

Der Sturmflutwarndienst des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Dr. Sylvin Müller-Navarra

Leiter des Sachgebietes „Gezeiten, Wasserstandsvorhersage- und Sturmflutwarndienst“ des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), e-Mail: sylvin.mueller-navarra@bsh.de

1 Einleitung

Nach Seeaufgabengesetz (SeeaufgG) § 1 obliegen dem Bund „auf dem Gebiet der Seeschifffahrt die nautischen und hydrographischen Dienste, insbesondere der Gezeiten-, Wasserstands-, und Sturmflutwarndienst“.

Die Vorhersage der Wasserstände in den flachen und reich gegliederten Küstengewässern der Nord- und Ostsee sowie in den Ästuaren ist sehr komplex. Nord- und Ostsee, dazwischen Belte und Sund, müssen als ozeanographisches Verbundsystem verstanden werden, wobei besonders in deren Übergangsbereich das ganze Spektrum bekannter periodischer Wasserstandsschwankungen sowie aperiodische Einflüsse bei der Wasserstandsvorhersage beachtet werden müssen. Zu nennen sind hier Gezeiten, meteorologisch angefachte lange Wellen, hydrologische Zyklen, Wechsel von Ein- und Ausstromlagen analog zur Wetterlage in Mittel- und Nordeuropa und lokaler Windstau. Das Zusammenspiel dieser Erscheinungen vollzieht sich in Nord- und Ostsee durchaus verschieden. Gleichwohl gibt es Wetterlagen, bei deren zeitlichem Ablauf zunächst in der Deutschen Bucht eine Sturmflut auftritt und wenig später ein Sturmhochwasser in der Westlichen Ostsee (z. B. 1./2. November 2006).

Bei dieser Gelegenheit sei hier eine Anmerkung zur Nomenklatur erlaubt. Für extrem erhöhte Wasserstände in der Ostsee sind zwei unterschiedliche Bezeichnungen geläufig: Sturmhochwasser und Sturmfluten. Während an der deutschen Nordseeküste tatsächlich durch Sturm verstärkte Fluten auftreten, der Windschub den Flutstrom auf die Küste lenkt und verstärkt und damit ein enger zeitlicher Bezug zwischen Gezeiten und Wind herrscht, ist dieses in der Westlichen Ostsee überhaupt nicht der Fall. Dort werden die sonst schwach ausgeprägten Gezeiten durch den Sturm und die dadurch angefachten Strömungen unter-

gepflügt. Vom wissenschaftlichen Standpunkte her sollte daher an der Ostseeküste besser von einem Sturmhochwasser gesprochen werden, populärer ist jedoch die Bezeichnung Sturmflut.

2 Geschichtliches

Das BSH (bis 1990 Deutsches Hydrographisches Institut, DHI) und seine Vorgängerinstitutionen Deutsche Seewarte und Marineobservatorium sind seit mehr als 100 Jahren zentrale staatliche Einrichtungen für Wasserstandsvorhersagen. Besonders bei der Betrachtung der wissenschaftlichen Leistungen der Deutschen Seewarte zwischen 1918 und 1945 wird die enge Verzahnung der maritimen Meteorologie mit der Wasserstandsvorhersage deutlich.

Die längste Tradition hat der Gezeitendienst, der die erste ausführliche deutsche Gezeitentafel 1878 für das Folgejahr herausgegeben hat und seitdem ununterbrochen die für die deutsche Seeschifffahrt so wichtigen Basisinformationen in vielerlei Form bereitstellt. Erste Anstrengungen, zusätzlich zu den Gezeitenvorausrechnungen den Windstau aus meteorologischen Stationsmeldungen abzuleiten und beides zu einer aktuellen Wasserstandsvorhersage zu kombinieren wurden während des Ersten Weltkrieges für den Marinehafen Wilhelmshaven vom dort ansässigen Marineobservatorium geleistet. Man nutzte telegraphierte Luftdruckbeobachtungen aus Schottland und Norwegen, um mithilfe des daraus berechneten Luftdruckunterschiedes auf den Windstau zu schließen. Erste große Erfolge in der Sturmflutvorhersage verzeichnete die Deutsche Seewarte zuallererst wegen der dort weltweit beachteten neuartigen synoptischen Verfahren. Von dort kamen auch erste Sturmflutwasserwarnungen für die Ostsee so z. B. für Kiel am 20. Januar 1940. Das DHI (später BSH) setzt diese Tradition zusammen mit dem Seewetteramt fort.

Nach der Gründung der DDR wurde ein regelmäßiger Wasserstandsvorhersagedienst für den Bezirk Rostock (heutige Küstenregion Mecklenburg-Vorpommerns) mit Sitz in Warnemünde 1952 eingeführt. Mit der Wiedervereinigung 1990 wurde dieser Dienst organisatorisch dem BSH zugeordnet, von dem bereits die Vorhersagen für die Küsten Schleswig-Holsteins getätigt wurden. Es wurde jedoch Wert darauf gelegt, dass weiterhin die operative Vorhersage einschließlich derjenigen für Schleswig-Holstein in der Dienststelle Rostock des BSH erfolgt.

Alle genannten Institutionen beteiligten sich national und international an angewandter Forschung und auch das hier in Rostock vorgestellte Verbundprojekt MUSTOK hat für die zukünftige Durchführung der laufenden Wasserstandsvorhersage große Bedeutung.

3 Sturmflutwarndienst Nordsee

Aufbauend auf den Gezeitenvoraberechnungen ist eine laufende Wasserstandsvorhersage für die ganze deutsche Küste möglich, wenn zusätzlich meteorologische und hydrologische Daten sowie Modellvorhersagen berücksichtigt werden. Viermal täglich werden alle verfügbaren Daten – dazu gehören auch Ergebnisse aus einer operationellen Modellkette – gesichtet und computergestützt Wasserstandsvorhersagen für die nächsten 24 h berechnet. Ab einem Wasserstand von 1,5 m über mittlerem Hochwasser wird aus dem Wasserstandsvorhersagedienst der Sturmflutwarndienst. Jede Sturmflutvorhersage beginnt für den diensthabenden Wissenschaftler des BSH mit einer synoptischen Betrachtung des augenblicklichen Zustandes. Daten von wenigstens 25 Nordsee- und Tideflusspegeln werden ausgewertet und mit meteorologischen Messungen zu einem Gesamteindruck verbunden. Der momentane Wind in der Deutschen Bucht muss zum festgestellten Windstau an der Küste und den örtlichen Stauunterschieden passen. Ausgehend von diesem Gesamtbild zum Analysezeitraum wird die Vorhersage entwickelt. In einem persönlichen Gespräch des Ozeanographen des BSH mit dem diensthabenden Seemeteorologen des Haus an Haus befindlichen Seewetteramtes Hamburg wird zunächst die weitere meteorologische Entwicklung diskutiert und insbesondere bei Sturmflutwetterlagen der zeitliche Ablauf der Sturmentwicklung abgeleitet. Dabei spielen zunehmend numerische Wettervorher-

sagen unterschiedlicher internationaler Wetterdienste eine Rolle. Anhand dieser Beratung durch den Seemeteorologen des Seewetteramtes ist nun eine erste empirische Vorhersage der Sturmflutscheitelwasserstände möglich.

Zusätzlich gibt es noch ein Modellverfahren, welches automatisch Wasserstandsvorhersagen für die ganze Küste bis zu 2,75 Tage im Voraus liefert. Die Modellkette besteht auf seiten des Deutschen Wetterdienstes aus dem globalen Atmosphärenmodell GME und dem Lokalmittel COSMO-EU und auf seiten des BSH aus einem Nord- und Ostseemodell und einem Küstenmodell (BSHcmod). Letzteres hat eine horizontale Auflösung von ca. 900 m, was für Wasserstandsfragen in den reich gegliederten deutschen Küstengebieten hinreichend ist. Das Problem automatischer Vorhersagen besteht darin, dass die meisten Sturmfluten durch über die Nordsee ziehende Orkantiefs erzeugt werden und deren Zugbahn und –geschwindigkeit von den aktuellen Atmosphärenmodellen gelegentlich nicht genau genug vorhergesagt werden. Eintrittszeit des Windgeschwindigkeitsmaximums und des astronomischen Hochwassers müssen aber für die Erzeugung einer schweren Sturmflut in der Deutschen Bucht gut zusammenpassen, wobei es durchaus auf 1 bis 2 Stunden ankommen kann. So bleibt für die Entscheidung, welche Warnstufe für die einzelnen Küstenabschnitte auszusprechen ist, Raum für Empirie und Strategie. Bei allem Fortschritt in der numerischen Modellierung wird deshalb von Seiten der Ozeanographen des BSH auf die persönliche Beratung durch einen in maritimer Meteorologie versierten Synoptiker großen Wert gelegt.

Bei Sturmfluten ist der Dienst des BSH rund um die Uhr mit mindestens einem Wissenschaftler und einem Techniker besetzt, sonst von 6:00 bis 0:30 Uhr. Zu anderen Zeiten besteht Rufbereitschaft. Im Sturmflutfalle werden an der deutschen Nordseeküste z. Zt. 324 Warnungsempfänger benachrichtigt (Katastrophenstäbe, Kurverwaltungen, Feuerwehren, Sperrwerke, Deichverbände, Containerterminals, Stadtentwässerung, Kernkraftwerke, Verkehrszentralen, Marine, Polizei, Hafenbehörden, örtliche Warndienste wie WADI-Hamburg, etc.), wobei viele dieser Empfänger als Multiplikatoren wirken. Weitere Kanäle für die Warnungen sind Rundfunk und Internet. Viele Betroffene rufen auch direkt im BSH unter 040-3190-3190 an, um sich persönlich beraten zu lassen. Alle Wasserstandsvorhersagen sind auch im Internet unter www.bsh.de abrufbar.

4 Sturmhochwasserwarndienst Ostsee

Der Wasserstandsdienst Ostsee ist seit 2006 organisatorisch dem Eisdienst des BSH in Rostock angegliedert und werktags mindestens von 6:30 bis 15:00 Uhr besetzt, sonst besteht Rufbereitschaft. Wenn Wasserstände von mehr als 1 m über dem mittleren Wasserstand erwartet werden, wird aus dem Wasserstandsdienst der Sturmhochwasserwarndienst Ostsee, der dann rund um die Uhr besetzt ist. Beim Sturmhochwasserwarndienst Ostsee ist das operationelle Modellsystem des BSH das wichtigste Vorhersagewerkzeug. Daneben werden noch aktuelle Wasserstandsdaten von ca. 50 Pegeln der westlichen Ostsee einbezogen. Weitere Möglichkeiten der Vorhersage basieren auf statistisch abgeleiteten empirischen Verfahren, die einen Zusammenhang zwischen gemessenen Winden in bestimmten Bereichen der Ostsee und dem örtlichem Wasserstand herstellen.

In der Ostsee fehlt der zeitliche Zusammenhang mit den astronomischen Hochwasserereigniszeiten. Deshalb kommt es hier nicht in gleicher Weise auf die Zuggeschwindigkeit der Tiefdruckgebiete an wie in der Nordsee. Trotzdem bleibt Raum für Empirie, besonders wenn bei der Kurzfristvorhersage im Einzelfall gravierende Abweichungen zwischen Modellwasserständen und Pegelmessungen festgestellt werden. Bei Sturmhochwassern werden 82 Warnungsempfänger informiert, viele davon sind ebenfalls als Multiplikatoren tätig.

5 Angewandte Forschung zu Extremereignissen

Wissenschaftsbasierte Dienste können nur fortbestehen, wenn neben der Routine auch angewandte Forschung betrieben wird. Über das MUSE-Projekt erschien eine Zusammenfassung der Ergebnisse in „Die Küste“ Band 71. Nachdem dieses Projekt Aussagen zur Eintrittswahrscheinlichkeit extremer Sturmfluten in der Nordsee erlaubte, die zwar noch nicht eingetreten aber physikalisch möglich sind, ist das analoge Projekt MUSTOK, um das es bei diesem Workshop geht, im Jahre 2005 gestartet worden und wird Mitte 2008 beendet sein. Mehr noch als beim Nordseeprojekt geht es hier um prinzipielle meteorologisch-ozeanographische Fragen der Genese von Sturmhochwassern. Besonders das höchste Hoch-

wasser im November 1872 mit Maximalwasserständen von 2 bis 3,3 m über MW wirft noch grundsätzliche Fragen auf, deren Beantwortung für die Beurteilung und Vorhersage zukünftiger Sturmfluten von allergrößter Wichtigkeit ist.

6 Weitere Entwicklung der Vorhersageverfahren für Nord- und Ostsee

Die Mündungstrichter der deutschen Tideflüsse sind geometrisch kompliziert und deren Tiefenverteilung veränderlich. Die in den Trichter einlaufende, durch Windstau überlagerte Tidewelle ist durch Pegel nur punktuell erfassbar. Deshalb ist deren weitere Ausprägung stromauf im Einzelfall unter bloßer Berücksichtigung der Pegeldaten und mit empirischen Verfahren schwer berechenbar, besonders bei Sturmfluten. Abhilfe wird die Entwicklung eines operationellen Elbmodells – gekoppelt an ein Nordseemodell – schaffen. Das BSH beginnt im April 2008 gemeinsam mit der Hamburg Port Authority (HPA), der Bundesanstalt für Wasserbau-Dienststelle Hamburg (BAW-DH) und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) ein Forschungsprojekt mit dem Namen OPTTEL, um herauszufinden, welche Art hydrodynamisch-numerisches Tideflussmodell für Vorhersagezwecke am besten geeignet ist. In Frage kommen Verfahren des BSH und der BAW-DH und ggfs noch andere. Der DWD steuert die kleinräumige Abbildung der Ergebnisse der Wettervorhersagemodelle auf die Tidelbe bei. Die Verifikation der Modelle und die empirische Untersuchung der Windstauentwicklung auf der Elbe wird im Rahmen des Projekts die HPA übernehmen. Als Projektzeitraum ist 2008–2010 vorgesehen. Nach dem angestrebten Nachweis einer erfolgreichen Implementierung eines solchen operationellen Vorhersagemodells ließe es sich auch für andere Ästuare und für anderes als die Berechnung der Windstauentwicklung anwenden, z. B. für nautische Zwecke oder als Quelle hydrodynamischer Informationen für Umweltuntersuchungen.

Diese Untersuchungen werden auch Hinweise darauf geben, inwieweit derartige Methoden für Vorhersagen von Wasserstand und Eis in den Schifffahrtsrevieren der Ostsee und Bodengewässern geeignet sind.