

Nacheiszeitliche Küstenentwicklung an der Ostsee

Reinhard Lampe



Leitarten der Ostsee-Entwicklungsstadien:
(oben) *Littorina littorea*
(mitte) *Portlandia (Yoldia) arctica*
(unten) *Ancylus fluviatilis*

Die erdgeschichtliche Entwicklung der Küsten wird von Prozessen bestimmt, die unterschiedlichsten Raum- und Zeitskalen angehören: Strömungen und Seegang gehören zu den schnell veränderlichen Einflussgrößen, das Auftreten sturmflutreicher Perioden wird durch längerfristige Klimaschwankungen bestimmt, und großräumige Meeresspiegel- oder Erdkrustenbewegungen vollziehen sich über besonders lange Zeiträume hinweg. Diese säkularen Faktoren bestimmen die Entwicklung der Küsten deshalb in besonderem Maße, weil durch sie der Meeresspiegel und damit das Niveau, in dem die kleinskaligeren Prozesse die Küste gestalten, in Richtung Land (Transgression) oder in Richtung See verlagert (Regression) werden.

Ein einfaches Modell verdeutlicht diese Vorgänge 1. Der Meeresboden nimmt bei konstantem Meeresspiegel nach einer bestimmten Zeit ein Gleichgewichtsprofil an und erreicht damit den Endpunkt morphologischer Entwicklung. Nach einem Meeresspiegelanstieg (oder einer Landsenkung) würde sich dieses Gleichgewichtsprofil durch seewärtige Materialverlagerung erneut einstellen, jedoch auf einem höheren Niveau.

Erdkrusten- und Meeresspiegelbewegungen können gleichzeitig auftreten und gleich- oder gegensinnig verlaufen. Da die jeweiligen Anteile nicht immer getrennt werden können, wird die durch sie hervorgerufene Verlagerung des Ufers als relative Strandlinienverschiebung bezeichnet.

Stadien der Ostsee-Entwicklung

Nach dem Höhepunkt der letzten Eiszeit vor 20.000 Jahren und dem Beginn der globalen Erwärmung wurden weltweit immer mehr ehemals vergletscherte Gebiete eisfrei. Das beim Schmelzen von Gletschern und Inlandeisen freigewordene Wasser führte zu einem globalen Meeresspiegelanstieg (glazialeustatische Bewegungen) von etwa 100 m. Gleichzeitig löste in Nordeuropa die Entlastung von dem skandinavischen Eisschild Aufwärtsbewegungen der Erdkruste (glazialisostatische Bewegungen) aus, die radial vom ehemaligen Vereisungszentrum aus abnehmend immer noch im Abklingen sind. Südlich der Linie, an der die isostatische Hebung verschwindet, machen sich heute langsame tektonische Erdkrustensenkungen bemerkbar. Durch die südliche Ostsee verläuft deshalb eine Kippachse mit relativem Wasserspiegelanstieg im Süden und relativem Wasserspiegelfall im Norden. Das Ostseebecken wird wie eine wassergefüllte Schüssel auf der skandinavischen Seite angehoben, wäh-

rend die südliche Ostseeküste zunehmend unter Wasser gerät. Der das gesamte Becken gleichermaßen erfassende eustatische Meeresspiegelanstieg mildert den Trockenlegungsprozess im Norden und verstärkt den Transgressionsvorgang im Süden.

Vor etwa 14.000 Jahre v.h. (alle Altersangaben sind Kalender- oder kalibrierte ¹⁴C-Jahre) hatte sich der Südrand des skandinavischen Eises bis auf die Höhe von Gotland und Saaremaa zurückgezogen und damit einen großen Teil des Ostseebeckens freigegeben, in dem sich die Vorläufer des heutigen Meeres zu entwickeln begannen. Während der Weltmeerspiegel mit Geschwindigkeiten von mehreren Metern pro Jahrhundert anstieg, blieb das höher gelegene und durch flache Schwellen von der Nordsee abgetrennte Ostseebecken vorerst vom globalen Wasseranstieg ausgeschlossen.

In ihm stauten sich jedoch Schmelz- und Flusswässer, was auch hier einen schnellen Seespiegelanstieg und eine Vergrößerung der Wasserfläche bewirkte. Als frühestes Stadium entstand der Baltische Eisstausee, der erst über den Öresund, später über die mittelschwedische Senke in das Skagerrak entwässerte. Als der Weltmeerspiegel deren Niveau erreichte, strömte von Westen her Salzwasser in das Becken und bildete das Yoldia-See (ca. 12.800-11.000 Jahre v.h., benannt nach der Muschel *Yoldia arctica*, heute *Portlandia arctica*, Foto). Da die mittelschwedische Sen-

Klimapessimum – Klimaverschlechterung über einen deutlich registrierbaren Zeitraum hinweg

Lagune – durch Nehrungen vom offenen Meer abgeschnürte Bucht mit eingeschränktem Wasseraustausch, lokal auch als Bodden oder Haff bezeichnet

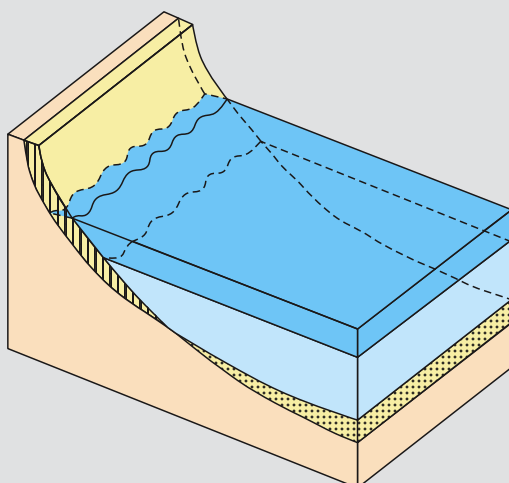
Nehrung – schmale Landzunge, die durch Strandversetzung entsteht und eine Meeresbucht ganz oder fast ganz abschließt

ke in der Folgezeit durch die isostatische Hebung trocken fiel, kam es erneut zu einer Aussüßung des Wasserkörpers und zur Bildung des Ancylus-Sees (ca. 11.000-9000 Jahre v.h., nach der Napfschnecke *Ancylus fluviatilis*, Foto). Er erreichte bei seinem Anstau bereits eine Höhe von etwa 22 m unter dem heutigen Meeresspiegel.

Die Littorina-Transgression

Vor etwa 9000 Jahren war der Anstieg des Weltmeerspiegels so weit fortgeschritten, dass die dänischen Belte und der Öresund überflutet wurden und salzreiches Wasser in das bislang isolierte Becken eindrang. Während der Littorina-Transgression – benannt nach der Strandschnecke *Littorina littorea* (Foto) – stieg der Meeresspiegel anfangs mit einer Geschwindigkeit von etwa 2,5 m/Jh., die sich allmählich auf 0,3 m/Jh. verlangsamte. Riesige Flächen wurden in dieser Zeit überflutet. Als Zeugen sind heute noch ertrunkene

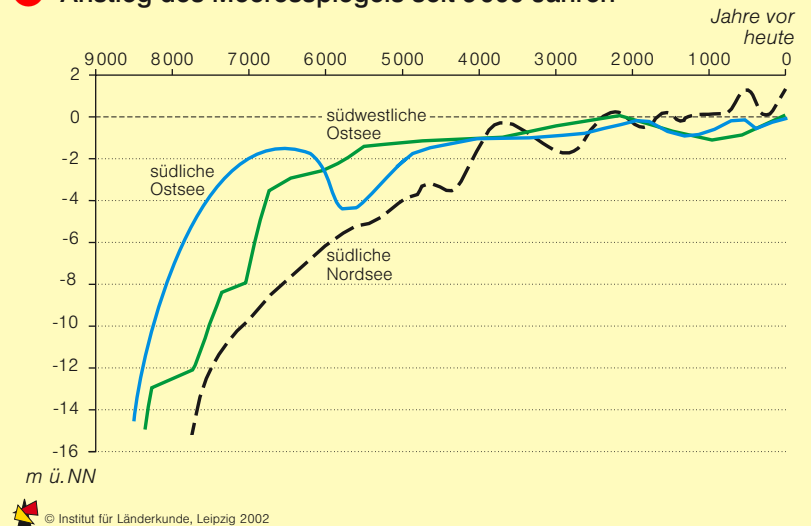
1 Meeresspiegeländerung und Küstenentwicklung Schema



abgetragenes Gestein Ablagerung

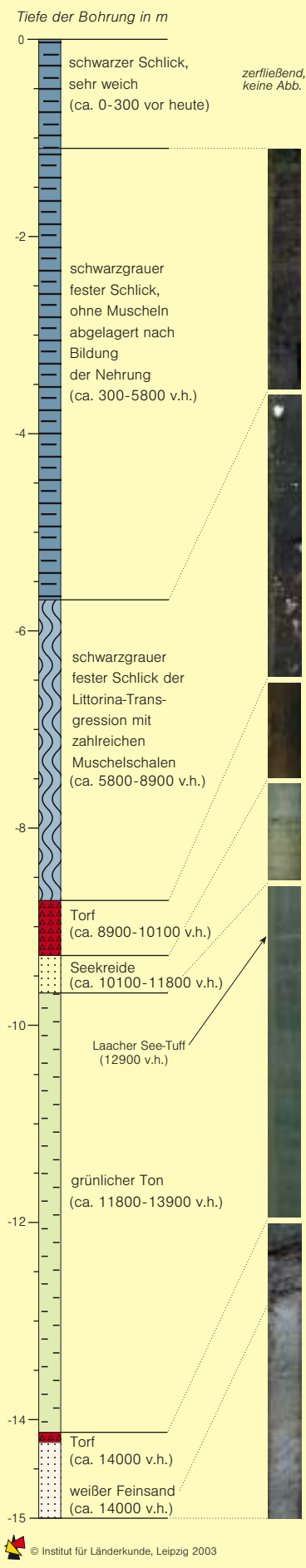
© Institut für Länderkunde, Leipzig 2002

2 Anstieg des Meeresspiegels seit 9000 Jahren



© Institut für Länderkunde, Leipzig 2002

3 Ablagerungen am Boddenboden Bohrkern



Wälder, Moore sowie Seeablagerungen und prähistorische Siedlungsplätze auf dem Grund der südlichen Ostsee anzutreffen (Foto). Gleichzeitig wurden die Mündungen der Flüsse um viele Kilometer zurückverlegt, ihr Gefälle ver-

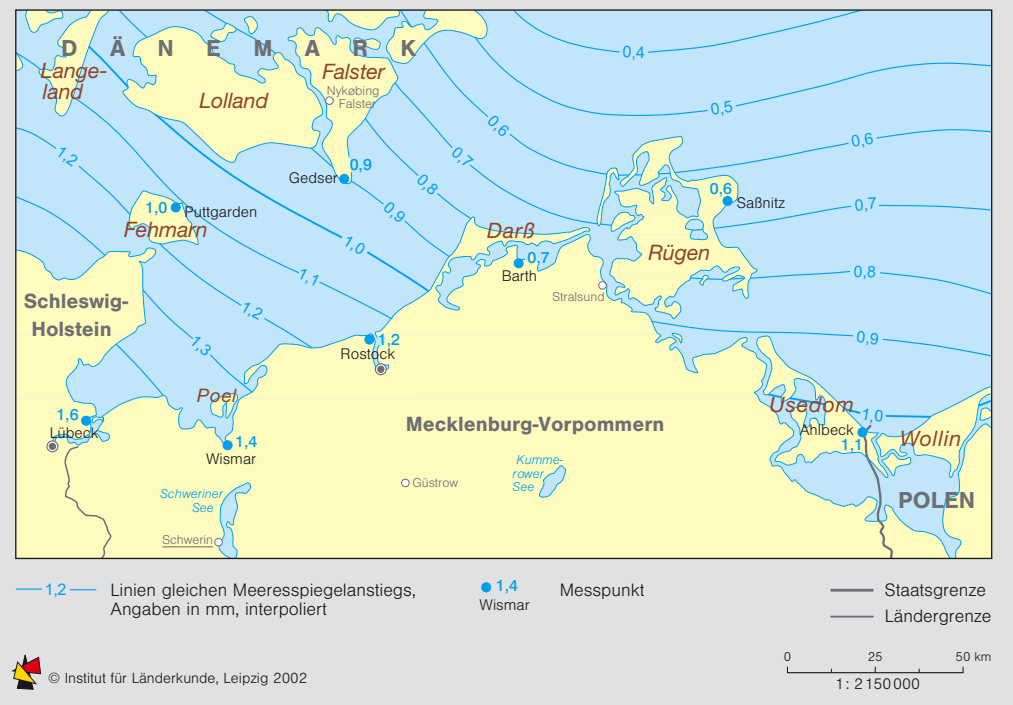
ringert und eine Aufschotterung oder Vermoorung der Täler ausgelöst. Um 7000-6500 Jahre v.h. erreichte die Littorina-Transgression ihren Höhepunkt bei etwa -2 m NN. In der Folgezeit pendelte sich der Meeresspiegel unter Schwankungen im Bereich von einigen Dezimetern auf die heutige Höhe ein. Der glazialeustatische Meeresspiegelanstieg war beendet, und kleinere Klimaschwankungen bestimmten fortan das Steigen und Fallen des Wasserspiegels.

Die Littorina-Transgression vollzog sich an der deutschen Ostseeküste nicht gleichmäßig. Dem Meeresspiegelanstieg überlagerten sich die synchron ablaufenden isostatischen und tektonischen Bewegungen des Landes. Verbindet man in einem Zeit-Tiefen-Diagramm die heutige Lage von Meeresspiegelanzeigenden Sedimenten (Torfe, Strandablagerungen) oder archäologischen Funden, erhält man eine Kurve der relativen Strandlinienverschiebung. Es ist zu erkennen, dass sich gleich alte Funde von verschiedenen Orten heute in unterschiedlichen Positionen gegenüber dem Meeresspiegel befinden, obwohl sie zum Zeitpunkt ihrer Entstehung alle im gleichen Niveau gelegen haben müssen. Bei der Gegenüberstellung von Strandlinienverschiebungskurven unterschiedlicher Regionen werden die Bewegungen des Landes deutlich: während die Lübecker Bucht offenbar eine Senkungstendenz besitzt, ist der vorpommersche Raum durch zeitweilige Landhebungen ausgezeichnet. Ein Vergleich der Meeresspiegelkurve von Ostsee und südlicher Nordseeküste zeigt die unterschiedlichen Prozesse der beiden Meere (Beitrag Behre, S. 22).

Nehrungsbildung und die Entstehung der Bodden

Während bei anfangs schnellem Meeresspiegelanstieg das Land „ertrank“ und zeitweise in einen Archipel verwandelt wurde, konnten sich nach dem Ende der Littorina-Transgression neue Gleichgewichtsprofile herausbilden. Vor allem entstanden große Akkumulationsformen wie Haken und Nehrungen, die den unregelmäßigen Uferverlauf begründeten und zu stärker ausgeglichener Küsten führten. Mit dem Wachstum der Nehrungen gingen an der Schlei und vor allem in Vorpommern die Entstehung von Lagunen, hier Bodden genannt, einher. Inseln wurden durch Nehrungen miteinander verbunden oder ehemalige Meeresbuchten durch sie von der offenen Ostsee abgeriegelt, so dass durch nachfolgende Aussüßung neue Naturräume entstanden. Der durch die Transgression ausgelöste Landschaftswandel vom festländisch/limnischen zum marinen und

4 Südliche Ostsee Mittlerer jährlicher Meeresspiegelanstieg während der letzten 150 Jahre



schließlich lagunären Milieu ist in den Bodenablagerungen der Bodden dokumentiert. Sie bilden das „Archiv Erde“, aus dem Geowissenschaftler die erdgeschichtliche Entwicklung rekonstruieren.

Die jüngsten 2000 Jahre

Großräumige Klimaschwankungen sind häufig mit Meeresspiegelschwankungen verbunden. Zum Beispiel lässt sich für die jüngsten zweitausend Jahre wenigstens eine kleinere Regression im allgemeinen Meeresspiegelanstieg nachweisen, die sich im Profil der nordostdeutschen Küstenüberflutungsmoore durch einen schwarzen Torfzersetzungshorizont bemerkbar macht (Foto). Der durch Austrocknung und Oxidation des Moorkörpers entstandene Horizont ist dem Klimapessimum der kleinen Eiszeit (1450-1850 n.Chr.) zuzuordnen. Mit seiner regional differenzierten Höhenlage dokumentiert er gleichzeitig unterschiedliche Bewegungen des Landes.

Gegenwärtiger Meeresspiegelanstieg

Für die Untersuchung gegenwärtiger Meeresspiegeländerungen steht in der südlichen Ostsee ein vergleichsweise dichtes Pegelnetz zur Verfügung. Der aus den Aufzeichnungen der letzten 150 Jahre berechnete relative Meeresspiegelanstieg beträgt zwischen 0,6-1,6 mm pro Jahr und dokumentiert die genannten Bewegungsunterschiede des festen Untergrundes. Gegenwärtig lassen



Unterwasserarchäologe an Torfbank in 6 m Tiefe vor der Insel Poel



Salzwiese am Greifswalder Bodden mit Torfzersetzungshorizont (schwarze Schicht)

die Zeitreihen den Schluss auf einen durch den Klimawandel ausgelösten beschleunigten Meeresspiegelanstieg noch nicht zu. Sehr langfristig ergibt sich daraus dennoch eine unterschiedliche Gefährdung der Küstenräume.