

DOPPEL

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG

Erfolgskontrollbericht zum Forschungsvorhaben MTK 0608 (03 KIS 3160)

**PROGRAMME ZUR LANGFRISTIGEN ERHALTUNG
DES WATTENMEERES
- PROWATT -**

von Petra Witez
und Peter Petersen



**LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT
DES LANDES SCHLESWIG - HOLSTEIN**

Bundesanstalt für Wasserbau
KFKI – Bibliothek
Wedeler Landstraße 157
22559 Hamburg

Laboe, Juni 2002

Eingang:

35036

Signatur:

Vorwort

Der Beweggrund zur Initiierung dieses Projektes ist im Zusammenhang mit der aktuellen Diskussion zum Thema Klimaänderungen, dem damit verbundenen – möglicherweise beschleunigten – Meeresspiegelanstieg sowie dessen Auswirkungen auf die Küstenlandschaft zu sehen.

Das Vorhaben „Programme zur langfristigen Erhaltung des Wattenmeeres - PROWATT“ wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen MTK 0608 (bzw. 03 KIS 3160) gefördert. Das Projekt wurde im Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein in der Abteilung Gewässer durchgeführt und vom Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) begleitet.

Dem Bundesministerium für Bildung und Forschung sei für die Finanzierung des Vorhabens und dem Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen für die fachliche Begleitung gedankt. Ein besonderer Dank geht an die Projektbegleitgruppe.

Umfangreiche Unterstützung erfolgte vor allem von Dr. J. Hofstede vom Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein (MLR) und durch den Projektleiter Herrn Dipl.-Ing. Peter Petersen vom Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU).

Durch die gute Kooperation und Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Steffen Bock von der Fachhochschule Lippe und Höxter wurde vor allem im Bereich Geoinformatik und Statistik umfangreiche Unterstützung in das Projekt eingebracht. In diesem Zusammenhang sei Herrn Diplom-Geograph Andreas Bullinger gedankt, der im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvertrages mit dem Geographischen Institut der Universität Kiel eine ArcView-Extension programmiert und mit seiner Diplomarbeit weitere Aspekte, die auch für das Projekt von Interesse waren, eingebracht hat.

Weiterhin hat eine ergiebige Zusammenarbeit mit dem Amt für ländliche Räume in Husum (ALR Husum) stattgefunden, insbesondere mit dem Dezernat Küstengewässerkunde. Ein persönlicher Dank geht an Herrn Schaller, Herrn Christiansen, Herrn Palm und Frau Koopmann.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	I
1. ZIELSETZUNG DES PROJEKTES.....	1
1.2 ARBEITSSCHRITTE.....	1
1.3 ZEITPLAN.....	2
1.4 FINANZIELLER RAHMEN.....	2
2. BEITRAG DES ERGEBNISSES ZU DEN FÖRDERPOLITISCHEN ZIELEN DES FÖRDERPRO- GRAMMS	2
3. WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ERGEBNISSE DES VORHABENS.....	3
3.1 WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE DES VORHABENS.....	3
4. FORTSCHREIBUNG DES VERWERTUNGSPLANS.....	7
4.1 ERFINDUNGEN/SCHUTZRECHTE.....	7
4.2 WIRTSCHAFTLICHE ERFOLGSAUSSICHTEN NACH PROJEKTENDE	7
4.3 WISSENSCHAFTLICHE ANSCHLUSSFÄHIGKEIT	7
5. ARBEITEN, DIE ZU KEINER LÖSUNG GEFÜHRT HABEN	7
6. PRÄSENTATIONSMÖGLICHKEITEN FÜR MÖGLICHE NUTZER.....	8
7. DIE EINHALTUNG DER AUSGABEN- UND ZEITPLANUNG	8

1. Zielsetzung des Projektes

Übergeordnetes Ziel dieses Projektes war es, wissenschaftliche Grundlagen für die Bewertung und Planung von Programmen zur langfristigen Erhaltung des Wattenmeeres in seiner heutigen Form und Ausdehnung, vorwiegend bei geänderten Klimabedingungen, zu liefern.

1.1 Arbeitsschritte

Im folgenden sind die einzelnen – im Projektantrag vorgeschriebenen – Arbeitsschritte aufgeführt:

- Charakterisierung einzelner Subsysteme des Wattenmeeres hinsichtlich ihrer morphologischen Entwicklung und Dynamik sowie Erarbeitung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen der Subsysteme (vgl. hierzu Kapitel 2 und 7 des Abschlußberichts);
- Prognosen von Trends der künftigen morphologischen Entwicklung der einzelnen Subsysteme unter Zugrundelegung von vorgegebenen hydrographischen Szenarien (vgl. hierzu Kapitel 7 und 8 des Abschlußberichts);
- Definition und Beschreibung von bestehenden und alternativen Steuerungsmaßnahmen zur Verringerung oder Vermeidung von Entwicklungen, die den Erhalt des Geosystems Wattenmeer in seiner heutigen Form und Ausdehnung gefährden können (vgl. hierzu Kapitel 3 des Abschlußberichts);
- Anwendung auf ausgewählte repräsentative Teilabschnitte des Wattenmeeres und/oder auf modellhaft vereinfachte Gebiete (vgl. hierzu Kapitel 5 des Abschlußberichts) sowie Beurteilung derer Folgen mittels Prozess-Reaktionsanalysen (vgl. hierzu Kapitel 6, 7 und 8 des Abschlußberichts);
- Bewertung denkbarer Maßnahmen auf der Basis des o.g. Leitzieles im Hinblick auf Kosten, Nutzen, Umweltverträglichkeit, Nachhaltigkeit und Akzeptanz bei der Bevölkerung (vgl. hierzu Kapitel 3 und 9 des Abschlußberichts);

1.2 Zeitplan

ZEITPLAN "Programme zur langfristigen Erhaltung des Wattenmeeres - PROWATT"

Monate ab Projektbeginn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Datenbeschaffung, Datenaufbereitung und Dateneingabe in GIS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Literaturrecherche und Analyse der bisherigen Morphologie	x	x	x	x	x	x	x	x	x																							
Prognose der Morphologie bei vorgegebenen hydrologischen Szenarien																																
Definition und Beschreibung von Steuerungsmaßnahmen																																
Anwendung der Steuerungsmaßnahmen und Wirkungsanalyse																																
Bewertung der Steuerungsmaßnahmen																																
Projektsynthese und Endbericht																																

1.3 Finanzieller Rahmen

Das Forschungsvorhaben MTK0608 wurde in dem im Zuwendungsbescheid zugewiesenen finanziellen Rahmen beendet.

2. Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogramms

Das BMBF fördert Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Rahmen der Arbeit des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI). Seine Forschungsziele legte das KFKI im Jahre 2001 im Forschungskonzept für das Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen dar. Als Forschungsgegenstand werden hier Transport- und Formänderungsprozesse in den Küstengewässern, insbesondere im Wattenmeer genannt. Als weiteres wesentliches Sachthema des Konzeptes wird das integrierte Küstenmanagement genannt und hier betont, dass Kenntnisse über die morphologische Entwicklung der Küstenzonen eine wesentliche Grundlage für deren Management sind.

In der vom BMBF geförderten und vom Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg herausgegebenen Schrift „Die Nordsee, Gefährdungen und Forschungsbedarf“ wird unter anderem die intensive Überwachung der Veränderungen der Küste als Forde-

rung an die Forschung erhoben.

Mit dem Projekt PROWATT wurden weitere Grundlagen zur morphologischen Entwicklung des Wattenmeeres geschaffen. Mit Hilfe des Einsatzes geographischer Informationssysteme wurden bisher angewandte Verfahren zur Veränderung der Wattmorphologie bei geänderten Randbedingungen überprüft, und mit einem neu entwickelten Verfahren wurden Beiträge zu einer Prognose der künftigen Entwicklung auch unter geänderten Randbedingungen, geschaffen.

Das Projekt PROWATT lieferte insofern einen Beitrag zu den Aufgaben und Anforderungen der Küstendienststellen des Bundes und der Länder sowie der Wissenschaft.

3. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse des Vorhabens

Der wissenschaftliche Erfolg des Vorhabens wurde unter Ziffer 2 angesprochen. An Nebenergebnissen ist insbesondere zu erwähnen, dass zahlreiche analog vorliegende Ergebnisse der Küstenvermessung digitalisiert und für ein GIS homogen aufbereitet wurden, so dass diese Daten auch für weitere Untersuchungen und Forschungsvorhaben zur Verfügung stehen. Dabei wurde unter anderem die Erfahrung gesammelt, dass nicht nur die Qualität der verwendeten Rohdaten wichtig für die erfolgreiche Durchführung morphologischer Projekte ist, sondern das auch eine automatische Qualitätssicherung der Digitalisierarbeiten von großem Vorteil wäre. Die Durchführung eines Forschungsvorhabens, das u.a. diese Qualitätssicherung zum Inhalt hat und für das zurzeit von anderer Seite eine Förderung beantragt wird, wird aus dieser Sicht ausdrücklich gewünscht.

3.1 Wissenschaftliche Ergebnisse des Vorhabens

Das Ziel des Projektes bestand einerseits darin, die bisherige Entwicklung des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres vorzustellen und Aussagen über die zukünftige Entwicklung zu erarbeiten. Andererseits sollten Programme zur langfristigen Erhaltung des Wattenmeeres in seiner heutigen Form und Ausdehnung, vorwiegend bei geänderten Klimabedingungen, entwickelt werden.

Im Hinblick auf die Entwicklung von Programmen zur langfristigen Erhaltung des Wattenmeeres in seiner heutigen Form und Ausdehnung ist zu bemerken, dass die Programme zum Küstenschutz gerade aktuell im Jahr 2001 im neuen Generalplan Küstenschutz festgelegt

wurden. Dort sind in nächster Zeit keine größeren, flächenhaften Maßnahmen wie Vor- oder Rückdeichungen oder Verbindungsdämme vorgesehen, weil momentan keine Notwendigkeit hierfür gesehen wird. Die in Schleswig-Holstein eingesetzten Küstenschutzmaßnahmen wurden deshalb zuerst einmal im Abschlußbericht ausführlich in Kapitel 3 diskutiert, um anschließend beispielhaft die Auswirkungen einer flächenhaften Küstenschutzmaßnahme – der Vordeichung des Beltringharder Kooges und des Dithmarscher Speicherbeckens – zu analysieren. Die Untersuchung musste auf flächenhafte Küstenschutzmaßnahmen beschränkt bleiben, weil bei einer GIS-gestützten Analyse nur flächenhafte Phänomene bearbeitet werden können.

Es wurde mit Hilfe einer hierarchischen Clusteranalyse festgestellt, dass fast alle Tidebecken Schleswig-Holsteins durch die Analyse der drei „typischen“ Tidebecken Hoogeloch, Piep und Norderhever-Heverstrom in ihren charakteristischen Eigenschaften abgedeckt werden. Deshalb wurden diese Tidebecken stellvertretend analysiert.

Bei der Analyse der bisherigen Entwicklung der drei Tidebecken wurde festgestellt, dass die Priele in der Regel eine Zunahme der Tiefen aufweisen. Dies ist insofern nachzuvollziehen, weil der Tidenhub im Untersuchungszeitraum in allen Becken zugenommen hat. Eine Zunahme des Tidenhubes hat zur Folge, dass pro Tide mehr Wasser in das Tidebecken ein- und ausströmt. Da dieses in der gleichen Zeitspanne (Tidedauer bleibt konstant) geschehen muss, erhöhen sich die Tideströmungsgeschwindigkeiten in den Prielen, so dass verstärkt Sediment erodiert werden kann.

Diese Entwicklung wird nur dann in den Tidebecken unterbrochen, wenn ein flächenhafter baulicher Eingriff wie z. B. eine Vordeichung das Becken verkleinert. In diesem Fall reduziert sich der Flutraum und somit auch das Flutvolumen (Tideprisma). Infolgedessen nehmen die Strömungsgeschwindigkeiten ab. Da der Querschnitt eines Prieles in direktem Zusammenhang mit der ihn durchfließenden Wassermenge steht, ist klar, dass bei einer Abnahme der in den Priel ein- und ausströmenden Wassermenge der Querschnitt des Prieles zu groß ist und Sedimentation einsetzt. In diesem Fall findet besonders in den betroffenen Teilbecken zumindest zeitweise eine Sedimentation in den Prielen statt. Die Sedimentation muss solange anhalten bis der Querschnitt dem neuen Tideprisma entspricht.

Die Entwicklung der Wattflächen weist in allen untersuchten Tidebecken einen einheitlichen Trend auf. Bei dem von anthropogenen Eingriffen unbeeinflussten Tidebecken Hoogeloch ist eine Abnahme der Wattflächen gegeben. Da der Anteil der Wattfläche an der Gesamtfläche jedoch mit 84 % im Jahr 1992 immer noch sehr hoch ist, kann davon ausgegangen werden, dass dieses Tidebecken im Hinblick auf einen weiteren Meeresspiegelanstieg in naher Zukunft keine dramatischen Entwicklungen erwarten lässt.

Bei den großen Tidebecken Piep und Norderhever-Heverstrom nehmen die Wattflächen ebenfalls ab. Das Tidebecken der Piep (54 % im Jahr 1991) weist jedoch im Vergleich zum Norderhever-Heverstrom (46 % im Jahr 1990) einen höheren Anteil der Wattfläche an der Gesamtfläche auf. Zudem ist insgesamt das Höhenniveau der Wattflächen in der Piep mit 1.69 m (1991) im Hinblick auf einen Meeresspiegelanstieg bezüglich einer möglichen Pufferfunktion günstiger als im Norderhever-Heverstrom mit lediglich 1.49 m (1990). Betrachtet man die Entwicklung der Wattflächen in den Teilbecken, dann ist diese sehr stark an die Vordeichungen gekoppelt. Ist das Teilbecken direkt flächenhaft von der Vordeichung betroffen, so nimmt der Anteil der Wattflächen unmittelbar nach der Eindeichung stark ab, weil gerade diese hohen Bereiche eingedeicht werden. In den Teilbecken der Piep konnte festgestellt werden, dass der Anteil der Wattflächen nach den Eindeichungen und auch die charakteristische Wathöhe im Anschluss daran wieder zunahm. Dies weist auf eine ausreichende Sedimentverfügbarkeit im Dithmarscher Wattenmeer hin.

Im Gegensatz dazu wurde im Tidebecken Norderhever-Heverstrom eine dramatische Abnahme der Perzentilwerte der Wattflächen festgestellt, die sich nicht nur auf das von der Vordeichung des Beltringharder Kooges betroffene Teilbeckens Holmer Fähre beschränkt. Durch die verstärkte Umströmung der Insel Pellworm kam es zu Erosionen der umliegenden Wattbereiche (MELFF 1981), so dass im Teilbecken des Strandleys eine Erklärung für die Abnahme gegeben ist.

Eine weitere Erklärung für die drastische Abnahme der Wathöhen zwischen 1974 und 1990 für die Teilbecken, die nicht von der Vordeichung direkt betroffen sind, kann darin gesehen werden, dass aufgrund des höheren Tidenhubes der Seegang und die Tidenströmungsgeschwindigkeiten auf den Wattflächen zugenommen haben und somit eine flächenhafte Erosion stattgefunden hat. Diese Vermutung wird durch EHLERS (1988) unterstützt, der die hydrologischen und morphologischen Konsequenzen der Abdämmung der Zuider Zee in den Niederlanden aufzeigt. Durch die Vordeichung bzw. Abdämmung hat sich der Tidenhub dort um bis zu 50 cm erhöht und die Tidenströmungen haben sich geändert, was sich v. a. in einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit um 10 % - 26 % bemerkbar gemacht hat. Es haben sich demnach die Strömungsgeschwindigkeiten nicht nur in den Prielen erhöht, sondern auch auf den Wattflächen, so dass in beiden Bereichen infolgedessen Erosionen auftreten können.

Wendet man die Vorgehensweise von MISDORP et al. (1990) auf die drei schleswig-holsteinischen Tidebecken Piep, Hoogeloch und Norderhever-Heverstrom an, so lässt sich feststellen, dass es sich bei den nordfriesischen Tidebecken Hoogeloch und Norderhever-Heverstrom um Tidebecken handelt, die normalerweise einen geringen Anteil an Inter- und Supratidalflächen an der Gesamtfläche aufweisen. Bei einem beschleunigten Meeresspiegel-

anstieg käme es zu einer Sedimentation im Seegatt und in den Prielen, hingegen auf den Wattflächen Erosion vorherrschen würde. Dies würde zu einer Beschleunigung in der Zunahme des Tideprismas führen, bis sich ein neues Gleichgewicht eingestellt hat.

Das dithmarscher Tidebecken Piep hat in Relation zur Gesamtfläche einen hohen Anteil an Inter- und Supratidalfläche und der Seegattquerschnitt ist im Verhältnis zum Tidevolumen zu klein. Deswegen nimmt die Strömungsgeschwindigkeit zu, was zu einer Erosion im Seegatt und in den Prielen führt. Auf den Wattflächen ist dagegen Sedimentation möglich. Durch die Sedimentation im Intertidal nimmt das Tidevolumen langsam ab, bis sich wiederum ein neues Gleichgewicht einstellt.

Es ist v. a. bei dem Tidebecken Hoogeloch deutlich geworden, dass die Vorgehensweise von MISDORP et al. (1990) sich für dieses Tidebecken nicht gut eignet. Auch die im Voraus getroffenen Annahmen schränken die Aussagen über die zukünftige Entwicklung des Tidebeckens ein. Wie MISDORP et al. (1990) bereits selbst festgehalten haben, ist nicht davon auszugehen, dass erst nach der Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs die Reaktion der Morphologie folgt. In der Natur werden vielmehr beide Prozesse simultan verlaufen. Die weiteren Einschränkungen, dass der Tidenhub bei einem Meeresspiegelanstieg gleich bleibt und die Geometrie des Tidebeckens sich ebenfalls nicht ändert, sind ebenfalls nicht realistisch.

Deshalb wurde in dieser Arbeit ein neues Verfahren vorgestellt, dass auf Basis der bisherigen Tiefenwerte der einzelnen Vermessungen eine zukünftige Geometrie des Tidebeckens statistisch hochrechnet. Zudem wird bei der Berechnung der Beckenparameter ein Meeresspiegelanstieg berücksichtigt, der sich auf die Vorhersagen des IPCC-Szenarios von 2001 stützt. Es hat sich herausgestellt, dass dieser Ansatz generell geeignet ist, um Trendaussagen über die zukünftige Entwicklung eines Tidebeckens bei einem Meeresspiegelanstieg zu machen. Die Qualität der Hochrechnung wurde für jedes Tidebecken durch einen Vergleich des letzten gemessenen mit dem auf diesen Zeitpunkt hochgerechneten Wert abgeschätzt. Die Abweichungen bei einer linearen Anpassung der Beckengeometrie ist mit in der Regel bis maximal 10% in einem Rahmen, der für zukünftige Aussagen über die morphologische Entwicklung eines Tidebeckens akzeptiert werden kann. Das Ziel dieser Hochrechnung war lediglich die Formulierung tendenzieller Aussagen über die zukünftige Entwicklung, was mit diesem Ansatz erreicht worden ist.

4. Fortschreibung des Verwertungsplans

4.1 Erfindungen/Schutzrechte

Schutzrechte wurden nicht erteilt oder in Anspruch genommen. Die Forschungsergebnisse und die verwendeten Daten stehen grundsätzlich der Allgemeinheit zur Verfügung.

4.2 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Eine wirtschaftliche Verwendung der Forschungsergebnisse war nicht vorgesehen, so dass Aussagen hierzu entfallen.

4.3 Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Ein methodisch verwandtes Anschlussprojekt ist nicht vorgesehen. Dieses Projekt ist vielmehr als Nachfolgeprojekt des am Forschungs- und Technologiezentrum Westküste in Büsum durchgeführten Projektes „Modelluntersuchungen zur morphologischen Stabilität des Wattenmeeres bei einem beschleunigten Meeresspiegelanstieg“ (MTK 0569) anzusehen. Im Rahmen des Projektes „PROWATT“ wurden jedoch Verfahren, wie die Hauptkomponentenanalyse und Methoden für die Hochrechnung künftiger Entwicklungen angewandt und erarbeitet, die für vergleichbare Aufgaben eingesetzt werden können. Schließlich bieten die digitalisierten Daten der Wattvermessung eine willkommene und bereits in Anspruch genommene Grundlage für morphologische Forschungsvorhaben auf numerischer Basis.

5. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Als eines der wissenschaftlichen Arbeitsziele wurde die Anwendung der Forschungsergebnisse auf ausgewählte repräsentative Teilabschnitte des Wattenmeeres und/oder auf modellhaft vereinfachte Gebiete genannt. Die Alternative der Anwendung auf modellhaft vereinfachte Gebiete konnte nicht umgesetzt werden, weil das gewählte Verfahren letztlich empirisch/statistischer Art ist und auf modellhaft vereinfachte Gebiete nicht übertragen werden konnte. Hierfür wären hydro-/morphodynamisch-numerische Verfahren einzusetzen, die nicht Gegenstand des Vorhabens waren.

Allerdings konnte durch das statistische Verfahren der Clusteranalyse nachgewiesen werden, dass die in diesem Projekt ausgewählten Tidebecken stellvertretend auch für andere Gebiete im schleswig-holsteinischen Wattenmeer analysiert werden können (vgl. hierzu Kapitel 5.3 des Schlussberichts).

6. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Ergebnisse des Projektes werden u.a. im Seminar des KFKI zum Küsteningenieurwesen im Herbst 2002 Fachleuten vorgestellt werden. Die erarbeiteten Ergebnisse werden grundsätzlich bei Bedarf für Präsentationszwecke zur Verfügung gestellt.

7. Die Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung

Finanzierungs- und Zeitplan wurden eingehalten. Der Bedarf an Fördermitteln lag geringfügig unter der Zuwendungssumme.