
KFKI-VERBUNDPROJEKT
Modellgestützte Untersuchungen zu extremen
Sturmflutereignissen an der Deutschen Ostseeküste (MUSTOK)

TEILVORHABEN
Entwicklung von Methoden zur Bestimmung maßgebender hydrodynamischer
Bemessungsparameter für Küstenschutzanlagen an der Ostsee (SEBOK A)



ABSCHLUSSBERICHT 2.1

Windfelder für SEBOK

Autoren	Anette Ganske, Gudrun Rosenhagen, Heiner Schmidt
Institut	Deutscher Wetterdienst (DWD), Hamburg
Bearbeitungszeitraum	01.07.2005 – 30.11.2007
Fördernummer	BMBF 03KIS053 / KFKI 85
Datum	30.11.2007
Version	1.0

Zitierhinweis: Ganske, A., Rosenhagen, R. und Schmidt, H. (2007): Windfelder für SEBOK, Abschlussbericht 2.1 zum KFKI-Verbundprojekt *Modellgestützte Untersuchungen zu extremen Sturmflutereignissen an der Deutschen Ostseeküste (MUSTOK)*, Hamburg

Das Verbundprojekt wurde gefördert von:



KFKI-Projekt MUSTOK

Windfelder für SEBOK

Fördernummer KFKI 84 – 86

A. Ganske, G. Rosenhagen und H. Schmidt

Deutscher Wetterdienst Hamburg

November 2007

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Berechnung von Windfeldern.....	4
2.1 Das Windmodell MKW.....	4
2.1.1 Das Initial-Windfeld	4
2.1.2 Rauigkeiten über See	5
2.1.3 Das divergenzfreie Windfeld.....	5
2.2 Nesten der Windfelder.....	6
2.2.1 Windatlas	6
2.2.1 Sturmflut-Szenarien.....	6
3. Windatlas.....	7
3.1 Eingangsgrößen	7
3.1.1 Windgeschwindigkeit	7
3.1.1.1 Wertebereich	7
3.1.1.2 Klassenbreite	8
3.1.2 Windrichtung.....	8
3.1.3 Wasserstand.....	8
3.1.3.1 Wertebereich	9
3.1.3.2 Klassenbreite	9
3.1.4 Anzahl der Windfelder.....	11
3.2. Anwendung	11
3.2.1. Wahl der Eingabewerte	13
3.2.2. Geeignete Messstationen	14
3.3. Verifikation der Windatlas-Ergebnisse	15
3.3.1. Gebiet Kiel	16
3.3.2. Gebiet Mecklenburg	18
3.3.3. Gebiet Warnemünde.....	19
3.3.4. Gebiet Rügen	21
3.3.5. Gebiet Pommersche Bucht.....	23
3.4. Zusammenfassung.....	25
4. Berechnung von hoch aufgelösten Windfeldern bei Sturmflutwetterlagen	27
4.1 Erwartungen.....	27
4.2 Windfelder in der Mecklenburger Bucht.....	27
4.2.1 Fehmarn.....	28
4.2.2 Dahme	29
4.3 Das Windfeld im Untersuchungsgebiet Probstei in der Kieler Bucht.....	31
4.4 Zusammenfassung	32
5. Literatur	33
6. Danksagung	33

1. Einleitung

Für viele Untersuchungen im Bereich des Küsteningenieurwesens und des Küstenschutzes werden für lange Zeiträume räumlich hoch aufgelöste Windfelder für See- und in Küstengebieten benötigt. Derartige Windfelder liegen bisher jedoch meist nur in einer groben Auflösung vor, wie z.B. die Windfelder des Wettervorhersagemodells COSMO-EU des Deutschen Wetterdienstes (Auflösung rund 7 km, siehe Doms und Schättler, 1999) oder die des HIPO-CAS-Projekts (Auflösung rund 50 km, siehe Weiss et al., 2003). Die erforderlichen Reihen müssen deshalb speziell berechnet werden. Hierzu bietet sich das sogenannte Windatlasverfahren an.

Solche Windatlanten für die Ostsee wurden bereits für die Region um Darss und Zingst von Hinneburg, Raabe und Tetzlaff (1997) und für den Greifswalder Bodden von Rudolph und Gayer (1995) bestimmt. Da diese Windatlanten jedoch nicht alle für das Projekt relevanten Untersuchungsgebiete abdecken, war die Berechnung eines neuen, bedarfsgerechten Windatlas erforderlich.

Für das Teilprojekt SEBOK (Seegangbelastung Ostsee - Entwicklung von Methoden zur Bestimmung maßgeblicher Bemessungsparameter für Küstenschutzanlagen) des Projekts MUSTOK (Modellgestützte Untersuchungen zu extremen Sturmflutereignissen an der Deutschen Ostseeküste) des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) werden sowohl räumlich hoch aufgelöste Windfelder für ausgewählte Sturmflutwetterlagen als auch lange Zeitreihen von hoch aufgelösten Windfeldern für statistische Untersuchungen benötigt.

Im Rahmen des KFKI-Projekts MOSES (Modellierungen des mittelfristigen Seegangsklimas im Nordseeküstengebiet) wurde in der Abteilung Seeschifffahrt des Deutschen Wetterdienstes in Hamburg bereits ein digitaler Windatlas für die südliche Nordsee berechnet, siehe Ganske, Rosenhagen und Schmidt (2006). Dieser Windatlas liefert für das Nordseeküstengebiet hoch aufgelöste Windfelder für statistische Untersuchungen mit Seegangs- und Strömungsmodellen und hat sich in seiner Anwendung bewährt. Deshalb wurde beschlossen, in gleicher Weise innerhalb von MUSTOK einen Windatlas für die deutsche Ostseeküste zu erstellen. Die Anforderungen an die Lage der Untersuchungsgebiete (siehe Abbildung 1.1) und die Genauigkeit der Windfelder wurden von den Projektpartnern von den Universitäten Kiel und Rostock vorgegeben.

Da im Bereich der deutschen Küsten die örtlichen Unterschiede im Wind im Wesentlichen durch die unterschiedlichen Rauigkeitsverhältnisse der Erdoberfläche und der Seeoberfläche bestimmt sind, reicht zur Berechnung der Windfelder das Windmodell MKW (Massenkonsistentes Windmodell) des Seewetteramts Hamburg, ein einfaches, diagnostisches Atmosphärenmodell aus. Dieses hat sich bereits bei ähnlichen Problemstellungen in verschiedenen Untersuchungen bewährt, siehe z.B. (Schmidt und Pätsch, 1992). Zur Berechnung der räumlich hoch aufgelösten Windfelder bei ausgewählten Sturmflutwetterlagen wurden als Randwerte für das MKW die Daten von Windfeldern des Modells COSMO-EU des Deutschen Wetterdienstes verwendet.

Der Windatlas besteht aus einer Vielzahl von mit dem MKW berechneten Feldern der Windgeschwindigkeit, die durch systematische Variation der antreibenden Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in 800 m Höhe unter Berücksichtigung der Land-/Seeverteilung und der zugehörigen Bodenrauigkeit sowie repräsentativen Wasserständen berechnet wurden. Dabei wurde die mit der Windgeschwindigkeit wachsende Rauigkeit der Meeresoberfläche approximativ aus einem Gleichgewicht zwischen dem Windfeld und dem Rauigkeitsfeld bestimmt, während die Rauigkeit der Landoberflächen als zeitlich konstant angenommen werden kann.

Zur Anwendung des Windatlas gibt man für eine frei wählbare Position in einem der drei Untersuchungsgebiete als Eingangsgrößen Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung in 10 m Höhe und ein zugehöriger repräsentativer Wasserstand vor. Ein Interpolationsprogramm berechnet aus diesen Eingangswerten für das gewählte Windatlas-Gebiet das zugehörige meteorologisch konsistente Windfeld.

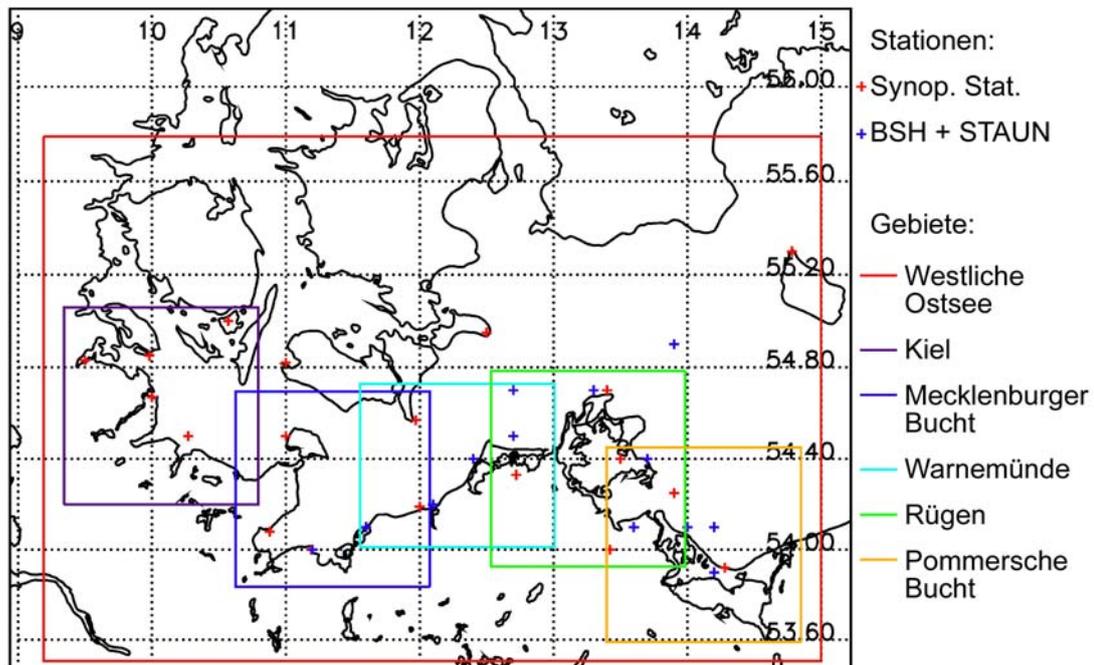


Abb. 1.1: Das Untersuchungsgebiet Westliche Ostsee mit den Teilgebieten Kiel, Mecklenburger Bucht, Warnemünde, Rügen und Pommersche Bucht. Die roten Kreuze bezeichnen die an den Küsten liegenden synoptischen Stationen des Deutschen, Dänischen und Schwedischen Wetterdienstes, die blauen Kreuze die Orte der Stationen des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und des Staatlichen Amtes für Umwelt und Naturschutz (STAUN).

Der Abschlussbericht erläutert zunächst kurz das Windmodell MKW. Danach gibt er einen Überblick über die Wertebereiche und Klassenbreiten, die zur Berechnung der Felder des Windatlas verwendet wurden, um mit genügender Genauigkeit die für Seegang- und Strömungsberechnungen benötigten Windfelder interpolieren zu können. Es folgt für jedes der fünf Teilgebiete ein statistischer Vergleich zwischen Windatlas-Ergebnissen und Messungen. Hieraus werden Empfehlungen für geeignete Eingangsgrößen für die Windatlas-Rechnungen abgeleitet.

Schließlich werden die Ergebnisse von Untersuchungen für ausgewählte Sturmflutwetterlagen vorgestellt. An Hand von Beispielen wird gezeigt, wie sich für mit COSMO-EU erzeugte Windfelder mit dem MKW hoch aufgelöste Windfelder für die Teilgebiete bestimmen lassen und in welchen Fällen dies sinnvoll ist.