

Bestimmung maßgebender hydrodynamischer Bemessungsparameter für Küstenschutzanlagen an der Ostsee - SEBOK B

Dr. Peter Fröhle¹ und Dipl.-Ing. Christian Schlamkow²

¹Fachgebiet Küstenwasserbau, Universität Rostock, e-Mail: peter.froehle@uni-rostock.de

²Fachgebiet Küstenwasserbau, Universität Rostock, e-Mail: christian.schlamkow@uni-rostock.de

1 Einleitung

Eingangsdaten für die Bemessung von Bauwerken des Küsten- und Hochwasserschutzes können immer nur problemabhängig und ortsabhängig definiert werden. Zu ihrer Ermittlung werden beispielsweise die Lage des zu schützenden Küstenabschnittes sowie die relevanten und ereignisbezogenen Wind- und Wasserstandsverhältnisse als Funktion des zeitlichen Verlaufes maßgebend. Dies gilt für Hochwasserschutzaufgaben und Bauwerke zur Beeinflussung der Sedimentbewegung in gleicher Weise. Letztendlich kann die Festlegung der Bemessungsgrößen nur auf der Grundlage statistischer Untersuchungen in Kombination mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und der Abschätzung des örtlich zu definierenden Risikos für ein Versagen (Funktion, Konstruktion) und daraus abzuleitender technisch / administrativer Schritte erfolgen. Die zeitgleiche, zum Teil statistisch abhängige Wirkung aller hydrodynamischen Größen muss weiterhin berücksichtigt werden.

Ziel der Untersuchungen im Forschungsvorhaben SEBOK B ist die Entwicklung, Verifikation und Anwendung einer Methodik zur Ermittlung maßgebender hydrodynamischer Eingangsdaten als Grundlage für den Entwurf und die Bemessung von Küsten- und Hochwasserschutzbauwerken im Bereich der deutschen Ostseeküste.

Hierbei wird der Schwerpunkt auf die Ermittlung der Bemessungsparameter und deren Genauigkeit bzw. Verlässlichkeit gelegt. Bemessungsansätze werden nur insofern behandelt, als sie Grundlage für die Ableitung von Bemessungsparametern darstellen.

2 Forschungsansatz

Ansätze für den Entwurf und die Bemessung von Küstenschutzwerken unterliegen keiner Normung und werden in der Praxis aus Schrifttum mit empfehlendem Charakter z.B. EAK 2002, SPM 1984 oder CEM 2002 abgeleitet. Generell wird unterschieden in die konstruktive Bemessung, d.h. das Führen von Nachweisen zur Standsicherheit der Bauwerke für festzulegende Bemessungsereignisse, und in die funktionelle Bemessung, d.h. dem Nachweis, dass eine gewünschte Funktion des Bauwerks erreicht wird. Zur Lösung der Bemessungsprobleme stehen vielfach mehrere methodische Ansätze mit unterschiedlichen spezifischen Anforderungen an die Eingangsdaten zur Verfügung. Zudem sind oftmals für Bauwerke unterschiedlicher Funktionalität und Lage zum Gewässer Eingangsdaten bei der Bemessung zu verwenden, die häufigkeits-, ereignis- und richtungsbezogen sowie größenordnungsmäßig unterschiedlich sind. So erfordert beispielsweise die Berechnung der erforderlichen Höhenlage eines Deiches die Definition denkbarer extremer Einzelereignisse (Wasserstände und/oder Wellen) mit zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten. Demgegenüber erfordert die Bemessung einer Strandvorspülung die Definition von mittleren Wasserständen und mittleren Seegangereignissen als Häufigkeitsverteilung der Wellenhöhen und Anlaufrichtungen mit zugehörigen Wellenperioden und ggf. mit zugehörigen Wasserständen. Daneben können fallweise, beispielsweise für die Bemessung von geschütteten Konstruktionen, auch mittlere Wasserstände in Kombination mit zeitgleich eintretendem extremen Seegang (hierbei müssen auch nicht zwangsweise die maximal möglichen Wellenhöhen eintreten) relevant werden, da hieraus extreme Belastungen durch brechende Wellen resultieren. Auch hierbei ist zur Bewertung des Risikos

immer die Kenntnis der Eintrittswahrscheinlichkeiten erforderlich.

Somit können Eingangsdaten für die Bemessung von Bauwerken des Küsten- und Hochwasserschutzes immer nur problemabhängig und ortsabhängig definiert werden. So können zur Ermittlung der Eingangsgrößen beispielsweise die Lage des zu schützenden Küstenabschnittes sowie der dafür relevanten und ereignisbezogenen Wind- und Wasserstandsverhältnisse als Funktion des zeitlichen Verlaufes maßgebend werden. Dies gilt für Hochwasserschutzaufgaben und Bauwerke zur Beeinflussung der Sedimentbewegung in gleicher Weise. Letztendlich kann die Festlegung der Bemessungsgrößen nur auf der Grundlage statistischer Untersuchungen in Kombination mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und der Abschätzung des örtlich zulässigen Risikos erfolgen.

Grundsätzlich kommen für die Ermittlung der hydrodynamischen Bemessungsgrößen mehrere methodische Herangehensweisen in Frage. Im Rahmen des Forschungsvorhabens SEBOK B werden die Eingangsdaten für die Bemessung auf der Grundlage möglichst umfassender Zeitserien der hydrodynamischen Parameter bestimmt. Da hierzu nur in Ausnahmefällen direkte Messungen verwendet werden können, werden die fehlenden Daten (insbesondere die Seegangparameter) auf der Grundlage von für lange Zeiträume verfügbaren Windinformationen ermittelt.

Aus der genannten Vorgehensweise ergeben sich für die Projektbearbeitung folgende Arbeitsschritte für die Ermittlung von Bemessungsdaten:

- Ermittlung der Datengrundlage
- Untersuchungen zur Definition von Bemessungsdaten
- Statistische Analyse der Eingangsdaten für räumlich übergeordnete Küstenabschnitte
- Untersuchungen zur Festlegung von Bemessungsgrößen für ausgewählte Küsten- und Hochwasserschutzbauwerke unter Berücksichtigung administrativer Vorgaben der Küstenländer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

3 Datengrundlage

3.1 Messdaten

Basis für die statistischen Untersuchungen sind möglichst umfassende Zeitreihen der hydrodynamischen Parameter (Wasserstände, Seegangs, ggf. Strömung). Diese Zeitreihen können entweder Messdaten oder berechnete Werte sein. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde zunächst ein Überblick über verfügbare Messdaten für die deutsche Ostseeküste geschaffen. Dabei wurde festgestellt, dass Wasserstands- und Winddaten in ausreichendem Umfang (aus statistischen Überlegungen sollen Daten über einen Zeitraum von wenigstens 20 Jahren vorhanden sein) zur Verfügung stehen. Die vorhandenen Messdaten wurden plausibilisiert und homogenisiert. Die verfügbaren Zeiträume sind für ausgewählte Lokationen in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Seegangdaten stehen für eine direkte extremwertstatistische Analyse nicht in ausreichendem zeitlichem Umfang zur Verfügung. Die für die Ermittlung der Bemessungsparameter erforderlichen Zeitserien müssen daher auf anderem Wege ermittelt werden. Dazu können grundsätzlich numerische Modelle, Seegangsvorhersageverfahren sowie Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen in Anwendung kommen. Diese Verfahren werden zunächst für mittel- bis kleinräumige Küstenabschnitte in tiefem Wasser ($d \sim 10\text{m}$ bis 15m) angewendet. Die ermittelten Zeitreihen der Seegangparameter (Wellenhöhe, Wellenperiode und Wellenanlaufzeit) werden statistisch ausgewertet und später in ufernahe Bereiche transformiert.

Im Projekt SEBOK B werden numerische Seegangmodelle auf Basis des numerischen Modells SWAN (*Booij et al., 2001*) und Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen verwendet. Für die numerische Langzeit-Seegangmodellierung wurden zwei verschiedene Modelle entwickelt.

Pegel	1950–1959	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2009
Travemünde						
Timmendorf						
Wismar						
Warnemünde (WSA)						
Rostock						
Althagen						
Barth						
Stralsund						
Kloster						
Ralswiek						
Saßnitz						
Lauterbach						
Stahlbrode						
Greifswald						
Wolgast						
Koserow (WSA)						
Stagnieß						
Kamin						
Ückermünde						

Abbildung 1: Übersicht einer Auswahl der im Projekt digital verfügbaren Wasserstandsdaten aus dem Gebiet der mecklenburg-vorpommerschen Ostseeküste (Stand: Juli 2007)

Lokation	1950–1959	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2009
Boltenhagen						
Rostock-Wmnde						
Barth						
Arkona						
Putbus						
Greifswald						
Ückermünde						

Abbildung 2: Übersicht einer Auswahl der im Projekt digital verfügbaren Winddaten aus dem Gebiet der mecklenburg-vorpommerschen Ostseeküste (Stand: Juli 2007)

3.2 Das WODLM-Modell

Das WODLM (Westliche Ostsee, angetrieben durch DWD LM Windfelder)-Modell wurde auf Grundlage einer Bathymetrie der Ostsee (Seifert et al., 2001) mit der Auflösung $\Delta x \approx \Delta y \approx 1 \text{ km}$ aufgebaut. Es umfasst das Gebiet der westlichen Ostsee bis etwa Bornholm (Abbildung 3:). Das Modell wird durch Windfelder aus dem Lokalmodell (LM) des DWD mit einer Auflösung von $\Delta x \approx \Delta y \approx 7 \text{ km}$ angetrieben die im Zeitraum 10/1998 – 12/2006 verfügbar sind. Die zeitliche Auflösung des Modells beträgt $\Delta t = 1 \text{ h}$.

Das WODLM-Modell wurde mittels umfangreicher Vergleiche mit gemessenen Seegangdaten validiert. Abbildung 4: zeigt den Vergleich gemessener und berechneter Wellenhöhen an

einer Lokation vor Warnemünde. Die Wellenhöhen weisen keine systematischen Abweichungen auf, die durchschnittlichen Abweichungen sind vergleichsweise gering.

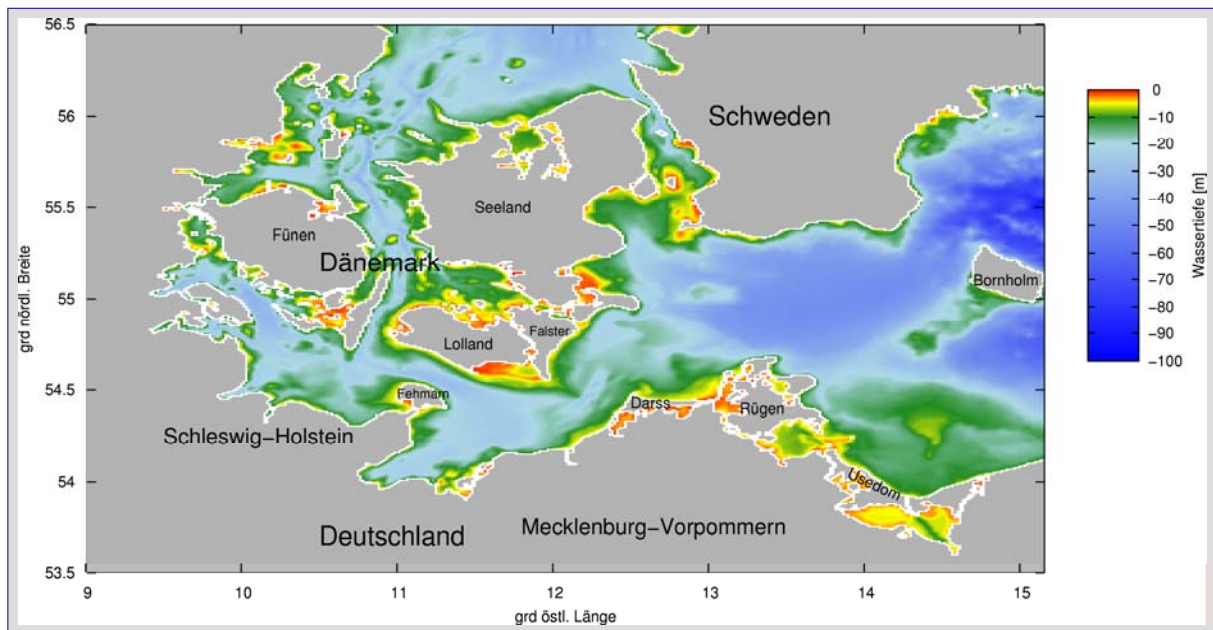


Abbildung 3: Bathymetrie des WODLM-Modells

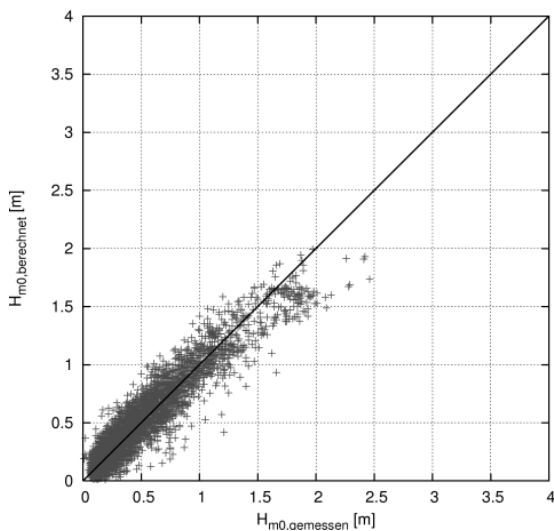


Abbildung 4: Vergleich gemessener und mit dem WODLM-Modell berechneter Wellenhöhen H_{m0} an der Lokation Warnemünde

Einen Vergleich zwischen gemessener und berechneter Wellenperiode für die Lokation Warnemünde ist in Abbildung 5: dargestellt. Die berechneten Wellenperioden sind durchweg zu kurz. Dies gilt auch für die weiteren betrachteten Lokationen. Das Problem ist auch von anderen SWAN-Simulationen bekannt. Die Wellenperioden die als Grundlage für die Bemessungsparameter benutzt werden sollen, werden auf anderem Wege aus der direkten Korrelation mittels Seegangsmessungen ermittelt.

In Abbildung 6: ist ein Vergleich zwischen gemessenen und berechneten Wellenanlauffruchtungen für die Lokation Warnemünde dargestellt, wobei Ereignisse bei denen die Wellenhöhe $H_{m0} < 0,5m$ vernachlässigt wurden. Berechnete und gemessene Anlauffruchtungen zeigen eine gute Übereinstimmung. Dies gilt auch für die anderen betrachteten Lokationen. Ereignisse mit geringen Wellenhöhen weisen eine schlechtere Übereinstimmung auf, da die Anlauffruchtungen niedriger Wellen stark von zufälligen Ereignissen (Schiffahrt, Fernwellen) abhängig sein kann.

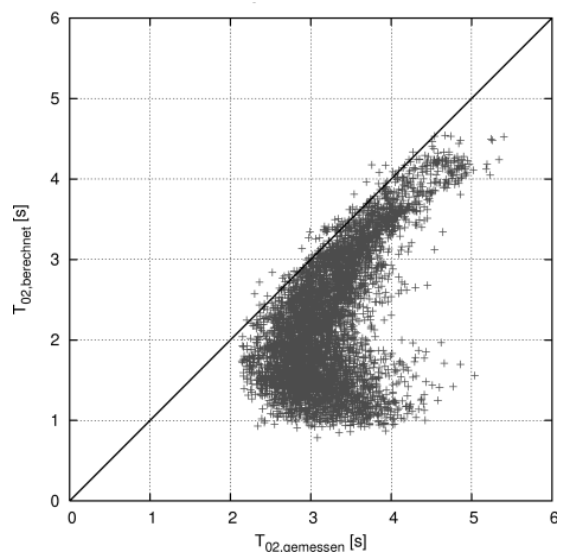


Abbildung 5: Vergleich gemessener und mit dem WODLM-Modell berechneter Wellenperioden T_{02} an der Lokation Warnemünde

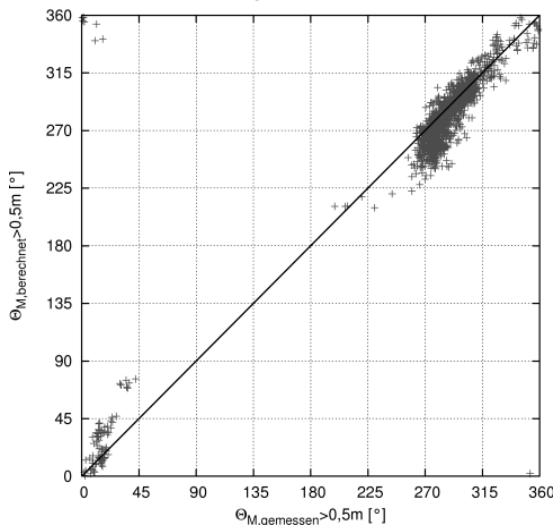


Abbildung 6: Vergleich gemessener und mit dem WODLM-Modell berechnete Wellenaufrichtungen Θ_M an der Lokation Warnemünde

3.3 Das SOHIP-Modell

Da der zeitliche Umfang der Winddaten auf denen das WODLM-Modell beruht für extremwertstatistische Untersuchungen vergleichsweise gering ist, wären direkte Extrapolationen mit großen Unsicherheiten verbunden. Um die Datengrundlage weiter zu verbessern wurde ein weiteres numerisches Modell, genannt „SOHIP“ (Südliche Ostsee, Angetrieben durch HIPOCAS-Wind) aufgebaut. Grundlage bildet eine Bathymetrie der südlichen Ostsee (vgl. Abbildung 8:) mit der Auflösung $\Delta x \approx \Delta y \approx 2\text{km}$ (Seifert *et. al*, 2001) und Windfelder die im Rahmen des HIPOCAS-Projektes (HIPOCAS, 2002) von der GKSS berechnet wurden. Die Windfelder weisen eine räumlich Auflösung von $\Delta x \approx 33\text{km}$ und $\Delta y \approx 56\text{km}$ auf und eine zeitliche Auflösung von $\Delta t = 1\text{h}$ und sind über einen Zeitraum von 1948 bis 2006 verfügbar. Die zeitliche Auflösung von SOHIP beträgt $\Delta t = 1\text{h}$.

Um den Seegang an der Ostküste Rügens besser als im WODLM-Modell abbilden zu können wurde das Simulationsgebiet nach Osten erweitert, damit sichergestellt ist, dass der Einfluss des offenen Randes auf das Gebiet um die Ostküste Rügens gering bleibt. Hierzu wurden Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Fetchlängen auf die Wellenhöhen (mittels des Seegangsvorhersageverfahrens nach SPM84) durchgeführt. Dabei hat sich herausgestellt, dass der Einfluss der Fetchlänge mit zunehmender Fetchlänge geringer wird und ab etwa 500km vernachlässigbar ist. Der Abstand der Ostküste Rügens zum Rand

des Simulationsgebietes wurde auf etwa 550km festgelegt.

Das SOHIP-Modell wurde ebenfalls validiert, auf eine ausführliche Darstellung wird hier verzichtet. Die Genauigkeit der berechneten Wellenhöhen und -perioden ist gut, wenn auch schlechter als beim WODLM-Modell. Die höheren Abweichungen werden auch Unsicherheiten des Klimamodells zurückgeführt. Die Wellenperioden wiesen ähnlich Abweichungen wie beim WODLM-Modell auf.

3.4 Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen

Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen können ebenfalls für die Ermittlung langer Zeitserien genutzt werden, wenn Seegangsmessungen im entsprechenden Küstenabschnitt vorhanden sind. Beispielhaft wurden Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen für das Seegebiet vor Warnemünde für den Zeitraum 1954-2007 (53 Jahre) durchgeführt. Der Vergleich der gemessenen und zeitgleich berechneten Werte zeigt die sehr hohe Genauigkeit des Verfahrens (Abbildung 7: für die Wellenhöhe).

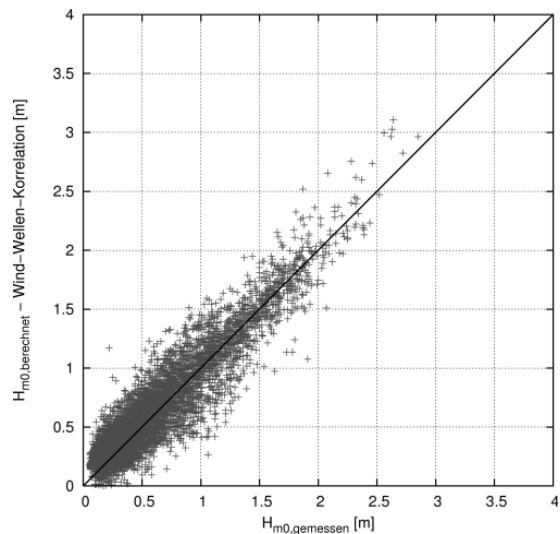


Abbildung 7: Mittels Wind-Wellen-Korrelation berechnete und gemessene Wellenhöhen vor Warnemünde

Die berechnete Zeitserie wird für die Erprobung der weiteren Untersuchungen (statistische Untersuchungen) benutzt werden, solange die numerische Modellierung noch nicht abgeschlossen ist (Rechenzeit).

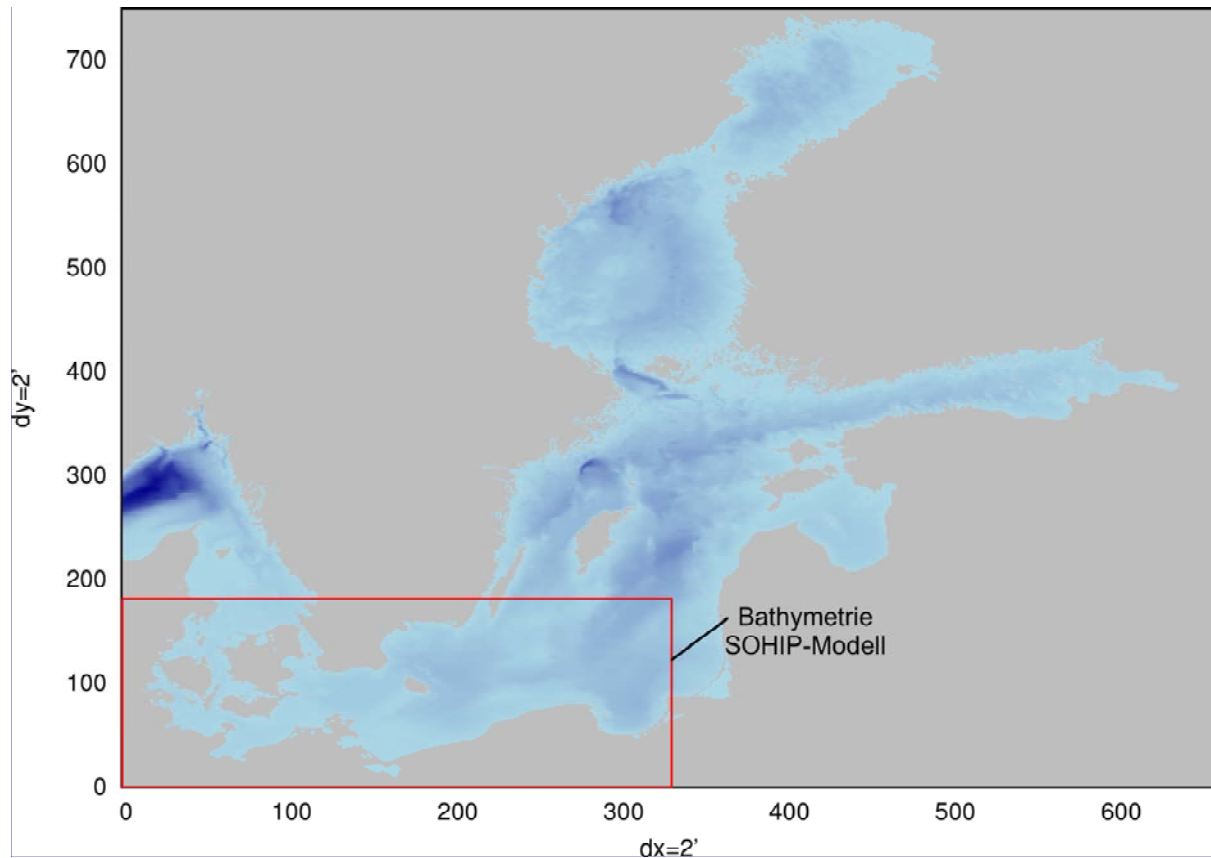


Abbildung 8: Bathymetrie der Ostsee und Ausschnitt des numerischen Modells SOHIP

4 Untersuchungen zur Definition von Bemessungsdaten

4.1 Definition räumlich übergeordneter Küstenabschnitte

Um Bemessungsdaten zu definieren ist neben der gewünschten Lokation der Typ des zu bemessenden Bauwerks ausschlaggebend. Im Vorhaben werden hydrodynamische Bemessungswerte für die Bemessung von Küstenschutzanlagen an der deutschen Ostseeküste definiert. Dazu werden Bemessungswerte für übergeordnete Küstenabschnitte definiert und anschließend auf kleinräumige Bereiche transformiert.

Die übergeordneten Küstenabschnitte werden so definiert, dass sie betrachteten Bemessungsparameter in jedem Abschnitt homogen sind. Dazu wurden 13 übergeordnete Küstenabschnitte für die Ostseeküste Mecklenburg-Vorpommerns und 11 übergeordnete Küstenabschnitte für die Ostseeküste von Schleswig-Holstein definiert (Abbildung 9:).

Die Abschnitte wurden zunächst nach küstenwasserbaulichen Gesichtspunkten zunächst subjektiv gewählt und anschließend qualitativ bewertet. Dazu wurden, als Grundlage für die Bewertung der Variabilität des Seegangs innerhalb der gewählten Abschnitte, in einer Parameterstudie Simulationsrechnungen mit dem numerischen Modell SWAN durchgeführt. Dabei wurde ein SWAN-Modell für die westliche Ostsee aufgesetzt, das mit stationären Windfeldern (mit 6 unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten von $U=5\text{m/s}$ bis $U=30\text{m/s}$ und 36 unterschiedlichen Windrichtungen) arbeitet. Als Ergebnis wurden Schnitte für die einzelnen Küstenabschnitte untersucht. Diese Schnitte wurden für jeden Abschnitt so angelegt, dass die Wassertiefe entlang des Schnittes einheitlich ist. Abbildung 10: zeigt beispielhaft die Wassertiefen, Wellenhöhen H_{m0} , Wellenperioden T_{02} und Wellenanlaufrichtungen Θ_M an einem Schnitt in einer (einheitlichen) Wassertiefe von $d=15\text{m}$ im Abschnitt S4 für Wind mit einer Geschwindigkeit von $U=25\text{m/s}$ aus Nord.

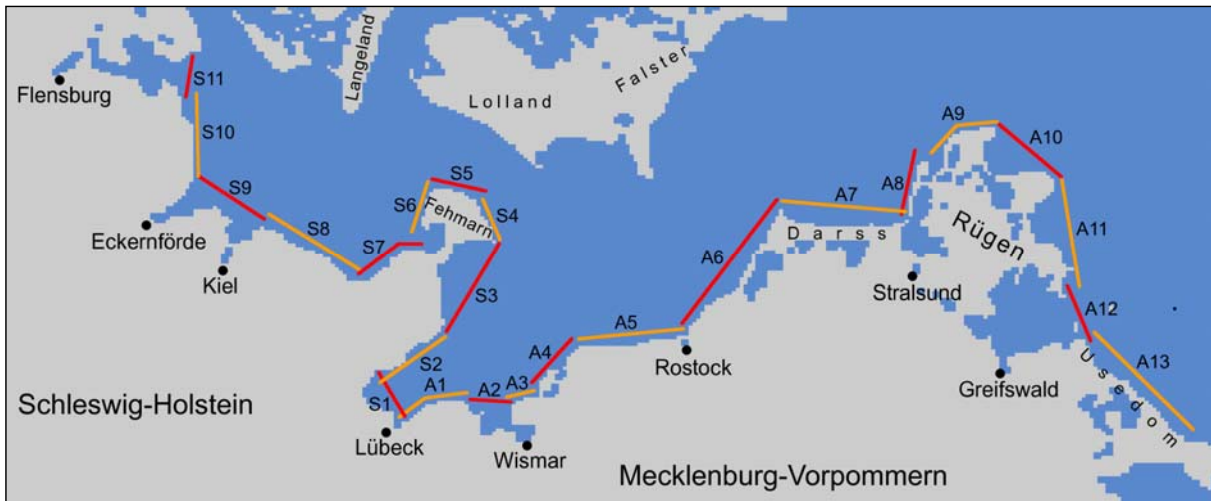


Abbildung 9: Definition räumlich übergeordneter Küstenabschnitte

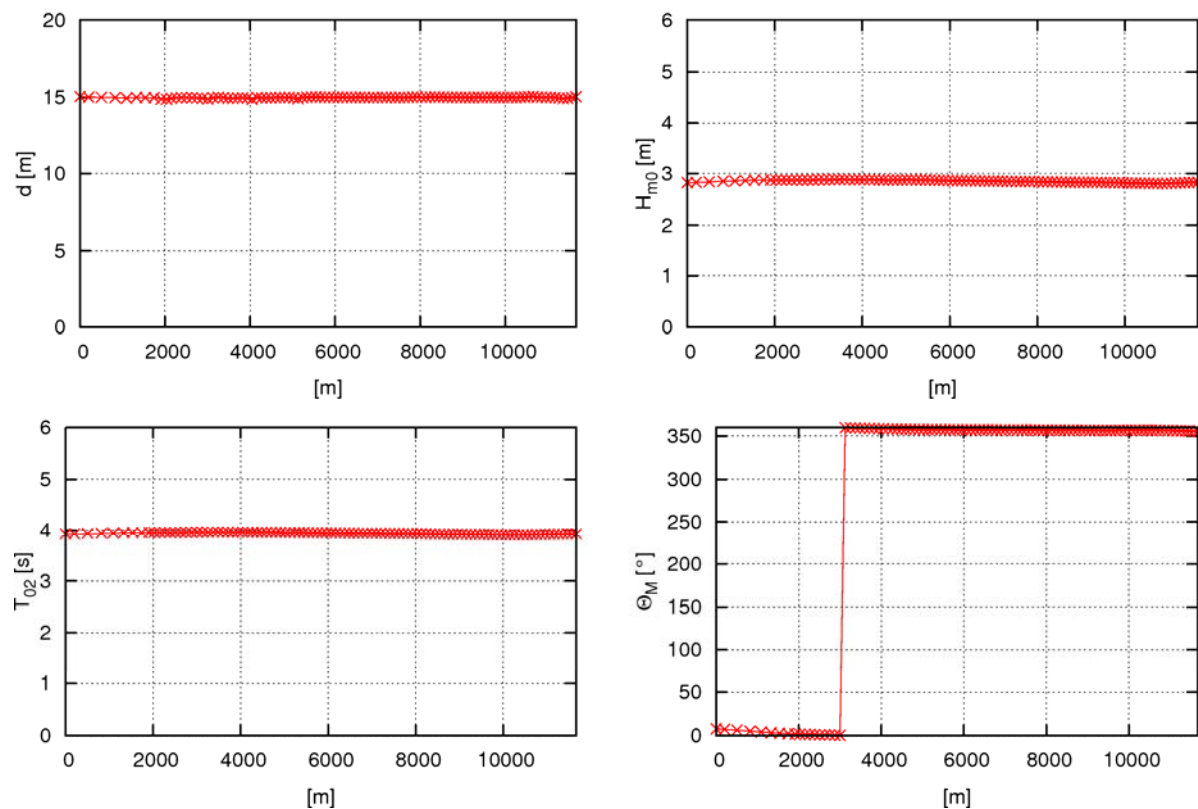


Abbildung 10: Wassertiefe und Seegangparameter für einen Schnitt im Abschnitt S4 bei Wind aus N (U=25m/s)

Es ist erkennbar, dass die Variabilität der Seegangparameter im Küstenabschnitt sehr gering ist, der Seegang im jeweiligen Abschnitt also als weitgehend homogen betrachtet werden kann. Vergleichbare Ergebnisse ergaben sich für sämtliche übergeordnete Küstenabschnitte, wobei nur die jeweils relevanten Windrichtungen näher untersucht wurden.

4.2 Definition von Bemessungskategorien

Grundsätzlich werden für die Bemessung von Küstenschutzanlagen unterschiedliche Konzepte für die Bemessung genutzt, die jeweils unterschiedliche Eingangsdaten erfordern. So wird beispielsweise für die Bemessung eines geschütteten Wellenbrechers die Belastung aus (signifikanten) Wellenhöhen und zugehö-

rigen Wasserständen mit einer zu definierenden (geringen) Eintrittswahrscheinlichkeit im Bemessungszeitraum benötigt. Zur Bemessung einer Strandvorspülung werden hingegen mittlere Häufigkeitsverteilungen der signifikanten Wellenhöhen mit zugehörigen Wellenanlaufriechtungen und -perioden und zugehörige mittlere Wasserstände benötigt. Um den unterschiedlichen Bemessungsanforderungen gerecht werden zu können wurden drei Kategorien verschiedener Bemessungswerte definiert:

1. extreme Wasserstände in Kombination mit zugehörigen Seegangsverhältnissen und zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten
2. extreme Seegangsverhältnisse in Kombination mit zugehörigen Wasserständen und zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten
3. Häufigkeitsverteilungen des Seegangs

„Seegang“ wird dabei als Kombination der Seegangsparameter Wellenhöhen, Wellenperiode und Wellenanlaufriechtung betrachtet.

5 Statistische Analyse der Eingangsdaten für räumlich übergeordnete Küstenabschnitte

Grundlage für die statistische Analyse und Definition von Bemessungsdaten sind -wie bereits erwähnt- möglichst umfassende Zeitreihen der relevanten Bemessungsparameter. Da diese derzeit noch nicht für alle Bemessungsparameter vorliegen, können die endgültigen Bemessungswerte derzeit nicht abgeleitet werden. Vorbereitend werden derzeit die statistischen Analysen für den Küstenabschnitt „Warnemünde“ auf Grundlage der Seegangsberechnung mittels Wind-Wellen-Korrelation durchgeführt.

Ziel dieser Arbeiten ist die unabhängige statistische Analyse der Seegangs-, Wasserstands- und Strömungsinformationen unter Einschluss der statistischen Bewertung der Dauer extremer Ereignisse. Dabei sollen die

- Bivariate Verteilung der hydrodynamischen Daten

- Mittlere Häufigkeitsverteilungen der hydrodynamischen Information

- Wahrscheinlichkeit extremer Ereignisse unter der Annahme statistisch unabhängiger Größen und

betrachtet werden.

Um Aussagen über die kombinierte Eintrittswahrscheinlichkeit treffen zu können, wurden zunächst die Abhängigkeiten von Wasserstand und Seegang untersucht (Abschnitt 5.1). Im Anschluss daran werden Wasserstand und Seegang (Wellenhöhe) einzeln Extremwertstatistisch untersucht. Ein erstes Ergebnis der extremwertstatistischen Untersuchungen auf Grundlage der Wind-Wellen-Korrelationsrechnungen vor Warnemünde ist in Abbildung 11: beispielhaft dargestellt.

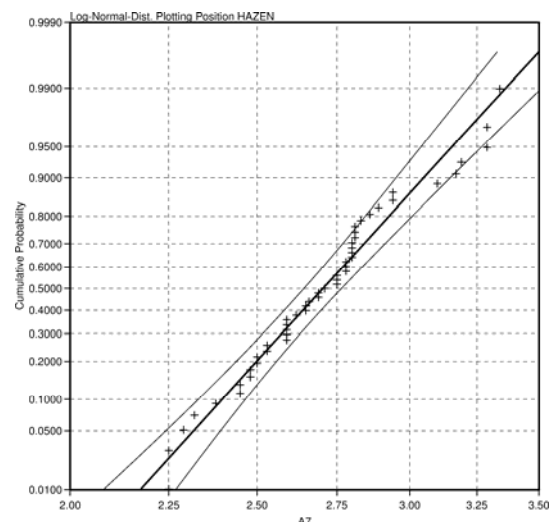


Abbildung 11: Anpassungsplot der Jahresmaxima der Wellenhöhen vor Warnemünde mittels Log-Normal-Verteilung

Die Berechnung der kombinierten Eintrittswahrscheinlichkeit kann im Anschluss an die extremwertstatistische Analyse der Wasserstände aufgrund der Unabhängigkeit von Wasserstand und Seegang durch Multiplikation der Einzelwahrscheinlichkeiten erfolgen.

Als Ergebnis dieser Berechnungen werden für zunächst zwei ausgewählte Küstenabschnitte (Warnemünde und Fehmarn Ost) Kombinationen aus Wasserstand/Seegang angegeben die die gleiche Eintrittswahrscheinlichkeit aufweisen. Die so ermittelten Seegangsparameter werden anschließend in den küstennahen Flachwasserbereich transformiert und bilden (zusammen mit den Wasserständen) die möglichen Bemessungsparameter für Küstenschutzwerke. Als dritter Parameter soll dabei

auch die Dauer der Bemessungsereignisse berücksichtigt werden.

5.1 Statistische Zusammenhänge von Wasserständen und Seegang an der Lokation Warnemünde

Um die kombinierte Eintrittswahrscheinlichkeit aus Wasserstand und Seegang zu berechnen (bzw. um aus einer vorgegebenen Eintrittswahrscheinlichkeit zugehörige Wasserstände und Seegangparameter zu ermitteln) wurde zunächst nach einem statistischen Zusammenhang zwischen Wasserständen und Seegang gesucht. Dazu wurden in einem ersten Schritt Wasserstände und zeitgleich auftretende Wellenhöhen gegenübergestellt (Abbildung 12:). Es wird deutlich, dass kein direkter Zusammenhang zwischen den beiden Parametern erkennbar wird. Bei jedem beliebigen Wasserstand können sowohl hohe, niedrige, als auch Wellen mittlerer Höhe auftreten.

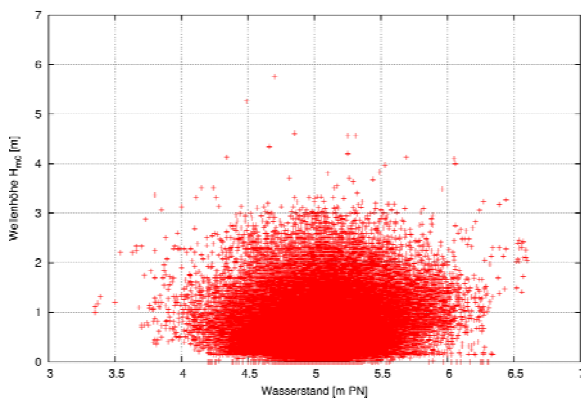


Abbildung 12: zeitgleiche Wasserstände und Wellenhöhen an der Lokation Warnemünde

Ein direkter Zusammenhang zwischen Wasserstand und Seegang in der Art, dass hohe Wellen immer (oder auch nur gehäuft) mit hohen Wasserständen auftreten ist in der Ostsee aufgrund der sehr komplexen Ursache hoher Wasserstände (Vorfüllung, Beckenschwingung, Windstau) nicht gegeben.

Auch eine Auswahl auf Situationen bestimmter Windrichtungen lässt diesen Zusammenhang nicht erkennbar werden. Abbildung 13: verknüpft die bei einer Windrichtung aus 10° auftretenden Wasserstände mit den zugehörigen Wellenhöhen. Es wird dabei zwar deutlich, dass niedrige Wasserstände bei dieser Windrichtung nicht zu erwarten sind, aber dennoch letztlich beliebige Wellenhöhen bei jedem vorkommenden Wasserstand auftreten können. Dies gilt gleichermaßen auch für alle anderen auftretenden Windrichtungen. Für die Lokation Warnemünde konnte demnach kein statisti-

scher Zusammenhang zwischen Wasserstand und Seegang nachgewiesen werden.

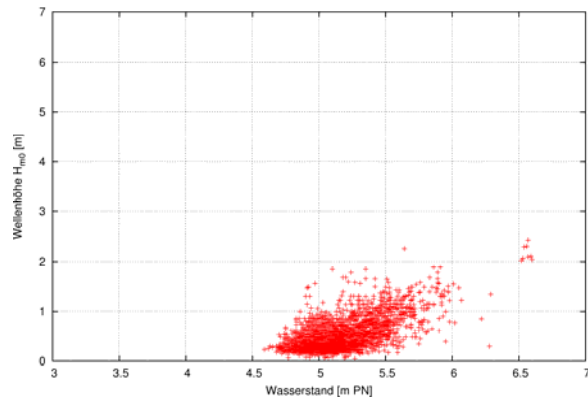


Abbildung 13: zeitgleiche Wasserstände und Wellenhöhen an der Lokation Warnemünde ($\Theta_W=10^\circ$)

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Projekt SEBOK B wird eine Methode zur Bestimmung maßgebender hydrodynamischer Bemessungsparameter für Küstenschutzanlagen an der Ostsee entwickelt. Dabei werden auf Grundlagen gemessener bzw. berechneter langer Zeitserien statistische Untersuchungen durchgeführt die neben einfachen Extremwertstatistischen Untersuchungen auch das Ziel haben das gemeinsame Auftreten der verschiedenen hydrodynamischen Parameter (Wasserstand, Seegang, ggf. Strömung) zu beschreiben bzw. deren Auftreten mit bestimmten Überschreitungswahrscheinlichkeiten vorherzusagen. Die Untersuchungen werden zunächst für übergeordnete Küstenabschnitte durchgeführt und dann für konkrete Fragestellungen ins Küstennahfeld transformiert.

Neben diesen, eher technischen bzw. stochastischen Einflüssen auf die Bemessungsparameter, werden auch administrative Vorgaben der Küstenländer berücksichtigt. Als Ergebnis sollen Bemessungsparameter entwickelt werden, die einerseits extremwertstatistisch einzuordnen sind, andererseits (unter Berücksichtigung des Risikos) aber auch unter Einsatz begrenzter Mittel eine sinnvolle Bemessung eines Bauwerkes ermöglichen.

7 Schrifttum

Booij et al., 2001: N. Booij, L. Holthuijsen, J. Battjes: "Ocean to Near-Shore Wave Modelling with SWAN", Delft University of Technology, 2001

CERC, 2003: U.S. Army Corps of Engineers (Hrsg.): "Coastal Engineering Manual part II: Coastal Hydrodynamics". Coastal Engineering Research Center, Washington D.C., U.S.A., 2003

Holthuijsen et al., 2003: L.H. Holthuijsen, N. Booij, R.C. Ris, I.J.G. Haagsma, A.T.M.M. Kieftenburg, E.E. Kriezzi, M. Zijlema: "SWAN Cycle III version 40.20 – User Manual", <http://fluidmechanics.tudelft.nl/swan/>

HIPOCAS, 2002: "A 40 years hindcast of wind, sea level and waves in European waters". Proceedings of OMAE 2002.

Seiffert T., Tauber, F. & Kayser, B.: A High Resolution Spherical Grid Topography of the Baltic Sea – revised edition, Proceedings of the Baltic Sea Science Congress, Stockholm 25-29. November 2001

SPM, 1984: Shore Protection Manual, Coastal Engineering Research Centre, U.S. Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, 1984