

Neue Beobachtungen und kritische Bemerkungen zur Frage der „Küstensenkung“*)

Von Ernst Dittmer

Inhalt

| | |
|--|----|
| I. Einleitung | 29 |
| II. Krustenbewegungen in älteren Formationen | 30 |
| III. Entwicklungsgeschichte und Niveauveränderungen in der Nacheiszeit | |
| A. Die wirksamen Faktoren | 31 |
| B. Die Typen der Sedimentationsräume | 32 |
| C. Der Mensch als geologischer Faktor, Besiedlung und Bedeichung, ihre Folgen und Bedeutung für die Senkungsfrage | 34 |
| IV. Folgerungen für die Frage der „Küstensenkung“ | 40 |
| V. Niveauveränderungen durch Ansteigen des Wasserspiegels | 41 |
| VI. Zusammenfassung | 41 |
| VII. Schriftenverzeichnis | 42 |

I. Einleitung

Vor mehr als fünfzig Jahren begann SCHÜTTE seine bekannte Theorie der Küstensenkung aufzubauen. Durch eine große Anzahl von Veröffentlichungen, auch in der Tagespresse, ist SCHÜTTE's Lehre schnell volkstümlich geworden, während sich die wissenschaftlichen Stellungnahmen weder in der breiten Öffentlichkeit noch überall in Fachkreisen durchsetzen konnten. DIENEMANN und SCHARF (1931) unterzogen alle bis dahin vorliegenden Ansichten und Berechnungen einer eingehenden Kritik, kamen aber letztthin nicht zu einer endgültigen Klärung und einer gemeinsamen Auffassung. SCHÜTTE versuchte seine Theorie in einer umfangreichen Arbeit (1935), die eine Fülle sorgfältig gesammelter Beobachtungen enthält, weiter zu untermauern. Seine Auffassungen werden insbesondere von Heimatforschern meist ohne eingehende Kritik übernommen. Das führte schließlich dazu, neue Beobachtungen der Senkungskurve von SCHÜTTE anzupassen. Der Einfluß SCHÜTTE's auch auf die geologische Forschung ist unverkennbar.

Neuen Auftrieb erhielt die Senkungstheorie vorübergehend, besonders in Nordfriesland, durch die Arbeiten von HECK (1936), der die Ursachen und Erscheinungen der Küstensenkung über größere geologische Zeiträume zurückverfolgen zu können glaubte. HECK kam zu dem Schluß, Nordfriesland sei zur Senkung prädestiniert, Landgewinnung in diesem Küstengebiet sei daher sinnlos. Dieser Auffassung trat der Verfasser schon 1941 und 1948 mit inzwischen erarbeiteten besseren Grundlagen entgegen.

Seit der Errichtung der Forschungsstelle Westküste im Jahre 1934 sind in der Erforschung der Küsten- und Marschengeologie in Schleswig-Holstein bedeutende Fortschritte erzielt worden. In den letzten Jahren wurden die Untersuchungen im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgung der Marschen auch auf das Jungtertiär ausgedehnt. Die Geophysik (WEBER 1958) brachte einen guten Einblick in die Lagerungsverhältnisse des tieferen Untergrundes. Frühere Ansichten über die tektonische Stellung unserer Küstengebiete wurden in-

*) Nach einem Vortrag auf der 3. Arbeitstagung des Küstenausschusses Nord- und Ostsee am 15. Oktober 1959 in Bremen.

zwischen weitgehend revidiert. Schließlich haben die Fortschritte auf dem Gebiete der Pollenanalyse und der Marschenarchäologie der Marschengeologie wertvolle Hilfe geleistet. Es sei vor allem auf die Arbeiten von BANTELMANN, HAARNAGEL und GROHNE hingewiesen. Außerdem führten bisher nicht veröffentlichte Untersuchungen des Verfassers über die Zuverlässigkeit älterer schriftlicher Überlieferungen zu einer bedeutsamen Revision der bisherigen Anschauungen hinsichtlich der Bedeichungs- und Besiedlungsgeschichte unserer Marschen.

Die Bedeutung des Menschen als geologischer Faktor in der jüngeren Entwicklungsgeschichte der Marschen ist zwar schon früh, vor allem von WEGNER (1931), aber doch nicht in ihrem vollen Ausmaß gewürdigt worden.

II. Krustenbewegungen in älteren Formationen

Das norddeutsche Küstengebiet mit seinen mächtigen mesozoischen, tertiären und quartären Ablagerungen schwimmt sozusagen auf den plastischen Salz- und Tonabsätzen des Rotliegenden und Zechsteins. Sedimentation und tektonische Ursachen haben zur Bildung von Salzdomen und langgestreckten Salinarstrukturen geführt, wobei ähnlich wie bei Grundbrüchen die jüngeren Absätze in die Tiefe sanken und das Salz teilweise bis an die Oberfläche aufgequetscht wurde. Relativ starre Blöcke und Schwellen mit nur schwachen Aufwölbungen und Mulden wechseln mit sehr labilen Zonen ab, in denen noch in jüngerer Zeit (Tertiär) ungewöhnlich mächtige Absätze das Salz im Untergrund verdrängten.

An einem Beispiel soll jedoch gezeigt werden, wie gering im Ausmaß diese Absenkungen sind, sobald man nicht mit geologischen Zeiträumen, sondern mit Jahren und Jahrhunderten rechnet. Zwischen dem westholsteinischen Abbruch, einer SW-NO verlaufenden Störungslinie, und der Salinarstruktur von Heide—Süderstapel liegt der tiefe Untereidertrog, der allein 3000 m mächtige tertiäre Sedimente aufgenommen hat. Vorausgesetzt, daß das gesamte Tertiär entwickelt und die Absenkung gleichmäßig erfolgt ist, so würde sich ein Senkungsbetrag von nur 5 mm im Jahrhundert errechnen. Selbst wenn man annimmt, daß Zeiten der Ruhe mit solchen stärkerer Bewegung gewechselt hätten, würden sich höchstens Beträge von einigen Zentimetern ergeben. Für andere Gebiete, in denen schon untermiozäne Absätze ungestört nur wenig unter der heutigen Oberfläche liegen, ist die Veränderung des heutigen Wasserspiegels gegenüber dem vor vielen Millionen Jahren nur gering. Immerhin zeigen alle Untersuchungen, daß die Veränderungen selbstverständlich und das Normale im erdgeschichtlichen Geschehen sind.

Die neueren Untersuchungen über die Lagerungsverhältnisse des Jungtertiärs in Schleswig-Holstein (DITTMER 1957, 1959) haben zwar den Nachweis erbracht, daß bis zu seinem Ausgang noch Beziehungen zwischen Salztektonik und Entwicklungsgeschichte der Vorgängerin der heutigen Nordsee bestanden haben, aber die miozänen Trans- und Regressionen lassen nicht darauf schließen, daß die Hebungs- und Senkungsbeträge auch nur annähernd das erreichen, was wir unter säkularer Küstensenkung verstehen.

GRIPP (1952), ILLIES (1953) und PICARD (1958) haben Beziehungen zwischen Salzbewegung und Eismechanik während des Pleistozäns festgestellt. Für die erheblichen Lagerungsstörungen, die HECK (1936) für die letzteiszeitlichen Schmelzwassersande und die junginterglazialen Eemabsätze konstruierte, konnte vom Verfasser (DITTMER 1941) nachgewiesen werden, daß sie durch Erosionsvorgänge und die unbrauchbare Anwendung der Pollenanalyse bei marinen Sedimenten vorgetäuscht sind. In neuerer Zeit konnten erstmalig an mehreren Stellen die die eemzeitliche Transgression abschließende Marschkleidecke und darüber liegendes Moor aufgezeigt werden. Die höchsten Absätze des damaligen Strandes liegen heute in der Nähe von Leck

bei etwa -7 m NN (DITTMER 1954), der Marschklei in der Mitte der Nordfriesischen Rinne infolge der großen Mächtigkeit toniger Absätze wegen der eingetretenen Setzungen um rund 2 m tiefer. Da die letzte Zwischeneiszeit allgemein ein wärmeres Klima hatte als die Nacheiszeit selbst während des Atlantikums, hätte der Meeresspiegel eigentlich höher gelegen haben müssen als der heutige. Es scheint demnach, als ob seit dem Höhepunkt der letzten Zwischeneiszeit eine positive Niveaushiftung und echte Senkung von wahrscheinlich mehr als 7 m eingetreten ist. Da seit dem Ende der Eemzeit mindestens 60 000—80 000 Jahre vergangen sind und die Niveauperänderung wohl im Zusammenhang mit der letzten Vereisung stattfand, also an deren Ende abgeschlossen war, ist auch diese Beobachtung für die aktuelle Frage der Küstensenkung nicht von wesentlicher Bedeutung. Wichtig ist jedoch die Feststellung, daß der Meeresspiegel in der letzten Zwischeneiszeit ohne größere Schwankungen bis zu einem Höhepunkt beim Klimaoptimum anstieg und danach wieder bis zum Maximum der nächsten Vereisung fiel.

III. Entwicklungsgeschichte und Niveauperänderungen in der Nacheiszeit

A. Die wirksamen Faktoren

Die seit 25 Jahren planmäßig betriebenen und intensiv geförderten Forschungsarbeiten zur Geologie der Küstengebiete haben aufgezeigt, daß folgende Faktoren die nacheiszeitliche Entwicklungsgeschichte entscheidend beeinflussen haben:

1. die Oberflächengestaltung am Ende des Spätglazials,
2. Verlauf und Ausmaß der eustatisch bedingten Niveauperänderungen,
3. der Mensch.

Am Ende der letzten Vereisung befanden sich im Bereich des heutigen Marschen- und Küstengebietes folgende Formen: a. die breiten und tiefen Schmelzwassertäler der Elbe, Eider und Treene, b. die fast ebenso tiefen aber schmalen Schmelzwasserrinnen in Nordfriesland

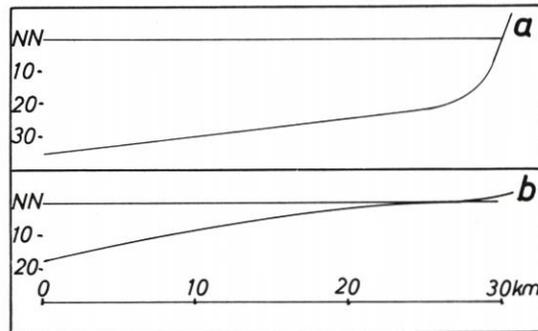


Abb. 1. Spätglaziale Oberflächen;
a) im Elbmündungsgebiet; b) in Nordfriesland

und die ähnlich gestalteten Flußtäler in Ostfriesland, c. die hochliegenden Sanderflächen Nordfrieslands und die ähnlich hochgelegenen Flugsanddecken und Moränen Ostfrieslands (Abb. 1).

Verlauf und Ausmaß der Niveauperänderungen werden heute von den meisten Forschern als Auswirkungen des Abschmelzens des Gletschereises angesehen. Die Form der Kurve des Wasserspiegelanstiegs ist erstmalig in einer Zusammenfassung der Ergebnisse pollenanalytischer Arbeiten von NILSSON (1948) recht zutreffend gezeichnet worden. Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Standes der Untersuchungen, auf die weiter unten noch eingegangen wird, verläuft die Kurve etwa folgendermaßen: von 6000 bis 3000 v. Chr. erfolgt der Anstieg sehr schnell, von da an verlangsamt er sich, von 2000 v. Chr. bis kurz vor Chr. G., zu welchem Zeitpunkt ein offenbar bisher nicht wieder erreichter Höchststand eintrat, war der Anstieg nur noch sehr gering. In den letzten 2000 Jahren hat es offenbar in Abständen von 300 bis 500 Jahren im Zusammenhang mit Klimaschwankungen geringe Ausschläge nach oben und unten um einen

Wasserstand gegeben, der vom heutigen nicht wesentlich abweicht. Differenzen zwischen niedrigstem und höchstem Wasserstand in dieser Zeit erreichen dabei zweifellos nicht die Meter-Grenze (vgl. BENNEMA 1954).

B. Die Typen der Sedimentationsräume

Die oben aufgezeigten Faktoren haben in dem ersten längeren Zeitraum der Nacheiszeit, der noch die ganz natürliche Entwicklung umfaßt, zur Bildung zweier sehr unterschiedlicher Faziesbereiche geführt, nämlich dem stärker marin beeinflussten Elb- und Eidermündungsgebiet und den überwiegend brackisch ausgebildeten übrigen Bezirken der Nordseeküste.

Je breiter eine Hohlform ist und je schneller der Wasserspiegelanstieg erfolgt, um so stärker ist der marine Einfluß, desto weiter flußaufwärts erstreckt sich der brackische Bereich. So führte die Flandrische Transgression, die gegen 6000 v. Chr. die heutige Deutsche Bucht erreichte, zur Ablagerung von echten Nordseesedimenten mit *Corbula gibba*, *Nucula nitida* u. a. in Dithmarschen und Eiderstedt, da der Wasserspiegelanstieg bald das Ausmaß der Sedimentation überschritt (DITTMER 1938, 1952). Schon früh wurde in Dithmarschen der auf — 20 m NN steil abfallende Geestrand erreicht. Im weiteren Verlauf folgen Abrasion an Geestvorsprüngen und die Bildung einer Hakenküste (DITTMER 1938). In diesem Zeitraum wurden in Geestrandnähe grobe, wenig setzungsfähige Sande abgelagert. Gleichzeitig oder nur wenig später setzte die Sandwanderung in die Deutsche Bucht ein, welche die tonige Fazies des Altholozäns ablöste. Da ein großer Raum von ungeheuren Mengen Sand aufzufüllen war, dauerte es verhältnismäßig lange, bis aus der offenen See die Anfänge eines Wattenmeeres wurden. Eine Verlandungstendenz läßt sich für diese Zeit nur in den von den Haken und Nehrungen weitgehend abgeschnürten Buchten erkennen.

Bis zum Beginn der frühen Bronzezeit, als sich in einem schmalen Streifen entlang dem Geestrand die ersten Marschen bildeten, verlief die Entwicklung unter der Einwirkung kräftiger Gezeiten, Seegang und Brandung, so daß der Gesamtaufbau des Holozäns in Dithmarschen und im südlichen Eiderstedt verhältnismäßig stabil wurde. Nirgends finden sich Moore und weiche brackische Ablagerungen eingeschaltet. Einen ziemlich ähnlichen Aufbau gibt es nur noch im äußersten Norden in einem Gebiet, das sich von Nord-Sylt bis zur äußeren Wiedingharde erstreckt und von dem ziemlich breiten und tiefen Wiedautal vorgezeichnet ist. Hier wurde in den 6—8 m tiefen Entnahmestellen für die Aufspülung des Deichkerns des Friedrich-Wilhelm-Lübke-Kooges die Schnecke *Bittium reticulatum* und die Muschel *Cardium exiguum* beobachtet, was darauf hindeutet, daß dort noch im jüngeren Holozän eine offene Meereshöhe lag.

Sowohl im südlichen Eiderstedt als auch in Dithmarschen sind bis in die Zeit um Chr. G. hochgelegene Marschen entstanden, die heute noch eine Höhe von 1 bis 2 m über NN besitzen. Sie sind in den letzten 2000 Jahren höchstens gelegentlich überflutet worden. Zur Bildung einer jungen Marsch über der alten ist es ebensowenig gekommen wie zu größeren Landverlusten. Einige Veränderungen hat es nur an der mäandrierenden Untereider gegeben.

Infolge der marin beeinflussten Entwicklung sind die nachträglich eingetretenen Setzungen trotz der oft erheblichen Mächtigkeit des Holozäns verhältnismäßig gering geblieben. So ist der bei der Erörterung der Senkungsfrage störende Faktor der Setzung weitgehend ausgeschaltet.

In den übrigen Gebieten der deutschen Küste verlief die Entwicklung wesentlich anders. Sowohl in den tiefen, aber schmalen Tälern, in welche die Nordsee früh und schnell eindrang, als auch über den höher liegenden und flach ansteigenden Sandern und Flugsanddecken Nord- und

Ostfrieslands, selbstverständlich auch in allen von der offenen See weit entfernten Niederungen, nahm die Brackwasserfazies von vornherein einen breiten Raum ein. Im Mündungsgebiet der Flüsse und am Außenrand des heutigen Wattenmeeres, wo die Gesamtmächtigkeit des Holozäns 10 bis 12 m überschreitet, läßt sich zwar noch ein gewisser mariner Einfluß nachweisen. Er verliert sich jedoch immer mehr zugunsten der Sedimente, die vom sehr weichen Brackwasserton, Fein- und Grobdetritusgyttjen über den Darg (Ton mit wechselndem Schilfanteil) bis zum nahezu reinen Schilftorf reichen. Während die äußeren Teile der überfluteten Gebiete sehr bald den Charakter eines Wattenmeeres annahmen, bildeten sich in einem viele Kilometer breiten Streifen vom Geestrand und in den Flußniederungen ausschließlich brackische Sedimente. Nirgends erreichte die Nordsee den Geestrand. Die Gezeitenerscheinungen nahmen von der See landwärts ab, Seegang und Brandung waren zumindest in den ausgedehnten Schilfsümpfen weitgehend ohne Einfluß (Abb. 2).

Im Gegensatz zum Elb- und Eidermündungsgebiet setzte die Verlandung früh und großräumig ein. An der Gren-



Abb. 2. Zustand der Westküste Schleswig-Holsteins vor der Entstehung der Alten Marsch (2500 v. Chr.)

ze Jüngere Steinzeit/Bronzezeit zeigten Marsch und Moore an den deutschen Küsten eine Ausdehnung, die seitdem auch nicht annähernd wieder erreicht wurde. Im Norden lag damals die Küste auf der Linie Sylt—Eiderstedt, in Ostfriesland im allgemeinen wohl außerhalb der heutigen Inseln.

Da es weder vorher noch während der Verlandung breite und tiefe Wattströme im heutigen Sinne gegeben hat (Andeutungen finden sich nur in den äußersten Gebieten), waren die natürlichen Entwässerungsverhältnisse ausgesprochen schlecht. Der Tidehub sank in den geestrannnahen Gebieten, in denen sich das von der Geest abfließende Niederschlagswasser staute, zu einem kleinen, nicht näher bestimmbareren Wert ab. Die Folge war, daß sich mit fortschreitender Verlandung die Schilfsumpffazies des Geestrandes über die eben entstandenen Kleimarschen ausdehnten. Es kam zu einer allgemeinen Vermoorung, die bis in die Zeit der planmäßigen Besiedlung und Erschließung andauerte. Dies gilt sicher für den ganzen nordfriesischen Raum. In Ostfriesland dagegen scheint die Moorbildung stellenweise schon durch vorchristliche Meereseinbrüche unterbrochen worden zu sein.

In all diesen Gebieten läßt sich das Mittelidehochwasser für keinen Zeitabschnitt ermitteln. Die Unterschiede im Tidehub zwischen Außenküste und dem äußersten Bereich der ausklingenden Tidewelle waren zweifellos weitaus größer als im heutigen Wattenmeer. Sicher nahm der auch an der Außenküste unbekanntere Tidehub im Gegensatz zu heute landwärts ab.

Entsprechend läßt sich die einstige Höhenlage der während dieser Zeit entstandenen Ablagerungen zum jeweiligen MThw und zu NN nicht genauer bestimmen, zumal auch die Bedingungen für das Anwachsen über MThw hinaus damals andere waren als heute.

Da nun außerdem im größten Teil dieser Gebiete zu verschiedenen Zeiten und in ganz unterschiedlichem Ausmaß noch Setzungen aufgetreten sind, deren Ausgangspunkt nicht mehr zu ermitteln ist, sich außerdem die Gebiete, in denen die Vermoorung bis zum Moos- und Heidetorf weiterging, unabhängig vom Meeresspiegel entwickeln konnten, kommen wir zu dem zwingenden Schluß, daß sie für die Beantwortung der Frage der „Küstensenkung“ ausscheiden. Jeder frühere oder spätere Versuch einer Senkungsberechnung ist oder wäre ein Versuch am untauglichen Objekt.

C. Der Mensch als geologischer Faktor, Besiedlung und Bedeichung, ihre Folgen und Bedeutung für die Senkungsfrage

In den zahlreichen Funden aus der ausgehenden Jungsteinzeit und frühen Bronzezeit lassen sich keine Anzeichen einer eigentlichen Besiedlung der Alten Marsch erblicken. Erst in der römischen Kaiserzeit waren die hochliegenden Uferländer bewohnt. Doch wird man auch zu dieser Zeit kaum von einem wesentlichen Eingriff des Menschen in das natürliche Geschehen sprechen können.

Erst die planmäßige Besiedlung vom 11. Jahrhundert an und die Aufschließung der Marsch- und Mooregebiete, mit der umfangreiche landeskulturelle, insbesondere wasserwirtschaftliche Maßnahmen verbunden waren, sind der Beginn tiefer und folgenschwerer Eingriffe in die natürliche Landschaft.

Es ist unmöglich, von der Gegenwart ausgehend und, befangen in den heutigen Begriffen von Landgewinnung und Marschkultivierung, in die Vergangenheit zurückzugehen, um auf diesem Wege an den Ausgangspunkt zu gelangen. Es gab im 11. Jahrhundert keine Landgewinnung, keine Sommerköge, keine Köge. Die Marsch, die in Besitz genommen wurde, war z. T. seit Jahrtausenden vorhanden. Sie wurde, soweit sie von Mooren bedeckt war, freigelegt. Die Landnahme, soweit sie durch Holländer und Friesen erfolgte, ging nicht

von der Geest, sondern von den an der See hochgelegenen Marschen aus. Die Erschließung weitete sich von den küstennahen Gebieten langsam auf die sumpfigen Niederungen aus. Gegen die See mußte sich der Mensch durch eine Deichlinie schützen. Weitere Deiche in Richtung Geest zu errichten und das in Kultur genommene Land in Köge aufzuteilen, dazu bestand kein Anlaß. Zwar meldet das *Chronicon eiderostadense* die Bedeichung zahlreicher Köge im nördlichen Eiderstedt schon um das Jahr 1000 n. Chr. — und diese Berichte sind bis in die Gegenwart von zahlreichen Forschern übernommen worden —, aber gegen was hätte man z. B. die Deiche des Kirchenkoogs und Junkernkoogs und anderer errichten sollen? Es gab kein Wattenmeer, keine Nordsee im Norden! Die nordfriesischen Marschmoore reichten von Sylt herunter

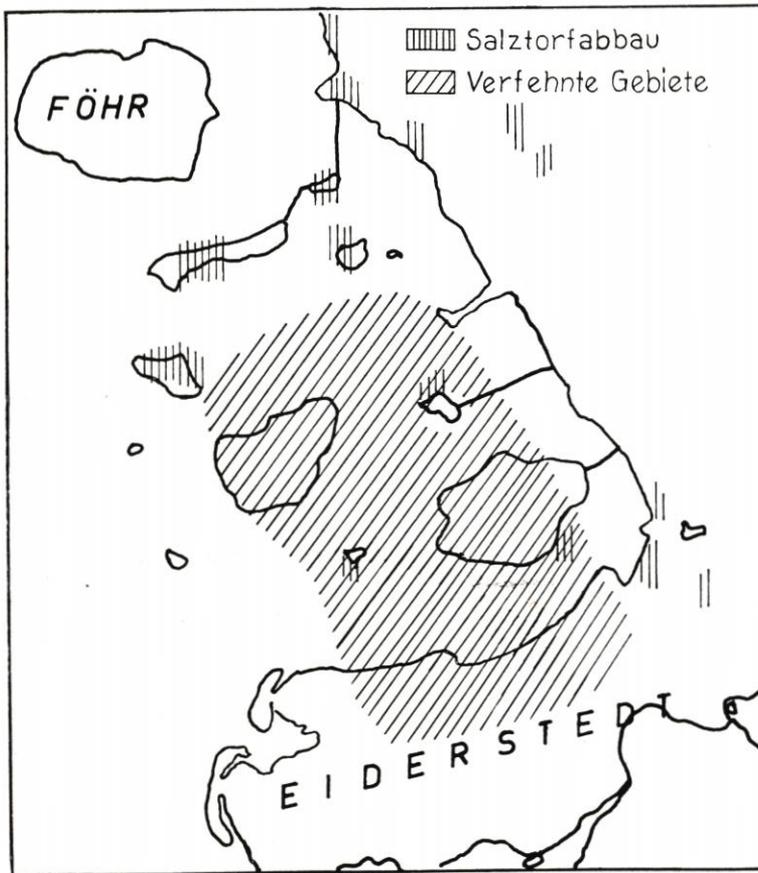


Abb. 3. Torfabbauggebiete in Nordfriesland

nach Süden bis an die alte Nehrung Ordning-Garding und bis nach Oldenswort. Die geologischen Untersuchungen des Verfassers haben ergeben, daß der ursprüngliche Siedlungshorizont in diesen angeblich so früh bedeichten Gebieten genau wie auf Pellworm und Nordstrand auf der steinbronzezeitlichen Landoberfläche liegt, daß auch hier die Torfdecke abgegraben wurde und daß sich nach einer Katastrophe Junge Marsch abgelagerte, auf der die Deiche stehen. Die Köge des nördlichen Eiderstedt müssen also viel jünger sein. Auch hat sich bisher weder in Eiderstedt noch in Nordfriesland ein einziger Deich nachweisen lassen, der mit seinem Kern in die

Frühzeit der Bedeichung zurückgeht. Als einzige alte Reste sind die bei Südfall und südlich Nordstrand aufgefundenen Spuren einer Bedeichung gegen die Hever bzw. Arlau anzusehen.

Die frühe Bedeichung sehr großer Flächen — eine davon erkennen wir im südlichen Eiderstedt — hat sich zweifellos zunächst auf die Gezeitenverhältnisse nicht oder nur unwesentlich ausgewirkt. Marschen und Moore waren auch vorher selbst bei Sturmfluten nicht überflutet worden. Denn die in den alten Warfen enthaltenen vollständigen Torfprofile zeigen nicht die geringsten Anzeichen einer Überflutung.

Diese Erkenntnisse schließen damit schon jede Möglichkeit aus, bisher für richtig oder annähernd zutreffend gehaltene Daten für die Deutungs- und Berechnungsversuche in der Senkungsfrage zu verwenden, da wir von ganz anderen Voraussetzungen ausgehen müssen.

Der erste entscheidende Eingriff in die natürlichen Verhältnisse war der mit der Erweiterung des Lebensraums einhergehende Torfabbau. Die Salztorfgewinnung war an der ganzen deutschen und holländischen Nordseeküste verbreitet und wurde an zahlreichen Stellen nachgewiesen. Der Torfabbau ist vermutlich in Ost- und Westfriesland älter als im Norden, wo er erst nach den ersten mittelalterlichen Einbrüchen möglich wurde. Die Salztorfgewinnung hat zwar auch größere Flächen erfaßt, aber sie reicht über sehr lange Zeiträume bis in das 18. Jahrhundert, und sie wurde nur in nicht bedeichten Gebieten betrieben (Abb. 3).

Einen viel größeren Umfang hat jedoch die mittelalterliche Verfehnung angenommen, d. h. der systematische Abbau des Torfs, der über der steinbronzezeitlichen Marsch lag (DITTMER 1954).

Im schleswigschen Küstengebiet sind nachweislich mehr als 40 000 ha Moor abgebaut worden, davon ein sehr großer Teil bereits bis zum Jahre 1362. Es steht fest, daß dieser Torfabbau nicht der Salzgewinnung diente und der Torf nicht auf freiem Feld verbrannt worden

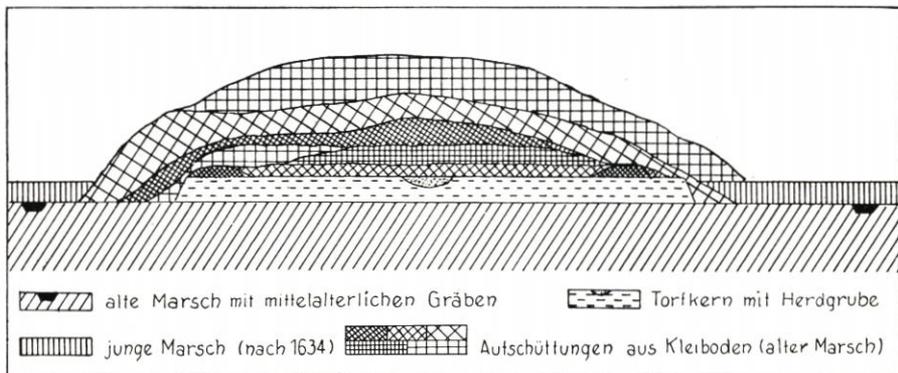


Abb. 4. Querschnitte durch eine Warf (Nordstrand)

ist. Ein geringer Teil wurde zum Hausbau (Torfsodenwände) verwandt, das meiste jedoch als Brenntorf. Bis zu Beginn des 17. Jahrhunderts sind nachweislich auch große Mengen ausgeführt worden (MÜLLER 1936).

Alle Warfen, die vor der Verfehnung angelegt wurden, enthalten einen Torfkern (Abb. 4). Im Jahre 1634 war das riesige Moorgebiet bis auf einen kleinen Rest abgetorft, auf dem sich später die Hallig Nordstrandischmoor bildete. Das Weiße Moor in Dithmarschen ist ebenfalls der Rest eines ehemals weit größeren Moores.

Wenn SCHOTT (1950) die Verfehnung bestreitet und behauptet, die mittelalterlichen Siedlungen Nordfrieslands hätten auf junger Marsch über Moor gelegen, die Kleidecke und der Torf wären später nach den Sturmflutkatastrophen der Erosion zum Opfer gefallen, so ist das

eine durch nichts begründete Anschauung, die alle objektiven Befunde verleugnet. Es hätten dann doch auch alle Kulturspuren vernichtet sein müssen! Tatsächlich aber sind sie noch heute im Wattenmeer sichtbar, die Acker mit Pflugspuren, Weiden mit Andeutungen der ehemaligen Vegetation und Trockenrissen aus dem letzten Sommer vor der Überflutung, Gräben und Sielzüge, Schleusenreste, Hausgrundrisse, Zäune und Wege, Torfreste, in denen man noch die Spateneinstiche erkennt. Und alle diese Spuren liegen an der Oberfläche der Alten Marsch.

Durch die Abtorfung wurde die steinbronzezeitliche Marsch freigelegt, entwässert und kultiviert. Ihre Oberfläche, deren Höhenlage zu NN und zum MThw wir schon zur Zeit ihrer Entstehung nicht einmal kennen, hatte aber im 11. bis 14. Jahrhundert überhaupt keine Beziehungen mehr zum MThw, weil in der Bronze- und frühen Eisenzeit der Wasserspiegel noch angestiegen war, noch nachchristliche Wasserstandsänderungen eingetreten sein können, weil aber vor allem in der Zwischenzeit von rund 3 000 Jahren Setzungen eingetreten waren, die je nach dem Aufbau des Untergrundes sehr unterschiedlich gewesen sein können. Lag die Marschoberfläche schon primär sehr verschieden hoch, so ergaben sich nun noch größere Unterschiede. Denn die Flächen, die in größerer Entfernung von der See verlandet waren und tief lagen, kamen durch die wegen des weicheren Untergrundes stärkere Setzung in eine noch tiefere Lage.

Da die höchsten neolithischen Marschen heute bis zu + 0,5 bis 0,8 m NN erreichen, ein großer Teil aber viel tiefer liegt, muß angenommen werden, daß die meisten der bis 1362 abgetorften Gebiete der Alten Marsch schon damals unter MThw lagen. Um wieviel, ist nicht zu ermitteln.

Es ergibt sich also, daß wir aus der Höhenlage des mittelalterlichen Siedlungshorizonts auf genetisch älterem Boden weder Schlüsse auf die damaligen Wasserstände noch für die Senkungsfrage ziehen können. Wir finden jedoch den Schlüssel zum Verständnis der größten Katastrophe, welche die Nordseeküste je betroffen hat. Im Jahre 1362 ist, abgesehen von einigen noch nicht verfehnten Gebieten — dazu gehören z. B. noch Teile von Nordstrand — des südlichen Eiderstedts und den höheren Teilen Dithmarschens, alles überflutet worden und verloren gegangen. Im nordfriesischen Marschengebiet ist mit Sicherheit nur ein Gebäude erhalten geblieben: die Alte Kirche auf Pellworm (ohne den später errichteten gotischen Turm).

Die Ursachen dieser Katastrophe, die in ihrem Ausmaß bisher unterschätzt wurde, sind einfach zu deuten. Große steinbronzezeitliche Marschflächen waren ihrer sturmflutkehrenden Moordecke beraubt, das landwirtschaftlich genutzte Gebiet lag viel zu tief, unterteilende Köge und Deiche waren nicht vorhanden, nicht abgetorfte Moore waren durch Entwässerung zusammengesunken, die Seedeiche waren schwach und niedrig. Sicherlich hat es sich auch um eine außergewöhnliche Sturmflut gehandelt, sicher ist auch nicht alles in einer einzigen Nacht untergegangen. Aber die ungeheuren Folgen hätten niemals so tiefgreifend werden können, wenn nicht die oben genannten Verhältnisse vorgelegen hätten. Mit der „neuzeitlichen Küsten-senkung“ aber hat die Katastrophe nichts zu tun.

Wie manche Gebiete wirklich ausgesehen haben müssen, zeigt das östliche Eiderstedt zwischen Husum, Witzwort und Treene. Nach WOEBCKEN (1928) war es ein blühendes Land, übersät mit Dörfern. Nach KOOP (1936) sollen zahlreiche Köge in der Umgebung von Koldenbüttel lange vor 1362 eingedeicht worden sein. Eine sorgfältige Nachprüfung ergab, daß nahezu alle angeführten Orts- und Flurnamen erst viel später auftauchen. Das sagenhafte Dorf Dornebüll südlich Schwabstedt in der Treeneniederung hat sich als armselige Moorsiedlung auf ein paar das Holozän durchragenden kleinen Dünenkuppen erwiesen. Tatsächlich war das ganze Gebiet eine sumpfige, fast unzugängliche Landschaft. Kultur- und Nutzungsspuren haben sich noch nirgends gefunden. Siedlungen wie Koldenbüttel lagen auf der höheren schmalen Uferzone der Treene, die damals weder bei Friedrichstadt noch westlich von Seeth-Drage (BUSCH 1936),

sondern bei Reimersbude in die Eider mündete (Abb. 5) Die mäandrierenden Schlingen sind besonders von Büttel an durch unterschiedliche Setzungen wieder deutlich sichtbar geworden. Bohrer und Spaten des Verfassers haben eindeutig nachgewiesen, daß die angeblichen Bedeichungen vor 1362 tatsächlich — wie auch im nördlichen Eiderstedt — viel jünger sind. In allen Kögen ist die alte meist moorige Landoberfläche von junger Marsch in wechselnder Stärke bedeckt und damit auch die wenigen fraglichen Siedlungsplätze. Es ist also kein Wunder, daß von den älteren Anlagen wie etwa der „Mildeburg“ und dem „Mildterdamm“ jede Spur fehlt. Teile dieses Gebiets sind nach 1362 sogar zu Watt geworden. Im Riesbüll-Koog sind die jungen Ablagerungen bis zu 1,70 m stark; im unteren Teil, sandigen Wattabsätzen, finden sich massenhaft ausgewachsene Exemplare von *Macome balthica* und *Cardium edule* in Lebensstellung. Die Verlandung und Bedeichung des Riesbüll-Kooges schon im Jahre 1371, also nur neun Jahre nach der Sturmflut, ist daher unmöglich. So ist auch diese Datierung sicher falsch. Die angeblich alten Deiche aber liegen ausnahmslos auf der Jungen Marsch, sie bestehen selbst aus diesem Boden, der sich natürlich ohne weiteres von dem Darg des Untergrundes unterscheiden läßt.



Abb. 5. Zustand der „Südermarsch“ vor dem Jahre 1362

Rekonstruktionen, oder sie geben viel spätere Zustände wieder. In der bekannten Karte von PETER SAX, der *Clades Rungholtina*, ist außer der vielleicht zutreffenden Lage von Rungholt alles unrichtig. Der Kartograph hat nachweislich viel später entstandene Anlagen in die Zeichnung hineinkomponiert. Damit entfallen weitere bisher für glaubhaft gehaltene Unterlagen der jüngeren Marschengeschichte.

Die Katastrophe von 1362 und ihre Folgeerscheinungen ließen die Nordsee zum ersten Mal in Nordfriesland bis zur Geest vordringen. Ähnliche Auswirkungen hatte die Flut auch in den ost- und westfriesischen Küstengebieten. Die ersten großen Wattströme entstanden, große Gebiete gerieten erstmalig in den Gezeitenbereich. Ungeheure Mengen sandiger und toniger Sedimente wurden in den entstehenden Wattströmen aufgearbeitet und über den untergegangen Kulturlflächen und zusammengesunkenen Mooren abgelagert. Die natürliche Wiederverlandung wurde vermutlich von den Überlebenden gefördert. 1362 ist das Geburtsjahr der „Landgewinnung“, d. h. der Beginn der Bedeichung von Einzelkögen. Von den ersten Koogsbedeichungen wissen wir nichts, zahlreiche Köge im nördlichen und östlichen Eiderstedt, der Alte und Große Koog auf Pellworm werden dazugehören. Die sogenannte Nordereider wird

sondern bei Reimersbude in die Eider mündete (Abb. 5) Die mäandrierenden Schlingen sind besonders von Büttel an durch unterschiedliche Setzungen wieder deutlich sichtbar geworden. Bohrer und Spaten des Verfassers haben eindeutig nachgewiesen, daß die angeblichen Bedeichungen vor 1362 tatsächlich — wie auch im nördlichen Eiderstedt — viel jünger sind. In allen Kögen ist die alte meist moorige Landoberfläche von junger Marsch in wechselnder Stärke bedeckt und damit auch die wenigen fraglichen Siedlungsplätze. Es ist also kein Wunder, daß von den älteren Anlagen wie etwa der „Mildeburg“ und dem „Mildterdamm“ jede Spur fehlt. Teile dieses Gebiets sind nach 1362 sogar zu Watt geworden. Im Riesbüll-Koog sind die jungen Ablagerungen bis zu 1,70 m stark; im unteren Teil, sandigen Wattabsätzen, finden sich massenhaft ausgewachsene Exemplare von *Macome balthica* und *Cardium edule* in Lebensstellung. Die Verlandung und Bedeichung des Riesbüll-Kooges schon im Jahre 1371, also nur neun Jahre nach der Sturmflut, ist daher unmöglich. So ist auch diese Datierung sicher falsch. Die angeblich alten Deiche aber liegen ausnahmslos auf der Jungen Marsch, sie bestehen selbst aus diesem Boden, der sich natürlich ohne weiteres von dem Darg des Untergrundes unterscheiden läßt.

Über den Zustand der Küstengebiete in den Jahrzehnten nach 1362 ist nichts bekannt. Alle Darstellungen sind entweder fantasievolle

durchdämmt, im 16. Jahrhundert Pellworm mit Nordstrand zu jener bekannten hufeisenförmigen Insel verbunden, die kein Überrest der Katastrophe, sondern in ihrem ganzen Bestand eine Neubildung auf altem Sockel ist (Abb. 6).

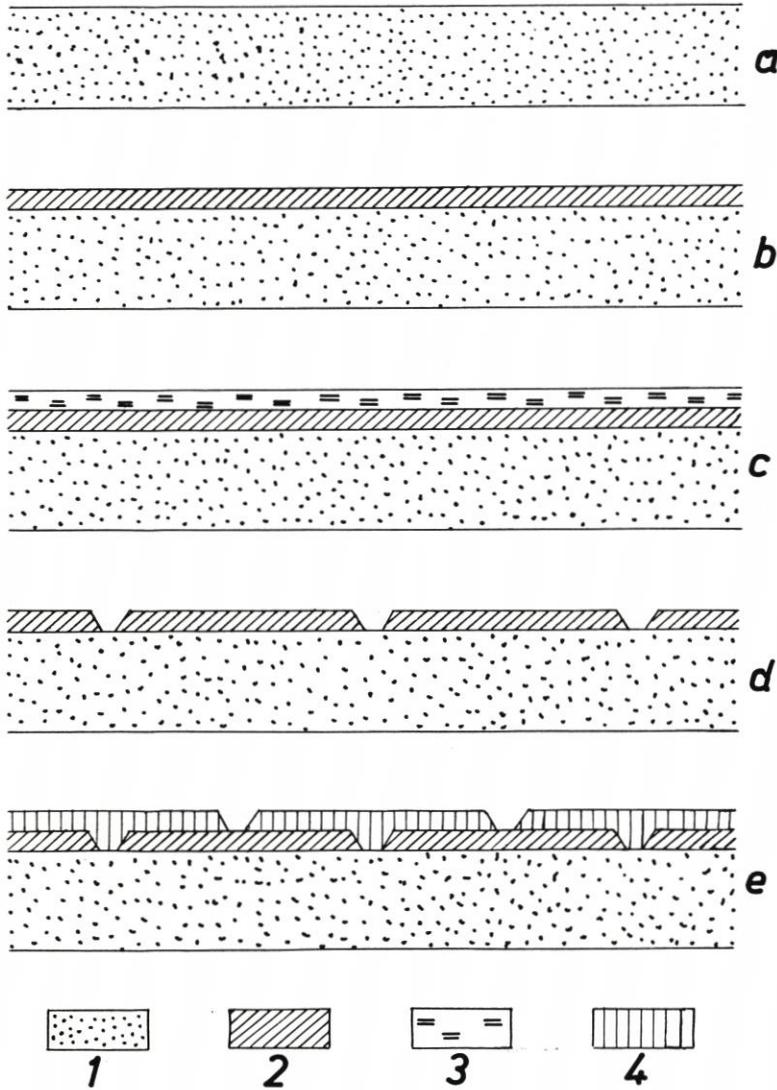


Abb. 6. Vorgang der Verlandung, Vermoorung, Verfehnung und Wiederverlandung im Halligen-Gebiet. 1. Wattensand; 2. Alte Marsch; 3. Torf; 4. Junge Marsch

Mit der Wiedergewinnung umfangreicher Gebiete erfolgen neue Eingriffe in die hydrographischen Verhältnisse. Bei Sturmfluten stehen zwar immer noch riesige Flächen zur Verfügung, welche die Stauwirkung mildern. Wir wissen jedoch nichts Genaueres über den Tidehub, über die Höhe des MThw, wenig über die Höhenlage neubedeichter Köge. Manche sind sicher zu früh, z. T. sogar als Watt, eingedeicht worden. Erstmalig wurden nicht verfehnte Mooregebiete

bedeicht, über denen sich eine junge Marschdecke abgelagert hatte (z. B. in den Niederungen der Arlau, Soholmerau, Eider und Treene). In diesen Kögen traten alsbald Setzungserscheinungen auf. In anderen nicht verfehnten Gebieten, die nicht überflutet worden waren, wurde die Verfehnung fortgesetzt. So ist es zu erklären, daß auch nach 1362 entstandene Siedlungen noch auf freigelegter steinbronzezeitlicher Marsch liegen konnten und später dasselbe Schicksal erlitten wie die älteren.

Bis 1634 war wieder eine einigermaßen geschlossene Küstenlinie erreicht. Aber es waren wesentliche Veränderungen gegenüber dem alten Zustand eingetreten, z. B. in den wiedergewonnenen Gebieten, soweit sie nicht einen sehr weichen Untergrund hatten, eine gewisse Konsolidierung. Die zunehmenden Bedeichungen und die Abriegelung großer Niederungsgebiete konnten nicht ohne Auswirkungen auf die Tideverhältnisse bleiben. Die Entwässerung war wesentlich erleichtert, während vorher die geestrannnahen Niederungen doch fast ganz ohne Vorflut waren. Setzungen waren erneut eingetreten, viele Köge lagen wiederum zu tief, sei es durch Abtorfung oder weil sie zu früh bedeicht wurden oder weil das MThw angestiegen war. Jedenfalls ist die Sturmflut des Jahres 1634 letzten Endes auch nicht die alleinige Ursache, sondern vielmehr ein Anlaß für die erneute Zerstückelung Nordfrieslands.

Neue tiefe und breite Wattströme entstehen. Ihre bis heute nicht abgeschlossene Ausweitung und Vertiefung gehen einher mit der Wiedergewinnung verlorener Gebiete, so daß ursächliche Zusammenhänge anzunehmen sind. Die Tidewelle, die in der unberührten Alten Marsch in den Schilfsümpfen und Niederungen verebte, prallt jetzt gegen die starre Wand der Deiche. Noch stärker zeigt sich die Stauwirkung bei Sturmfluten. Der Vorlandstreifen ist so schmal, daß seine Überflutung keine Entlastung bringt. Die Verbindungen zur offenen See sind größer, die Erosionskräfte stärker geworden. Das natürliche Gleichgewicht ist weitgehend gestört. Für Tidehub, MThw, MTnw, für die Höhe des Vorlandes über MThw und zu NN gelten heute andere Werte als zur Bronzezeit und vor 1000 Jahren.

Die Ausführungen zeigen, in welchem Umfange der Mensch seinen Lebensraum an der Küste gestaltet und zu seiner unbeabsichtigten Umgestaltung beigetragen hat. Sie zeigen zugleich, wie mangelhaft und unbrauchbar Maße und Zahlen jener Grundlagen sind, mit denen man eine säkulare Küstensenkung mit erheblichen Senkungsbeträgen hat beweisen wollen.

IV. Folgerungen für die Frage der „Küstensenkung“

Es hätte nicht aller Beweise bedurft, um zu erkennen, daß ausschließlich hochliegende und alte Marschen mit relativ festem Untergrund für die Klärung und Beantwortung der Senkungsfrage in Betracht kommen. An 2000 Jahre alten Marschen, die bis zu ihrer Bedeichung kaum überflutet wurden, jedenfalls nicht mehr höher aufwuchsen, die heute noch teilweise höher liegen als unsere jüngsten Köge, läßt sich jedoch auch nicht das Mindestmaß einer Senkung nachweisen. Da diese vorkaiserzeitlichen Marschen höher liegen als die steinbronzezeitlichen, sie also bei höheren Wasserständen entstanden sind, ist auch die Annahme einer vorchristlichen beträchtlichen Hebung ausgeschaltet, durch die ihre hohe Lage vielleicht noch hätte erklärt werden können.

Aber auch bei der etwas niedrigeren steinbronzezeitlichen Marsch von Altnordstrand usw., die heute noch bei + 0,5 m NN und höher liegt, würde schon ein Senkungsbetrag von 10 cm im Jahrhundert für die letzten 2000 Jahre zu einer Höhe von mindestens 2,5 m NN um Chr. G. führen. Würde man für dasselbe Gebiet den SCHÜTTESchen Betrag von 30 bis 35 cm/Jahrh. nur für die letzten 500 Jahre annehmen, so ergäben sich Höhen, die alle Katastrophen von 1362 bis 1825 unmöglich gemacht hätten. Es gibt daher nur eine Schlußfolgerung: Die Nord-

seeküste senkt sich nicht! Bei allen bisherigen Senkungsberechnungen sind die Entwicklungsgeschichte, die Stellung im Küstenraum, die Setzungen, nicht genügend berücksichtigt worden; falsche Datierungen und unrichtig angenommene Maße sind für die täuschenden Ergebnisse mitverantwortlich. An dieser Feststellung ändert auch der neuerliche Versuch des Nachweises ganz junger und erheblicher tektonischer Bewegungen in Ostfriesland nichts. Wenn „spätsubboreale“ Torfe in Rinnen noch in einer Tiefe von — 15 m NN entstanden oder durch Absenkung in diese Lage gekommen sein sollen, ohne daß die liegenden Schichten die gleiche Bewegung mitgemacht haben, so dürfte das doch eine groteske Fehldeutung sein (SINDOWSKI 1957, Anl. 4).

V. Niveauveränderungen durch Ansteigen des Wasserspiegels

Wenn auch die Untersuchungen nicht abgeschlossen und die Zusammenhänge nicht restlos geklärt sind, so gilt es doch als ziemlich sicher, daß in den letzten achtzig Jahren ein weltweites Ansteigen des Wasserspiegels und gleichzeitig eine Erwärmung auf der ganzen Erde eingetreten ist (GAYE 1951). Der ständige Rückgang der Gletscher ist nicht zu übersehen. Eine Erhöhung des Wasserstandes um rund 20 cm im Jahrhundert ist zwar nicht gerade besorgniserregend für die Sicherheit unserer Deiche, zumal sie nicht mit ähnlichen Beträgen unbedingt in den nächsten Jahrhunderten anhalten muß. Weit bedenklicher erscheint dagegen die erhebliche Vergrößerung des Wasserraums im Wattenmeer, die unweigerlich zu einem negativen Sedimenthaushalt führen muß. Um das Gleichgewicht zu erhalten, müßten immerhin für je 100 km² Watt 200 Millionen m³ Sand und Schlick aus der freien Nordsee herangeführt werden.

Für die Hubhöhen der Schöpfwerke, wie überhaupt für die Entwässerungsmaßnahmen in den Niederungen, kann eine anhaltende Erhöhung des Wasserspiegels zwar nicht vernachlässigt werden, sie ist gegenüber den ständig fortschreitenden Setzungen, die weit höhere Beträge erreichen, aber von untergeordneter Bedeutung.

Sollen nun unter der Annahme, daß die eustatisch bedingte Wasserstandsänderung anhält, die auf die heutigen Wasserstände eingestellten Deichhöhen einen um die zu erwartende Änderung bemessenen Zuschlag erhalten? Es ist zunächst zu bemerken, daß eine Erhöhung des Mittel-tidehochwassers nicht eine entsprechende Erhöhung der Sturmfluten zur Folge hat. Außerdem wird nach fünfzig Jahren ohnehin kein Deich seine Sollhöhe behalten haben, auch dann nicht, wenn er noch um 10 cm erhöht würde. Durch Eigensetzungen und Zusammendrückung des Untergrundes bedingt, werden irgendwann einmal wieder Deicherhöhungen und -verstärkungen notwendig sein. Dieser Zeitpunkt ließe sich durch einen höheren Zuschlag in Gebieten mit schlechtem Untergrund etwas hinauszögern. Aber gerade in diesem Fall ist heute schon die Tragfähigkeit bis zum äußersten ausgelastet. (DITTMER 1955). Einer Sicherheit durch ausreichende Höhen auch für die fernere Zukunft ist aber die augenblickliche Standsicherheit vorzuziehen.

VI. Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur Geologie der Nordseeküste während der letzten 25 Jahre haben es ermöglicht, der jahrzehntelang in der breiten Öffentlichkeit und in Fachkreisen lebendig gebliebenen Küstensenkungstheorie von SCHÜTTE ihre wesentlichen Grundlagen zu entziehen. Niveauveränderungen sind zwar der normale Fall in der Erdgeschichte, selbst die größten Absenkungen im Tertiär zeigen jedoch, auf ein Jahrhundert berechnet, nur äußerst kleine Werte.

Die nacheiszeitliche Entwicklungsgeschichte wird entscheidend bestimmt durch die Ausgangsform der Späteiszeit, Verlauf und Ausmaß des eustatisch bedingten Wasserspiegelanstiegs sowie während der letzten 1000 Jahre durch den Einfluß des Menschen auf die natürlichen Verhältnisse.

Nur im Bereich der Schmelzwasserströme von Elbe und Eider kam es bei schnellem Wasseranstieg zu einer marinen Fazies und einem relativ stabilen Aufbau. In allen übrigen Gebieten entstanden im Brackwasserbereich stark setzungsfähige Ablagerungen, die für irgendwelche Untersuchungen zur Senkungsfrage ungeeignet sind. Auch sind die ehemaligen Wasserstände sowie die Beziehungen von Geländehöhe zum MThw und zu NN in der Vergangenheit zu unsicher, als daß sie als Grundlagen für Berechnungen dienen können. Der Mensch schließlich hat durch Bedeichungen, großräumigen Torfabbau usw. entscheidend in das natürliche Geschehen eingegriffen. Die großen Sturmflutkatastrophen waren nicht nur eine Folge der natürlichen Entwicklung in den instabil aufgebauten Gebieten, sondern eine solche der Umgestaltung des Küstenraums durch den Menschen.

Zwischen dem Alter der Marschen und ihrer Besiedlung liegen Zeiträume bis zu 3000 Jahren. Schriftliche Überlieferungen aus der Zeit vor 1500 n. Chr. und auch jüngere Aufzeichnungen von Chronisten haben sich als unzuverlässig erwiesen. Die meisten Berechnungen fußen auch bei der Datierung auf Zahlen, die falsch bestimmt oder angenommen sind.

Bestimmend allein für die Senkungsfrage sind die 2000 Jahre alten Marschen des südlichen Eiderstedt und Dithmarschens, die heute noch eine Höhe bis zu + 2 m erreichen. Sie können unmöglich abgesunken sein. Die Annahme kleinerer Senkungsbeträge für die 4000 Jahre alte steinbronzezeitliche Marsch und die Anwendung der SCHÜTTESchen Beträge nur für den Zeitraum der letzten 500 Jahre hätte alle Sturmflutkatastrophen unmöglich gemacht, weil um 1,5 m höher gelegenes Land weder 1362 noch 1634 hätte in den Tidebereich gelangen können.

Die seit achtzig Jahren eingetretene Erhöhung des Wasserstandes sollte bei zukünftigen Planungen nicht übermäßig berücksichtigt werden, um die Standsicherheit der Deiche nicht zu gefährden. Sie sollte jedoch wegen der möglichen Auswirkungen auf das Geschehen im Wattenmeer eingehend beobachtet werden.

| Gliederung | Zeit | Wasserstand | Ereignisse | Ablagerungen |
|-----------------------|-----------|-----------------------------------|--|--|
| Holozän (Alluvium) | Gegenwart | | Planmäßige Landgewinnung | Junge Marsch über Wattsand/Alte Marsch |
| | — 1634 | | Sturmflut- katastrophen | Junge Marsch über Alter Marsch oder Torf |
| | — 1362 | gering einige dm schwankend | Landverluste, Ausbildung großer Wattströme Wiederverlandung | |
| | — 1000 | | Beginn der planmäßigen Besiedlung und Verfehnung | teilweise Torf |
| | — 0 | aus- klingend 1,5 m | Erste Siedlungen auf hoher Alter Marsch Beginn der Verlandung in Dithmarschen | Torf Alte Marsch in Dithmarschen und südl. Eiderstedt |
| | — 2000 | | Großräumige Verlandung in Nordfriesland | Alte Marsch in Nordfriesland |
| | — 3000 | steigend 10 m | Entstehung der Hakenküste in Dithmarschen | Wattsand |
| | — 4000 | steigend 70 m | Nordsee erreicht Geestrand in Dithmarschen | Sand und Kies |
| | — 6000 | stark steigend | Nordsee dringt in Deutsche Bucht ein Küste nördlich Doggerbank | Tonige Meeresabsätze in Dithmarschen und Eiderstedt |
| | — 9500 | | | Flugsand |
| Weichsel- glazial | — 80000 | Fallend 80—100 m | südliche Nordsee Festland | Schmelzwassersand |
| Eem- Interglazial | | steigend | Eindringen der Nordsee in Schmelzwassertäler der Saalevereisung | Klei und Torf 7 m unter heutiger Marschoberfläche. Meeresabsätze mit lusitanischer Fauna |

Abb. 7. Übersicht über Gliederung, Entwicklungsgeschichte und Ablagerungen

← Bastortf →

← Flandrische Transgression →

VII. Schriftenverzeichnis

Ausführliche Schriftenverzeichnisse finden sich in folgenden Arbeiten:

- DIENEMANN, W. und SCHARF, W.: Zur Frage der neuzeitlichen Küstensenkung an der deutschen Nordseeküste. Jb. Preuß. Geol. L. A. **52**, Berlin 1931.
- HAARNAGEL, W.: Das Alluvium an der deutschen Nordseeküste. Schriftenreihe d. nieders. Landesst. f. Marschen- und Wurtenforschung, **4**, Hildesheim 1950.
- SCHÜTTE, H.: Das Alluvium des Jade-Weser-Gebietes. Wirtschaftswissensch. Ges. z. Studium Niedersachsens. Reihe B der Veröff. Forschungen, H. 13 (2 Teile), Oldenburg 1935.
- Weitere Beiträge in:
- BANTELMANN, A.: Ergebnisse der Marschenarchäologie in Schleswig-Holstein. Offa **8**, Neumünster 1951.
- BANTELMANN, A.: Tofting, eine vorgeschichtliche Warft an der Eidermündung. Offa, **12**, Neumünster 1955.
- BENNEMA, J.: Bodem- en Zeespiegelbeweging in het Neederlandsche Kustgebiet. Boor en Spade, Wageningen 1954.
- BUSCH, A.: Neue Gesichtspunkte zur Kartographie des mittelalterlichen Nordfriesland. Jb. d. Heimatbundes „Nordfriesland“, **23**, Husum 1936.
- DITTMER, E.: Schichtenaufbau und Entwicklungsgeschichte des dithmarscher Alluviums. Westküste, **1**, H. 2, Heide 1938.
- DITTMER, E.: Das nordfriesische Eem. Ein Beitrag zur Geschichte der junginterglazialen Nordsee. Kieler Meeresforschungen, IV, Kiel 1941.
- DITTMER, E.: Die Küstensenkung an der schleswig-holsteinischen Westküste. Forsch. u. Fortschr., **24**, Nr. 17/18, 1948.
- DITTMER, E.: Die nacheiszeitliche Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. Meyniana, **1**, Neumünster 1952.
- DITTMER, E.: Der Mensch als geologischer Faktor. Eiszeitalter und Gegenwart. **4/5**, 1954 (1954a).
- DITTMER, E.: Zur Geschichte der Landschaft und der Warften Nordfrieslands. Jaarsverslag van de Vereniging voor Terponderzoek. Groningen 1954 (1954b).
- DITTMER, E.: Mittelalterliche Verfehnung in Nordfriesland. Die Heimat, Nr. 4, Neumünster 1954 (1954c).
- DITTMER, E.: Deichverstärkung und Baugrund. Die Küste, **3**, H. 1/2, Heide 1955.
- DITTMER, E.: Jungtertiäre Ablagerungen im westlichen Schleswig-Holstein. Meyniana, **8**, Kiel 1958.
- GAYE, J.: Die Wasserstandsänderungen in der Ostsee und in der Nordsee in den letzten 100 Jahren. Die Wasserwirtschaft, Sonderheft 1951.
- GRIPP, K.: Inlandeis und Salzaufstieg. Geol. Rdsch., **40**, Stuttgart 1952.
- HECK, H.-L.: Die nordfriesische neuzeitliche Küstensenkung als Folge diluvialer Tektonik. Jb. Preuß. Geol. L. A. **57**, 1936.
- ILLIES, H.: Ein Schnellverfahren zur Abgrenzung und tektonischer Beurteilung glazial überschotterter Salzstrukturen. Erdöl u. Kohle, **6**, Hamburg 1953.
- KOOP, R.: Eiderstedter Heimatbuch, I. Teil: Besiedlung und Bedeichung. Garding 1936.
- MÜLLER, F.: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste. Erster Teil: Die Halligen **I/II**, Berlin 1917.
- MÜLLER, F. u. O. FISCHER: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste. Zweiter Teil: Die Inseln, **1—7**, Berlin 1936—38. Dritter Teil: Das Festland, **1—7**, Berlin 1955—57.
- NILSSON, T.: Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des norddeutschen und niederländischen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südkandinaviens. Lund 1948.
- PICARD, K.: Die Struktur Peißen und das glazigene Geschehen im Raum des Lockstedter Sanders. Geol. Jb. **75**, Hannover 1958.
- SCHOTT, K.: Die Westküste Schleswig-Holsteins. Probleme der Küstensenkung. Schr. Geogr. Inst. Univ. Kiel, Kiel 1950.
- SINDOWSKI, K.-H.: Die geologische Entwicklung des Wattengebietes südlich der Inseln Baltrum und Langeoog. Forschungsstelle Norderney, Jber. **VIII**, 1956.
- WEBER, H.: Der geologische Bau des Untergrundes von Schleswig-Holstein. Geol. Landesamt, Kiel 1957.
- WEGNER, TH.: Vorläufige Mitteilung über Studien im nordfriesischen Wattgebiet. Centralblatt f. Mineralogie, 1931.