



## **Lokale Küstenerosion in der Glowe-Bucht – eine Analyse**

Matthias Mossbauer

Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, Germany

### **Abstract**

Local coastal erosion in the Glowe-Bay – an analysis.

Before the 1950's the bayed beach of Glowe, a coastal resort on the Rügen Island in the southern Baltic Sea, was wide and sandy. It fitted to all kinds of tourist demands. But after the construction of a small breakwater on the eastern end of the beach, the sand in front of the village Glowe disappeared. Since the 1960's, the causes for the erosion were analyzed in many different ways but never really identified. To enable an efficient coastal protection in the future, this paper combines findings of mathematic calculations, literature research, simulations and new measurements of currents and brings the driving forces of the loss of sand to light: the breakwater of a small harbour in combination with natural coastal dynamic processes.

The breakwater deflects sediment movements which come from an active cliff coast in the east. This deflection cuts the sediment supply of the beach in Glowe and causes the retreat of the beach line. Natural coastal dynamics amplify the further loss of material. In the past a natural sediment trap in form of a small cape in the western part of the bay was a hindering factor for erosion in the research area. Nowadays this cape is ablated to a minimum. The analyses show that the actual loss of sand implies no special risk for coastal protection. Mathematic calculations made a good case for a stable beachline in its actual eroded shape, protected by the breakwaters of the marina. But the present situation is not suitable for tourism. The coastal resort Glowe needs a wide and sandy beach to run several tourist offers like the rental of roofed wicker beach chairs, surfing and boating. For that reason, beach nourishments played an important role for coastal protection in the past because nourishments widen the sandy area for recreation near the water. The flip side of the coin is that these "refillings" shift the shoreline seawards and decrease the protection function of the breakwaters. A man-made increased erosion rate is the consequence of such coastal protection plans.

### **1 Einführung**

Die Außenküsten Mecklenburg-Vorpommerns sind in stetiger Veränderung begriffen. Die natürliche Dynamik an der Schnittstelle zwischen Lufthülle, Land und Wasser gerät dabei zunehmend in Konflikt mit der statischen Erschließung durch Infrastruktur und dem zunehmenden Siedlungsdruck im Küstenraum, denn jede Veränderung der Küstenzone bedeutet eine Veränderung des Lebensraumes der ansässigen Bevölkerung.

In der Bucht vor der Ortschaft Glowe auf der Insel Rügen treten seit etwa 60 Jahren verstärkt morphologische Veränderungen von Strand und Schorre auf (Gellert 1965, Plewe 1940, Schrader 1977). Diese bringen zahlreiche Probleme für den Küstenschutz und den Tourismus mit sich. Eine interdisziplinäre Untersuchung der Einflussfaktoren der Geomorphogenese des Küstenraumes kann die genauen Ursachen der Materialverluste aufdecken und eine Basis für den Entwurf von Anpassungsstrategien bilden.

## 2 Problemstellung

Die Bucht vor dem Seebad Glowe bildete bis zum Jahr 1938 einen idealen Naturhafen, welcher den Booten der lokalen Fischerei bei fast jeder Windrichtung guten Schutz vor Seegang bot (Plewe 1940). Eine Landzunge, das so genannte Königshörn, grenzte ein etwa 0,7 km<sup>2</sup> großes Areal von der offenen Ostsee ab (Abb. 1). In den späten 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts wurde der Naturhafen durch die Errichtung einer Mole aus lose aufeinander geschichteten Steinen ausgebaut. Durch das insgesamt 160 m lange Bauwerk erhielt die Bucht einen wirksamen Abschluss nach Osten (Gellert 1991). Schon kurze Zeit nach der Errichtung des Steindammes zeigten sich Tiefenänderungen in der Bucht, welche nicht im Interesse der Schifffahrt und des Tourismus waren. Im Leebereich der Steinmole setzte eine intensive Akkumulation ein, die zu einer raschen Verringerung der Wassertiefe direkt hinter dem Bauwerk und zu einer allgemeinen Versandung des Ostteils der Glowe-Bucht führte (Schrader 1977). Ferner entwickelten sich großflächige Sandbänke im tieferen Wasser, die den Fischerbooten zunehmend die Einfahrt in den Naturhafen erschwerten, so dass dieser schließlich aufgegeben werden musste. Der ursprünglich breite und sandige Badestrand vor dem Seebad wurde nach der Errichtung des künstlichen Hafenbauwerkes zunehmend ausgewaschen und fast 20 m zurückverlegt (Gellert 1965). Das Seebad Glowe verlor aufgrund dieser Entwicklung den Naturhafen und seinen für den Badetourismus wichtigen Sandstrand.

Sedimentverluste – an vielen Ufern der Nord- und Ostsee ein normales Geschehen – waren im Untersuchungsgebiet bisher nicht erklärbar, denn nach Aussage dreier Gutachten von Fröhle (2007), Kohlhasse (2006) und des Zentralen geologischen Institutes Reinkenhagen (1988) ist die Glowe-Bucht aufgrund der natürlichen Küstenform und der geschützten Lage hinter einem Hafen ein Akkumulationsgebiet für Feinmaterialien aus benachbarten Uferabschnitten.

Der durch die morphologischen Veränderungen der Küstenlinie entstandene Mangel an Infrastruktur wurde technisch behoben: Im Jahr 1998/99 entstand ein neuer Sportboothafen mit 81 Liegeplätzen (Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung MV 2004). Ferner wurde im Jahr 2000 durch eine Küstenschutzmaßnahme in Form einer Aufspülung von 104.424 m<sup>3</sup> Sand ein breiter Badestrand vor dem Seebad geschaffen (StAUN 2000).

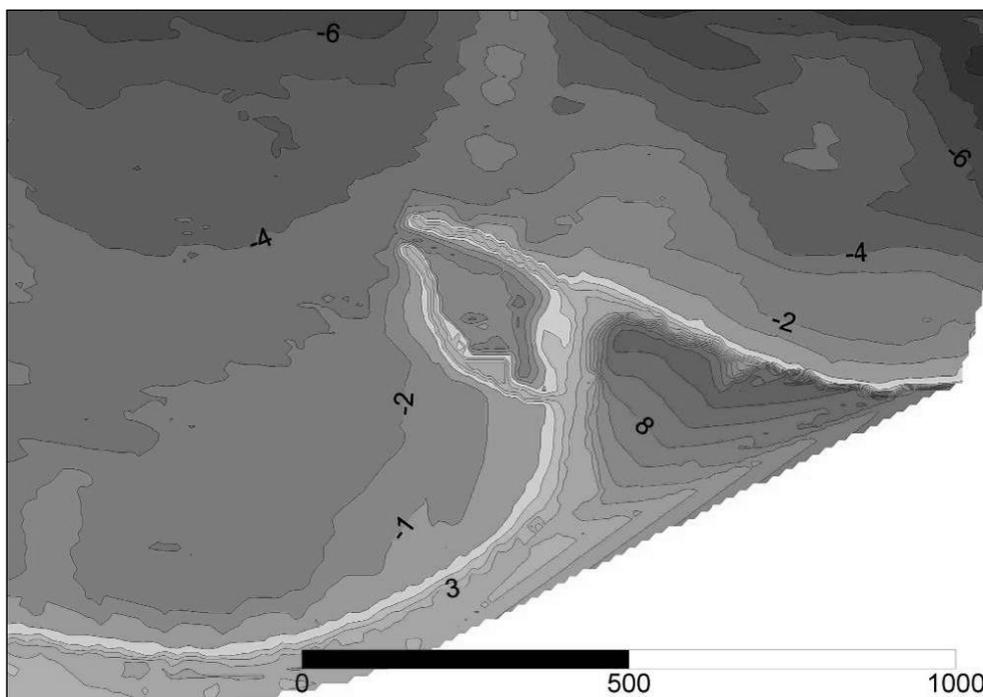


Abb. 1: Bathymetrie des Untersuchungsgebietes. In der Mitte befindet sich ein Sportboothafen, westlich davon liegt die Glowe-Bucht (erstellt aus Vermessungsdaten des StAUN Rostock).

Diese Bauvorhaben beseitigten die Folgen natürlicher Küstenausgleichsprozesse in der Glowe-Bucht – die Ursache des Materialverlustes am Ufer beseitigten sie jedoch nicht. Als Folge davon wurde die Sandaufspülung innerhalb weniger Jahre wieder zu großen Teilen ausgewaschen und der Strand etwa 50 % schmaler (Abb. 2). Die reale Entwicklung des Strandes vor Glowe widerspricht damit dem bisherigen Konsens der Wissenschaft. Das Ziel der durchgeführten Untersuchungen war deshalb:

- die hydrodynamischen Randbedingungen des Sedimenttransportes zu ermitteln,
- daraus die Sedimentdynamik abzuleiten und
- Ursachen der Uferabbrüche in der Glowe-Bucht aufzuzeigen.

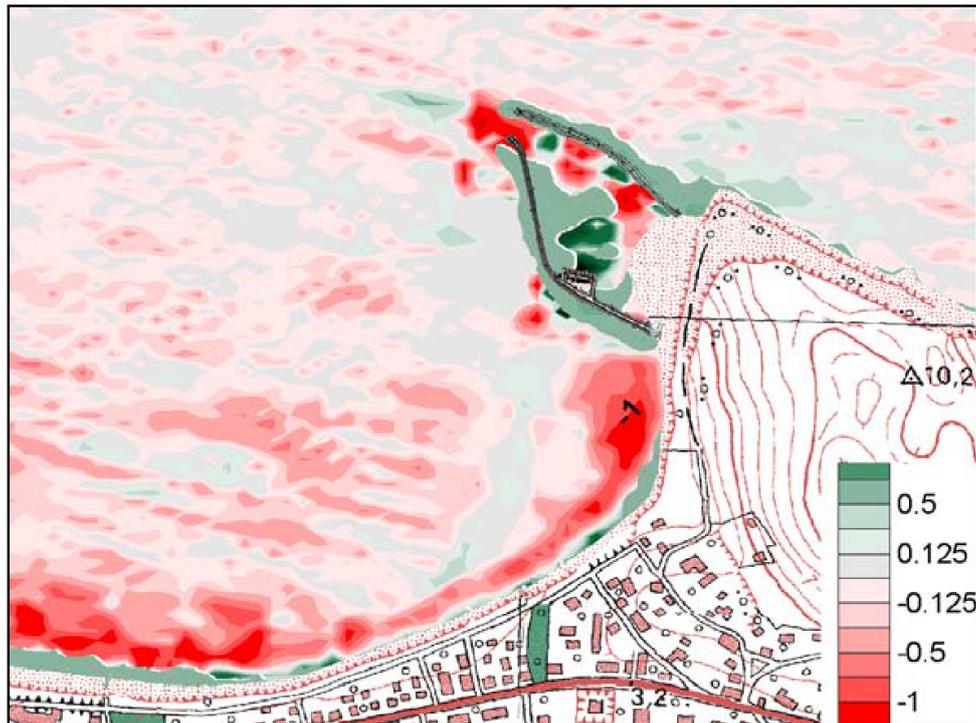


Abb. 2: Durch Sedimentwanderung verursachte Profilveränderungen von Strand und Schorre in der Glowe-Bucht (2002-2007). Der Materialverlust konzentriert sich auf den Spülsaum der Wellen und einen Uferabschnitt, welcher sich südlich an den Hafen anschließt. Hier wurde der Seeboden bis zu 100 cm weit abgetragen (berechnet aus Vermessungen des STAUN Rostock).

### 3 Methoden

#### 3.1 Quellen

Beiträge aus Büchern, Fachzeitschriften und unveröffentlichten Gutachten dienen zur Beschreibung der rezenten Morphologie des Küstenraumes und der formbildenden Faktoren. Die Küstenentwicklung der Vergangenheit wurde anhand von alten Fotos und Postkarten des Untersuchungsgebietes rekonstruiert.

#### 3.2 Simulationen

Lücken in der Literatur wurden mit eigenen Untersuchungen geschlossen. Zur Analyse der Wellenausbreitungen in der Glowe-Bucht gelang es, aus Vermessungsdaten der Glowe-Bucht ein digitales 3D-Modell (Auflösung 10 x 10 Meter) des Seegebietes vor Glowe mit dem PC-Programm SURFER zu erstellen. Dieses Modell bildete die Grundlage für die numerische Simulation der Seegangparameter in der Glowe-Bucht mit Hilfe des Programmsystems SWAN (Simulating Waves Near Shore).

### 3.3 Naturmessungen

Wind- und seegangsinduzierte Strömungen waren Gegenstand von Naturmessungen. Da für die Untersuchung von küstennahen Strömungen kein geeignetes Messinstrument zur Verfügung stand und auch keine finanziellen Mittel vorhanden waren, um geeignete Technik anzuschaffen, wurde eine in Abb. 3 skizzierte Messboje zur Ermittlung der küstennahen, windinduzierten Strömungen selbst konstruiert. Der Korpus des Messgerätes besteht aus einem Aluminiumrohr mit einer Wandstärke von 1 mm, einem Durchmesser von 13 cm und einer Höhe von 150 cm. Zur Erhöhung des Wasserwiderstands wurden drei Flügel, jeweils um  $120^\circ$  versetzt, an der Boje montiert. Im oberen Teil des Messgerätes befindet sich ein wasserdichtes Fach für einen GPS-Data-Logger. Getrimmt wird die Boje durch eine ca. 5 cm starke Aluminiumplatte und zusätzliche Metallgewichte. Mit den Trimmgewichten hat die Konstruktion ein Gesamtgewicht von etwa 10 kg.

Während der Naturmessungen wurde die Messboje an mehreren Stellen im Gewässer ausgebracht, von der Strömung erfasst und abgetrieben. Ein GPS-Data-Logger zeichnete den Kurs der Boje auf, der anschließend auf einer Karte dargestellt werden konnte.

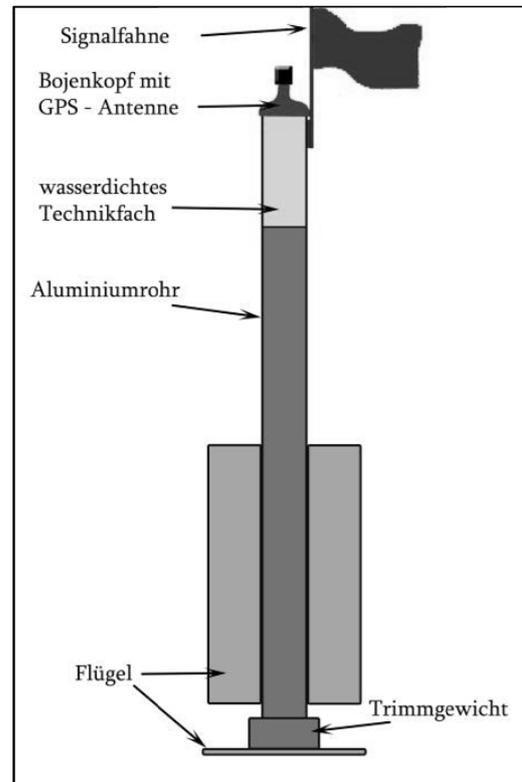


Abb. 3: Skizze der selbst entwickelten Driftboje zur Vermessung küstennaher Strömungen

### 3.4 Der Untersuchungsgegenstand

Das Untersuchungsgebiet hat eine Gesamtgröße von etwa  $0,7 \text{ km}^2$  und umfasst das unmittelbare Hinterland sowie Strand und Vorstrand der Glowe-Bucht bis zu einer Uferentfernung von ca. 1.500 m.

Die Glowe-Bucht liegt im Übergangsbereich einer holozänen Nehrung zu einem pleistozänen Inselkern. Eine sanft geschwungene Flachküste geht hier in ein Steilufer über. Dieser Wechsel wird durch einen Landvorsprung markiert, der das östliche Ende der Glowe-Bucht bildet und an dem sich ein Sportboothafen befindet (Abb. 4).

Der etwa 800 m lange und 15 bis 30 m breite Strand des Flachküstenabschnittes besteht aus feinen Quarzsanden mit wenigen eingestreuten Kiesbänken und reicht bis zum Hafen Glowe. Etwa 200 m vor der Marina verändert sich die Korngrößenzusammensetzung des Sandkörpers. Hier reicht das Kornspektrum am Ufer von Tonen und Schluffen bis zu Blöcken. Diese Materialien sind Restsedimente von hier erodierten Geschiebemergeln des Inselkerns Jasmund, welcher an dieser Stelle beginnt. Durch selektiven Sedimenttransport hat sich an einigen Stellen des Sandstrandes ein Steinpflaster gebildet, welches das Ufer gegen anbrandende Wellen schützt. Östlich des Hafens wird das Ufer von einer Steilküste eingenommen. Diese besteht aus Geschiebemergeln über Rügener Schreibkreide. Auf Höhe des Seebades Glowe taucht der Mergel unter den Meeresspiegel ab.

Der Seeboden des Vorstrandes entspricht im Wesentlichen den Charakteristika der Ufer. Vor der Steilküste besteht er aus Kreide und Mergel mit stellenweise dünner Auflage aus feinkörnigen Sedimenten, vor der Flachküste sind Sande und Kiese auf der Schorre vorherrschend.



Abb. 4: Satellitenbild des nordöstlichen Teils von Rügen. Am rechten Bildrand befindet sich das Untersuchungsgebiet Glowe-Bucht. Diese wird von einem Landvorsprung, dem Königshörn, in östlicher Richtung begrenzt. An dieser Stelle befindet sich ein Sportboothafen (hier im Bau; StAUN Rostock).

## 4 Untersuchungsgebiete

### 4.1 Die potentiell-stabile Uferform

Die potentiell-stabile Uferform einer Bucht, in der ein Sandstrand von einem Landvorsprung aus morphologisch hartem Gestein begrenzt wird, kann laut Silvester & Hsu (1993) nach der Formel

$$R/R_0 = C_0 + C_1 * (\beta / \vartheta) + C_2 * (\beta / \vartheta)^2$$

berechnet werden. Die Anwendung der Gleichung auf einen Strandabschnitt setzt voraus, dass:

- ein küstenparalleler Nettosedimenttransport im Spülsaum der Wellen vernachlässigt werden kann,
- der Landvorsprung bewirkt, dass die Wellenorthogonalen durch Diffraktion gebeugt werden,
- eine Hauptwellenanlaufung vorhanden ist.

Diese Voraussetzungen haben normalerweise zur Konsequenz, dass diese Untersuchungsmethode nicht auf Strände an der Ostsee angewendet werden kann. Insbesondere die unterschiedlichen Wellenanlaufungen stehen der Berechnung normalerweise entgegen. Am Ufer der Glowe-Bucht mit seiner besonderen Lage zwischen der Nehrung Schaabe und dem Hafen wird jedoch nur Seegang aus Nordnordost morphologisch wirksam. Aus diesem Grund kann diese Richtung als Hauptwellenanlauf interpretiert werden. Der Hafen stellt einen morphologisch widerstandsfähigen Landvorsprung dar, an den sich ein Sandstrand anschließt. Ferner unterbinden die Molen der Marina die Litoraldrift zu dem sich ostwärts anschließenden Uferabschnitt. Der Strand der Bucht liegt im Einflussbereich der Hafemolen auf den Seegang, sodass die durch die Wellenbrecher gebeugten Wellenorthogonalen das Ufer treffen (Kap. 4.2).

Die Untersuchung ergab eine sehr gute Übereinstimmung von natürlichem und berechnetem Uferverlauf, wie Abb. 5 zeigt. Nach Silvester & Hsu (1993) hat das Untersuchungsgebiet damit ein Reifestadium erreicht, in dem die Form der Glowe-Bucht dem formbildenden Faktor Wellengang (aus Richtung Ostnordost) entspricht, der Nettosedimenttransport null ist und keine weiteren

Materialverluste im Untersuchungsgebiet zu erwarten sind. Der Strand befindet sich damit nach Silvester & Hsu (1993) in seiner jetzigen erodierten Form in einer potentiell-stabilen Lage.

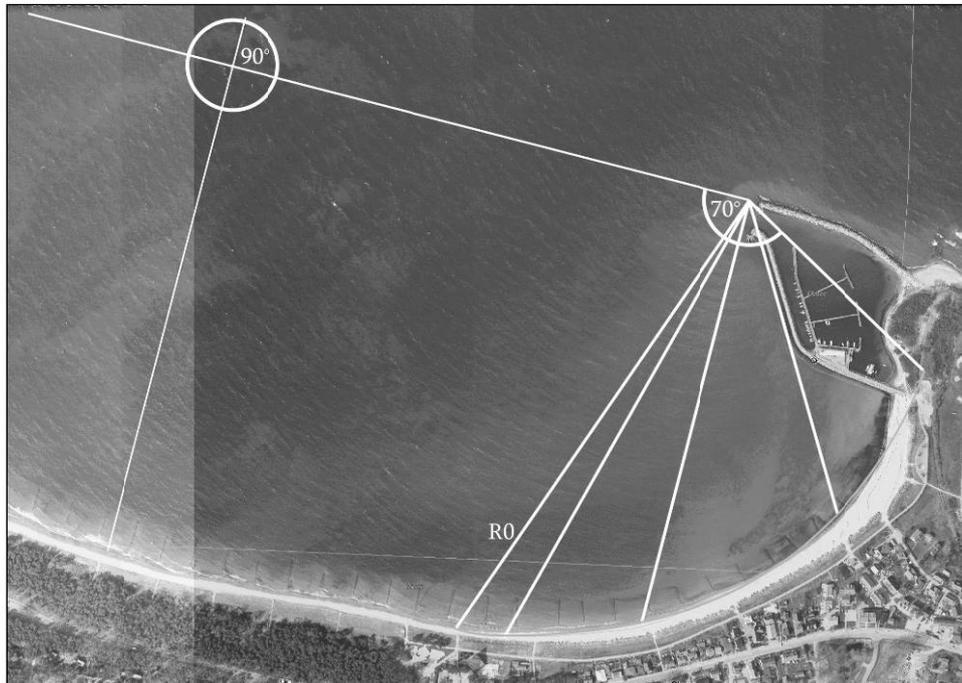


Abb. 5: Berechnete stabile Uferlinie (entspricht der gekrümmten Verbindungslinie zwischen den weißen Linien) der Glowe-Bucht nach Silvester & Hsu (1993). Die berechnete deckt sich mit der realen Uferform. Nur in unmittelbarer Nähe zum Hafen weicht sie, vermutlich wegen der Schutzwirkung der Südmole, ab (Luftbild: mit freundlicher Unterstützung der Universität Rostock).

## 4.2 Hydrodynamische Randbedingungen

### Seegang

Brandende Wellen beeinflussen den Sedimenttransport auf Strand und Schorre (Carter 1991). Die bisherige Datengrundlage für das Untersuchungsgebiet konnte nur eine Seegangsstatistik für die Tromper Wiek in einer Wassertiefe von 10 m liefern – für die Ausbreitung und Höhe der Wellen in der Bucht selbst lagen keine Daten vor. Aus diesem Grund wurde die Seegangscharakteristik der Glowe-Bucht numerisch ermittelt (Abb. 6). Hierzu diente das Modell SWAN (Simulating Waves Near Shore).

Die Simulationen führten zu einem Erkenntnisgewinn bei den Abschattungs- und Diffraktionseffekten durch die Hafentmolen und den Seegangparametern in der direkten Nähe der Uferlinie: Die Simulationen ergaben, dass theoretisch nur Seegang aus westlichen Richtungen in relevanten Größenordnungen den Uferabschnitt, in dem die größten Materialverluste auftreten, erreichen kann. Bei einem Wellenanlauf aus Norden und Osten verhindern Abschirmungseffekte der Hafentmolen eine intensive Brandung in der Bucht. Praktisch können sich aufgrund der nahe gelegenen Nehrung Schaabe bei Westwind aber nur relativ kleine Wellen in der Bucht entwickeln.

Durch die Simulation wurde auch der Einfluss des Hafens auf die Beugung der Wellenorthogonalen herausgestellt. Diese Diffraktionseffekte führen im Untersuchungsgebiet zu annähernd küstennormalem Auftreffen der Wellen auf das Ufer. Hierbei spielt die jeweilige Windrichtung nur eine untergeordnete Rolle, denn bei einer Änderung der Windrichtung um  $90^\circ$  (von Norden nach Osten) beträgt die Veränderung der Laufrichtung der Wellen im Flachwasser in der Bucht nur  $10^\circ$ .

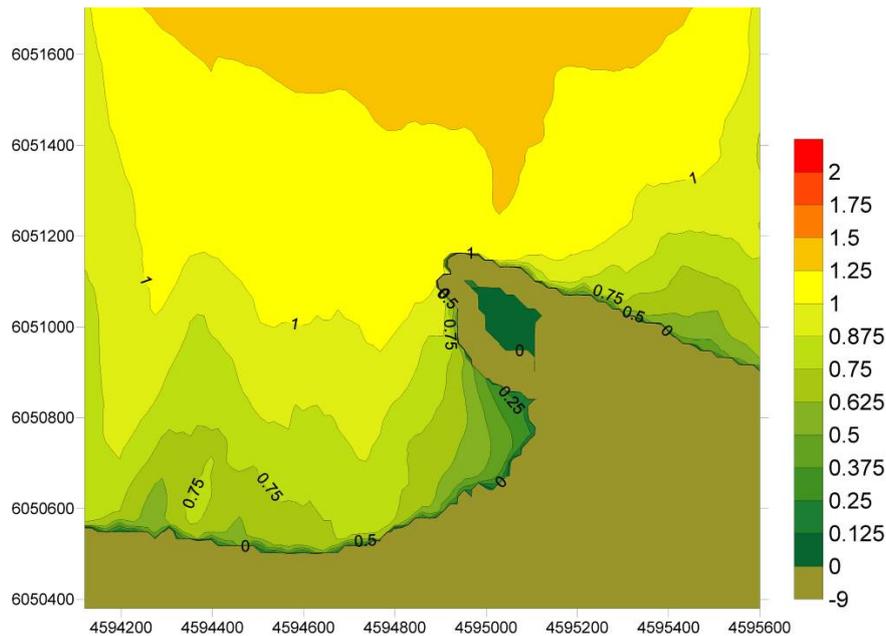


Abb. 6: Auszug aus den Ergebnissen der Wellensimulationen mittels SWAN, hier bei einer Wellenhöhe von 140 cm und einem Wellenanlauf aus Norden

### Strömungen

Die küstennahen, wind- und seeganginduzierten Strömungen im Untersuchungsgebiet sind der Motor morphologisch wirksamer Materialtransporte auf dem Vorstrand (Carter 1991). Sie nehmen eine Schlüsselfunktion in der Erforschung lokaler Erosionsphänomene ein und waren deshalb schon mehrmals Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (Abb. 7).

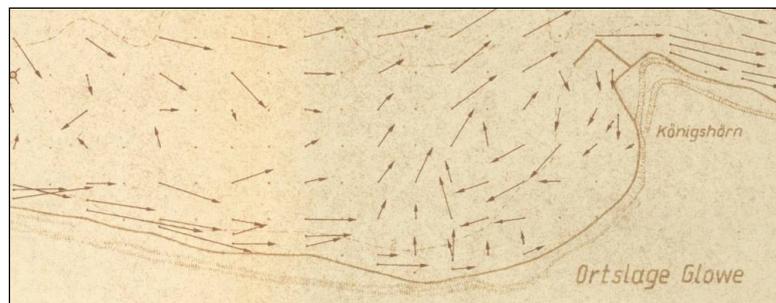


Abb. 7: Ergebnis von Modellversuchen zu küstennahen Strömungen in der Glowe-Bucht (Wellenanlauf aus Nordwest) durch Schinke (1968). In der Mitte der Bucht bildet sich aufgrund von Wasserstauwirkungen eine küstennormal ausgerichtete Nehrströmung. Dieses Strömungsmuster konnte durch die Naturmessungen nicht bestätigt werden.

Die Expertisen der Vergangenheit reichen von theoretischen Schlussfolgerungen (Plewe 1940) über Naturbeobachtungen (Gellert 1965, Schrader 1977) bis zu Modellversuchen an einem Nachbau der Bucht in einem Wellenbecken (Schinke 1968). Die bisher veröffentlichten Strömungsmuster widersprachen aber dem Formenschatz und der Anordnung der Sandbänke auf dem Unterwasserstrand. Ferner beziehen sie sich teilweise nur auf Vermutungen oder es fehlen genaue Angaben zur Windrichtung und Strömungsgeschwindigkeit. Aufgrund der bruchstückhaften Datenlage wurden bei allen Windrichtungen, welche im Untersuchungsgebiet Wellengang erzeugen können, Naturmessungen mit einer Driftboje (Abb. 8) durchgeführt.



Abb. 8: Eingesetzte Messboje zur Untersuchung der Strömungen

Die Untersuchungen erfolgten an drei Tagen im Sommer 2007 bei folgenden Wind- und Wellenbedingungen:

- Windrichtung: NNW  
Windstärke: 4-5 Bft  
Wellenhöhe: 0,7-1,5 m
- Windrichtung: WNW  
Windstärke: 5-6 Bft  
Wellenhöhe: 0,5-1,0 m
- Windrichtung: ONO  
Windstärke: 7-8 Bft  
Wellenhöhe: 1,5-2 m

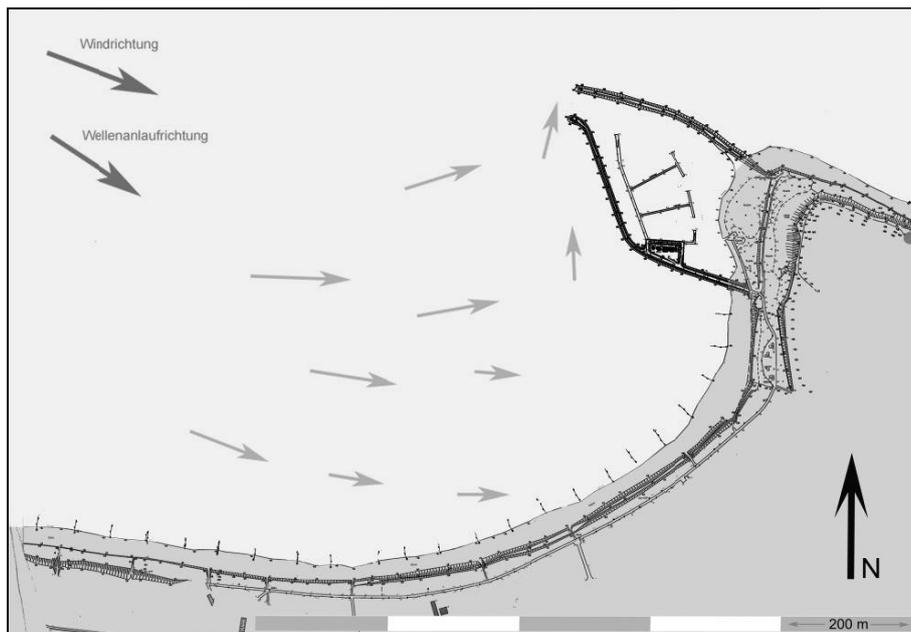


Abb. 9: Strömungsmuster bei westlichen und nördlichen Winden

Die Untersuchungen ergaben im Wesentlichen drei Ergebnisse: In der Glowe-Bucht treten zwei unterschiedliche Strömungsmuster auf. Bei westlichen und nördlichen Winden wird die Bucht von südöstlich gerichteten Driftströmen aus der Tromper Wiek gestreift. Wie Abb. 9 veranschaulicht, werden diese durch das Königshörn und den dort errichteten Hafen abgebremst. Der dadurch verursachte Wasserstau in der Bucht führt vor den Wellenbrechern der Marina zu einer Ausgleichströmung nach Norden, während vor dem Ufer des Untersuchungsgebietes nur schwache Wasserbewegungen auftreten. Bei östlichen Winden lenkt ein starker Brandungsstrom, der an der östlich von Glowe gelegenen Steilküste entsteht (gemessene Geschwindigkeit bis zu 28,8 cm/s, bei Ostnordostwind der Stärke 7 Bf), teilweise in die Bucht ein. Dieser zieht sich dann vom Hafen quer durch das Gewässer und trifft

im westlichen Teil der Bucht auf das Ufer. Hier geht er in den Brandungsstrom vor der östlichen Schaabe über und folgt dann küstenparallel dem Ufer.

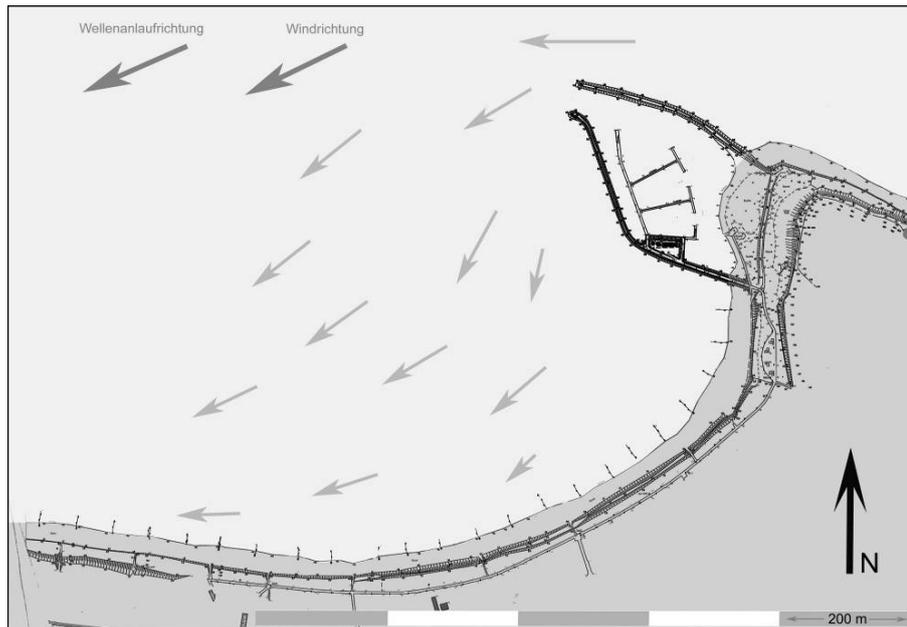


Abb. 10: Strömungsmuster bei östlichen Winden

Das zweite Ergebnis ist die Erkenntnis, dass an dem am stärksten erodierten Strandabschnitt im zentralen Teil der Glowe-Bucht keine morphologisch wirksamen Strömungen in der unmittelbaren Nähe des Ufers existieren. Weder bei westlichen und nördlichen Windrichtungen, noch bei Wind aus Ostnordost treten Wasserbewegungen im zentralen Bereich des Untersuchungsgebietes auf, deren Geschwindigkeit ausreicht, um klastisches Material in relevanten Größenordnungen zu transportieren.

Drittens konnte eine von Gellert (1965) beschriebene und von Schinke (1968) in Modellversuchen nachgewiesene Nehrströmung (Abb. 7) im westlichen Teil der Glowe-Bucht, die bei starkem Westwind auftritt und Material vom Strand aus küstennormal abtransportiert, nicht gemessen und damit als morphologisch wirksam ausgeschlossen werden.

## Die Sedimentdynamik

Wie Abb. 11 zeigt, konzentrieren sich Materialtransporte im Untersuchungsgebiet auf zwei Bereiche: den Spülsaum der Wellen und die Sandriffe des Vorstrandes in der zentralen Bucht.

Die durchgeführten Wellensimulationen ergaben die Wellenanlaufrichtung in der unmittelbaren Nähe des Ufers für westliche, nördliche und östliche Windrichtungen. Aus diesen Ergebnissen konnte die Richtung und Intensität des Brandungsstromes abgeschätzt werden. Demnach sind die Brandungsströme in der Bucht sehr schwach, weil die Wellen bei nördlichen und östlichen Winden nahezu küstennormal an das Ufer laufen (max. Abweichung  $10^\circ$ ) und dadurch keinen Quertransport von Material verursachen können. Bei Westwind findet ein geringer Materialtransport in Richtung Osten statt, während bei Nord- und Ostwinden Sand im Spülsaum der Wellen nach Westen verdriftet wird. Im Mittel ergibt sich eine Nettotransportrate nahe Null – die Uferlinie befindet sich damit in einem dynamischen Gleichgewichtszustand. Die Berechnungen zur potentiell-stabilen Ausformung der Uferlinie (Kap. 4.1) belegen dieses Untersuchungsergebnis.

Die etwa 250 m vom Ufer entfernten Sandriffe in der Bucht markieren ein „Durchzugsgebiet“ für Sedimente, die durch Abtragungsvorgänge an der Steilküste, welche sich östlich an das Untersuchungsgebiet anschließt, freigesetzt und westlich von Glowe an der Nehrung Schaabe

abgelagert werden. Das ergaben Literaturlauswertungen (Gellert 1991, Zentrales Geologisches Institut Reinkenhagen 1988) und die Interpretation des Formenschatzes auf dem Unterwasserstrand. Den Materialtransport übernimmt der Brandungsstrom nach Westen, der bei östlichen Winden entsteht. Er hat eine Nettotransportkapazität von etwa 25.000 m<sup>3</sup>/a (Fröhle 2007) und weist Strömungsgeschwindigkeiten von über 25 cm/s auf (gemessen bei Ostwind der Stärke 7). In der Bucht selbst verringert sich die Transportkapazität der Strömung, denn die Strömungsgeschwindigkeit geht hier auf 10-12 cm/s zurück. In Folge dessen wird ein Teil des transportierten Materials in einer Entfernung von ca. 100 m vom Ufer sedimentiert – der restliche Teil des Materials erreicht am westlichen Ende der Bucht das Ufer.

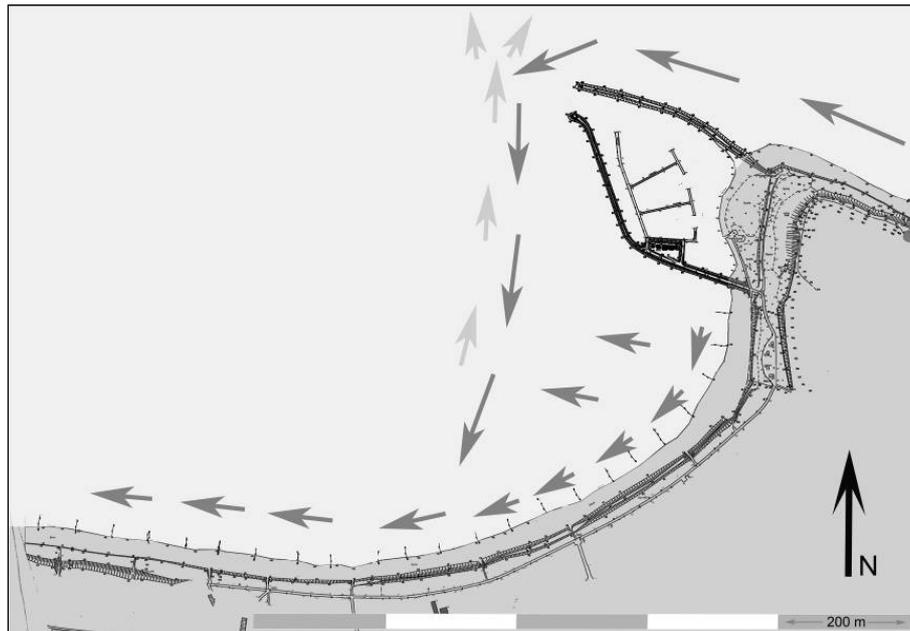


Abb. 11: Sedimenttransport in der Glowe-Bucht

### 4.3 Morphologische Veränderungen seit 1936

Ein Vergleich zweier Aufnahmen, zwischen denen 70 Jahre Küstenentwicklung liegen, zeigt morphologisch relevante, aber bisher unentdeckte Abtragungs- und Anlandungsprozesse: In der Vergangenheit gab es noch einen Landvorsprung in der sonst gleichmäßig geschwungenen Küstenlinie der Bucht. Dieser befand sich am westlichen Rand des Untersuchungsgebietes und ragte buhlenartig mehrere Dekameter in die Bucht hinein. Die geologische Wurzel dieses Landvorsprunges bildete eine Durchragung von Geschiebemergel durch die hier lokal anstehenden Sanddecken der Nehrung Schaabe (Schinke 1968). Diese kleine Landzunge ist heute bis auf eine Erhebung auf dem Unterwasserstrand vollständig abgetragen. Als Zeugnis dieser Entwicklung finden sich, nach eigenen Beobachtungen, an dieser Stelle heute Steine von Faust- bis Blockgröße auf der Schorre. Es ist anzunehmen, dass sich bei einem Nettosedimenttransport in westliche Richtung (Fröhle 2007, Zentrales Geologisches Institut Reinkenhagen 1988) vor dieser Vollform küstenparallel verfrachtetes Material staute. Für diese Vermutung sprechen der breite Sandstrand, welcher sich östlich der Durchragung befand, und das aufgrund von Lee-Effekten sehr schmale Ufer, das sich westlich daran anschloss.

## 5 Diskussion

In der Glowe-Bucht korrelieren die Uferrückgänge der Vergangenheit und die aktuellen Energieeinträge von winderzeugten Wellen und daraus resultierende Strömungen nicht miteinander. Die Untersuchungen zu den hydrodynamischen Randbedingungen des Sedimenttransportes (Kap. 4.2) zeigen, dass vor dem Uferabschnitt in der unmittelbaren Nähe des Sportboothafens am wenigsten Energie durch Seegang in Strand und Schorre eingetragen wird. Hier stehen außerdem nur geringe Strömungsenergien zum Abtransport des erodierten Materials zur Verfügung. Die Voraussetzungen für eine stabile Uferlinie sind demnach gegeben. Doch warum wurden dann große Mengen des im Jahr 2000 in der Bucht aufgespülten Sandes in wenigen Jahren ausgewaschen?

Die Kombination der Untersuchungsergebnisse ergibt drei Ursachen des Sandverlustes in der Glowe-Bucht: das Hafengebäude, natürliche Küstenausgleichsprozesse und die Küstenschutzmaßnahme Sandaufspülung.

Aufgrund von Sandaufspülungen am Strand vor dem Seebad wird die Uferlinie seewärts verschoben. Der Einfluss der Hafengebäude auf die Wellenanlaufhöhe und -höhe schwächt sich damit ab. Dadurch kann Seegang aus nördlichen und östlichen Richtungen, der im Raum Glowe die meiste Energie in das Ufer einträgt, den Sand im Flachwasserbereich aufwirbeln. Der verringerte Einfluss der Wellenbrecher auf die Beugung der Wellenorthogonalen bewirkt ein schräges Auftreffen der Wellen auf das Ufer der Bucht. Dadurch kann ein Brandungsstrom entstehen. Dieser transportiert das mobilisierte Material westwärts an das Ufer der Nehrung Schaabe.

Der Hafen am Königshörn verhindert indessen eine Ergänzung des am Strand vor dem Seebad ausgewaschenen Materials durch Sedimente von benachbarten Uferabschnitten, denn die Wellenbrecher der Marina ragen etwa 250 m in die Glowe-Bucht hinein und drängen dadurch einen für die Strandernährung wichtigen Materialstrom, der vom Steilufer Jasmund kommt, nach Norden ab. Diese Ablenkung schneidet dem Oststrand vor dem Seebad die Sedimentzufuhr ab und führt hier schon bei einer relativ geringen Nettotransportkapazität nach Westen zu einem Uferabbruch im Untersuchungsgebiet.

Natürliche Küstenausgleichsprozesse fördern den Materialverlust zusätzlich: Das Zurückschneiden eines Landvorsprunges am westlichen Ende der Bucht (Kap. 4.3) bewirkt, dass der mobilisierte Sand auf der Schorre das Untersuchungsgebiet ungehindert nach Westen verlassen kann und damit für die Strandernährung vor dem Seebad nicht mehr zur Verfügung steht.

Die Kombination von Ergebnissen aus der mathematischen Berechnung zur potentiell stabilen Uferform, der Wellensimulationen und den Strömungsmessungen lässt außerdem darauf schließen, dass die Materialverluste in der Bucht mittlerweile weitgehend zum Stillstand gekommen sind. Aufgrund der Rückverlagerung der Uferlinie in den letzten Jahren hat sich die Bucht tiefer eingekerbt. Dadurch wurde die Schutzwirkung der Hafengebäude gegen Seegang und Strömungen relativ vergrößert. Die Abtragungsvorgänge, die vor dem Bau der Marina in der Bucht auftraten, werden dadurch weitgehend unterbunden. Sandaufspülungen, die zu einer Verbreiterung des Sandstrandes führen, setzen diesen Schutz jedoch außer Kraft und bewirken damit das Gegenteil von dem, was Küstenschutz eigentlich leisten sollte – eine Stabilisierung der Uferlinie.

## Literatur

- Carter, R. (1991): Coastal Environments. 3. Auflage, academic press. London, 617 p.
- Gellert, F. (1991): Die Morphologie des Seestrandes der Schaabe im Spiegel des Anuellen Wechsels von Starkwinden und Seegang. In: Wissenschaftliche Zeitung der Brandenburgischen Hochschule 35 (4): 377-382.
- Gellert, F. (1965): Glowe und Umgebung – Physisch-geographischer Exkursionsführer. Gutenberg Buchdruckerei und Verlagsanstalt. Potsdam: 160 S.

- Kohlhase, S. (2003): Wasserbau 3 und 4 / Teil 2 – Umdruck zur Vorlesung. Universität Rostock. Rostock, 265 S.
- Kohlhase, S. (1992): The Need to Monitor the Coastal Response to Structural Interventions. Proc. Seminar on Causes of Coastal Erosion in Sri Lanka, Colombo.
- Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung MV (Hrsg.) (2004): Standortkonzept für Sportboothäfen an der Ostseeküste. Schwerin, 239 S.
- Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt MV (Hrsg.) (1995): Generalplan Küsten- und Hochwasserschutz Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin, 108 S.
- Plewe, E. (1940): Küste und Meeresboden der Tromper Wiek (Insel Rügen). In: Geologie der Meere und Binnengewässer, 4. Band. Borntraeger, Berlin, S. 1-41.
- Schrader, F. (1977): Strömungsverhältnisse in der Glowe-Bucht (Tromper Wiek). In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule „Karl Liebknecht“ Potsdam, 21 (3): 455-461.
- Silvester, R. & J.R. Hsu (1993): Coastal Stabilization – Innovative Concepts. PTR Prentice Hall, Engelwood Cliffs / New Jersey, 578 S.

### **Unveröffentlichte Gutachten aus der Dokumentationsstelle des StAUN Rostock:**

- Fröhle, P. (2007): Sportboothäfen an der Außenküste Mecklenburg-Vorpommerns – Abschlussbericht. Institut für Umweltingenieurwesen / Universität Rostock. Rostock, 74 S.
- Kohlhase, S. (1996): Gutachterliche Stellungnahme zu möglichen Einflüssen des Hafens Glowe auf den Küsten- und Hochwasserschutz. Iwr Rostock As Wismar. Wismar, 24 S.
- Schinke, [...] (1968): Bericht über Modelluntersuchungen der Strömungsverhältnisse im Seegebiet der Glowe-Bucht. Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. Potsdam, 48 S.
- StAUN – Staatliches Amt für Umwelt und Natur Rostock & A. Klee (2006): Bestandsliste der Küstenschutzbauwerke Mecklenburg-Vorpommern. Rostock.
- StAUN – Staatliches Amt für Umwelt und Natur Rostock, Abt. Küste (2000): Strandvorspülung Glowe – Genehmigungs- und Ausführungsplanung. Rostock.
- Zentrales Geologisches Institut Reinkenhagen (1988): Küstensedimentdynamik Nordrügen-Usedom. Reinkenhagen, S. 19-24.

### **Danksagung**

Die dargelegten Untersuchungsergebnisse stellen Auszüge aus der Diplomarbeit des Verfassers mit dem Titel „Die Morphologie der Glowe-Bucht im Hinblick auf lokale Erosionsphänomene“, die an der TU-Dresden am Institut für Geographie eingereicht wurde, dar. Ich danke allen Unterstützern der Diplomarbeit, insbesondere meinen beiden Betreuern Dipl. Ing. K. Sommermeier (StAUN Rostock) und Prof. Dr. D. Faust (TU-Dresden) für die Anregung zur Bearbeitung des Themas. Bei Dr. F. Weichbrodt, Dipl. Ing. Christian Schlamkow und Dr. P. Fröhle vom Institut für Wasserbau sowie Dipl. Ing. Matthias Naumann vom Institut Geodäsie und Geoinformatik der Universität Rostock möchte ich mich für die fachliche und technische Unterstützung bei den Driftversuchen und Wellensimulationen im Rahmen dieser Arbeit bedanken.

Großes Entgegenkommen erfuhr ich überdies durch den Bürgermeister von Glowe, U. Radeisen bei der Bereitstellung von Fachliteratur und Fotos.

**Adresse**

Matthias Mossbauer  
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde  
Seestraße 15  
18119 Rostock, Germany

[matthias.mossbauer@io-warnemuende.de](mailto:matthias.mossbauer@io-warnemuende.de)