Neue stratigraphische Ergebnisse im nordwestdeutschen Tertiär[1)]

Von Albert Schad, Emlichheim/Bentheim.

Vorbemerkung:

Über das Tertiär des nordwestdeutschen Beckens zu berichten, ist eine schwierige Aufgabe. Es müssen hier Ergebnisse zahlloser, unveröffentlichter Erdölaufschlußbohrungen herangezogen werden. Diese Ergebnisse sind aber in größtem Umfang dem Zusammenwirken aller an ihrer Bearbeitung beteiligten Geologen zu verdanken. Wo die Ergebnisse des einzelnen aufhören und wo Gemeinschaftsarbeit beginnt, ist kaum anzugeben. Veröffentlichungen bestehen nur in geringem Umfang. Die meisten Ergebnisse sind in internen Berichten bzw. in unveröffentlichten Manuskripten niedergelegt.[1b)] Auch waren dem Verfasser mehrere Veröffentlichungen aus zeitbedingten Gründen nicht zugänglich (Andersen, van Bellen, Voigt 1940, Weigelt 1939, Wetzel 1936).

I. Allgemeines

a) Örtliche Schichtlücken und Mächtigkeitsänderungen.

Das Beobachtungsmaterial an Erdölbohrungen ist trotz ihrer großen Anzahl und ihrer gründlichen Bearbeitung in einer Hinsicht beschränkt. Die Ansatzpunkte liegen nämlich mit seltenen Ausnahmen auf den Scheiteln oder an den Flanken von „Strukturen", fast durchweg Salzstöcken. Häufig sind aber gewisse Schichtglieder im Scheitelbereich nicht entwickelt. Sie wurden dort entweder überhaupt nicht oder aber nur in reduzierter Mächtigkeit abgelagert; z. T. wurden sie auch später wieder abgetragen. Somit ist es nicht möglich, aus dem Fehlen von Schichtgliedern in Einzelbohrungen weitgehende Schlüsse hinsichtlich ihres Ablagerungsbereichs zu ziehen. Besonders deutlich läßt sich diese Erscheinung für Obereozän und Oligozän belegen. In fast sämtlichen

Anm. 1) Diese Arbeit stellt eine etwas erweiterte Umarbeitung eines Manuskripts dar, das im Herbst 1946 für die Fiat-Reviews ausgearbeitet wurde.

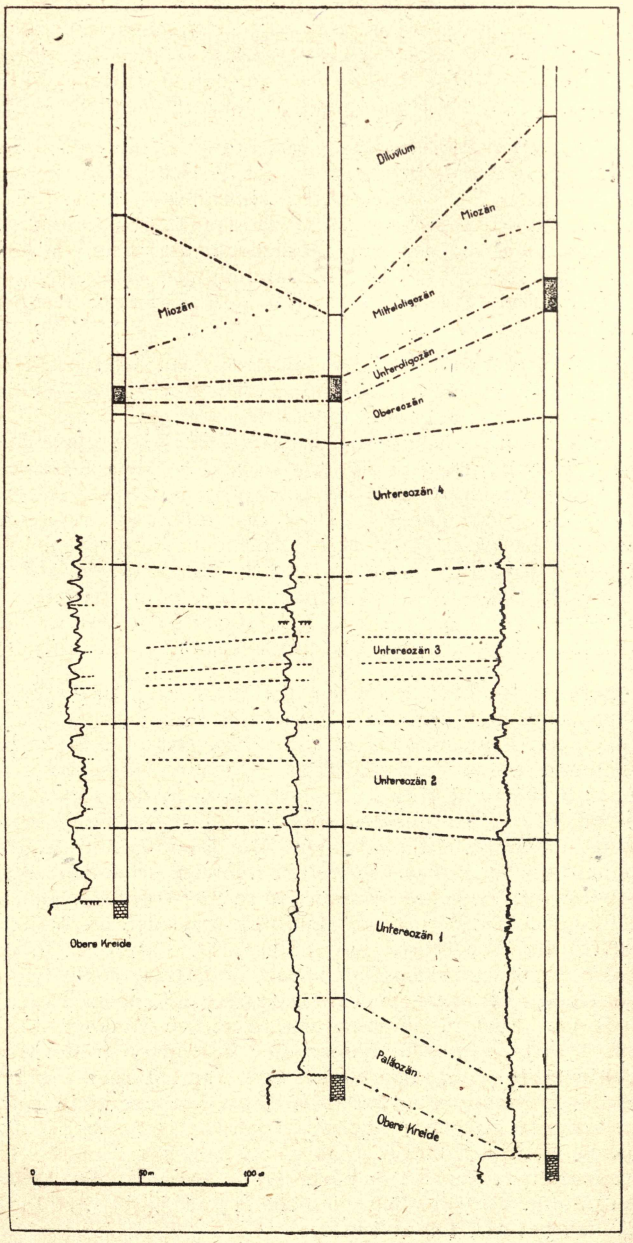
Anm. 1b) Besonderen Dank schulde ich den Herren F. Bettenstaedt und H. Hiltermann, die mich brieflich und in persönlichen Aussprachen auf wichtige Tatsachen hingewiesen und mir unbekannte oder unzugängliche Literatur zur Verfügung gestellt haben. Herrn E. Brand sei besonders für die immer bereitwillige Ausführung mikropaläontologischer Untersuchungen gedankt.

Bohrungen Schleswig-Holsteins, die auf Salzstockstrukturen angesetzt sind, transgrediert Miozän auf Untereozän. Dabei ist durch einige Bohrungen in den Mulden sicher erwiesen, daß Obereozän und Oligozän zum Teil sogar in großer Mächtigkeit abgelagert wurden.

Die Mächtigkeiten der einzelnen Schichtglieder ändern sich ebenfalls je nach der Lage der Bohrungen zu der Scheitelachse, besonders bei Salzstöcken. An einigen systematisch abgebohrten „Strukturen" zeigt sich nämlich eine allmähliche Zunahme der Mächtigkeiten gegen die „Mulden" hin auch bei den Schichtgliedern, die einander konkordant überlagern. Das ist ein Zeichen für allmähliche Hebungsvorgänge im Scheitelbereich (vgl. Bettenstaedt 1942; Haack 1939; Riedel 1944).

In dem beigegebenen Profil des Salzstocks von Meckelfeld zeigt sich diese Erscheinung deutlich. Das Untereozän 4 wird im Scheitelbereich mit Sicherheit von Obereozän, dieses wieder vom Oligozän und das Oligozän vom Miozän diskordant abgeschnitten. Die einzelnen Stufen des konkordant entwickelten Alttertiärs sind in den Salzstock fernen Bereichen mächtiger entwickelt als über dem Salzstock. Im grundsätzlichen wiederholt sich dieses Bild bei fast allen gut aufgeschlossenen Salzstöcken. Es ist somit leicht einzusehen, daß die festgestellten Mächtigkeiten nur schwer für regionale Mächtigkeitsvergleiche und für Darstellung von Mächtigkeitskarten herangezogen werden können, nämlich nur dann, wenn die Bohrungen vom Salzstock so weit entfernt stehen, daß eine weitere Zunahme der Tertiärmächtigkeit nicht zu erwarten ist.

Sehr wichtige Angaben über die Tertiärmächtigkeit in den Mulden liefern ohne Bohrungen die reflexionsseismischen Messungen. Mit Hilfe dieser Messungen kann nämlich in ganz Nordwestdeutschland die Oberkante der Oberkreide mit ziemlich großer Genauigkeit festgestellt werden (Lückerath 1941 und Trappe 1942). Auch in den Gebieten, wo das Tertiär ältere Stufen des Mesozoikums überlagert, ist die Grenzfläche im allgemeinen mit Sicherheit anzugeben. Die Reflexionsmessungen lassen erkennen, daß die Tertiärbasis in weiten Gebieten erheblich unter 1000 m liegt (Ostfriesland, zwischen unterer Weser und unterer Elbe) und in manchen Räumen (Umgebung von Hamburg und auch im Westen Schleswig-Holsteins) wahrscheinlich sogar unter 2000 m absinkt. In der Mulde zwischen den Salzstöcken von Oldenswort und Heide-Hennstedt ist nach einer brieflichen Mitteilung von H. Deecke mit einer Tiefenlage der Tertiärbasis von 2400 m zu rechnen. In diesen Räumen mit extrem mächtigem Tertiär zeigt sich immer eine besonders große Mächtigkeit der Schichtenfolge vom Obereozän bis zum Miozän, während die Schichten des Untereozän und Paläozän bei weitem nicht solch große Mächtigkeitsschwankungen aufweisen. Diese Tatsache ist auf die erheblichen Bewegungen der nordwestdeutschen Salzstöcke im jüngeren Tertiär zurückzuführen (vgl. Trappe 1942, Abb. 3). So liegt in der erwähnten Mulde nordwestlich von Heide die Basis des Jungtertiärs wahrscheinlich bei ca. 1400 m Teufe.


Diluvium
Miozän
Miozän
Mitteloligozän
Unteroligozän
Obereozän
Untereozän 4
Untereozän 3
Untereozän 2
Untereozän 1
Paläozän
Obere Kreide
Obere Kreide
0
50 m
100 m

Anl. 1

b) Methodische Fortschritte zur stratigraphischen Gliederung des Tertiärs.

In den letzten Jahren konnte eine weitgehende Gliederung des nordwestdeutschen Tertiärs erzielt werden. Die früheren Gliederungen, besonders des Alttertiärs, waren aus Mangel an bezeichnenden Fossilien lediglich auf die Änderungen in der Fazies bzw. auf gewisse Leitgesteine angewiesen. Diese gaben zwar gute Anhaltspunkte über das Vorhandensein gewisser Schichtglieder (Kalksandstein des Obereozän, Kieselgestein des höheren Untereozän, die rotbraunen Londontone, die Aschenlagen des tiefen Untereozän und das Basalkonglomerat des Paläozän), aber es war nicht möglich, damit scharfe Grenzen zu ziehen. Somit war auch eine exakte tektonische Verknüpfung mehrerer Bohrungen früher sehr schwierig.

Welche Unsicherheiten bei dem Versuch, auf Grund der Fazies allein eine Parallelisierung der Alttertiärstufen durchzuführen, hingenommen werden mußten, das zeigen die Arbeiten Schuh's (1932/33), in denen die alttertiäre Schichtenfolge Mecklenburgs mit dem von Gripp (1917) aufgestellten Normalprofil verglichen wurde. Wie Staesche (1938) zeigte, ergaben sich auf Grund der mikrofaunistischen Arbeiten ganz andere Parallelen (vgl. S. 52).

Der jetzt erzielte Fortschritt ist in erster Linie zwei Methoden: der Mikropaläontologie (Bettenstaedt, ten Dam und Reinhold, Hiltermann, Staesche und Wicher) und dem regionalen Vergleich elektrischer Bohrlochsmessungen zu verdanken (Bettenstaedt 1942 und 1944; Paul, Rülke und Jost 1941; Martienssen 1940). Sie haben sich gegenseitig ergänzt und befruchtet. Auf diese methodischen Fortschritte wurde bereits von Bettenstaedt (1942 und 1944) hingewiesen.

Auf Grund mehrerer Profile, die im Alttertiär fortlaufend mit Krone gebohrt wurden, gelang es zunächst, eine Standardgliederung des Alttertiärs mit Hilfe der Mikrofauna herauszuarbeiten (Staesche 1937 und Staesche und Hiltermann 1940), die auch in Hunderten von Bohrungen immer wieder bestätigt und allmählich verfeinert wurde. Auch für das Miozän gelang eine Gliederung (Hiltermann 1939 und

---

Anlage 1: Mächtigkeitsschwankungen im Tertiär von Meckelfeld. Von links nach rechts folgen die Profile je einer Bohrung, die über dem Scheitel des Salzstocks, an der Salzflanke und außerhalb des Salzstocks angesetzt ist. Im höheren Teil wurden lediglich die Grenzen der Horizonte auf Grund der Mikropaläontologie, der Petrographie und der Schlumberger-Diagramme eingetragen. Im tieferen Teil wurden auch die Schlumberger Potential-Diagramme hinzugefügt. Um Schichtmächtigkeiten und Schlumberger-Diagramme besser vergleichen zu können, wurde ohne Rücksicht auf die wahre Tiefenlage die Grenze Untereozän 3/2 als Bezugs-Niveau gewählt. In der links dargestellten Bohrung wird die Grenze Tertiär/Oberkreide von einer Störung, in den beiden anderen Bohrungen von einer Transgression gebildet. In allen Bohrungen beträgt das Schichtfallen 10—20°.

Staesche und Hiltermann 1940). So konnte auch die Verbreitung der erwähnten Leitgesteine innerhalb des neuen paläontologisch belegten stratigraphischen Schemas festgestellt werden. Durch diese mikropaläontologische Einstufung stieg auch der stratigraphische Wert dieser Leitgesteine.

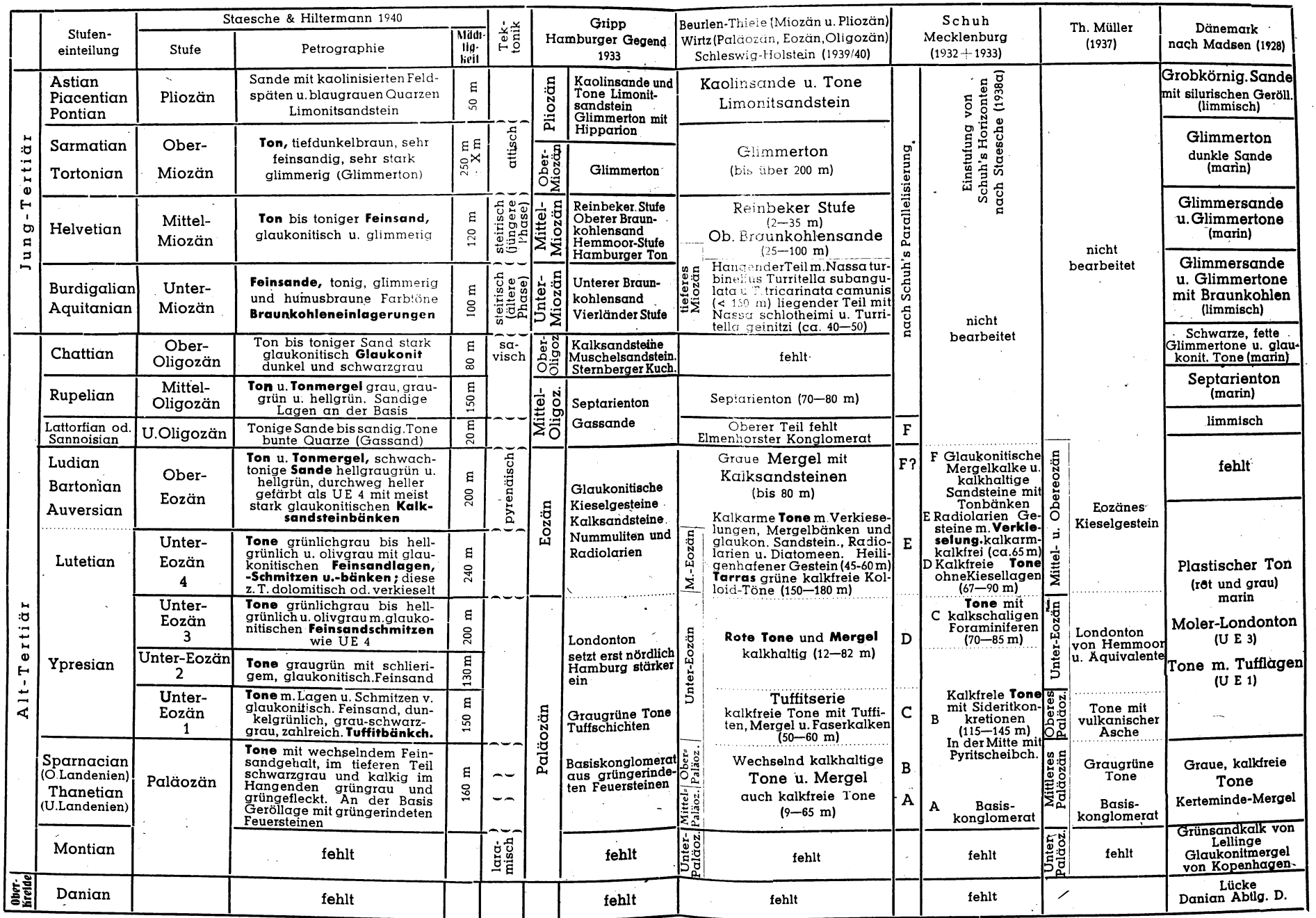
Die Schlumberger-Messungen spiegeln mit der Potentialkurve die Schwankungen in der Porosität und mit der Widerstandskurve die Schwankungen des elektrischen Widerstandes der durchbohrten Schichten wider. Bezüglich der Methode sei auf Paul, Rülke und Jost (1941) und Martienssen (1940) verwiesen. Da nun im Tertiär eine im großen eintönige, sandig-tonige Schichtenfolge vorliegt, die im einzelnen vor allem im Sandgehalt und damit in der Porosität schwankt, liefern die Diagramme einen äußerst charakteristischen Kurvenzug, in dem sich oft Spitze für Spitze von Bohrung zu Bohrung verfolgen läßt. Dies ermöglicht natürlich eine ausgezeichnete Verknüpfung der faziellen und mikropaläontologischen Ergebnisse von Bohrung zu Bohrung (vgl. Bettenstaedt 1942 und 1944). Widersprüche zwischen den beiden Methoden fehlen fast völlig.[2]) Nur am Übergang Untereozän 2/3 schwankte nach Mikrobefund die Grenze im Betrag von 30 bis 50 m, wo die Schlumberger-Messungen ausgezeichnete Übereinstimmung, ja fast Deckungsgleichheit der Diagramme lieferten.

Eine ähnliche Genauigkeit der Schichtgliederung wie mit Hilfe von Mikropaläontologie in Kombination mit elektrischen Bohrlochsmessungen wäre mit faziell-lithogenetisch vergleichenden Methoden auch dann nicht zu erreichen, wenn jede Bohrung fortlaufend kernen würde. Dabei erforderte dies einen wirtschaftlich nicht tragbaren Aufwand an Mitteln und Arbeitskraft (vgl. Bettenstaedt 1942, S. 949).

Vergleiche elektrischer Bohrlochmessungen (fast ausschließlich Schlumberger-Messungen) über den Bereich mehrerer Salzstöcke hinweg wurden im nordwestdeutschen Tertiär wohl zuerst (1939/40) vom Verfasser für den Raum Moisburg—Meckelfeld—Reitbrook—Geesthacht durchgeführt (nicht veröffentlicht, z. T. gemeinschaftlich mit W. Schott, 1940). Auch in Rosenthal schienen gewisse Teile der Diagramme Übereinstimmungen zu zeigen. Der Verfasser ging von Meckelfeld aus [1a]); wegen Schichtlücken im dortigen Tertiär (vgl. Profil S. 44) mußte er sich bei der Parallelisierung von Diagrammen im wesentlichen auf einen Bereich vom tiefen Untereozän 4 bis zum Paläozän beschränken. Die Übertragung der detaillierten Untereozän-Gliederung von Schlumberger-Diagrammen in Meckelfeld auf Reitbrook ermöglichte dort weitere Erkenntnisse über die Lagerungsverhältnisse dieses Feldes, indem innerhalb des Tertiärs viele Störungen und deren Sprunghöhen festgestellt

Anm. 1a) Dem Verfasser war in jener Zeit auch die Übereinstimmung der Schlumberger Diagramme im Tertiär der Salzstöcke Nienhagen und Wienhausen-Sandlingen sowie im Raum Ehra-Wiswedel aufgefallen. Eine Verknüpfung mit den Diagrammen aus dem Raume Hamburg war damals nicht möglich, weil Bohrungen in dem Bereich zwischen diesen Gebieten entweder überhaupt fehlten oder aber, weil von ihnen keine Schlumberger Diagramme vorlagen.

Anm. 2) Etwaige Widersprüche sind bei kritischer Prüfung des Mikrobefundes und der Schlumberger Messungen fast immer völlig zu beseitigen.



Anlage 2: Vergleichend stratigraphische Tabelle des nordwestdeutschen Tertiärs (nach F. Kühne, 1941, mit geringen Änderungen 1 c).

wurden. 1941 gelang (Fr. Breyer) für Reitbrook auch eine ins einzelne gehende Parallelisierung der Schlumberger-Messungen im Bereiche des höheren Eozän und des Oligozän. Durch die zahlreichen mikropaläontologischen Untersuchungsbefunde war die Einordnung dieser Kurvenbilder in das Zeitschema gegeben. Das Reitbrooker Ideal-Schlumberger-Diagramm konnte daraufhin in vielen Fällen mit Erfolg zur stratigraphischen Zuordnung von Schichtkomplexen in anderen geschlumbergerten Bohrungen herangezogen werden. Auch in allen Gebieten, die durch eine größere Anzahl von Bohrungen erschlossen sind, gelang es, die Diagramme innerhalb des Tertiärs bis in Einzelheiten miteinander zu verknüpfen. Auch war es möglich, die wichtigsten Komplexe des Alttertiärs mit Hilfe der Schlumberger-Diagramme in enger Zusammenarbeit mit der Mikropaläontologie über ganz Nordwestdeutschland hin zu verfolgen (vgl. Hiltermann 1947).

c) Allgemeine Bemerkungen zur Gliederung und Paläogeographie des Tertiärs.

Wenn man die Gliederungsversuche des nordwestdeutschen Tertiärs (Gripp 1917; Kühne 1941, nicht veröffentlichter Vortrag; Th. Müller 1937; Schuh 1932 u. 1933; Staesche 1937; Staesche & Hiltermann 1940; Thiele 1941; Wirtz 1939) betrachtet, so zeigen sich in manchen Punkten Widersprüche; insbesondere ist die Auffassung verschiedener Autoren hinsichtlich der Eozän/Paläozän-Grenze verschieden. (Vgl. Tabelle von Kühne, die in geringem abgeändert wiedergegeben wird). Auch die Einschaltung eines Mitteleozän zwischen Obereozän und Untereozän wird verschieden gehandhabt (vgl. Bettenstaedt 1941). Der Verfasser schließt sich an die Gliederung von Staesche, Hiltermann und Kühne an. Diese Gliederung fand auch bei den Erdölbohrungen des vergangenen Jahrzehnts Anwendung. Die von Staesche 1937 und Staesche & Hiltermann 1940 geäußerten Vorbehalte bezüglich der Einordnung des Tertiärs, insbesondere des tiefen Eozän in das internationale stratigraphische Schema gelten auch heute noch.

In dieser Zusammenfassung können nur kurze Angaben über neue Erkenntnisse in Einzelhorizonten gemacht werden. Gute Charakteristiken der faziellen Entwicklung von einzelnen Schichtgliedern finden sich besonders bei Staesche & Hiltermann 1940, sowie bei Haack 1939 und Bettenstaedt 1944. Ökologischen Fragen des Paläozän und Eozän widmet sich Bettenstaedt 1943 u. 1944. Er kommt dabei vor allem unter Berücksichtigung mikrofaunistischer und sedimentpetrographischer Beobachtungen zu Deutungen über mutmaßliche Wassertiefe, Durchlüftungsgrad und Temperatur des Wassers am damaligen Meeresboden. Es ist damit zu rechnen, daß das Meeresbecken im Obereozän am flachsten war; eine mittlere Meerestiefe ist für das Paläozän, Untereozän 2 und Untereozän 3, anzunehmen. Die größten Tiefen erreicht das Meer im Untereozän 1 und 4. Es ist zu erwarten, daß sich Bettenstaedt in Bälde zu diesen Fragen noch eingehend äußert.



Anlage 3: Karte der Verbreitung verschiedener Tertiär-Stufen (nach F. Kühne, 1941, mit geringen Änderungen 1 c).

– – – = Südgrenze des Paläozän (wohl Ablagerungsgrenze)
——— = Südgrenze des Untereozän (Verbreitungsgrenze durch spätere Abtragung bedingt).
..... = Südlichste Vorkommen von Einzellagen in Londonton-Fazies
– · – = Südgrenze des Kerngebietes der Londonton-Fazies
○ = Londonton-Fazies in Oberflächenaufschlüssen
● = Londonton-Fazies (Kerngebiet) } in Bohrungen
\+ = Londonton-Fazies in Verzahnung mit sandig-tonigem Untereozän } in Bohrungen
⊥ = Süd- und Ostgrenze des marinen Miozän

Anm. 1c) Im Anschluß an den Vortrag des Herrn F. Kühne über das nordwestdeutsche Tertiär (1941) wurden die von ihm dort bekanntgegebenen paläogeographischen Karten und die stratigraphische Tabelle im Kollegenkreise ausgetauscht. Sie sind hier nur mit geringen Änderungen übernommen worden.

Auch besteht die Aussicht, daß sich durch weiträumige sedimentpetrographische Untersuchungen eng begrenzter Horizonte die Kenntnisse der Strömungsverhältnisse in unseren Tertiär-Meeren erweitern lassen (vgl. Rohling 1940; Sindowski 1936; W. Wetzel 1937. — Voigt (1939) schließt aus Wachstumsrhythmen und Schichtungserscheinungen in mitteleozänen Braunkohlen auf ein Klima mit zwei Regenzeiten und damit auf Äquatornähe. — Mit tektonischen Bewegungen im Tertiär befaßt sich Riedel 1937 u. 1942. Während er noch 1937 die „tertiären Salzstockbewegungen" als „nicht mehr erheblich" betrachtet, zeigt er 1944 Salzstockbewegungen in fast allen Stufen des Tertiärs und führt sie auf orogenetische Phasen zurück. Seine Beweisführung ist hier nicht in allen Punkten schlüssig. Allmähliche und langdauernde Bewegungen in den Scheitelbereichen hält er im Gegensatz zu Bettenstaedt (1942, S. 950) für nicht erwiesen, da er ausschließlich paläontologische Beweise anerkennt.

II. Spezieller Teil

a) Das Paläozän.

Das Paläozän besteht im wesentlichen aus Ton und Tonstein von dunkelgrauer, z. T. schwarzgrauer Farbe. Im höheren Teil ist in ziemlich weiten Gebieten (Becklohe, Meckelfeld, Roydorf, Witzhave, Nienburg-Weser) ein mittelgrauer, im Kern ziemlich fester, ungeschichteter Tonstein mit eigentümlichen dunkelgrauen und graugrünen Flecken ausgebildet. An seltenen Stellen werden im höchsten Teil Tuffite erwähnt (Haack 1938; Staesche & Hiltermann 1940; Wicher 1938). In Meckelfeld fehlen sie in mehreren fortlaufend gekernten Profilen. Vielleicht war hier der höchste Teil des Paläozän vor der Untereozän-1-Transgression abgetragen worden. Im tieferen Teil des Paläozän liegt zumindest in der weiteren Umgebung von Hamburg ein meist gut geschichteter Ton bis Tonmergel mit viel Pyrit in zahlreichen Fucoiden und kleinen Konkretionen (Meckelfeld, Reitbrook, Rosenthal und anscheinend auch im Raum von Bremen). Diese Tone sind vielleicht in etwas weniger gut durchlüftetem Wasser abgelagert, als die farbfleckigen Tonsteine des höheren Paläozän. Ganz an der Basis folgt das von allen Autoren erwähnte Basiskonglomerat mit grünberindeten Feuersteinen.

Aus der Bohrung Quickborn 1 werden unter „sicherem Untereozän 1" rotbraune Schichten als Paläozän gedeutet. Die sonstige fazielle Entwicklung des oberen Paläozän machte dies sehr unwahrscheinlich. Die Ergebnisse von Bettenstaedt 1944 erlauben die Deutung als Untereozän 3 in Londontonfazies.

Es ist zu vermuten, daß die Angabe „Sicheres Untereozän 1" auf die Beobachtung von Coscinodiscus zurückzuführen ist. Funde von Coscinodiscus wurden als sichere Anzeichen für Untereozän 1 betrachtet, bis Bettenstaedt zeigte, daß auch in sicherem Untereozän 4 an seltenen Fundorten Coscinodiscus vorkommt, was auch in der 43. mikropaläontologischen Austauschsitzung (Mai 1947) erneut festgestellt wurde. Es kann daher wohl angenommen werden, daß das Hangende der rotbraunen Tone Untereozän 4 und diese selbst Untereozän 3 darstellen, zumal bei Quickborn im Untereozän 3 die rotbraunen Londontonfazies zu erwarten ist.

Megafossilien fehlen meistens im Paläozän vollkommen. Der Verfasser fand mehrfach in der Mitte des Paläozän von Meckelfeld bei Harburg einige uncharakteristische Muschelreste. In der Mikrofauna ist nach Staesche 1938, bzw. Staesche & Hiltermann 1940 im allgemeinen das höhere Paläozän durch ein Vorwiegen von Sandschalern und das tiefere Paläozän durch ein Überwiegen von Kalkschalern gekennzeichnet. Bettenstaedt (1944) weist allerdings darauf hin, daß in dem geringmächtigen Paläozän Ostfrieslands Formen des höheren Paläozän bis an die Paläozänbasis reichen. Wick gelang auf mikropaläontologischem Wege eine Vierteilung des Paläozän, die zum mindesten im Hamburger Raum gültig ist (vgl. Wicher 1939 c).

Die küstenfernsten Bereiche (praktisch sandfrei) scheinen etwa zwischen dem Raume Hamburg und der unteren Weser gelegen zu haben. Aber auch hier zeigen sich (z. B. Meckelfeld) in der oberen Hälfte des Paläozän ziemlich konstante Einschaltungen von Lagen mit grobem Glaukonit. In Schleswig-Holstein und in der Umgebung von Neuhaus/Oste machen sich Sandflasern bemerkbar, die wohl von Fennoskandia her geschüttet sind. Vom Raum Hamburg-Bremen nach Süden zeigen sich zunehmend Glaukonit-Sand- und Konglomerat-Einschaltungen; besonders in der Nähe der Südgrenze der heutigen Verbreitung (vgl. Haack 1939) sind starke Einschaltungen von Glaukonitsand und Geröll-Lagen auch in höheren Niveaus des Paläozän beobachtet. Man gewinnt den Eindruck, daß die Südküste des Paläozänmeeres in geringer Entfernung von den südlichsten festgestellten Vorkommen entlang zog (Oberlanger Tenge, Wahn, Dammer Berge — Rohling 1941 —, südöstlich Nienburg/Weser, Fuhrberg, Wathlingen). Auch im östlichen Holland wurde anscheinend in einigen neueren Bohrungen Paläozän festgestellt, z. T. in ausgesprochener Randfazies (Glaukonit und Geröllschichten). Besonders interessant ist eine Wechsellagerung von marinem Paläozän in litoraler Fazies mit limnischen Paläozän bei Ehra und Nettgau (Hiltermann 1941 und Wicher 1939 c). Etwa 30 km SSO dieser Vorkommen wurden bei Walbeck die ersten paläozänen Wirbeltierfaunen (Säugetiere, Vögel, Reptilien und Amphibien) Deutschlands erwiesen (Weigelt 1939 u. 1940). Das auf Grund von Megafossilien postulierte „Paläozän" von Berlin-Lichterfelde (v. Koenen 1890) hat sich durch mikropaläontologische Untersuchungen eindeutig als tiefes Neocom herausgestellt (vgl. Hucke 1922, Th. Müller 1937, insbesondere Wicher 1943).

Die Mächtigkeit des Paläozän ist mit 160 m im „Hamburger Loch" Kühne's bei Boizenburg am größten (vgl. Haack 1939 und Staesche & Hiltermann 1940). Im allgemeinen geht sie nicht über 40 bis 45 m. Sie sinkt nach dem Südrand zu unter dem transgredierenden Untereozän 1 bis auf 0 m (Südoldenburg 10—30 m, vgl, Rohling 1941). Auch in Schleswig-Holstein liegt die Mächtigkeit meistens erheblich unter 40 m. Von Heide gibt allerdings Deecke 55 m maximale Mächtigkeit an (briefliche Mitteilung). Auffallend ist das z. T. völlige Fehlen von Paläozän an den ostfriesischen Salzstöcken. Kühne zeichnete in seiner paläogeographischen Karte eine Insel ein. Der Verfasser vermutet

jedoch, daß das Fehlen des Paläozän dort wohl eher auf Bewegungen an der Wende des Paläozän/Eozän zurückzuführen ist, denn in der südöstlichen Umgebung dieser „Insel" läßt sich keine Randfazies beobachten, und außerdem schiebt sich an manchen Salzstöcken nach der Flanke zu Paläozän in geringer Mächtigkeit ein, während auf dem Top in allen Fällen das Untereozän 1 über Kreide transgrediert. Nach einer brieflichen Mitteilung deutet allerdings Bettenstaedt die bisher bekannten ostfriesischen Paläozänvorkommen als Randfazies. Auch erwähnt er das Vorkommen von Foraminiferen des höheren Paläozän aus dem gesamten Paläozän Ostfrieslands. Es wäre zu prüfen, ob die Paläozäntransgression dort gleichzeitig einsetzt wie im Raume Hamburg, [2a]).

An manchen Stellen kann der Nachweis geführt werden, daß das Paläozän vor Ablagerung des Untereozän 1 ganz oder teilweise abgetragen wurde. In Oberlanger Tenge, Wahn, Ehra und Vorhop liegt zwischen Hutbildungen des Salzstockes und Untereozän 1 noch Paläozän; an den Flanken dagegen transgrediert das Untereozän unmittelbar auf Mesozoikum. An anderen Salzstöcken wurde eine deutliche Zunahme des über Hutbildungen transgredierenden Paläozän festgestellt (z. B. Blenhorst). Beide Erscheinungen stehen wahrscheinlich mit Ablaugungen des Salzstockes in Zusammenhang.

b) **Das Eozän.**

1. Das Untereozän 1.

Das Untereozän 1 ist aus dunkelgrauen, z. T. fast schwarzgrauen, gelegentlich grünlichen Tonen mit meist ausgesprochener Schichtung aufgebaut. Sie sind zum großen Teil völlig sandfrei, zum Teil führen sie aber auch Feinst- und Feinsand in allgemeiner Verteilung sowie in ebenen Lagen und in Flasern. Die Sandlagen und -flasern enthalten meistens Fein-Glaukonit. Sehr bezeichnend ist für die Tone ein hoher Pyritgehalt (vgl. Bettenstaedt 1943, 1944; Schuh 1932, 1933 — Abt. B —). An der Basis ist öfters im Raum von Hamburg und Ostfriesland, evtl. auch Zuid-Barge (vgl. Bentz 1930 und Gripp 1941) ein Transgressions-Konglomerat ausgebildet. Eingeschaltet sind diesen Tonen zahlreiche Tuffitlagen. Diese Lagen zeigen oft in ihrem unteren Teil gröberes, in ihrem oberen Teil feineres Korn. Im Emsland erreicht das Korn der Tuffite nirgends ähnliche Größe wie im Raume Hamburg. Die Ausbruchsstellen der Tuffite sind nicht bekannt, liegen aber wohl irgendwo im Raume Süd-Schweden-Jütland [3]). Wirtz (1937) weist auf halmyrolytische Vorgänge im Zusammenhang mit dem Vulkanismus hin und deutet ihn als submarin.

Anm. 2a) Es könnte also doch, entsprechend Kühne's Deutung, in Ostfriesland ein Flachwasserbereich und vielleicht sogar zeit- und stellenweise eine Insel bestanden haben.

Anm. 3) Die Ansicht von Wirtz über den Vulkanismus wird von den neueren dänischen Arbeiten . . . scharf zurückgewiesen, was besonders die von Wirtz in seiner Dissertation geäußerten Ansichten über die Verteilung der Ausbruchsstellen und Auswertung des angeblich basaltischen Chemismus der Tuffite angeht.

Im gesamten Verbreitungsbereich des Untereozän 1 treten nur geringe fazielle Veränderungen auf. Nur gegen den südlichen, besonders aber südöstlichen Rand der Verbreitung nimmt besonders in den tiefsten Teilen der Sandgehalt zu (z. B. Grafschaft Bentheim und Raum Ehra-Gifhorn). Wahrscheinlich wurde ein großer Teil der Ablagerungen in tiefem, wenig durchlüftetem Wasser gebildet (Bettenstaedt 1943 und 1944). Das Untereozän-1-Meer ging wohl wenigstens westlich Nienburg/Weser weit über die nachgewiesenen Vorkommen nach Süden hinaus. Die südliche Verbreitungsgrenze läuft etwa auf der Linie Nordhorn, Damme, Steinhuder-Meer-Achse SO Nienburg, Eddesse, Ehra, Jahrstedt. Von Müller wurde 1937 das Verbreitungsgebiet des Untereozän 1 (noch als Paläozän gedeutet) und seiner Tuffe viel zu eng angegeben.

Von Haack (1939) wird, wohl entsprechend den Arbeiten von Andersen, betont, daß die Tuffite auf Grund von Geschiebefunden noch „sehr weit nach Osten reichen".

Im Raum Hamburg (Meckelfeld) ergaben verschiedene fortlaufend gekernte Profile, daß die höchsten und tiefsten Partien des Untereozän 1 keine Tuffite enthalten und daß dort auch das Paläozän frei von Tuffiten ist. In anderen Gebieten (z. B. Nordhorn) wurden sie schon an der Basis des Untereozän 1 beobachtet. Man könnte in diesen Fällen an eine etwas spätere Transgression des Untereozän 1 denken. Allerdings werden in Einzelfällen Tuffite auch noch vom höchsten Paläozän (Bettenstaedt 1943; Haack 1939; Staesche & Hiltermann 1940; Wicher 1938) und vom Untereozän 2 (Bettenstaedt 1943) berichtet. In einer brieflichen Mitteilung versichert Bettenstaedt die Verläßlichkeit dieser Angaben. Das Fehlen der Tuffite im Untereozän 1 Mecklenburgs (Schuh 1932 u. 1933) ist erstaunlich.

Man muß dabei allerdings bedenken, daß Schuh in seiner Abt. C das Aequivalent der vulkanischen Aschen vermutet, während diese Partie nach Staesche (1937) in das Untereozän 3 gehört; andererseits liegen die Aequivalente des Untereozän 1 in der Mitte von Schuh's Abt. B.

Der Verfasser vermutet, daß eine eingehende Untersuchung dieser Schichtenfolge wahrscheinlich auch für Mecklenburg das Vorhandensein der Tuffite erweisen würde, ähnlich wie die neueren Bohrungen auch für Süd-Oldenburg das Vorkommen von Tuffiten erwiesen haben, was Bentz (1930) noch unbekannt war.

Im Untereozän 1 fehlen Megafossilien völlig. Die Mikrofauna wird vorwiegend durch verkieste Diatomeen, insbesondere Coscinodiscus charakterisiert. Die Foraminiferenfauna besteht ausschließlich aus Sandschalern, vorherrschend Trochamminen [3a]).

Das Untereozän 1 transgrediert in einem weiten Raum (Kreis Bentheim, Lingen, Damme, Eddesse, Ehra, Jahrstedt) unmittelbar auf Meso-

Anm. 3a) Bettenstaedt erwähnt (1944, S. 82) aus einer einzigen Bohrung bei Cuxhaven das Vorkommen eines reichen Kalkschaleranteils aus „Rotalien, Ostracoden, Muscheln und Crinoidenresten". Er weist besonders auf den korrodierten Zustand dieser Fossilien hin. Aus dieser Erscheinung schließt er, daß im Untereozän 1 wenigstens örtlich Kalkschaler gelebt haben, daß sie aber infolge Auflösung ihrer Schalen fast nirgends erhalten blieben.

zoikum. Die größte bekannte Mächtigkeit beläuft sich auf 150 m (Gülze V bei Boizenburg) Staesche & Hiltermann 1940). In weiten Gebieten, vor allem zwischen dem Raum Hamburg bis ins mittlere Oldenburg werden Mächtigkeiten um 100 m erreicht, und auch im südlichen Randgebiet ist die Mächtigkeit noch immer zwischen 40 und 60 m (im mittleren Oldenburg 120 m, im südlichen 38—72 m (Rohling 1941). Gering sind die Mächtigkeiten im Raum Cuxhaven, in Schleswig-Holstein (durchgehend unter 50 m) und anscheinend auch meistens in Ostfriesland (35—40 m).

2. Untereozän 2.

Das Untereozän 2 wird vorwiegend aus festem, graugrünem, z. T. etwas bläulichem Ton aufgebaut, der fast durchgehend sandflaserig und z T. allgemein feinsandig ist. Die sandigen Partien führen n der Regel etwas Glaukonit.

Im hohen Teil des Untereozän 2 treten gelegentlich braungraue und braune Farbtöne auf, wie sie sonst nur im Untereozän 3 bekannt sind (Büsum, Neuhaus-Oste, Ostfriesland). Im tiefsten Teil des Untereozän 2 trat im Gebiet Meckelfeld sehr gleichmäßig ein ungeschichteter farbfleckiger Tonstein auf, der überraschende Ähnlichkeit mit dem des höheren Paläozän aufweist, nur etwas feinsandig-glimmerig ist.

Die größte Mächtigkeit des Untereozän 2 wurde in der Bohrung Gülze V mit 130 m angetroffen. In Cuxhaven ist die Mächtigkeit sehr stark reduziert (ca. 10 m). Im mittleren und südlichen Oldenburg schwanken die Mächtigkeiten von 45 bis 23 m (Rohling), bei Georgsdorf von 5 bis 10 (nach freundlicher Mitteilung von Bettenstaedt). Auffallend ist das Fehlen des Untereozän 2 in vielen Bohrungen Schleswig-Holsteins und entlang dem Südrand der Eozänvorkommen (Nordhorn, Ehra, Schneflingen, Vorhop; vgl. Haack 1939). Es ist fraglich, ob das Untereozän 2 dort tatsächlich fehlt oder ob es infolge geringer Mächtigkeit nicht beobachtet wurde, weil die fragliche Strecke in den Bohrungen durchmeißelt wurde.

Man konnte in diesen Fällen zunächst annehmen, das Untereozän 2 sei unter transgressivem Untereozän 3 ganz ausgefallen oder z. T. abgetragen. Eine zweite Möglichkeit bestand in der Annahme, daß das Untereozän 2 einen geringeren Ablagerungsbereich aufweist als das Untereozän 3. Dieser zweiten Deutung widerspricht aber die Faziesverteilung und das Schlumberger-Diagramm. Beide zeigen nämlich eine stärkere Sandbeteiligung im Untereozän 3, während man diese im Untereozän 2 erwarten sollte. Die neuesten Untersuchungen (Protokoll der 43. mikropaläontologischen Austauschsitzung) haben nun mit größter Wahrscheinlichkeit ergeben, daß die mikropaläontologische Grenze Untereozän 3/Untereozän 2 faziell bedingt ist; das „Untereozän 3" stellt eine Fazies flacheren, das „Untereozän 2" die tieferen Wassers dar. Es kommt daher vor allem in den tieferen Teilen des ehemaligen Meeresbeckens vor. Wahrscheinlich besteht sogar eine gewisse Verzahnung der beiden Fazies.

Das Problem der Grenzziehung Untereozän 3/2 wurde besonders wichtig, als der Verfasser 1939/40 mit Hilfe der Parallelisierung von Schlumberger-Diagrammen nachweisen konnte, daß die Grenzziehung zwischen Untereozän 2 und 3 um Beträge von 30 bis 50 m schwankt (bezogen auf fast deckungsgleiche Schlumberger-Messungen). Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß der fragliche Schichtenstoß in Meckelfeld meistens überaus fossilarm ist.

Die Mikrofauna besteht im Untereozän 2 aus sandschaligen Foraminiferen, denen sich häufig Scheibendiatomeen, Radiolarien, Thuramminen in größerer Individuenzahl zugesellen. Megafauna fehlt völlig.

3. Untereozän 3.

Im Untereozän 3 müssen zwei Faziesbereiche ausgeschieden werden: ein nördlicher, in dem vorwiegend sandfreie Tone bis Tonmergel von braungrauer bis intensiv braunroter Farbe abgelagert wurden (Londonton), und ein südlicher Bereich, in dem sandige und glaukonitische Tone und tonige, glaukonitische Sande wechselten.

Für das Untereozän 3 bestehen in seinem südlichen Ablagerungsbereich keinerlei fazielle Anhaltspunkte zur Trennung vom Untereozän 2. Es führt allerdings im großen ganzen mehr Sand und ist stellenweise schwach kalkig. Mikrofaunistisch konnte es dagegen in typischen Proben gut ausgeschieden werden. In Ostfriesland konnte eine anscheinend regional begrenzte Aufteilung des Untereozän 3 nach mikropaläontologischen und sedimentpetrographischen Methoden in drei Teilzonen durchgeführt werden (Bettenstaedt 1944). In dem Bereiche der Londontonfazies ist das Untereozän 3 an schokoladenbraunen, rötlichbraunen und buntgestreiften fetten Tonen deutlich erkennbar. Diese Fazies beherrscht die nördlichen und nordwestlichen Vorkommen Ostfriesland, Raum Cuxhaven, Schleswig-Holstein — Dänemark. Die Farbtöne werden anscheinend im großen ganzen um so intensiver, je weiter nordwärts die Vorkommen liegen (bis leuchtend rotbraun oder fast ziegelrot; z. B. Tönning).

Im Übergangsbereich (Reitbrook) gegen die graugrüne Fazies kommen graubraune und olivbraune Farbtöne sowie einzelne bräunliche Bänder vor. Wenig über der Grenze Untereozän 3/2 reicht die Londontonfazies anscheinend am weitesten nach Süden. Ihr Kerngebiet liegt etwa nördlich einer Linie, die von Emden über Varel, Stade nach Fehmarn verläuft. Nach Gagel, 1922, sind die rotbraunen Tone in Bohrungen bis zur Uckermark und nach Vorpommern — Wolgast — erwiesen. Die südlichsten Vorkommen brauner Partien reichen etwa bis zur Linie Zuid-Barge? (vgl. Bentz 1930, Gripp 1941), Lathen, Bremen, Bergedorf. Damit stimmt überein, daß in keiner mecklenburgischen Bohrung Londontonfazies bekannt geworden ist. Nur bei Brunshaupten treten im „obersten Untereozän" rote Tone auf (Lemcke 1937). Vielleicht sind auch sie dem Untereozän 3 zuzurechnen.

In den „Scherbelsteinen" treten grüne Sandsteine wechsellagernd mit grauen, grünen, braunroten und blauen Tonen auf. Staesche bestimmt das Alter dieser

Folge auf Grund der Mikrofauna als „oberstes Untereozän". Nun ist aber nicht bekannt, ob dieser Befund sich auch auf die roten und braunen Tone bezieht. Es besteht somit evtl. die Möglichkeit, diese Tone dem Untereozän 3 zuzuordnen, zumal im sicheren Untereozän 4 nirgends rote und braune Gesteine bekannt sind.

In der Nähe der Südgrenze des Untereozän 3 sind dem Verfasser nur zwei Vorkommen von deutlich graubraunen Tonen bekannt: Fuhrberg (Mikrobefund Untereozän 3) und Ristedt (Mikrobefund Untereozän 2—3). Die Angabe, daß in der Bohrung Westdorf 1 die braunen Tone erheblich tiefer reichen als ins Untereozän 3 (Hiltermann 1939), bedarf wohl der Nachprüfung.

Die mikropaläontologischen Befunde ergaben bis an die Basis der rotbraunen Serie Untereozän 3. Sie wird an einer Störung abgeschnitten, die sich in zahlreichen Harnischen ausprägt. Darunter liegt noch ein geringmächtiger tektonischer Rest von Untereozän 1 in normaler Fazies (mit Tuffiten) und darunter Oberkreide.

Wie in älteren Untereozänstufen zeigt die Bohrung Gülze V auch im Untereozän 3 die größte bekannte Mächtigkeit, ca. 200 m. Im Raume Hamburg beträgt die Mächtigkeit ca. 80—100 m, in Ostfriesland ca. 150 m[4]); in den weiter südlich gelegenen Bohrungen sind die Mächtigkeiten bedeutend geringer (z. B. im mittleren und südlichen Oldenburg 44—62 m (Rohling 1941). Die südlichsten Vorkommen liegen bei Neuenhaus, Dinklage, SO Nienburg, Eddesse.

Die Mikrofauna des Untereozän 3 ist durch das z. T. reichliche Auftreten kalkschaliger Foraminiferen charakterisiert, mit denen häufig dieselben Sandschaler wie im Untereozän 2 zusammen auftreten. Durch örtliches Fehlen der Kalkschaler können Schwierigkeiten in der Bestimmung auftreten.

Gripp und Haug lassen mit dem Londonton des Untereozän 3 bereits das Paläozän beginnen; gegen diese Zuordnung wendet sich Staesche (siehe Wicher 1938).

4. Untereozän 4.

Das Untereozän 4 wird vorherrschend aus grünlichgrauen Tonen aufgebaut, die in wechselndem Maße mehr oder weniger stark glaukonitische Feinsandlagen, -flasern und -bänke sowie gelegentlich allgemein verteilten Feinsand enthalten. Vor allem im höheren Teil der Schichtenfolge sind die Sandflasern und Sandsteinbänkchen kieselig verkittet und stellen dann meistens ein dunkellauchgrünes, splitteriges Gestein dar. Dieses „Kieselgestein" ist im ganzen Verbreitungsbereich des Untereozän 4 bekannt: Zuid-Barge (Bentz 1931 und Gripp 1941), Emsland, Oldenburg, Hannover-Braunschweig, Altmark und Mecklenburg (Schuh 1932 und 1933), sowie in Schleswig-Holstein. Der Sandgehalt steigt wohl, im ganzen betrachtet, vom Raum der unteren Elbe nach den südlichsten heutigen Vorkommen, die fast völlig mit denen des Untereozän 1 übereinstimmen.

Anm. 4) Während also Ostfriesland für Paläozän und Untereozän 1 geringe Mächtigkeiten aufwies, ist das Untereozän 3 dort besonders mächtig entwickelt. Dies mag mit einer Verlagerung der Beckenachse in der nordwestdeutschen Bucht zusammenhängen.

Mit diesem Verhalten stimmt auch überein, daß der noch weiter nördlich gelegene Tarras[4a]) von Fehmarn, der von Wirtz und Bettenstaedt mit einiger Wahrscheinlichkeit dem Untereozän 4 zugeordnet wurde, nach W. Wetzel (1936) als hochkolloidales Tief- und Stillwassersediment gedeutet wird (vgl. Bettenstaedt 1944).

Auch für den Ablagerungsbereich des übrigen nordwestdeutschen Untereozän-4-Meeres nimmt Bettenstaedt erhebliche Meerestiefe mit kühlem, kohlesäurereichem Bodenwasser an, das sich in starker Korrosion der Mikrofauna ausprägt. Der Ablagerungsbereich des Untereozän 4 wird wohl nicht von den letzten erwiesenen Vorkommen soweit nach Süden gereicht haben wie beim Untereozän 1.

Die Mikrofaunen des Untereozän 4 sind meistens durch Radiolarien und Thuramminen sowie durch zahlreiche Diatomeen gekennzeichnet. Unter den letzteren kommt gelegentlich die Gattung *Coscinodiscus* vor, die sonst für Untereozän 1 bezeichnend ist. — Bettenstaedt (1944) gelang eine Zweiteilung des Untereozän 4 auf mikropaläontologischem Wege, die zum mindesten in Teilen von Ostfriesland Gültigkeit besitzt.

Die größte Mächtigkeit des Untereozän 4 erschloß die Bohrung Gülze V mit 240 m; in der Gegend von Heide/Holstein muß mit ca. 200 m gerechnet werden. Im allgemeinen steigt jedoch die Mächtigkeit kaum über 100 bis 120 m; in Südoldenburg sind 50—65 m erwiesen. Es ist jedoch jeweils zu prüfen, in welchem Umfang geringe Mächtigkeiten auf Abtragungen vor der Obereozäntransgression zurückzuführen sind. In Anlehnung an die Arbeiten von Staesche und Hiltermann (1937 und 1940) wird kein Mitteleozän ausgeschieden, wenn auch zugegeben wird, daß im Untereozän 4 Schichten enthalten sein können, die jünger sind als der stratigraphischen Grenze Untereozän/Mitteleozän entspricht. Mikrofaunistisch läßt sich der Schnitt nur an der Basis des Obereozän legen. Wie schon Bettenstaedt (1944) betonte, bestehen gute paläogeographische und tektonische Anhaltspunkte dafür, daß die Sedimentation im Lutetien (Mitteleozän) nicht unterbrochen wurde und daß bei den allmählichen mikrofaunistischen Übergängen zwischen „Untereozän 4" und Obereozän eine regionale Schichtlücke schlecht vorstellbar ist[4b]).

Anm. 4a) Wasmund (1933) bespricht die Verwertbarkeit des Tarras als Bleichton und bringt mehrere chemische sowie Schlämmanalysen. Er stellt den Tarras nicht in das höhere Untereozän, sondern in die Zone zwischen den Aschenlagen und dem paläozänen Basalkonglomerat, was dem tiefen Untereozän 1 und dem höheren Paläozän entspräche. Diese Deutung ist nicht zu halten. Das geschilderte Auftreten von grüngrauem und schokoladenbraunem Ton mit Kalk deutet darauf hin, daß in den beschriebenen Vorkommen zum mindesten stellenweise der Londonton des Untereozän 3 angefahren ist.

Anm. 4b) Bei dem Vergleich von Schlumberger Messungen aus dem Raum Hamburg nach Südosten und besonders nach Südwesten zeigt sich, daß der Abstand zwischen der Basis des Obereozän und dem Kopf des Untereozän 1 auch bei Salzstockfernen Bohrungen deutlich abnimmt. Man gewinnt dabei aus dem Vergleich von Diagramm-Spitzen, die sich auf weite Strecken hin verfolgen lassen, den Eindruck, daß das Untereozän 2 in sehr geringem Maße, das Untereozän 3 in seinen hangenden Partien und das Untereozän 4 meistens stark reduziert ist und in manchen Gebieten wohl ganz fehlt. Weitere Folgerungen sind erst nach eingehender Sichtung des umfangreichen Beobachtungsmaterials möglich.

Bettenstaedt will die Frage, welche Partien des Eozän dem Lutetien zugeordnet werden sollen, so lange offen lassen, bis neue faunistische Beobachtungen eine entsprechende Einordnung der Schichten erlauben. Wirtz (1939) hat die obere Partie des Untereozän 4 mit dem Lutetien gleichgesetzt.

5. Obereozän.

Das Obereozän ist durch das überaus häufige Auftreten von stark glaukonitischen Kalksandsteinbänken gekennzeichnet. Diese treten besonders in der mittleren Abteilung auf. In Ostfriesland ist eine Dreiteilung sehr ausgeprägt. Oben und unten Tone bzw. Mergel, in der Mitte tonige Sande und Kalksandstein. Im tiefsten Obereozän ist gelegentlich Kieselgestein wie im Untereozän 4 nachgewiesen. Auch im Raume Hamburg ist die obere mehr tonige Abteilung entwickelt, die untere tonige Serie fehlt dagegen.

Die Mächtigkeiten des Obereozän schwanken sehr erheblich. Diese Schwankungen sind häufig schon an den einzelnen Salzstöcken sehr beachtlich (0 bis ca. 100 m), z. B. Meckelfeld, Heide-Wöhrden. Dies ist ein Hinweis auf die Bewegung der Salzstöcke (Riedel 1944). Die an Einzelbohrungen beobachteten Mächtigkeiten sind daher für regionale Betrachtungen mit besonderer Vorsicht zu verwerten. — Die größten Mächtigkeiten liegen bei ca. 200 m. Es zeigt sich keine systematische Veränderung der Mächtigkeit. Mächtigkeiten von 150 bis 200 m werden aus den verschiedensten Teilen Nordwestdeutschlands berichtet. Eine Bohrung bei Itterbeck (Kreis Bentheim) zeigte ca. 300 m Obereozän. Dieses transgredierte wie bei Enschede (Bentz 1930) unmittelbar über Mesozoikum. Noch südlich des von Th. Müller (1937) gezeichneten Obereozän-Bereichs sind in einer Bohrung ca. 10 km nördlich Peine mehr als 100 m Obereozän erwiesen. Das Obereozän wird also wohl noch ziemlich weit SO der von Müller gezeichneten Linie abgelagert worden sein. In Mecklenburg ist Obereozän erwiesen (Lemcke 1937, Müller 1937, Schuh 1932 und 1933). — Schuh ordnet diese Serie zwar noch ins Unteroligozän ein. — Eigentümlich ist, daß auf den Salzstöcken im mittleren und nördlichen Schleswig-Holstein fast ausnahmslos das Obereozän fehlt. Es ist auf den „Strukturen", z. T. nachweislich vor jüngeren Diskordanzen (Mitteloligozän bzw. Miozän) abgetragen worden (Umgebung von Husum und Heide). Das wichtigste Vorkommen in Schleswig-Holstein ist das der Bohrung Wöhrden. Dieses liegt in der Mulde westlich des Salzstockes von Marne-Heide-Hennstedt. Die in dem dortigen Obereozän gefundenen Megafossilien erlaubten eine Einstufung dieser Schichtenfolge in das Bartonien. Staesche (1938 b) und Staesche & Hiltermann (1940) haben gezeigt, daß sie auch die für das Obereozän bezeichnenden Mikrofossilien enthält. Damit ist der Anschluß des mikropaläontologisch bestimmten Obereozän an das internationale stratigraphische Schema gesichert.

In der Mikrofauna des Obereozäns sind wieder Kalkschaler vorherrschend und nur gelegentlich treten Radiolarien auf. Unter den Kalk-

schalern ist besonders ein Nummulit (*Camerina germanica* Born.) charakteristisch, der besonders häufig in der Kalksandsteinzone auftritt. In der Bohrung Leer 1 beobachtete der Verfasser ein lockeres Gestein, das fast ausschließlich aus Nummuliten besteht. Bettenstaedt weist auf das Vorkommen von wärmeliebenden Faziesfossilien des Flachwassers (Pectiniden, Ostreiden, Echinoiden, Bryozoen und Ostracoden) hin und deutet sie als Anzeichen für ein „ziemlich flaches, strömungsreiches, gut durchlüftetes warmes Meer".

c) Das Oligozän.

1. Unteroligozän.

Das Unteroligozän ist gekennzeichnet durch meist ziemlich stark tonige und glaukonitische Sande. Häufig sind in den Sanden zahlreiche bunte (rote und grüne) Körner beobachtet. Bei der in weiten Gebieten gleichbleibenden Fazies wird man wohl mit ziemlich gleichmäßigen Bodenströmungen rechnen müssen, die den von den Flüssen in das Meeresbecken gebrachten Sand auf weiten Raum verteilen.

Während am südöstlichen Beckenrand, vor allem aus der Magdeburger Gegend, reiche Megafaunen bekannt geworden sind, fehlen diese in den Erdölbohrungen Nordwestdeutschlands völlig. Auch die Schlämmrückstände sind meistens fossilfrei. Wenn überhaupt Mikrofaunen auftreten, entsprechen die meisten Elemente einer verarmten Mitteloligozänfauna; nur *Camerina germanica* Born., „die im obersten Teil des Gassandes von Reitbrook 1 zum Vorschein kam", zwingt dazu, diese Zone als Unteroligozän und nicht als Mitteloligozän zu bezeichnen (Staesche & Hiltermann 1940; Wicher 1938).

Der Ablagerungsbereich des Unteroligozän umfaßte ursprünglich fast ganz Nordwestdeutschland. Mit Sicherheit wurde es nordöstlich von Meppen erwiesen, dann in tektonisch versenkten Resten bei Bünde in Westfalen, Eschershausen, Einbeck und anscheinend auch bei Thale (vgl. Voigt 1940 und Gripp 1941). Bei Helmstedt transgrediert es über eozäne Braunkohle und Mesozoikum (Kölbel, Schnell & Trappe 1944). Ebenfalls über Braunkohlen eozänen Alters transgrediert bei Wallensen in der Hilsmulde Oligozän unbekannten Alters (Herrmann 1935). Aus den dortigen Lagerungsverhältnissen des Tertiärs kommt Herrmann zu dem Schluß, daß die Schichtkammlandschaft des Hils bereits im Eozän bestand und daß seither der Hilskamm maximal 3—4 km zurückverlegt wurde. Auch Evers (1935) rechnet mit einer praemiozänen Anlage der Schichtstufen zum mindesten im Raum von Pyrmont.

An den Salzstöcken fehlt des öfteren das Unteroligozän infolge Transgression jüngerer Schichten (z. B. Schleswig-Holstein). Sehr regelmäßig tritt es im Raume von Hamburg auf, wo es als „Neuengammer Gassand" bekannt ist. Von Hamburg reicht es anscheinend bis in den Raum zwischen Ülzen und Celle. Auch im südlichen Oldenburg ist das Unteroligozän verbreitet und führt eine kiesige Basisschicht (Rohling 1941). In den Niederlanden fehlen Ablagerungen des Unteroligozän (nach ten

Dam & Reinhold 1942). Die Mächtigkeit des Unteroligozän beträgt im Raume von Hamburg durchschnittlich 15—20 m; in der Ülzen-Wittinger Gegend 15—30 m; im südlichen Oldenburg 15—50 m; die Bohrung Gülze V durchteufte mit 80 m die bisher mächtigste Unteroligozänfolge.

2. Das Mitteloligozän.

Das Mitteloligozän ist in Nordwestdeutschland als graugrüner, sehr fetter und mehr oder weniger stark kalkiger Ton bis Tonmergel entwickelt, der in Tagesaufschlüssen die bekannten „Septarien" enthält. In Bohrungen sind Septarien überraschend selten; man findet aber öfters hellgelbgraue mürbe Mergelknollen, die vielleicht Vorstufen in der Entstehung der Septarien darstellen (vgl. Haack 1939). Im Raum von Hamburg sind dem Mitteloligozän öfters braune bis rötlichbraune Lagen eingeschaltet (Haack 1939). Gelegentlich treten auch weißlichgraue Partien auf, die mit Aufarbeitung von Schreibkreide zusammenhängen (Wicher 1939 b).

Nach Süden und Südwesten machen sich im Mitteloligozän neben der normalen Tonfazies in zunehmendem Maße Sandeinschaltungen bemerkbar: Bei Ristedt und Vorhop stark feinsandige Partien; bei Wienhausen Schlieren von glaukonitischem, kalkhaltigem Feinsand. In Etzel/Ostfriesland, treten in einem fortlaufend gekernten Profil wechselnd feinsandiger Ton und toniger Feinsand auf. In anderen ostfriesischen und emsländischen Bohrungen wurde die normale tonige Fazies beobachtet. Man könnte daran denken, daß bei Etzel im Mitteloligozän örtlich obereozäner Sand umgelagert wurde. Als sichere Randfazies sind wohl die in Südoldenburg (Rohling 1941) und im Kreis Bentheim erwiesenen tonigen Sande im tieferen Teil des Mitteloligozän aufzufassen; sie setzen z. T. mit einem Transgressionskonglomerat aus Phosphoriten ein (Bentz 1930). Auch im Ruhrgebiet werden sandige Ablagerungen im tieferen und außerdem auch im höheren Teil des Mitteloligozän (Lintforter Sande und Walsumer Sande) erwähnt. Von Wölk (1941) wird versucht, den Sendimentationsrhytmus: Walsumer Sande — Transgression — Ratinger Tone — Lintforter Sande mehr oder weniger ausgeprägt in den Mitteloligozänfolgen Nordwest-Europas wieder zu erkennen. Klüpfel (1942) tritt diesen Deutungen aus grundsätzlichen Erwägungen heraus und auf Grund von eigenen Beobachtungen (im besonderen für das Mittelrheingebiet) entschieden entgegen. Tropp (1941) berichtet aus dem Hamborner Sand und dem Hamborner Ton eine reiche Mitteloligozänfauna. Von Wölk wurden diese Schichten mit Wahrscheinlichkeit dem Unteroligozän zugerechnet. In Pommern und in der östlichen Mark Brandenburg wird der höhere Teil des Mitteloligozän vom „Stettiner Sand" gebildet (vgl. Sindowski 1936 a).

Die Megafauna des Mitteloligozän ist im Bereich der nordwestdeutschen Erdölbohrungen sehr spärlich; doch tritt gelegentlich die leitende *Leda deshayesiana* auf. Die Mikrofauna des Mitteloligozän besteht meistens aus einer überaus arten- und individienreichen Kalkschalerfauna, nur der obere Teil ist sehr arm an Mikrofossilien. Die basalen

Teile werden durch das Auftreten von Pteropoden ausgezeichnet charakterisiert (Wicher 1939 b und c).

Das Mitteloligozän hat nach Osten sehr weit über unseren Bereich übergegriffen und war über die wohl schmale „Hessische Straße" mit dem Meeresarm im Oberrheintal-Graben in Verbindung. Von Holland her griff das Meer wenigstens zeitweise wohl ziemlich weit gegen das Münstersche Becken sowie in die Kölner Bucht ein (vgl. Bentz 1930 und Wölk 1941). An vielen Salzstöcken fehlt es infolge jüngerer Abtragung. Diese ist meistens die Folge von Salzstockbewegungen. Aus dem gleichen Grunde schwankt die Mächtigkeit vom Scheitelbereich nach den Flanken. Die Mächtigkeit des Mitteloligozän ist im Hamburger Raum ca. 40—80 m; auch in Ostfriesland, im nördlichen Oldenburg und im Emsland sind ähnliche Mächtigkeiten bekannt. Im südlichen Oldenburg werden Mächtigkeiten von 25 m und bei Bünde i. W. von 10 m angegeben (vgl. Rohling 1941). Erheblich höhere Mächtigkeiten sind dagegen bei Boitzenburg (150 m), Lüneburg (ca. 200 m), sowie bei Wesendorf und Ristedt (130 bzw 160 m) bekanntgeworden. In den Niederlanden ist nur in der Peel das Mitteloligozän vollständig entwickelt; in Zeeland und in den östlichen Niederlanden fehlen die Lintforter Schichten (nach ten Dam & Reinhold).

3. Das Oberoligozän.

Das Oberoligozän ist im allgemeinen von stark glaukonitischen und tonigen Sanden aufgebaut. Die Grenzziehung gegen das faziell ähnliche Untermiozän ist nicht immer gesichert. Dies wird noch durch den Umstand erschwert, daß das Oberoligozän arm an Mikrofauna ist. Nur einzelne Proben enthalten reichlich Foraminiferen; davon kommen schon die meisten im Mitteloligozän vor. Die Mikrobefunde aus litoralem Oberoligozän liefern dagegen ganz andere Mikrofaunen als die Beckenfazies, nämlich u. a. Ostracoden und Bryozoen. Während die litoralen Oberoligozänbildungen reich an Megafauna sind (vgl. Görges 1941 „Niederrhein" und Hubach 1922 „Bünde"), fehlen Megafaunen in der Beckenfazies, die in den Erdölbohrungen allgemein aufgeschlossen wird, fast völlig.

Die Mächtigkeit des Oberoligozän ist im allgemeinen gering, bis 40 m, gelegentlich ca. 80 m (Haack 1939 und Staesche & Hiltermann 1940). Fast allgemein verbreitet ist es im Raum von Hamburg; auch an verschiedenen Strukturen Ostfrieslands und bei Bremen ist es nachgewiesen. Im mittleren und südlichen Oldenburg fehlen irgendwelche Anzeichen für Oberoligozän. Rohling (1941) nimmt daher an, daß die Küste des Oberoligozän-Meeres im Raum Bremen gelegen habe. Das ist aber mit den sicher erwiesenen litoralen Oberoligozän-Vorkommen bei Osnabrück (Astrup, Pohlkotte) und Bünde (Gripp 1941, Haack 1932) unvereinbar. Das Oberoligozän ist in Relikten noch im Lippischen Land und im westlichen und nördlichen Harzvorland entwickelt (Gripp 1941). Das an sich geringmächtige Oberoligozän ist wahrscheinlich vor Ablagerung des Mittelmiozän in weiten Bereichen abgetragen worden und

nur noch in tektonisch versenkten Schollen vorhanden (Haack 1939 und 1932). Am Niederrhein beträgt die Mächtigkeit des Oberoligozän ca. 40 m (Görges 1941). In den Niederlanden kommen Ablagerungen des Oberoligozän nur in der Peel vor, und zwar als grünlichgrauer bzw. dunkelgrüne Glaukonitsande.

d) Das Miozän.

Die stratigraphischen Verhältnisse des Miozän in Schleswig-Holstein behandelt Beurlen & Thiele 1940; Thiele 1941. Von Thomson (1941) wird festgestellt, daß die unteren und oberen Braunkohlensande Schleswig-Holsteins durch Pollenanalyse nicht voneinander unterschieden werden können, wohl aber von binnenländischen Miozän-Braunkohlen. Es wird die Frage, ob es sich hier um örtliche oder Altersunterschiede handelt, gestellt, aber nicht beantwortet. — Im Miozän liegen zu wenige zusammenhängende Probeserien vor, um eine in den Einzelheiten schon voll befriedigende Gliederung nach Mikrofaunen zu geben. Doch ist es möglich, oberes, mittleres und unteres Miozän zu trennen (vgl. Hiltermann 1939; Staesche & Hiltermann 1940) [5]). Dafür sind im Miozän wenigstens gelegentlich reiche Megafaunen bekannt, die eine weitgehende Gliederung des Miozän zulassen. Einen Versuch der biostratigraphischen Gliederung des ganzen Jungtertiärs wird in Wick (1939) gemacht. Dieser erste Versuch ist aber vor allem durch die neuesten noch nicht publizierten Arbeiten von Wick überholt. Die mächtigste Miozänfolge durchteufte eine Bohrung nördlich Hamburg (von ca 100—1090 m). Auch nordöstlich von Heide muß mit einer Tiefenlage der Basis des Jungtertiärs von ca. 1400 m gerechnet werden, während in den Bohrungen maximal 170 m bekannt sind. Bei solchen Mächtigkeitsschwankungen werden Mächtigkeitsangaben von sehr zweifelhaftem Wert.

1. Das Untermiozän.

Im Untermiozän erfolgt eine weitgehende Regression des weit ausgedehnten Oberoligozän-Meeres. Im Raum der unteren Elbe (Hamburg und Cuxhaven), sowie in Schleswig-Holstein sind noch marine Schichten entwickelt (Vierländer-Stufe, nach Gripp 30—50, nach Thiele 100 bis 130 m mächtig). Sie sind nach Thiele im Raum von Hamburg — Boitzenburg — Lübeck, vorwiegend als Sande bzw. als Sand und Ton, im westlichen Holstein dagegen nur als Ton ausgebildet. Marines Untermiozän tritt auch gelegentlich in Ostfriesland auf. Von Staesche & Hiltermann (1940), wird es auch von Groß-Varlingen (südöstlich Nienburg-Weser) erwähnt. In den Niederlanden fehlen Ablagerungen des Untermiozän (ten Dam & Reinhold 1942).

Anm. 5) Im Miozän ist eine Parallelisierung der Schlumberger Diagramme auf größere Erstreckung hin noch nicht geglückt (vgl. Hiltermann 1947). Dies hängt wohl in erster Linie damit zusammen, daß im Miozän an den meisten Salzstöcken erhebliche Bewegungen erfolgten und dadurch Lücken in der Miozänfolge vorliegen. Ein zweiter Grund liegt darin, daß aus dem Miozän verhältnismäßig wenige Schlumberger Messungen vorliegen.

2. Das Mittelmiozän.

Die Vierländer-Stufe wird im Raum Hamburg von den unteren Braunkohlensanden (limnische — fluviatile oder ästuarine — Fazies) überlagert. Sie wurden bisher dem Untermiozän zugeteilt. Thiele ordnet sie jedoch dem Mittelmiozän zu. Er schließt auf Grund von Mächtigkeitsverhältnissen auf eine Verzahnung der unteren Braunkohlensande mit dem mittelmiozänen „Hamburger Ton".

In welchem Maße die vorliegenden Proben diesen Schluß erlauben, bleibt offen, denn einmal ist bei den normalen Mächtigkeitsschwankungen, die im Miozän beobachtet sind, eine Beweisführung, die sich wesentlich auf Mächtigkeitsverhältnisse stützt, von beschränktem Wert. Überdies macht Thiele keinerlei Angaben über die Zuverlässigkeit des bearbeiteten Materials, die bekanntermaßen bei Bohrproben sehr schwankend ist, je nach den verwendeten Bohrverfahren. Spätere Untersuchungen können vielleicht die Richtigkeit der Schlüsse von Thiele erweisen.

Während des Mittelmiozäns erfolgten zwei Meeresvorstöße (Hemmoorer Stufe und Reinbecker oder Dingdener Stufe), die wieder ganz Nordwestdeutschland überdeckten: Ibbenbüren, Lechtingen und Astrup bei Osnabrück, mehrfach in Südoldenburg, südöstlich Nienburg/Weser (vgl. Haack 1932 u. 1939). Im südlichen Randgebiet treten hier mehr oder weniger stark glaukonitische und tonige Sande auf. Im übrigen herrschen dunkelgraue oder tief braune glimmerige Tone.

Die Reinbecker Stufe besitzt eine weitere Verbreitung als die Hemmoorer Stufe; denn die Hemmoorer Stufe fehlt stellenweise in Südoldenburg und durchweg in Zeeland und den östlichen Niederlanden (vgl. ten Dam & Reinhold 1942 und Rohling 1941). Aber auch das Meer der Hemmoorer Stufe erreichte zum mindesten den Raum von Osnabrück (Haack 1932). — Im Raum von Hamburg und im Osten von Schleswig-Holstein schalten sich zwischen Reinbecker und Hemmoorer Stufe die oberen Braunkohlentone und -sande ein, die nach Thiele teils festländischer, teils mariner Entstehung sind; ihre Mächtigkeit ist nach Thiele 20—30 m bei Hamburg. Aus dieser Serie berichtet W. Wetzel (1939) Funde von Bernstein in nußgroßen Stücken und mikroskopisch feiner Verteilung. Entsprechende Schichten sind anscheinend auch in einer Anzahl von Bohrungen des unteren Wesergebietes und des Emslandes (z. B. Umgebung von Haselünne) durchfahren worden, die im Miozän kohlige Einschaltungen angetroffen haben. Auch von Wildvang (1938) werden aus einigen Bohrungen Ostfrieslands Braunkohle führende Schichten als Miozän angesprochen.

3. Das Obermiozän.

Im Obermiozän herrscht die Ausbildung als Glimmerton. Das Obermiozänbecken ist im ganzen etwas kleiner als das des Mittelmiozän. Im Osten reicht es nicht ganz bis zur Ostküste von Schleswig-Holstein, greift aber hier über das Verbreitungsgebiet des marinen Mittelmiozän nach Osten über (Heck 1944). Westlich von Hemmoor konnte Obermiozän erst vor einigen Jahren nachgewiesen werden; in der Gegend von Bremen war es zwar vermutet (Staesche 1930). Inzwischen wurde es als Glaukonitsand in Südoldenburg (Rohling, Gripp 1941) festgestellt, nachdem es ohne Fossilbeleg für die Osnabrücker Gegend angenommen war (Haack 1932). In Ostfriesland ist Obermiozän als

Wechselfolge von tonigem Sand und sandigem Ton mit ca. 170 m Mächtigkeit beobachtet worden. In den Niederlanden ist es als wechselnd stark glaukonitischer toniger Sand ausgebildet (Zeeland und in der Peel; ten Dam & Reinhold 1942). — Eine maximale Mächtigkeit des obermiozänen Glimmertons ist schwer anzugeben (vgl. Staesche 1930); sie wird jedoch mehrere hundert Meter betragen.

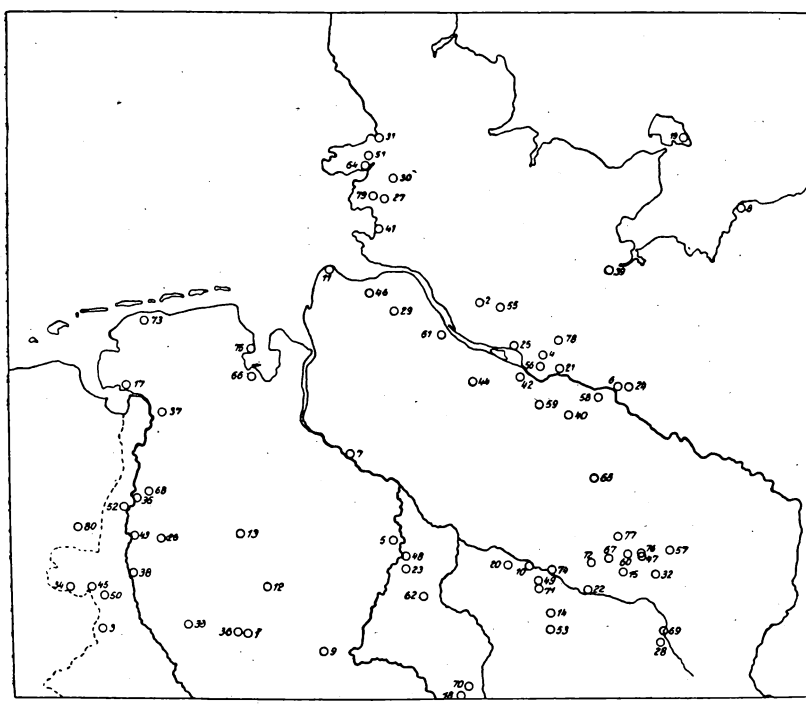
Während etwa z. Z. der Hemmoorer Stufe die höchsten Temperaturen unserer nordwestdeutschen Miozän-Meere erreicht waren, setzten im Obermiozän die wärmeliebenden Faunenelemente immer mehr aus, nachdem sie in der Reinbecker Stufe etwas an Häufigkeit verloren hatten. Das Glimmertonmeer zog sich wahrscheinlich ziemlich rasch und bis weit in die Nordsee zurück (Heck 1944).

e) Das Pliozän.

Das Pliozän ist nur in Schleswig-Holstein und in einem schmalen Streifen etwa von Cuxhaven über Ostfriesland bis ins Emsland entwickelt. Mit der Sedimentpetrographie des hohen Obermiozäns und des Pliozäns von Sylt befaßt sich W. Wetzel (1931 u. 1937). Er kommt darin zu dem Schluß, daß die klastische Komponente im ganzen bei Sylt erschlossenen Schichtpaket auf die Herkunft aus dem skandinavischen Kristallingebiet hinweist. Das Schleswig-Holsteiner Pliozän ist in marines Unterpliozän und limnisches bzw. fluviatiles Oberpliozän zu gliedern (Thiele 1944; Heck 1944). In mariner Fazies ist nur das Unterpliozän und auch dieses nur in den westlichsten Teilen von Schleswig-Holstein entwickelt. Es beginnt dort mit einem Aufbereitungshorizont. In gewissen Bereichen folgen geringmächtige Turgit- und zwei Sideritsandstein-Horizonte. Nach Heck (1944) umfaßt das Unterpliozän außer dem Pont noch höchstes Sarmat, während Thiele das Sarmat mit dem Glimmerton enden läßt. Seine Mächtigkeiten schwanken von 1—46,4 m. Im übrigen Schleswig-Holstein ist im Unterpliozän eine Sedimentationslücke. Es beginnt eine Kaolinbildung, die sich im Oberpliozän fortsetzt. — Im tieferen Oberpliozän (Placentin) werden im Nordwesten Schleswig-Holsteins limnische Sedimente gebildet, die sich nach Südosten mit fluviatilen Ablagerungen verzahnen. Die kaolinitische Verwitterung erreicht ihren Höhepunkt. Im oberen Oberpliozän (Asti) herrschen in ganz Schleswig-Holstein fluviatile Ablagerungsbedingungen. Es werden vorwiegend Sande und Kiese sedimentiert. Gelegentlich treten auch noch Braunkohlen und Kaolintone auf. Die Kaolinbildung verklingt infolge zunehmender Klimaverschlechterung (Abkühlung). — In Dänemark ließ sich die Verteilung von Silifikaten stratigraphisch auswerten (Jörgensen 1944). Das marine Pliozän ist ebenso wie das Miozän frei von Silifikaten; es folgt ein Horizont von Sanden mit „kleinen Silifikaten" und dann ein Horizont mit „großen" und „kleinen Silifikaten". Das hangende Quartär enthält ebenfalls keine Silifikate. Von Jörgensen wird darauf hingewiesen, daß man die stratigraphische Verwertbarkeit der Silifikate nur mit Vorsicht auf andere Gebiete übertragen kann, besonders nachdem solche Silifikate von Berger (1941) aus ziemlich tiefen Horizonten des ostdeutschen Miozän

erwiesen sind. In Schleswig-Holstein liegen alle sicher datierbaren Silifikatvorkommen im Pliozän (nach Thiele, s. Jörgensen). Thiele nimmt jedoch an, daß diese praepliozän gebildet sind. — In Ostfriesland und im Emsland ist das Pliozän durch Sande und Fein- bis Mittelkiese vertreten, die opalisierende Quarze, öfters Kaolin und keine nordischen Kristallingerölle enthalten. In Jörgensen wird marines Unterpliozän bei Wilhelmshaven angegeben. Nach Wildvang ist jedoch in Ostfriesland mit marinem Pliozän nicht zu rechnen (vgl. Gripp 1941, S. 29—30). Auch in den Erdölbohrungen wurde, soweit dem Verfasser bekannt, in Ostfriesland kein marines Pliozän[6]) festgestellt. Dagegen ist nach ten Dam & Reinhold (1941) in den Niederlanden mit einer wechselnd starken, doch nicht unerheblichen Meeresbedeckung im Pliozän zu rechnen. So bedeckte z. B. das Unterpliozän-Meer große Teile der Niederlande und erreichte nahezu die deutsche Grenze. Im Oberpliozän zieht sich jedoch das Meer soweit zurück, daß Zeeland und Brabant auftauchen.

Anm. 6) In Rotary-Bohrungen ist das Pliozän schlecht zu erkennen, da das Gebirge nicht kernfähig ist und die Spülproben häufig stark mit Diluvialmaterial vermischt sind.



Anlage 4: Karte der erwähnten Orte (die durch Nummern gekennzeichneten Orte sind nachstehend alphabetisch geordnet).

1. Astrup b. Osnabrück
2. Becklohe (NW Hamburg)
3. Bentheim
4. Bergedorf
5. Blenhorst b. Nienburg/Weser
6. Boizenburg
7. Bremen
8. Brunshaupten (Mecklenburg)
9. Bünde i. Westf.
10. Celle i. Hann.
11. Cuxhaven
12. Damme (Südoldenburg)
13. Dinklage (Oldenburg)
14. Edesse b. Peine
15. Ehra (NO Gifhorn)
16. Einbeck (Südhannover)
17. Emden
18. Eschershausen (SO Hameln)
19. Fehmarn
20. Fuhrberg b. Celle
21. Geesthacht b. Bergedorf
22. Gifhorn
23. Großvarlingen b. Nienburg/Weser
24. Gülze b. Boizenburg
25. Hamburg
26. Haselünne (Emsland)
27. Heide/Holstein
28. Helmstedt
29. Hemmoor (Reg.-Bez. Stade)
30. Hennstedt b. Heide
31. Husum (Krs. Eiderstedt)
32. Jahrstedt (östl. Gifhorn)
33. Ibbenbüren
34. Itterbeck (Krs. Bentheim)
35. Lathen (Emsland)
36. Lechtingen b. Osnabrück
37. Leer (Ostfriesland)
38. Lingen/Ems
39. Lübeck
40. Lüneburg
41. Marne (Holstein)
42. Meckelfeld (Krs. Harburg)
43. Meppen (Ems)
44. Moisburg (NW Harburg)
45. Neuenhaus (Krs. Bentheim)
46. Neuhaus/Oste (Reg.-Bez. Stade)
47. Nettgau (NO Gifhorn)
48. Nienburg/Weser
49. Nienhagen (Krs. Celle)
50. Nordhorn (Krs. Bentheim)
51. Oldenswort (Krs. Eiderstedt)
52. Oberlanger Tenge (W Lathen/Ems)
53. Peine
54. Pyrmont
55. Quickborn (N Hamburg)
56. Reitbrook
57. Ristedt (NO Gifhorn)
58. Rosenthal b. Lüneburg
59. Roydorf (NW Lüneburg)
60. Schneflingen (NO Gifhorn)
61. Stade
62. Steinhuder Meer
63. Thale a. Harz
64. Tönning (Krs. Eiderstedt)
65. Uelzen i. Hann.
66. Varel i. Oldenburg
67. Vorhop (N Gifhorn)
68. Wahn
69. Walbeck
70. Wallensen
71. Wathlingen
72. Wesendorf
73. Westdorf
74. Wienhausen
75. Wilhelmshaven
76. Wiswedel
77. Wittingen
78. Witzhave
79. Wöhrden b. Heide
80. Zuid-Barge (W Meppen)

Schrifttum.

1) Andersen, S. A.: Die Verbreitung der eozänen vulkanischen Ascheschichten in Dänemark und Nordwestdeutschland. — Z. Geschiebeforschung u. Flachlandsgeologie 14, 1938, S. 179—207.

2) van Bellen, R. C.: Foraminifera from the Middle Eocene in the Southern Part of the Netherlands Province Limburg. — Meded. Geol. Stichting, ser. C. V. Nor. 4. 1946.

3) Bentz, A.: Tertiär und Diluvium im westfälisch-holländischen Grenzgebiet — Z. D. G. G. 82, 1930, S. 291—317.

4) Berger, Fr.: Kritisches zur Altersbestimmung des ostdeutschen Tertiärs. — Z. D. G. G. 93, 1941, S. 323 ff.

5) Bettenstaedt, F.: Grundlagen und Erfahrungen bei mikrofaunistischen Untersuchungen an ausgeschlämmten Spülproben aus Rotary-Bohrungen in Tertiär u. Kreide Nordwestdeutschlands. — Öl u. Kohle 38, 1942, S. 949—964.

6) — Ökologisches Diagramm für das Paläozän und Eozän Nordwestdeutschlands (nicht gedruckt, in einer früheren Fassung beim Vortrag über „Ökologische Verhältnisse der Nordwestdeutschen Alttertiärmeere" 3. 6. 1943 vorgelegt).

7) — Neues aus der angewandten Mikropaläontologie (X). Nordwestdeutsches Paläozän und Eozän, Methodisches. — Öl und Kohle 40, 1944, S. 77—87.

8) ten Dam, A., und Reinhold, Th.: Die stratigraphische Gliederung des niederländischen Plio-Pliozäns. — Mededeel. Geol. Stichting, Ser. C-V Nr. 1, 1941.

9) — Die stratigraphische Gliederung des niederländischen Oligo-Miozäns nach Foraminiferen. — Mededeel. Geol. Stichting, Ser. C-V Nr. 2, 1942.

10) Evers, W.: Zur Oberflächengestaltung des Niedersächsischen Berg- und Hügellandes. — Jber. Niedersächs. Geol. Ver. 26, 1935, S. 71—138.

11) Gagel, C.: Die chemische Beschaffenheit u. Unterscheidbarkeit der Unter-Eozäntone u. der Mittel-Oligozänen Septarientone. — Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt f. 1923, S. 181—196.

12) Görges, Julius: Die Oberoligozänfauna von Rumeln am Niederrhein. — Decheniana, 100A, 1941, S. 115—186.

13) Gripp, K.: Über das Alttertiär von Hemmoor, ein Beitrag zur Stratigraphie Nordwestdeutschlands. — Jber. Niedersächs. Geol. Ver., 17, 1925, S. 16—27.

14) — Geologie von Hamburg und seiner näheren und weiteren Umgebung. — Hamburg 1933.

15) — Das Tertiär und seine Bodenschätze (in Geologie und Lagerstätten Niedersachens, 3. Teil). — Oldenburg 1941, S. 1—52.

16) Haack, W.: Über das marine Mittelmiozän von Lechtingen bei Osnabrück und die Umwandlung des Keupermergels in seinem Liegenden. — Jb. Preuß. Geol. Landesanst. f. 1932, 53, S. 553—576. 1932.

17) — Der Untergrund der Lüneburger Heide unter Berücksichtigung der neuesten Bohrungen. — Abh. Nat. Ver. Bremen, 31, 1939, S. 377—407.

18) Heck, L.: Marines Pliozän in Schleswig-Holstein und der „Bredstedter Ton". — Jb. Reichsamt Bodenforschung f. 1942, 63, 1944, S. 1 ff.

19) Herrmann, Rud.: Das Eozän und das marine Oligozän in der Hilsmulde. — Jber. Niedersächs. Geol. Ver. 26, 1935, S. 197—213.

20) Hiltermann, H.: Neues aus der angewandten Mikropaläontologie (VIII). — Öl und Kohle, 45, 1939, S. 768.

21) — Ein Litorales Paläozän in Norddeutschland. — Z. D. G. G. 93, 1941, S. 259—269.

22) — Protokoll der 43. Austauschssitzung für Mikropaläontologie und Stratigraphie (nicht gedruckt). 1947.

23) Hubach, H.: Das Oberoligozän des Doberges bei Bünde in Westfalen. Dissertation Berlin 1922.

24) Hucke, K.: Geologie von Brandenburg. Stuttgart 1922.

25) Jörgensen, Dreyer, K.: Die Silizifikate des dänischen kontinentalen Pliozäns. — Z. D. G. G., 96, 1944, S. 175 ff.

26) Klüpfel, W.: Zur Gliederung und Altersdeutung des westdeutschen Tertiärs. — Z. D. G. G., 94, 1942, S. 1 ff.

27) Kölbel, Schnell und Trappe: Seismische Untersuchungen im Helmstedter Braunkohlenrevier. — Jb. Reichsamt Bodenforschung f. 1942, 63, 1944, S. 550 ff.

28) v. Koenen: Über die Fauna der alttertiären Schichten im Bohrloche von Lichterfelde bei Berlin. — Jb. Preuß. Geol. Landesamt f. 1890, S. 257 ff.

29) Kühne, Fr.: Paläogeographische Karten und Tabelle der Gliederung des nordwestdeutschen Tertiärs. Bei Vortrag bekanntgegeben, 1941.

30) Lemcke, K.: Geologie und Tektonik der Diedrichshäger Berge bei Arendsee-Brunshaupten i. M. — Mitt. Meckl. Geol. Landesanstalt N. F. 11, 1937.

31) Lückerath: Fortschritte der Reflexionsseismik. — Öl und Kohle, 37, Heft 5, 1941.

32) Martienssen, O.: Gebirgsschichtenbestimmung in Tiefbohrlöchern. — Z. prakt. Geol. 48, 1940, Nr. 7.

33) Müller, Theodor: Das marine Paläozän und Eozän in Norddeutschland und Südskandinavien. — Berlin 1937.

34) Paul, B., Rülke, O., und Jost, R.: Physikalische Messungen und Verfahren in Bohrlöchern. — Beitr. angew. Geophysik 9, 1941.

35) Riedel, L.: Über Transgressionserscheinungen im hohen Senon Hannovers und das Aufsteigen der Salzstöcke von Hänigsen-Wathlingen und Wienhausen-Sandlingen. — Z. D. G. G. 89, 1937, S. 19 ff.

36) — Einige Fragen hinsichtlich des Alters und Aufdringens der Salzstöcke in Nordwestdeutschland, besonders auf der Pompeckj'schen Schwelle. Jb. Reichsamt Bodenforschung für 1942, 63, 1944, S. 39 ff.

37) Rohling, J.: Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik des Tertiärs in Südoldenburg. — Decheniana, 100 A, 1941, S. 1—103.

38) Schuh, Fr.: Die Ergebnisse einiger Tiefbohrungen insbesondere in bezug auf Verbreitung und Stratigraphie von Kreide und Alttertiär sowie in bezug auf die magnetische Vermessung Mecklenburgs. — Z. D. G. G. 84, 1932, S. 677—691.

39) — Die geologischen Ergebnisse von fünf Tiefbohrungen aus den Jahren 1928/29, sowie neuere Mitteilungen von drei älteren Tiefbohrungen in Mecklenburg. — Mitt. Meckl. Geol. Landesamt N. F. 6, 1933, S. 45—104.

40) Sindowski, K.-H.: Faziesprobleme der mitteleuropäischen Tertiärmeere Nr. 1, Pommersches Mitteloligozän. — Zentr. Bl. f. Min. etc. 1936, Abt. B. S. 369—377 (1936 a).

40a) — Sediment und Fauna im Septarienton und Stettiner Sand bei Stettin. — Zentr. Bl. f. Min. etc. 1936, Abt. B, S. 192—206 (1936 b).

41) Staesche, K.: Zur Gliederung des obermiozänen Glimmertones. — Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt f. 1930, 51, 1930, S. 55—87.

42) — Die Gliederung des nordwestdeutschen Tertiärs auf Grund von Mikrofaunen. — Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt f. 1937, 58, 1938, S. 730—745 (1938 a).

43) — Neues aus der angewandten Mikropaläontologie (Tertiär, Oberkreide). — Petroleum, 34, 1938, Nr. 39/40, S. 10 (1938 b).

44) — & Hiltermann, H.: Mikrofaunen aus dem Tertiär Nordwestdeutschlands. — Abh. Reichsstelle f. Bodenforschung N. F. 201, 1940.

45) Thiele, S.: Die Stratigraphie und Paläogeographie des Jungtertiärs in Schleswig-Holstein. — Neues Jb. Mineralogie, Beil. Bd. 85, Abt. B, 1941, S. 1—143.

46) Thiergart, Fr.: Die Mikropaläontologie als Pollenanalyse im Dienst der Braunkohlenforschung. — Schr. Geol. Brennstoffgeologie, 13, Stuttgart 1940.

47) Thomson: Die Resultate pollenanalytischer Untersuchungen von Braunkohlen aus Holstein. — Vortragsref. Z. D. G. G, 93, 1941, S. 238.

48) Trappe, Fr.: Die reflexionsseismische Untersuchung der Flankenzone eines norddeutschen Salzstocks und ihr geologischer Aufschluß durch Tiefbohrungen. — Öl und Kohle, 38, 1942, S. 1429 ff.

49) Tropp, W.: Die Schichtenfolge des Mitteloligozäns am Kaiserberg bei Duisburg. — Z. D. G. G., 93, 1941, S. 455 ff.

50) Voigt, E.: Die jährliche Klimakurve des mitteldeutschen Eozäns. — Vortragsref. Z. D. G. G., 91, 1939, S. 777 f.

51) — Das Tertiär des nördlichen Harzrandes und seine Bedeutung für die jüngere geologische Geschichte des Harzes. — Mitt. geol. Staats-Inst. Hamburg, 17, 1940, S. 1—58.

52) Wasmund, E.: Gewinnung von „Bleichton" (Walkerde) im alttertiären Tarras am Fehmarnsund. — Schr. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein, 30, 1933, S. 31—53.

53) Weigelt, Joh.: Die Aufdeckung der bisher ältesten tertiären Säugetierfauna Deutschlands. — Nova acta Leopoldina N. F. 7, Nr. 50, 1939, S. 515—528.

54) — Die erste paläozäne Säugetierfauna Deutschlands. — Vortragsref. Z. D. G. G. 92, 1940, S. 199).

55) Wetzel, O.: Die Mikropaläontologie des Heiligenhafener Kieseltones (Obereozän) mit Beiträgen von R. Brandt und F. Hustedt. — Jb. Niedersächs. Geol. Ver., 27, 1935, S. 41—75.

56) Wetzel, W.: Die Sedimentpetrographie des Sylter Tertiärs. — Schr. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein, 19, 1931, S. 204—233.

57) — Zur Stratigraphie, Sedimentpetrographie und Paläontologie des Alttertiärs von Fehmarn und der Umgebung Kiels. — Zbl. Mineral. Geol. Paläontol., Abt. B, 1936, S. 513.

58) — Neue Beobachtungen am Jungtertiär von Sylt. — Jb. Niedersächs. Geol. Ver., 28, 1937, S. 74—104.

59) — Miozäner Bernstein im Westbaltikum. — Z. D. G. G., 91, 1939, S. 815—822.

60) Wicher, C. A.: Neues aus der angewandten Mikropaläontologie. — Petroleum, 34, 1938, Nr. 33.

61) — Neues aus der angewandten Mikropaläontologie. — Petroleum, 35, 1939, S. 1 (1939 a).

62) — Neues aus der angewandten Mikropaläontologie. — Petroleum, 35, 1939, Nr. 5 (1939 b).

63) — Neues aus der angewandten Mikropaläontologie. — Petroleum, 35, 1939, S. 579—581 (1939 c).

64) — Praktikum der angewandten Mikropaläontologie. — Berlin 1942.

65) — Neues aus der angewandten Mikropaläontologie (IX). — Öl und Kohle, 39, 1943, S. 443.

66) Wick, W.: Versuch einer biostratigraphischen Gliederung des jüngeren Tertiärs auf Grund von Foraminiferen. — Jb. Preuß. Geol. Landesanstalt f. 1938, 59, S. 476—512.

67) Wildvang, D.: Die Geologie Ostfrieslands. — Abh. Preuß. Geol. Landesanstalt N. F. 181, 1938.

68) Willing, J.: Das marine Unter- und Mittelmiozän im subherzynen Becken. — Jb. Hallesch. Verb., 14, N. F. Mitt. Nr. 139, Halle/S. 1936.

69) Wirtz, D.: Submariner Vulkanismus und Halmyrolyse im westbaltischen Untereozän. — Zentralbl. Min. etc., Abt. B, 1937, S. 184—200.

70) — Das Alttertiär in Schleswig-Holstein. — N. Jb. Min. Beil. Bd. Abt. B, 81, 1939.

71) Wölk, E.: Das niederrheinische Mitteloligozän und seine Stellung innerhalb des nordeuropäischen Mitteloligozäns. — Z. D. G. G., 93, 1941, S. 80—114.

Vergleichende Zeittafel für Niedersachsens Jungquartär

FRITZ HAMM - HANNOVER

(Von unten nach oben zu lesen!)

Ungefähre Zeitangabe	Erdgesch Zeit	Geschichte der Ostsee	Landschwankung der Nordseeküste	Klimawechsel	Landschaftsbild links der Elbe	Entwicklungsgeschichte von Steinhuder Meer	Entwicklungsgeschichte von Dümmer*)	Kulturen	Verschiedenes
2000 n. Chr.	Jetztzeit oder Alluvium	Allmählich aussüßend: Mya-Zeit	Senkung IV	wärmer als jetzt gemäßigt: heutiges Klima	Jüngere Hochmoorbildung: Wachsende Beeinflussung durch menschliche Tätigkeit	Jüngeres Hochmoor wächst schildförmig auf		Geschichtl. Zeit	1362 „Große Mannstränke" u. Dollart-Einbruch
1000 „ „					Immer stärkere **Zunahme der Buche** in den Wäldern	Kräftiger Wuchs des Flachmoores staut im Westen den Abfluß. Der Seespiegel steigt langsam zur heutigen Höhe an	Kieselgurbildung am Nordufer		Sommerdeichbau beginnt
Chr. Geburt		Limnaea-Zeit	Hebung III	kühl - feucht (subatlantisch)				Eisenzeit	Angeln u. Sachsen setzen nach Britannien über
1000 v. Chr.			Senkung III	warm - trocken (subboreal)	**Buchen wandern ein**	Das Hochmoor im NO wächst weit über das Flachmoor auf den Mineralboden hinaus. Der Seespiegel liegt ½ Meter unter dem Moore	Erstes Auftreten der Buche am Ufer. Im N Siedelungen mit Getreideanbau. Beginn der Hochmoorbildung	Bronzezeit	Beginn des Wurtenbaues Beginn der Völkerbewegungen a. d. skandinavischen Raum n. Süden Hügelgrab-Zeit
2000 „ „		Litorina-Salzmeer	Hebung II		Hirsch, Elch, Ur, Wisent, Braunbär in **Eichenmischwäldern**			Jüngere Steinzeit (Neolithicum)	Flutwelle drängt immer stärker durch den Kanal in die Nordsee Der älteste Pflug
3000 „ „									Doggerbank ist noch eine Insel. Riesensteingrab-Zeit
4000 „ „			Senkung II	mild - feucht (atlantisch)	Ren, Riesenhirsch sind verschwunden	Im NO Beginn der Hochmoorbildung üb. dem Flachmoore	Stark einsetzende Flachmoorbildung		Beg. d. Ärmelkanal-Bildg.
5000 „ „					**Ausbreitung der Erle**	Beginn der Flachmoorbildung auf den Mudde-Ufern im W, S und O	Schwache Verlandung und Lebermuddebildung	Mittlere Steinzeit (Mesolithicum)	Muschelabfallhaufen in Jütland
6000 „ „		Ancylus-Süßwassersee	Hebung I	warm - trocken (boreal)	**Auftreten von Eiche, Ulme, Linde**	Muddebildung verkleinert die früher im W, S und O weiter als jetzt reichende Seefläche	Größte Seeausdehnung; viele Ufer-Siedelungen		Beginn des Ackerbaues in Südhannover
7000 „ „					**Herrschaft der Hasel / Kiefer**				Moorlog-Bildung südlich der Doggerbank
8000 „ „		Yoldia-Eismeer	Senkung I		**Kiefern-, Birken-Wälder**		Beginn der Kalkmuddebildung		Jüngere Rentierjäger von Stellmoor („Ahrensburger Stufe")
9000 „ „	Eiszeitalter oder Diluvium Späteiszeit			Mildere Alleröd-schwankung	Höhlenbär stirbt aus Größere Walddichte (mit Weiden und Pappeln)	Steigendes Grundwasser beginnt, die Hohlform aufzufüllen / einzelne Seebecken zu bilden			
10000 „ „		Baltischer Eisstausee							
11000 „ „				Subarktisch	**Lockere Birken-, Kiefern-Wälder** mit Höhlenbär, Höhlenlöwe, Ur, Wisent, Moschusochse, Ren, Hirsch, Eisfuchs, Schneehase		*) Nach z. T. unveröffentlichten Untersuchungen von K. Pfaffenberg, Vorwohlde		
12000 „ „									
13000 „ „					Mammut und Nashorn nehmen an Zahl ab				
14000 „ „								Aeltere Steinzeit (Jungpalaeolithicum)	
15000 „ „					In einer **Kältesteppe mit Buschinseln aus Birken** leben Wildpferd, Ren, Saigaantilope, Pferdespringer, Ziesel, Zwergpfeifhase, Murmeltier	Ausblasung von Windwannen in trockenem Sandboden			Bildung von Inland-Dünen u. Flugsandfeldern
16000 „ „									
17000 „ „				Arktisch	**Tundra aus Flechten, Moosen und Zwergsträuchern** mit Mammut, Nashorn, Höhlenbär, Wildpferd, Wisent, Moschusochse, Ren, Eisfuchs, Lemming, Schneehuhn				
18000 „ „		Rechts der Elbe taut der Rand des letzten Inlandeises nach Norden zurück	(Obige Schwankungen ergeben bei Wilhelmshaven eine Gesamt-Landsenkung von 21,60 m in rd. 10000 Jahren)						Ältere Rentierjäger von Dörgen, Meiendorf u. a. O. („Hamburger Stufe")
19000 „ „					Fast pflanzenleer über Bodeneis				
20000 „ „									

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Naturhistorischen Gesellschaft Hannover

Jahr/Year: 1942-1947

Band/Volume: 94-98

Autor(en)/Author(s): Schad Albert

Artikel/Article: Neue stratigraphische Ergebnisse im nordwestdeutschen Tertiär 42-68