



Charakterisierung von Sturmflutablagerungen auf Hallig Hooge - Quantifizierung des Sedimentwachstums seit 1914 -

Matthias Deicke, Volker Karius, Wiebke Jahnke, Wiebke Kallweit, Marlene Rebens &
Dorothea Reyer

Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen (GZG), Abt. Sedimentologie/Umweltgeologie

Abstract

The surface of the archipelago „Halligen“ in the North Sea west of Schleswig-Holstein is only a few decimetre above sea level and the shorelines of these islands are not protected by dykes. The islands are frequently flooded during storm events mostly during the winter season. The inhabitants live on artificial hills, so called “Warften” 4–5 m above the island surfaces. Thus, this environment seems to be severely endangered by global warming and sea level rise. On the other hand, sedimentation of sandy-silty material occurs during each flooding. This process increases the islands surface steadily. Hallig Hooge e.g. is surrounded by a small dyke since 1914 which protects the island against weaker storms and spring tides during the summer. Still, Hooge is flooded about five times per year in average. The construction of the dyke is most probably the reason for a pronounced change in the sedimentation patterns within the marshy soil of Hooge. 44 soil soundings, 7 outcrops and 2 soil cores were examined for layers indicating a change in the sedimentation regime due to the construction of the dyke. An increase of the island surface since 1914 of up to 1.13 m at the margin and about 0.50 m in the central parts of Hooge was calculated. This is about 0.5 – 1.2 cm/a. Within the layers younger than 1914 the grain size decreases from the dyke to the central parts of the island. 52 sediment traps were installed during the winter season 2006/2007. During this period an average of 1.5 mm sediment increased the island surface, though the rate was higher at the outer parts of Hooge. So far it is unknown if a small dyke like the one at Hooge will be conducive to the sedimentation rate on a Hallig.

1 Einleitung

Der gegenwärtige Klimawandel und der damit einhergehende Meeresspiegelanstieg bedroht Regionen wie die nordfriesischen Halligen (Abb. 1), deren Landoberfläche nur geringfügig über das mittlere Tidehochwasser hinausragt. Nach den jüngsten Modellierungen des IPCC (2007) soll der Meeresspiegelanstieg im Zeitraum von 1990 bis 2100 zwischen 18 cm und 59 cm betragen. Ältere Berechnungen prognostizierten einen Meeresspiegelanstieg zwischen 8 cm und 88 cm (IPCC 2001). Andere Untersuchungen prognostizieren ein verstärktes Abschmelzen der Inlandeismassen von Grönland und der Westantarktis und erwarten einen deutlich stärker steigenden Meeresspiegel bis zum Jahr 2100 (Cazenave 2006). Jüngere Beobachtungen von Rahmstorf et al. (2007) bestätigen einen derzeit schneller steigenden Meeresspiegel als in den IPCC-Berichten von 2001 und 2007 prognostiziert wurde. Demnach stieg der Meeresspiegel im Beobachtungszeitraum von 1993 bis 2006 weltweit bereits um $3,3 \pm 0,4$ mm/a. Damit bewegt sich der Meeresspiegelanstieg im obersten möglichen Szenario der dritten IPCC-Studie von 2001, der auch als „Ungewissheitsbereich“ bezeichnet wird. Die Ungewissheit resultiert aus dem schwer prognostizierbaren Verhalten der großen Inlandeismassen.

Im Bereich der schleswig-holsteinischen Nordseeküste wird der globale, klimatisch bedingte Meeresspiegelanstieg zusätzlich durch Landsenkungsprozesse verstärkt. Zum einen sind es die Nachwirkungen der letzten Kaltzeit, die in den Randbereichen des weichselzeitlichen Inlandeisschildes auch heute noch zu isostatischen Landsenkungen führen (z.B. Vink et al. 2007,

Milne et al. 2001). Zum anderen werden lokale Landsenkungen an der deutschen Nordseeküste durch die Setzung von Sedimenten und Torfen im jungen, holozänen Untergrund verursacht. Beide Prozesse sind schwer quantifizierbar und insbesondere die kompaktionsbedingte Landsenkung dürfte kleinräumig je nach Zusammensetzung des Untergrundes starke Variationen aufweisen. In der jüngeren Vergangenheit betrug der relative Meeresspiegelanstieg gemessen am Pegel Husum ca. 4 mm/a (13 cm von 1976-2006).

Die vor der schleswig-holsteinischen Westküste gelegenen Halligen scheinen durch den steigenden Meeresspiegel besonders bedroht zu sein. Die insgesamt 10 Halligen liegen nur wenige Dezimeter über dem mittleren Tidehochwasser. Die flache Halligmarsch zeigt nahezu kein natürliches Relief und sturmflutsichere Seedeiche existieren nicht. Lediglich die Ufer der bewohnten Halligen sind heute vor Erosion durch ein Steindeckwerk geschützt. Die Halligbevölkerung (insgesamt ca. 250 Personen) wohnt auf sogenannten Warften, künstlichen Erdhügeln von 4 – 5 m Höhe. Bei hochauflaufenden Springfluten und bei Sturmfluten werden die Halligen überflutet (=Land unter). Nur die Warften ragen dann noch aus dem Wasser. Die Häufigkeit der Land unter hängt von der Wetterlage, der topographischen Höhe, der Exposition sowie der Protektion der jeweiligen Hallig ab. So kommt es auf der Hallig Gröde zu über 20 Überflutungen pro Jahr, während auf der Hallig Hooge, die von einem ca. 1,50 m hohen Sommerdeich umgeben ist, im Durchschnitt jährlich nur ca. 5 Überflutungen auftreten.



Abb. 1: Übersichtskarte nordfriesisches Wattenmeer. Zu den Halligen zählen Gröde, Habel, Hamburger Hallig, Hooge, Langeness, Norderoog, Nordstrandischmoor, Oland, Süderoog und Südfall.

Aufgrund der geschilderten Gegebenheiten ist es sehr wahrscheinlich, dass ein steigender Meeresspiegel zu häufigeren Land unter und länger anhaltenden Überflutungen der Halligmarsch führen wird. Die Viehwirtschaft der Halligen wäre dann wegen der zunehmenden Versalzung der Weiden bedroht. Sturmfluten mit hohen Wasserständen und starken Wellenbewegungen stellen eine Gefahr für die bewohnten Warften dar. Tatsächlich zeichnet sich in den letzten Jahrhunderten ein

Trend zu immer höher auflaufenden Sturmfluten ab, der im Dezember 1999 mit dem Orkan „Anatol“ einen vorläufigen Höhepunkt fand. Bei dieser Orkanflut verschwand die nordöstlich vor Sylt gelegene unbewohnte dänische Hallig „Jordsand“ endgültig von der Landkarte.

Dass die meisten Halligen heute noch existieren ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Uferbereiche durch ein Steindeckwerk vor Erosion geschützt sind und zum anderen darauf, dass die Halligen von den regelmäßigen Überflutungen auch profitieren. Mit den Überflutungen gelangen Schwebstoffe auf die Halligen, die zum Teil auf der Hallig sedimentieren. Durch diesen natürlichen Akkumulationsprozess wächst die Halligmarsch in die Höhe.

In dieser Studie werden sedimentologische Untersuchungen vorgestellt, die der Frage nachgehen, ob das Wachstum der Halligoberfläche mit dem Anstieg des Meeresspiegels auch zukünftig Schritt halten kann. Die Hallig Hooge ist mit 580 ha die zweitgrößte Hallig. Die 85 Einwohner verteilen sich auf insgesamt 10 bewohnte Warften. Die Halligmarsch wird vorwiegend als Weideland extensiv genutzt, darüber hinaus bedecken Brachen und Salzwiesen die Hallig. Die topographische Höhe der Hooger Marsch liegt zwischen 1,45 m und 2,10 m ü.NN. Zwischen 1911 und 1914 wurde das Ufer mit einem Steindeckwerk gesichert und Hooge mit einem niedrigen Überflutungsdeich umgeben. Dieser Deich verringert die Anzahl der im Jahreslauf auftretenden Land unter.

2 Ergebnisse

Aufschlüsse und Sondierungen

An insgesamt sieben Aufschlüssen wurden Kornverteilung, Gehalt an organischem Kohlenstoff sowie Karbonatgehalt an Proben der anstehenden Halligmarsch bestimmt. Die Aufschlüsse befinden sich an Gräben und Prielen innerhalb der Hallig (Abb. 7).

Die Fertigstellung des Überflutungsdeiches im Jahr 1914 hat die Sedimentationsbedingungen auf Hooge nachhaltig verändert. Es gibt zwar keine einheitlich aufgebaute Halligmarsch aus der Zeit vor 1914, doch lässt sich die ältere Marsch von den jüngeren Ablagerungen recht deutlich unterscheiden. Das jüngere Sediment ist in der Regel deutlich geschichtet. Die Mächtigkeit der Lagen liegt häufig im cm-Bereich. Insbesondere in den deichnahen Aufschlüssen ist eine deutliche Wechsellagerung von feineren und gröberen Lagen erkennbar. Die älteren Ablagerungen (vor 1914) wirken im Gegensatz zu den jüngeren Sedimenten auf den ersten Blick sehr homogen. Erst bei genauerer Betrachtung zeichnet sich häufig eine sehr feine Wechsellagerung von nicht durchgängigen und meist nur Millimeter starken siltigen bis sandigen Lagen ab. Mächtigere Lagen treten nur selten auf. Die gröbere Schichtung ab 1914 ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass nach dem Deichbau die Anzahl der Land unter deutlich abgenommen hat. Überflutungen traten nur noch bei höheren Hochwässern auf und diese hatten wegen des höheren energetischen Niveaus vermutlich eine entsprechend erhöhte Suspensionsfracht als die zahlreichen kleinen Überflutungen vor dem Deichbau. Darüber hinaus wurde mit dem Deichbau ein Sedimentationsbecken geschaffen, weil das Wasser nur über drei Sieltore ablaufen konnte und damit die Verweildauer des Wassers auf der Hallig während eines Land unters verlängert wurde. Dadurch wurde es möglich, dass auch feinere Kornfraktionen abgelagert werden konnten.

Die Grenze zwischen den Ablagerungen vor und nach dem Deichbau ist sehr scharf und in den meisten Aufschlüssen der Hallig vorzufinden. Diese Grenze ist häufig durch eine Schichtfuge markiert (Abb. 2). Es handelt sich hierbei um eine 1,0 cm – 1,5 cm starke sandige Lage, die in den Aufschlüssen stark zurückgewittert ist. Vermutlich handelt es sich dabei um das Sediment der schweren Sturmflut von 1916.



Abb. 2: Aufschlüsse in der Böschung eines Halligpriels auf Hooge. Deutlich ist jeweils im unteren Bereich des Aufschluss eine Schichtfuge erkennbar, bei der es sich um eine zurückgewitterte Sandlage handelt, die vermutlich von der schweren Sturmflut des Jahres 1916 stammt.

Charakteristisch für die deichnahen Aufschlüsse sind mächtige Schilllagen (Abb. 3). Die Bildung der Schilllagen steht im Zusammenhang mit dem Überlaufdeich. Das auf der Deichinnenseite schnell strömende Überschlagnwasser ermöglicht zunächst nur groben Partikeln wie Schill oder Tongeröllen die Ablagerung. Feineres Material kommt in diesem anfangs schnell strömenden Milieu nicht zur Ablagerung. Die Schilllagen sind auf mehrere 10er Meter in Richtung Halligzentrum zu verfolgen. Die untersten Schilllagen markieren den Beginn der Sedimentation nach dem Deichbau.



Abb. 3: Deichnaher Aufschluss. Die Mächtigkeit des jüngeren Sedimentes beträgt hier ca. 1 m. Die Schilllagen wurden in einem schnell strömenden Milieu auf der Deichinnenseite abgelagert. Die unterste Schilllage markiert dementsprechend den Beginn der Sedimentation nach dem Deichbau 1914.

In den deichnahen Aufschlüssen kann eine Abnahme der Korngröße und eine Abnahme der Variabilität der Korngrößen beobachtet werden (Abb. 4). Größere Korngrößen und höhere Variabilität sind hier charakteristisch für die jüngeren Ablagerungen seit dem Deichschluss im Jahr 1914. Die Variabilität der Korngrößen wird hauptsächlich durch die Schilllagen verursacht.

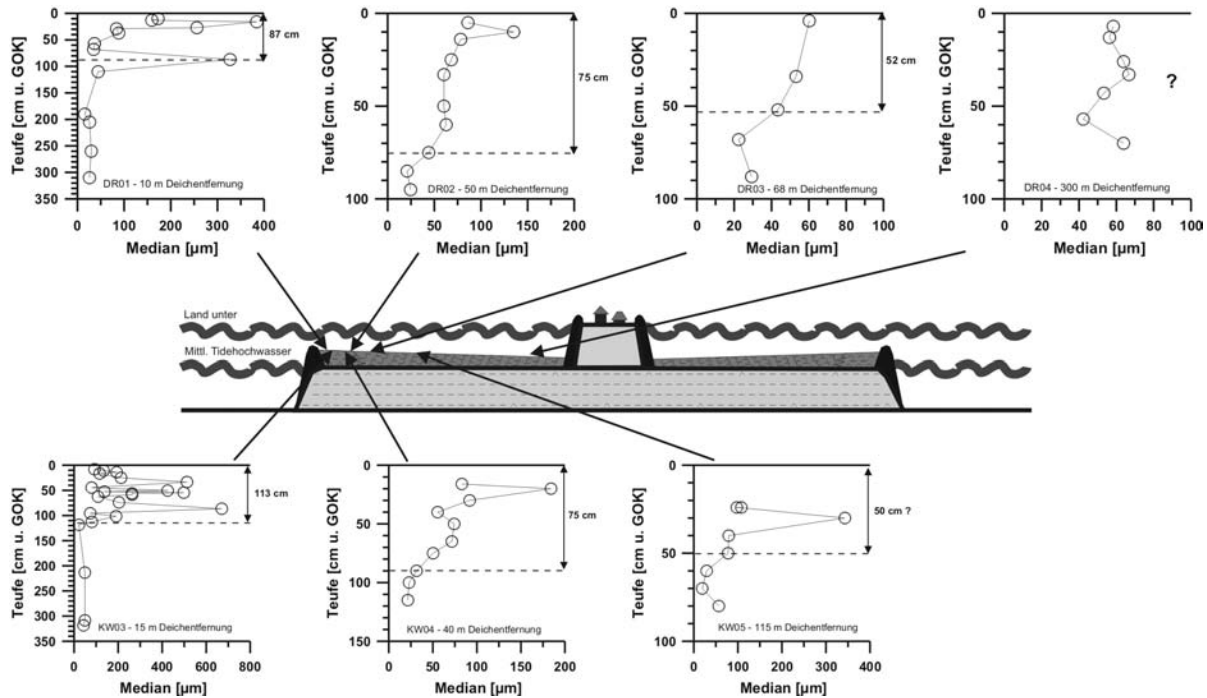


Abb. 4: Schematisches Profil und mediane Korngrößenverteilung in Aufschlüssen von Hallig Hooge. Die gestrichelte Linie entspricht dem Sedimentwechsel, der durch den Bau des Überflutungsdeiches im Jahre 1914 verursacht wurde. Die genaue Lage der untersuchten Aufschlüsse ist in Abb. 7 dargestellt.

In den deichnahen Aufschlüssen beträgt die Mächtigkeit des jüngeren Sedimentes bis zu 1,13 m. In Richtung Halligzentrum nimmt die Mächtigkeit des jüngeren Sedimentes auf ca. 0,50 m ab. Daraus errechnet sich eine Sedimentaufwachsrate von 0,5 – 1,2 cm/a seit 1914 (Abb. 5).

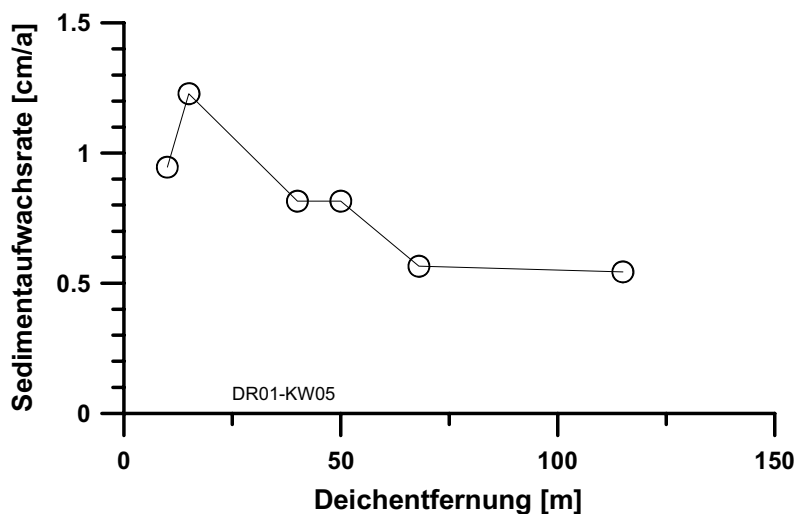


Abb. 5: Abnahme der Sedimentaufwachsrate mit zunehmender Entfernung vom Deich

Das jüngere Sediment ist im Zentrum der Hallig deutlich anders aufgebaut als in den deichnahen Randbereichen. Der Bohrkern einer im Zentrum der Hallig nahe der Hanswarft niedergebrachten Bohrung zeigt, dass das jüngere Sediment vorwiegend aus siltigem Material besteht, welches gelegentlich von mm-starken, sandigen Sturmflutlagen unterbrochen wird (Bohrung Hoo-06-2, Abb. 6). Bei 53 cm Teufe ist ein Sedimentwechsel zu feinsandigen Ablagerungen erkennbar. Dieser Sedimentwechsel kann mit dem Deichschluss von 1914 in Verbindung gebracht werden. Durch den Deichbau wurde ein Becken geschaffen mit ruhigen Sedimentationsbedingungen, die zur Ablagerung von Silt führten. Die Mächtigkeit der Ablagerungen seit 1914 beträgt hier 53 cm, entsprechend einer Sedimentaufwachsrate von 0,6 cm/a.

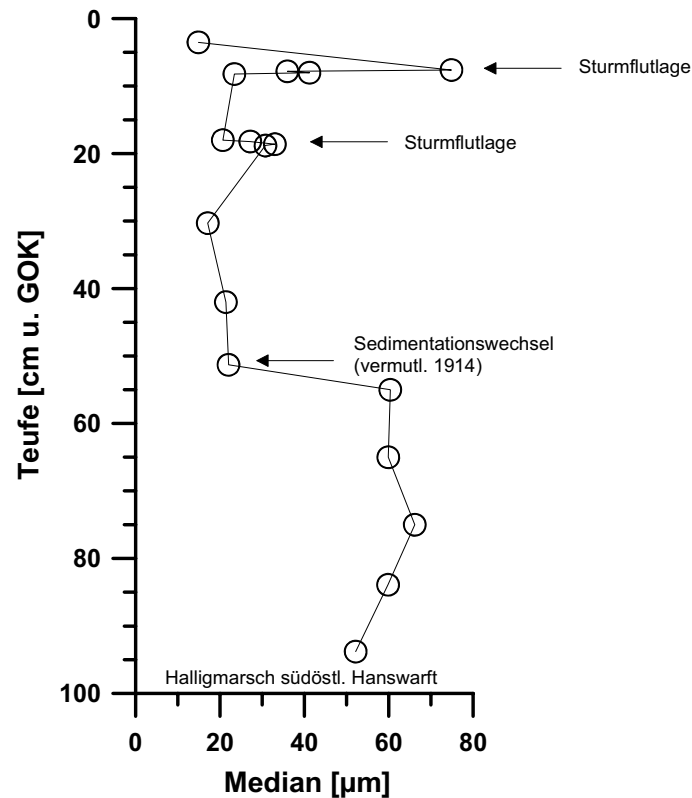


Abb. 6: Mediane Korngrößenverteilung in einem Bohrkern Hoo-06-02 von Hallig Hooge

Die in Aufschlüssen und der Bohrung Hoo-06-2 gefundenen Sedimentwechsel konnten auch durch Pürkhauer-Sondierungen festgestellt werden. Mit dieser Methode konnte der Sedimentaufwachs flächendeckender als mit den vorgenannten Methoden bestimmt werden. Der Durchschnittswert aus 44 Sondierungen liegt bei 0,69 m Sediment seit 1914, entsprechend einem Sedimentaufwachs von 0,75 cm/a. Aus Abb. 7 wird ersichtlich, dass in den Randbereichen tendenziell mehr Sediment abgelagert wurde als im Zentrum der Hallig. Die Sedimentaufwachsrate schwankt demnach zwischen 0,6 - >1 cm/a.

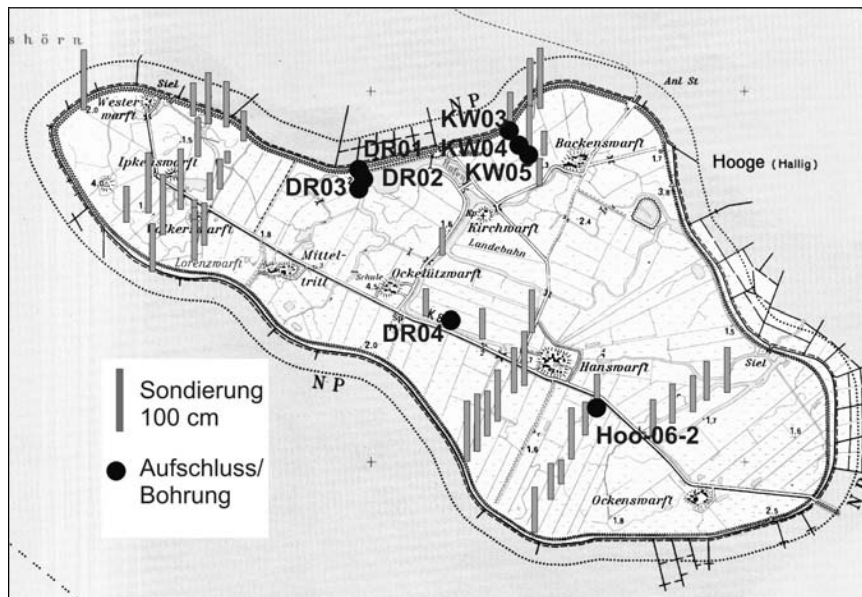


Abb. 7: Lage der untersuchten Aufschlüsse und Sondierungen und eines Bohrkernes (Hoo-06-2) auf Hooge. Die Länge der dargestellten Balken entspricht der Mächtigkeit des nach 1914 abgelagerten Sedimentes (Kartengrundlage: TK 25, Blatt Pellworm Nr. 1417).

Die heutige Topographie von Hooge ist von diesem Prozess geprägt worden. Auf Hooge liegen die deichnahen Randbereiche bei ca. 2,10 m ü.NN während das Zentrum bei ca. 1,45 m ü.NN liegt. Gut erkennbar wird das Relief nach einem Land unter, wenn bei ablaufendem Wasser die Randbereiche schon trocken gefallen sind, während das Halligzentrum immer noch unter Wasser steht.

Sedimentfallen

Im November 2006 wurden insgesamt 52 Sedimentfallen auf Hooge installiert (Abb. 8). Es handelt sich bei den Sedimentfallen jeweils um eine Kombination aus einer 1L-Weithals-PE-Flasche und einer 30 cm * 40 cm großen PVC-Matte mit Borsten. Die PE-Flaschen (Öffnungsdurchmesser 5 cm) wurde bis zum Flaschenhals in die Halligmarsch eingegraben. Die PVC-Matten wurden mit Nägeln befestigt.

Kleinere Überflutungen im Herbst brachten kaum Sediment auf die Hallig. Erst am 11. Januar (Sturm „Franz“) und am 20. Januar 2007 (Sturm „Lancelot“) wurde Hallig Hooge für mehrere Tage überflutet. Die Wassertiefe betrug bis zu 2,40 m auf der Hallig. Anfang März 2007 wurden die Sedimentfallen entfernt (Anmk.: Die sehr sedimentreiche Überflutung durch das Sturmtief „Orkun“ am 19. März 2007 wurde leider nicht mit erfasst).

Das in den Flaschen gefangene Sediment wurde entsalzen, getrocknet, gewogen sowie seine Kornverteilung bestimmt. Korngrößen größer als 1 mm wurden abgesiebt, womit ein Großteil der organischen Substanz entfernt wurde. Das mit den Matten gewonnene Sediment wurde getrocknet und gewogen und diente hier nur der Kontrolle in den Flaschen gefangenen Sedimentmenge. Um das Wachstum der Halligoberfläche zu berechnen wurde für die gefangene Sedimentmenge eine Trockendichte von $1,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ zugrunde gelegt und auf die Fläche der Flaschenöffnung bezogen. Dieser Wert wurde gewählt, weil er die zukünftige Kompaktion des Sedimentes von Anfang an mit einschließt.

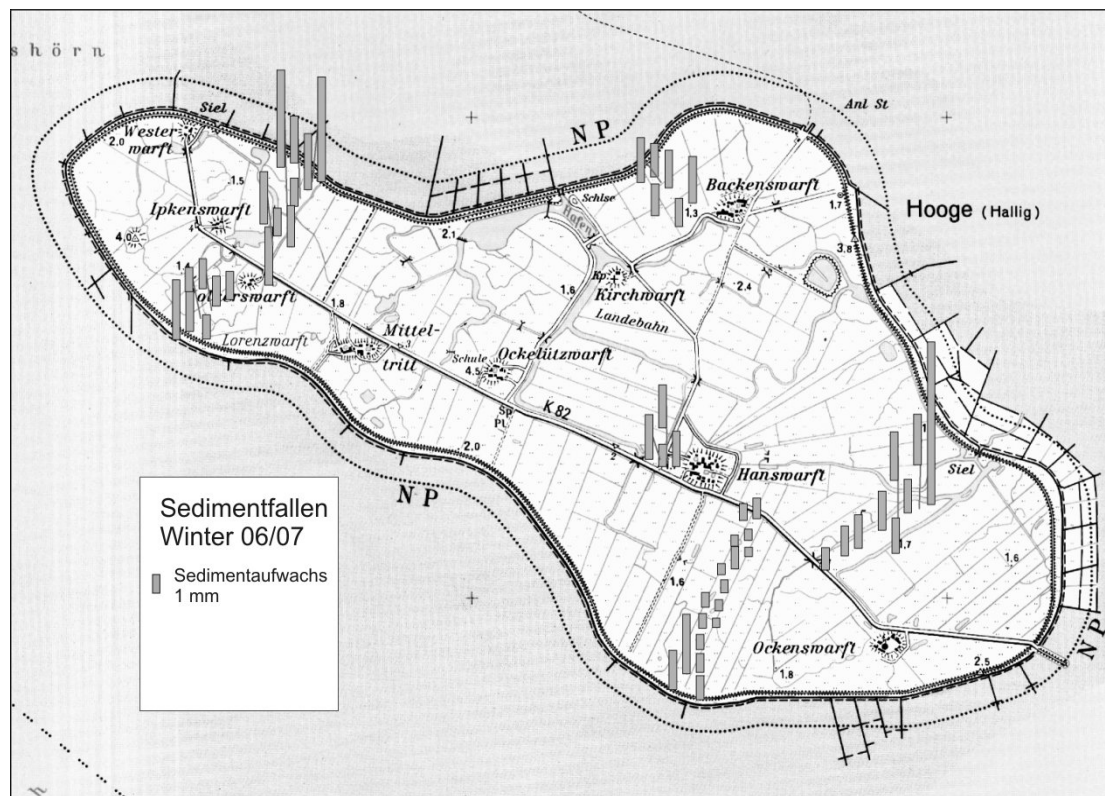


Abb. 8: Lage von Sedimentfallen und dem daraus berechneten Sedimentwachstum im Winter 2006/07. Für die Berechnung des Sedimentwachstums wurde eine Sedimenttrockendichte von $1,5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ zugrundegelegt (Kartengrundlage: TK 25, Blatt Pellworm Nr. 1417).

Mit den Flaschen wurden zwischen 1,0 g und 17,1 g salzfreies Sediment gefangen. Der Medianwert liegt bei 4,4 g. D.h., pro Quadratmeter wurden zwischen 0,5 kg und 8,7 kg abgelagert (Median: $2,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). Daraus lässt sich ableiten, dass die Hooger Marschoberfläche im Beobachtungszeitraum (Nov. 2006 – Mrz. 2007) zwischen 0,4 mm und 5,8 mm in die Höhe gewachsen ist (Median: 1,5 mm). Die Kornverteilung der Sedimente wurde mit Laserbeugung (LS 13320, Fa. Beckman Coulter) bestimmt (Tab. 1).

In den Sedimentfallen ist die deichnahe Sedimentation tendenziell höher ausgefallen als in der zentralen Hallig. Diese Beobachtung deckt sich mit den Ergebnissen der Pürkhauer-Sondierungen. Die höheren Sedimentationsraten in Deichnähe können auf zwei Weisen interpretiert werden. Zum einen verliert das auf die Hallig geströmte Wasser sofort an Transportkraft, sodass zumindest die größeren Kornfraktionen schnell zur Ablagerung kommen. Zum anderen kommt es häufiger vor, dass überschlagende Wellen nur die deichnahen Wiesen überfluten ohne dass es zu einer vollständigen Überflutung der Hallig kommt. Es konnte beobachtet werden, dass suspensionsreiches trübes Wasser über den Deich schlägt, durch die angrenzenden Wiesen strömt und nach kurzem Lauf (wenige Zehner-Meter) als klares Wasser in die Gräben abläuft. Demnach wird bereits beim Durchströmen der Wiesen ein Großteil der Suspensionsfracht von der Vegetation ausgekämmt.

Der auffallend hohe Wert von über 5 mm in einer Probe im östlichen Teil von Hooge ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass diese Sedimentfalle in einer flachen, ca. 30 cm tiefen Senke installiert wurde.

Tab. 1: Korngrößenverteilung (in Vol %) in 52 Sedimentfallen (PE-Flaschen) von Hallig Hooge. Installation der Fallen im November 2006, Beprobung der Sedimentfallen im März 2007. Bestimmung der Korngrößen mit Laserbeugung (Beckman Coulter, LS 13320). *) die Fraktion >1 mm bestand größtenteils aus organischem Material und wurde vor der Korngrößenbestimmung von dem Probengut abgetrennt.

Korngröße in µm	Ton <2	Fein-Silt 2 - 6.3	Mittel-Silt 6.3 - 20	Grob-Silt 20 - 63	Fein-Sand 63 - 200	Mittel- Sand 200-630	Grob- Sand* 630-1000
Minimum	6,3	9,6	16,7	18,7	7,3	0,0	0,0
Maximum	13,9	23,5	35,1	33,1	32,3	18,7	11,6
Mittelwert	10,2	16,2	27,3	26,0	15,5	3,9	1,0
Median	10,4	16,7	28,0	25,5	14,1	2,5	0,0

Das im Winter 2006/07 auf Hooge abgelagerte Sediment setzt sich durchschnittlich aus ca. 10 % Ton, 70 % Silt und 20 % Sand zusammen. Schwankungen in der Korngrößenzusammensetzung sind nicht stark ausgeprägt. Abweichungen von dieser Durchschnittszusammensetzung treten fast nur in deichnahen Bereichen auf. Nur dort, wo das Wasser mit höheren Geschwindigkeiten über den Deich auf die Hallig strömt, treten die Sandfraktion sowie Muschelschill zu größeren Anteilen auf. Grundsätzlich bleibt aber auch dort Silt die dominierende Korngröße.

3 Diskussion

Nach den vorliegenden Untersuchungen zeichnet sich ab, dass die Sedimentation auf Hallig Hooge seit der Fertigstellung des Überflutungsdeiches im Jahre 1914 und dem damit verbundenen Wachstum der Halligoberfläche mit dem bisherigen Meeresspiegelanstieg mithalten konnte, bzw. mit einer Rate zwischen 0,5 bis 1,2 cm/a sogar deutlich darüber lag.

Ungeklärt ist, ob der Bau des Überflutungsdeiches von Hallig Hooge die Sedimentationsrate erhöht oder eher abgesenkt hat. Fakt ist, dass durch den Deich die Anzahl der Überflutungen geringer wurde. Die Verweildauer des Wassers auf der Hallig wurde jedoch verlängert, was wiederum die Ablagerung feinerer Korngrößen im Zentrum von Hooge begünstigt hat. Es ist jedoch anzunehmen, dass nicht die Frage entscheidend ist, ob das Vorhandensein eines Überflutungsdeiches die Sedimentation auf einer Hallig begünstigt, sondern vielmehr wie hoch dieser Deich angelegt wurde.

Ohne Deich würden große Teile von Hooge bei Springtidehochwasser überflutet. Einen erhöhten Sedimentzuwachs würde das aber nicht zwangsläufig bedeuten, da Hochwässer ohne stürmische See zu wenig Suspensionsfracht führen. Besonders im Sommer und in den frühen Herbstmonaten ist die Suspensionsfracht des Wattenmeeres durch die dichten Seegraswiesen auf dem Wattenmeerboden eher gering ausgeprägt.

Mangels Datierungen ist unbekannt, wie hoch die Sedimentationsrate vor dem Deichbau war. Eine ungefähre Vorstellung von der Ablagerungsrate vor dem Deichbau ergibt sich aus dem Vergleich der topographischen Höhe von Hooge mit der 3 km südlich von Hooge gelegenen und durch Seedeiche geschützten Marscheninsel Pellworm (Abb. 1). Die Sturmflut von 1634 zerriss die ehemalige Insel Alt-Nordstrand in die Restinseln Nordstrand und Pellworm. Seitdem waren die Pellwormer bemüht weitere Überflutungen durch den Bau von Deichen zu verhindern. Bis zum Jahr 1825 kam es dennoch immer wieder zu Deichbrüchen bzw. zum Überlaufen der Deiche auf Pellworm.

Seit 1825 jedoch wurde der Große Koog im Zentrum der Insel Pellworm nicht mehr überflutet. Landsenkung und Meeresspiegelanstieg haben dazu geführt, dass die Landoberfläche des Großen

Kooges heute in etwa bei -0,50 m ü.NN liegt, während die Halligmarsch von Hooge bei ca. 1,70 m ü.NN liegt. Das bedeutet, dass ohne Deiche der Große Koog von Pellworm fast gantztägig von Wasser bedeckt wäre. Der Höhenunterschied von Hooge und dem Pellwormer Großen Koog beträgt ca. 2,30 m. Da Hooge seit dem Deichbau durch Überflutungen zwischen 0,50 m – 1,13 m aufgewachsen ist, betrug der topographische Unterschied im Jahre 1914 vermutlich ca. 1,17 m – 1,80 m. Dieser Unterschied konnte sich in einem Zeitraum von ca. 280 Jahren entwickeln, dies entspricht einer Sedimentaufwachsrate von ca. 0,4 – 0,6 cm/a auf Hallig Hooge vor dem Deichbau, sofern man davon ausgeht, dass im Großen Koog von Pellworm nach 1634 keine großen Sedimentmengen mehr abgelagert worden sind. Das bedeutet, dass der Deichbau auf Hooge wahrscheinlich zu einer Zunahme der Sedimentation geführt hat.

Vor dem Hintergrund eines steigenden Meeresspiegels hängt die weitere Existenz der Halligen jedoch nicht allein von dem Sedimentationsprozess während der Land unter ab. Sollten sich die westlich der Halligen gelegenen Außensände verkleinern, geht der natürliche Schutz der Halligen verloren. Gleiches gilt für die Wattflächen im Umfeld der Halligen. Sollten diese nicht gleichsam mit den Halligmarschen aufwachsen, entstehen größere Wassertiefen und damit eine verstärkte Wellendynamik, die bei Sturmereignissen die Halligufur und die Warften entsprechend stärker beansprucht. Es müssen also auch weiterhin die Uferbefestigungen in Stand gehalten und die Warften erhöht werden. Darüber hinaus erfordern häufigere Überflutungen und die dadurch bedingte Versalzung der Wiesen Umstellungen in der Viehwirtschaft.

Weitere, detailliertere Untersuchungen sind notwendig, um die hier vorgestellten Abschätzungen zum Sedimentwachstum zu verfeinern und um Aussagen ableiten zu können, in welcher Form die Halligen zukünftig geschützt werden sollten, um den zu erwartenden Meeresspiegelanstieg möglichst effektiv zu kompensieren.

Literatur

- Cazenave, A. (2006): How Fast are the Ice Sheets Melting ? - Science 314, 1250-1252.
- IPCC, Climate Change (2001): The Scientific Basis. - Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- IPCC, Climate Change (2007): The Fourth Assessment Report – AR4.
- Milne, G.A., J.L. Davis, J.X. Mitrovica, H.-G. Scherneck, J.M. Johansson, M. Vermeer & H. Kolvula (2001): Space-Geodetic Constraints on Glacial Isostatic Adjustment in Fennoscandia. Science 291, 2381-2385.
- Rahmstorf, S., A. Cazenave, J.A. Church, J.E. Hansen, R.F. Keeling, D.E. Parker & R.C.J. Somerville (2007): Recent Climate Observations Compared to Projections. Science 316, 709.
- Vink, A., H. Steffen, L. Reinhardt & G. Kaufmann (2007): Holocene relative sea-level change, isostatic subsidence and the radial viscosity structure of the mantle of northwest Europe (Belgium, the Netherlands, Germany, southern North Sea). Quaternary Science Reviews, eingereicht.

Adresse

Dr. Matthias Deicke
 Dr. Volker Karius
 Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen (GZG)
 Abt. Sedimentologie/ Umweltgeologie
 Goldschmidtstraße 3, 37077 Göttingen

mdeicke@gwdg.de
 vkarius@uni-goettingen.de