

Der Einfluß des jüngsten Transgressionsablaufes auf die Küstenentwicklung der Geltinger Birck im Nordteil der westlichen Ostsee

Von Frithjof Voss

Summary

The northernmost coastal zone of Germany adjoining the western Baltic, the so called Geltinger Birck, is formed by a very intricate spit morphology. The region was investigated by means of geodetic methods, interpretation of aerial photographs and evaluations of historical maps, whereas data compiled from several archives proved to be the most accurate way in dating the geologically recent landform development.

The main results of the research are the close correlations between the evolution of spits and the relative sea level changes within the past 2000 years. During the transgressional phase the Baltic nearly attained the present level at about 2000 years B.P. which caused the development of spits similar to those of recent times. The following regression, as indicated by its lowest level of approximately — 88 cm NN at about 1100 A.D., was associated with decreasing heights of the investigated spits. These landforms were subsequently transgressed during the past 900 years, which brought about a steady rise of the sea level and the evolution of the present morphology.

Inhalt

I. Einleitung	101
II. Literaturübersicht	102
III. Zur Methodik der Untersuchungen	102
1. Benutzung von Luftbildern	102
2. Kartengrundlagen	102
3. Vermessungs- und Kartierungsarbeiten	103
4. Datierungsprobleme	104
IV. Auswertung der Ergebnisse	104
1. Vorbemerkungen	104
2. Die Oberflächenformen der Geltinger Birck	105
a. Der Formenschatz im Osten des Arbeitsgebietes	105
b. Die Strandwalllandschaft im Mittelteil des Untersuchungsbereiches	105
c. Die Oberflächenformen der nordwestlichen Strandwallfächer	106
d. Die Strandwallmorphologie außerhalb des Deiches	108
V. Die Datierung der Landschaftsentwicklung	109
VI. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen	111
VII. Literaturverzeichnis	113

I. Einleitung

Der nördliche Teil der westlichen Ostsee bildet zugleich den äußersten Nordosten der Bundesrepublik. Das Gebiet umfaßt den Raum zwischen der deutsch-dänischen Grenze und der südlich anschließenden Flensburger Förde, deren Außenküste sich bis an die Schlei hinzieht.

Von diesem Bereich gingen die Anregungen zur vorliegenden Arbeit aus, hervorgerufen durch eine Reihe morphologischer Untersuchungsergebnisse aus dem Schleimündungsgebiet

(Voss 1967). Dort ließen sich die Zusammenhänge zwischen dem Transgressionsablauf der letzten 3000 Jahre und der jüngsten Küstenentwicklung klären, wobei die Erkenntnisse des Einflusses relativer Meeresspiegelschwankungen auf morphogenetische Prozesse von besonderer Bedeutung waren. Da diese Beziehungen bisher nur in dem regional begrenzten Raum der Schlei- und Mündung nachweisbar waren, ergab sich die Frage nach der Verbreitung dieser Phänomene und damit die Notwendigkeit zusätzlicher Arbeiten in Nachbarräumen. Für diese Zwecke bot sich die ausgedehnte Strandwalllandschaft im Naturschutzgebiet der Geltinger Birk an, das mit rund fünf Quadratkilometer Größe den Übergang zwischen Flensburger Förde und Schlei bildet (s. Abb. 1).

II. Literaturübersicht

Über den Bereich der Geltinger Birk gibt es bereits einige Untersuchungen, die sich mit ihrer erdgeschichtlichen Entstehung befassen. Während MARTENS (1927) schon früh eine Erklärung der Großformen jenes Gebietes versuchte, wurden seine wenigen Aussagen wesentlich von HINTZ (1958) durch see- und landseitige Geländeaufnahmen erweitert. Dagegen kam KÖSTER (1958) auf Grund eigener Kartierungen der Oberflächenformen zu abweichenden und teils sehr unterschiedlichen Auffassungen über den Aufbau und die Entwicklung der Strandwallsysteme.

Obwohl diese jüngste Veröffentlichung andersartige Gesichtspunkte erbrachte, fußt sie doch gegenüber HINTZ (1958) auf sehr generalisiert dargestellten Geländeaufnahmen, so daß die Aussagekraft der darauf basierenden Folgerungen gemindert wird.

III. Zur Methodik der Untersuchungen

Um der in der Einleitung umrissenen Zielsetzung nahezukommen, war eine genaue Kenntnis der Strandwallsysteme der Geltinger Birk in Aufbau und Oberflächenformen unerlässlich. Besonders im Hinblick auf die bereits zitierten, teils sich widersprechenden Kartierungen erwies sich eine Neuaufnahme des Geländes als Grundlage für weitere Ableitungen als erforderlich. Um die offensichtlich bei den früheren Arbeiten aufgetretenen Schwierigkeiten zu vermeiden, wurden folgende Methoden zur Anwendung gebracht:

1. Benutzung von Luftbildern

Zum Zwecke eines Gesamtüberblicks des Arbeitsgebietes und zur Orientierung im Gelände wurden vom Landesvermessungsamt in Kiel freundlicherweise ein Luftbildplan (1:25 000) von 1937 und einige Luftbilder (etwa 1:20 000) aus dem Jahre 1953 zur Verfügung gestellt. Aus Maßstabsgründen und wegen der geringen Höhenunterschiede der Oberflächenformen eigneten sich die Aufnahmen nicht zur Auswertung mit photogrammetrischen Methoden.

2. Kartengrundlagen

Als Basis für die morphologische Untersuchung dienten Katasterkarten (1:2000) von 1939, die jedoch aus Mangel an noch gegenwärtigen topographischen Details sehr berichtigungs-

bedürftig waren. Daneben boten sich in den meisten Fällen die 1962 hergestellten Küstenpläne (1:2000) des Landesamtes für Wasserwirtschaft Schleswig-Holstein als beste Grundlage an. Ein wertvoller Umstand ergab sich vor allem aus der noch vorhandenen Lage- und Höhenübereinstimmung von trigonometrischen und Polygonpunkten zwischen Gelände und Karte, so daß hier ein exakter Anschluß an ein gegebenes Netz möglich war.

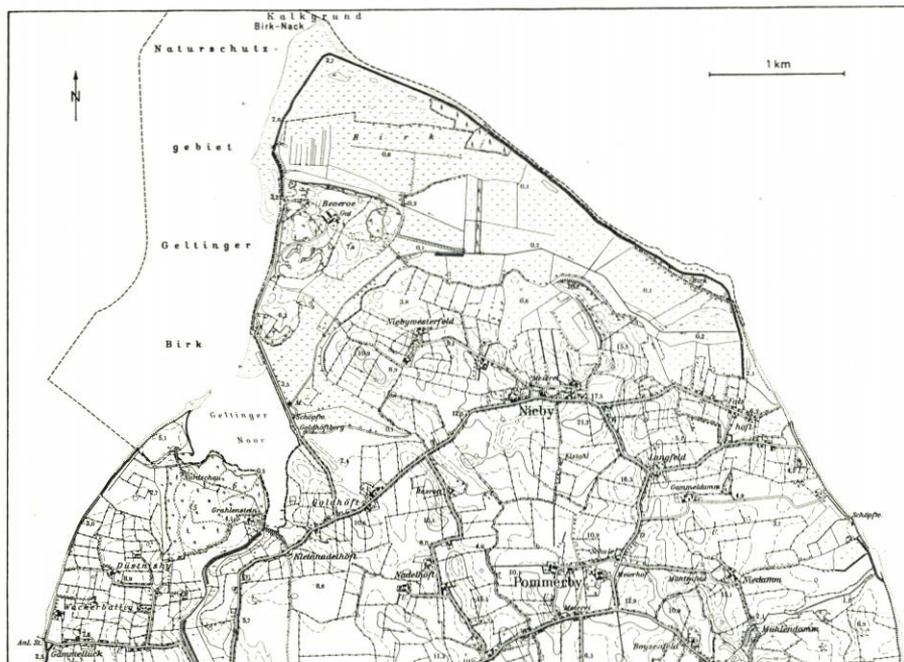


Abb. 1. Übersicht und Lage des Untersuchungsgebietes
Ausschnitt aus der Topographischen Karte 1:25 000, Blatt 1225. Mit Genehmigung des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein

3. Vermessungs- und Kartierungsarbeiten

Die eigenen vermessungstechnischen Arbeiten und Geländeaufnahmen zielten hauptsächlich auf eine möglichst präzise Erfassung der Strandwallsysteme auf der Geltinger Birk. Dieser Notwendigkeit entsprechend waren die Untersuchungen ausgerichtet, die im Sommer und Herbst 1966 ausgeführt wurden. Wegen der außerordentlich schwierigen morphologischen Verhältnisse wurde für die Geländeaufnahme der Maßstab 1:2000 gewählt, nicht zuletzt auch bedingt durch die zitierten, vorhandenen Kartengrundlagen. Ausgehend von den bekannten trigonometrischen Punkten und den noch bestehenden Monumenten der für die Küstenvermessung aufgestellten Polygonzüge aus dem Jahre 1962 wurde zunächst ein zusätzliches, weitmaschiges Festpunktnetz auf allen Strandwallsystemen eingerichtet. Die nötigen vertikalen und horizontalen Lagekontrollen ließen sich darüber hinaus in Verbindung mit trigonometrischen Punkten im Süden der Geltinger Birk überprüfen. Sodann erfolgte als Vorbereitung zur topographischen Aufnahme die Anlage je eines Tachymeterzuges auf den jeweils längsten Strandwällen der einzelnen Systeme.

Von Osten nach Westen fortschreitend wurden die dafür benötigten Festpunkte immer auf den Kammlinien der Strandwälle vermarktet, während alle abzweigenden Wälle in gleicher Weise erfaßt wurden. Daran anschließend erfolgte dann die Vermessung der Geländeformen, wobei die Kartierung der einzelnen Strandwälle stets ihrer Kammlinie folgte, um charakteristische Abknickungen oder Richtungsänderungen erfassen zu können. Hierbei wurden zwischen den einzelnen Meßpunkten 40-m-Distanzen nie überschritten, während die Abstände nach beiden Seiten von der typischen Ausbildung der langgestreckten Geländesenken abhing.

Alle Punkte wurden während der Außenarbeiten sofort kartiert, ihre Lage zu NN auf 0,5 cm genau bestimmt und die Höhenlinien ebenfalls angesichts des Geländes erstellt, um ein Übersehen wichtiger Details zu vermeiden. Parallel dazu verlief auch die Aufnahme der übrigen Karteninhalte, wie beispielsweise die Verbreitung der Vegetation, die Lage von künstlich geschaffenen Oberflächenveränderungen und die Eintragung von Wasserflächen, Gräben, Feldgrenzen usw.

4. Datierungsprobleme

Im Verlauf der Außenarbeiten ergaben sich verschiedentlich Anzeichen, die auf ein relativ geringes Alter der Strandwallandschaft als Ganzes hindeuteten. Bereits HINTZ (1958) hatte den Versuch unternommen, mit Hilfe von zwei historischen Darstellungen die jüngsten Küstenveränderungen zu bestimmen. Diese Unterlagen wurden auch im vorliegenden Zusammenhang benutzt; doch ließen sich verbesserte Vergleichsmöglichkeiten mit den eigenen Geländeaufnahmen erzielen, da eine Karte von 1786 (G. G. A. = Geltinger Guts Archiv) mit einfachen Meßtechniken erstellt worden war und auf dieser Basis im Vermessungsvergleich wichtige topographische Angaben in die heutige Situation übertragen werden konnten. Neben historischen Darstellungen zog KÖSTER (1958) zu Datierungszwecken auch geschichtliche Daten aus der Arbeit von KANNENBERG (1955) heran.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden über die Literaturangaben hinaus die Archive des Gutes Gelting und das Geltinger Kirchenarchiv durchgesehen, um zu möglichst umfassenden Aussagen der zeitlichen Entstehung der Strandwallandschaft zu gelangen. Die aus diesen Studien hervorgegangenen Ergebnisse sind an den entsprechenden Textstellen zitiert und eingearbeitet worden. Herrn BARON v. HOBE sowie Herrn Rektor SCHWENNSEN sei für ihre Hilfe bei der Archivbenutzung gedankt.

IV. Auswertung der Ergebnisse

1. Vorbemerkungen

HINTZ (1958) und KÖSTER (1958) haben beide auf den Einfluß des pleistozänen Reliefs und seine Bedeutung für die nachfolgende Landschaftsentwicklung der Geltinger Birk hingewiesen. Da jene alte Oberfläche als breiter, langgestreckter Rücken (GRIPP 1954) vor der Transgression weit nach Nordwesten vorsprang, paßte sich selbstverständlich die spätere Strandwallenstehung generell dieser Großform bei steigendem Meeresspiegel an. Wichtiger zu wissen wären jedoch die kleinräumigen Beziehungen, die zwischen der einstigen submarinen Morphologie und den heutigen Strandwallsystemen bestehen, wie sie beispielsweise an der Schleimündung nachgewiesen werden konnten. Keine für solche Beweisführung notwendigen Bohrungen sind jedoch bisher von irgendwelchen öffentlichen Stellen ausgeführt worden, noch

konnten sie wegen des hohen finanziellen Aufwandes während der Geländearbeiten angesetzt werden. Daher mußte diese Fragestellung aus der Untersuchung ausgeklammert werden.

2. Die Oberflächenformen der Geltinger Birck

a. Der Formenschatz im Osten des Arbeitsgebietes

Ausgehend von der allgemeinen Strandwalllandschaftsentwicklung kann übereinstimmend mit den beiden vorherigen Bearbeitern ihr Entstehen und Wachsen von Ost nach West bestätigt werden. Im Vergleich der zwei vorliegenden Kartierungen und den daraus folgenden Einzelergebnissen ergeben sich allerdings wesentlich unterschiedliche Auffassungen. Solche Differenzen stellen sich bereits bei der Klärung von Aufbau und Altersstellung des von HINTZ (1958) als System *Fischerkate* benannten östlichen Strandwallgebietes ein (s. Karte 1). Schon in diesem Fall zeigt sich der Anwendungswert vermessungstechnischer Methoden, durch die eine exakte Darstellung der Morphologie jenes Bereiches erzielt wurde und mit deren Hilfe die strittige zeitliche Abfolge der Strandwallentstehung geklärt werden kann. Entgegen KÖSTERS (1958) Meinung handelt es sich hier zweifelsfrei um die ältesten Strandwälle der Geltinger Birck, obwohl gleichfalls vorhandene junge Formen im Sinne seiner Beobachtungen sprechen. Denn direkt am Einzelhaus *Fischerkate*, im Volksmund *Birckkate* genannt, zeigt sich deutlich ein Wechsel in der zeitlichen Formenentwicklung ab. Hier schließt ein 500 m langer, ehemals küstenparalleler Strandwall von überdurchschnittlicher Breite und Höhe an das alte System an. Charakteristisch für ihn sind weithin ausgedehnte Überdünnungserscheinungen, die im ganzen Gebiet der Geltinger Birck einzigartig sind und seine mehr als 2 m erreichenden Erhebungen erklären. Dieser küstenparallele Strandwall bildete nach einer historischen Karte von 1786 zu jener Zeit mit mehr als 3 km Länge die landseitige Begrenzung der Geltinger Birck und wurde erst in den nachfolgenden Jahren in seiner ursprünglichen Form durch Deichbaumaßnahmen bis auf seine heutige Gestalt zerstört. An seiner ostseeseitigen Flanke finden sich etwa sechzig Meter nördlich der *Birckkate* zwei jüngere Strandwälle, von denen zumindest der längere nach seiner morphologischen Ausbildung und Schüttungsrichtung einen Aufhängepunkt am älteren System besaß. Diese Tatsachen stehen gleichsam in einer Mittelstellung zwischen den beiden bisher vertretenen Auffassungen und deuten auf komplizierte morphogenetische Vorgänge, die erst im abschließenden zusammenfassenden Überblick geklärt werden können.

b. Die Strandwalllandschaft im Mittelteil des Untersuchungsbereiches

Rein topographisch gesprochen nehmen die von den Flurnamen *Birck*, *Schäferland* und *Großes Moor* bezeichneten Flächen (s. Karte 1 u. 2) den mittleren Teil des untersuchten Geländes ein. Auch hier ergaben die Vermessungen der Formen neue Aspekte, die die früheren Auffassungen nicht bestätigten. So zeichneten sich beispielsweise auf dem Flurstück *Birck* außer in der rekonstruierten Küstenlinie von 1786 keine morphologischen Anhaltspunkte ab, die auf eine Verlängerung des weiter seewärts liegenden Strandwallsystems *Fischerkate* hindeuten könnten. Auch aus langen, zur Kontrolle geführten Meßreihen ließen sich im fraglichen Gebiet keine Fortsetzungen kartieren. Außerdem waren darüber hinaus derartige Bildungen nach Kenntnis der historischen Karte von 1786 kaum zu erwarten, denn das seinerzeit halbinselförmige, als *Mähe-Birck* bezeichnete Areal wurde schon damals als Weide genutzt, während es heute teilweise als Ackerfläche dient.

Dagegen gibt es auf den beiden nach Nordwesten angrenzenden Fluren *Schäferland* und *Großes Moor* eine ganze Reihe von Strandwallenden, deren Ausrichtung im Vergleich aller anderen Formen des Arbeitsgebietes abweichend ist.

Wesentlich seltsamer fielen jedoch die Höhenmessungen ihrer Kammlinien aus, die alle unter Normal Null liegende Werte zeigen und von noch tieferen Punkten in den parallel laufenden Senkenzonen begleitet werden. Darüber hinaus liegt dieser Erscheinung eine gewisse Regelmäßigkeit zugrunde, die nach der Entstehung des hochgelegenen ältesten Strandwallsystems *Fischerkate* auf eine graduelle Erniedrigung der nachfolgend jüngeren Bildungen hindeutet.

So finden sich beispielsweise die tiefstgelegenen Strandwälle etwa in der Mitte des Gebietes *Schäferland*, während die von hier nach Nordwesten anschließenden Bildungen auf dem Flurstück *Großes Moor* mit jünger werdendem Entstehungsalter zunehmende Durchschnittshöhen aufweisen. Ein über NN liegendes Niveau der untersuchten Wälle tritt dann erst wieder im Bereich der künstlich geschaffenen Wasserfläche auf (s. Karte 2), in deren westlichem Umkreis eine andersartige Ausrichtung und Auffächerung verschiedener Strandwallsysteme ansetzt. Eine Erklärung für die beschriebenen schwankenden Höhenlagen des vermessenen Formenschatzes ließ sich aus den Geländearbeiten nicht gewinnen. Probebohrungen mit einer Peilstange bis zu 2 m Tiefe bestätigten die von HINTZ (1958) angegebene Materialbeschaffenheit, die überwiegend aus marinen Sanden und Kiesen besteht. Irgendwelche Schichten organogener Zusammensetzung, die für mögliche Sackungstendenzen verantwortlich gemacht werden könnten, wurden in den Bohrprofilen nicht angetroffen. Wohl aber waren auf der heutigen Oberfläche des Moores, dessen Entstehung sich erst im Schutz der seeseitigen Strandwallandschaft vollzogen hat, durch Kultivierungsmaßnahmen bedingte Absenkungen zu beobachten. Das maximale Ausmaß dieser durch die Bedeichung und Entwässerung hervorgerufenen Niveauveränderung läßt sich etwa durch die unter -45 cm liegenden Bereiche zwischen den Strandwällen und dem Küstenverlauf um 1786 belegen. Die Gegenüberstellung der augenblicklichen mit der rekonstruierten damaligen Topographie gibt zugleich auch eine Entstehungserklärung für die drei bis zu -70 cm unter NN verlaufenden Strandwallenden, die nach der historischen Karte bereits Ende des 18. Jahrhunderts wasserbedeckt waren (s. Karte 2).

Da die Tiefenlagen der Kammlinien nach den Untersuchungsergebnissen nicht mit lokalen Sackungen in Verbindung zu bringen sind, verbleiben nur Abrasionswirkungen als Ursachen für die Einebnung der Oberflächenformen. Problematisch ist im vorliegenden Fall jedoch die Erklärung der Abrasion, da bedingt durch die Schutzlage des Geländes nur beschränkte Brandungswirkungen auftreten konnten. Andererseits sind ähnliche einmal bestehende Formen nirgends im Untersuchungsgebiet nachträglich zerstört worden.

Auch für einstige Deichbrüche und deren formverändernde Auswirkungen waren weder während der Geländeuntersuchungen noch in den Archivstudien konkrete Hinweise zu finden. Selbst an den morphologisch günstigen Stellen, den Schnittpunkten des heutigen Deiches mit den Strandwallsenken, gab es für diese Möglichkeit nur ein vages Anzeichen in Form einer ehemaligen Wasserfläche unbekannter Bedeutung (s. Karte 2). Da auch hier die Beweiskraft unsicher bleibt, läßt sich die Entstehung der begrenzt auftretenden, unter NN liegenden Wallformen nicht durch lokale Umstände erklären. Auch hier muß das Problem im abschließenden vergleichenden Gesamtüberblick erneut behandelt werden.

c. Die Oberflächenformen der nordwestlichen Strandwallfächer

Die Morphologie im Nordwesten der Geltinger Birck zeigt im Vergleich zu den bereits behandelten Teilen völlig abweichende Verhältnisse (s. Karte 2 u. 3). Mit dem Auslaufen kurzer

Strandwallenden auf der Flur *Großes Moor* setzt in Höhe der künstlich geschaffenen Wasserfläche die Fortbildung unter andersartigen Bedingungen ein. Plötzlich wechselnde Längenunterschiede der kartierten Kammlinien, verbunden mit Richtungsabweichungen und zunehmenden Höhen über NN, lassen generell auf grundlegende Veränderungen der Landschaftsentwicklung schließen. Im einzelnen zeichnet sich der beginnende Wechsel der Formenausprägung im bezeichneten Bereich zunächst durch einen eigentümlich in Richtung Nordwesten gebogenen Strandwall ab (s. Karte 2), an den sich nordwestlich weitere drei mit vielfachen Längen und geringen Verzweigungen anschließen. Diese Zusammenhänge bedingen eine abnormal starke und zugleich schnelle Verlagerung des Aufhängepunktes und des küstenparallelen Strandwalls auf dem Flurstück *Birck* in landeinwärtiger Richtung, obwohl damit die auslösenden Ursachen noch nicht geklärt sind.

Sodann folgen die zwei kompliziertesten Strandwallsysteme der Geltinger Birck überhaupt, die sich aus je zwanzig und mehr verschiedenen Stadien aufbauen. Besonders der ältere der beiden Komplexe deutet auf Grund seiner vielfachen Fortsätze und den charakteristischen Knicken seiner Kammlinien auf eine Großzahl extremer Witterungsbedingungen zur Zeit seiner Entstehung hin (vgl. Voss 1967). Während des Ost-West gerichteten Vorwachsens des Strandwallsystems blieb der küstenparallele Hauptaufhängepunkt nahezu stationär, während in landeinwärtiger Richtung stetig wechselnde Sturmflutbedingungen von Ost über Nord nach West am Aufbau der zahlreichen Serien beteiligt waren.

Andersartig vollzog sich demgegenüber die Morphogenese des anschließenden zweiten großen Strandwallkomplexes. Von einigen langgestreckten, beide Systeme verbindenden Wällen abgesehen besteht dieses jüngere Gebiet aus einer großen Zahl von parallel verlaufenden Strandwällen. Aus ihrer Lageanordnung lassen sich als Bildungsvoraussetzung gleichartige Sturmflutbedingungen folgern, in deren Verlauf sich die einzelnen Wälle über lange Distanzen entwickelten. Weit voneinander entfernte Knickpunkte der Kammlinien und ohne vermessungstechnische Methoden schwer wahrnehmbare Senken zwischen den einzelnen Stadien unterstreichen diese Ableitungen. Der untersuchte Strandwallkomplex wuchs also im Unterschied zum vorher behandelten Beispiel nicht nur in ost-westliche, sondern auch in nördliche Richtung.

In einzelnen Fällen sind mögliche Umkehrungen dieser Verhältnisse mit entgegengesetzter, nach Osten wirkender Tendenz nicht ausgeschlossen, können allerdings aus der Morphologie nicht bewiesen werden. Zwar ergeben sich Andeutungen durch derartig ausgerichtete Strandwallenden im Nordwesten des Gesamtkomplexes, doch handelt es sich hier um Restteile, deren Verbindungen bei der Anlage der kartierten, umzäunten Feldbegrenzung umgestaltet wurden.

Mit der abgeschlossenen Morphogenese dieses zweiten großen Strandwallkomplexes setzte sich der weitere Landschaftsaufbau wiederum unter veränderten Voraussetzungen fort. Der verbleibende Teil im Nordwesten der Geltinger Birck innerhalb des Deiches besteht aus vier bis zu eineinhalb Kilometer langen Strandwällen geringer Auffächerung und einem fünften, dessen östliche Hälfte vom Seedeich überbaut wurde. Trotz einiger kartierter künstlicher Veränderungen liegt eine auffällige Regelmäßigkeit ihrer Morphologie in der allgemein ständigen Höhenzunahme der Kammlinien mit abnehmendem Entstehungsalter. Diese Feststellung tritt besonders bei solchen Meßpunkten hervor, die in etwa gleichen Abständen von den absoluten Enden der verschieden alten, voll erhaltenen Wälle als Vergleichsbasis betrachtet werden.

Die einzelnen, wenig verzweigten Hauptstadien sind durch breite, zum Teil vermoorte oder wassergefüllte Senken getrennt, deren Tiefenlage mit gestörten Sedimentationsvorgängen zur Zeit ihrer Entstehung zusammenhängt. Unterbrochen wurden diese Vorgänge durch das schnelle Vorwachsen der einzelnen Strandwälle bei kaum bedeutsamen Richtungsänderungen, wie es deutlich aus den Oberflächenformen ablesbar ist. Eine Bestätigung dafür ergibt sich ebenfalls aus den relativ wenigen, gekappten früheren Stadien und daneben aus den oft

hunderte Meter voneinander entfernten Knicken der Kammlinien. Die sich in der Aussage übereinstimmend ergänzenden Ergebnisse ermöglichen schließlich die Folgerung, daß verhältnismäßig wenige, aber extreme Witterungsbedingungen am Aufbau der einzelnen Strandwallstrecken bis zu ihrer heutigen Gesamtentwicklung beteiligt waren (vgl. Voss 1967).

d. Die Strandwallmorphologie außerhalb des Deiches

Im Rahmen der behandelten Untersuchungsergebnisse fällt dem unbedeichten Gebiet parallel zu den heutigen Küsten, vornehmlich im Raum der Geltinger Bucht, besondere Bedeutung zu. Auch in diesem Bereich ergaben sich im Vergleich zu KÖSTER (1958) verbesserte Aussagemöglichkeiten durch die vermessungstechnischen Methoden und Lösungen für manche der von HINTZ (1958) offengelassenen Probleme.

Allein aus der kartierten Topographie ist schon ersichtlich, wie abnorm sich die Exposition und die Formenentwicklung infolge des Deichbaues ab 1824 regional verlagert hat (s. Karte 3). Während im Osten eine stabilisierende Wirkung auf die weitere Küstenentwicklung bis heute unverkennbar ist, wechselte der Aufhängepunkt seine Position von der ungefähren Mitte zum äußersten Nordwesten der Geltinger Birk. In Verbindung damit verschob sich zugleich auch die Weiterbildung der untersuchten Formen aus dem Raum der Ostseeküste in die geschütztere Lage der Geltinger Bucht.

Maßgebend für diese Beeinflussung war mit Sicherheit die bereits im Abschnitt IV. 1. beschriebene submarine Morphologie, so daß sich vom Neubeginn bis heute die Strandwallbildung auf die deichparallelen Flachwasserzonen beschränkte. Bezeichnenderweise traten bei diesen Vorgängen zugleich fast 90 Grad erreichende Richtungswechsel der Strandwallbildungen von der früheren Ost-West- in die neue Nord-Süd-Tendenz auf. Dabei kam es im Bereich des neuen Aufhängepunktes am Deichknick zur teilweisen Zerstörung und Überlagerung von drei früher nach Westen auslaufenden Strandwällen. Südlich davon sind allerdings die einstigen Fortsätze in ihrer Anlage und Zugehörigkeit zu den Strandwallsystemen innerhalb des Deiches trotz umfangreicher Materialentnahmen noch erkennbar. Hier kommt es nicht mehr zu Verbindungen mit den jüngsten küstenparallelen Neubildungen, deren überwiegendes Vorwachsen sich nach Süden in die Geltinger Bucht vollzieht. Gelegentlich sind dabei auch gegenläufige Schüttungsrichtungen aus den miteinander verschachtelten Kammlinien erkennbar, wie etwa in der Mitte des Untersuchungsabschnittes, doch bleiben diese von nebensächlicher Bedeutung.

Im allgemeinen hat sich die mit der Bedeichung begonnene Verlagerung des Formenaufbaues in Nord-Süd-Richtung bis heute nicht wesentlich geändert. Gleiches bestätigt auch der noch in Entwicklung begriffene 1,5 km lange küstenparallele Strandwall, selbst wenn sich durch eine ausgedehnte Sandgrube sein einst gestreckter Verlauf aufspaltete.

Auch in Zukunft werden die erkannten Entstehungsbedingungen von anhaltendem Einfluß bleiben, solange auf Grund der gegebenen Morphologie nur Sturmflutbedingungen aus der westlichen Halbrose am Aufbau neuer Strandwälle beteiligt sein können. Diese Exposition bereitet zugleich einer richtigen Abschätzung der beteiligten Kräftewirkungen etliche Schwierigkeiten. Denn abweichend von den beschriebenen Entstehungsbedingungen der heute deichgeschützten Strandwallandschaft führen Nord-West- und Südwinde zu ablaufendem Wasser aus den Förden, so daß die Umstände für eine Weiterbildung der kartierten Formen nur selten günstig gewesen sein dürften. Aus diesen Gründen erscheinen Höhenvergleiche mit den Ost-West verlaufenden Kammlinien der älteren Strandwälle und weitere Ableitungen daraus wenig sinnvoll.

V. Die Datierung der Landschaftsentwicklung

In der Morphogenese des Untersuchungsgebietes spielt die zeitliche Abfolge der behandelten Entwicklung eine besondere Rolle für die Erkenntnis übergeordneter Zusammenhänge. Zur Lösung dieser Frage bot sich methodisch die Bearbeitung der Geschichte des Gebietes als günstigster und genauester Weg einer Datierung an.

Die älteste urkundliche Erwähnung des Arbeitsgebietes findet sich in WALDEMARS ERDBUCH von 1231, in dem ausdrücklich eine Insel *Pyteroe* genannt wird, die nach WEGEMANN (1916) und LAUR (1960) mit dem heutigen festlandverbundenen Beveroe identisch ist (s. Karte 5 u. Abb. 1). Eine ähnliche Namenswiederholung findet sich auch in einem Kaufbrief des Gutes Gelting von 1494 im gleichnamigen Archiv (GGA Akte No. 2). Damals wurden nach Nennung der mitverkauften Dörfer am Schluß ... *peroe unde barckoe* ... aufgeführt, ohne allerdings die Bedeutung der beiden Namen zu erläutern. Diese Zusammenhänge werden jedoch durch einen Kaufvertrag von 1519 erhellt, in dessen Text ... *de twe oen Alfo Berckoe und Beveroe* ... als mitveräußert genannt sind (GGA Akte No. 1). In dieser Verbindung läßt die ausdrückliche Bezeichnung von zwei zum Geltinger Gutsbesitz gehörenden Inseln keinen Zweifel, daß neben dem bereits bekannten Gebiet *Beveroe* auch die *Birck* in jener Zeit nicht mit dem Festland zusammenhing. Während im ersten Fall, durch Dammbauten bedingt, die früheren topographischen Verhältnisse leicht erkenntlich sind (s. Abb. 1), gestaltet sich die Rekonstruktion der Inselanlage *Berckoes* schwieriger. Aus den für Datierungsfragen wichtigen urkundlichen Dokumenten läßt sich dazu folgern, daß bereits im 14. Jahrhundert im Osten der Geltinger *Birck* eine Strandwallandschaft existierte, deren Ausläufer noch nicht die Insel *Beveroe* erreicht hatten. Ihre östliche Verbindung bestand hingegen mit einem Aufhängepunkt im Bereich der Festlandküste am Übergang zur pleistozänen Oberfläche. Folglich kann die Bildung der 1494 und 1519 erwähnten Insel *Berckoe* nur auf irgendeine nicht bezeugte Unterbrechung der einst zusammenhängenden Formen zurückgehen. Diese Situation bestätigt auch ein 1543 geschlossener Vergleich zwischen dem Eigentümer des Gutes Gelting und seinem Nachbarn, in dem von der Verlegung eines Weges nach ... *Benedictus von Ahlefelt sine Oybe* ... die Rede ist (GGA Akte No. 6). Doch lassen sich durch die zitierten Urkunden allein nicht die damaligen topographischen Verhältnisse verstehen. Klarheit in das Problem bringt erst ein Vertrag zwischen dem Geltinger Gutsherrn und dem Eigentümer des südöstlich angrenzenden Gutes Düttebüll aus dem Jahre 1581 (GGA Akte No. 8). In diesem Schriftstück gibt der letztgenannte Partner die Erlaubnis ... *zwischen meinem lande und seiner Oey belegen ... ein zu deichen zum frischen Wasser oder landt ... auch die erde, so will dazu von nöthen von meiner erde nehmen* ... und vermittelt damit einen wichtigen Rekonstruktionshinweis. Denn mit Hilfe der historischen Karte von 1786 (GGA) wird einwandfrei bezeugt, daß sich die beschriebenen Örtlichkeiten nur auf den Osten der jetzigen Geltinger *Birck* beziehen (s. Karte 1). Der Meeresarm zwischen dem Festland und der gesuchten Insel *Berckoe* wird heute durch eine moorerfüllte Senkenzone angedeutet, während das nordwestlich anschließende, mit dem Flurnamen *Birck* belegte Strandwallgelände mit der ehemaligen Insel identisch ist. Folglich war der geplante und auch zur Ausführung gelangte Verbindungsdamm nur einige hundert Meter lang, obwohl bereits unter diesen Bedingungen im Text von Eindeichung gesprochen wird. Jedoch muß aus der Formulierung und dem erklärten Zweck des Unternehmens angenommen werden, daß die nordwestlich an *Berckoe* anschließenden Strandwälle in jener Zeit schon die Insel *Beveroe* erreicht hatten. Eine zugleich von diesem Inselkern nach Süden zum Festland hergestellte Bedeichung kann jedoch nicht im Sinne der in der Literatur (KANNENBERG 1955, 1959) viel zitierten Ausführungen von JENSEN (1837) bewiesen werden. Zwar gibt es zwischen den beiden halbinselförmigen Vorsprüngen im

Nordwesten des Geltinger Noors (s. Abb. 1) eine teils unter Wasser liegende, dammähnliche Steinsetzung, doch lassen die Archivunterlagen weder eine definitive Aussage über ihr Entstehungsalter noch über eine je erfolgte Abdämmung zu. Die so um 1581 rekonstruierte Topographie einer von Strandwällen und Dammbauarbeiten fast geschlossenen Meeresbucht bestätigt auch die älteste Karte von DANCKWERTH (1652) (s. Abb. 2). Bezeichnenderweise finden sich in dieser Darstellung zwei auf der Strandwallandschaft gelegene Häuser, die höchstwahrscheinlich zur Sicherung des neuen Gutsbesitzes nach 1581 erbaut wurden. Während das eine der beiden Gebäude noch heute besteht (s. Karte 1), ließen sich die Grundmauern des anderen



Abb. 2. Die Geltinger Birck 1652. Ausschnitt aus dem Atlas von DANCKWERTH 1652

über ihre eingetragene Position in der historischen Karte von 1786 bei den Vermessungsarbeiten wiederfinden (s. Karte 2). Der besondere Wert jener Fundstelle ist durch ihre Lage auf einem Strandwall begründet, dessen Entwicklung und Vorwachsen in Richtung auf die frühere Insel *Beveroe* folglich zwischen 1581 und 1652 vollendet gewesen sein muß. Diese Ableitungen werden durch die Gelände- und Kartierungsarbeiten voll unterstützt. Sie belegen die bereits ausgesprochene Vermutung, daß das einstige Gebäude auf dem höchsten Punkt des derzeit jüngsten Strandwallsystems errichtet wurde.

Auch wenn auf diese Weise die einstige Küstenlinie nur ungefähr definiert werden kann, so läßt sich damit doch die Entstehungszeit der nordwestlich anschließenden Oberflächenformen einengen. Noch um 1723 scheint es nach Kaufvertragsunterlagen aus diesem Jahr einen Meeresdurchbruch zwischen dem wieder als *Insel Beberöh* bezeichneten Gebiet und den sie vorher verbindenden Strandwallausläufern gegeben zu haben (GGA Akte No. 60). 1786 hingegen zeigt die historische Karte für diese Stelle keine Unterbrechung mehr, sondern einen inzwischen neu erbauten kurzen Damm (s. Karte 4).

Darüber hinaus ermöglicht diese wichtige Übersicht auf Grund ihrer vermessungstechnischen Basis eine Datierung der morphologischen Entwicklung durch die Übertragung der Küstenlinien in die eigenen Karten 1-4 (vgl. Abschnitt III. 4.).

Eine weitere historische Darstellung des Arbeitsgebietes von 1824 im Geltinger Gutsarchiv enthielt als verkleinerte Kopie des Originals von 1786 keine neueren Eintragungen von Wert. Offensichtlich wurde diese Karte wegen der 1824 beginnenden Eindeichungsmaßnahmen der gesamten Geltinger Birck benötigt. Die damaligen Bauarbeiten bildeten die Grundlagen des bis heute mehrfach erhöhten Ostseedeiches und kamen erst 1826 mit der Errichtung einer Damm- und Entwässerungsanlage zwischen der früheren Insel *Beveroe* und dem Festland zum Abschluß (s. Abb. 1). In der Folgezeit ist die Landschaftsentwicklung bis 1875 relativ leicht faßbar, da die in jenem Jahr kartierten Küstenlinien aus den benutzten Katasterkarten übernommen werden konnten.

Darüber hinaus lassen sich diese überwiegend durch Archivstudien gewonnenen Datierun-

gen noch durch Beiträge der morphologischen Untersuchungen erweitern, die im folgenden Abschnitt aufgegriffen und eingearbeitet werden.

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

In der vorangegangenen Darstellung der Einzelresultate zeigte sich der besondere Wert der Vermessungstechnik zur Lösung morphologischer Probleme. Ihre Anwendung ermöglichte wesentlich präzisere Aussagen über Formenentwicklungsprozesse als bisher übliche Kartierungsmethoden. Abgesehen von einer zuverlässigen Übersicht der untersuchten Strandwallsysteme ließen sich wichtige Aussagen aus den topographischen Aufnahmen ihrer Kammlinien gewinnen. Auch ihre äußeren Entstehungsumstände durch sturmflutbedingte Wetterlagen und Änderungen morphogenetischer Vorgänge konnten auf diese Weise erklärt werden.

Von außerordentlicher Bedeutung für die abschließende Auswertung sind darüber hinaus die Höhenmessungen, da aus großräumigen Vergleichen wichtige Beziehungen zwischen Meeresspiegelniveau und Strandwallhöhen während ihrer jeweiligen Entstehungszeit gefolgert werden können (s. auch KÖSTER 1961). Derartige Aussagen sind in der vorliegenden Arbeit begünstigt, weil einerseits die untersuchten Oberflächenformen sehr gut erhalten sind und keine Stadien rekonstruiert zu werden brauchten. Andererseits ist durch die erfolgte zeitliche Datierung das morphogenetische Geschehen besser faßbar und leichter vergleichend zu überprüfen.

Nur die Strandwälle außerhalb der Deiche auf der Geltinger Birk sind für diese Zwecke nicht brauchbar. Da sich hier die Landschaftsentwicklung seit 1824 mit Fertigstellung der Dammbauten nach völlig anderen Kräftewirkungen als vorher vollzog, gibt es keine Vergleichsbasis mit den früher entstandenen Formen. Folglich können die langfristigen Beziehungen zwischen der Meeresspiegellage und den unterschiedlich alten Strandwällen verschiedener Höhe nur aus der Zeit vor 1824 innerhalb des bedachten Bereiches untersucht werden. Für diese nächstälteren Bildungen ergab sich ein brauchbarer Hinweis eines gegenüber heute relativ niedrigeren Meeresspiegels aus der in die Karten 1-4 übertragenen Küstenlinie von 1786. Im Vergleich ihrer Uferlage mit den beidseitig gemessenen Höhenwerten auf den festgelagerten marinen Sanden nahe den Strandwallenden ergab sich ein Durchschnittswert von -30 cm NN. Demgemäß sind alle niedrigeren Werte im Gebiet zwischen den Strandwällen und der Küstenlinie von 1786 auf entwässerungsbedingte Senkungen nach der 1824 erfolgten Bedeichung zurückzuführen (vgl. Abschnitt IV. b.).

Vor Ende des 18. Jahrhunderts lassen die entsprechenden Untersuchungen keine so genaue Relation zwischen Meeresspiegellage und Strandwallhöhen zu. Vielmehr erlauben sie nur die prinzipielle Aussage eines noch unter -30 cm NN gelegenen mittleren Ostseewasserstandes vor der Zeit des um 1581 datierten Landschaftsstadiums. Von großer Bedeutung ist deshalb das nicht durch Setzungen oder andere Erscheinungen erklärte Abfallen der Strandwallenden unter NN in der Mitte der Geltinger Birk. Besonders die drei auf der Flur *Großes Moor* bereits um 1786 wasserbedeckten Strandwallausläufer müssen nach allen gewonnenen Erkenntnissen während der Zeit eines absoluten Tiefstandes der relativen Meeresspiegelverlagerung entstanden sein (s. Karte 2).

Weil diese Formen, wie alle übrigen im Arbeitsgebiet, Überwasserbildungen sind, kann allein eine nach ihrer Entstehung erfolgte Transgression sowohl die Abrasionswirkungen als auch die Überflutung hervorgerufen haben. Da sich die Einebnungen am intensivsten auf die höchsten Teile auswirkten, läßt sich der relative Verschiebungsbetrag nur an dem am wenigsten betroffenen Übergang der Strandwälle zu den parallelen Senken und an den auslaufenden Kammlinien messen. Aus dieser Überprüfung ergibt sich ein Durchschnittswert zwischen -70 und -85 cm NN.

Demgegenüber setzen die noch älteren, bis auf 1,7 m ansteigenden Strandwälle auf dem südöstlich anschließenden Flurstück *Birck* wiederum einen dem heutigen Niveau ähnlichen Ostseespiegel als Bildungsbedingung voraus.

Schwierigkeiten bereitet allerdings die zeitliche Einordnung dieser Vorgänge, da sich aus den lokalen Gegebenheiten nur eine generelle zeitliche Stellung der ältesten Bildungen in der Zeit vor dem 14. Jahrhundert ergibt. Eine Lösung dieser Probleme mit verbesserter Datierung

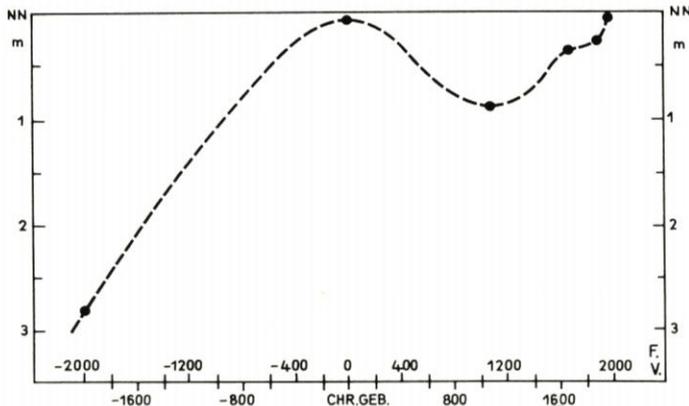


Abb. 3. Der Transgressionsablauf nach 2000 v. Chr. Geb. im Gebiet der Schleimündung, 13 km südlich der Geltinger Birck. Die schwarzen Punkte innerhalb der Kurve sind Datierungsmarken

ist nur durch die Übertragung von Analogieschlüssen von ähnlichen Untersuchungen der 13 km südlich gelegenen Schleimündung möglich (Voss 1967) (s. Abb. 3). Demnach hatte der Meeresspiegel bereits um Chr. Geb. eine dem heutigen Niveau ähnliche Lage erreicht, was neben anderen Beweisen auch aus der Gegenüberstellung damaliger mit heutigen Strandwallhöhen ableitbar war. In der Übertragung dieser Verhältnisse auf das vorliegende Untersuchungsgebiet müssen folglich die ältesten Stadien auf dem Flurstück *Birck* um die Zeitenwende entstanden sein. Diese Behauptung wird bestätigt durch die in den folgenden Jahrhunderten an der Schleimündung nachgewiesene Regression, mit der auch im Mittelteil des Untersuchungsgebietes das beobachtete Absinken der Strandwallhöhen und die abweichende Ausrichtung ihrer Kammlinien zwanglos erklärt werden kann. Folglich sind die drei niedrigsten Strandwallenden auf der Flur *Großes Moor* etwa zur Zeit des Regressionstiefstandes gebildet worden. Dieses Stadium fällt dem Vergleich entsprechend in die Zeit um 1100 n. Chr., in der ein Maximum der relativen Verschiebung der Land-Meer-Grenze bei -88 cm NN zu verzeichnen war, das mit den beschriebenen Ergebnissen gut übereinstimmt.

Durch den nachfolgenden neuen Meeresspiegelanstieg gerieten diese Kammlinien nicht nur unter den Einfluß beschränkter Abrasion, sondern waren bis 1786 auch transgrediert. Die gleichen Vorgänge verursachten ebenfalls die erschlossene starke landeinwärtige Verlagerung des Aufhängepunktes, durch den ein Wachsen der Strandwallängen hervorgerufen wurde, deren erste Ausläufer die frühere Insel Beveroe um etwa 1581 erreicht hatten.

Aus der übergreifenden Zusammenschau aller erarbeiteten Unterlagen geht außerordentlich deutlich der Einfluß der relativen Meeresspiegelschwankung von der Zeitenwende bis heute hervor. Ähnlich wie an der Schleimündung bestimmen diese Vorgänge die entstehenden Strandwallhöhen und bedingen zugleich auch zum Teil ihre abweichenden Ausrichtungen. Gleichfalls zeigte die Analyse der gesamten Oberflächenformen, daß auch die Längen der verschieden alten Strandwälle in engem Zusammenhang mit dem Transgressionsablauf stehen. Mit großer Wahrscheinlichkeit hat sich zu allen Zeiten das vor einer jeweiligen Strandwallbildung bestehende submarine Relief teils hemmend, teils fördernd auf die Entstehungsgeschwindigkeit der einzelnen Stadien ausgewirkt (vgl. Voss 1967). Derartige Modifikationen können jedoch auf Grund fehlender Bohrungen nicht näher belegt werden.

Auch wenn sich im Gebiet der Geltinger Birk die relativen Verschiebungsbeträge des Meeresspiegels meist nur durch Vergleiche präzisieren ließen, so bestätigt sich doch der Wert der morphologischen Untersuchungsergebnisse als grundsätzliche Aussage. Bezeichnenderweise stimmt also der an der heutigen Formenbildung beteiligte Transgressionsablauf an der Schleimündung und im behandelten Arbeitsgebiet überein. Da eine entsprechende Bestätigung auch aus der Eckernförder Bucht (Voss 1967) vorliegt, scheinen die bereits im Titel aufgestellten Zusammenhänge von weitreichender Bedeutung und Verbreitung zu sein.

VII. Literaturverzeichnis

- DANCKWERTH, C. (1652): Neue Landesbeschreibung der zwey Hertzogthümer Schleswich und Holstein 1652. Faksimileausgabe der Mejer'schen Karten mit Einleitung von C. Degn. 1963.
- GRIPP, K. (1954): Die Entstehung der Landschaft Ost-Schleswigs vom Dänischen Wohld bis Alsen. Kiel 1954. (Meyniana, Bd. 2, S. 81-123.)
- HINTZ, R. A. (1958): Sedimentpetrographische und diluvialgeologische Untersuchungen im Küstenbereich des Landes Angeln. Kiel 1958. (Meyniana, Bd. 6, S. 116-126.)
- JENSEN, H. N. A. (1837): Geschichte des Kirchspiels Gelting. Altona 1837.
- KANNENBERG, E. G. (1955): Deiche und Entwässerungen an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste vor 1872. Neumünster 1955. (Die Heimat, Jg. 62, S. 49-53.)
- KANNENBERG, E. G. (1959): Schutz und Entwässerung der Niederungsgebiete an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Heide 1959. (Die Küste, Jg. 7, S. 47-106.)
- KÖSTER, R. (1958): Die Küsten der Flensburger Förde. Kiel 1958. (Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, Bd. 14, H. 1, S. 5-18.)
- KÖSTER, R. (1961): Junge eustatische und tektonische Vorgänge im Küstenraum der südwestlichen Ostsee. Kiel 1961. (Meyniana, Bd. 11, S. 23-81.)
- LAUR, W. (1960): Die Ortsnamen in Schleswig-Holstein. Schleswig 1960.
- MARTENS, P. (1927): Morphologie der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Breslau 1927. (Veröffentlichungen der schleswig-holsteinischen Universitätsgesellschaft Nr. 7, S. 41-72.)
- VOSS, F. (1967): Die morphologische Entwicklung der Schleimündung. Hamburg 1967. (Hamburger Geographische Studien, Heft 20.)
- VOSS, F. (1968): Junge Erdkrustenbewegungen im Raume der Eckernförder Bucht. Hamburg 1968. (Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg, Bd. 57, S. 96-150.)
- WEGEMANN, G. (1916): Zustände Schleswig-Holsteins nach dem Erdbuche Waldemars 1231. Leipzig 1916. (Z. Ges. schleswig-holst. Gesch., Bd. 46, S. 53-87.)