

Sedimentinventar Nordfriesisches Wattenmeer

Kai Ahrendt, Büro für Umwelt und Küste, Kiel

Der vorliegende Beitrag stellt einen Teilaspekt des KFKI- Forschungsvorhabens „Sedimentinventar Nordfriesisches Wattenmeer“ (03KIS037) in zusammenfassender Form dar. Das Projekt wurde vom 01.07.2002 bis 30.05.2005 am GKKS Forschungszentrum durchgeführt. Der Dank gilt dem Projektträger und dem BMBF für die finanzielle Unterstützung des Projektes sowie der konstruktiven Beratergruppe.

Für den auf Abbildung 1 dargestellten Bereich wurden quali- und quantitative Untersuchungen über die postglazialen Sedimente und deren Kornverteilung durchgeführt sowie die Entwicklung dieses Sedimentationsbeckens näher analysiert. Hierfür standen Bohrdaten des ALR Husum, des LANU SH und der Universität Kiel zur Verfügung. Der Gesamtdatenbestand beläuft sich auf über 20.000 Bohrungen wovon ca. 6.500 für die Auswertung berücksichtigt wurden. Die größte Datendichte an Bohrdaten ist auf dem Festland sowie den Inseln und Halligen vorhanden. Im Mittel sind dies für eine TK 25 ca. 850 Bohrungen. Nur an der westlichen Begrenzung des Untersuchungsgebietes liegt die Dichte der Bohrungen darunter.

Die wichtigste digital verfügbare Datenbasis für die heutige Topographie bildete das Allgemeine Liegenschaftskataster (ALK) mit einer Auflösung von 10 m x 10 m und einer Höhengenaugigkeit von ± 10 cm sowie die ATKIS-Daten des Landes Schleswig-Holstein. Für die Wattbereiche konnte auf das digitale Geländemodell des nordfriesischen Wattenmeeres des LANU zurückgegriffen werden. Das Geländemodell als 50 m x 50 m Raster umfasst den gesamten nordfriesischen Wattenmeerraum und wurde durch Krigging-Interpolation, unter zu Grunde legen der Höheninformationen der KFKI Küstenkarten 1:25000 von 1976/78, der dänische Wattkarten 1:10.000 von 1976 und der deutschen Wattkarten 1:10.000 aus den siebziger Jahren erstellt. In dieses Geländemodell wurden aktuelle digitale Daten des ALR-Husum aus dem Raum Sylt/Amrum, Eiderstedt, Pellworm und Föhr aus den Jahren 1999 bis 2002 integriert. Aus diesen Daten wurde ein 50 m x 50 m Raster generiert (Abb. 1).

Die geologischen Daten wurden mit der fachspezifischen Software GeoDin digital erfasst und in einer relationalen Datenbank gespeichert. Ergänzt wurden diese Daten um die petrographische Zusammensetzung der obersten drei Meter anhand der angegebenen Mächtigkeit (in Prozentangaben Sand, Anteil $< 63 \mu\text{m}$ und Torf) sowie um die Einstufung in das lithologische Ordnungsprinzip. Nach der Variogrammanalyse wurde über das Kriggingverfahren die Tiefenlage der Holozänbasis sowie die Verteilung der Sedimentzusammensetzung der obersten drei Meter ermittelt. Für Sedimentumlagerungen im Wattenmeer wurde ein Szenario angenommen, dass in naher Zukunft maximal die obersten drei Meter oberhalb -5 m NN einer Erosion unterliegen werden. Somit galt es, die sedimentologische Zusammensetzung zu ermitteln. Siebkurven standen für die Untersuchungen nicht zur Verfügung. In den Protokollen wird zwischen tonig/siltigen und sandigen Sedimenten unterschieden. Die vertikale Auflösung beträgt maximal einen Zentimeter. Vielfach wurde aber eindeutig nur in 5 bis 10 cm Einstufungen unterschieden. Die Schichtmächtigkeit beträgt vielfach über einen Meter. So wurde auch aus arbeitstechnischen Gründen die sedimentologische Zusammensetzung auf Meterschichten bezogen und in Prozenten angegeben. Neben Sand und Silt/Ton ($< 63 \mu\text{m}$) wurde noch der organische Bestandteil ermittelt. Dieser wurde allerdings, da er keine Rolle spielte und eine digitale Ermittlung der Verteilung keinen Sinn machte, nicht weiter betrachtet.

Für jeden ermittelten Werte der Tiefenlage der Holozänbasis wurde die Abweichung des rechenstechnisch ermittelten Wertes vom Originalwert bestimmt, die sogenannten „Residuals“. Hierbei ergab sich eine mittlere Abweichung von nur $\pm 0,2$ m. Die Standardabweichungen der Residuals für die sedimentologische Zusammensetzung der obersten 3 Meter liegt zwischen 3,2% und 3,6%.

Ergebnisse

Der erste Kontakt des steigenden Meeresspiegel mit der Region erfolgte über das Lister Tief vor mehr als 8.000 Jahren. Die Entwässerung des Hinterlandes nördlich einer Grenze Amrum-Föhr-Festland erfolgte über das Lister Tief in nord-westlicher Richtung. Südlich dieses Bereiches erfolgte die Transgression ca. 500 Jahre später. Die Entwässerung dieses Raumes erfolgte mehr oder minder direkt Richtung Westen. Die Einzugsgebiete der Lecker- und Soholmer Au und der Wiedau waren durch eine Wasserscheide getrennt. Deutlich sind die Unterschiede zwischen dem nördlichen und dem zentralen bzw. südlichen Bereich von Nordfriesland zu erkennen. Herrschen im Norden die heute noch vorhandenen Geschiebemergelkomplexe von Sylt-Amrum-Föhr vor, so fehlen im südlich anschließenden Bereich entsprechende pleistozäne Hochlagen. Erst vor ca. 6.800 Jahren entwickelten sich mit der Überflutung der Föhrer Schulter die Voraussetzungen für das heutige Wattenmeer. Eine westliche Barriere zwischen Amrum und Eiderstedt kann bis zu diesem Zeitpunkt nicht nachgewiesen werden. Falls es eine solche gegeben haben sollte, wird

diese erst durch die Entlastung dieses Bereiches auf Grund des nun nach Norden abfließenden Wasser entstanden sein können. Mit der Abnahme des Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstieges um ca. 6.500 v. h. konnte es anschließend zur Verlandung des Bereiches kommen.

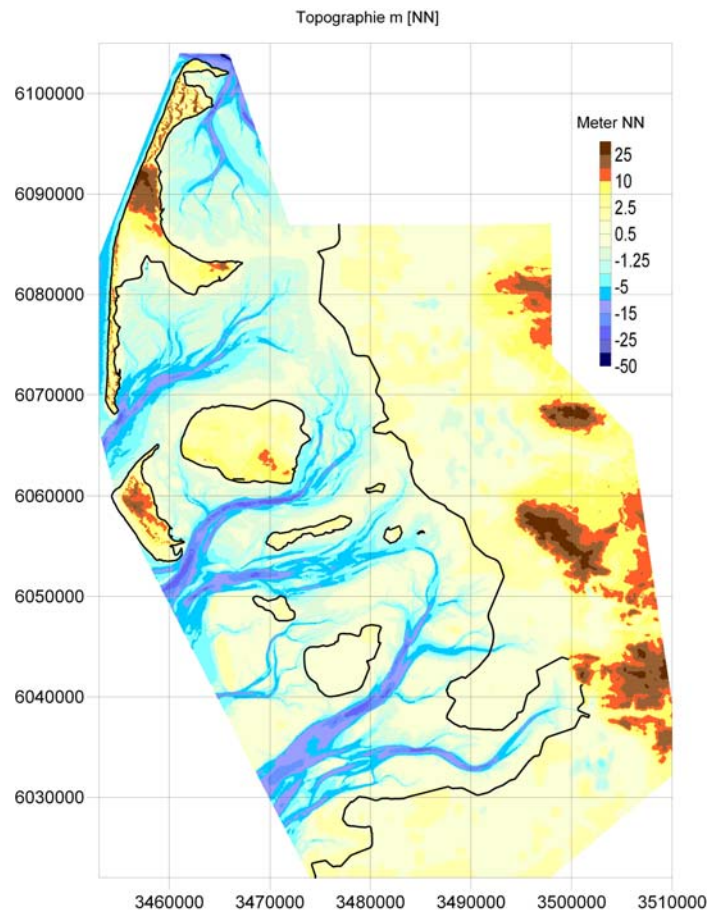


Abbildung 1: Übersicht über das Untersuchungsgebiet

Das Fassungsvermögen des betrachteten Bereiches (Abbildung 2) zeigt einen nahezu ausgeglichenen Verlauf mit Ausnahme des Bereiches zwischen -9 m und -8 m. Es scheint eine Art „Gleichgewichtsbedienung“, also eine Abhängigkeit von Fassungsvermögen zu Meeresspiegelanstieg, zu geben. Die nicht kontinuierliche Zunahme des Fassungsvermögens zwischen -9 m und -8 m kann evtl. mit dem Bereich der Föhrer Schulter in Verbindung gebracht werden. Erst nach Überflutung dieses relativ widerstandsfähigen Bereiches gleicht sich das Fassungsvermögen der ursprünglichen Form wieder an.

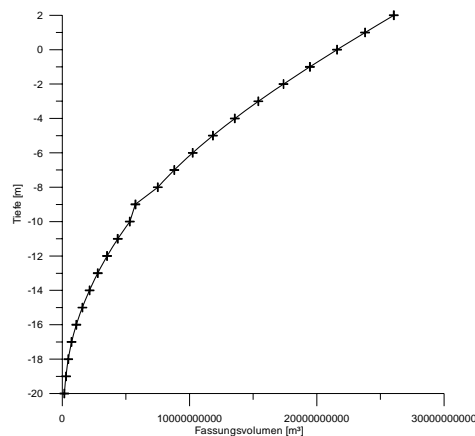


Abbildung 2 : Fassungsvermögen des Untersuchungsraumes

Das heutige Volumen (Tabelle 1), also die reale Sedimentmenge beträgt $19,867 \times 10^9 \text{ m}^3$. Dem stehen $1,828 \times 10^9 \text{ m}^3$ erodiertes Volumen, also die Differenz zwischen der Ausgangsbasis zu Beginn der Transgression und dem heutigen Volumen gegenüber. Dies entspricht nur 9,2 % des heutigen vorhandenen Volumen. Aus interner Umlagerung stammen somit maximal 9,2%. Über 90,8% des Sedimentvolumens müssen somit von außen eingetragen worden sein.

Bezugshorizont	Volumen
Heutiges holozänes Volumen, bezogen auf aktuelle Oberfläche	$19,867 \times 10^9$
Holozänes Fassungsvermögen auf 0 m NN bezogen	$21,592 \times 10^9$
Holozänes Fassungsvermögen auf 1 m NN bezogen	$23,792 \times 10^9$
Holozänes Fassungsvermögen auf 2 m NN bezogen	$26,047 \times 10^9$
Erodiertes pleistozänes Volumen	$1,828 \times 10^9$
Erodiertes Volumen bezogen auf heutiges holozänes Volumen	9,2 %
Erodiertes Volumen bezogen auf NN Volumen	8,5 %
Eingedeichtes holozänes Volumen	$6,65 \times 10^9$
Eingedeichtes Volumen bezogen auf holozänes Volumen	33,47 %

Tabelle 1: Volumenbilanzen [m^3]

Die sedimentologische Zusammensetzung der obersten drei Meter des Untersuchungsraumes ist in Abbildung 3 beispielhaft dargestellt. Im obersten Meter herrschen in Geestnähe sowie in Eiderstedt die tonig-siltigen Sediment vor. Westlich der heutigen Seedeichlinie werden die Sediment relativ schnell gröber, mit Ausnahme der Bereiche um die Inseln und Halligen. Hier machen sich deutlich die ehemaligen Landgewinnungsmaßnahmen bemerkbar. Diese Tendenz setzt sich auch bis in zwei Meter Tiefe fort. Bei der Betrachtung der obersten drei Meter scheinen dann schon die älteren und etwas feineren Sedimente durch. So ist z. B. zwischen Föhr und Hindenburgdamm sowie Oland-Festland eine Verfeinerung dieser Bereiche festzustellen. Die oberen zwei Meter scheinen somit einem höheren Energieeinfluss ausgeliefert gewesen zu sein, als die unterlagernden. Dieses würde auch der oben angesprochenen Zunahme des Energieeintrages entsprechen, das die oberen Sedimente aufgrund nachchristlicher Zunahme von Sturmflutereignissen entsprechend an Feinkorn verarmt sind.

Für die Ermittlung der Sedimente nach Qualität und Quantität wurde aufgrund des guten Datenbestandes das Einzugsgebiet der Norderaue gewählt. Die Kornzusammensetzung an der aktuellen Oberfläche wurde der geologischen Übersichtskarte CC1518 Flensburg bzw. der Bodenkarte CC1518 Flensburg entnommen. Anschließend wurden die Flächen der einzelnen Sediment- bzw. Bodentypen erfasst und in die Klassen Ton/Silt und Sand eingeteilt. Als Szenario wurde angenommen, dass in Bereichen zwischen –5 m und –1 m mittelfristig Erosion auftritt und es in den Bereichen zwischen –1 m und 2 m NN zu entsprechenden Sedimentationen kommen kann. Ein Vergleich von vorhandenem und benötigtem Sediment zeigt deutlich, dass für interne Umlagerung genügend Sediment zur Verfügung gestellt werden würde.

Wie aber aus den obigen Untersuchungen ersichtlich, kam das Material bisher überwiegend aus der Nordsee und nicht aus interner Umlagerung. Auch wenn die benötigten Mengen relativ gering sind im Verhältnis zur möglichen Erosion der Prielränder, so wird erwartet, dass besonders das Feinkorn nur noch in den Bereichen zur Ablagerung kommt, wo entsprechende Küstenschutzmaßnahmen, z. B. Lahnungen, Gräben, Verbindungsdämme, durchgeführt werden. D. h., dass die „biologische Integrität“ des Wattenmeeres sich in Richtung Biozönosen des Misch- bis Sandwattes verschieben wird. Durch den steigenden Meeresspiegel werden die Bereiche, die heute noch als relativ stabil gelten, in den Bereich der Erosion kommen und die obersten Bereiche des Wattenmeeres können sich nur mit sandigem Material auffüllen, unabhängig von der Sedimentverfügbarkeit. Dieser Prozess wird auch von FLEMMING & BARTHOLOMÁ (2002) beschrieben. Der von STREIF (1990) beschriebene „Bulldozereffekt“, d.h., das Herantransportieren von Sedimenten aus der Nordsee Richtung Wattenmeer setzt voraus, dass genügend Sedimente in entsprechenden Tiefen vorhanden sind. Früher kamen hier vor allem die eiszeitlichen Ablagerung als Liefergebiete in Frage. Diese sind heute jedoch abgetragen. Die Kartierung von FIGGE (1998) weist nur einen geringmächtigen Sedimentschleier, bestehend aus Sanden, über einem dichter gelagerten Untergrund auf. Zur Zeit scheint hier eine Art „Gleichgewicht“ zwischen Wassertiefe und hydrodynamischer Energie (i. e. Wellenenergie) vorhanden zu sein, so dass überwiegend ein küstenparalleler Sedimenttransport stattfindet. Durch das heute vorhandene steilere Gefälle (z. B. auf Höhe des Beltringhardener Kooges Verkürzung der Strecke von 40 km auf 32 km zur ca. –10 m Tiefenlinie) gegenüber dem postglazialen bzw. vorchristlichem (ca. 1700 - 1000 v. Chr.), hervorgerufen durch die künstliche Fixierung der Ostgrenze des Wattenmeeres, kann seewärtiges Material kaum noch ins Wattenmeer eingetragen werden. Nennenswerte Materialmengen

ständen nur in den Inselkernen von Amrum, Sylt und Föhr zur Verfügung. Gerade diese Kombination macht aber den Küstenschutz für die Geestkerninseln kalkulierbarer, zum Beispiel durch Sandvorspülungen, gegenüber den Bereichen des Wattenmeeres. Es wird erwartet, dass mittelfristig die eulitoralen Flächen abnehmen werden und sich die Sedimentzusammensetzung vergröbern wird. Dies hat entsprechende ökologische und küstenschutztechnische Auswirkungen. Konnte das Wattenmeer von 5000 bis 1000 v. h. anscheinend problemlos mitwachsen, so ist seitdem eine Erosionstendenz zu verzeichnen. Spätestens die Sturmflut von 1362 markiert diesen Wendepunkt in der Sedimentbilanz. Seit diesem Zeitpunkt sind zwar große Teile des Wattenmeeres aufgelandet und eingedeicht worden, der nichteingedeichte Bereich wird aber seitdem erodiert, wie die großen Prielläufe der heutigen Zeit zeigen. Ohne anthropogene Maßnahmen wird somit die Vergröberung der Sedimente und die Erosion durch die großen Prielsysteme weitergehen. Auffällig ist auf den Karten der Sedimentverteilung, dass nur in Bereichen nördlich vom Hindenburgdamm und auf den hohen Wattrücken noch feineres Material anzutreffen ist. Dies würde bedeuten, dass Dämme vom Festland nach Föhr-Amrum und nach Pellworm sowie verstärkte Vorlandarbeiten hier kurzfristig die Feinkornsedimentation fördern könnten und damit zur Erhöhung der Biodiversität und zur Stabilisierung des Wattenmeeres beitragen können. Mittelfristig werden aber auch diese Maßnahmen der Erosion bei steigendem Meeresspiegel nicht entgegenwirken können.

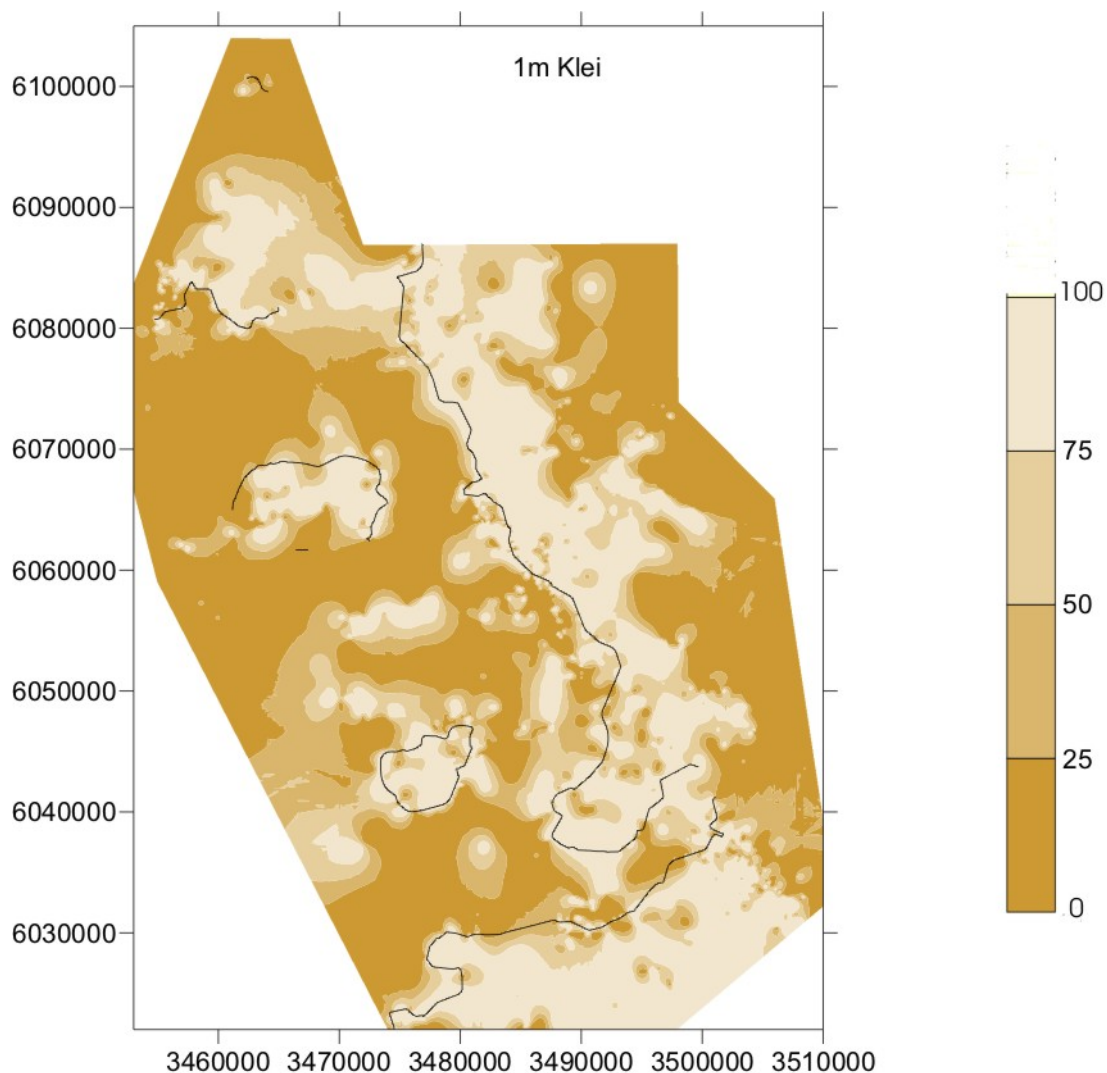


Abbildung 3: Prozentualer Kleianteil im obersten Meter

Literatur:

FIGGE, K., (1998) : Materialinventur an der deutschen Nordseeküste. - KFKI-Vorhaben FKZ 03 KIS 306, (unveröff.)

STREIF, H., (1990) : Das Ostfriesische Küstengebiet - Nordsee, Inseln, Watten und Marschen. Samml. Geol. Führer, 57