

Die lithostratigraphische Unterteilung des marinen Holozäns an der Nordseeküste

VON GEORG BRAND,
BOB PIETER HAGEMAN, SASKIA JELGERSMA & KARL HEINZ SINDOWSKI *)

Mit 10 Abbildungen und 3 Tabellen

Kurzfassung: Im folgenden werden die Ingressionsfolgen der holozänen Nordsee an der niederländischen, niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Nordseeküste miteinander verglichen. Als Resultat einer Arbeitsgemeinschaft wird eine gemeinsame lithostratigraphische Unterteilung des Küsten-Holozäns vorgeschlagen. So ist es nunmehr möglich, für gleiche Kartier-Einheiten gleichartige Bezeichnungen zu verwenden und eine einheitliche Kartendarstellung zu erreichen.

Die „holozäne Nordsee-Formation“ wird lithostratigraphisch unterteilt in:

Pewsum-Schichten	} Dünkirchen
Midlum-Schichten	
Dornum-Schichten	} ± 1700 v. Chr.
Baltrum-Schichten	
	} Calais

Abstract: The following is a comparison of the sequences of ingressions of the Holocene North Sea at the coasts of the Netherlands, Niedersachsen and Schleswig-Holstein. The joint work of a study group resulted in the proposal of a common lithostratigraphical subdivision of the coastal Holocene. This now renders possible the use of symmetrical designations for equal map units, and the achievement of a uniform map representation.

The „Holocene North Sea-Formation“ is lithostratigraphically divided in:

Pewsum beds	} Dünkirchen (Dunkirk)
Midlum beds	
Dornum beds	} ± 1.700 b. C.
Baltrum beds	
	} Calais

Résumé: Les séries d'ingressions holocènes de la Mer du Nord aux côtes de l'Hollande, de la Niedersachsen et du Schleswig-Holstein (au nord de la République Fédérale Allemande) seront comparées comme il suit:

On propose — comme résultat d'un groupe de travail — une commune division lithostratigraphique du holocène de la zone littorale. Ainsi il sera possible d'appliquer des désignations similaires pour des unités similaires des mappes géologiques.

La formation holocène de la Mer du Nord sera partagée quant à la lithostratigraphie comme suit:

couches de Pewsum	} Dünkirchen (Dunkerque)
couches de Midlum	
couches de Dornum	} ± 1700 v. Chr.
couches de Baltrum	
	} Calais

*) Anschriften der Autoren: Dr. G. BRAND, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, 23 Kiel, Mecklenburger Str. 22—24, Dipl.-Ing. B. P. HAGEMAN,; Dr. S. JELGERSMA, Geologische Dienst, Spaarne 17, Haarlem, Nederland; Dr. K. H. SINDOWSKI, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 3 Hannover-Buchholz, Alfred-Bentz-Haus, Postfach 54.

Inhalt

1. Einführung	366
2. Die bisherigen Forschungsergebnisse in den Niederlanden	367
2.1. Einleitung	367
2.2. Stratigraphie	369
2.2.1. Die Haupt-Einheiten	369
2.2.2. Einheiten der Unterzyklen	370
3. Die bisherigen Forschungsergebnisse in Niedersachsen	372
3.1. Aufnahmegebiete	372
3.2. Lithofazielle Gliederung des Küsten-Holozäns	372
3.3. Datierung der Ingressionsfolgen	373
4. Bisherige Ergebnisse in Schleswig-Holstein	375
4.1. Aufnahmegebiete	375
4.2. Lithofazielle Gliederung des Küsten-Holozäns	375
4.3. Datierung der Überflutungsfolgen	376
5. Vergleiche der Befunde in den drei Küstenabschnitten	376
6. Zusammenfassung der Ergebnisse und Benennung der lithostratigraphischen Einheiten	378
7. Schriften	381

1. Einführung

Umfangreiche geologische Arbeiten an der Nordseeküste der Niederlande, Niedersachsens, im Raume Hamburg und in Schleswig-Holstein erbrachten in jüngerer Zeit neue Erkenntnisse über den Ablauf der holozänen Nordseetransgression und über die dabei abgelagerten Sedimente im marinen und perimarinem Bereich.

Als perimarinem Bereich bezeichnen wir das Faziesgebiet, in dem die Sedimentation und Sedimentation im wesentlichen unter dem Einfluß der Meeresspiegelschwankungen stattgefunden hat (brackische, limnische, fluviatile, organogene Bildungen im küstenfernen Teil des von Meeresspiegelschwankungen beeinflussten Gebietes unter Anlehnung an den Legenden-Entwurf von HAGEMAN 1960).

In überwiegenderem Maße wurden die Untersuchungen vom Niederländischen Geologischen Dienst, vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung und vom Geologischen Landesamt Schleswig-Holstein durchgeführt. Da die Aufgaben und Fragestellungen der bearbeitenden Institutionen sehr ähnlich sind, kam es zu Kontakten der einzelnen Sachbearbeiter untereinander und schließlich zur Bildung einer Arbeitsgemeinschaft der Bearbeiter des Küsten-Holozäns der Niederlande und der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik. Im Verlaufe der Diskussionen zwischen den niederländischen und den deutschen Geologen wurde sehr bald die Notwendigkeit einer einheitlichen Benennung der lithostratigraphischen Einheiten der marinen und perimarinem Ablagerungen des Nordsee-Holozäns festgestellt.

Dadurch wird angestrebt, den Vergleich der Einzelergebnisse zu erleichtern, für gleiche Kartiereinheiten gleichartige Bezeichnungen zu verwenden und eine Grundlage für eine einheitliche Kartendarstellung der betreffenden Bildungen zu schaffen.

Im folgenden werden zunächst die bisherigen Ergebnisse, die in den einzelnen Ländern erzielt wurden, zusammenfassend beschrieben. Sodann soll, da die Kartiereinheiten weitgehend übereinstimmen, eine lithostratigraphische Terminologie aufgestellt werden. Es wird dabei versucht, soweit wie möglich den Vorschlägen des Subkomitees des IGC für stratigraphische Terminologie zu folgen.

2. Die bisherigen Forschungsergebnisse in den Niederlanden

2.1. Einleitung

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über das Holozän des marinen und perimarin Bereiches der Niederlande gegeben, unter besonderer Berücksichtigung seiner lithostratigraphischen Einteilung.

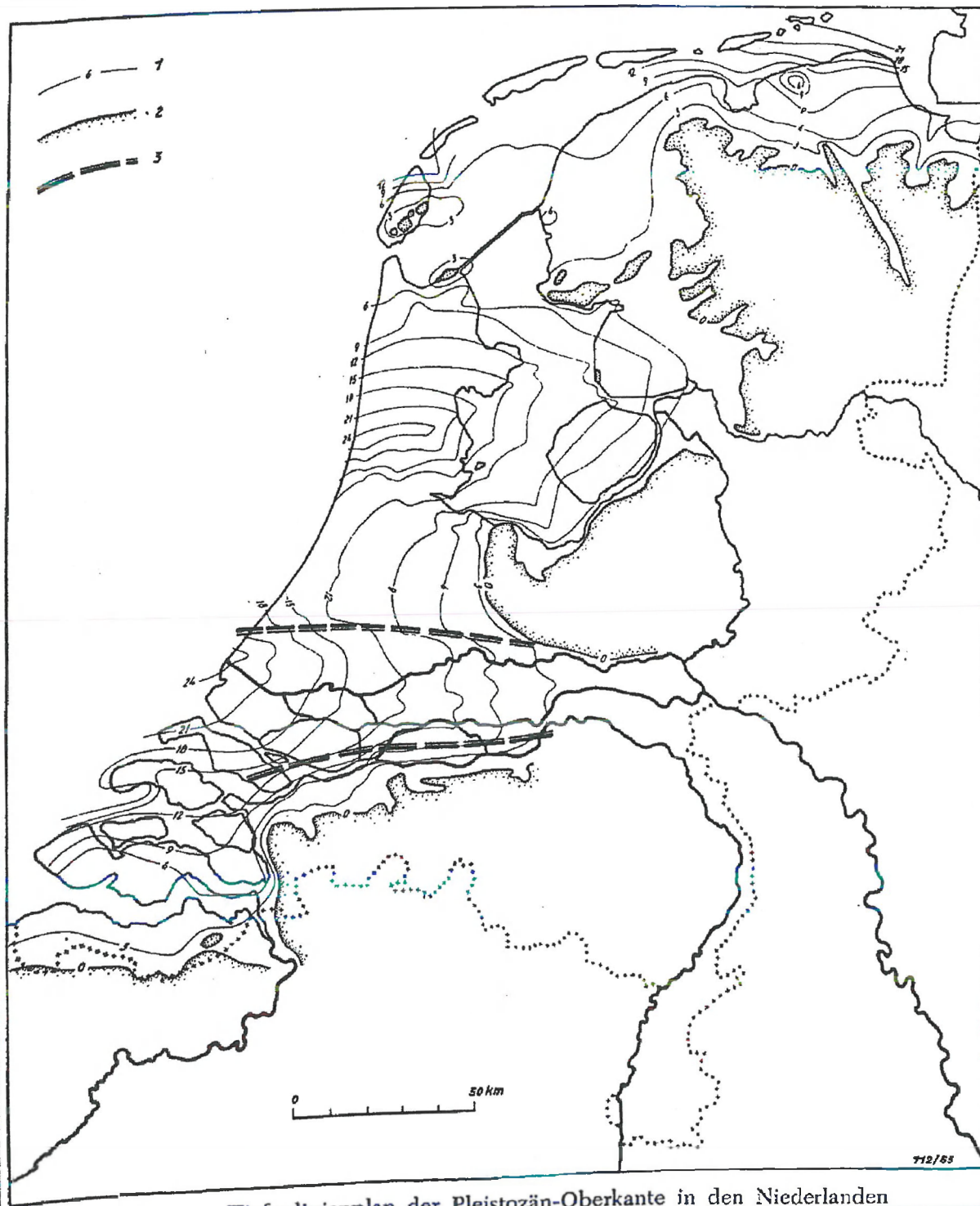


Abb. 1. Tiefenlinienplan der Pleistozän-Oberkante in den Niederlanden (nach JELGERSMA 1961).

Tiefenlinien der Pleistozän-Oberkante
(in m unter Meeresspiegel NAP)
oberflächennahes Pleistozän (Geestrand)

3 spätglaziale fluviatile Ablagerungen.
(Nördlich und südlich der angegebenen Grenze
weichselzeitliche periglaziale Flugsande)

Die gekoppelten Auswirkungen von Meeresspiegelanstieg infolge Eisabschmelzens und von isostatischen sowie tektonischen Krustenbewegungen bedingten während des Holozäns eine bedeutende Sedimentation an der südlichen Nordseeküste. Abbildung 1 zeigt die Tiefenlinien (in m unter NAP) der Pleistozän-Oberfläche (vorwiegend Weichsel) und vermittelt eine Vorstellung von dem Raum, der mit holozänen Sedimenten erfüllt wurde, sowie vom seewärtigen Abtauchen der Pleistozän-Oberfläche. Als Folge von deren seewärtigen Abtauchen nehmen die Holozän-Sedimente gegen die heutige Küstenlinie an Mächtigkeit zu. Die Sedimentation erfolgte jedoch relativ schnell (an verschiedenen Orten mehr als 15 m in 8000 Jahren), und der Kurvenverlauf des relativen Meeresspiegelanstieges im Atlantikum ist steil. Die in diesen Perioden abgelagerten Sedimente erreichen eine große Mächtigkeit. Obwohl die relative Meeresspiegel-Kurve keine Schwankungen zeigt, ist doch eine eindeutige zyklische Entwicklung des Küsten-Holozäns vorhanden. Die Möglichkeiten, um diese Zyklen zu erklären, sind entweder kleine Meeresspiegelschwankungen (infolge Fehlerquellen nicht aus der Kurve abzulesen) oder die wechselnde Mächtigkeit der Strandwälle. Wir glauben, daß die Entwicklung dieser Küstenbarriere eng verknüpft ist mit den Zyklen des Küsten-Holozäns.

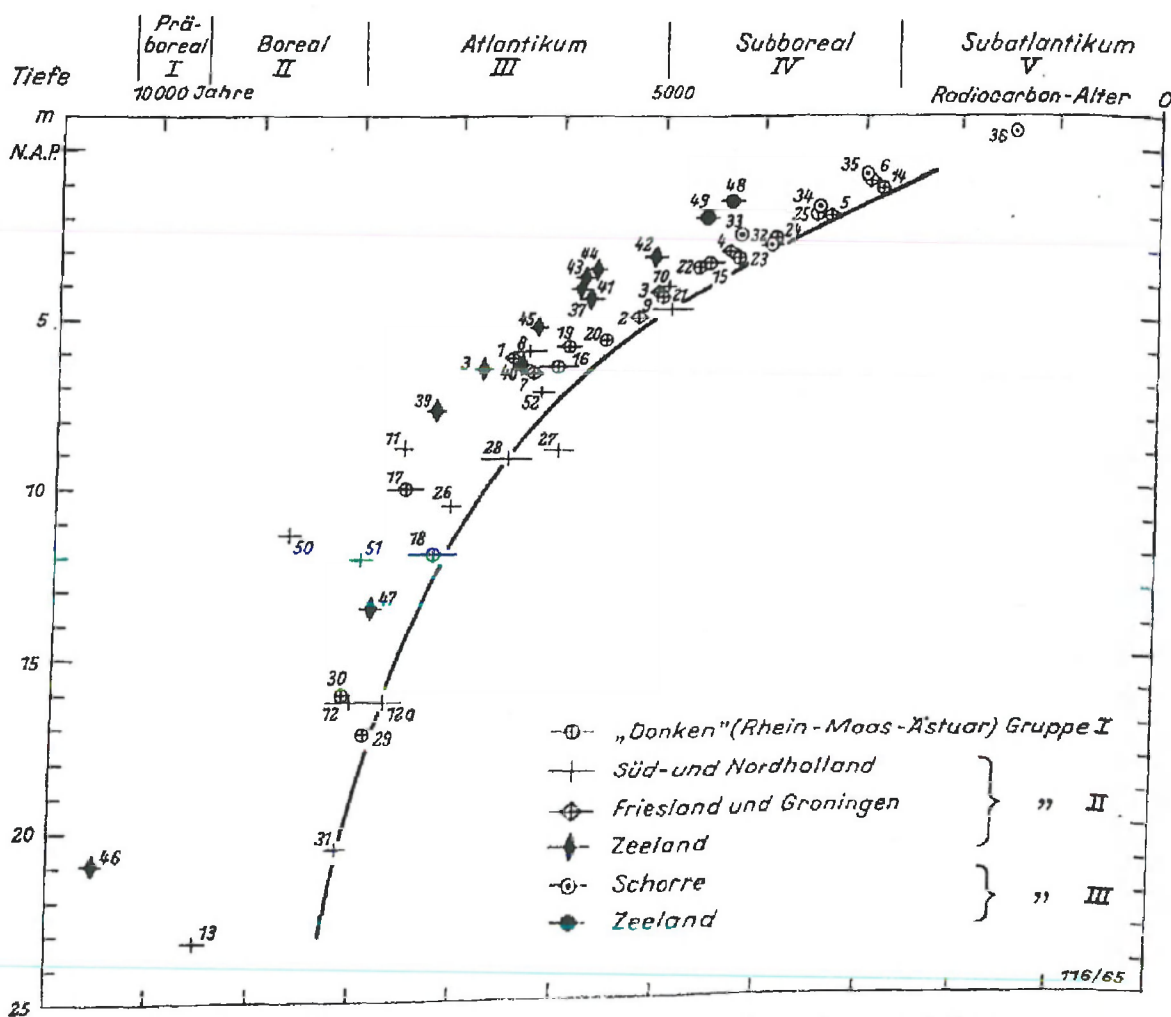


Abb. 2. Zeit-Tiefen-Diagramm des relativen Nordseespiegel-Anstiegs (nach JELGERSMA 1961).

Auf diesem zyklischen Aufbau der Ablagerungen — häufig eine Folge von Torf, darüber sandigen oder tonigen Sedimenten, dann humosem Klei mit Übergang in Torf zum Hangenden — basiert die lithostratigraphische Einteilung des Küsten-Holozäns.

Um die an verschiedenen Orten erkannten marinen, transgressiven Einschaltungen miteinander vergleichen zu können, wurden viele Radiokarbon-Datierungen der diesen zwischengelagerten Torfe durchgeführt. Diese ^{14}C -Daten, auf einer Zeitskala aufgetragen, zeigen bestimmte Regelmäßigkeiten, die es ermöglichen, das Holozän in eine Anzahl von Transgressionsphasen und Phasen mit mehr oder weniger großer Regressionstendenz einzuteilen.

2.2. Stratigraphie

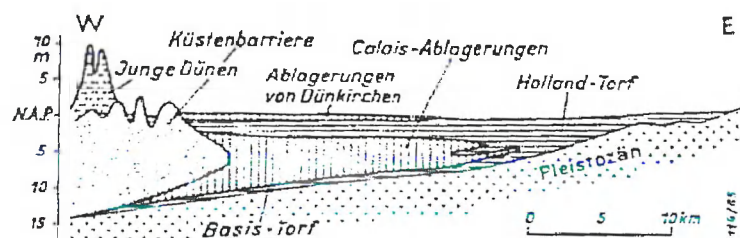
2.2.1. Die Haupt-Einheiten

Während der letzten Vereisung, als der Ozeanspiegel 100 m unter dem heutigen stand, waren die Niederlande eine sandige Ebene mit einzelnen Flußtälem. Das Nordseegebiet war Land, folglich war England dem Festland angegliedert. Die Küstenlinie während des Höchststandes der letzten Vereisung verlief nördlich der Dogger-Bank und im SW-Teil des Ärmelkanals.

Am Ende der Eiszeit setzte infolge Temperaturzunahme ein Abschmelzen der gewaltigen Eismassen ein, und der Ozeanspiegel begann anzusteigen. Das Nordseegebiet wurde im Alt-Holozän (Präboreal — Boreal) wieder Meer. Am Ende des Boreals (vor 8000 Jahren) näherte sich die Küstenlinie der Nordsee der heutigen niederländischen Küste. Seit dem Atlantikum kamen in den westlichen Niederlanden verschiedenartige Sedimente als direkte Folge der relativen Meeresspiegeländerungen zum Absatz.

Ein schematisches Profil (Abb. 3) durch das Holozän der westlichen Niederlande zeigt im Osten die Torf-Entwicklung im perimarinem Bereich, in der Mitte lagunäre Sedimente und im Westen Strandwälle und Küstendünen. Im lagunären Bereich sind

Abb. 3. Schnitt durch das Holozän der westlichen Niederlande (nach JELGERSMA 1961).



4 wichtige lithologische Einheiten unterscheidbar: Basis-Torf, Calais-Ablagerungen, Holland-Torf und Dünkirchen-Ablagerungen. Die 3 Einheiten „Calais“, Holland-Torf und „Dünkirchen“ werden als durch die Hauptzyklen-Bildung während der holozänen Transgressionen bedingt angesehen. Die atlantische Transgression wird durch die Calais-Ablagerungen vertreten, die spätsubboreale Regressions-Tendenz führte zur Bildung des Hauptteiles des Holland-Torfes und schließlich brachte die subatlantische Transgression die Dünkirchen-Ablagerungen. Diese Einheiten dürfen nicht als geochronologische, sondern nur als lithostratigraphische Einheiten betrachtet werden.

2.2.2. Einheiten der Unterzyklen

Innerhalb jeder der Haupteinheiten („Calais“, Holland-Torf, „Dünkirchen“) tritt die Bildung von Unterzyklen auf. Diese kleineren Zyklen sind kenntlich durch dünne Torflagen oder Lagen humösen Kleies in marinen Sedimenten des „Calais“ oder „Dünkirchen“ oder als sanftige und tonige Lagen im Hauptteil des Holland-Torfes. Örtlich wird die Hauptzyklen-Bildung vollständig durch die kleineren Zyklen überdeckt, und eine ziemlich vollständige Verzahnung von „Calais“ und „Dünkirchen“ mit dem Holland-Torf tritt ein.

Obwohl die Zyklen-Bildung unleugbar ist und an vielen Stellen im Gelände überprüft werden kann, läßt sich schwerlich sagen, daß alle diese Zyklen miteinander vergleichbar sind und in ein weltweites chronologisches System von Transgressions- und Regressionsphasen gebracht werden können. Seit vielen Jahren sind in den Niederlanden diese lithologischen Zyklen durch Forscher in Beziehung gebracht mit klimatologisch bedingten Meeresspiegelschwankungen. BAKKER (1948) und VEENENBOS (1949) in Friesland, WENSINK (1958) in Groningen, VAN LIERE (1948) in Südholland, DE ROO (1953) und PONS & WIGGERS (1959/60) in Nordholland, BENNEMA & VAN DER MEER (1952), STEUR & OVAA (1960) in Seeland und HAGEMAN (1960) im Mündungsgebiet von Rhein und Maas arbeiteten außer anderen an diesem Problem.

BENNEMA (1954) faßte die derzeitigen Ergebnisse zusammen und schloß auf eine reale Periodizität der Regressions- und Transgressionsphasen von 500 Jahren, gemäß den klimatischen Abläufen. Später führten PONS & WIGGERS (1959/60) auf Grund von Radiokarbon-Daten eine Periodizität von 525 Jahren ein.

HAGEMAN (1960) glaubte, daß eine gewisse Periodizität viel weniger Einfluß auf den steileren Teil der Meeresspiegel-Anstiegskurve haben würde als auf den absteigenden Teil der Kurve (Abb. 4).

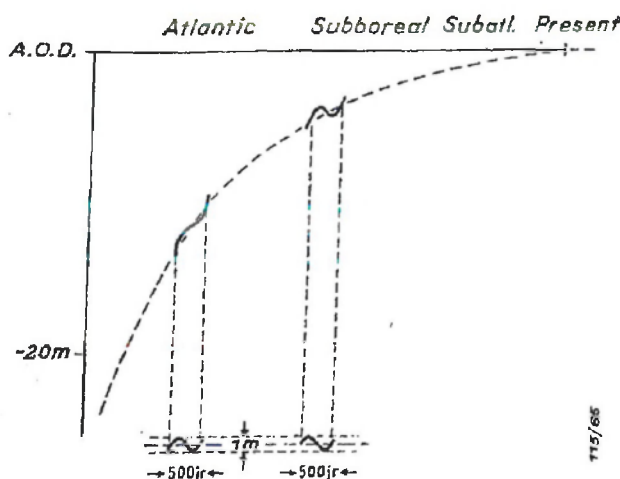


Abb. 4. Schwankungen des Nordseespiegels innerhalb der Anstiegskurve des relativen Nordseespiegels (HAGEMAN 1960).

JELGERSMA (1961) überprüfte eine große Anzahl von Radiokarbon-Datierungen und folgerte, daß eine Periodizität von 500 Jahren schwerlich nachprüfbar ist, im Hinblick auf die Größe der Standard-Abweichung der verfügbaren ^{14}C -Daten und auf die möglichen Fehlerquellen wie z. B. Infiltrationen ins Untersuchungsmaterial. Folglich ist eine einfache Periodizität aus den bisher vorhandenen Daten nicht ableitbar. Heute

teilen wir besser die Auffassung von JELGERSMA (1961) und sprechen von Zyklenbildung anstatt von Periodizität.

Anhand der Daten von JELGERSMA (1961) können wir die großen Einheiten der Holozän-Sedimente in eine Anzahl von Zyklen unterschiedlicher Perioden einteilen. Innerhalb eines Zyklus ist die Transgressionsphase nicht überall synchron. JELGERSMA glaubt an einen engen Zusammenhang zwischen der Art der Sedimentation bzw. Sedimentation und Ausbildung des Strandwall-Komplexes in einem bestimmten Gebiet.

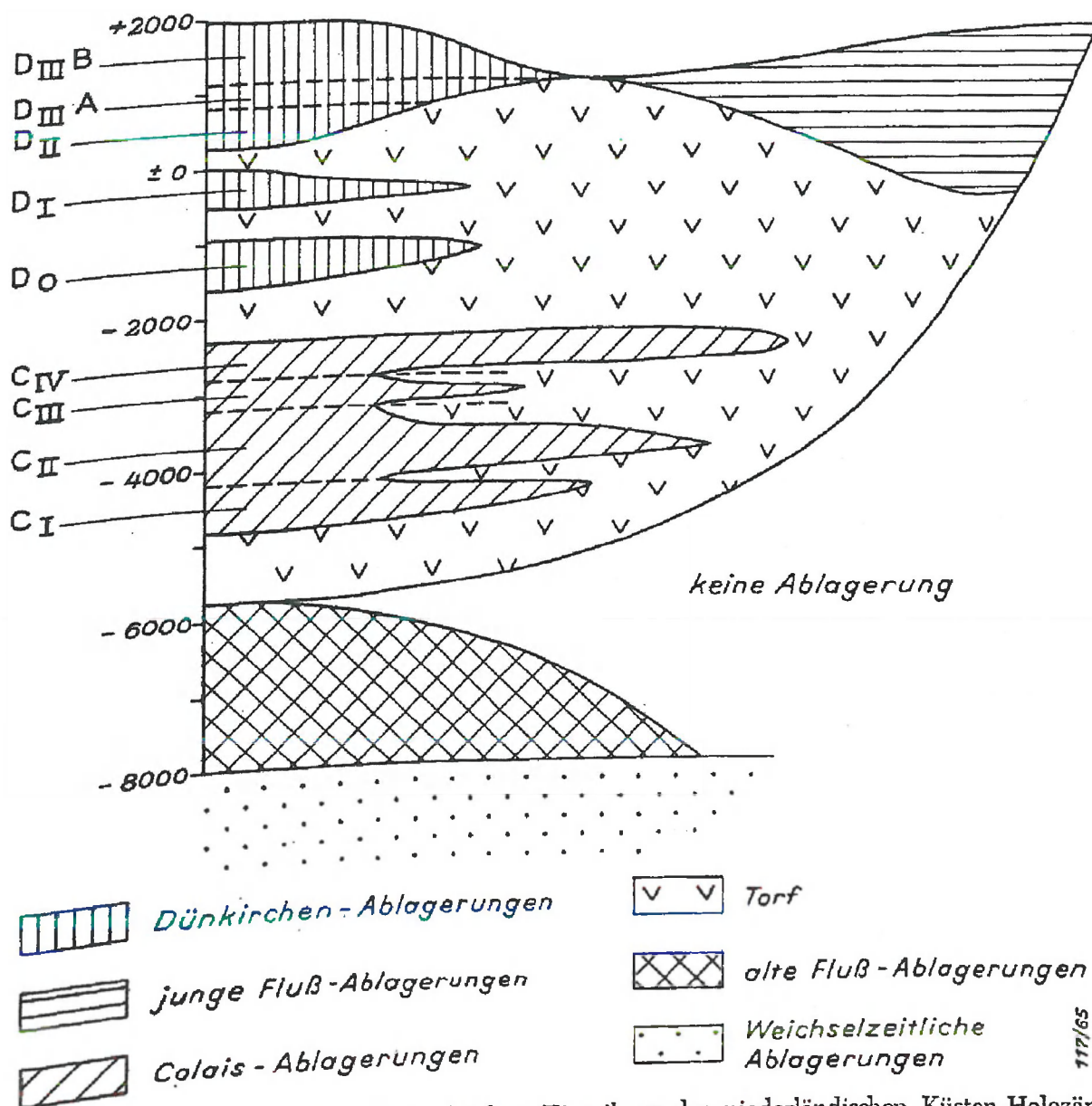


Abb. 5. Schema der lithostratigraphischen Einteilung des niederländischen Küsten-Holozäns (nach JELGERSMA 1961).

Einzelheiten über diese Zyklen teilten PONS & WIGGERS (1959/60) und JELGERSMA (1961) mit.

Paläogeographische Karten der verschiedenen Sedimentationsphasen des Holozäns finden sich bei PONS, JELGERSMA, DE JONG & WIGGERS (1963).

Zum Schluß bringen wir in Abbildung 5 ein Schema der Aufgliederung der lithostratigraphischen Haupteinheiten in Transgressions- und Regressionsphasen, die die Zyklen der holozänen marinen Sedimentation bilden (nach JELGERSMA 1961). Dies Schema bildet die lithostratigraphische Grundlage für die Legende der neuen geologischen Karten, die augenblicklich herausgegeben werden.

3. Die bisherigen Forschungsergebnisse in Niedersachsen

3.1. Aufnahmegebiete

An der niedersächsischen Nordseeküste wurden seit 1954 umfangreiche geologische und bodenkundliche Kartierungen durchgeführt (BENZLER 1965; DECHEND 1954, 1956, 1957, 1961; W. MÜLLER 1962; SINDOWSKI 1957, 1960, 1962, 1963, 1965). Schwerpunkte waren die Marschen im Mündungsgebiet von Ems, Weser und Elbe, am Jadebusen und in Ostfriesland. Ferner wurde das Küsten-Holozän der ostfriesischen Wattgebiete zwischen den Inseln Juist und Wangerooge im Rahmen des Wattbohrprogramms der Forschungsstelle Norderney eingehend untersucht. In den meisten Gebieten, z. B. im ostfriesischen Wattgebiet und im Weser — Elbe-Dreieck, wurde die gesamte Holozän-Schichtenfolge durch ein engmaschiges Bohrnetz erfaßt und dabei Schichtmächtigkeiten der holozänen Rinnenfüllungen in drenthestadialen Schmelzwassertälern von z. T. über 20 m ermittelt.

3.2. Lithofazielle Gliederung des Küsten-Holozäns

Anfängliche Gliederungsversuche des Küsten-Holozäns führten SCHÜTTE (1935), WILDEVANG (1938) und HAARNAGEL (1950) durch. Jedoch erst die zeitlich-genetische Gliederung durch DECHEND (1957) ergab eine gute Grundlage für die moderne lithofazielle Gliederung. DECHEND (1957, 1961) unterschied mehrere „Sedimentdecken“, deren jede einzelne in ihrem Profilaufbau einen unteren Sedimentanteil der „Transgressionsphase“ und einen oberen Sedimentanteil der „Regressionsphase“ enthält.

Der Begriff „Sedimentdecke“ sollte durch die Ausdrücke „Ingressionsfolge“ oder „Ingressivum“ (LÜTTIG 1964) ersetzt werden. Der Terminus „Überflutungsfolge“ ist dem Begriff „Ingressivum“ synonym. Die genetische und zeitliche Entwicklung eines solchen Horizontes kann durch das folgende Vertikalprofil veranschaulicht werden (von oben nach unten):

6. brackischer Torf
5. brackischer Klei, häufig oben schilfdurchwurzelt
4. mariner sandiger Wattklei oder Wattsand, meist mit Wattmollusken
3. brackischer Klei, häufig unten schilfdurchwurzelt
2. brackischer Ton oder Schluff
1. limnischer Torf

Die Ingression spiegelt sich im Korngrößenaufbau ihrer Sedimente als „Überflutungsfolge“ und „Verlandungsfolge“ deutlich wider insofern, als die Korngrößen von der Profilbasis bis zu einem Maximum im marinen Teil des Profiles zunehmen (Ende der Überflutungsfolge) und dann zum Hangenden wieder kontinuierlich abnehmen (Ende der minerogenen Verlandungsfolge).

Entsprechend dem „WALTHERschen Fazies-Gesetz“ (WALTHER 1894) treten die im Vertikalprofil übereinander vorkommenden Wattsedimente limnischer, brackischer

und mariner Faziesbereiche auch in horizontaler Verbreitung — besonders in den Buchten und Ästuaren — nebeneinander auf, und zwar — mit zunehmender Entfernung von der Küste (Geestrand) — in folgender Weise: limnisch (oder fluviatil), brackisch, marin mit allen Übergängen und örtlichen Differenzierungen.

An der niedersächsischen Nordseeküste wurden unter einem weitverbreiteten frühsubborealen Torf (Durchschnittsalter 1700 v. Chr.) drei Ingressionsfolgen (m_1 — m_3) und über ihm zwei Ingressionsfolgen (u_1 — u_2 bzw. ju_1 — ju_2) bis zur Zeitwende und darüber dann vier weitere nach der Zeitwende (o_1 — o_4 bzw. jo_1 — jo_4) festgestellt (DECHEND 1957, 1961; W. MÜLLER 1962; SINDOWSKI 1957, 1961, 1962).

Die Ingressionsfolgen m_1 — m_2 bleiben auf vorgezeichnete Rinnen (Schmelzwassertäler) und Senken beschränkt. Erst die m_3 -Ingressionsfolge dehnt sich flächenhaft sehr stark aus und baut im wesentlichen den Marschenkörper auf. In bezug auf die flächenhafte Ausdehnung der zugehörigen Sedimente kann daher die m_3 -Ingression als die bedeutendste der holozänen Ingressionsphasen der Nordsee in diesem Bereiche gelten.

3.3. Datierung der Ingressionsfolgen

Die Datierung der Ingressionsfolgen konnte nur in dem Gebiet, in welchem Torflagen des Küstenrandmoores in die Wattsedimente eingelagert sind, mittels der Pollenanalyse und Radiokarbon-Bestimmung vorgenommen werden. ^{14}C -Datierungen an Schill wurden nur ausnahmsweise zur Gliederung der marinen o-Ingressionsfolgen nach der Zeitwende verwandt.

Die Datierung der Liegend- und Hangend-Torfe einer Ingressionsfolge gibt ungefähr Anfang und Ende der minerogenen Wattsedimentation in dieser Folge an.

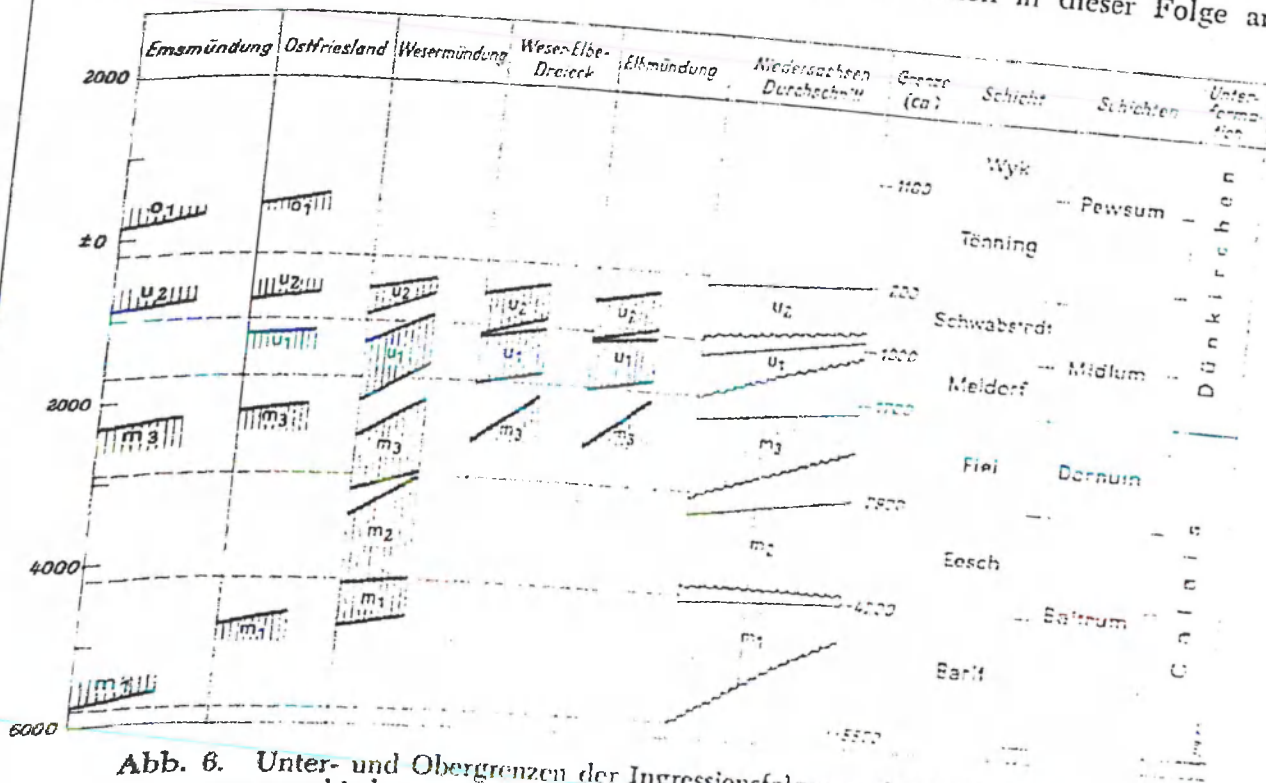


Abb. 6. Unter- und Obergrenzen der Ingressionsfolgen nach ^{14}C -Datierungen aus verschiedenen Abschnitten der niedersächsischen Nordseeküste.

wobei durch Schichtlücken (Torfabtragung) und fehlerhafte Probennahme (Mitgewinnung von älteren bzw. jüngeren Torflagen mit denen der Kontaktlage) empfindliche Fehler entstehen können.

Pollenanalyse wie ^{14}C -Datierung wurden im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Hannover, ausgeführt (Bearbeiter: BENDA, H. MÜLLER, SCHNEEKLOTH, GEYH). Die Datierungen erstrecken sich im wesentlichen auf die Marschgebiete um die Mündungen von Ems, Weser und Elbe, von Ostfriesland und im Weser—Elbe-Dreieck.

Die ^{14}C -Datierungen des Küsten-Holozäns der einzelnen Küstenabschnitte sind aus Abbildung 6 ersichtlich. Das sich daraus ergebende stark schematisierte Bild für die m_1 - bis u_2 -Ingressionsfolgen ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1. Ungefähre Datierung der älteren Ingressionsfolgen in Niedersachsen

ungefähres Alter	Ingressionsfolge	Torfe	Pollenzonen nach FIRBAS
ca. 200 v. Chr.	u_2 -Folge	frühsuatlantisch	IX unt.
ca. 1200 v. Chr.	u_1 -Folge	spätsubboreal	VIII ob.
ca. 1700 v. Chr.	m_3 -Folge	frühsubboreal	VIII unt.
ca. 2900 v. Chr.	m_2 -Folge	späatlantisch	VII
ca. 4200 v. Chr.	m_1 -Folge	mittelatlantisch	VI/VII
ca. 5800 v. Chr.		spätboreal—frühatlantisch (Basis-Torf)	V/VI

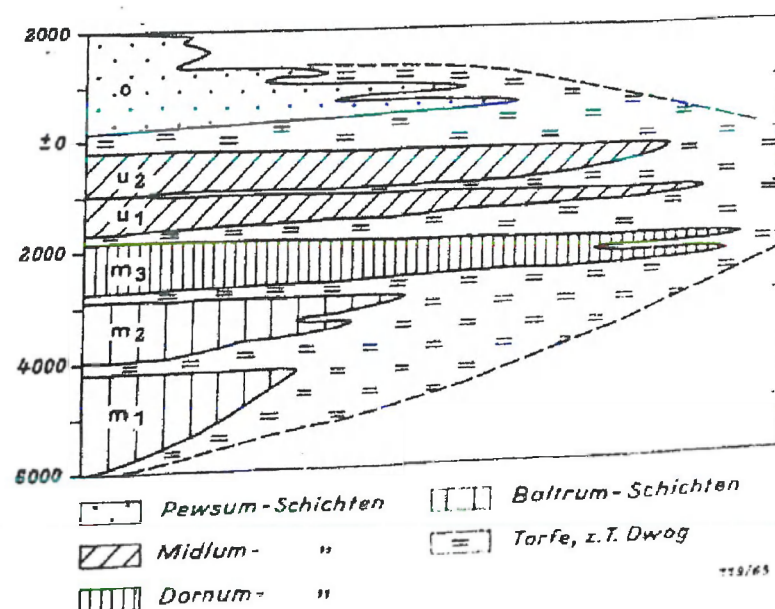


Abb. 7. Schema der lithostratigraphischen Einteilung des niedersächsischen Küsten-Holozäns.

4. Bisherige Ergebnisse in Schleswig-Holstein

4.1. Aufnahmegebiete

An der schleswig-holsteinischen Nordseeküste wurden seit 1955 umfangreiche geologische Arbeiten für praktische Zwecke durchgeführt. Schwerpunktgebiete sind bisher die Marschen südlich und nördlich von Husum, das Treenetal, das Eidergebiet, die gesamte Dithmarscher Bucht mit dem Mieleetal südlich von Heide und dem Süderau-tal bei Meldorf. Weiterhin liegen flächige Aufnahmen des Friedrich-Wilhelm-Lübke-bietes um Marne, Brunsbüttelkoog und dem Pinnau — Krückagebiet vor. Ergänzt wurden diese Kartierungen durch kleinere Untersuchungen an der gesamten Küste des Landes. In allen genannten Gebieten erfassen die geologischen Untersuchungen das gesamte Holozän bis auf den pleistozänen Untergrund, so daß nicht selten Schichten-abfolgen von mehr als 20 m Mächtigkeit vorliegen.

4.2. Lithofazielle Gliederung des Küsten-Holozäns

Um die verschiedenen limnischen, brackischen und marinen Ablagerungen nach Entstehungsbedingungen und Zeit korrelieren zu können, wurde von BRAND und BRESSAU die zusammenfassende Einheit „Überflutungsfolge“ gewählt. In der Über-flutungsfolge spiegelt sich eine Schwankung der Transgressionsintensität im Vertikal-profil, entsprechend folgendem vereinfachten Schema, wider:

Top	brackischer Torf	} Überflutungsfolge
	brackischer Ton	
	mariner Wattsand	
	brackischer Ton	
Basis	limnischer Torf	

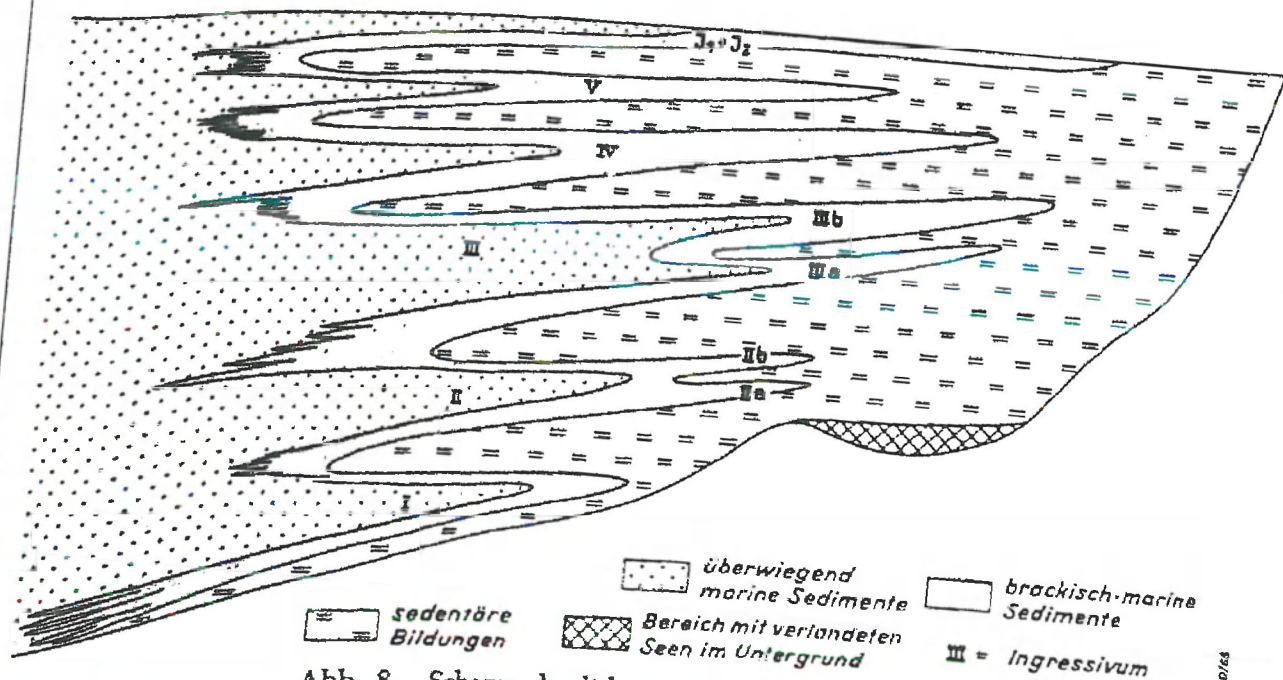


Abb. 8. Schema der lithostratigraphischen Einteilung des schleswig-holsteinischen Küsten-Holozäns.

Ebenso lassen sich die in einem Zeitraum entstandenen Lockergesteine in der Horizontalen von der limnischen Fazies bis zur vollmarinen Fazies mit allen Übergängen leicht verfolgen.

In Schleswig-Holstein wurden bisher über einem weitverbreiteten Torfhorizont zwei sogenannte jüngere und unter ihnen fünf sogenannte ältere Überflutungsfolgen festgestellt. Bis zur endgültigen Benennung der petrofaziellen Einheiten wurden die Überflutungsfolgen von unten nach oben mit Zahlen belegt, und zwar I bis V für die älteren und J_1 und J_2 für die jüngeren (Abb. 8).

Ergänzend sei festgehalten, daß die Überflutungsfolge I als älteste bisher nur in vorgezeichneten pleistozänen Rinnen sicher festgestellt wurde. Als am stärksten in Erscheinung tretende Phase der holozänen Nordseetransgression wurde die Überflutungsfolge III erkannt.

4.3. Datierung der Überflutungsfolgen

Datierungen mit Hilfe der Pollenanalyse und ^{14}C -Bestimmungen können naturgemäß nur im perimarinem Bereich vorgenommen werden. Entsprechend der Definition der Überflutungsfolge wurden Torfe unter bzw. über den brackischen und marinen Ablagerungen untersucht. Die ^{14}C -Bestimmungen erfolgten im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (Bearbeiter: Dipl.-Phys. H. GEYH). Die Pollenanalysen wurden von AVERDIECK und MENKE ausgeführt.

Bisher liegen Datierungen aus dem Raume Husum, vom Treene- sowie Eidertal und aus dem Mieleetal vor.

In Tabelle 2 sind die gemittelten Daten aus den einzelnen Gebieten zusammengestellt.

Die von MENKE ausgeführte Pollenanalyse aus dem Wilden Moor im Treenetal wurde im überwiegend limnischen Bereich ohne marine Ablagerungen durchgeführt. Sie zeigt anhand des Wechsels von limnischen und terrestrischen Pflanzenvergesellschaftungen den Ablauf der Überflutungsfolgen. Letztere konnten in der Vertikalen lithofaziell bis in den marinen Bereich flächig aufgenommen werden. Es konnte somit ein pollenanalytisches Standard-Profil für die Überflutungsfolgen II, III und bedingt für IV aufgezeigt werden, das zumindest für das Treenegebiet Gültigkeit besitzt.

5. Vergleiche der Befunde in den drei Küstenabschnitten

Die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen lithostratigraphischen Befunde des niederländischen, niedersächsischen und schleswig-holsteinischen Küsten-Holozäns lassen viele Parallelen erkennen, so daß eine für diese Küstengebiete gemeinsame, allgemeingültige lithostratigraphische Gliederung ersichtlich wird.

Gemeinsam ist allen drei genannten Nordsee-Küstenbereichen das Auftreten von 5 Ingressionsfolgen vor der Zeitwende. Die Folgen lassen zwar eine örtliche Differenzierung erkennen und zeigen z. T. eine Zweiteilung (z. B. $m_{2A} + m_{2B}$ in Niedersachsen, entsprechend C II + C III in den Niederlanden und II A + II B in Schleswig-Holstein) — die Frage, ob es sich hier um Teil-Ingressionen handelt, kann zunächst offenbleiben —, jedoch bleiben die übergeordneten faziell genetischen und zeitlichen Gemeinsamkeiten ausschlaggebend.

In der Festlegung der Ingressionen nach der Zeitwende tritt eine gewisse Unsicherheit bezüglich ihrer Anzahl ein. Einerseits fehlen häufig ^{14}C -datierbare Horizonte

Tabelle 2. Gemittelte ^{14}C -Daten aus dem Küsten-Holozän verschiedener Gebiete der schleswig-holsteinischen Westküste

Zeit nach Jahren	Klimaabschnitte nach FIRBAS		Zonen nach OVERBECK	Husum (Südermarsch) ^{14}C	Wildes Moor (Treental) Pollenanalysen	Norderdithmarschen (Eiderdal) ^{14}C + Pollenanalysen	Süderdithmarschen (Mietal) ^{14}C + Pollenanalysen		
+2000	Subatlantikum	X	12						
+1000									
± 0		IX	11	~ 100			~ 200		
			10b	V		Hochmoortorfe	V		
	Subboreal	VIII	10a	~ 600 Torfe		~ 700			
			~ 1200						
-2000			9	IV	HP noß IV? ~ 1500 terrestrisch ~ 2200 > sehr noß III	IV Hochmoortorfe ~ 2300 III	IV ~ 2000 III		
				III					
			-4000	VII	8	II	$\pm$ terrestrisch sehr noß ~ 3800 zunehmende Vernässung II	terrestrische ~ 3500 Torfe ~ 4100 II	~ 3500 II
								~ 5000	
-6000			VI		~ 5700	terrestrisch ~ 6000	~ 5800		
				V	7	I Bruchwoldtorfe	Verlandung eines Sees	I	
-8000			IV		6			~ 7200	
					5				

□ = trockenster und mariner Teil der Überflutungsfolge

(Torf, Humusdwog), zum anderen beginnt seit dem 11. Jh. die Bedeichung, so daß spätere, z. T. auch anthropogen verursachte Ingressionen durch Meeresseinbrüche in das Festland oder nur durch Deich-Brüche kenntlich werden. Folglich besitzen die Ingressions-Sedimente nur lokale Verbreitung. Von der Zeitwende bis zum 12. Jh. sind 2 Ingressionen erkennbar, deren Sedimente noch relativ große Verbreitung besitzen. Danach sind noch 1—2 Ingressionen erfolgt, die nur noch lokal (im unbedeichten Außengroden) erfaßbar sind.

Tabelle 3 zeigt eine Parallelisierung des Küsten-Holozäns der Niederlande, Niedersachsens und Schleswig-Holsteins nach dem augenblicklichen Stand. Die hier angeführten Zahlen stellen nur gemittelte zeitliche Orientierungswerte dar. Angefügt ist ihr die hier vorgeschlagene neue, gemeinsame Gliederung, die im folgenden erläutert wird.

6. Zusammenfassung der Ergebnisse und Benennung der lithostratigraphischen Einheiten

Die Ingressionsfolge bildet die kleinste lithostratigraphische Einheit, das „bed“ oder die „Schicht“. Bisher wurden sie in den Gliederungen mit Buchstaben bzw. Zahlen benannt (z. B. C IV = m_3 = III). Nunmehr erhalten sie Benennungen nach Ortsnamen (möglichst Typuslokalitäten) aus dem Gebiet der schleswig-holsteinischen Nordseeküste (Ortslagen s. Abb. 9). Während die 5 Ingressionen vor der Zeitwende eigene Namen erhalten (Barlt-, Eesch-, Fiel-, Husum-, Meldorf-, Schwabstedt-Schicht), werden die Ingressionen nach der Zeitwende in 2 Gruppen geteilt: eine

ältere (Tönning-Schicht) vor der Bedeichung und eine jüngere (Wyk-Schicht) danach (vgl. Tab. 3). Zum Teil bestehen bereits örtliche Namensgebungen. In den Niederlanden werden z. B. von verschiedenen Autoren unterschiedliche Namen für zeitgleiche Ablagerungen benutzt, z. B. C IV = Hellevoeter Zand (HAGEMAN 1960) = Wieringer Meer (PONS & WIGGERS 1959/60). Diese Namen können selbstverständlich weiter benutzt werden. Es wird jedoch

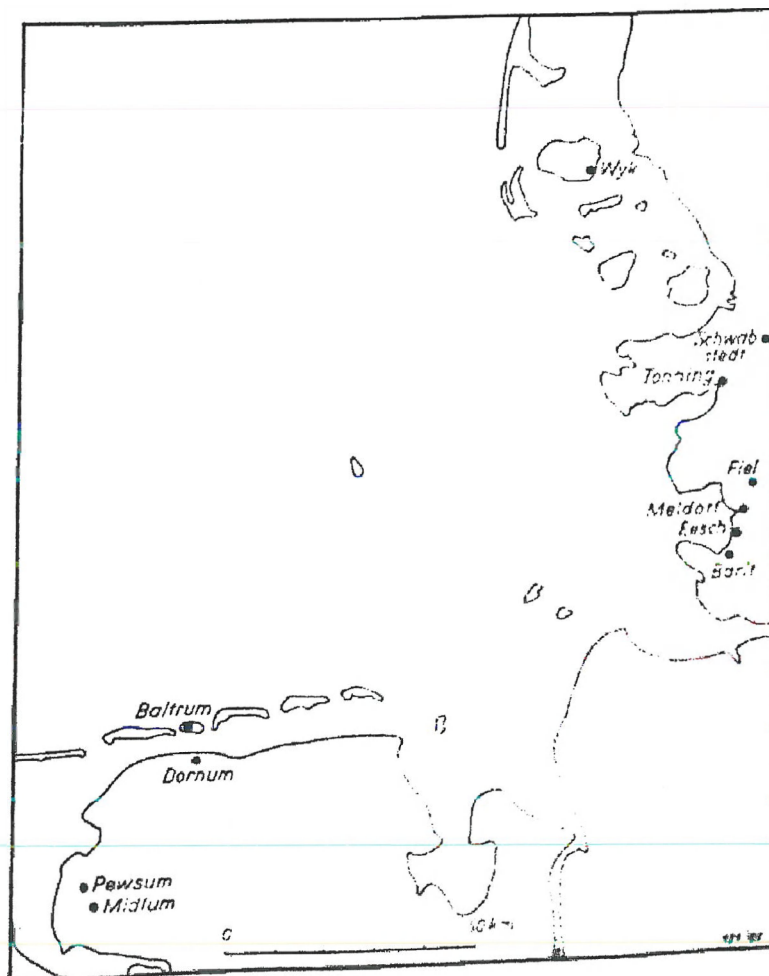


Abb. 9. Lage der Typuslokalitäten für die lithostratigraphische Gliederung an der ost- und nordfriesischen Küste.

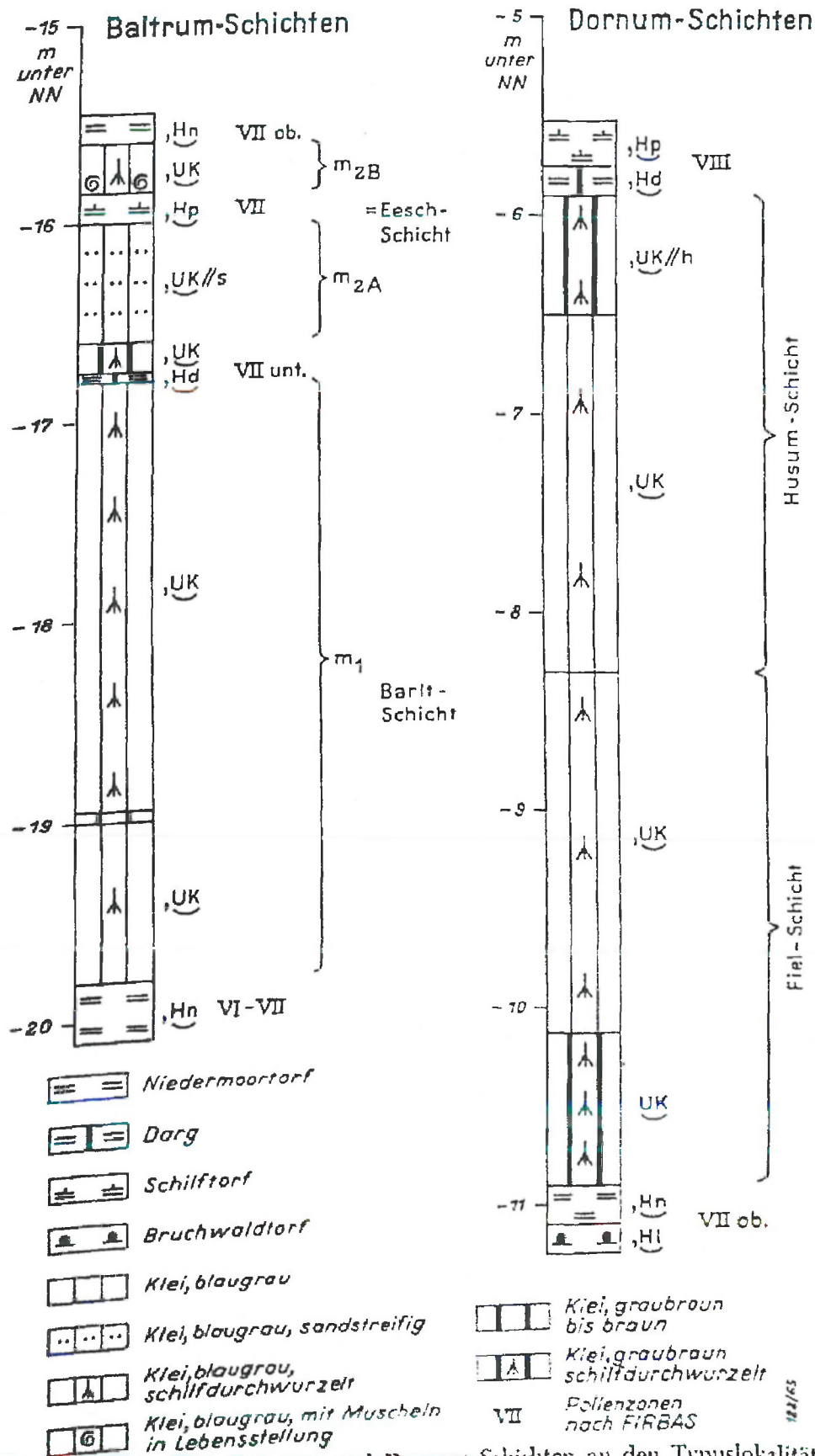


Abb. 10. Profile der Baltrum- und Dornum-Schichten an den Typuslokalitäten.
Links: Wattbohrung 6/54 (Bl. Baltrum); rechts: Wattbohrung 7/55 (Bl. Esens). Pollendatierung nach U. GROHNE.

Tabelle 3. Lithostratigraphische Parallelisierung des Küsten-Holozäns (Grenzwerte gemittelte ¹⁴C-Daten)

Niederlande	Niedersachsen	Schleswig-Holstein	Schicht	Schichten	Unterformation	Formation
						Holozäne Nordsee-Formation
D III b	1100 n. o ₄ 1400 n. o ₃ 1100 n.	J ₂	Wyk	Pewsum		
D III a	800 n. o ₂ 750 n.	J ₁	Tönning			
D II	250 n. o ₁ 0				Dükkirchen	
D I	500 v. 1000 v. u ₂ 1000 v.	V 600 v. 1000 v.	Schwabstedt	Midlum		
D 0	1600 v. u ₁ 1700 v.	IV 1900 v.	Meldorf			
C IV	2200 v. m ₃ B	III B	Husum	Dornum		
C III	2800 v. m ₃ A 2900 v.	III A 3500 v. II B	Fiel		Calais	
C II	3200 m ₂ B		Eesch			
C I	4300 v. m ₂ A 4200 v.	II A 5000 v.	Barlt	Baltrum		
	5400 m ₁ 35800 v.	I ?				

empfohlen, die internationale Code in Klammern beizufügen, um den regionalen Vergleich zu erleichtern.

Die nächsthöhere lithostratigraphische Einheit, die „members“ oder „Schichten“, erhalten ihre Benennung nach Ortsnamen zwischen Elbe- und Emsmündung (Ortslagen s. Abb. 9). Die beiden ältesten Ingressionsfolgen, die vorwiegend auf tiefere Senken und Rinnen (alte Schmelzwassertäler) beschränkt bleiben, werden als Baltrum-Schichten zusammengefaßt. Die 3. Ingressionsfolge (Dornum-Schichten, örtlich zweitgeteilt in Fiel- und Husum-Schicht) tritt großflächig auf und bildet mit ihren mächtigen Sedimenten den Körper der meisten Marschgebiete. Die beiden jüngsten Ingressionsfolgen vor der Zeitwende werden als Midlum-Schichten, alle nach der Zeitwende abgelagerten Ingressionsfolgen als Pewsum-Schichten zusammengefaßt (vgl. Tab. 3).

Die den „Schichten“ übergeordnete lithostratigraphische Einheit ist die „subformation“ oder „Unterformation“. Nach dem in den Niederlanden bereits angewandten Schema werden die Baltrum- und Dornum-Schichten zur Calais-Unterformation und die Midlum- und Pewsum-Schichten zur Dünkirchen-Unterformation zusammengefaßt. Der Begriff Unterformation ersetzt hier den niederländischen Begriff „afzettingen“. Die Calais-Unterformation umfaßt den Sedimentationszeitraum mit stark und zügig ansteigendem Nordseespiegel und daher mächtiger Sedimentation und die Dünkirchen-Unterformation den mit geringfügig, langsam und schwankend ansteigendem Nordseespiegel und geringmächtiger Sedimentation.

Die beiden Unterformationen werden zu einer Formation als hier höchste Einheit zusammengefaßt. Auf Grund einer von den niederländischen und nordwestdeutschen Geologischen Landesämtern erarbeiteten Empfehlung wird der Name „Holozäne Nordsee-Formation“ dafür eingeführt.

Wie aus Abbildung 6 und Tabelle 3 hervorgeht, stehen für die stratigraphische Gliederung, die entwickelt wurde, eine Reihe von geochronologischen Daten zur Verfügung. Daraus geht aber gleichzeitig hervor, daß die einzelnen Abschnitte dieser Skala an verschiedenen Orten nicht absolut zeitgleich sind. Daher muß die Gliederung so wertvoll sie für geochronologische Überlegungen sein mag, ausdrücklich als lithostratigraphische Gliederung gelten.

7. Schriften

- BAEKER, J. P.: Morfologisch onderzoek van Barradeel en zijn betekenis voor het inzicht in de sub-atlantische transgressie en het verspreidingsbeeld der terpen. — Kon. Nederl. Akad. Wet., Akad.-Dagen (Leeuwarden 1948), Deel II, S. 121—143, Amsterdam 1948.
- BENNEMA, J.: Bodem en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied. — Boor en Spade, 7, S. 1—96, Wageningen 1954. — [Diss.]
- & MEER, K. VAN DER: De bodemkartering van Nederland, D. XII: De bodemkartering van Walcheren. — Versl. landbouwk. Onderz., 58, 4, 171 S., 53 Fig. 6 Kt.-Beil., 's Gravenhage 1952. — [Diss.]
- & PONS, L. J.: The Holocene deposits in the surroundings of Velsen and their relations to those in the excavation. — In: The excavation at Velsen. Verh. kon. Nederl. geol. mijnbouwk. Genoot., geol. Ser. 17, S. 199—218, Haarlem 1957.
- BENZLER, J. H.: Profilaufbau verschiedener Marschenböden. — Mitt. deutsch. bodenkdl. Ges., 1, S. 31—40, Göttingen 1963.
- : Über Aufbau und Altersgliederung des Holozäns der Lüneburger Elbmarsch. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 16, Ohringen 1965. — [Im Druck.]

- CNOSSEN, J.: Enige opmerkingen over het ontstaan van het Beneden-Boornegebied en de Middellzee in verband met de subatlantische transgressie. — *Boor en Spade*, 9, S. 24 bis 38, Wageningen 1958.
- DECHEND, W.: Eustatische und tektonische Einflüsse im Quartär der südlichen Nordseeküste. — *Geol. Jb.*, 68, S. 501—516, 6 Abb., Hannover 1954.
- : Der Ablauf der holozänen Nordsee-Transgression im oldenburgisch-ostfriesischen Raum, insbesondere im Gebiet von Jever i. O. — *Geol. Jb.*, 72, S. 295—314, 5 Abb., Hannover 1957.
- : Eine Gliederung des Holozäns an der südlichen Nordseeküste. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, 112 (1960), S. 524—525, Hannover 1961.
- & GRONWALD, W.: Krustenbewegungen und Meeresspiegelschwankungen im Küstenbereich der südlichen Nordsee. — *Geol. Jb.*, 79, S. 23—60, 3 Abb., 1 Tab., 4 Taf., Hannover 1961.
- & LANG, H. D.: Die geologische Entwicklung der Hadler Marsch. — *Jb. Männer v. Morgenstern*, Bremerhaven 1965. — [Im Druck.]
- & SINDOWSKI, K. H.: Die Gliederung des Quartärs im Raum Krummhörn—Dollart (Ostfriesland) und die geologische Entwicklung der Unteren Ems. — *Geol. Jb.*, 71, S. 461—490, 14 Abb., 10 Tab., 1 Taf., Hannover 1956.
- DITTMER, E.: Die nacheiszeitliche Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. — *Meyniana*, 1, S. 138—168, Kiel 1952.
- EDELMAN, C. H.: De Sub-atlantische transgressie langs de Nederlandse kust. — *Geol. en Mijnb.*, N. S., 15, S. 351—364, 's Gravenhage 1953.
- HAANS, J. C. F. M.: De bodemgesteldheid van de Haarlemmermeer. — Thesis, Wageningen. Versl. landbouwk. Onderz. 60, 7, Wageningen 1954.
- HAARNAGEL, W.: Das Alluvium an der deutschen Nordseeküste. — *Schr. niedersächs. Landesst. Marsch. Wurtenforsch.*, 4, S. 1—146, Hildesheim 1950.
- HAGEMAN, B. P.: De holocene ontwikkeling van de Rijn-Maasmond. — *Geol. en Mijnb.*, 39, S. 661—670, 's Gravenhage 1960.
- JELGERSMA, S.: Die palynologische und C¹⁴-Untersuchung einiger Torfprofile aus dem N—S-Profil Meedhuizen—Farmsum. — In: *Das Ems-Estuarium (Nordsee)*. Verh. kon. Nederl. geol. mijnbouwk. Genoot., geol. Ser., 19, S. 25—32, Haarlem 1960.
- : Holocene sea level changes in the Netherlands. — *Meded. geol. Stichting*, C—VI—7, 100 S., 50 Fig., Maastricht 1961.
- : Corrections of the curve for relative sea level changes in the Netherlands. — *Geol. en Mijnb.*, 's Gravenhage 1963.
- JONG, J. D. DE, HAGEMAN, B. P. & RUMMELN, F. F. F. E. VAN: De holocene afzettingen in het Deltagebied. — *Geol. en Mijnb.*, 39, S. 654—660, 's Gravenhage 1960.
- & JELGERSMA, S.: The Holocene development in the Netherlands, a contribution to Holocene geology. — *Rep. geol. Dienst*, Haarlem 1957.
- LANG, H. D.: Über den Aufbau der Butjadinger Marsch. — *Geol. Jb.*, 76, S. 541—552, 5 Abb., Hannover 1959.
- : Das Holozän in der Osterstader Marsch und im Lande Würrden. — *Abh. naturwiss. Ver. Bremen*, 36, S. 197—228, Bremen 1964.
- LIERE, W. J. VAN: De bodemkartering van Nederland, D. II: De bodemgesteldheid van het Westland. — *Versl. landbouwk. Onderz.*, 54, 6, 152 S., 's Gravenhage 1948. — [Diss.]
- LÜTTIG, G.: Prinzipielles zur Quartär-Stratigraphie. — *Geol. Jb.*, 82, S. 177—202, 1 Abb., 1 Taf., Hannover 1964.
- MÜLLER, W.: Der Ablauf der holozänen Meerestransgression an der südlichen Nordseeküste und Folgerungen in bezug auf eine geochronologische Holozängliederung. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 13, S. 197—226, Öhringen 1962.

- PONS, L. J. & WIGGERS, A. J.: De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderseegebied. — Tijdschr. kon. Nederl. aardrijkskd. Genoot., 76/77, S. 3—57, Amsterdam 1959/60.
- , JELGERSMA, S., JONG, J. D. DE & WIGGERS, A. J.: Evolution of the Netherlands coastal area during the Holocene. — Verh. kon. Nederl. geol. mijnbouwk. Genoot., geol. Ser., 21, 2, Haarlem 1963.
- ROO, H. C. DE: De bodemkartering van Nederland, D. XIV: De bodemgesteldheid van Noord-Kennemerland. — Versl. landbouwk. Onderz., 59, 3, 202 S., 32 Fig., 's Gravenhage 1953. — [Diss.]
- SCHRAPS, W. G.: Das Quartär des Jadegebietes. — Diss. Braunschweig 1962.
- SCHÜTTE, H.: Das Alluvium des Jade — Weser-Gebietes. — Veröff. wirtschaftswiss. Ges. Stud. Niedersachs., B, 13, Oldenburg i. O. (Stalling) 1935.
- SINDOWSKI, K. H.: Die geologische Entwicklung des Wattgebietes südlich der Inseln Baltrum und Langeoog. — Jber. Forschungsst. Norderney, 8 (1956), S. 11—35, Norderney 1957.
- : Die geologische Entwicklung des Spiekerooger Wattgebietes im Quartär. — Jber. Forschungsst. Norderney, 11 (1959), S. 11—20, Norderney 1960.
- : Nordseevorstöße und Sturmfluten an der ostfriesischen Küste seit 7000 Jahren. — Geogr. Rdsch., 14, S. 322—329, Braunschweig 1962.
- : Die geologische Entwicklung des Wangerooger Wattes im Quartär. — Jber. Forschungsst. Norderney, 14 (1962), S. 1—16, Norderney 1963.
- : Das Watt-Holozän der Oxstedt — Berenscher Rinne am Westrand der Altenwalder Geest südlich Cuxhaven. — Z. deutsch. geol. Ges., 115 (1963), S. 167—176, Hannover 1965.
- SMET, L. A. H. DE: Die holozäne Entwicklung des niederländischen Randgebietes des Dollarts und der Ems. — In: Das Ems-Estuarium (Nordsee). Verh. kon. Nederl. geol. mijnbouwk. Genoot., geol. Ser., 19, S. 15—23, Haarlem 1960.
- STEUR, G. G. L. & OVAA, J.: Afzettingen uit de pre-romeinse transgressie-periode en hun verband met de loop van de Schelde in Midden-Zeeland. — Geol. en Mijnb., 39, S. 671 bis 678, 's Gravenhage 1960.
- STRAATEN, L. M. J. U.: Radiocarbon datings and changes of sea level at Velzen. — Geol. en Mijnb., N. S., 16, S. 247—253, 's Gravenhage 1954.
- : The Holocene deposits. In: The excavation at Velsen. — Verh. kon. Nederl. geol. mijnbouwk. Genoot., geol. Ser., 17, S. 158—183, Haarlem 1957.
- VEENENBOS, J. S.: De bodemkartering van de Friese knipgronden. — Boor en Spade 3, S. 76 bis 86, Wageningen 1949.
- WALTHER, J.: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. III. Lithogenesis der Gegenwart. — Jena (Fischer) 1894.
- WENSINK, J. J.: De Jong-pleistocene en holocene ontwikkeling van een deel van Westergoo. — Geol. en Mijnb., N. S., 20, S. 73—87, 's Gravenhage 1958.
- WIGGERS, A. J.: Enige opmerkingen over de holocene geschiedenis van Groningen en Friesland. — Tijdschr. kon. Nederl. aardrijkskd. Genoot., 67, S. 382—388, Amsterdam 1950.
- : De wording van het Noordoostpoldergebied. — Van Zee tot Land, 14, Zwolle 1955. — [Thesis, Amsterdam.]
- WILDEVANG, D.: Die Geologie Ostfrieslands. — Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., 181, Berlin 1938.
- ZWILLENBERG, L. D. & HENDRIKS, J.: Zum Vorkommen von Cardiumklei in Waterland, nord-östlich von Amsterdam. — Geol. en Mijnb., N. S., 16, S. 105—117, 's Gravenhage 1954.

