

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

IV. RÆKKE. BD. 4. NR. 5

GEOLOGICAL SURVEY OF DENMARK. IV. SERIES. VOL. 4. NO. 5

De miocæne Formationer i Danmark

Af

Leif Banke Rasmussen

I kommission hos

C. A. REITZELS FORLAG (JØRGEN SANDAL)

KØBENHAVN 1961

DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE

IV. RÆKKE. BD. 4. NR. 5

Geological Survey of Denmark. IV. Series. Vol. 4. No. 5

De miocæne Formationer
i Danmark

Af

Leif Banke Rasmussen

I kommission hos

C. A. REITZELS FORLAG (JØRGEN SANDAL)

KØBENHAVN 1961

Indhold

Abstract	4
Historisk indledning	5
Det yngre tertiærs mægtigheder i Danmark (øvre oligocæn – miocæn)	9
Miocænets grænser	12
Grænsen oligocæn–miocæn	12
Miocænets øvre grænse	12
Diskussion af den stratigrafiske problemstilling	14
Lagfølgen i det yngre miocæn (øverste mellem miocæn–øvre miocæn)	14
Måde serien	15
Lagene mellem Klintinghoved leret og Måde serien	16
Oversigt over de miocæne formationer	24
Vejle fjord leret	24
Vejle fjord sandet	24
Klintinghoved leret	25
Ribe formationen	27
Arnum formationen	27
Odderup formationen	30
Hodde formationen	32
Gram formationen	34
Afsluttende oversigt	40
Litteratur	43

Abstract

The Miocene Formations of Denmark.

The Miocene sediments of Denmark are restricted to the central and western part of the peninsula of Jutland. The Danish Miocene basin forms the northern part of the Miocene North Sea Basin which also covered parts of Northern Germany, Holland and Belgium. More than 200 metres of mainly micaceous clays and sands, often richly fossiliferous, were deposited. The distribution and thickness of the Miocene in Denmark is shown on the map, fig. 1, page 10.

Since long the Danish Miocene has been subdivided time-stratigraphically in a Lower, Middle, and Upper division on the basis of paleontological studies by J. P. J. RAVN (1907) and NØRREGAARD (1916). Works by SORGENFREI (1940, 1958) and RASMUSSEN (1956) recently increased our knowledge of the Danish Miocene molluscan faunas and formations.

The following 6 formations are now recognized in the Miocene of Denmark (cf. fig. 7, page 41):

6. Gram formation (marine). RASMUSSEN 1956, p. 16 (Age: Upper Miocene).
5. Hodde formation (marine). This paper, p. 32 (Age: Middle Miocene).
4. Odderup formation (limnic). This paper, p. 30 (Age: Middle Miocene).
3. Arnum formation (marine). SORGENFREI, 1958, p. 28 (Age: Middle Miocene).
2. Ribe formation (limnic). SORGENFREI, 1958, p. 28 (Age: Middle or Lower Miocene).
1. Klintinghoved formation (marine). Klintinghoved clay, SORGENFREI, 1940, p. 68 (Age: Lower Miocene).

The type section of the *Odderup formation* is defined as the interval from 28,2 to 40,3 m below surface in D. G. U. well file no. 103.50 (at Odderup Brickworks). The formation consists of *limnic* sediments of quartz sands with lignite.

The type section of the *Hodde formation* is from 13,8 to 23,4 m below surface in the well D. G. U. well file no. 113.33 a, Hoddemark (NE of Varde). The formation consists of *marine* sediments of micaceous clays and sands with beds of quartz sand.

The distribution of the Marine Middle Miocene of Denmark is shown on map, fig. 2, page 30 and the distribution of the Marine Upper Miocene is shown on map fig. 4, page 34.

Historisk indledning

Den tykke serie af miocæne aflejringer, som findes under kvartæret i Vest-, Midt- og Sydjylland, blev første gang behandlet stratigrafisk af J. P. J. RAVN, der i 1907 (side 239) inddelte lagserien således:

Øvremiocæn	Glimmerler ved Skjærum Mølle, Sandfeldgaarde, Skanderborg, Alkærsig, Forsom, Esbjerg, Gjørding (?) og flere Steder i Sønderjylland.
Mellemmiocæn	Glimmersand ved Skyum og Viborg. Glimmerler og Glimmersand ved Varde. Glimmerler ved Skive og i Salling (?). Sort, sandet Glimmerler ved Mariager Fjord og ved Ulstrup (?). Glimmersand og -ler i Sydøstjylland (?).
Nedremiocæn	Brunkuldannelser i Midt- og Vestjylland. Glimmersand og Glimmerler m. m. i det sydøstlige Jylland?

Denne opfattelse fastholdt RAVN i sin oversigt over Danmarks tertiær 1928, hvor man side 65 finder følgende inddeling:

Øvre Miocæn	marint	Mørkt, sandet Glimmerler (»Astarteler«) i Vest-Jylland.
Mellem Miocæn	marint	Glimmersand og -ler ved Skyum, Skive, Mariager Fjord etc. samt i Boringer ved Varde, Viborg etc.
Nedre Miocæn	limnisk	Glimmersand og -ler med Brunkul i Central-Jylland. ? Glimmersand og -ler ved Vejle, Fredericia etc.

Det fremgår heraf klart, at brunkullene og alle de øvrige limniske lag blev betragtet som nedremiocæne, medens der i de mellem- og øvremiocæne tidsafsnit udelukkende antoges at være aflejret marine lag.

Disse lags alder bedømte RAVN på grundlag af deres indhold af molusker. De limniske lag paralleliserede han med ferskvandsaflejringer, som i Nordtyskland flere steder optræder imellem marint øvre oligocæn og marint mellem miocæn. RAVN henviser selv til forholdene i en boring ved Wöhrden i Holsten, beskrevet af C. GAGEL (1906, side 50). Disse ferskvandslag regnedes i Tyskland for nedremiocæne. RAVN antog dog også, at en del af de limniske aflejringer i Jylland formodentlig kunne være mellemmiocæne (jvf. RAVN 1907, side 239).

Stort set svarer RAVN's opfattelse fra 1907 til de samtidige tyske geologers anskuelser over stratigrafien i det nordtyske miocæn. Allerede 1912

havde K. GRIPP (i KOCH, GRIPP & FRANKE 1912) imidlertid påvist marint nedre miocæn i borerne på Vierlande ved Hamburg, og 1915 henfører GRIPP bl. a. også det marine glimmerler ved Klittinghoved på Als, glimmersandet og -leret i borerne i Varde og Viborg, glimmerleret ved Skyum og Skive og en del af de fossilførende konkretionære blokke, der gik under navnet »Holsteiner Gestein«, til det nedre miocæn.

KAUTSKY (1925, side 213) anså de af NØRREGAARD (1916 a) beskrevne miocæne blokke af »Holsteiner Gestein« fra stranden udfor Måde ved Esbjerg for at indeholde både nedre- og mellemmiocænt materiale, analogt med de af GRIPP påviste forhold i Slesvig-Holsten. NØRREGAARD (1916 a og b) havde imidlertid allerede taget afstand fra denne mulighed, da blokkene taget under et efter hans mening indeholdt en homogen fauna, hvis alder vurderedes at være mellemmiocæn.

I Danmark blev man altså stående ved RAVN's stratigrafiske inddeling, medens man i Nordtyskland på grundlag af studier af GRIPP, KOCH og KAUTSKY kunne opstille følgende stratigrafiske profil for Hamburgegnens miocæn (KOCH 1927; jvf. GRIPP 1933):

Obermiozän	Glimmerton
Mittelmiozän	{ Reinbeker Stufe Obere Braunkohlensande Hemmoorer Stufe Hamburger Ton
Untermiozän	{ Untere Braunkohlensande Vierländer Stufe

Da Danmark imidlertid tilhører samme sedimentationsbassin som Nordtyskland, og da den facielle udvikling er ret ensartet i de to områder, kunne det ventes, at den danske miocæne lagserie lod sig inndele på tilsvarende måde.

Studiet af miocænet i Danmark blev først genoptaget i midten af 1930'erne. H. ØDUM henførte således i 1935 glimmerleret fra 75–110 m's dybde i borerne ved Langbrogård (vest for Sønderborg) til nedre miocæn på grundlag af boreprøvernes indhold af molluskfragmenter. TH. SØRGENFREI tilsluttede sig i en monografi over glimmerleret i Klittinghoved og dets fauna (1940) fuldtud GRIPP's aldersbestemmelse til nedre miocæn, ikke alene for Klittinghoved-faunaen, men også for faunaen fra Skyum. I 1939 havde samme forfatter henført faunaen i de løse blokke fra egnen omkring Flensborg fjord (især fra Kidskelund) til »Vierländer Stufe«. Med disse nye bidrag havde man fra dansk side accepteret tilstedeværelsen af marint nedre miocæn i Danmark og dermed brudt med det skema, som RAVN havde opstillet.

Omtrent samtidig undersøgte K. DREYER JØRGENSEN (1940 a og b; 1941, 1944 a og b) en betydelig del af de limniske glimmer-, kvarts- og kaolinsandsaflejringer (inklusive brunkullene), som tidligere var regnet for nedremiocæne, og mente at burde henføre dem til pliocænet. Til grund for denne aldersbestemmelse lå først og fremmest studier over sedimen-

terne og deres indhold af silicifikater, d. v. s. forkislede kalk- og sandstensbrudstykker, som undertiden indeholder silurfossiler. Sådanne silicifikater fandtes ifølge DREYER JØRGENSEN aldrig i sikre oligocæne og miocæne sandaflejringer her i landet. Til yderligere støtte for antagelsen fremdroges, at det øvre miocæne glimmerler flere steder underlejrer disse sandlag. Denne iagttagelse viste sig imidlertid ikke at holde stik, og da det af S. THIELE (1941) blev fastslået, at silicifikaterne også optræder i ældre, miocæne sandlag, var grundlaget for DREYER JØRGENSEN'S antagelse ikke mere tilstede. (Jvf. DREYER JØRGENSEN & TH. SORGENFREI 1941).

I årene 1941–1949 gennemførte DANMARKS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE et omfattende boreprogram under ledelse af statsgeolog, dr. phil. KELD MILTHERS med det formål at opspore nye brunkulsforekomster. I denne sammenhæng var det hensigten at skaffe materiale til en nøje undersøgelse af det midtjydske miocæns stratigrafi ved hjælp af dybere videnskabelige boringer på særligt udvalgte steder. Det herved tilvejebragte meget store materiale er endnu kun delvis undersøgt. En foreløbig meddelelse blev i 1949 givet af KELD MILTHERS, som anførte, at der var fundet brunkul både over og under de mellemmiocæne marine lag og antydede, at nogle af brunkullene må være nedremiocæne, medens andre sandsynligvis er aflejet i den yngre del af mellem miocæn. Der syntes altså at være en vis overensstemmelse med lagfølgen i Hamburgegnen.

Nyere bidrag til det danske miocæns stratigrafi er givet af TH. SORGENFREI (1958) og L. BANKE RASMUSSEN (1956, 1959).

Disse bidrag bygger på palæozoologiske undersøgelser. Resultaterne af palynologiske studier over danske brunkulspollen er offentliggjort af P. INGWERSEN (1954).

Materialet af sedimentprøver og fossiler fra såvel daglokaliteter som boringer stiger imidlertid stadig, for boringernes vedkommende ikke mindst fordi D. G. U. siden 1958 har iværksat en ny omfattende brunkulseftersøgning, først atter under ledelse af KELD MILTHERS og siden af HELGE GRY og ERIK HELLER.

I de seneste år har undersøgelser i Nordtyskland (HINSCH 1952, GRIPP & MAGNE 1956, DITTMER 1957) udvidet kendskabet til det derværende miocæns stratigrafi, således at den nordtyske inddeling nu ser således ud:

Ober Miozän	}	Sylter Stufe
		Grammer Stufe
		Langenfelder Stufe
Mittel Miozän	}	Dingden-Reinbeker Stufe
		Obere Hemmoorer Stufe
		Untere Hemmoorer Stufe
Unter Miozän		Vierländer Stufe

Disse underafdelinger er baseret på molluskfaunaerne og er således biostratigrafiske. Medens de øvrige underafdelinger refererer til lokaliteter, hvor man finder den for den pågældende »Stufe« karakteristiske fauna, er »Hemmoorer Stufe« opstillet på grundlag af en forekomst af

løse, fossilførende blokke. Gode typeprofiler savnes i det hele taget på de fleste af de lokaliteter, som de forskellige »Stufer« har navn efter.

Det har ved boringer i Slesvig-Holsten vist sig sandsynligt, at limniske miocæne lag kan optræde i områdets østlige del inden for alle etager i mellem- og nedre miocænet, og at en øvre og en nedre brunkulførende horisont, adskilt af marine lag, kun kan udskilles i visse områder.

Fra Danmark foreligger der et så stort og detaljeret materiale fra talrige boringer og daglokaliteter, at den danske del af Nordsøbækkenet må anses for særlig velegnet til et nærmere studium af formations- og fauna-udviklingen i løbet af miocæntiden.

Nærværende artikel er et forsøg på at give en samlet oversigt over vor nuværende viden om emnet. Foruden den trykte litteratur og de utrykte oplysninger om boringer, som opbevares på D. G. U., har jeg for det ældre miocæns vedkommende benyttet referatet af TH. SORGENFREI's foredrag: »Die Entwicklung des unteren und mittleren Miozäns im südlichen Dänemark«, holdt på »Symposium über die Stratigraphie des Miozäns im Nordseebecken« (SORGENFREI 1961). For det yngre miocæns vedkommende er indholdet for størstedelen identisk med et foredrag: »Die Entwicklung des mittleren und oberen Miozäns in Dänemark«, som jeg har holdt på samme symposium, der fandt sted på Kiels universitet i april 1959 (RASMUSSEN 1961).

Det yngre tertiærs mægtigheder i Danmark (øvre oligocæn-miocæn)

Det er velkendt, at der i Danmark findes en udpræget forskel i karakter på det ældre og det yngre tertiærs sedimenter. I paleocæn, eocæn og delvis i oligocæn tid aflejredes overvejende fede lerarter med et relativt ringe sandindhold, når man tager helheden i betragtning. I det yngste oligocæn og hele miocænet kom derimod mere sandede lag og mørkere farvede lersedimenter til afsætning. Inden for det danske område er grænsen mellem de to lagkomplekser meget markant og antyder, som fremhævet af SORGENFREI (1949, side 492), væsentlige ændringer af naturforholdene, muligvis af tektonisk art.

Yngst af de ældre tertiære fede lerarter er det mellemoligocæne separatorer, som mere marginalt i det pågældende aflejringsbassin afløses af sandet, glimmer- og glaukonitholdigt ler, sådan som det kendes fra Brejning ved Vejle Fjord (ERIKSEN 1937, LARSEN & DINESEN 1959), Odder (G. V. OLSEN 1955) og Århus (HARDER 1913). I dette randområde repræsenteres det øverste ældre tertiære fede ler af Søvind mergel. Dettets alder ansås af H. ØDUM (1936) for nedreoligocæn på grund af forekomsten af brakiopoden *Terebratulina nysti* BOSQ., som er et karakteristisk element i den fauna, v. KOENEN (1889-1894) beskrev som nedreoligocæn fra Nordtyskland. Fornylig har imidlertid KRUTZSCH & LOTSCH (1957) påvist, at denne fauna i virkeligheden er øvreecæn, hvorfor Søvind mergelen nu også bør henføres til øvre eocæn.

I det store og hele ligger de sandede mellemoligocæne aflejringer i Danmark tæt øst for miocænets udbredelsesområde. Indenfor området synes det yngre tertiære lagkompleks derimod kun at omfatte øvreoligocæne og miocæne sedimenter, blandt hvilke glimmerler, glimmersand, kvartssand og stedvis brunkul er langt de dominerende. Mægtighederne af dette lagkompleks lader sig ret let beregne i alle de mange boringer (ca. 50), som er nået gennem det yngre tertiær. Dets undergrænse er veldefineret ved det fede mellemoligocæne (respektive øvreecæne) lers overflade. Dets overgrænse ved overgangen til kvartæret kan ganske vist være vanskelig at fastlægge ved hjælp af skylleprøverne, men er dog oftest mulig at angive med nogle få meters nøjagtighed. Det må erindres, at det yngste tertiær er mere eller mindre fjernet af kvartær erosion, hvorfor tykkelsen af hele det yngre tertiær altid er reduceret med flere eller færre meter aflejring. Ved kortfremstilling med isopachyter for tilstrækkeligt store mægtighedsintervaller vil disse unøjagtigheder næppe

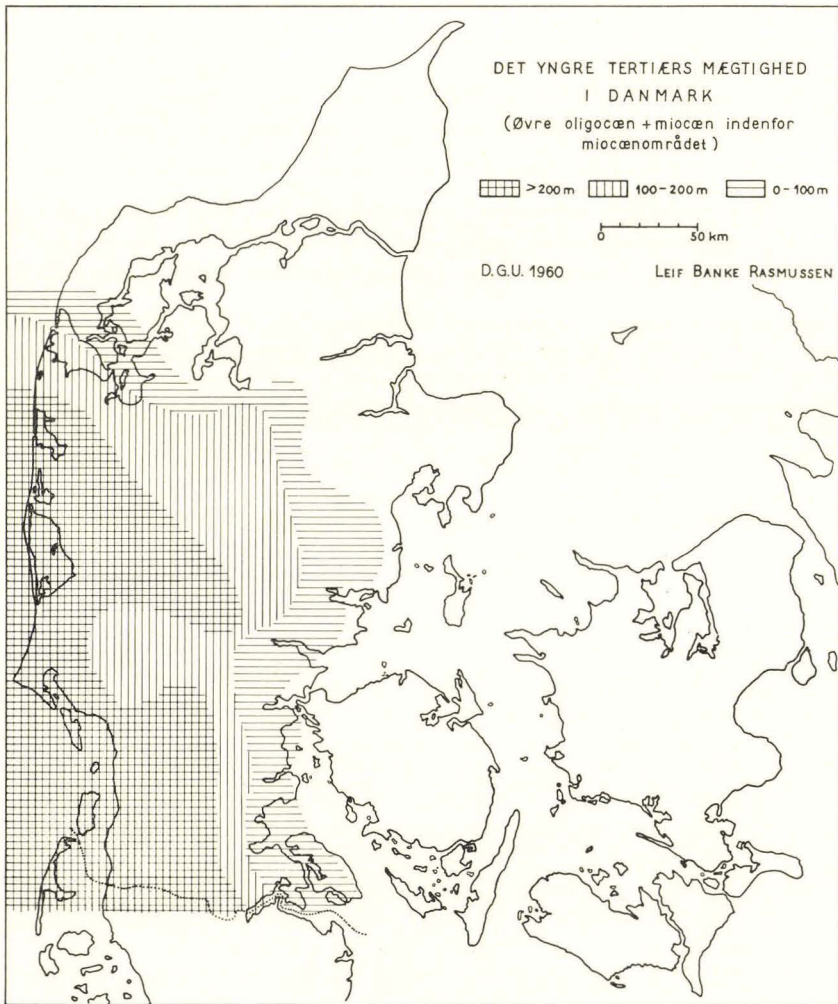


Fig. 1.

kunne påvirke helhedsbilledet væsentligt. På kortet fig. 1 ses mægtighedsfordelingen med 100 m-isopachyter.

Der fremkommer tydeligt to områder med særligt store (over 200 m) mægtigheder, nemlig

- 1) inden for et felt begrænset af trekanten Nissum Fjord – Give – Ølgod og
- 2) det vestlige Sønderjylland.

Disse områder er adskilt af et tredie, nemlig egnen, som afgrænses af en forbindelseslinie fra Give over Ølgod, Varde og Grimstrup til Bække.

Mellem Nordenskov og Orre (begge øst for Varde) er mægtighederne endda under 150 m. Området er en vestlig udløber af et bælte med mægtigheder på 100–200 m nogenlunde konformt med grænsen for miocænets udbredelse og antyder en regional struktur. Det drejer sig utvivlsomt om en del af det regionale hævningsområde, som strækker sig fra Møn i nordvestlig retning over Sydsjælland, Nordlolland, Fyn, Sydjylland til Ringkøbing (SORGENFREI 1958). På Fyn og i Sydjylland har de senere års dybdeboringer og geofysiske undersøgelser afsløret relativt højtliggende grundfjeld i strukturen. Nord og syd for den ligger sedimentationsbassiner med forholdsvis store sedimentmægtigheder, hvilket korresponderer godt med forholdene i det yngre tertiær, sådan som det antydes på kortet fig. 1.

Den store udvidelse af bæltet med mægtigheder på 100–200 m i egnen vest for Viborg og Silkeborg over mod Holstebro og Herning er noget usikker, idet der her savnes dybere boringer, som er nået gennem det yngre tertiær. Området med mægtigheder over 200 m kan udmærket vise sig at nå nærmere over mod Viborg og Silkeborg, end vist på kortet.

Nogle salthorste, som f. eks. Vejrum, Sevel og Mønsted, der muligvis har eksisteret i miocæntiden, er ikke anført på kortet på grund af den lille målestok, som er anvendt.

Den største mægtighed af det yngre tertiær er målt ved Give i boringen »Risby nr. 2« (D. G. U. arkiv nr. 105.317), hvor den fandtes at være 241 m. Ved Tønder og Arnum er den 213–221 m. I det allervestligste Jylland er der ikke udført boringer, som når gennem det yngre tertiær. Det er derfor uvist, om der her findes endnu større mægtigheder.

Som omtalt er de øvreoligocæne sedimenter inkluderet i begrebet »yngre tertiær«. Der foreligger desværre endnu ingen sikre angivelser specielt af tykkelserne af disse øvreoligocæne lag, hvorfor det er vanskeligt at gøre rede for miocænets mægtighedsforhold alene.

De limniske sedimenter i den nedre del af lagkomplekset regnes i almindelighed for miocæne, og det underlejrende marine glimmerler kan da enten være miocænt eller oligocænt. Tykkelsen af dette marine lag kendes fra en række boreprofiler. Ved Arnum (D. G. U. arkiv nr. 150. 24) var der f. eks. 8 m glaukonitisk glimmerler under de limniske lag (se SORGENFREI 1958, side 419), og da det yngre tertiær her ialt havde en mægtighed af 221 m, må altså de 213 m regnes for miocæne. Flere andre dybe boringer viser lignende forhold. Alt i alt tør det med sikkerhed siges, at miocænets mægtighed såvel i det vestlige Sønderjylland som i den vestlige del af Central-Jylland når op over 200 m.

Miocænets grænser

Grænsen oligocæn—miocæn.

De nøjere forhold omkring grænsen øvre oligocæn—nedre miocæn i Danmark er kun meget dårligt kendte. Ved Brejning findes over det grønligbrune, glaukonitiske ler (Brejning ler), som iflg. K. ERIKSEN (1937) er sikkert øvreoligocænt, sort glimmerler (Vejle fjord ler) med kvartsgrus og en sparsom molluskfauna, som ERIKSEN er tilbøjelig til at henføre til nedre miocæn (1937, side 143). I Klintinghoved på Als fandtes en glacialflage af sort glimmerler med en molluskfauna, som er indgående undersøgt af SORGENFREI og bestemt som nedremiocæn, men glimmerleret her er uden sammenhæng med ældre lag. Det mørke ler i klinten ved Skyum indeholder iflg. SORGENFREI (1940, side 71) en nedremiocæn fauna, men lerets underlag kendes ikke. I en boring ved Aktiesvineslagteriet i Viborg (D. G. U. arkiv nr. 66.14 b, se iøvrigt RAVN 1907, side 236) fandtes i 240'—242' (= 75,3—76,0 m) dybde rester af en molluskfauna, som GRIPP (1915) anså for nedremiocæn. Fra glimmerleret under niveau'et med de nævnte fossiler kendes imidlertid ingen fauna. I samtlige de andre boringer, som når gennem det yngre tertiær, er ikke bevaret nogen molluskfauna fra lagene, der formodes at høre hjemme i tidsintervallet øvre oligocæn—nedre miocæn. En fremtidig foraminiferundersøgelse vil sandsynligvis kunne bringe klarhed over disse lags biostratigrafiske forhold. Foreløbig kender vi kun store og velundersøgte molluskfaunaer fra lag, hvis alder er bestemt som henholdsvis øvreoligocæn og nedremiocæn, på lokaliteter, som ligger fjernt fra hinanden, og hvor man kun kender lag af hhv. den ene eller den anden alder. Vi må derfor affinde os med den kendsgerning, at vi indtil nu kun har et mangelfuldt kendskab til formationsudviklingen i Danmark i tidsrummet øvre oligocæn—nedre miocæn.

Miocænets øvre grænse.

Aflejringer, hvis alder formodes at være pliocæne, kendes her i Danmark kun fra en boring ved Sæd syd for Tønder (ØDUM 1934, RASMUSSEN 1958). Desværre ved man kun lidt om de lag, som findes umiddelbart under de pliocæne sedimenter i denne boring, og miocænets øvre grænse er derfor ukendt i Danmark.

En forekomst af limonitsandsten i klinten nord for Hjerting ved Ho bugt blev af K. DREYER JØRGENSEN (1947) anset for muligvis pliocæn på grund af dens indhold af aftryk og kærner af mollusker. Disse er dog

ikke sikkert bestemmelige og kan ligesågodt tilhøre miocæne arter (se SORGENFREI side 59 i DREYER JØRGENSEN & SORGENFREI 1941 og RASMUSSEN 1958, side 21).

Den øvre miocæne Gram formation, som omfatter de yngste miocæne dannelser her i landet, ligger direkte under de kvartære lag på talrige, men ret spredtliggende og isolerede steder i Vest-, Midt- og Sydjylland. Mellem disse forekomster består det øverste prækvartær af mellemmiocæne sedimenter af forskellig art (glimmerler, glimmersand, kvartssand etc.), således at et detaljeret kort over de øverstliggende prækvartære dannelser i denne del af landet vil frembyde et meget broget billede.

Iagttagelser på daglokaliteterne og forholdene i borerne viser, at der forekommer store forstyrrelser i den øverste del af de miocæne lag. De fleste uregelmæssigheder kan føres tilbage til kvartær istektonik. Hvor dybtgående de glaciale forstyrrelser undertiden er, kan ses af et par eksempler.

Tæt ved Hesselho, N for Varde, fandtes tidligere to lergrave: en stor teglværksgrav, som endnu er i brug (A. JESSEN 1922, side 17), og 500 m derfra en mergelgrav, der ikke mere benyttes. I teglværksgraven graves øvre miocænt glimmerler, og i mergelgraven blev der gravet Søvind mergel af formodentlig øvre eocæn alder. D. G. U. har udført en boring i hver af lergravene. Boringen i teglværksgraven (D. G. U. arkiv nr. 113.121) sluttede i 80,3 m's dybde, efter at man udelukkende havde boret i øvre miocænt ler. I den anden lergrav traf man (D. G. U. arkiv nr. 113.30) i 35 m's dybde moræneler direkte under Søvind mergel. Da boringen blev indstillet i 77 m's dybde viste den hyppige vekslen af glimmerler og diluvialt smeltevandssand, at man endnu ikke var nået ned i det uforstyrrede miocæn.

I teglværksgravene ved Alkær sig (n.f. Skern) og ved Esbjerg (f. eks. Måde teglværk, se RASMUSSEN 1959, side 117) ser man store glaciale forstyrrelser i de miocæne lag. Det samme gælder for flere brun-kulgrave i Midt- og Vestjylland, således ved Spåbæk, Ådum (se V. MILTHERS o. a. 1958, side 260) o. s. v.

De miocæne aflejringer i Danmark har et meget varieret udseende fra sted til sted og fra lag til lag. En undtagelse danner den yngste del af det miocæne lagkompleks, hvor man finder stor ensartethed i lagfølgen, som litostratigrafisk er let genkendelig og derfor med sikkerhed lader sig korrelere fra sted til sted. I modsætning til den gængse fremgangsmåde med at skildre de ældste lag først, skal der derfor her begyndes med en redogørelse for den yngre miocæne lagfølge.

Diskussion af den stratigrafiske problemstilling

Lagfølgen i det yngre miocæn (øverste mellem miocæn—øvre miocæn).

Det har vist sig, at limniske brunkulførende aflejringer stedvis forekommer mellem marine lag. Et eksempel herpå er lagfølgen i en boring ved Odderup teglværk (D. G. U. arkiv nr. 103.150), som udførtes af D. G. U. i 1957. Profilet kan oversigtsmæssigt gengives således:

- 0– 9,6 m Kvartær
- 9,6–21,2 - Gråt glimmerler, Gram ler, marint
- 21,2–23,7 - Grønt, glaukonitisk ler, marint
- 23,7–27,8 - Sort glimmerler, marint
- 27,8–28,2 - Kvartssand med flintrullesten, marint
- 28,2–29,2 - Brunkul
- 29,2–40,3 - Kvartssand, limnisk
- 40,3–59,8 - Veksellejring mellem glimmerler og glimmerfinsand; fra 57 m meget fossilrig; marine mollusker
- 59,8–64,0 - Kvartssand, marint, øverst med kvartssand; højtænder
- 64,0–81,7 - Glimmersand; fra 80 m overordentlig fossilrigt; marine mollusker

Den brunkulførende limniske serie i denne boring er altså kun 12 m mægtig. Lagene under 57 m hører hjemme i det ældre mellem miocæn, da molluskfaunaen viser tydelig affinitet til den af SORGENFREI (1958) definerede Arnum formation.

Lagfølgen med nederst kvartssand, derover sort glimmerler, hvorover grønt, glaukonitisk ler og øverst gråt glimmerler (Gram ler) finder man også i andre boringer, hvor de underliggende lag ikke består af limniske sediment, men af marine lag.

Et eksempel på denne lagfølge er boringen Hodde I (D. G. U. arkiv nr. 113.33 a), udført af D. G. U. i 1951 tæt ved Karlsgårdekanalen NØ for Varde. Boreprofilen ser i oversigt således ud:

- 0– 7,9 m Kvartær med oparbejdet tertiær
- 7,9–10,0 - Gråt glimmerler (Gram ler), marint
- 10,0–13,8 - Grønt, glaukonitisk ler, marint
- 13,8–19,0 - Sort glimmerler, marint

- 19,2–19,6 m Lag af molluskskaller og runde sandede konkretioner, marint
- 19,6–21,3 - Rytmask aflejret serie af tynde lag sort glimmerler og gråt glimmerfinsand, marint
- 21,3–23,4 - Gråt glimmersand med kvartsgrus, marint
- 23,4–75,2 - Glimmerler og glimmersand med marine mollusker, stedvis meget fossilrigt. Fossilkoncentrationer ved 27,5 m; 29,0 m; 31,2 m; 35,0 m; 41,7 m; 47,3 m; 58,0 m og 65,8 m.

De marine lag fra 23,4 m indeholder mellemmiocæne mollusker, der tillader en sikker parallelisering med Arnum formationen. I afsnittet 7,9–23,4 m genkender vi samme lagfølge som i intervallet 9,6–28,2 m i Odderup boringen. Hovedforskellen mellem disse to boreprofiler er, at man under kvartsgruset i Hodde boringen straks træffer Arnum formationen, medens der ved Odderup findes en limnisk serie mellem kvartsgruset og Arnum formationen.

Der findes endnu en tredje type af profiler gennem de yngre miocæne lag i Jylland. Denne type kan illustreres ved en boring nær Hjørtsballe (D. G. U. arkiv nr. 105.320) som udførtes af D. G. U. i 1950 og viste flg. profil:

- 0– 2,8 m Kwartær
- 2,8– 8,2 - Gråt glimmerler (Gram ler), marint
- 8,2–12,4 - Grønt, glaukonitisk ler, marint
- 12,4–15,1 - Sort glimmerler, marint
- 15,1–15,3 - Kwartssand og -grus, marint
- Derunder følger limnisk kvartssand, glimmersand og glimmerler til slutdybden på 127,7 m.

Også i denne langt mod øst beliggende boring finder vi altså den let genkendelige lagfølge i intervallet 2,8–15,3 m. Her er den imidlertid underlejret af udelukkende limniske sedimentter.

Måde serien.

I D. G. U.'s borearkiv findes oplysninger om flere andre boringer fra Vest- og Midtjylland med profiler af såvel den ene som den anden af de nævnte typer. Den konstante serie i disse profiler udgøres af lagfølgen:

4. Gråt glimmerler (Gram ler)
3. Grønt, glaukonitisk ler
2. Sort glimmerler
1. Kwartsgrus

Serien benævnes i det følgende Måde serien*) efter lokaliteten ved Måde teglværk, hvor der ofte er lejlighed til at se profiler gennem lagserien. Andre profiler gennem denne serie er iøvrigt tid efter anden

*) I mit referat af foredraget på symposiet i Kiel 1959 (RASMUSSEN 1961) har jeg kaldt denne serie »Hoddemark serien«. For at undgå forveksling med »Hodde formationen« foretrækker jeg at ændre betegnelsen til »Måde serien«.

tilgængelig ved Hoddemark (Karlsgårdekanalen), Alkær sig teglværk og Ådum brunkulsleje.

Endnu længere mod øst og nordøst, f. eks. i egnen omkring Silkeborg, kender man kun limnisk miocæn. Da der her ikke er fundet marine lag, er det meget vanskeligt at datere denne limniske serie, men man kan ikke se bort fra den mulighed, at alle tidsafsnit af miocænet kan være repræsenterede.

Lagene mellem Klittinghoved leret og Måde serien.

De aflejringer, som findes mellem Klittinghoved leret resp. Vejle fjord leret og Måde serien, udgør den største del af den miocæne lagserie. I talrige boringer efter såvel grundvand som brunkul har man gennem-boret større eller mindre afsnit af disse lag, men kun struktur- og olie-prøveboringer er trængt gennem hele den miocæne serie i Vest-, Midt- og Sydjylland. Da prøverne fra disse boringer imidlertid overvejende er skylleprøver af ret dårlig kvalitet, er det kun muligt at opstille oversigtsmæssige profiler gennem lagserien. Hvor stor en generalisering der er tale om, kan man se af de nuancerede profiler, som fås frem ved de af D. G. U. udførte dybere boringer til omkring 100 m's dybde på udvalgte steder i Midt- og Vestjylland. Disse boringer når sjældent dybere ned end i Arnum formationen.

Som eksempel på en af D. G. U.'s dybere boringer i miocænområdet skal her gengives profilet fra en boring ved Alkær sig teglværk. Den udførtes i 1956. Arkiv nr. 93.101.

Terrænkote: c. + 20 m

0,0- 0,2 m mår

0,2- 0,6 - Hedesand, gulbrunt, mellem- til finkornet

0,6 - Al, gulbrunt

0,6- 3,2 - Smeltevandssand, overvejende gråt, mellemkornet til fint. En prøve fra 2,0 m viste stort indhold af glimmer; selvom der ikke er tale om glimmerfinsand, er sandet dog meget præget af materiale fra de tertiære sedimentter

3,2- 4,2 - Glimmerler, brunsort, finsandet, glaukonitholdigt, nederst med talrige skalfragmenter

4,2- 6,3 - Ler, mørkt grågrønt, sandet, med brun-grønne partier; stærkt glaukonitholdigt; svagt glimmerholdigt

6,3-10,6 - Gram ler, gråbrunt, øverst med brun-grønne, nedadtil med mørkegrå partier; med enkelte små svovlkiskonkretioner; fra 8,0 m med skaller; på 8,5 m med skaller; på 8,5 m to velbevarede skaller af *Astarte reimersi*; på 11,0 m et stort gastropodfragment (*Cassidaria echinophora*)

10,6-13,4 - Ler, mørkt grågrønt, sandet, med grøn-brune partier, stærkt glaukonitholdigt; på 12 m enkelte skalfragmenter, svagt glimmerholdigt.

13,4-15,9 - Glimmerler, brunsort, nederst mørkegråt, øverst brokget, nedadtil finsandet; fra 14,0 m med tynde lag af glimmerfinsand, som er mørkt brungråt eller mørkegråt; på 13,5 m, 15,0 og 16,0 m spredtliggende store kvartskorn

- 15,9–19,3 m Glimmerfinsand, lyst-mørkegråt, undertiden brungråt, øverst med enkelte grove kvartskorn (ved overgangen til det overliggende lag) og fint til mellemkornet; fra ca. 18,0 m finkornet
- 19,3–21,1 - Glimmerler, mørkegråt til mørkt brungråt; finsandet; med enkelte grove kvartskorn; øverst med mindre rustgråt parti glimmerfinsand
- 21,1–22,4 - Glimmerfinsand, brungråt til mørkt brungråt, øverst fint til mellemkornet, i midten leret og nederst fint; fra 21,5 m enkelte grove kvartskorn og skalfragmenter, øjensynligt vekslende med tynde lerlag
- 22,4–24,9 - Glimmerfinsand, mørkt brungråt, leret eller fint, vekslende med tynde lag af glimmerler, mørkt brungråt, finsandet; med større kvartskorn og skalfragmenter; fra 23,0 m enkelte små svovlkis-konkretioner og på 24,0 m hårde grå glimmerfinsand-konkretioner
- 24,9–25,7 - Kvantssand, mørkegråt, fint til mellemkornet, med kvartsgus; enkelte skalfragmenter, og måske med lag af mørkebrunt glimmerler
- 25,7–26,8 - Glimmersand, gråt, finsandet, med finsandkonkretioner, talrige kvartssandskorn og skalfragmenter
- 26,8–27,4 - Kvantssand, mørkegråt, fint til mellemkornet, stærkt kvartsguset og groftsandet; skalfragmenter
- 27,4–27,5 - Glimmerler, mørkt brungråt, finsandet; med tynde lag af gråt, groft glimmerfinsand, samt et lag glaukonitholdigt glimmerfinsand; skalfragmenter
- 27,5–28,9 - Kvantssand, mørkegråt, fint til mellemkornet, kvartsguset; skalfragmenter; sandstenskonkretioner
- 28,9–29,1 - Glimmersand, mørkegråt, fint til finsandet, med grovere kvartskorn; enkelte skalfragmenter
- 29,1–29,6 - Kvantssand, mørkegråt, fint til mellemkornet, kvartsguset; skaller (bl. a. *Surcula steinvorthi*)
- 29,6 - Glimmerfinsand, mørkegråt, leret, kvantssandet og -gruset; skalfragmenter
- 29,6–30,4 - Glimmersand, gråt, fint, med klump af mørkegråt, skifret glimmerler, nederst med konglomerat af kvantssandsten, grå, med hvidlig-gråt kitningsmateriale; talrige skaller
- 30,4–30,5 - Glimmerler, mørkt gråbrunt, med glideflader; enkelte kvantssandskorn; tydelig lagdeling
- 30,5–31,5 - Glimmerfinsand, øverst grovere, nederst leret; øverst med enkelte grovere kvartskorn, nedadtil vekslende mellem tynde sortegrå og grå lag; nogle af lagfladerne stærkt glimmerholdige
- 31,5–32,7 - Glimmersand, gråt til mørkegråt, fint; med grovere kvartskorn
- 32,7–32,9 - Glimmerler, mørkegråt og mørkt brungråt, finsandet; enkelte grove kvantssandskorn
- 32,9–33,4 - Kvantssand og -grus, mørkegråt; med enkelte skalfragmenter
- 33,4–33,5 - Glimmer-melsand, lyst brungråt; med sortegrå kvantssandsten; skaller
- 33,5–34,2 - Kvantssand og -grus, mørkegråt; skaller
- 34,2–35,9 - Glimmersand, mørkegråt, fint; med enkelte grovere kvantssandskorn
- 35,9–36,4 - Glimmerler, mørkebrunt; med enkelte små grå glimmerfinsand-partier

- 36,4–38,2 m Kvartssand, mørkegråt, fint til mellemkornet; med enkelte grovere kvartssandskorn; øverst med brunkulspartikler
- 38,2–38,4 - Glimmerfinsand, mørkegråt, let leret; med mørkebrunt glimmerler; nogen lagdeling; stærkt glimmerholdigt på lagfladerne
- 38,4–39,0 - Glimmersand, mørkegråt, fint; enkelte grovere kvartskorn; med lag af mørkebrunt glimmerler
- 39,0–42,1 - Glimmersand, mørkegråt, fint-mellemkornet; talrige grovere kvartssandskorn
- 42,1–43,4 - Glimmerfinsand, mørkegråt, lagdelt; øverst med grovere kvartskorn, nederst med enkelte partier af mørkebrunt glimmerler; enkelte skalfragmenter
- 43,4–44,8 - Kvartssand og -grus, gråt, øverst med partier af lyst glimmerfinsand; skaller; runde konkretioner af hærdnet glimmerfinsand; også konkretioner af mørkegråt, glaukonitholdigt glimmersand; desuden partier af lysegråt, fint glimmersand, fyldt med skaller
- 44,8 - Glimmerfinsand, mørkegråt, fint, leret; med en del brunkul og enkelte kvartsgruskorn
- 44,8–47,0 - Kvartssand, gråt, fint til mellemkornet; enkelte grovere kvartssandskorn; enkelte skalfragmenter
- 47,0–47,8 - Glimmerfinsand, brungråt, fint til mellemkornet; nogen lagdeling; et lag af mørkegrå grovkornet kvartssandsten
- 47,8–48,1 - Glimmerler, sortebrunt, med talrige glideflader; med tyndt lag af lysegråt glimmerfinsand; med lag af mørkegråt, fint til groft, leret kvartssand
- 48,1–52,2 - Glimmerfinsand, mørkegråt til gråt, fint, leret, vekslende med tynde lag af sortebrunt glimmerler; enkelte skalfragmenter fra ca. 50 m
- 52,2–59,7 - Glimmersand, fint; på 56 m med mange skaller. Iøvrigt skalførende hele vejen
- 59,7–59,8 - Glimmerler, mørkegråt, finsandet; enkelte skalfragmenter; enkelte kvartskorn
- 59,8–61,8 - Glimmersand, mørkegråt, fint til finsandet; enkelte grovere kvartskorn; skaller; et lag af glimmersandsten; partier af lagdelt glimmerfinsand
- 61,8–62,1 - Glimmersandstenskonkretion, mørkegrå, med tynde grå lag; med stumper af brunkul
- 62,1–62,3 - Glimmerfinsand, mørkegråt, mellemkornet, lagdelt
- 62,3–63,8 - Glimmerfinsand, mørkegråt, mellemkornet til groft; enkelte skalfragmenter; med runde sandstenskonkretioner
- 63,8–65,5 - Glimmersand, mørkegråt, finsandet; enkelte skalfragmenter
- 65,5–65,6 - Glimmerfinsand, mørkebrunt, leret; enkelte skalfragmenter; let kvartsgruset; enkelte cigarformede kvartssandstenskonkretioner
- 65,6–69,4 - Glimmersand, gråt til mørkegråt, fint; på 66 m enkelte skalfragmenter og en enkelt glimmersandsten
- 69,4–77,8 - Glimmerfinsand, gråt til mørkegråt, mellemkornet; med brunkulspartikler; på 73 m med enkelte grovere kvartssandskorn; på 76,1 m mere melsandet og lagdelt med tynde grå lag
- 77,8–84,1 - Glimmerfinsand, fint, gråt, lagdelt, vekslende med tynde mørkegrå lag, nedadtil med brunkulspartikler

- 84,1–84,3 m Kvartssand, mørkegråt, fint til mellemkornet; skalfragmenter
- 84,3–84,5 - Glimmerler, brunsort; med partier af mørkegråt glimmerfinsand; enkelte skalfragmenter
- 84,5–84,9 - Glimmerfinsand, grønliggråt, fint til melsandet; med partier af brunsort glimmerler; enkelte skalfragmenter; let glaukonitholdigt
- 84,9–85,1 - Kvartssand, mørkegråt, mellemkornet til groft, gruset; talrige skalfragmenter
- 85,1–85,6 - Glimmerfinsand, mørkt brungråt, leret; med lag af brunsort glimmerler; enkelte skalfragmenter
- 85,6–88,4 - Glimmerfinsand, mørkt gråbrunt, fint til mellemkornet, grå og mørkegrå lag vekslende; enkelte skalfragmenter
- 88,4–90,1 - Glimmerfinsand, gråt, fint, vekslende med tynde lag af sortebrunt glimmerler; enkelte skalfragmenter
- 90,1–91,2 - Glimmerfinsand, sortebrunt til mørkegråt, øverst fint, nederst mellemkornet; med partier af grønliggråt glimmerfinsand, svagt glaukonitholdigt; enkelte skalfragmenter
- 91,2–92,0 - Glimmerfinsand, mørkegråt, mellemkornet til groft; enkelte skalfragmenter.

Det fremgår tydeligt af denne profilbeskrivelse, hvor stærkt vekslende disse sedimenter er, selv inden for få meter.

Man genkender Måde serien i lagene fra 6,3–15,9 m. I afsnittet fra 3,2–6,3 m over Gram leret ligger seriens ældre lag i omvendt rækkefølge, hvilket viser, at der i boringens øverste del er glaciale forstyrrelser, ganske som det er tilfældet i teglværksgravens profiler.

En nærmere faunistisk analyse af den store mængde mollusker, som er fundet i denne boring, er endnu ikke foretaget, men en orienterende undersøgelse af fossilerne fra 21 m til boringens slutdybde viser imidlertid, at der er tydelig affinitet til Arnum formationens fauna.

Da borerørene ved D. G. U.'s boringer følger med ned samtidig med, at selve boreværktøjet arbejder sig nedad, undgås forureninger fra de overliggende lag. Prøverne fra disse boringer er derfor af fortrinlig kvalitet.

Andre detaljerede profiler er offentliggjort af TH. SORGENFREI (1958, side 21–27). Det drejer sig om boringer ved Glejbjerg, Bramminge, Ribe, Gramby, Arnum og Toflund.

Mellem de struktur- og olieprøveboringer, som er gået gennem hele miocænet, er profilet fra DANISH AMERICAN PROSPECTING Co.'s dybdeboring Arnum nr. 1 (D. G. U. arkiv nr. 150.24) det mest oplysende. Det har været offentliggjort dels af SORGENFREI & BERTHELSEN (1954, side 78), dels af SORGENFREI (1958, side 419) og gengives her efter sidstnævnte:

Terrænkote: + 40,8 m

0– 42,4 m Kvartære aflejringer

42,4– 80,5 - Glimmerler, mørkegråt, finsandet; stedvis med fossilfragmenter

80,5– 86,6 - Kvartssand, fossilførende; små skaller

86,6–103,3 - Glimmerler, finsandet, mørkegråt, fossilførende

- 103,3–106,4 m Fossil-lag; overvejende *Ditrupea*-rør
 106,4–144,5 - Glimmerler, finsandet, sandsynligvis med lag af glimmersand og kvartssand, fossilførende
 144,5–191,7 - Kwartssand og -grus, sandsynligvis limnisk-fluviatilt
 191,7–220,7 - Glimmerler, finsandet, brunliggråt, kalkfrit
 220,7–223,7 - Brunkul
 223,7–255,7 - Glimmerler, finsandet, kalkfrit, brunliggråt; med brunkul
 255,7–263,4 - Glimmerler, brunliggråt, glaukonitisk, pyritisk. Få mikrofossiler
 263,4–275,5 - Ler, fedt, lysegråt, kalkholdigt

Lagene fra 42,4–106,4 m synes alle at være marine, men prøvernes kvalitet er for ringe til, at man kan udelukke forekomsten af limnisk-fluviatile horisonter i intervallet. Boringen blev først foret med borerør, efter at tertiæret var gennemboret. Selvom der forekommer mollusk-skaller i alle prøverne, må man altså regne med, at en stor del af dem kan være nedfald fra overliggende fossilrige lag. Faunaens sammensætning svarer til den i Arnum formationen.

Intervallet fra 106,4–144,5 m indeholder også marine mollusker, men i modsætning til skallerne i serien over 106,4 m fandtes her talrige store skaller, hvilket står i modsætning til, hvad der er tilfældet i de af SORGENFREI (1958) beskrevne boringer og iøvrigt også i de fossilførende mellemmiocæne lag, som man stødte på ved gravningen af Karlsgårdekanalen. En nærmere analyse af denne storskallede fauna er endnu ikke foretaget og må helst vente, til bedre bevaret og ikke-forurenede materiale er skaffet til veje fra en ny boring.

Det kan i denne forbindelse være belejligt at henvise til E. DITTMER's undersøgelser i Sydslesvig, hvor man i vandforsyningsboringer er trængt dybere ned i miocænet end i Danmark. DITTMER (1957, 1959 a og b) har i nogle af disse boringer påvist to markante afsnit af »Hemmoorer Stufe« med hver sin karakteristiske fauna:

- 1) en øvre serie (betegnet »Ober-Hemmoor« i 1957 og »Oxlund« i 1959 a) med talrige *Nassa*-individer tilhørende ca. 11 arter, talrige skaller af *Bittium spina*, *Leda emarginata*, *Dorsanum boreobacatum* og *Turritella eryna* og
- 2) en nedre serie (betegnet »Unter-Hemmoor« i 1957 og »Behrendorf« i 1959 b) med en anden artssammensætning og en afvigende hyp-pighedsfordeling. Ifølge DITTMER (1957, side 147) er følgende arter talrige i denne nedre afdeling: *Limopsis aurita*, *Cardita chamaeformis*, *Astarte radiata* og *Cavilucina droueti*. Endvidere forekommer en række arter, som ikke er fundet i den øvre afdeling. De vigtigste af disse er: *Aquilofofus beyrichi*, *Aquilofofus oppenheimi*, *Sipho grippi*, *Mitra grateloupi*, *Uromitra acicula* og *Aphinotoma debilis*. Den typiske nedremiocæne art, *Turritella geinitzi*, er almindelig.

Faunaen i den øvre serie synes efter DITTMER's faunalister og bemærkninger at dømme at være identisk med den af SØRGENFREI i 1958 beskrevne fra Arnum formationen i danske borer. Molluskfaunaen i den nedre serie minder derimod, efter en foreløbig orientering, meget om den fauna, som findes i dybdeboringer ved Arnum i intervallet 106,4–144,5 m og i tilsvarende niveau'er i to dybdeboringer ved Tønder. Det er derfor muligt, at den nedre serie, som kendes i Sydslesvig, også findes i Sønderjylland.

Profilen fra Arnum viser med tydelighed, at der under de marine, i hvert fald delvis mellemiocæne, aflejringer til 144,5 m's dybde forekommer limniske lag ned til 255,7 m's dybde. Glimmerleret fra 255,7–263,4 m er måske nedremiocænt, men da makrofossiler ikke er set i prøverne, er alderen ukendt og kan lige så godt være øvreoligocæn. Det underlejes af fedt lysegråt, formodentlig øvreocænt, ler af samme type som Søvind mergelen.

Placeringen i profilen af de limniske lag fra 144,5–255,7 m leder tanken hen på »Untere Braunkohlensande« i Hamburgområdet. SØRGENFREI (1958, side 419–420) korrelerer laget fra 144,5–191,7 med de limniske aflejringer under Arnum formationen i en vandforsyningsboring ved Ribe (D. G. U. arkiv nr. 140.42). Disse limniske lag defineredes som en særlig formation: Ribe formationen.

Andre dybdeboringer viser et lignende miocænprofil som Arnum boringen. Det gælder således en række borer omkring Tønder og Rends (se RASMUSSEN 1958, kortet side 24), samt flere i Midtjylland. Fælles for dem alle er tilstedeværelsen af et limnisk interval under Arnum formationen og over et basalt lag glimmerler, der som oftest er glaukonitisk.

I Midtjylland har man enkelte steder truffet marine lag af mellemiocæn alder liggende mellem to limniske brunkulførende afsnit. Som eksempel på et sådant profil gengives her lagfølgen i en boring sydvest for Studsgård, som ligger 6 km sydvest for Herning. Boringen er udført af D. G. U. i 1947 og har arkiv nr. 85.360.

Terrænkote: + 61,26 m (nivell.)

0– 0,2 m Muld
0,2– 0,5 - Sand, gråbrunt, finkornet; m. glimmer; m. sten

0,5– 1,2 - Brunkuldynd
1,2– 2,8 - Brunkul, dyndblandet
2,8– 3,1 - Glimmerler, gråt
3,1– 4,3 - Glimmerler, gråsort, dyndblandet
4,3– 4,6 - Finsand, gråt, glimmerholdigt; m. lag af brunkuldynd
4,6– 5,9 - Brunkuldynd m. glimmer
5,9– 11,6 - Kwartssand, gråt, mellemkornet
11,6– 11,8 - Træ
11,8– 14,5 - Kwartssand, gråt, finkornet
14,5– 14,9 - Glimmerler, brunt, dyndblandet; m. brunkulssnus
14,9– 15,1 - Brunkul og træ
15,1– 17,1 - Kwartssand, gråt, grovkornet
17,1– 17,5 - Glimmerler, brunt, melet
17,5– 17,7 - Kwartssand, gråt, mellemkornet

- 17,7- 18,4 m Glimmerler, gråsort, lagdelt
 18,4- 18,7 - Glimmersand, gråt, mellemkornet
 18,7- 19,0 - Brunkuldynd
 19,0- 19,3 - Kvartssand, gråt, mellemkornet; m. brunkulstykker
 19,3- 19,5 - Brunkul
 19,5- 19,7 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 19,7- 28,6 - Glimmerler, brunt (fra 27,0-28,2 m noget melet)
 28,6- 28,8 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 28,8- 29,9 - Glimmerler, brunt
 29,9- 30,0 - Glimmersand, gråt, finkornet
 30,0- 32,7 - Glimmerler, brunt
 32,7- 38,5 - Glimmersand, gråt, finkornet; med skaller; marint
 38,5- 38,7 - Molluskskaller
 38,7- 39,0 - Glimmersand, gråt, finkornet; m. skaller, marint
 39,0- 39,4 - Glimmerler, brunt (marint?)
 39,4- 40,7 - Glimmerler, melet, gråt (marint?)
 40,7- 41,4 - Glimmersand, gråt, finkornet; m. skaller; marint
 41,4- 41,6 - Glimmerler, brunt
 41,6- 42,2 - Glimmersand, gråt, finkornet
 42,2- 42,4 - Glimmerler, brunt
 42,4- 42,7 - Glimmersand, gråt, finkornet
 42,7- 43,0 - Glimmerler, gråt
 43,0- 43,4 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 43,4- 46,9 - Glimmerler, brunt
 46,9- 48,3 - Finsand, glimmerholdigt, gråt
 48,3- 49,3 - Glimmerler, brunt, melet
 49,3- 49,5 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 49,5- 49,6 - Glimmerler, brunt
 49,6- 50,0 - Kvartssand, gråt, grovkornet
 50,0- 50,6 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 50,6- 50,7 - Kvartssand og -grus
 50,7- 51,0 - Brunkuldynd m. træstykker
 51,0- 51,1 - Brunkul
 51,1- 52,2 - Glimmerler, gråt, melet; m. brunkulssnus
 52,2- 64,7 - Glimmersand, gråt, finkornet
 64,7- 64,8 - Kvartssand, gråt, mellemkornet; m. glimmer; m. kvartsgrus
 64,8- 72,0 - Kvartssand, gråt, mellemkornet; m. glimmer
 72,0- 79,5 - Kvartssand, gråt, grovkornet; nederst m. kvartsgrus
 79,5- 84,9 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 84,9 - Et større træstykke
 84,9- 91,1 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 91,1- 91,7 - Glimmerler, gråt, melet
 91,7- 92,8 - Glimmersand, gråt, finkornet
 92,8- 97,8 - Glimmerler, gråt, melet
 97,8- 98,6 - Kvartssand, gråt, grovkornet
 98,6-106,7 - Glimmersand, gråt, finkornet; m. lag af gråt melet glimmerler
 106,7-107,4 - Glimmersand, gråt, finkornet
 107,4-108,9 - Glimmersand, gråbrunt, finkornet; m. lag af brunt melet glimmerler
 108,9-114,2 - Glimmersand, gråbrunt, finkornet
 114,2-117,9 - Glimmerler, gråbrunt, melet
 117,9-118,2 - Glimmerler, sortebrunt; m. grove kvartskorn
 118,2-118,8 - Glimmersand, gråbrunt, finkornet
 118,8-120,2 - Glimmerler, sortebrunt
 120,2-120,4 - Glimmerler, sortebrunt; m. grove kvartskorn
 120,4-120,7 - Kvartssand og -grus
 120,7-120,9 - Kvartsgrus og kvartssten på op til 3 cm
 120,9-123,6 - Kvartssand, gråt, mellemkornet
 123,6-125,9 - Kvartssand m. store kvartskorn
 125,9-127,8 - Kvartssand, gråt, mellemkornet; m. glimmer

- 127,8–128,2 m Kvartssand m. store kvartskorn
128,2 - Et 5 cm tyndt lag gråbrunt glimmerler
128,2–128,6 - Kvartssand, gråt, mellemkornet; m. store kvartskorn
128,6–128,8 - Glimmerler, gråbrunt
128,8 - Kvartssand, gråt, grovkornet

Dette profil indeholder øjensynlig kun marine lag i afsnittet fra 32,7–41,4 m's dybde, altså i et kun 8,7 m tykt interval. Molluskfaunaen, som har et vist littoralt præg, er endnu ikke grundigt undersøgt, og det er usikkert, hvad alder den har. En foreløbig undersøgelse tyder imidlertid på, at afsnittet muligvis vil kunne paralleliseres med Arnum formationen.

Oversigt over de miocæne formationer

Før vi forsøger at danne os et helhedsbillede af det danske miocæns stratigrafi, vil vi kort karakterisere hvert formationsled og dets molluskfauna, samt give en mulig aldersbestemmelse i forhold til den gængse kronostratigrafiske inddeling af Nordsøbækkenets miocæn.

De ældste miocæne aflejringer, som skal omtales i det følgende, omfatter Vejle fjord ler, Vejle fjord sand og Klintinghoved ler.

Vejle fjord leret

karakteriseres af G. LARSEN (1959, side 43) som finsandet, ret stærkt glimmerholdigt ler af brunligsort til sort farve. Det indeholder spredte forekomster af kvartssand og -grus og er stedvis fossilførende. Endvidere forekommer undertiden forkullet ved. Vejle fjord leret er hidtil kun med sikkerhed kendt fra klinerne ved Brejning (Vejle fjord), hvor det overlejrer øvreoligocænt Brejning ler. Dets mægtighed beløber sig her til 5½ m. Leret er sedimentpetrografisk undersøgt af G. LARSEN (1959).

Typelokalitet er profilet i »Skansebakken« øst for Brejning.

Foraminiferer er ikke påvist. Mollusker er ret sjældne og som regel dårligt bevarede. K. ERIKSEN (1937, side 143) nævner flg. arter:

Limopsis aurita, *Natica nysti*, *Aporrhais speciosa*, *Pleurotoma selysii* og *Cardium comatum*.

Denne fauna kan enten være øvreoligocæn eller nedremiocæn. ERIKSEN (l. c.) hælder til den anskuelse, at faunaen er nedremiocæn, men den er for lille og fragmentarisk til en sikker aldersbestemmelse.

Vejle fjord sandet

overlejrer Vejle fjord leret ved Brejning. Det omfatter (se G. LARSEN 1959) vekslende lag af ret velsorteret lysegråt sand og ler, som øverst er gråligt og nedefter bliver brunligt til sort. Rundt regnet 75 % af sedimentet består af kvartskorn. Feldspat, glimmer, tungminerale og lerminerale udgør de resterende 25 %. Der er en jævn overgang fra det sikkert marine Vejle fjord ler til det overliggende fossilfrie Vejle fjord sand, som muligvis også er af marin oprindelse. Mægtigheden ved Brejning beløber sig til ca. 14 m.

Der er ikke påvist nogen fauna i Vejle fjord sandet. Dets alder er derfor ikke fastlagt, men ifølge dets beliggenhed i profilet er det formodentlig miocænt.

Klintinghoved leret

har tidligere været tilgængeligt i en glacialflage i klinten ved Klintinghoved på Als. Det består iflg. TH. SORGENFREI (1940) af næsten sort glimmerler. I tilknytning til dette fandtes i samme glacialflage lyst, stedvis næsten hvidt, glimmersand. Både leret og sandet er marint og fossilførende. I glimmersandet er kun fundet aftryk af mollusker. I selve Klintinghoved leret derimod er fundet en rig molluskfauna (ialt 63 arter) af oftest storskallede former, som er undersøgt af TH. SORGENFREI (1940).

Følgende arter er ifølge denne de almindeligste (SORGENFREI 1961):

Nucula hanseata, *Yoldia glaberrima*, *Limopsis aurita*, *Cardium sub-turgidum*, *Tellina fallax*, *Thracia ventricosa*, *Natica catena*, *Turritella geinitzi*, *Bittium spina*, *Aporrhais speciosa*, *Tritonium enode*, *Nassa schlotheimi*, *Conus allionii*, *Surcula steinvorthi*, *Gemmula rotata*, *Fusiturris duchastelii* og *Bathytoma cataphracta*.

Endvidere forekommer følgende fem sjældnere, men bemærkelsesværdige arter:

Cypraea amygdalum, *Pyrula simplex*, *Cassidea rondeletii*, *Eubela throcklearis* og *Scaphander lignarius*.

Muligvis er glimmerleret fra 75–110 m's dybde i borerne ved Langbrogård vest for Sønderborg (D. G. U. arkiv nr. 169.28 a og b) ækvivalent med Klintinghoved leret, både på grund af dets beliggenhed i profilet og dets fauna, som H. ØDUM anså for nedremiocæn. H. GRY har undersøgt glimmerleret fra såvel Langbrogård som Klintinghoved og fundet ret stor overensstemmelse (jfr. MADSEN, ØDUM & GRY 1935). Holdepunkterne for en fuldstændig identifikation er imidlertid for svage.

Interessante perspektiver giver en i 1947 udført boring i Høruphav nordøst for Klintinghoved (D. G. U. arkiv nr. 170.50.d), hvorfra der foreligger en noget forurenede samleprøve fra 45,5–79 m's dybde. Prøven indeholder både Klintinghoved faunaens elementer og samtidig talrige småformer, der erindrer om Arnum formationens fauna (SORGENFREI 1961).

Følgende mollusker, fundne i nævnte samleprøve, er almindelige i Klintinghoved leret:

Nucula hanseata, *Yoldia glaberrima*, *Limopsis aurita*, *Tellina* cfr. *fallax*, *Panopea* cfr. *ménardi*, *Turritella geinitzi*, *Bittium spina*, *Aporrhais speciosa*, *Tritonium* cfr. *enode*, *Murex deshayesi* og *Bathytoma cataphracta*.

I samme prøve optræder følgende arter, som er ret almindelige i Arnum formationen:

Nucula cfr. *nucleus*, *Leda pygmaea*, *Leda westendorpi*, *Cardium straeleni*, *Pyrgulina cimbrica*, *Pyrula reticulata*, *Nassa sacki*, *Nassa fuchsi*, *Nassa schlotheimi*, *Nassa holsatica*, *Phos decussatus*, *Neoguraleus tenella* og *Teretia anceps*.

SORGENFREI (1961) anser faunaen i fossilprøven for enten at repræsentere overgangen fra Klintinghoved faunaen til faunaen i Arnum formationens dybere dele eller at være en blandingsprøve af de to faunaer.

Det indbyrdes aldersforhold mellem Vejle fjord leret og Vejle fjord

sandet på den ene side og Klintinghoved leret på den anden side er endnu ukendt, men de foreliggende kendsgerninger taler for, at alle tre formationsled aldersmæssigt hører hjemme i det ældste miocæn.

Til det nederste miocæn skal muligvis også henregnes laget fra 240'-242' i den tidligere nævnte boring ved Viborg Aktiesvineslagteri (D. G. U. arkiv nr. 66.14.b) og glimmerleret i Skyum klint syd for Thisted.

Faunaen på disse lokaliteter er omtalt af RAVN (1907), som fra Viborg anfører flg. arter:

Yoldia glaberrima, *Lucina schloenbachi*, *Mactra trinacria*, *Aporrhais speciosa*, *Cassidea megapolitana*, *Fusus pereger*, *Cylichna elongata* og *Scaphander lignarius*.

Fra Skyum kendes en lignende, men noget rigere fauna:

Yoldia glaberrima, *Lucina borealis*, *Cardium comatulum*, *Cardium fragile*, *Meretrix incrassata*, *Tellina fallax*, *Panopaea* sp., *Aporrhais speciosa*, *Cassidea rondeletii*, *Murex deshayesi*, *Streptochetus sexcostatus*, *Fusus pereger*, *Cancellaria evulsa*, *Fusiturris flexiplicata*, *Conus allioni*, *Acteon pinguis*, *Ringicula auriculata* og *Cylichna elongata*.

Sort glimmerler kendes ifølge RAVN (1907) fra en række steder i Salling. Kun fra det sorte glimmerler ved Skive kender man nogle få fossiler: *Dentalium dollfusi*, *Cassidea megapolitana* og *Nassa schlotheimi*.

Profilerne på de nævnte lokaliteter er kun ufuldstændigt kendte og den formationsmæssige indordning derfor usikker.

Endnu mere problematisk er det, hvilke formationer de mange løse, fossilførende blokke, som f. eks. er så almindelige i Flensborg fjord området, tilhører. Man er her udelukkende henvist til biostratigrafiske slutninger på grundlag af blokkenes fauna. SORGENFREI (1939) anfører, at der findes to forskellige slags blokke med hver sin fauna: 1) sandstensblokke med næsten udelukkende skaller af *Glycimeris glycimeris* og 2) lerkonkretioner med talrige *Aporrhais speciosa* og især mange skaller af *Limopsis aurita*. SORGENFREI anså blokkenes alder for at være nedremiocæn, fordi *Fusus pereger*, der af GRIPP (1915) betragtes som »ledefossil« for nedre miocæn i Holsten, forekommer i dem. Blokke med *Glycimeris* er også almindelige i Slesvig-Holsten, hvor de henføres til »Untermiozän« af H.-J. ANDERSON (1959). Faststående er hverken sandstens- eller lerkonkretionsblokkene iagttaget. En væsentlig fejl ved de palæontologiske undersøgelser, som hidtil har været offentliggjort vedrørende disse blokke af »Holsteiner Gestein« er, at man behandler faunaen i blokkene under et i stedet for at undersøge hver blok som enhed først. Det nævnte arbejde af H.-J. ANDERSON råder desværre ikke bod på denne mangel, men giver til gengæld en taxonomisk værdifuld revision af pelecypodfaunaen.

I samme forbindelse kan nævnes en fossilførende glimmersandsten fra en tertiærflage i en boring ved Vrold vest for Skanderborg (D. G. U. arkiv nr. 98.55.b), som er beskrevet af SORGENFREI (1945). I glimmersandstenen fandtes bl. a. mange skaller af *Nucula* ex aff. *nucleus*, *Nucula*

hanseata, *Tellina fallax* og *Meretrix subtruncata*. I dette tilfælde er såvel formation som biostratigrafisk indordning usikker. SORGENFREI hældede til antagelsen: den nederste del af miocænet.

Alt ialt må man erkende, at vort kendskab til formationsudviklingen i miocænets ældste del er mangelfuld. Der savnes gode profiler. Endvidere er faunaudviklingen ufuldstændigt kendt på grund af manglende profiler med tilstrækkeligt fossilførende lag.

De limnisk-fluviatile aflejringer, som på flere lokaliteter er fundet over det marine afsnit i miocænets nederste del, omfatter en særlig formation:

Ribe formationen.

Denne omfatter iflg. SORGENFREI (1958, side 28) de fossilfrie sedimenter, der findes under basis af Arnum formationen ved 125,6 m's dybde i en boring ved Ribe (D. G. U. arkiv nr. 140.42). Sedimenterne består af glimmersand og -silt med kvartsgrus.

Som nævnt side 21 er det muligvis samme formation, der i intervallet fra 144,5–255,7 m i dybdeboringen ved Arnum er repræsenteret af tykke lag kvartsgrus og -sand med brunkul. Mægtigheden er således her 111 m.

De limnisk-fluviatile sedimenter under 41,4 m's dybde i den omtalte boring ved Studsgård hører måske også herhen, ligesom de nedre limniske lag i flere andre borer i Midt- og Vestjylland. Det samme gælder formodentlig en hel del af de brunkulforekomster, som kendes fra egnen mellem Silkeborg og Skanderborg og muligvis også vest herfor.

Foreløbig savnes imidlertid et så indgående kendskab til Ribe formationen, at der kan blive basis for en nærmere karakterisering af lagfølgen.

I den vestlige del af Danmark følger atter en tyk marin serie over de limnisk-fluviatile lag. Det drejer sig om Arnum formationen. Da man nu er så højt oppe i den miocæne serie, at disse aflejringer ofte nås i vandforsynings- og undersøgelsesboringer, foreligger der et rigt materiale til belysning af såvel lagfølgen som lagenes fauna.

Arnum formationen

omfatter iflg. SORGENFREI (1958, side 28) de fossilførende glimmerholdige silt- og sandlag med mellemljrende lerlag, som findes fra 40–107 m i boringen D. G. U. arkiv nr. 150.13 og fra 40–107,5 m i D. G. U. arkiv nr. 150.25.b, begge i Arnum, Sønderjylland.

Formationen er desuden påvist af SORGENFREI i boringen ved Glejbjerg (D. G. U. arkiv nr. 122.24) fra 18–55 m's dybde, ved Bramminge (D. G. U. arkiv nr. 131.12.b) fra 12–ca. 125 m's dybde, ved Ribe (D. G. U. arkiv nr. 140.42) fra 113–135,6 m's dybde, ved Gramby (D. G. U. arkiv nr. 141.28) fra 45–128 m's dybde og ved Toftlund (D. G. U. arkiv nr.

150.9.b) fra 75–115 m's dybde. Kun ved Bramminge og Ribe synes man at være nået gennem Arnum formationen ned i Ribe formationen.

Da borerørene i disse borer er fulgt med ned under borearbejdet, har forureningen af prøverne været minimal. Det har derfor været muligt for SORGENFREI at foretage en kvantitativ undersøgelse af molluskfaunaen.

Molluskerne i de nævnte borer er gennemgående meget små, som det også var tilfældet i den øvre del af Arnum formationen i dybdeboringen ved Arnum (D. G. U. arkiv nr. 150.24); jvfr. side 20). SORGENFREI mener, at vandet er blevet mere brakt i løbet af den tid, Arnum formationen er aflejret. Gram-egnen er f. eks. kommet til at ligge mere og mere kystnær efter faunaens præg at dømmes. Tydelige vidnesbyrd om stranddannelser i form af rullede konkretioner, sandstensstykker og mollusk-skaller træffes iøvrigt i flere niveauer i talrige af de på kortet fig. 2 anførte lokaliteter.

Alle molluskselskaber i Arnum formationen er iflg. SORGENFREI derivater af et *Aporrhais alata*-*Nassa* ssp. samfund. Sammen med *Aporrhais alata* danner således arterne *Nassa fuchsi*, *Nassa cimbrica* og *Nassa schlotheimi* typiske faunaselskaber.

Iøvrigt kan molluskerne indordnes i økologiske grupper.

Hyp pige lavvandsarter som følgende dominerer i molluskselskabet fra Bramminge:

Leda pygmaea, *Yoldia glaberrima*, *Varicorbula gibba*, *Aporrhais alata*, *Nassa schlotheimi*, *Nassa cimbrica*, *Terebra hörnesi* og *Ringicula buccinea*.

Blandt de hyp pige arter i hele Arnum formationen aftager efterhånden følgende i hyppighed – af SORGENFREI derfor kaldet den recessive gruppe:

Nuculoma hanseata, *Nassa fuchsi*, *Nassa facki*, *Gemmula boreoturricula* og *Fusiturris duchastelii*.

Derimod tiltager en anden gruppe af arter – den progressive – i individantal under formationens udvikling. Denne gruppe omfatter disse former:

Leda pygmaea, *Varicorbula gibba*, *Nassa cimbrica* og *Ringicula buccinea*.

En tredje og større gruppe udgør de mere stationære former:

Leda westendorpii, *Leda emarginata*, *Yoldia glaberrima*, *Kellyella rotunda*, *Thyasira cf. flexuosa*, *Ervilia pusilla*, *Spisula subtruncata*, *Abra prismatica*, *Saxicava arctica*, *Turritella tricarinata*, *Bittium tenuispina*, *Aporrhais alata*, *Nassa schlotheimi*, *Terebra hörnesi*, *Retusa umbilicata*, *Spiratella atlanta* og *Vaginella depressa*.

Muligvis skyldes de recessive og progressive gruppers opførsel den omtalte formodede aftagen af saltindholdet i det miocæne hav under aflejringen af Arnum formationen. Samme årsag kan måske også tillægges det forhold, at de nævnte *Nassa* arter har forskellig dominans i forskellige zoner. I Arnum formationens dybere del dominerer *Nassa fuchsi* og *Nassa facki* med overvægten på sidstnævnte art. Højere oppe i lagserien

er *Nassa cimbrica* og *Nassa schlotheimi* de hyppigste. SORGENFREI antager, at disse to arter har været mindre halophile end *Nassa fuchsi* og *Nassa facki*. *Nassa cimbrica* synes at være den mest begunstigede af dem alle, idet den næsten altid er den talrigeste art i alle fossilførende zoner i den øvre del af Arnum formationen.

For det sydlige Jyllands vedkommende har SORGENFREI opstillet følgende biozoner:

1. *Nassa fuchsi* zonen
2. *Nassa cimbrica* zonen

Nassa fuchsi zonen øvre grænse er defineret ved *Nassa cimbrica* zonen basis, som ved Glejbjerg ligger ved kote \div 25 m. Boringerne ved Gramby og Tofflund synes ikke at være nået gennem *Nassa cimbrica* zonen, og formodentlig er det samme tilfældet ved Bramminge. Boringen ved Arnum (nr. 150.25.b) er muligvis trængt gennem hele *Nassa cimbrica* zonen, men fra boringen ved Ribe kendes kun *Nassi fuchsi* zonen, hvis basis her synes at være passeret.

Arnum formationen er truffet i en lang række borer i Midt-, Vest- og Sydjylland. På fig. 2 er anført alle i 1959 kendte lokaliteter, hvorfra der foreligger fossiler eller – i enkelte tilfælde – kun oplysninger om fossiler. Punkterne med spørgsmålstegn øst for og tæt vest for den stiplede linie er lokaliteter med miocæne lag af tvivlsom stratigrafisk indordning. Der er fra disse steder kun opbevaret fossiler fra den tidligere omtalte boring ved Høruphav.

Det foreliggende store materiale af fossiler fra de fleste af de anførte lokaliteter er endnu ikke bearbejdet, men af prøverne fremgår det umiddelbart, at *Nassa cimbrica* zonen er tilstede i mange af borerne, foruden i de af SORGENFREI beskrevne. Dette er f. eks. tilfældet ved Gånsager, Manø, Tobøl, Varde og Hoddemark. En gennemgang af alle prøverne vil sandsynligvis vise, at zonen findes på mange andre lokaliteter.

Enkelte fossilhorisonter i nogle af borerne viser en speciel faunasammensætning. Oftest drejer det sig om dominans af store, tykskallede muslinger, som tyder på litorale aflejringsforhold. I andre borer kan man finde lag med talrige skaller af en enkelt art. Fra en boring ved Esbjerg havn (D. G. U. arkiv nr. 130.36) foreligger således en prøve fra 113 m's dybde, udelukkende bestående af skaller af *Vaginella depressa* i hundredevis. I dette tilfælde foreligger der et eksempel på en fysiologisk betinget forekomst, idet pteropoder i massevis omkommer og skallerne skylles ind på lavt vand i store mængder efter kraftige storme. Grunden skal være den, at mange af dyrene dræbes i de stærkt oppiskede øverste vandlag.

De på kortet fig. 2 anførte lokaliteter angiver steder, hvor Arnum formationen er truffet faststående. Man kender imidlertid også løse konkretionsblokke, indeholdende formationens fauna, fra en lang række

punkter i Jylland, f. eks. Balling i Salling, Hvide Sande og Måde ved Esbjerg.

Blokkene fra sidstnævnte findested er som nævnt tidligere beskrevet af E. M. NØRREGAARD (1916), og molluskfaunaen fra blokkene er behandlet under et. De almindeligste arter er:

Pinna pectinata, *Leda pygmaea*, *Yoldia glaberrima*, *Cardium cingulatum*, *Spisula subtruncata*, *Varicorbula gibba*, *Dentalium entale*, *Turritella geinitzi*, *Aporrhais alata* (af NØRREGAARD bestemt som *A. speciosa*), *Nassa cimbrica*, *Nassa facki*, *Actaeon tornatilis*, *Ringicula auriculata*, *Spiratella atlanta* og *Vaginella depressa*.

Det er tidligere omtalt, at KAUTSKY mener, der findes blokke af både nedre- og mellemiocæn alder fra Måde. Der skal ikke her tages stilling til dette forhold, men blot peges på, at nogle af blokkene synes at hidrøre fra *Nassa cimbrica* zonen.

Arnum formationens molluskfauna indeholder, som påvist af SORGENFREI så mange former fælles med faunaen fra Hemmoor i Nordtyskland (KAUTSKY 1925), at Arnum formationen må formodes at være aflejret i samme tidsrum af miocæntiden som den tyske »Hemmoorer Stufe«.

Der savnes endnu en systematisk både kvalitativ og kvantitativ undersøgelse af faunaen i de ældre marine miocæne lag, som man gennem dybdeboringerne har vished for findes flere steder under de af SORGENFREI undersøgte lag. Endvidere vil et studium af de forskellige fossilhorisonter, som er truffet i D. G. U.'s brunkulsboringer i Vest- og Midtjylland kunne supplere billedet af formationsudviklingen i Danmark under den mellemste del af miocæntiden på væsentlige punkter.

Som det fremgår af det tidligere omtalte boreprofil fra Odderup, findes der visse steder limnisk-fluviatile lag med brunkul mellem Arnum formationen og Måde serien (jvf. skemaet fig. 3 side 31). Disse lag henføres her til en særlig formation: Odderup formationen.

Odderup formationen

defineres som det interval af limniske sedimenter, brunkul og kvartssand, som findes fra 28,2–40,3 m's dybde i boringen ved Odderup teglværk, D. G. U. arkiv nr. 103.150. Formationens overkant dannes af basis af det lag kvartssand, som udgør den nederste del af Måde serien, og formationens underkant dannes af grænsefladen mellem de limniske lag og den derunder liggende marine serie af vekslende glimmerler og glimmersand, tilhørende Arnum formationen.

Mægtigheden af Odderup formationen beløber sig ved Odderup til 12 m.

Det er meget sandsynligt, at de limniske lag med brunkul, som graves i brunkullejet ved Ådum tilhører Odderup formationen, idet disse lag her umiddelbart overlejlres af Måde seriens*) lagfølge (se V. MILTHERS

*) Angående denne lagserie, se side 15 og skemaet fig. 3 side 31.

OVERSIGT OVER DET YNGRE MIOCÆN I DANMARK										
Lagfølge	Mægtighed	Stratigrafisk inddeling i Danmark		Korrelation med Nordtyskland						
		Formationsinddeling	Tidsinddeling							
			Kvartær		KVARTÆR					
Brunliggråt, finsandet Glimmerler med oolitisk Sideritsandsten og Lerjærsten (Sød ler) (Marin)	?	<i>Sæd Formation</i>	Ældste Pliocæn eller Yngste Øvre Miocæn	Morsumer Stufe eller Sylter Stufe	NEDRE PLIOCÆN eller ØVRE MIOCÆN					
Stedvis lagdelt glimmerholdigt silt (Gram silt) (Marin)	5 m ±	<i>Gram Formation</i>	Yngre Øvre Miocæn	Grammer Stufe	ØVRE					
Mørkegråt, fedt Glimmerler (Gram ler) med Konkretionslag (Marin)	20 m ±					Langenfelder Stufe	MIOCÆN			
Mørkegrønt, glaukonitisk ler (Marin)	4 m ±			?						
Sort Glimmerler (Marin)	3 m ±									
Skallag (Marin)	4 m ±	<i>Arnum Formation</i>	Yngre marint Mellem Miocæn	Reinbeker Stufe	MELLEME					
Veksellende tynde lag af sort Glimmerler og gråt Glimmerfinsand (Marin)	0,3 m ±					<i>Odderup Formation</i>	Yngre limnisk serie	Obere Braunkohlensande		
Brunkul (Limnisk)	0,4 m ±								Ældre marint Mellem Miocæn	Hemmoorer Stufe
Kvartssand (Limnisk)	0,5 m ±									
Glimmersand og Glimmerfinsand og Glimmerler (Marin)	1,5 m ±									

Fig. 3.

o. a. 1957). Iøvrigt er de limniske miocæne lag i en række brunkullejer mere eller mindre nært knyttede til denne lagfølge. Selv om der i mange tilfælde ikke er konstateret en direkte pålejring af Måde serien, findes seriens sedimenter ofte i nærliggende borer, således at det med nogen sandsynlighed kan antages, at brunkullene og de ledsagende limniske lag i disse brunkullejer tilhører Odderup formationen.

En systematisk gennemgang af det store materiale, som er fremkommet ved D. G. U.'s brunkuleftersøgning vil formodentlig kunne bringe klarhed over, hvilken formation brunkullene på mange af forekomsterne tilhører – eller i det mindste bringe løsningen på dette problem et skridt nærmere.

Over Odderup formationen følger de formationer, som omfatter Måde serien. Denne består som anført side 15 af mindst 4 forskellige lag. Af disse tilhører det grå glimmerler (Gram leret) med sikkerhed Gram formationen, og det grønne, glaukonitiske ler vil det være mest logisk at opfatte som den samme formations basale del. De under det grønne ler og over kvartsgrusets basis liggende lag omfatter en særlig formation: Hodde formationen.

Hodde formationen

defineres som intervallet med glimmerler, glimmersand og kvartsgrus fra 13,8–23,4 m's dybde i boringen Hodde I ved Karlsgårdekanalen, Hoddemark, D. G. U. arkiv nr. 113.33. a. Formationen omfatter en marin serie, der i sin fuldstændigste form – som i boringen ved Hodde – omfatter de lag, der er anført i boreprofilen side 14 indenfor det ovennævnte interval. Det ses, at der ved Hodde under det sorte glimmerler findes et ca. 2 m mægtigt afsnit bestående af tynde lag sort glimmerler vekslende med gråt glimmerfinsand. Det pågældende sorte glimmerler er af fuldstændig samme udseende som glimmerleret i formationens øverste del og betegner sandsynligvis en indledende, rytmisk afbrudt, sedimentation af dette ler. Det vil derfor være mest naturligt at opfatte afsnittet som en del af samme formation som det egentlige sorte glimmerler. Afsnittet indeholder ved Hodde en betydelig fossilkoncentration med rullede sandstensblokke på overgangen til det sorte glimmerler. Molluskfaunaen i dette fossillag slutter sig nær til faunaen i det sorte glimmerler, som vi siden skal se. Under afsnittet med den rytmisk aflejrede serie findes ved Hodde glimmersand med kvartsgrus, der kan opfattes som formationens basale del, svarende til kvartsgruset på de øvrige lokaliteter med Måde serien.

Med undtagelse af kvartsgrus laget, hvori der ikke er fundet nogen fauna, skal de enkelte lagenheder gennemgås hver for sig:

1. Serien med vekslende lag af sort glimmerler og gråt glimmerfinsand.

Disse lag er foruden ved Hodde truffet i Alkærsig teglværks lergrav. Lagene ligger også her umiddelbart under det karakteristiske sorte glim-



Fig. 2.
(Efter SORGENFREI 1961. Udarbejdet 1959).

merler, men indeholder tilsyneladende ingen fossiler. Lagfølgens mægtighed beløber sig til omkring 0,4 m.

Ved Hoddemark sydøst for Hodde traf man 1942–43 ved gravningen af et større kanalanlæg (Karlsgårdekanalen) ikke alene den nævnte lagfølge, men også de derover liggende lag af Hoddemark serien. Yderligere kom også dybere liggende miocæne lag med meget fossilrige lag for dagen. For første gang i Danmark fremkom ved dette anlægsarbejde en daglokalitet i fossilførende miocæne sandlag. Det almindeligste er, at iltningen af de sandlag, som fremkommer i profilerne på daglokaliteter, er for dybtgående til, at molluskskaller og andre kalkskallede fossiler er bevarede. Sådan er tilfældet i hvert fald med de lokaliteter, man hidtil har haft kendskab til, f. eks. miocænet i åskrænten ved Mølby (nordvest for Ansager; se A. JESSEN 1922, side 14) og i klinten nord for Hjerting ved Ho bugt (se DREYER JØRGENSEN 1940 og RASMUSSEN 1958, side 20). Da E. M. NØRREGAARD som den første geolog besøgte Karlsgårdekanalen i 1947 var den forlængst sat under vand. Det var dog endnu et par år muligt at studere de miocæne lag i brinkerne og foretage fossilindsamlinger i selve lagene. Nu er denne interessante daglokalitet overgroet og utilgængelig.

Den største interesse samler sig om fossilkoncentrationen på overgangen til det sorte glimmerler ved basis af Måde serien. Sammensætningen af molluskfaunaen i dette skallag afviger tydeligt fra Arnum formationens faunaselskaber. Efter en foreløbig undersøgelse dominerer følgende arter:

Nassa fuchsi, *Nassa schlotheimi*, *Exilia contigua*, *Admete fusiformis*, *Gemmula zimmermanni*, *Fusiturris duchastelii*, *Bathytoma mioturbida*, *Turricula steinvorthi*, *Acamptogenotia escheri*, *Inquisitor borealis*, *Asthenotoma pannoides*, *Terebra hörnesi*, *Odostomia conoidea* og *Ringicula buccinea*.

Foruden disse almindelige arter forekommer en del skaller af *Fusus abruptus*, *Aquilofusus festivus* og *Spirulirostra hörnesi*. De to første anvendes af GRIPP (1933) som »ledefossiler« for »Reinbeker Stufe« i Hamburgområdet, og den sidstnævnte art, som er en cephalopod, er også kun fundet i denne »Stufe«, hvor den stedvis ikke er ualmindelig, f. eks. i Bremen området (KÖWING 1956) og Hamburg (GOTTSCHÉ 1901).

Der kan næppe være nogen tvivl om, at faunaen er mellemmiocæn, og aflejringerens beliggenhed i den øvre del af den miocæne lagfølge tyder på forhånd på en ret ung miocæn alder. Arternes hyppighedsfordeling er iøvrigt, som nævnt, forskellig fra Arnum formationens artsfrekvens. Sidstnævnte formation findes i typisk udvikling under Hodde formationen i det samme kanalprofil, hvor enkelte meget fossilrige horisonter viser stærk dominans af *Nassa cimbrica* og *Varicorbula gibba*.

2. Sort glimmerler.

Umiddelbart over denne rytmisk aflejrede lagfølge ligger som nævnt sort glimmerler. Dette ler synes at have været udbredt over hele Vest- og Midtjylland. På kortet fig. 4 er angivet en del lokaliteter med Måde

serien, men der er kun anført de steder, hvor denne serie inkluderer Gram ler, som indeholder mollusker. Udover disse punkter er gennem D. G. U.'s brunkulsundersøgelser påvist adskilligt flere, hvorfra der ikke kendes fossiler, men som på grund af lagenes udseende sikkert hører herhen. Hodde formationen er derimod endnu ikke med sikkerhed truffet i Sønderjylland.

Mægtigheden af det sorte glimmerler ligger på 2,5 til 6 m. Konkrete værdier er vanskeligt at angive, fordi laget ofte har været udsat for forstyrrelser. Muligvis ligger mægtigheden i virkeligheden på omkring 2,5-3 m, efter de fleste boreprofiler at dømme. En petrografisk undersøgelse af leret er endnu ikke gennemført. Farven er sort eller sortebrun. Friske brudflader har en mørkebrun farve, som hurtigt bliver sort ved kontakt med atmosfærisk luft. Leret indeholder meget pyrit og en hel del kulholdig substans.

Fossiler fra dette ler er foreløbig kun kendt fra to lokaliteter: Måde teglværk ved Esbjerg og Hoddemark (både boringen Hodde I og kanalbrinkerne). Karakteristisk for molluskfaunaen er de talrige skaller af:

Limopsis aurita, *Astarte concentrica*, *Cardita orbicularis* og *Nassa fuchsii*. Endvidere mange eksemplarer af *Dentalium novemcostatum mutabile*, *Gemmula zimmermanni*, *Fusiturris duchastelii* og *Ringicula buccinea*.

Fusus abruptus og *Aquilofusus festivus* er fundet i det sorte glimmerler ved Måde (RASMUSSEN 1959). I det store og hele svarer molluskfaunaen til faunaen i fossilkoncentrationen tæt under det sorte glimmerler ved Hoddemark, blot er den betydeligt artsfattigere.

Faunaen tyder på en sen mellemiocæn alder, og lagets beliggenhed umiddelbart under Gram formationen støtter denne antagelse. Der kan næppe være nogen tvivl om, at molluskfaunaen svarer til faunaen i den nordtyske »Reinbeker Stufe«.

Grænsen mod den overliggende formation, Gram formationen, er ret skarp, men der er ikke tale om noget egentligt facieskifte. Også over grænsen forekommer der et lerlag.

Gram formationen

omfatter (RASMUSSEN 1956, side 16) det ler (Gram ler) og silt (Gram silt), som går i dagen i lergraven ved Gram teglværk. Formationen underlejes af kvartsgrus og -sand i 36 m's dybde i en boring umiddelbart ved teglværksgraven (D. G. U. arkiv nr. 141.24. c) og har således på dette sted en mægtighed af ca. 35 m. Da formationens nederste lag ikke kan iagttages i teglværksgraven, og da der ikke foreligger boreprøver fra den nævnte boring, giver typelokaliteten ved Gram teglværk endnu ikke tilstrækkeligt materiale til nærmere belysning af formationsudviklingen.

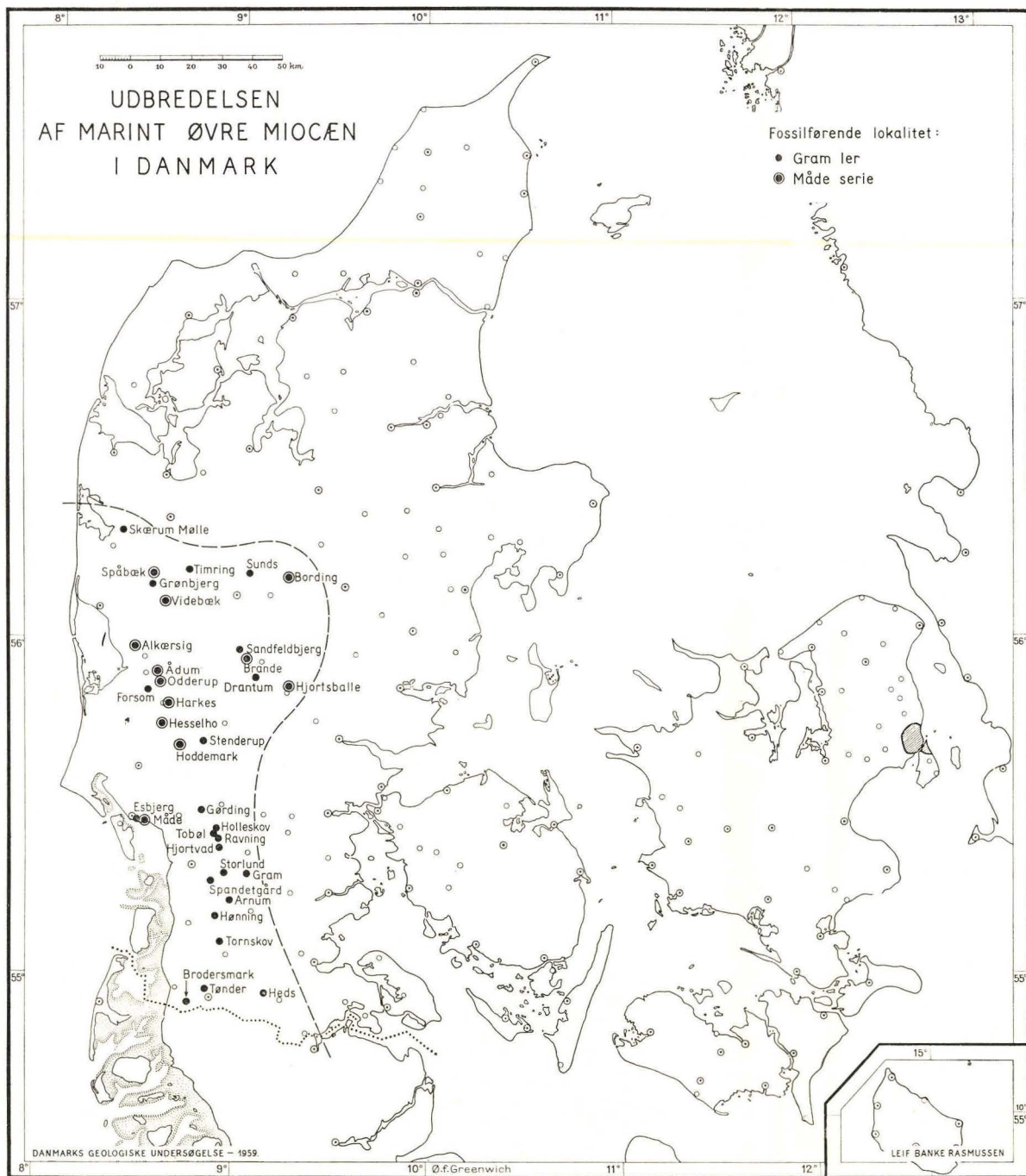


Fig. 4.
(Efter RASMUSSEN 1961. Udarbejdet 1959, rettet 1960).

Derimod giver profilerne i Måde teglværks østligste lergrav et meget fuldstændigt snit gennem Gram formationen, men desværre er lagene stærkt glacialt forstyrrede. Denne lokalitet er derfor mindre egnet som type-lokalitet end Gram teglværk, hvor lagene synes at være relativt uforstyrrede, og hvor en ny boring har mulighed for at kunne levere endog bedre oplysninger om lagserien end profilerne ved Måde.

Formationens hidtil kendte lagserie omfatter et basalt lag bestående af 1) grønt, glaukonitisk ler, derover: 2) Gram ler og endelig øverst: 3) Gram silt.

1. *Det grønne, glaukonitiske ler.*

Det grønne ler følger umiddelbart over det sorte glimmerler og er fundet på flere lokaliteter i Vest- og Midtjylland (bl. a. ved alle de steder på fig. 4, der er markeret som findested for Måde serien). I Sønderjylland er dette ler endnu ikke påvist. Det overlejres direkte af Gram leret, hvis initiallag det muligvis er, og har en gennemsnitlig mægtighed af 3 m.

Fossiler er ikke truffet med sikkerhed i det grønne ler, og dets alder er derfor ukendt. På grund af dets lejringsforhold må man antage, at det er øvre miocæn.

2. *Gram leret.*

Dette ler er benævnt således efter forekomsten ved Gram teglværk, der er valgt som typelokalitet for denne lerart (RASMUSSEN 1956, side 16). Det er kendt fra en lang række lokaliteter i Vest-, Midt- og Sønderjylland. På kortet fig. 4 er anført alle indtil nu kendte findesteder, hvorfra der foreligger fossiler. Desuden har man gennem D. G. U.'s brunkulsboringer fået kendskab til mange andre forekomster, hvor der endnu ikke er fundet fossiler.

Leret er gråt til mørkegråt, ofte ret finsandet, men som regel tæt og fedt. Det indeholder talrige små stængler af pyrit. Kalk- og jernkarbonat-holdige konkretioner enten i form af spredtliggende geoder eller som sammenhængende lag er ikke sjældne. Konkretionslag forekommer således bl. a. ved Måde teglværk, i de gamle lergrave ved Esbjerg teglværk og i kanalbrinkerne ved Hoddemark.

De interessanteste profiler findes i Måde teglværks østligste lergrav (RASMUSSEN 1959), i hvis nordvæg man ser forstyrrede lag af sort glimmerler, grønt ler og Gram ler. I sydvæggen forekommer et mindre parti grønt ler og især Gram ler med mindst to konkretionslag.

I sydvæggens profil, hvor Gram leret og dets fossilindhold bedst kunne studeres, afviger molluskselskaberne i profilet's østlige og vestlige del tydeligt fra hinanden. I den vestlige del er molluskerne endvidere gennemgående noget mindre end molluskerne i den østlige del (se fig. 5 og 6). Lagene tæt over det grønne ler i profilet's vestlige del må være den ældste del af Gram leret, og lagene i den østlige del er altså yngre.

Molluskfaunaen i den vestligste og ældste del af sydvæggen er relativt

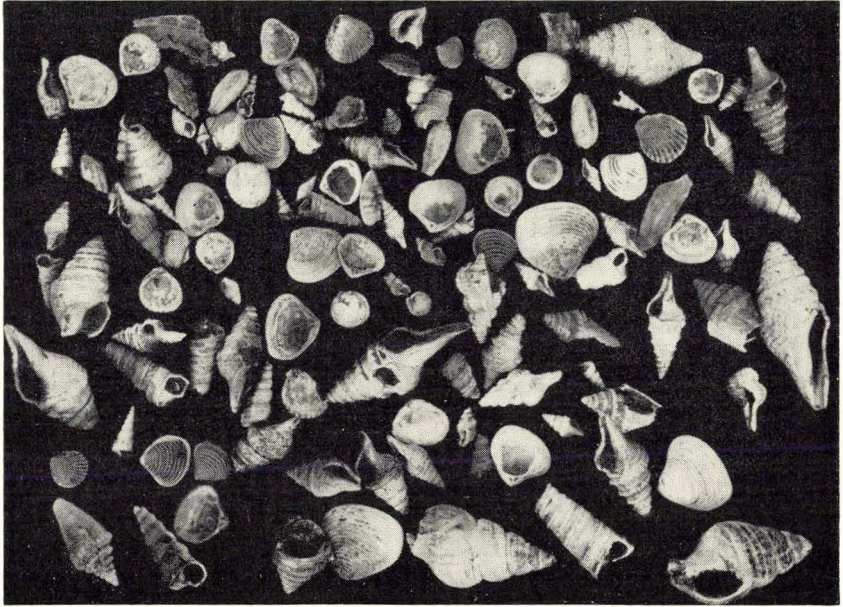


Fig. 5. Fossilprøve fra den vestlige del af sydvæggen i Måde teglværks østligste lergrav. ($\times \frac{5}{6}$).

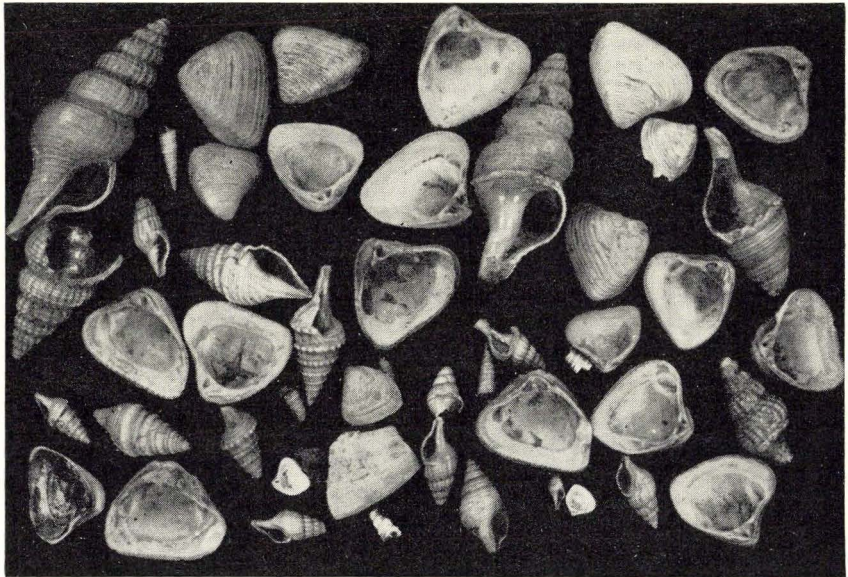


Fig. 6. Fossilprøve fra den østlige del af sydvæggen i Måde teglværks østligste lergrav. ($\times \frac{5}{6}$).

artsrig. Der er her hidtil fundet 57 arter, af hvilke følgende er de almindeligste:

Limopsis aurita, *Astarte* cfr. *vetula*, *Astarte radiata*, *Cardita orbicularis*, *Dentalium badense*, *Turritella tricarinata*, *Sipho gregarius*, *Nassa holsatica*, *Aquilofofus luneburgensis*, *Aquilofofus puggaardi*, *Lathyrus rothi*, *Uromitra wirtzi*, *Cancellaria lyrata*, *Conus antediluvianus*, *Gemmula badensis*, *Gemmula annae*, *Bathytoma mioturbida*, *Brachytoma obtusangula*, *Pleurotomoides luisae* og *Spiratella atlanta*.

Faunaen i den østlige del er mere artsfattig. Omkring 20 arter er hidtil kendt herfra, og de fleste forekommer i stort individantal. De almindeligste er:

Astarte reimersi, *Turritella archimedis*, *Sipho distinctus*, *Aquilofofus semiglaber*, *Aquilofofus puggaardi*, *Uromitra cimbrica*, *Conus antediluvianus*, *Gemmula badensis*, *Gemmula annae* og *Bathytoma cataphracta*.

Begge faunaer er med sikkerhed øvre-miocæne.

Da man i flere tilfælde finder nærstående arter i henholdsvis de ældre og de yngre lag af Gram leret, synes disse arter at have undergået en fylogenetisk udvikling i løbet af Gram lerets aflejningsperiode. Dette problem er undersøgt af W. HINSCH (1952), men desværre ikke på fossiler fra sammenhængende profiler gennem hele den øvre-miocæne lagserie, da sådanne endnu ikke er påvist. De mest fuldstændige snit findes i ovennævnte profiler i Måde teglværks østligste lergrav. W. HINSCH (1958) mener, at de to afdelinger af Gram leret ved Måde tilhører to velafgrænsede »Stufer«: »Lüneburger Stufe« (= »Langenfelder Stufe«) og »Grammer Stufe«.

Det er imidlertid værd at bemærke, at Måde er den eneste af de talrige danske lokaliteter med Gram ler, hvor man har iagttaget afvigende faunaer i den nedre og øvre del. I samtlige andre tilfælde, hvor der kendes fossiler fra Gram leret, og hvor lokaliteterne inkluderer hele Måde serien, er kun fundet den typiske *Astarte reimersi*, selv hvor fossilerne vides at være samlet i den nederste del af Gram leret, tæt over det grønne ler. I disse tilfælde kunne man antage, at det ældre Gram ler overhovedet ikke har været aflejret, eller at det er blevet fjernet umiddelbart før aflejringen af det yngre Gram ler. Det er vel også vanskeligt at udelukke muligheden af økologiske faktorer årsager til molluskfaunaens særpræg i det ældre Gram ler ved Måde. Således kan man ikke se bort fra den kendsgerning, at molluskerne er betydeligt mindre af størrelse i de nedre lag end i de øvre (se fig. 5 og 6, som er i samme størrelsesforhold). Dette skyldes højst sandsynligt økologiske årsager og synes at være et vægtigt argument for, at sådanne forhold har spillet aktivt ind. Af denne grund vil det være uforsigtigt at anvende de to faunaer fra Gram leret ved Måde til for vidtgående stratigrafiske slutninger. Det er ikke udelukket, at molluskfaunaen i det ældre Gram ler på denne lokalitet er en rent lokal udformning af en fauna, som de andre kendte steder ellers har det udseende, man normalt finder i Gram leret, og som findes i de øvre lag ved Måde.

Fra Gram i Sønderjylland, hvor faunaen i hovedtrækkene svarer til den i det øvre Gram ler ved Måde, kendes 65 molluskarter. Dette ret store

artsantal i forhold til andre lokaliteter skyldes indsamlinger gennem en lang årrække.

Den almindeligste art i Gram leret, *Astarte reimersi*, kendes fra alle de på kortet fig. 3 anførte lokaliteter med undtagelse af Stenderup, hvorfra boreprøverne kun indeholdt et par gastropodskaller. Arten ligner meget den fra det belgiske Deurnien kendte *Astarte trigonata*. Jeg har haft lejlighed til at studere såvel typeeksemplarerne som andre stykker fra Belgien og Holland og mener, at ligheden er for ringe til at danne basis for en klar identifikation. I hvert tilfælde må en sådan identifikation være betinget af mere indgående studier over arternes formodede identitet, før man som GLIBERT & DE HEINZELIN (1955) og HINSCH (1958) bruger dem som argument for en parallelisering af »Grammer Stufe« med »Sables de Deurne«.

3. Gram silt.

Ved Gram overlejres Gram leret af gråt, leret og lagdelt, glimmerfinsand eller silt. Dette Gram finsand er ikke med sikkerhed fundet på andre lokaliteter. Det er derfor muligt, at det blot er en lokal sedimentudvikling, som er vanskelig at sammenligne med andre lag tilhørende Gram formationen.

Gram finsandet indeholder det samme molluskselskab som Gram leret, blot er følgende arter hyppigere end i dette:

Leda pygmaea, *Odostomia conoidea*, *Gemmula badensis*, *Yoldia glaberima*, *Cythara kochi* og *Natica* spp.

Mægtigheden af Gram formationen i Danmark synes ikke at overstige 30–35 m. Som regel er den noget mindre. Den virkelige tykkelse kendes ikke, da formationen som regel har været udsat for kvartær erosion, hvorved de øverste dele er fjernet.

Det er ikke med sikkerhed påvist, hvilke aflejringer der overlejrer Gram formationen. I en boring ved Sød syd for Tønder blev i 1934 fundet gråbrunt finsandet glimmerler og oolitisk sideritsandsten, begge indeholdende mollusker (ØDUM 1934 og RASMUSSEN 1958). I begge sedimenttyper forekommer mange skaller af en *Nassa*, som erindrer om *Nassa granulata* fra det engelske Crag. De øvrige mollusker i det gråbrune glimmerler kendes også fra Gram leret. Det eneste eksemplar af en *Astarte* i det foreliggende materiale har stor lighed med *Astarte reimersi*, men afviger dog fra den ved sin svagere udviklede carina. Iøvrigt må det bemærkes, at molluskfaunaen i Sød leret står øvre miocænets fauna meget nær.

Fra sideritsandstenen, hvor den nævnte *Nassa* art også dominerer, foreligger rullede eksemplarer af en anden *Nassa*, som ØDUM (1934) identificerede med den fra Nordsøbækkenets pliocæn kendte *Nassa reticosa*. Endvidere er fundet en rullet skal af en *Bela*, der er blevet sammenlignet med den pliocæne *Bela harpularia*. Det er derfor muligt, at de tertiære

sedimenter i boringen ved Sød aldersmæssigt hører hjemme i grænseområdet nedre pliocæn – øvre miocæn. Foreløbig kan Sød leret og sideritsandstenen i overensstemmelse med SORGENFREI (1958 a) inkluderes i en særlig formation: *Sød formationen*. Da det ikke med sikkerhed vides, hvorfra i boreprofilet de foreliggende prøver hidrører, og da Gram leret ikke synes at være truffet i boringen, er det usikkert, hvorledes denne formation forholder sig til Gram formationen.

Afsluttende oversigt

Det har ved den her givne oversigt over de miocæne formationer i Danmark været et hovedprincip at følge den af H. D. HEDBERG foreslåede stratigrafiske nomenklatur (se TROELSEN & SORGENFREI 1956). I stedet for at lægge hovedvægten på de kronostratigrafiske enheder: nedre miocæn, mellem miocæn og øvre miocæn, har jeg foretrukket at anvende formationsbegrebet, som giver en langt sikrere og klarere inddeling, idet man her er uafhængig af divergerende fossilbestemmelser og er fri for det subjektive indslag, som en bedømmelse af et mere eller mindre ufuldstændigt palæontologisk materiale ofte giver anledning til.

I de foreliggende daglokaliteter og boreriger er der særlig god lejlighed til at studere det yngre miocæn, som derfor er den del af miocænet, der er bedst kendt i øjeblikket. I skemaet fig. 3 side 31 er givet en oversigt over såvel lagfølgen som formationsudviklingen, foruden en aldersbestemmelse på grundlag af molluskfaunaerne og en korrelation med den stratigrafiske inddeling i Nordtyskland.

På fig. 7 gives et skematisk overblik over formationsudviklingen i Danmark gennem hele miocæntiden. Tegningen er formet som et forenklet vest-øst-snit gennem de miocæne formationer på grundlag af bl. a. de i den foregående del af afhandlingen omtalte boreriger og daglokaliteter. Den kronostratigrafiske hovedinddeling er anbragt i skemaets højre side.

Som omtalt i den historiske indledning har de tyske geologer gennemført en stratigrafisk inddeling af Nordtysklands miocæn i »Vierländer Stufe«, »Hemmoorer Stufe«, »Reinbeker Stufe« o. s. v. Disse enheder svarer ikke til formationer i HEDBERG's forstand. De opfattes derimod som kronostratigrafiske enheder af de forskere, som har opstillet dem. Grundlaget for deres definition er rent faunistiske. I modsætning hertil er de danske miocæne formationer defineret som lithologiske lagenheder. Odderup formationen og Ribe formationen er limnisk-fluviatile, medens de øvrige formationer er marine. Hver formation har sine karakteristiske lag, som forholdsvis let lader sig konstatere i nærliggende boreriger og således kan forfølges over et vist område uden hjælp af fossiler. Selv om der allerede er foretaget ret indgående undersøgelser af f. eks. molluskfaunaen i flere af lagene i disse formationer, er der dog et stykke vej tilbage, før vort kendskab til fossilindholdet er tilstrækkelig stort til at danne basis for en sikker kronostratigrafisk inddeling af det danske miocæn. Arnium formationen står som den bedst undersøgte i øjeblikket (SORGENFREI 1958). En analyse af molluskfaunaen i Hodde formationen

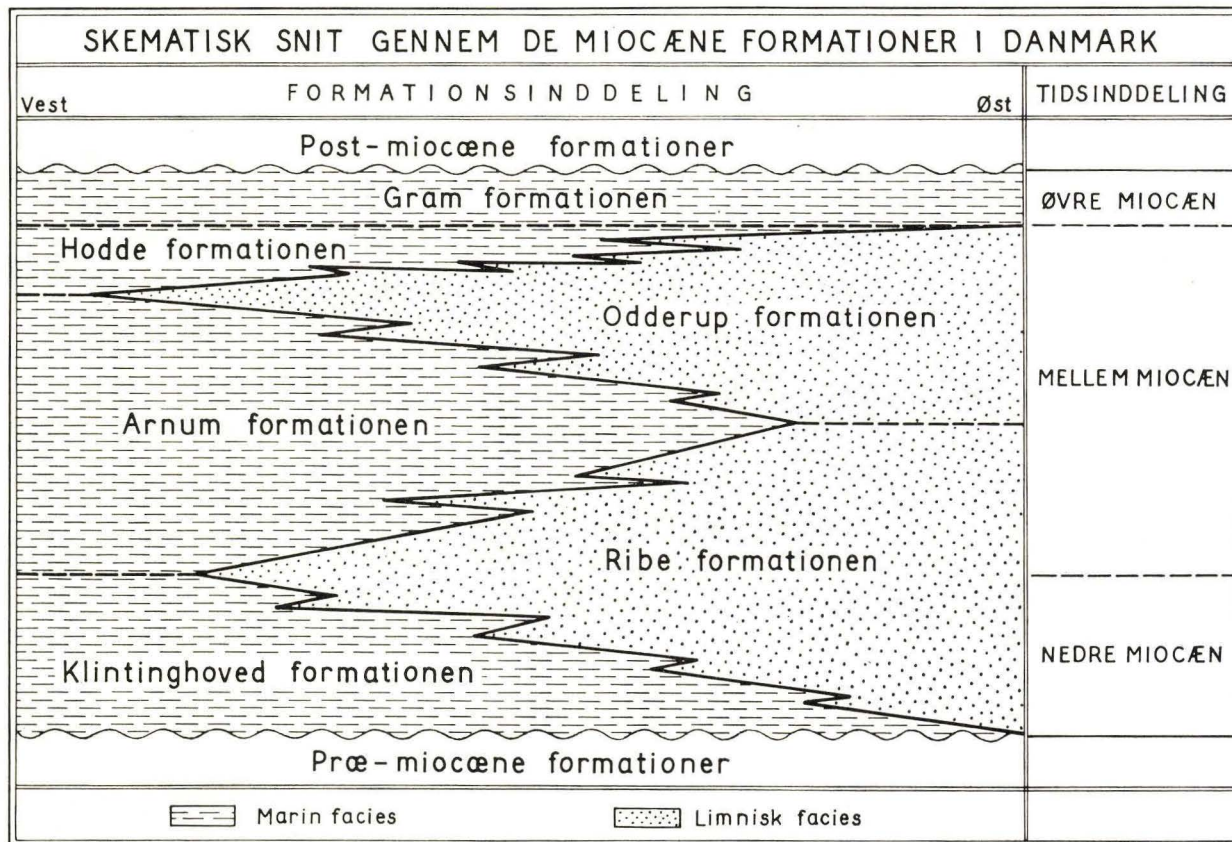


Fig. 7.

og Gram formationen – d. v. s. i de af den tykke sorte ramme indrammede lag på fig. 6 – er under udførelse af forfatteren.

Der mangler endnu en række boringer på strategisk gunstige lokaliteter, før vor viden om den danske miocæne formationsfølge er konsolideret. Bl. a. vil en ny boring ved Sæd formentlig kunne bidrage til at opklare, om Sæd formationen overlejrer Gram formationen eller eventuelt er en del af denne. En boring ved Gram teglværk har mulighed for at kaste nyt lys over den dybere del af Gram formationen og vise, om Hodde formationen findes i Sønderjylland. Endvidere kan en boring ved Høruphav utvivlsomt give uvurderlige oplysninger om Klintinghoved formationens forhold til Arnum formationen og i det hele taget skabe mulighed for en sikker afgrænsning af førstnævnte formation. En bearbejdelse, både palæontologisk, sedimentpetrografisk og strukturelt af det store materiale fra D. G. U.'s brunkulsundersøgelser vil selvsagt være af største værdi.

Litteratur

D.G.U. = Danmarks Geologiske Undersøgelse, København.
D.G.F. = Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, København.

- ANDERSON, H.-J., 1959: Die Muschelfauna des nordwestdeutschen Untermiozän. – *Palaeontographica*, Bd. 113, Abt. A, pp. 61–179, tafeln 13–18. Stuttgart.
- BERTHELSEN, OLE. se SORGENFREL, TH.
- DINESEN, A., se LARSEN, G.
- DITTMER, E., 1957: Das Hemmoor im nordwestlichen Schleswig-Holstein. – *Die Küste*, Jahrg. 6, Heft 2, pp. 147–154. Heide.
- 1959 a: Jungtertiäre Ablagerungen im westlichen Schleswig-Holstein. – *Meyniana*. Bd. 8, pp. 1–21. Kiel.
- 1959 b: Der »Horizont von Winnert«, Kreis Husum, ein Vorkommen jüngsten Hemmoors. Das Vierland von Wanderup. – *Die Küste*. Jahrg. 7, pp. 36–46. Heide.
- ERIKSEN, K., 1937: En foreløbig Meddelelse om Tertiæret ved Brejning paa Sydsiden af Vejle Fjord. – D.G.F. Bd. 9, pp. 137–150.
- FRANKE, A., se KOCH, E.
- GAGEL, C., 1906. Ueber eocäne und paleocäne Ablagerungen in Holstein. – *Jahrb.d. Königl. Preuss. geol. Landesanst.* Bd. XXVII, Heft 1, Berlin.
- GLIBERT, M. et J. DE HEINZELIN DE BRAUCOURT, 1955: La faune et l'âge miocène supérieur des Sables de Deurne. I–II. – *Inst. royal d. Sc. nat. d. Belgique. Bulletin*, T. XXXI, no. 71–72. Bruxelles.
- GOTTSCHKE, C. 1901: Der Untergrund Hamburgs. – *Hamburg in naturw. u. medicin. Bezieh.*, pp. 14–28. Hamburg.
- GRIPP, K. 1915: Über das marine Altmiozän im Nordseebecken. – *Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. Beilage-Bd. XLI*, pp. 1–59, 2 taf. Stuttgart.
- 1933: *Geologie von Hamburg*. Hamburg.
- und A. MAGNE, 1956: Neues zur Gliederung des Miozäns in Westeuropa. – *Neues Jahrb. f. Geol. u. Paläont. Mh.* 6, pp. 273–281. Stuttgart.
- , se KOCH, E.
- GRY, H., se MADSEN, V.
- HARDER, P., 1913: De oligocæne Lag i Jærnbanegennemskæringen ved Aarhus Station. – D.G.U. II. rk., nr. 22.
- HEINZELIN DE BRAUCOURT, J. DE, se GLIBERT, M.
- HELLER, E., 1961: Keld Milthers' arbejde med brunkulfetersøgningen. – D.G.F. Bd. 14, pp. 447–453.
- HINSCH, W., 1952: Leitende Molluskengruppen im Obermiozän und Unterpliozän des östlichen Nordseebeckens. *Geol. Jahrb.* Bd. 67, pp. 143–194, 3 tafeln. Hannover.
- 1958: Die Bedeutung des Aufschlusses von Maade bei Esbjerg für die Gliederung des Obermiozäns. – *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch.* Bd. 109, 2. Teil, pp. 463–474. Hannover.
- INGWERSEN, P., 1954: Some microfossils from Danish late-Tertiary lignites. – *Studies in Vegetational History in honour of Knud Jessen 29th November, 1954*, pp. 31–64, 4 tavler – D.G.U. II. rk., nr. 80.
- JESSEN, A., 1922: *Kortbladet Varde*. – D.G.U. I. rk., nr. 14.

- JØRGENSEN, K. DREYER, 1940 a: Nye Forsteninger fra Esbjergegnen. – Naturh. Tid., 4. Aarg., nr. 8, pp. 116–118. København.
- 1940 b: Nye Forsteninger fra Tertiæret ved Esbjerg. – D.G.F. Bd. 9, pp. 680–681.
- 1944 a: Marint Pliocæn? ved Esbjerg. – D.G.F. Bd. 10, pp. 460–467.
- 1944 b: Die Silizifikate des dänischen kontinentalen Pliozäns. – Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 96, pp. 175–184. Berlin.
- og TH. SORGENFREI, 1941: Diskussion om det danske Pliocæn. – D.G.F. Bd. 10, pp. 59–63.
- KAUTSKY, F., 1925: Das Miocän von Hemmoor und Basbeck-Osten. – Abh. d. Preuss. Geol. Landesanst. Neue Folge Heft 97. 225 p, 12 tafeln. Berlin.
- KOCH, E., 1927: Beiträge zur Geologie des Untergrundes von Hamburg und Umgebung. – Mitt. a.d. Min. – Geol. Staatsinst. in Hamburg. Heft IX, pp. 1. Hamburg.
- , K. GRIPP und A. FRANKE, 1912: Die staatlichen Tiefbohrungen XIV, XV, XVI, XVII in den Vierlanden bei Hamburg. – Jahrb. d. Hamb. Wissensch. Anst. XXIX. 1911, 33 p., 1 profiltafel. Hamburg.
- KOENEN, A. VON, 1889–94: Das norddeutsche Unteroligocän und seine Molluskenfauna. – Abh. z. geol. Spezialkarte v. Preuss. u. d. Thüring. Staaten. X. H. 1–7. Berlin.
- KÖWING, KL., 1956: Ausbildung und Gliederung des Miozäns im Raum von Bremen. – Abh. naturw. Ver. Bremen. Bd. 34, Heft 2, pp. 69–171. Bremen.
- KRUTZSCH, W. und D. LOTSCH, 1957: Zur stratigraphischen Stellung der Latdorfstufe im Paläogen. – Geologie, Jahrg. 6, Heft 5, pp. 488–501. Berlin.
- LARSEN, G. og A. DINESEN, 1959: Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (oligocæn-miocæn). – D.G.U. II. rk., nr. 82.
- LOTSCH, D., se KRUTZSCH, W.
- MADSEN, V., H. ØDUM og H. GRY, 1935: Boringerne ved Langbrogaard ved Sønderborg. – D.G.U. II. rk., nr. 55.
- MILTHERS, K., 1949: Nogle hovedlinier i brunkullenes lejringsforhold. – D.G.F., Bd. 11, p. 486.
- MILTHERS, V. o. a., 1957: Ekskursion til Sydvestjylland. – D.G.F., Bd. 13, pp. 259–262.
- NØRREGAARD, E. M., 1916 a: Mellem-miocæne Blokke fra Esbjerg. – D.G.U. IV. rk., Bd. 1, Nr. 5, 58 p., 3 tavler.
- 1916 b: Mellem-Miocænet i Danmark. – Forh. ved 16. Skand. naturforskermöte 1916, pp. 429–432. Stockholm.
- OLSEN, G. V., 1955: Mellem-oligocænet ved Odder. – D.G.F. Bd. 12, pp. 574–592.
- RASMUSSEN, L. BANKE, 1956: The Marine Upper Miocene of South Jutland and its Molluscan Fauna. – D.G.U. II. rk., nr. 81.
- 1958: Det marine ungtertiær ved Sæd. – D.G.F. Bd. 14, pp. 1–28, 2 tavler.
- 1959: Vorläufiger Bericht über das Miozän von Maade bei Esbjerg. – D.G.F. Bd. 14, pp. 115–121.
- 1961: Mittel- und Ober-Miocän von Dänemark. – Meyniana. Bd. 10, pp. 59–62. Kiel.
- RAVN, J. P. J., 1907: Molluskfaunaen i Jyllands Tertiæraflejringer. – Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. 7 R., nat. og math. Afd. III, 2, pp. 215–384, 8 tavler. København.
- 1928: Tertiær (i »Oversigt over Danmarks Geologi« pp. 64–77). – D.G.U. V. rk., nr. 4.
- SORGENFREI, TH., 1939: Faunaen i tertiære Blokke fra Flensborg fjord-området. – D.G.F., Bd. 9, p. 530.
- 1940: Marint Nedre-Miocæn i Klittinghoved paa Als. – D.G.U. II. rk., nr. 65.
- 1945: En tertiær Fauna paa sekundært Leje ved Vrold Skole (Mindre Medd. f. D.G.U.'s Borearkiv Nr. 16). – D.G.F. Bd. 10, pp. 561–568.
- 1949: Nyere undersøgelser over Fyns undergrund. – D.G.F. Bd. 11, pp. 490–493.
- 1958: Molluscan Assemblages from the Marine Middle Miocene of South Jutland and their Environments. I.–II. – D.G.U. II. rk., nr. 79.
- 1958a: Dybgrundens geologi. – Trap: Danmark, 5. udg. Bd. I, pp. 17–28. København.

- SORGENFREI, TH., 1961: Die Entwicklung des unteren und mittleren Miocäns im südlichen Dänemark. — Meyniana. Bd. 10. Kiel.
- og OLE BERTHELSEN, 1954: Geologi og Vandboring. — D.G.U. III. rk., nr. 31.
- , se TROELSEN, J. C.
- THIELE, S., 1941: Die Stratigraphie und Paläogeographie des Jungtertiärs in Schleswig-Holstein. — Neues Jahrb. f. Mineralogie etc., Beil.-Bd. 85, Abh. B., pp. 1–143. Stuttgart.
- TROELSEN, J. C. og TH. SORGENFREI, 1956: Principerne for stratigrafisk inddeling og nomenklatur. — D.G.F. Bd. 13, pp. 145–152.
- ØDUM, H., 1934: En Forekomst af marint Pliocæn ved Tønder. — D.G.F. Bd. 8, pp. 359–370.
- 1936: Marint nedre Oligocæn i Danmark. — D.G.F. Bd. 9, pp. 88–90.
- , se MADSEN, V.