

## Das morphologische System des Warnow-Ästuars

DR. RER. NAT. NORBERT WINKEL, BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU, DIENSTSTELLE HAMBURG, REFERAT ÄSTUAR-SYSTEME II

Das morphologische System des Warnow-Ästuars umfasst die alluviale Rinne der Unterwarnow, den Breitling als ein östlich der Hauptabflussrinne gelegenes Flachwasserbecken und die Mündung der Unterwarnow in die Ostsee (Bild 1). Die Hydrographie der Unterwarnow ist wesentlich beeinflusst durch

- winderzeugte Wasserstandsschwankungen in der Ostsee,

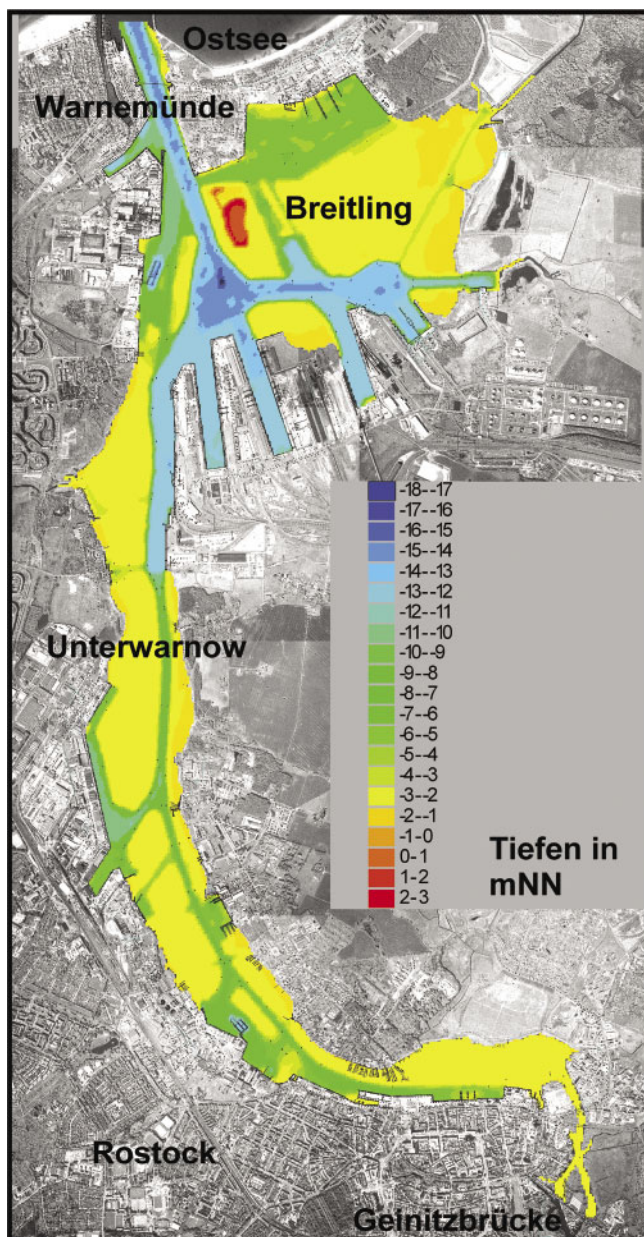


Bild 1: Die Modelltopographie des Warnow-Ästuars (Gitterabstand 20 m). © Luftbild des Landesvermessungsamtes Mecklenburg Vorpommern

- überwiegend vertikal geschichtete Salzgehaltsverhältnisse der Mecklenburger Bucht,
- den Süßwasserzufluss der Unterwarnow zusammen mit dem horizontalen Dichtegradienten zwischen Unterwarnow und Mecklenburger Bucht sowie
- vom örtlichen Windfeld.

Die Tide hat mit einem Tidehub von weniger als 2 dm nur einen untergeordneten Einfluss auf die Hydrographie. Charakteristisch für das Warnow-Ästuar ist die aus dem horizontalen Dichtegradienten resultierende Zirkulationsströmung. Das über die tiefe Rinne des Seekanals sohnah einströmende salzhaltige Wasser vermischt sich im Breitling und der Unterwarnow allmählich mit dem salzärmeren Wasser der oberen Schichten, über die das Wasser der Warnow in die Ostsee abgeführt wird (Bild 2). Hierbei ist das salzreiche Bodenwasser von dem salzärmeren Oberflächenwasser durch eine mehr oder weniger stabile Schicht getrennt. Starkwindwetterlagen führen mit den damit verbundenen Wasserstandsschwankungen in der Ostsee zu Veränderungen der Strömungsverhältnisse, aus denen ein Abbau der vertikalen Schichtung resultiert (Bild 3). Damit werden kurzfristige Veränderungen der Salzgehaltsverhältnisse hervorgerufen.

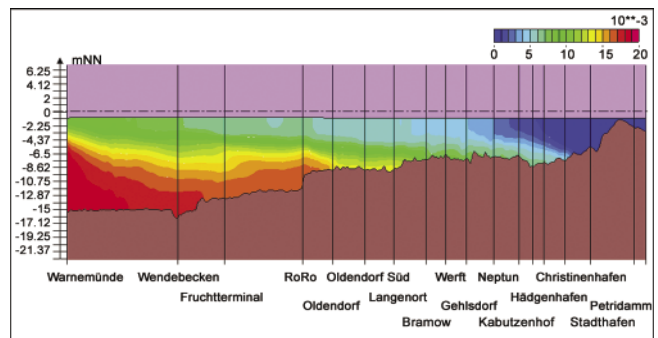


Bild 2: Salzgehalts-Längsprofil von Warnemünde bis Rostock. Modellsimulation einer vertikalen Schichtung

Die unterschiedlichen hydrodynamischen Einflüsse können mit einem dreidimensionalen hydrodynamischen-numerischen Modell für reale Zeiträume im Rahmen einer wasserbaulichen Systemanalyse untersucht werden (BAW 2002). Eine wichtige Grundlage für eine derartige Untersuchung bildet die hochaufgelöste Modelltopographie (Bild 1); denn die Morphologie des Warnow-Ästuars spielt eine wichtige Rolle bei der Ausbreitung des Salzgehaltes über die tiefen Rinnen oder auch für die Entwicklung der Strömung.

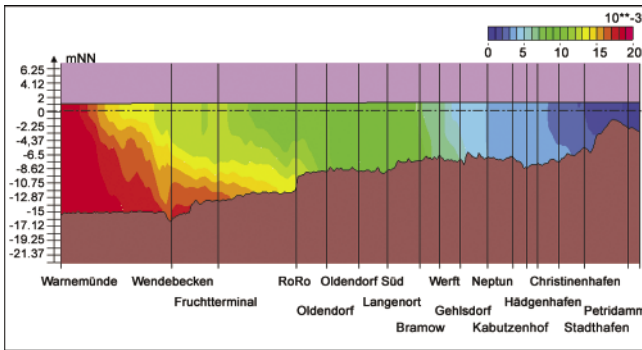


Bild 3: Salzgehalts-Längsprofil von Warnemünde bis Rostock. Modellsimulation für einen Abbau der vertikalen Schichtung

Bei geringen Wasserstandsschwankungen und kleinen Windgeschwindigkeiten können dichtebedingte Prozesse die Hydrodynamik im Warnow-Ästuar mitbestimmen. Dann hängt die Qualität des Simulationsergebnisses besonders von der Modellierung dieser Prozesse ab. Die Dichte des Wassers im Warnow-Ästuar ergibt sich durch den Salzgehalt und die Temperatur des einströmenden Ostseewassers sowie durch die Temperatur und die Menge des Oberwasserzuflusses der Warnow („Süßwasser“). Die Ausbreitung sowie die Vermischung dieser unterschiedlichen Wassermassen werden vom Wasserstand und vom Impulseintrag durch das lokale Windfeld beeinflusst. Diese Größen, die als Randwerte in die Simulation eingehen, müssen genau bekannt sein, um beobachtete Phänomene bestimmten hydrodynamischen Prozessen eindeutig zuzuordnen zu können.

Hieraus folgt, dass für Untersuchungen mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung im Rahmen einer Systemanalyse z. B. Mittelwerte nicht ausreichend sind. Ein gutes Beispiel dafür ist der Oberwasserzufluss, der häufig als Tages- oder Monatsmittelwert für Untersuchungen zur Verfügung steht. Die Bilder 4 und 5, die den gemessenen Oberwasserzufluss der Warnow an der Geinitzbrücke in Rostock (Bild 1) darstellen, zeigen, wie unterschiedlich die Ganglinien bei ähnlichen Tagesmittelwerten sein können. Die Unterschiede sind auf den Einfluss des von Menschenhand gesteuerten Wehres in Rostock zurückzuführen.

Zur Untersuchung von windbeeinflussten Situationen benötigt das numerische Modell Informationen über die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung. Diese werden als Randwerte vorgegeben, da modelltechnisch gesehen die Gewässeroberfläche des Warnow-Ästuars auch einen Rand darstellt. Üblicherweise steht dafür der vom Deutschen Wetterdienst (DWD) in der Parkstraße von Warnemünde gemessene Wind zur Verfügung. Diese Station liegt jedoch über Land, was u. U. bedeuten kann, dass die Messung die Windsituation über dem Ästuar gar nicht oder nur teilweise beschreibt. Zur detaillierten Beschreibung der Windverhältnisse über dem Warnow-Ästuar muss ein nu-

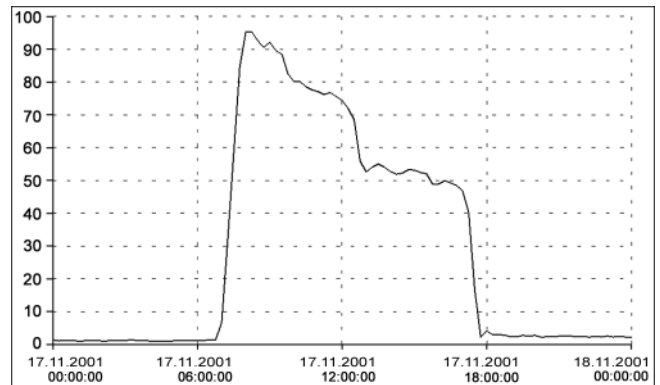


Bild 4: Die gemessene Zeitreihe des Oberwasserzuflusses der Warnow ( $m^3/s$ ) an der Geinitzbrücke am 17.11.01, die vom StAUN Rostock zur Verfügung gestellt wurde

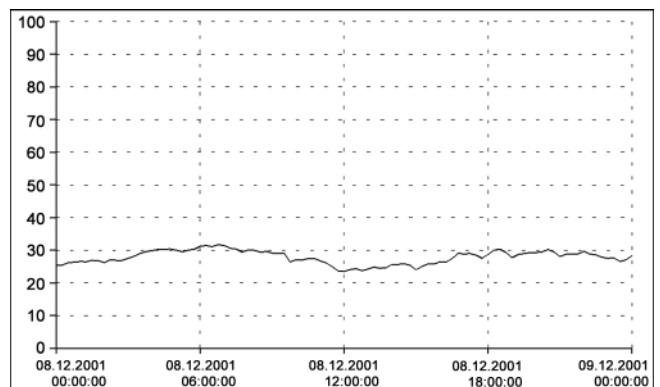


Bild 5: Die gemessene Zeitreihe des Oberwasserzuflusses der Warnow ( $m^3/s$ ) an der Geinitzbrücke am 08.12.01, die vom StAUN Rostock zur Verfügung gestellt wurde

merisches Modell der Atmosphäre eingesetzt werden. Das Modell berechnet ein räumlich und zeitlich hoch aufgelöstes lokales Windfeld unter Berücksichtigung der großräumigen Wetterlage, das kleinräumig durch die Topographie und die Oberflächenrauigkeit des Geländes modifiziert wird. (DWD 1998). Die Oberflächenrauigkeit ergibt sich dabei aus der Landnutzung, die im Bild 6 dargestellt ist. Die auf diese Weise erstellten lokalen Windfelder sollten nicht nur zur Analyse der Strömung eingesetzt werden, sondern auch bei der Berechnung von Seegang (BAW 1997).

Da die hydrologischen Verhältnisse im Warnow-Ästuar maßgeblich durch die Ostsee bestimmt werden, ist dieser Einfluss bei der Untersuchung mit einem numerischen Modell zu berücksichtigen. Nicht immer stehen hierfür Messungen des Wasserstandes, der Temperatur und des Salzgehalts zur Verfügung. Um hier die Situation zu verbessern, plant die BAW, Dienststelle Hamburg, das Modell des Warnow-Ästuars an ein Ostseemodell bzw. an ein Teilmodell der Ostsee anzuschließen. Dies war prinzipiell in der Vergangenheit auch möglich, führte aber bei der Methode der Finiten Differenzen, unter Beibehaltung eines geringen Gitterabstandes (der zur Auflösung topographischer

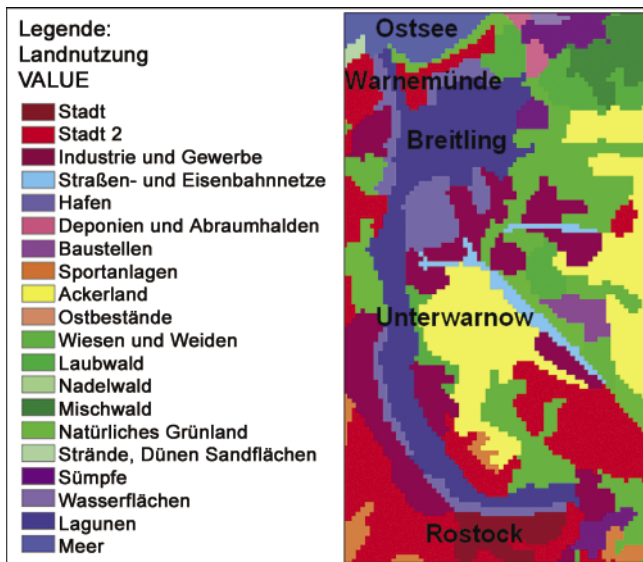


Bild 6: Karte der Landnutzung für Rostock und Umgebung.  
© Statistisches Bundesamt Wiesbaden CORINE-Datensatz.

Strukturen erforderlich ist), zu einem hohen Rechenaufwand. Mit der Einführung des Modellverfahrens *UNTRIM* (Casulli und Roy, 2000) wird es zukünftig möglich sein, mit einem sogenannten unstrukturierten Gitternetz zum einen das Warnow-Ästuar adäquat aufzulösen und zum anderen die Topographie der Ostsee zu approximieren.

## Literaturverzeichnis

BAW (2002): Ausbau des Marinestützpunktes Warnemünde – Auswirkungen auf die Salzgehalts- und Strömungsverhältnisse. Gutachten BAW 96 53 3455. Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg. Unveröffentlicht

BAW (1997): Gutachten zum Seegang im Marinestützpunkt Warnemünde. Gutachten BAW 96 53 3439. Bundesanstalt für Wasserbau – Außenstelle Küste. Unveröffentlicht

Casulli, Vincenzo and Roy A. Walters (2000): An unstructured, three-dimensional model based on the shallow water equations, *International Journal for Numerical Methods in Fluids* 2000, 32: 331 - 348. ([http://www.hamburg.baw.de/hnm/untrim/hnm\\_untrim-de.htm](http://www.hamburg.baw.de/hnm/untrim/hnm_untrim-de.htm))

DWD (1998): Regionale Windwirkung in den Ästuarbereichen der inneren Deutschen Bucht. Bericht. DWD Geschäftsfeld Seeschifffahrt