsam durchgeführten Forschungsvorhabens OptempS-MohoWif bestand darin, diese Datenlücke durch Nachrechnungen entsprechender Sturmsituationen mittels aktueller numerischer Wettermodelle zu schließen (DWD, OptempS-MohoWif B) und die erzeugten Daten für die Verbesserung empirischer Ansätze zur Wasserstandsvorhersage zu nutzen (NLWKN-Forschungsstelle Küste).

Im Rahmen des Projektes hat der DWD einen Katalog von 39 nachgerechneten Sturmereignissen aus den Jahren 1962 bis 2011 erarbeitet, die zu Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste geführt haben (siehe KFKI aktuell 02/2013). Basierend auf den Ergebnissen dieser hoch auflösenden Windmodellierungen sind neue Berechnungsansätze für die Ermittlung des Staus an der niedersächsischen Küste abgeleitet worden. Diese werden vergleichend zu dem bisherigen empirischen Vorhersageverfahren des Sturmflutwarndienstes der NLWKN-Forschungsstelle Küste angewendet.

Die vom DWD bereit gestellten numerischen meteorologischen Eingangsdaten wurden dahingehend aufbereitet, dass über der Nordsee Regionen identifiziert wurden, die für die Stauentwicklung an der niedersächsischen Küste besonders relevant sind. In diesen Gebieten (Bereiche zwischen Schottland und den Shetland-Inseln, vor Südküste und das Gebiet der Deutschen Bucht) werden zur Datenreduktion räumliche und zeitliche Mittel der Windwerte berechnet, sowie der jeweilige zeitliche Versatz zum betrachteten Wasserstandsvorhersageort berücksichtigt.

Mit den so aufbereiteten meteorologischen Daten wurden multiple lineare Regressionen zum Stau an den Pegeln Norderney, Cuxhaven, Alte Weser und Wangerooge West ermittelt. Diese Berechnungen erfolgten getrennt für die Hochwasser- und Niedrigwasserscheitelwerte sowie für die vollständigen Ganglinien

während der 39 untersuchten Sturmflutsituationen. In die Berechnung fließen die Windgeschwindigkeit und Windrichtung in den genannten Bereichen ein, sowie der Luftdruck in der Deutschen Bucht.

Der Stau an den Pegeln Emden, Bengersiel, Wilhelmshaven und Bremerhaven wurde anhand des lokalen Windes und dem Stau an vorgelagerten Pegeln (Norderney, Wangerooge West und Alte Weser) hergeleitet. Es wurden ebenfalls Regressionsgleichungen für Hochwasser- und Niedrigwasserscheitelwerte bestimmt.

Zusätzlich wurde die Anwendung Künstlicher Neuronaler Netze (KNN) für die Stauvorhersage erprobt. Dabei wurden die gleichen Eingangsparameter wie bei den multiplen linearen Regressionen verwendet. Der Ansatz liefert gute Ergebnisse für Ereignisse, deren Winddaten innerhalb der Spannbreite der trainierten Fälle liegen. Überschreitungen des Wertebereichs der Trainingsdaten führen jedoch zu teils erheblichen Abweichungen gegenüber dem Regressionsverfahren, so dass der Vertrauensbereich dieser Methode schwer abschätzbar ist.

Für die kurzfristige Vorhersage wenige Stunden vor dem Hochwasser wird eine weitere Variante der Stauvorhersage genutzt. Dazu wird eine Hochrechnung der Messwerte des Pegels Terschelling nach Norderney anhand des gemessenen Staus und lokaler Windverhältnisse durchgeführt. Die Hinzunahme des lokalen Windes in die Regressionsbeziehung ergab dabei eine Verbesserung der Vorhersage, während die Berücksichtigung weiterer Parameter wie z.B. dem Stau zum vorhergehenden Niedrigwasser keine signifikante Verbesserung brachte.

Basierend auf den Ergebnissen des Forschungsvorhabens wurden die neu ermittelten Staurechnungen mit einer Matlab-basierten Benutzeroberfläche implementiert und werden seitdem in der operationellen Vorhersage des NLWKN verwendet. Für die sehr schwere Sturmflut vom 6. Dezember 2013 („Xaver“) haben die neuen Berechnungsformeln sehr gute Stauvorhersagen geliefert.