

DEN MIOCÆNE BRUNKULSFLORA OG DENS GEOLOGISKE MILJØ I SØBY-FASTERHOLT OMRÅDET SYDØST FOR HERNING

B. ESKE KOCH, WALTER L. FRIEDRICH, E. FJELDSØ CHRISTENSEN OG
ELSE MARIE FRIIS

KOCH, B. E., FRIEDRICH, W. L., CHRISTENSEN, E. F. & FRIIS, E. M.: Den Miocæne brunkulsflora og dens geologiske miljø i Søby-Fasterholt området sydøst for Herning. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972*, side 1-57. København, 3. januar 1973.

Efter en forskningshistorisk indledning gives en samlet oversigt over de geologiske forhold i Søby-Fasterholt brunkulsområdet, som det fremtræder efter forfatterernes feltundersøgelser i 1968-1972. Herunder er undersøgt den øvre del af Odderup Formationen med den brunkulsførende lagserie og øvre deltasand, Hodde Leret, det glaukonitiske ler (Gram Formationen) og Kvartæret. To fossilfloraer: Fasterholt floraen og Søby floraen gennemgås på slægtsbasis og giver anledning til visse slutninger, ligesom perspektiver opdrives vedrørende de stratigrafiske forhold.

B. E. Koch, W. L. Friedrich, E. F. Christensen og E. M. Friis, Phytopalæontologisk Afdeling, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, Universitetsparken, 8000 Århus C. 5. oktober 1972.

Denne artikel er bygget på iagttagelser og materiale fra Søby-Fasterholt brunkulsfeltet. Indenfor det ret snævre område er der forsøgt en ganske detaljeret indsamling af iagttagelser, der koncentrerer sig om de få brunkulsgrave, der var i drift 1968-1970 og nogle ældre grave, som har kunnet give nyttige oplysninger, suppleret med oplysninger fra Danmarks Geologiske Undersøgelses arkiv og fra litteraturen. Vore oplysninger kan derfor ikke betragtes som generelle for brunkulsafløjningerne i Jylland. Bearbejdelsen af det geologiske materiale og plantefossiler, hvoraf der er indsamlet store mængder, er på begyndelsesstadiet, så også her har denne artikel sin begrænsning. Der er dog allerede ved feltarbejdet fremkommet en del interessante nye informationer, så at en foreløbig meddelelse skønnes at være af almen interesse.

Indhold

Hovedtræk af brunkulslagseriens og den fossile floras udforskning	2
Det danske Neogen	10
Søby-Fasterholt områdets geologi	13
Kvartær	13
Tertiær	18
Odderup Formationen: Brunkulslagserien	19
Odderup Formationen: Det øvre deltasand	27
Overgangen mellem Odderup – og Hodde Formationen	28
Hodde Leret	32
Odderup Formationen under brunkulslagene	35
Tektonik	36
Brunkulsfloraen fra Søby-Fasterholt området	38
Fasterholt floraen	39
Søby floraen	42
Floraens udsagn om miljøbetingelser	44
Kuldannelsens relation til delta og kystbevægelse	46
Stratigrafiske forhold	49
Lokale problemer	49
Biostratigrafisk perspektiv	50
Litteratur	54
Tavler	

Hovedtræk af brunkulslagseriens og den fossile floras udforskning

B. Eske Koch

Der foreligger kun få publikationer om den jyske brunkulsflora og om brunkulsafløjningerne i almindelighed.

Hvor længe brunkullene har været kendt og udnyttet lokalt, vides ikke med sikkerhed. De få naturlige blotninger, som kan findes omtalt i litteraturen, må dog længe have været kendt lokalt. De fleste af disse forekomster findes i Silkeborgegnens dybt nedskårne dale (Thorsø-Borresø dalen: Silkeborg Vesterskov og Sønderskov ved Slåensø; Salten dalen: Salten profilet ved Tyskerbakken, og Gl. Ry (St. Knasbjerg); Bryrup dalen: Vorret og Lystrupsminde). Disse omtales alle af Mathiesen (1965) (se også Hartz, 1909). I Midtjylland ville de store åers brinker være naturlige steder at søge sådanne blotninger. Fra litteraturen er der således kendt et profil i Skjernå dalen ved Sandfeldgaard (Dalgas, 1868), og Hartz omtaler flere blotninger ved Skjern A i samme område (Hartz, 1909). Det lyse krydslejrrede, relativt rene kvarts-sand og grus (såkaldt glimmersand) udgør en væsentlig del af Neogen Serien. Det opbygger en stor del af den brunkulsførende lagserie, som vi beskæftiger os med (Odderup Formationen) og er vidt udbredt og iøjnefaldende i naturlige blotninger og grusgrave med sin næsten hvide farve. Det kendes mod øst i det unnglaciale landskab eksempelvis fra Århuseggen (Låsby), i Grejsdalen

ved Vejle og er vidt udbredt på Silkeborgegnen. Den fra Midtjylland kendte erosionsgrænse med vindslebne sten mellem den Tertiære fluviale lagserie og Kvartæret kan endog træffes her og der (f. eks. Funderdalens sydside i Silkeborg Vesterskov og i Grejsdalen).

Den første meddelelse om faststående brunkulslag fra en professionel geolog skylder vi fagets første professor, J. G. Forchhammer, (»overordentlig professor i Mineralogien« 1829–1865) i den første samlede oversigt over Danmarks geologi med titlen »Danmarks geognostiske Forhold, forsaavidt som de ere afhængige af Dannelser, der ere sluttede«, København 1835. Her omtales et sammenhængende brunkulslag »... i Them's Sogn ved Salten-Langsøe...«.

Hvad angår de plantefossiler, som findes i den brunkulsførende lagserie afleverede Chr. Vaupell et manuskript til det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab i 1853: »En botanisk Undersøgelse af det fossile Træ, der findes i Leer- og Sandlagene i Danmark og af Havet opkastet med Ravet på de danske Kyster« (dog først trykt som efterladt manuskript på N. Hartz's initiativ i 1906) (se Vaupell, 1896 (1853)). Heri omtales fossilt træ fra adskillige lokaliteter og aldre under betegnelsen brunkul, hvilket antyder noget om materialets bevaringstilstand. Fossilt træ fra brunkulslagsserien beskrives fra Them v. Salten: *Pinites Fausbøllianus*.

Selve disse fossilers (»brunkul«) forekomstmåde synes ikke at have været Vaupell bekendt; dog antages en nær forbindelse mellem rav og brunkul.

Angående alderen af den brunkulsførende lagserie, så synes det ikke at have været muligt for Forchhammer i 1835 at placere den nøjere. Han behandler brunkulslaget v. Them under »Rullestensformationen« og formoder, at denne formation griber ned i Miocæn og rækker op i Kvartæret.

I sine indlæg på de Skandinaviske Naturforskeres 3. og 9. møder (1842 og 1863) omtalte Forchhammer de brunkulsførende dannelser som henholdsvis »Ravbruunkulsformationen« og »Bruunkulsformationen«, som han i 1863 opdelte i 1) Glimmerler og Limonitsand og 2) Plastisk ler, idet tallene angiver den formodede aldersfølge.

Først i 1854 kom begrebet Miocæn ind i dansk geologi, da H. E. Beyrich (Berlin) meddelte Forchhammer, at en samling marine mollusker fra Sylt, som Forchhammer havde overladt Beyrich til bestemmelse, var at opfatte som Miocæne (se Garboe, 1961). Interessen for at få nøjere rede på »Bruunkulsformationen«'s forhold fremgår af, at Københavns Universitet (Forchhammer) i 1853 udskrev en prisopgave over dette emne (Garboe, 1961).

Sandfeldgaard v. Brande (Skjern Å) var i midten af forrige århundrede en nøglelokalitet i udforskningen af det yngre Tertiær. E. Dalgas omtaler herfra

et 4 m tykt brunkulslag i Skjernåens dalside (fig. 1) foruden en blotning ved Vorgod Å ved Troldhede (Nr. Vium) i 1868. I 1874 publicerede O. Mörch en beretning om »Forsteningerne i Tertiærlagene i Danmark« (11. Skand. Naturforskerskermøde i København 1873), hvor marine fossiler fra Glimmerleret v. Sandfeldgaarde dateredes til Miocæn (Ravn, 1897). Den fortsatte udforskning af Danmarks geologi i almindelighed gennem 70'erne og 80'erne bidrog til at bringe orden i lagrækken i de faststående aflejringer og bidrog ligesom E. Dalgas's virksomhed i Midt- og Vestjylland i almindelighed til også at fremme forståelsen af det yngre Tertiærs forhold og især øgedes kendskabet til disse aflejringer's geografiske udbredelse.

Da J. P. J. Ravn i 90'erne fulgte i Mörch's fodspor i den palæontologiske forskning med undersøgelse af Tertiæret i Jylland begyndte den Tertiære lagserie at falde ind i det mønster, hvis hovedtræk anerkendes idag. Der kan her henvises til Rørdams Geologi- og Jordbundslære Bd. II: Danmarks Geologi, 1909, der refererer tidens viden, eller til Grönwall (1908). Begge bygger stort set på J. P. J. Ravns opfattelse, som publiceredes 1906 (Ravn, 1906), som ses herunder:

Øvre Miocæn	Glimmerler ved Skjærum Mølle, Sandfeldgaarde, Skanderborg, Alkærsig, Forsom og Esbjerg.
Mellem Miocæn	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.
Nedre Miocæn	Brunkuldannelser i Midt- og Vestjylland. ? Glimmersand og Glimmerler i det sydøstlige Jylland.
Øvre Oligocæn	Mørkt, glaukonitholdigt Ler ved Cilleborg, Stavrslund, Røkkendal og Ulstrup. Glimmerler ved Nordentoft, Silstrup og Sundby (Mors). ? Tertiære Aflejringer ved Albækshoved. ? Moleret.
Mellem Oligocæn	Sort Glimmerler ved Århus, Odder og Jelshøj. Gråt plastisk Ler ved Branden, Skive, Lundhede, Resen og Ulstrup. ? Gråt plastisk Ler ved Mariager Fjord.
Nedre Oligocæn	Hovedmassen af det plastiske Ler i Østjylland mellem Fredericia og Mols.
Eocæn og Paleocæn	? Mergel ved Viborg og Århus. Mergel ved Fredericia.

Her i skemaet ses, at Miocænet nu er differentieret, og at brunkulsdannelserne i Midt- og Vestjylland er anbragt i Nedre Miocæn. Det kan bemærkes, at en række lokaliteter, hvis lagserie omfatter den nuværende Måde serie: Hodde Ler, glaukonit ler og Gram Ler, er anbragt i det yngre Miocæn (Rørdam, 1909), så det relative aldersforhold mellem de marine yngre Miocæne formationer og den brunkulsførende formation er, som vi opfatter det i dag.

I denne periode giver Hartz's studier over »den tertiære og diluviale flora« (Hartz, 1909) som pionerarbejde en ny indsigt i brunkulsaflejringerne palæontologi, samtidig med at den Tertiære palæobotanik var avanceret stærkt efter 80'ernes begivenhedsrige årti, hvor så mange store publikationer så dagen (f. eks. J. W. Dawson 1883 etc., Heer 1883, Lesquereux 1883, Nathorst 1885, Ward 1886, 1887). Al denne nye viden holdt så småt sit indtog i Danmark og bidrog til forståelsen af brunkulsaflejringerne tilblivelseshistorie. Der kan her refereres til M. Vahl (1904), der i et foredrag i DGF redegjorde for ligheden imellem flora og livsbetingelser i de amerikanske Dismal Swamps og den Tertiære brunkulsflora og dens aflejringsforhold. Der henvises bl. a. til Lesquereux's opfattelse af dette amerikanske sumpmiljø som et »brunkulsbækken under dannelse« (Lesquereux, 1852). Vahl gør rede for floraens væsentligste elementer, bl. a. *Taxodium distichum* og *Nyssa bifloras*'s dominerende stilling i sumpene, foruden de på mindre våde områder voksende træer: *Acer rubrum*, *Nyssa virginiana*, *Persea pubescens* samt arter af *Quercus*, *Alnus*, *Salix*, *Carpinus*, *Populus* og *Fraxinus*. Hertil kommer, at slægterne *Vitis*, *Smilax* m. fl. lianer er almindelige.

Rent umiddelbart gav Hartz's brunkulsflora ikke indtryk af den store overensstemmelse med den af Vahl importerede opfattelse, men ser vi Hartz's samling igennem med nutidens baggrund, er den meget for beskeden til at kunne give anledning til nogen detaljeret sammenligning og til en økologisk konklusion. Endvidere må en brunkulsfloras artsliste nødvendigvis være rig på mere almindeligt udbredte vand- og sumpplanter (*Hydrocharis*, *Myrica* (syn. *Carpolithes Johnstrupi*), *Stratiotes*, *Cerathophyllum*, *Sparganium*, *Brasenia*). Afgørende er det, at væsentlige karakterplanter for sumpene i det sydvestlige USA er repræsenteret: *Nyssa* (syn. *Carpolithes Nyssoides*), *Vitis* foruden *Glyptostrobus* (frø bestemt af Hartz (1909, pl. 3, fig. 3-4) til *Sequoia Langsdorfii*). Sidstnævnte er en Taxodiacé og den nordamerikanske sumpcypres's (*Taxodium*) økologiske equivalent i Østasien. I sit beskedne omfang er Hartz's brunkulsflora en udmærket repræsentant for den nord- og mellem-europæiske Miocæn-flora, især for sin tid (1909).

Hartz, 1909, giver os et overblik over de brunkulsk lokaliteter, som kendes i første decennium af dette århundrede, ledsaget af de da kendte boreprofiler. I forbindelse med den her publicerede undersøgelse forekommer de mange oplysninger om området ved Sandfeldgaarde særlig interessante ved deres relevans og lighedspunkter med brunkulslagserien i Søby-Fasterholt området.

Også vor forgængers betragtninger over dannelsesbetingelserne giver os anledning til eftertanke i dag.

Brændselsmangelen under 1. Verdenskrig medførte omfattende brunkulsbrydning, og dermed øgedes pludselig vort kendskab til brunkulslagserien. Statens indsats bestod i oprettelse af en del større grave i årene 1919–22 f. eks. FASTERHOLT-lejerne v. Skibbild (se Mathiesen, 1965). Feltstudier og indsamling af fossiler udførtes 1917–20 af J. P. J. Ravn, V. Milthers, T. Bjerring-Petersen, F. J. Mathiesen m. fl. og i 1924 af A. Mentz. Statens indsats omfattede også i 1921 et boreprogram under Danmarks Geologiske Undersøgelse for Indenrigsministeriets tekniske udvalg. Boreprogrammet lededes af V. Milthers. Der udførtes det år 629 borer fordeelt på de mere lovende af de da kendte forekomster bl. a. området vest for Brande ved Sandfeldgaard. Programmet fik fornyet aktualitet i 1941, da DGU igen skulle bistå en ny jagt på brændselsreserver.

Nogen væsentlig berigelse af den geologiske litteratur blev det ikke til, men et stort palæobotanisk forskningsarbejde blev påbegyndt af F. J. Mathiesen, baseret på materiale fra Moselund (v. Engesvang), gravene syd for FASTERHOLT (Skibbild), Silkeborg Vesterskov, Ry Sønderkov, Lystrupsminde v. Bryrup og Troldhede brunkulslejer. En foreløbig bearbejdelse blev afleveret som besvarelse af Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab's prisopgave af 1921. Dette fremragende materiale har givet anledning til flere publikationer: Mathiesen, (1965 og 1970), og publikationen af part III er forestående. Materialet fra Moselund er i 1937 blevet yderligere beriget gennem en stor indsamling udført af præparator K. Skou. Disse arbejder har givet os et stærkt forøget indblik i den danske Miocæne flora, som hviler på oplysninger, som er tilvejebragt med stor grundighed og botanisk ekspertise. Foreløbig står det dog hen i det uvisse, hvilken del af Miocæn Moselund-floraen tilhører.

2. Verdenskrigs forsyningsproblemer førte til fornyet brunkulsbrydning i Midtjylland, og i 1941 iværksatte Danmarks Geologiske Undersøgelse en systematisk efterforskning med tilhørende omfattende boreprogram under ledelse af K. Milthers. Endnu var der betydelige usikkerhedsmomenter med hensyn til Neogenets stratigrafi, f. eks. var der på denne tid tanker fremme om, at den brunkulsførende lagserie kunne tilhøre Pliocæn (jvf. K. Milthers, 1941a). I samme retning pegede den fejlagtige opfattelse, at det yngre Miocæne marine glimmerler (= Hodde Ler og Gram Ler) skulle underleje brunkulsdannelserne (jvf. K. Milthers, 1941a). Opfattelsen ændredes mens boreprogrammet skred frem; i 1944 var K. Milthers klar over brunkullenes placering under det marine yngre Miocæn (jvf. K. Milthers, 1944a).

Fra 1941 til midt i 1944 havde DGU udført ca. 4000 borer i et område omkring Videbæk og i trekanten Herning – Sdr. Omme – Nr. Snede. Da undersøgelsesprogrammet sluttede 1949, var arbejdsområdet noget udvidet,

og der var udført ca. 10.000 borer. Særlig betydningsfuldt var konstateringen af marint Øvre Miocæn i over 100 borer og marint Mellem Miocæn i ca. 10 borer. Borerne muliggjorde opstilling af et normalprofil for en væsentlig del af den Miocæne lagserie excl. det marine Nedre Miocæn (Klintingehoved Formationen) (se Heller, 1961a):

(L. Banke Rasmussen, 1961):

(Gram Ler)
(Gram Ler)
(Hodde Form.)
(Hodde Form.)
(Odderup Form.)
(Arnum Form.)
(Ribe Form.)

K. Milthers:

Gram ler/Astarteler marint, Øvre Miocæn
Grønt, glaukonitholdigt ler
Sort, bituminøst ler
Kvartsgrus
Øvre brunkulsformation Mellem Miocæn
Fossilførende sand og ler marint Mellem Miocæn
Nedre brunkulsformation

Man genkender her de Mellem og Øvre Miocæne elementer, som L. Banke Rasmussen (1961) senere arbejder med og i samme rækkefølge. De øvre dele heraf er vi også fortrolige med fra feltarbejdet i Fæsteholt området, dog har vi ikke truffet marine fossilførende aflejringer i en boring ved Fæsteholt (1970) (se dog Larsen & Friis, 1973), som nåede til en dybde af ca. 90 m under bunden af nedre brunkulslag. K. Milthers har på basis af den fond af viden om Miocænets aflejringer, som boreprogrammet opbyggede, forsøgt at få klarhed over brunkullenes aflejringsmiljø og dets udvikling, og har ifølge Heller (1961a) set en sammenhæng mellem brunkulsdannelse og den transgressive kystbevægelse, altså udtryk for sedimentære reaktioner på én og samme indsynkning af det store aflejringsbassin, en tanke, som nødvendigvis må indgå i enhver videre bearbejdelse af denne lagserie og i overvejelser vedrørende det geologiske miljøes udvikling.

En fortsættelse af den systematiske brunkulsundersøgelse blev iværksat for perioden 1958–63 med et boreprogram, som udviklede sig fra det tidligere undersøgte område i alle retninger mod nord til linien Holstebro–Viborg, mod syd til Grindsted-egnen, mod øst til linien Thyregod–Bording og så langt mod vest, som de praktiske muligheder gjorde det ønskeligt (Heller, 1961a). K. Milthers blev syg få måneder efter at bevillingerne var meddelt og døde to år senere uden at have fået sat sin omfattende viden om de jyske brunkulsaflejringer og sine tanker om deres dannelse på tryk. Denne tragiske begivenhed har gjort det uhyre meget sværere at følge efter i samme geologiske spor. Brunkulsafdelingens program kunne dog fortsættes under ledelse af Erik Heller (se Heller, 1961a, 1961b).

Der var i dette store projekt kun involveret få geologer og palæontologer. Kampen for at følge arbejdet ved de mange boretårne og lede det var en præstation i sig selv, og dette, sammen med K. Milthers død, må ses som årsag

til, at der også kun foreligger få mindre publikationer baseret på dette boreprojekts materiale.

Blandt de få videnskabelige medarbejdere ved DGU's brunkulseftersøgning var også denne gang en palæobotaniker, P. Ingwersen, som har tilvejebragt et meget omfattende iagttagelsesmateriale af geologisk og palæontologisk art fra de mange brunkulsgrave sammen med et meget stort prøvemateriale til pollenanalytisk undersøgelse. Dette store materiale er endnu under bearbejdelse, idet den vanskelige og store opgave at tilvejebringe den nødvendige samling af sammenligningsmateriale til en sådan palæontologisk pionerindsats er løst, ligesom det fundamentale bestemmelsesarbejde af pollenfloraen er udført. Der er fra det arbejde enkelte foreløbige publikationer (se Ingwersen, 1949 og 1954). Ingwersens foreløbige pollenanalytiske meddelelse (Ingwersen, 1954) lægger endnu en sten til det fundament, som skal bære historien om brunkulsfloraen, dens biotop og dens geologiske miljø.

Et stort fremskridt i retning af en udredning af den Miocæne stratigrafis hovedtræk skete med T. Sorgenfrei's og L. Banke Rasmussen's voluminøse publikationer om Mellem og Øvre Miocænets marine fauna (Sorgenfrei 1940 og 1958; Rasmussen, 1961 og 1966, 1968). L. Banke Rasmussens differentierede stratigrafiske model (Rasmussen, 1961, 1966) (se fig. 2) repræsenterer et fremskridt i forhold til de generaliserede modeller, som f. eks. K. Milthers arbejdede med (Heller, 1961a), ved at være i nøjere overensstemmelse med dynamikken i et deltamiljø i et sedimentært bassin under indsynkning. Med Gunnar Larsens studier af Neogenets aflejringer er endnu en facet i udforskningen af den brunkulsførende lagserie og dens miljø (deltamiljø) under udvikling (Larsen, 1963, 1966, 1970, Larsen & Dinesen, 1959, Christensen & Larsen, 1960, Larsen & Kuyp, 1970).

Siden 1968 fungerer en palæobotanisk afdeling ved Geologisk Institut, Aarhus Universitet. Brunkulsfloraen og dens miljø blev en selvklar udfordring for medarbejderne, som har udført et intensivt feltarbejde i Søby-Fasterholt området i årene 1968–72. Opgaven dyrkes under betegnelsen Søby-Fasterholt Brunkulsprojektet i samarbejde med afdelingsgeologerne E. Heller og P. Ingwersen (DGU) og i nær kontakt med det sideløbende Neogen-projekt, som drives af den sedimentologiske afdeling under ledelse af professor Gunnar Larsen, Geologisk Institut, Aarhus Universitet. I denne kreds forsøger forfatterne at give den skildrede udvikling af forskningen omkring de jyske brunkul og deres aflejringsmiljø en fortsættelse (Friedrich & Koch, 1970, 1972, Koch & Friedrich, 1970, 1971, 1972).

Det danske Neogen

B. Eske Koch

I Neogen (Miocæn og Pliocæn) var Europas geologi først og fremmest præget af Alpernes opfoldning, som var vidt fremskredet. Virkningerne af den alpine tektonik strakte sig langt ud over den egentlige alpine zone og påvirkede Nordeuropa med forkastningstektonik, der blandt andet genoplivede ældre forkastningssystemer og antagelig også påvirkede indsynkningsbevægelserne i de sedimentære bassiner som igangsættende faktor. Aflejringer fra denne tid knytter sig i Europa til en række bassinstrukturer, blandt hvilke Nordsøbassinet er det aktuelle i denne sammenhæng. Dette bassin er en gammel struktur, der har været et aktivt aflejringsområde gennem Mesozoikum og Kænozoikum. En nu dybt begravet nordvest-sydpøst forløbende ryg strækker sig fra Ringkøbing over Fyn til Sydsjælland og Falster og deler aflejringsområdet i to strukturer: Det danske og det nordtyske bassin.

Ved Neogen epokens begyndelse (Nedre Miocæn) var Nordsøbassinet relative opfyldning stærkt fremskredet, således at datidens kystzone til tider kan have ligget vest for det nuværende Jylland. Den jyske Miocæn lagserie er præget af, at kysten flere gange bevægede sig frem mod øst over Jylland (transgression) og flere gange tilbage mod vest (regression), og således ændrede aflejringsmiljøet (se fig. 2). Efter hver transgression bevirkede kraftig tilførsel af sediment fra kontinentet mod øst, at kysten igen måtte vige. Sedimenterne er hovedsagelig tilført fra det skandinaviske område (Larsen, 1963) og en tilførselsvej gennem den nuværende Østersø's lavland er antydnet gennem indhold af rullede Ordoviciske fossiler fra Østersøområdet i den brunkulsførende lagseries fluviatile sedimenter (Wolff, 1919; Ravn, 1928; Jørgensen, 1941; Andersen, 1944; Larsen, 1963; Koch & Friedrich, 1970).

Den Neogene lagserie består derfor både af havaflejringer (marine) og landaflejringer (kontinentale), som principielt fordeler sig således, at de marine sedimenter udgør en større del af lagserien ved Jyllands vestkyst end i Midtjylland, hvor de fluviatile (flod-) og lakustrine (sø-) aflejringer til gengæld er dominerende (se Rasmussen, 1961). Det stratigrafiske skema fig. 2 viser princippet i fordelingen. De marine formationers udbredelse mod øst er forskellig, men afspejler ikke nødvendigvis havets maksimale fremtrængen, som vi ikke kender i detaljer. Hodde Leret har muligvis ikke strakt sig væsentligt øst for Søby-Fasterholt området.

Landaflejringerne er især sedimenter med fluviatile aflejringsstrukturer, som har stor mægtighed i Midtjylland, hvor Tertiær aflejringerne tilsammen

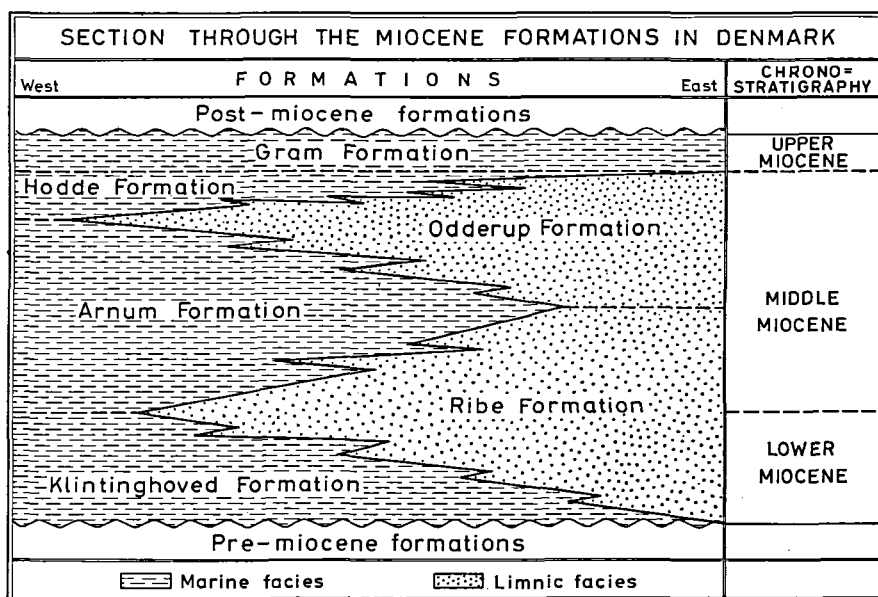


Fig. 2. Stratigrafisk skema over Neogenet i Jylland (Rasmussen, 1966).

vides at nå ca. 500 m tykkelse ved Nøvling (mundtlig information fra L. Banke Rasmussen). Den fluviatile Neogene lagserie indeholder limniske (ferskvands-) aflejringer med brunkul, som kendes fra Oddeup – såvel som fra Ribe Formationen.

Den dybtliggende ryg (den jysk-fynske ryg) påvirker udbredelsen af de forskellige aflejringer; dette giver sig udtryk i det karakteristiske sving i formationsgrænserne på geologiske kort (se Sorgenfrei, 1961). Denne ryg kan muligvis også have påvirket aflejringsmiljøet og sedimentationen igennem Neogen epoken. Udbredelsen af brunkulsforekomsterne nord for ryggen giver antydning herom (fig. 17). K. Milthers (1941a) synes at have observeret en fordeling af træfrie (askerige) og trærige (askefattigere) brunkul i relation til ryggen! De marine aflejringer er velkendte og karakteriserede ved deres aflejringer og deres marine fossilfauna, som er bestemt og genbeskrevet af flere forfattere: Ravn (1897 og 1907), Nørregaard (1916a og b), Sorgenfrei (1940, 1958, 1961), Rasmussen (1961, 1966, 1968).

Landaflejringerne opbygger antagelig et delta eller deltasystem af store dimensioner. Det er karakteriseret af sin varierende lagserie, væsentligst af sandede sedimenter med fluviatile strukturer, men rummer lag, som indeholder glaukonit (Larsen & Friis, 1973), der er en indikator for marine betingelser med veliltet vand. Primært indlejrede marine fossiler kendes ikke

fra denne lagserie, men sekundært tiltransporterede, rullede fossiler i en blå-grå silicificeret kalksten af Ordovicisk alder (se Spjeldnæs i Koch & Friedrich 1971) med hjemsted i Østersøområdet øst for Bornholm, Gotland, Øland er almindelige ligesom små stykker flint og silicificerede forvitningsrester fra skrivekridt og bryozokalk, det vil sige bjergarter alle tilført fra øst. Deltaets dimensioner kan sammen med øvrige kriterier tyde på, at vi her har et delta tilhørende en meget stor flod – eventuelt flere floder – som har fulgt det lavtliggende område, som i dag fyldes af Østersøens vande, og har passeret området mellem Gotland og Bornholm. Vi må for at forestille os det daværende miljø i Midt- og Vestjylland tænke på et deltamiljø af omfang som det nutidige Mississippi-delta. Til det delta har knyttet sig et brunkulsdannende miljø, som tidvis antagelig har været af lagunekarakter. Mindre mægtigheder af brunkul med beskeden regional udbredelse som de jyske forekomster synes at forekomme som marginale dannelser i forhold til deltaer (se Ahrens, Lotsch & Tzschoppe, 1968). Deltalagserien indeholder en fossilflora, idet sandlagene ofte indeholder fossile frø, større frugter og træ i form af kviste og større stykker drivved. Brunkulslagseriens ler og gytjelag er af og til rige på blade, frø og frugter. En del af materialet kan siges at tilhøre aflejringsmiljøet (deltaet) eller nærmeste omgivelser ligesom lagseriens træstubbe og rodhorisonter, som står på voksestedet. Endvidere er fossile pollen og sporer allestedsnærværende i de finkornede sedimenter (se Ingwersen, 1954).

Den marine molluskfauna fra de forskellige formationer har bidraget væsentligt til aldersbestemmelse af lagserierne (Rasmussen, 1961), men denne vigtige side af vort Neogens udforskning er fortsat under udvikling, også gennem mikrofossilstudier (F. Nyhuus Kristoffersen, 1972). Den nordeuropæiske inddeling af Neogenet er dog endnu kun usikkert korreleret med den klassiske vest- og sydeuropæiske (Paratethys-regionen).

Studiet af landaflejringeres fossilflora er under stærk udvikling, men giver kun i visse hovedtræk bidrag til stratigrafien endnu. Den palæobotaniske undersøgelse omtales nærmere i et følgende kapitel (se side 38).

Søby-Fasterholt områdets geologi

B. E. Koch, W. L. Friedrich, E. F. Christensen & E. M. Friis

Når vi i denne sammenhæng taler om Søby-området, mener vi et brunkuls-område sydøst for Herning, som har været genstand for udnyttelse under og efter 2. verdenskrig. Området er karakteriseret ved at Odderup Formationens brunkulslagserie ligger ret overfladisk (10–24 m under overfladen) og strækker sig fra Søby sø mod nord til Fasterholt mod syd, begrænset mod øst af jernbanen Herning–Brande og mod vest af en NNV-gående linie fra Fasterholtgaard til Søby (se fig. 3). Området har et areal på ca. 13 km².

Topografisk er hovedparten af dette område en hedeslette med en bakkeø-relikt i SV-hjørnet af Søby-Fasterholt området (Lavsbjerg). Størsteparten af Lavsbjerg bakkeø har allerede inden brunkulsgnavningen været stærkt udjævnet (flydejordsbevægelse i Pleistocæn), så at den kun har været svagt synlig i terrænet. Det har den relation til Tertiærets forekomst, at vi på hedesletten kun har bevaret en mindre mægtighed af Tertiære aflejringer over brunkullene (5–12 m), overlejret af 5–15 m Kvartære aflejringer, hovedsagelig smeltevandss-aflejringer. I Lavsbjerg bakkeøen går Tertiæret derimod næsten op til overfladen, til tider kun dækket af ca. 1 m flyvesand. Der er derfor her plads til en større mægtighed af Tertiære aflejringer over brunkullene end på hedesletten, hvor en del højtliggende Tertiær er eroderet bort af smeltevandss-floder for senere at erstattes af samme floders aflejringer af sand og grus.

Kvartær

(B. E. Koch, W. L. Friedrich & E. F. Christensen)

Under de seneste års undersøgelser i Søby-området har forfatterne (Koch & Friedrich, 1970) opmålt en del profiler i Midtkrafts leje ved Fasterholt (entreprenør: Carl Nielsen A/S) (se tabel I, Koch & Friedrich, 1970), hvoraf Kvartær lagseriens opbygning fremgår for hedeslettens vedkommende. Som det er almindeligt i Vest- og Nordjylland har Kvartær-profilet øverst et lag flyvesand (ca. 1 m), som er stærkt podsoleret. Mellem dette og det underlejrende smeltevandssand og -grus er der et tyndt lag (5–10 cm) løss. Dette såvel som den øverste meter smeltevandssand er deformeret, idet det indgår i en arktisk strukturmark (kryoturbationshorisont).

Smeltevandssaflejringerne (4–14 m) er præget af linsestrukturer med skrå-

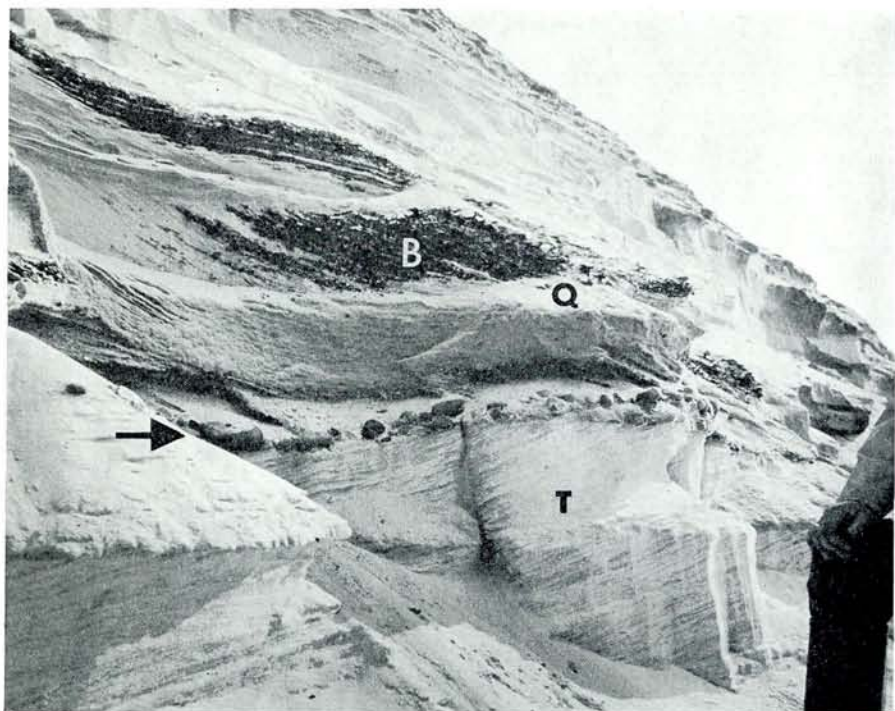


Fig. 4. Grænsen Tertiær-Kvartær i Carl Nielsens brunkulsgrav ved Fæsteholt. Pilen angiver grænsen med vindslebne sten. T: Tertiært fluviatilt sand, Q: Kvartært smeltevandssand, B: Linse af brunkulsgros. B. E. K. fot.

lejring (fluviale aflejringer). Sandets skrålag har varierende kornstørrelse. Visse linser med brunkulsrullesten har karakter af groft grus til sten. Smeltevandaflejringerne kendes her bl. a. fra det lyse, næsten hvide Tertiær-sand på sin lyse brune farve. Dette sand overlejrer diskordant Tertiæret. På selve grænsefladen er der en brolægning af vindslebne sten (fig. 4) af såvel sedimentbjergarter (kvartssandsten, kvartsit) som eruptiver (bl. a. rhombeporfyrr) og metamorfe bjergarter, hvis facettering vidner om, at vinderosion har været en medvirkende faktor til udformning af den flade (diskordansfladen), som de vindslebne sten ligger på. En eller flere erosionsfaser er således gået forud for smeltevandssandets aflejring. Det fremgår også af »fossile« erosionskrænter i Lavsberg bakkeø-relikten østflanke, som senere er begravet helt i de glaciofluviale aflejringer (Søren Pedersens grav, Damgaards leje, sydlige og nordlige grav) (fig. 3). Erosionen har efterladt den svagt bølgede diskordansflade mellem Kvartær og Tertiær, som har kunnet iagttages i Midtkrafts leje ved Fæsteholt. Denne flade har været blottet i arktisk klima. I en af fladens kulminationer var rester af et muldrag (evt. basallag for en

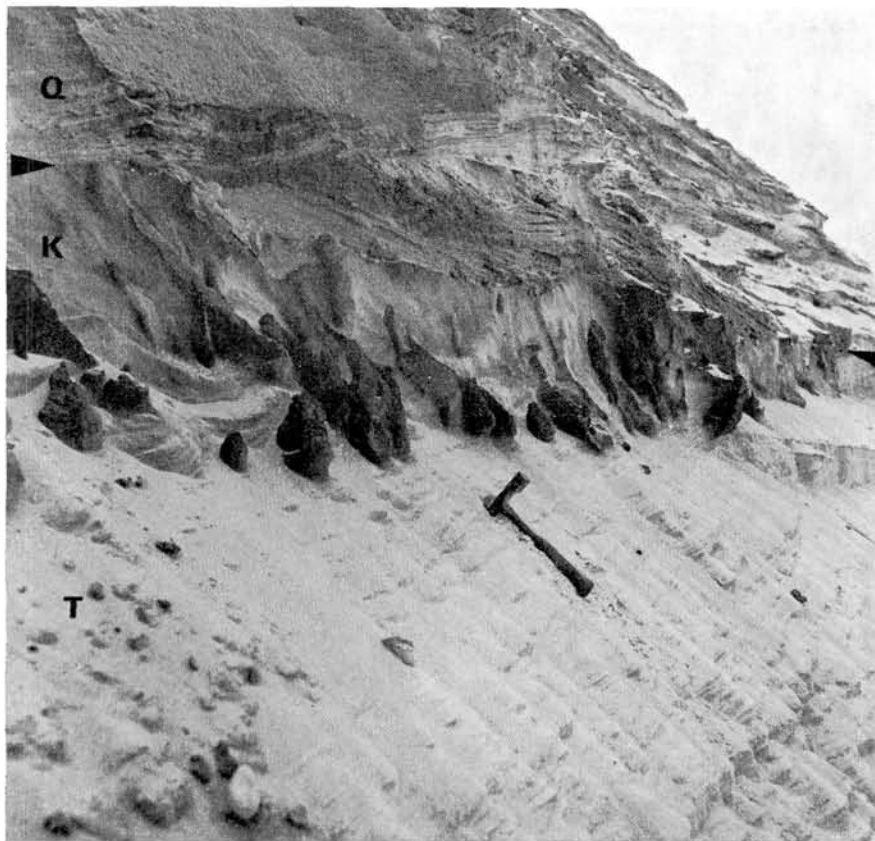


Fig. 5. Grænsen mellem Tertiær og Kvartær i Carl Nielsens brunkulsgrav ved FASTERHOLT. Grænsen mellem Tertiært fluviatilt sand (T) og det Kvartære smeltevandssand (Q) er markeret med pile. Den øverste del af Tertiæret, der står i et stejlt snit, viser en kryoturbationshorisont (K) (se fig. 6), idet rødder af *Sequoia* har fastholdt og bevaret rester af en Tertiær muldhorisont (de sorte erosionsrester!). B. E. K. fot.

bortroderet tørv eller brunkul eller rester af oparbejdet tørv- eller brunkulslag) bevaret med rødder in situ af et træ beslægtet med *Sequoia sensu latiore* (*Sequoia-Sequoiadendron* ifølge upubliceret rapport fra P. Wagner), det vil sige, tilhørende Tertiær (fig. 5). Dette lag var stedvis stærkt påvirket af kryoturbation, som rødderne havde modstået, hvorved stykker af muldlaget var blevet fastholdt og bevaret. Andre steder, hvor erosionen er gået dybere, er grænsen skarp, idet det øverste Tertiær-lags skrålejring skæres skarpt af af fladen med vindslebne sten (se fig. 4) uden tegn på deformation af kryoturbation. Diskordansfladen har derfor dannet overflade i Kvartær tid. Vindslebne rhombeporfyrrer vidner om, at i hvert fald en del af brolægningens stenmateriale er kommet til lokaliteten i Kvartær tid (med smeltevandsskred)



Fig. 6. Grænsen Tertiær-Kvartær i Carl Nielsens brunkulsgrov ved FASTERHOLT. Den øverste del af det Tertiære fluviatile sand (T) er deformeret af kryoturbation (flydejordsbevægelse). Den fossile erosionsflade (pile!) er bestrøet med vindslebne sten. Øverst Kvartært smeltvandssand (Q). B. E. K. fot.

og/eller isen (moræne)) som led i en aflejring, hvis finere materiale er fjernet ved vinderosion.

Også på bakkeø-relikten er den øverste aflejring podsoleret flyvesand. Det ligger tidvis direkte på de Tertiære aflejringer, oftest på et profil af moræne materiale (?) underlejret af flydejord (solifluktion) af gråsort farve, muligvis fordi det delvis er baseret på det Tertiære ler (Hodde Ler og Gram Ler) (fig. 7).

Langs østflanken af Lavsbjerg bakkeø-relikten er der således i Søren Pedersens grav nordøst for Lavsbjerg såvel som i Damgaards nordlige grav iagt-



Fig. 7. Flydejord (solifluktlionslag) i Damgaards nordlige brunkulsgrav (Fasterholt Plantage). En svag lagdeling er synlig. Bjergarten er præget af kantede fragmenter af frostsprængte sten. E. F. C. fot.

taget veludviklet flydejord, som især i vestenden af Søren Pedersens grav (fig. 3) når stor mægtighed. Materialet kiler ud ned over flanken af bakkeøen mod øst og er set at strække sig ud over smeltevandssandet. I relativ tør tilstand ses en svag lagdeling i materialet, som er mørkegråt (antagelig på grund af oparbejdet Tertiært ler), jordet/leret, ikke plastisk. Det rummer mange skarpkantede brudstykker af sten, som i enkelte tilfælde er set at være samlede i én sten, hvis fragmenter kun var svagt trukket fra hinanden og tydeligvis resultat af frostsprængning. Aflejringens karakter af flydejord kan derfor næppe betvivles.

Vedrørende egnens Kvartære aflejringer kan i øvrigt refereres til V. Milthers (1939).

Tertiær

Den del af den Tertiære lagserie, som har været direkte tilgængelig som følge af brunkulsbrydningen i Søby-området, omfatter den egentlige brunkulslagsserie (ca. 10 m tyk, som kun er set komplet (incl. nedre brunkulslag) i Midt-

krafts leje ved Fasterholt), den overlejrende lagserie af lyst fluviatilt sand (7–10 m), Hodde Leret (Mellem Miocæn) og glaukonitholdigt ler, som anses for at være den nederste del af Gram Leret (Øvre Miocæn), se Rasmussen (1961, 1966).

Under den igangværende undersøgelse har den nedre del af denne lagfølge været blottet i Midtkrafts leje ved Fasterholt og i Hoffmann & Sønners grave ved Søbylund og Søby Sø, alle langs østsiden af Søby-området. Gennem årene forud har der været blotninger i mange grave, hvoraf der endnu er rester bevaret med lave profiler f. eks. i Søren Pedersens grav, Klynholt lejet, Damgaards leje med flere grave (fig. 3) i Søbyfeltets sydlige og vestlige del, hvor øvre del af Søbyområdets lagserier endnu er delvis blottet. Den videre fremstilling bygger på iagttagelser fra disse lokaliteter, støttet af oplysninger fra DGU's omfattende arkiv af brunkulsboringer og en 120 m dyb boring ved Fasterholt udført af DGU til fordel for den igangværende undersøgelse.

Odderup Formationen: Brunkulslagserien

(B. E. Koch & W. L. Friedrich)

Over hele Søby-området rummer den egentlige brunkulsførende lagserie 3 brunkulslag adskilt af lagfølger af ler, gytje, silt og sand, i alt en godt 10 m tyk lagserie med i alt ca. 6 m brunkul. Denne lagserie er både over- og underlejret af lagserier af krydslejret lyst Tertiært sand og grus og udgør derfor en iøjnefaldende og veldefineret enhed som repræsenterer en særpræget episode i den lokale geologiske historie. Den brunkulsførende lagserie kan opdeles i 3 aflejringscykler, der hver afsluttes (kulminerer) med aflejringen af et brunkulslag. De 3 cykler har hver deres karakteristika, men har som fællestræk, at de begynder med groft sandede aflejringer afsat under delvis erosion af den foregående lagseries overflade. Endvidere aftager aflejringernes kornstørrelse generelt op gennem hver cyklus, og det organiske indhold tiltager indtil det kulminerer i brunkulslaget (se tabel 1). Den midterste (2.) cyklus er vel differentieret i mange lag og som sådan en veludviklet limnisk sedimentær cyklus:

Tabel 1. Generaliseret profil gennem 2. brunkulsførende lagcyklus. Midtkrafts grav ved FASTERHOLT (se fig. 8).

Lag nr.	Mægtighed	Bjergart	Detaljeret karakteristik
3. cyklus			overlejret af krydslejret sand, tidvis m. sekundær brunfarvning af humøse forbindelser (Larsen & Kuyp, 1970). Overgrænsen skarp.
2	0,7–0,2 m	brunkul	brunsort, rig på træ (xylit), der er ret omdannet, ofte større gren- eller stammestykker, der er fladtrykte og kan ligge tæt pakket og orienteret (drivved). Grundmassen sort, amorf, gagatagtig med muslet brud. De øverste ca. 10 cm sort, pulveragtig, jordnet (forvitret?). Ligner skovmosekul (÷ stubbe).
1	1,2–2,0 m	brunkul	brun, fast, tæt, homogen brunkul med lagspaltelighed, med sandpudder på lagfladerne i lagets nederste del. Kan være sandet-siltagtig øverst. Større planterester sjældne, oftest stængler. Allochthon detritus-kul, (antagelig fra den åbne sump).
0	0,8 m	finsand – silt	brun med glimmer med lameller af kuldetritus. Iltes hurtigt til grå farve: Gytjeagtig – dyagtig. Nederste del af laget uden sorte kullameller, dyagtigt; grænsen til det lamellerede lag skarp, jævnt bølget. Sorte vertikalt stillede planterødder udgår fra overgrænsen og gennemvæver laget.
÷ 1	0,45–0,8 m	ler	gråt (grøngråt-gråbrunt) homogent ler. Skarp overgrænse.
÷ 2	0,65 m	sammensat lag af ler og sand	gråt ler vævet omkring små linser af groft sandet materiale af mørk grå – lys farve. Lerkomponenten tiltager kvantitativt opad og laget går jævnt op i det overlejrende lag (÷ 1).

Lag nr.	Mægtighed	Bjergart	Detaljeret karakteristik
÷ 3	0,1–0,3 m	brunkul og finsand (sporadisk forekom-mende)	Mørkebrune brunkulslameller omvæver linser eller lameller af lyst gulligt-brunt finsand. Lameltykkelse ca. 1 cm.
÷ 4	0,05 m	oliven-grønt sand (sporadisk forekom-mende)	mellemkornet; skarp grænse mod underliggende brunkul.
Erosions-grænse			
1. cyklus		brunkul (skovmose-kul), som lag 2.	

Lag ÷ 3 og ÷ 4 forekommer ikke kontinuerligt. I stedet findes af og til sandlinser delvis nederoderet i overfladen af det underliggende brunkulslag (1. cyklus). Disse sandlinser består af lyst sand af vekslende kornstørrelse, med skrålejrning – krydslejrning, lameller eller tynde indlejrede lag af sort ler eller kuldetrus. Xylit kan indgå heri i form af drivved (slidt, rullet). Linserne er af varierende længde (1–20 m) og tykkelse (få cm – 1 m).

I den øvre cyklus (3.) er de klastiske lag mindre differentierede og den øverste del af brunkulslaget (xylit) er ikke kommet til udvikling. Detritus-kulletaget overlejres her direkte af den følgende deltalagserie (sand).

I den nedre cyklus (1.) er omvendt kun xylitlaget udviklet og den klastiske del af lagserien indskrænker sig til et lag groft sand i linser omvævet af slirer af brunkulsdetrus. Dette hviler på en rodhorisont, der omfatter et tæt væv af fine rødder (urterødder?, siv?), som går mere end 1 m ned i det underlejrende lyse sand (fig. 9). Det rummer også træødder, som dog synes at have stået i 1. cyklus's basislag og evt. delvis i selve brunkulslaget. Stubbene har været stærkt nedforvitrede, så komplette stubbe er ikke set, kun stubbe-fragmenter og rodgrene (fig. 10).

Den basale sandaflejrning i hver cyklus har tydelige fluviatile strukturer, og der er spor af erosion i forbindelse med lagernes aflejrning (vidner om ringe eller intet vanddække). I 2. cyklus ligger det basale sand som linser delvis nedsænket i foregående brunkulslag. I 3. cyklus opbygger det nedre sandlag et sammenhængende, max. 1,3 m tykt deltalag, som kiler ud fra øst mod vest over 2. cyklus's kullag. Heri findes *Fasterholt floraen* (B. E. Koch – W. L. Frie-



Fig. 8. Udsnit af den brunkulsførende lagserie (Odderup Formationen) i Carl Nielsens brunkulsgrav ved Fasterholt (se tabel 1). Øverste del af 2. cyklus med 1: Detrituskul, 2: Xylit. Nederste del af 3. cyklus med 3 og 4: Deltasand, 3: Sekundært brunfarvet (humus). Lag 3 + 4 rummer Fasterholt floraen. 5: Glimmerler med spredte fossile blade. B. E. K. fot.

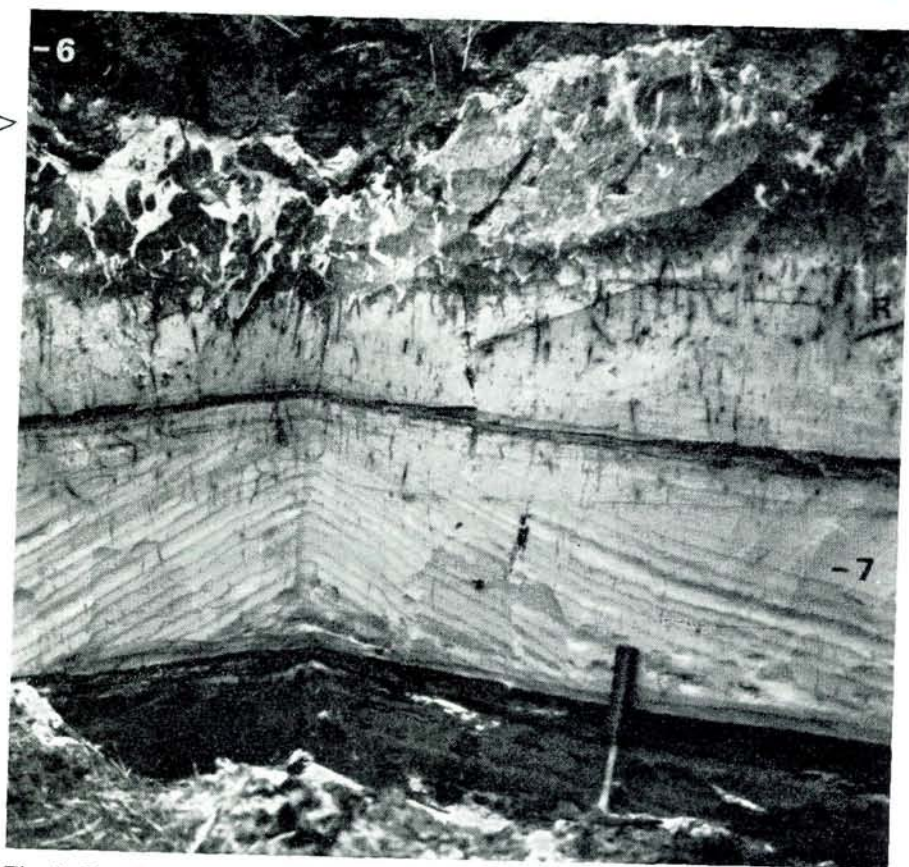


Fig. 9. Den brunkulsførende lagseries undergrænse mod det lyse deltasand ($\div 7$). Sorte prikker og linier i sandet markerer en urte-rodhorisont (R). Denne omfatter også den sekundært mørkfarvede del af sandet lige under grænsen (erosionsgrænse?), hvorpå lag $\div 6$ (1. cyklus's basallag) hviler. Grænsen er markeret med pile. Carl Nielsens brunkulsgrov ved Fæstervold. B. E. K. fot.



Fig. 10. Fossil træstub i deltasandet (lag ÷ 7) lige under den brunkulsførende lagseries 1. cyklus. ÷ 6: Brunkulsholdigt sand. ÷ 7: Deltasand. Stub og store rødder er markeret med R. Carl Nielsens brunkulsgrav ved Fasterholt. E. F. C. fot.

drich – E. M. Friis). Der forekommer ofte drivved i de basale sandlag (fig. 11) eller større ophobninger af pinde, kviste, frø og nødfrugter, som er strandet i lavt vand.

Der forekommer grågrønt ler, såvel som dy eller gytje i den midterste del af de to øverste cykler, som vidner om et sømiljø med ret dybt vand inden brunkulsafljeringen kom i stand. Detrituskullagenes tykkelse vidner om, at brun-

kulsdannelsen er udviklet i åben sump. Xylitlaget i 1. cyklus er baseret på en skovsumptørsv og vidner om en skovsump som afsluttende stadium.

Undersøgelsen af det betydelige iagttagelses- og prøvemateriale fra undersøgelserne i Midtkrafts brunkulsleje ved Fasterholt er endnu langt fra tilendebragt, for den kulpetrografiske undersøgelses vedkommende endnu ikke begyndt, men de givne oplysninger demonstrerer, at alene lagseriens umiddelbare petrografiske karakteristika giver muligheder for at få et indblik i det geologiske miljø under brunkulsdannelsen.

Den ovenfor behandlede cykliske lagserie er udviklet ved Fasterholt. I Søby-områdets nordlige del mellem Søbylund og Kølkær har Hoffmann & Sønners 2 grave vist en enklere opbygning. De klastiske sedimentter mellem de 3 brunkulslag består af et ler- og et sandlag.

Hoffmann & Sønners nordlige grav (Kølkær).

Profil:

ca. 10	m	Sand (Kvartær).
1-3	-	Sand, hvoraf ca. 1 m er brunligt med slirer af silt og ler. (Tertiær).
4	-	Lyst kvartssand i ét lag med skrålejrning.
1,3	-	Sort, trærigt brunkul (xylit).
1,4	-	Brunligt sand med glimmer, går nedad over i silt.
ca. 2	-	Tæt homogen brunkul.

Herunder er der observeret ca. 2,5 m glimmerholdigt gråt ler med plante-fossiler. Undergrænsen for leret har ikke været tilgængelig.

Hoffmann & Sønners sydlige grav (Søbylund).

Profil:

ca. 11	m	{	Kvartæraflejringer.
			Tertiært sand.
ca. 1	-		Trærigt brun kul (xylit), sort.
ca. 1	-		Groft brunligt sand med mørke slirer.
1	-		Ler, som nedad går over i brunkul.
2	-		Homogen, tæt brunkul.
0,5	-		Lyst sand.
0,5	-		Gråsort ler.
1,5	-		Ler.
2	-		Brun homogen brunkul.

Tilstedeværelsen af 3 brunkulslag over hele Søby-området giver det karakter af ét sedimentationsområde, hvor der i det mindste periodisk skete en forholdsvis ensartet aflejring som vidnesbyrd om et ensartet miljø. Variationen i lagfølgen imellem brunkulslagene, der er mindre differentieret i området øst for Søby Sø (Hoffmann & Sønners nordlige grav), end ved Fasterholt, peger i retning af en periodisk differentiering af området i et mere variabelt



Fig. 11. Lag ÷ 3 og ÷ 4 (se tab. 1) i Carl Nielsens brunkulsgrav ved Fasterholt med drivved. B. E. K. fot.

sø-miljø. Det forekom antagelig i tidsrum med relativt lavt, men stigende vandspejl med forudgående tørlægning med floderosion. Ved en række sideløbende undersøgelser af det forhåndenværende materiale gøres for tiden forsøg på at belyse aflejringsmiljøets karakter og udvikling (Sedimentologisk afdeling: (G. Larsen m. fl.) og Phytopalæontologisk afdeling (forfatterne), Aarhus Universitet), i samarbejde med kolleger ved Danmarks Geologiske Undersøgelse (E. Heller, P. Ingwersen).

Iagttagelser i Midtkrafts leje ved Fasterholt har vist, at brunkulslagene afspejler tilstedeværelsen af bassinstrukturer, hvori brunkulssumpene er udviklet. 2' brunkulslag viser således en udkiling mod øst i et ca. 1 km langt øst-vest profil, mens 3' brunkulslag i samme profil viser udkiling både i den østlige og vestlige ende, således at et mere begrænset bassin med et tværmål på 1–2 km er antydnet for dette aflejringsstadium.

Odderup Formationen: Det øvre deltasand

(B. E. Koch, W. L. Friedrich, E. F. Christensen & E. M. Friis)

I hele området overlejres den egentlige brunkulsførende lagserie af lyst fluviatilt sand. I Lavsbjerg bakkeø-relikten, der dækker den sydvestlige del af Søby-området, er hele denne del af delta-lagserien bevaret med en mægtighed af ca. 10 m. I de for længst nedlagte, nu vandfyldte brunkulsgreve (Klynholt-lejet, Damgaards nordlige og sydlige grave) viser de bevarede profiler, at lagserien undergår betydelige forandringer i dette niveau. Ca. 10 m over overfladen af den egentlige brunkulslagseries 3. brunkulslag viser enkelte



Fig. 12. Profil i den nordvestlige ende af Klynholt-lejet (1970) med jordet-leret brunkulsagtigt lag med træstubbe (B). Herunder vekslede sand og gytje (G). T: Tertiært fluviatilt sand. Q: Kvartære fluviatile aflejringer. Pilene angiver grænsen Tertiær-Kvartær. B. E. K. fot.

observationer tilstedeværelsen af et tyndt jordet brunkulsagtigt lag med træ-rødder der stikker flere meter ned i den underliggende lagserie (fig. 12). Stubbene selv er ikke bevaret, og også »brunkulslaget« bærer ved sin jordede beskaffenhed vidnesbyrd om specielle betingelser. Det lag hviler på en ca. 2 m tyk zone med vekslende lag og lameller af fluviatilt sand og brun gytje (i den sydvestligste del af området – Klynholt-lejets vestende) som tegn på en begyndende forsumpning. En lignende facies indvarsler lokalt Hodde Lerets aflejring (se nedenfor og side 29). Det her omtalte jordede lag ligger lateralt i forhold til Hodde Lers bassinet mellem Damgaards leje og vestenden af Klynholt lejet nord for FASTERHOLTGAARD.

I nogenlunde samme stratigrafiske niveau begyndte aflejringen af sort glimmerler (Hodde Ler; Rasmussen, 1961, 1966, 1968) i depressioner i overfladen af den øvre deltalagserie. Depressionerne synes begrænset af primære sedimentære strukturer (revler, el. lign.) (oplyst af prof. Gunnar Larsen). Strukturerne synes orienteret i den fremherskende strukturelle retning i området (NV-SØ). I den dybeste del af en sådan struktur, som forekommer i Damgaards leje, indvarsles Hodde Lerets aflejring af et flere meter tykt lag af vekslende lyst sand og gytje med tiltagende vægt på gytjen opad mod Hodde Lerets basis. Heri findes *Søby floraen* (E. Fjeldsø Christensen). I strukturens flanker hviler Hodde Leret derimod på deltasandet.

Overgangen mellem Odderup- og Hodde Formationen

(B. E. Koch & E. F. Christensen)

Selve grænsen imellem deltalag og Hodde Ler udviser i området nord for Lavsbjerg-Fasterholtgaard en variation over samme stratigrafiske grundtema hvad angår bjergartskarakter og lagmægtighed, så der gives mulighed for at iagttage værdifulde detaljer til belysning af den lokale stratigrafi og aflejringssmiljøet.

De forholdsvis mange blotninger af Hodde Ler i området nord for FASTERHOLTGAARD-LAVSBJERG, (hvoraf flere er gode, ret lange profiler) (fig. 3), giver tilsammen et så detaljeret indtryk af Hodde Lerets struktur (bundrelief og tykkelsesvariation), at dette ler kan opfattes som begrænset til en vis bassinstruktur med udkiling mod syd i sydenden af Damgaards leje og mod vest i vestenden af Klynholt-lejet. Det synes at vise et stykke naturlig bassingrænse mod et Tertiært sandområde i vestenden af Klynholt-lejet. Der er yderligere i Klynholt-lejets østende tegn på en udkiling mod øst. De feltundersøgelser, som søger at fastlægge denne struktur er endnu ikke afsluttet og disse oplysninger har kun foreløbig karakter.

Prof. Gunnar Larsen har (mundtlig information) udtrykt den opfattelse,



Fig. 13. Det store profil i østvæggen af Damgaards sydlige grav i Fasterholt Plantage (1970). Hodde Ler i bassinstruktur (H) underlejret af Tertiært deltasand (T). E. F. C. fot.

at denne strukturs laterale begrænsning er en primær sedimentær struktur (barre eller revle). I samme retning taler vore iagttagelser i Damgaards nordlige grav. Her, et stykke ude i bassinet (relativt tykt Hodde Ler!), indvarsles ændringen fra grov delta-sedimentation til aflejring af glimmerler (Hodde Ler) ved et ca. 2 m tykt lag af vekslende lyst glimmersand (deltasand) og brun lergytje med tiltagende vægt på gytje opad. Bassinet synes allerede initieret på dette tidspunkt. Dette overgangslag mellem den egentlige deltalagserie og Hodde Formationen er ældre end fronten af det sidste skrålejrrede deltasandlag (glimmersand), som fra øst kommer ind i profilet i Damgaards nordlige grav. I samme niveau og overlejret af Hodde Formationens basale gruslag ligger flere aflejningsstrukturer som afskærer hinanden og oplyser os klart om deres relative alder: 1) overgangslaget af gytje-glimmersand afskæres mod øst ved en øst-hældende flade af 2) en residual lagserie med samme øst-hældende lagdeling og bestående af samme komponenter (gytje-glimmersand) i inverteret orden, det vil sige med tiltagende vægt opad af sandkomponenten. Dets overflade hælder ligeledes mod øst og overlejres udkilende mod vest af 3) deltasand med vest-hældende skrålejrning (se fig. 15). Vi opfatter årsagsforholdet således, at en fluviatil strøm i meander-bevægelse eller lignende først har eroderet (centrifugalt) i den nyligt opbyggede overgangslagserie for siden at aflejre erosionsprodukterne

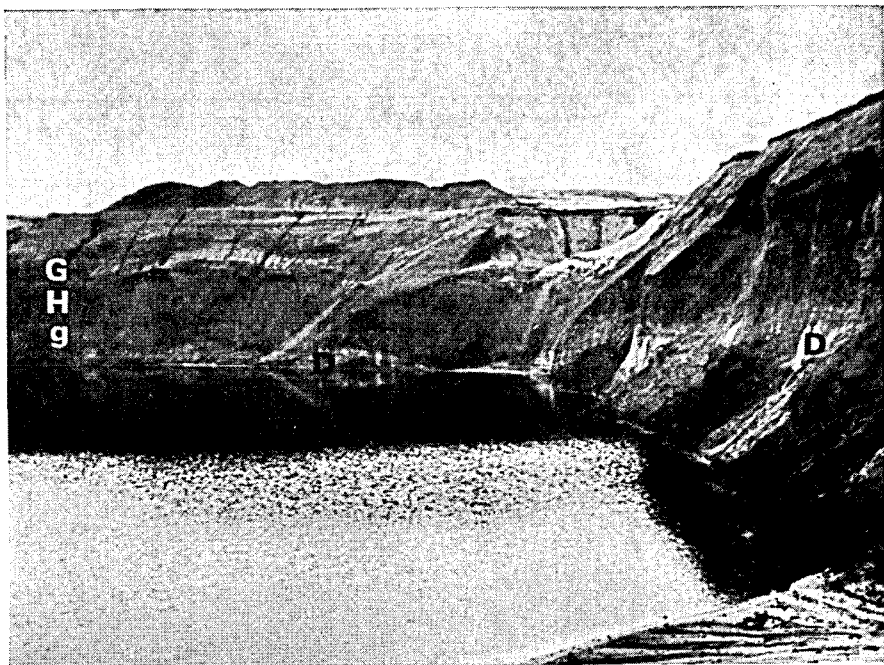


Fig. 14. Vest- og nordvæg i Damgaards nordlige grav, Fæstervold Plantage (1970). D: Tertiært (øvre) deltasand, g: Sand-gytje lag med Søby floraen, H: Hodde Ler, G: Glaukonit ler (Gram Ler). B. E. K. fot.

(hentet af strømmen fra samme lag højere oppe) i omvendt rækkefølge, hvorefter endelig selve deltaaflejringerne er nået frem.

Noget svarende til overgangslaget af gytje og glimmersand er ikke iagttaget af forfatterne i Damgaards sydlige grav eller i Klynholt-lejet.

Inden for Hodde Lerets lokale (bassin-)struktur findes der i grænsen imellem de egentlige deltalag (= Odderup Formationen) og Hodde Leret overalt et gruslag, der kan indeholde endog ret store flintrullesten (flere cm i diameter). Dette har vid udbredelse som bundlag for Hodde Leret og regnes af L. Banke Rasmussen (1961) med til Hodde Formationen og er samtidig bundlag for Måde serien. Inden for Hodde Lerets (+ Gram Lerets) udbredelsesområde nord for den jysk-fynske ryg kendes det fra Hjortsballe og syd for ryggen fra Hodde og Odderup (Rasmussen, 1961, 1966). Det betegnes som marint og der er registreret fossiler deri ved Hodde og Odderup. Laget indgår i det standardprofil, som K. Milthers opstillede i forbindelse med brunkulsboringerne under programmet 1941–1949 (Heller, 1961a). Det basale gruslag varierer i tykkelse og sammensætning og bør omtales som et lag af grus, der tidvis tillige omfatter sand og sort glimmerler af samme karakter som Hodde Leret.

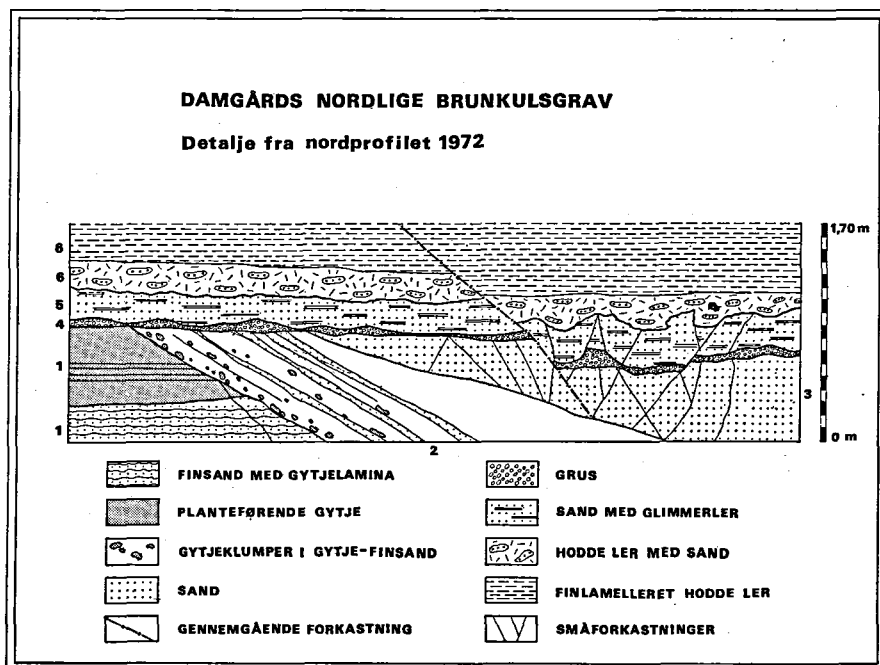


Fig. 15. Grænserelationen mellem Odderup Formationen og Hodde Formationen. Overgangslagene (1) overlejres diskordant af residuallag (2). Derefter følger deltasand (3). Hodde Formationen indledes med gruslaget (4), der diskordant pålejrer deltasedimenterne (1-3) og efterfølges af sand med Hodde Ler (5). Først herefter begynder det egentlige Hodde Ler (6).

I Damgaards sydlige grav er laget ganske tyndt (5-10 cm) bestående af groft sand - fint grus med enkelte sten. Det vides, at professor Gunnar Larsen med sine elever har gjort lignende iagttagelser i Damgaards sydlige grav (mundtlig information). Disse fænomener kan derfor forventes nøjere belyst gennem denne gruppes sedimentologiske undersøgelser. I Damgaards nordlige grav over overgangslaget af gyttje-glimmersand er gruslaget af lignende tykkelse og petrografi i gravens sydvestlige ende. Der er fundet enkelte små stumper fossilt træ deri. Mod nord og øst tiltager det i tykkelse, idet der over det basale gruslag (5-10 cm) udvikles en følge af gråt sand med tynde uregelmæssige lag af sort glimmerler (= Hodde Ler) af størrelsesorden 0,5 m mægtighed. Det slutter opad med groft sand og overlejres af Hodde Leret hvis undergrænse er uregelmæssigt bølget-grubet.

Dette repræsenterer også i Klynholt-lejets nordprofil den normale situation i Hodde Lerets bassinstruktur. Basallaget hører naturligt med til Hodde Leret som et overgangslag fra Odderup Formationens sandede serie. Det knytter sig nært til Hodde Leret, idet det indeholder lag af sort glimmerler

(= Hodde Ler). Grænseforholdene mellem deltalagserien (Odderup Formationen) og Hodde Leret falder således inden for den kendte variation i Hodde Lerets udbredelsesområde i Jylland, idet overgangen dog formidles jævnt af en sedimentær udvikling med flere overgangsled: gytje-sandlaget som afslutter Odderup Formationen og ler-sand-gruslaget, som begynder Hodde Formationen.

Hodde Leret •

(B. E. Koch & E. F. Christensen)

Hodde Leret er defineret som en marin aflejrings og indeholder marine molusker m. v. på nogle lokaliteter. Det gælder lokalt i Brande teglværks grav i Hundehøj og borerer ved Høggildgård henholdsvis 6,5 km SV og 6,5 km NV for Lavsbjerg bakkeø. Lagserien er en følge af en transgression (havstigning) i slutningen af Mellem Miocæn (Rasmussen, 1961), som allerede synes indvarslet af de underlejrende gytje-sandlag og evt. af det side 28 nævnte jordede brunkulsagtige lag, der forekommer lateralt i forhold til Hodde Leret i Lavsbjerg bakkeøen, måske allerede af brunkulslagslagserien (se side 49–50, og K. Milthers i Heller, 1961a. Se side 8).

Hodde Leret har ikke ydet marine fossiler af betydning i Søby-området (pyritstenkærner af foraminiferer iflg. L. Banke Rasmussen, mundtlig oplysning), men den lithologiske karakter (brunsort, kulholdigt glimmerler) samt dets forekomst sammen med det overlejrede, stærkt glaukonitholdige, grøngrå ler (basallag af Gram Leret i Øvre Miocæn), som det er tilfældet ved Brande og de øvrige lokaliteter med Hodde Ler og Gram Ler, støtter den stratigrafiske korrelation. I Damgaards nordlige grav og i Lavsbjerg er det overlejrende glaukonitiske ler (Gram Ler) til stede med flere meters tykkelse som øverste del af Tertiær-profilet. Det er diskordant overlejret af flydejord, som her på østflanken af Lavsbjerg bakkeø-relikten stedvis er ganske tykt med udkiling mod øst ned over en tidligere overflade. Fossiler er i almindelighed sjældne i det glaukonitiske ler (Rasmussen, 1966) og kendes heller ikke fra Damgaards nordlige grav eller fra Klynholt-lejet, hvor dette ler forekommer med flere meters mægtighed i sydprofilet (i Lavsbjerg).

På steder, hvor Odderup Formationens lyse sand underlejrer Hodde Leret, er fossile grave gange almindelige (fig. 16). Der er flere typer i sandet. Den mest markante er set at udgå fra Hodde Lerets bund, hvor det basale gruslag er tyndt (sydenden af Damgaards leje), og har kunnet følges indtil 1,5 m stejlt ned i sandet, uden at en naturlig afslutning er nået. Rørene har været jævnbrede i deres forløb (10–15 mm i diameter), og er foret med sort glim-

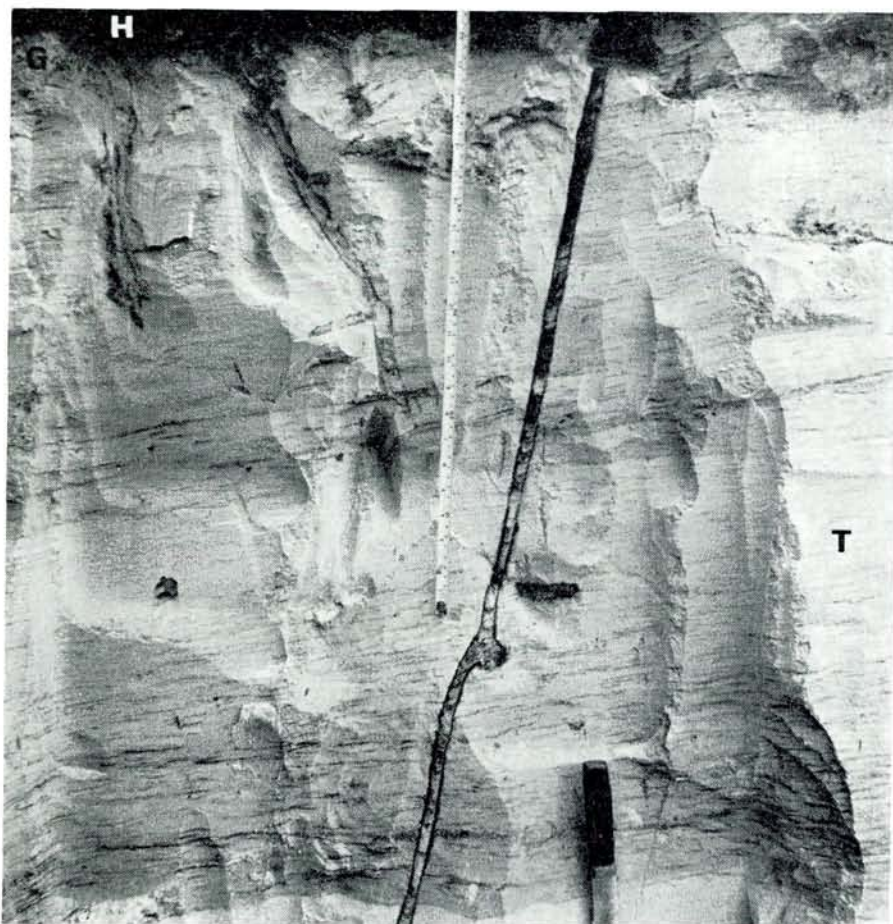


Fig. 16. Gravegang, der fra Hodde Leret (H) strækker sig ned i det underlejrende deltasand (T). Et ca. 5 cm tykt gruslag (G) findes imellem disse dannelser. Damgaards sydlige grav. (Fasterholt Plantage). B. E. K. fot.

merler (Hodde Ler). Vandrette gange udgår fra knudeformede opsvulmninger. En lignende foret gangtype er set at udgå fra grænseniveauet og forløbe i en bue, der igen vender tilbage mod grænsen til Hodde Leret. Disse strukturer er antagelig ophiomorpher.

En anden type er korte, uregelmæssige krogede gange med bred udmunding opad (ca. 5 cm) og fyldt med Hodde Formationens basale grus, som de udgår fra.

Hodde Lerets forekomster ifølge publicerede data (Sorgenfrei, Rasmussen) ses af kortet, fig. 17.

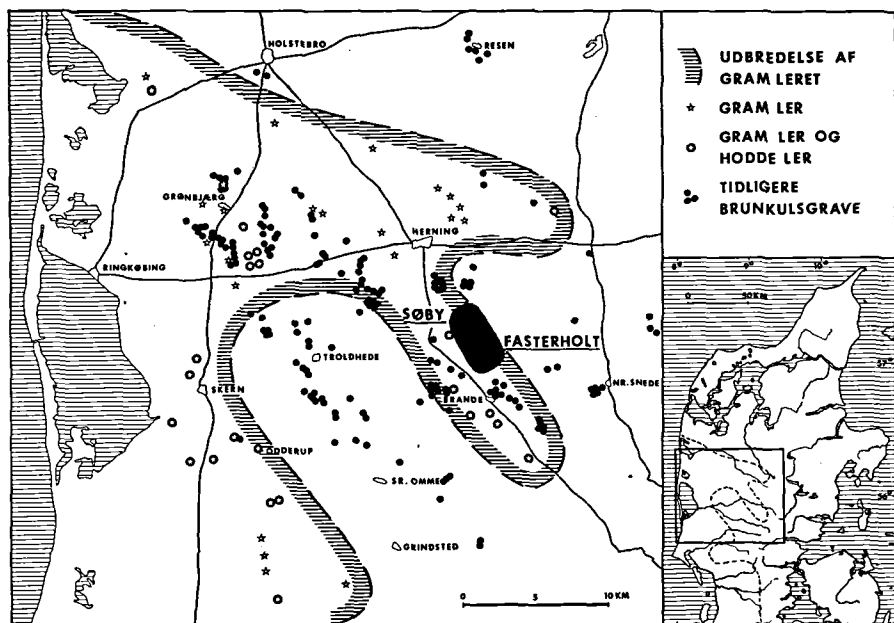


Fig. 17. Kort der viser udbredelsen af Gram Leret i Jylland med angivelse af forekomster af Gram – og Hodde Ler (efter Rasmussen, 1966). Desuden er markeret de tidligere brunkulsgraves beliggenhed (efter Heller, 1961a).

Indenfor Høggild-Brande-Give området, der danner en nordvest-sydøst gående »fjord« i udbredelsen af Gram Leret ifølge Rasmussen (1966), er Gram Leret underlejret af Hodde Leret på alle angivne lokaliteter. Der kan spores en tendens til aftagende mægtighed mod øst (Nr. Høggild-Fæstervold Plantage-Lavsbjerg bakkeø) og mod sydøst (Brande teglværk-Skjerris gd. og St. Langkjær-Hjortsballe): ca. 4 m ved Brande og max. 3,75 m i Søby-området yderst og 2,7 m ved Hjortsballe inderst i »fjorden«. Kun Søby-området (Lavsbjerg bakkeø) giver mulighed for direkte at iagttage lejringsforhold og aflejringsstrukturer og forhold til over- og underlejrende dannelser. Selv om bakkeøen medfører, at forekomsten af Hodde Leret i vid udstrækning er begrænset af yngre erosionsgrænser leverer den tilstrækkelige kriterier til at vise, at Hodde Leret i sin mægtighedsvariation og undergrænsens kontur afspejler en bassinstruktur, hvor retningen NV-SØ er antydnet. Et stykke naturlig begrænsning mod deltaaflejringer synes at foreligge mod sydvest i det uudnyttede areal mellem Damgaards leje og Klynholt-lejet (fig. 3). Udkiling af Hodde Leret rummes inden for Klynholt-lejets ca. 500 m lange nordvæg, og samme bassin skæres af N-S profilet i Damgaards sydlige grav. En antydning af tiltagende tykkelse mod vest i Damgaards sydlige grav og en klar tiltagen i tykkelse mod nordvest i Damgaards leje langs den vestlige

begrænsning er åbenbar. Der er tilstrækkeligt mange lokaliteter i Lavsbjerg bakkeøen, hvor Hodde Leret er overlejret af Gram Lerets basale glaukonitiske ler til at de udkilinger, vi direkte kan se for Hodde Leret, er reelle, det vil sige resulterer i en naturlig afgrænsning af Hodde Leret. Muligvis skærer den naturlige østgrænse for Hodde Lerets aflejningsmiljø også Søby-området på en eller anden måde.

I Damgaard's nordlige grav, hvor det glaukonitholdige ler overlejrer Hodde Leret, er sidstnævnte 3,75 m tykt. Det er den maksimale mægtighed for Søby-området.

Hodde Lerets karakteristika er: 1) et så stort indhold af kul (finfordelt plantedetritus og humøse forbindelser), at leret er brun-sort og 2) stort indhold af glimmer. Det sidste deles med næsten alle deltalagseriens inkl. brunkulslagseriens aflejringer. Hodde Lerets petrografi, dets nære forbindelse med deltaaflejringerne, horisontalt og vertikalt, dets indslag af glaukonit øverst og gytje nederst, dets fattigdom på marine fossiler (forekommer kun sporadisk i lokale ansamlinger!), den jævne udvikling fra gytje (ferskvandssediment) over Hodde Ler (brakvandssediment med højere Mg-indhold end områdets brunkul) til Gram Ler (marin), placerer Hodde Leret som lagunefacies i forhold til deltaets aflejringer.

Odderup Formationen under brunkulslagserien

(B. E. Koch)

Den egentlige brunkulsførende lagserie er den dybest liggende del af Tertiærprofilen i Søby-området, som har været direkte tilgængelig for iagttagelse. En del dyberegående borer er gennemført under DGU's systematiske brunkulseftersøgning under og efter sidste verdenskrig. De foreligger dog ikke publiceret. I forbindelse med en igangværende undersøgelse har DGU udført en boring ved østenden af Midtkrafts leje, Fasterholt, i 1970. Denne boring er nået til 120 m under terræn og ca. 90 m under den egentlige brunkulsførende lagserie. Lagserien består af lyst sand, silt og ler og synes at repræsentere en kontinuerlig lagfølge af materiale aflejret i samme deltamiljø eller kystnære aflejringszone.

Man er ikke stødt på forekomster af makroskopiske marine fossiler, men derimod på mange niveauer med palæokarpologisk materiale (fossile frø og frugter). Larsen & Friis (1973) har gennemført en sedimentanalyse af boringen og registreret et markant glaukonitindhold sammen med andre petrografiske karakteristika, der kan antyde en transgression, der i så fald måtte korreleres med Arnum Formationen (Larsen & Friis, 1973). Så længe vi kun har én boring og ikke kender fænomenets udbredelse, kan vi dog ikke udelukke, at der er tale om lokale oscillationer af kysten og deltaranden.

Der er ikke truffet noget, som kunne genkendes som identisk med den Oligocæne lagserie og sandsynligvis er den Miocæne lagserie ikke gennem-boret. Miocænet ÷ Gram Leret (= Nedre og Mellem Miocæn) er således af betydelig tykkelse ved Fasterholt. Det er i god harmoni med det forhold, at Nøvling-boringen registrerede ca. 500 m Tertiær (excl. Danien), heraf ca. 200 m Miocæn (L. Banke Rasmussen, mundtlig information).

Tektonik

(B. E. Koch, W. L. Friedrich & E. F. Christensen)

Under feltarbejdet i Midtkrafts leje ved Fasterholt, kunne man direkte iagt-tage, at Tertiær-lagserien er svagt foldet. Det var muligt, da profilet her var ca. 1 km langt (1968) senere forkortet til 750 m, det vil sige stort nok til at kunne omfatte sådanne strukturer. Der var tale om 2 flade synklinaler (fig. 18) med akseretning SØ-NV i spredt forekomst adskilt af en meget flad antiklinal, der var flere gange bredere end synklinalerne (Koch & Friedrich, 1970). Synklinalernes blotninger repræsenterede depressioner på folde-akserne. Synklinalernes flanker var stærkt præget af reverse forkastninger, som normalt fortolkes som tegn på sammenpresning af lagserien (Koch & Friedrich, 1970; Larsen & Kuyp, 1970). Synklinalerne påvirkede hele den blottede Tertiær-lagserie, men blev overskåret af Kvartæret, som således tydeligt er diskordant pålejret Tertiæret. De to tydelige synklinaler fandtes indenfor den østlige halvdel af Midtkrafts leje ved Fasterholt i 1968–1970. Den vestligste synklinal løb ved 600 m vest for gravens østende flexuragtigt over i en fladtliggende lidt østligt hældende uforstyrret lagserie.

En undersøgelse af et antal brunkulsboringer stillet til rådighed af DGU antyder en grov struktur, som kan have relation til denne tektonik som struk-turer af højere orden. I overensstemmelse med observationer i Midtkrafts leje ved Fasterholt er der en generel tendens til svag østlig hældning af lag-serien. Det harmonerer med, at overfladen af 3. brunkulslag ligger relativt højt i Klynholt-lejet (Søby-feltets SV-hjørne). Herfra noteres fald mod nord så vel som mod øst. På nord-sydlinien Fasterholt-Søbylund-Kølkær ligger 3. brunkulslags overflade relativt dybt ved Fasterholt, relativt højt ved Søby-lund og igen relativt lavt øst for Søby sø og Kølkær. Den samme tendens kan måles langs Søby-feltets vestside. Der ligger heri en antydning af at lag-serien i Søby-feltet efter områdets almindelige strukturelle retning NV-SØ er præget af kilometerbrede, flade sadler og trug. Amplituden er kun om-kring 10 m.

Det kan dog ikke på nuværende tidspunkt fastslås om denne store struktur er tektonisk eller en primær struktur.

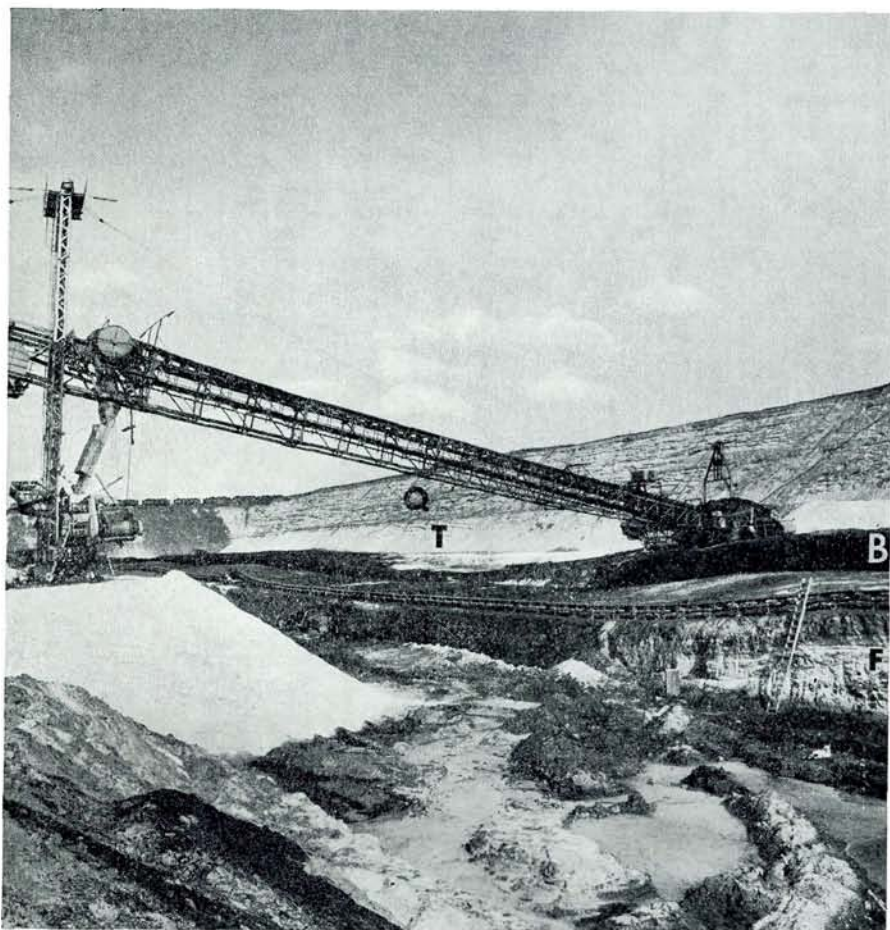


Fig. 18. Flad synklinal i den brunkulfsørende lagserie (B-F) og det overlejrende Tertiære fluviatile sand (T). Kvartæret (Q) er diskordant pålejret Tertiæret. Carl Nielsens brunkulfsgrav ved Fasterholt (1969).

Af andre tektoniske fænomener kan nævnes en oppresning af brunkulslags-serien i en diapiragtig struktur i Hoffmann & Sønners sydlige grav, og et for-kastningssystem med maksimal forsætning på 1 m i Damgaards nordlige grav.

Brunkul floraen fra Søby-Fasterholtområdet

B. Eske Koch, Walter L. Friedrich, E. Fjeldsø Christensen & Else Marie Friis

Plantefossiler forekommer udbredt i den Tertiære lagserie i Søby-området. Det er hovedsagelig rester af regionens skovflora samt urtefloraens sump- og vandplanter repræsenteret ved løsrevne enkeltorganer eller organdele. Sådanne kan findes både i ler- og sandaflejringerne; fossilerne i ler er normalt deformet.

Der er tale om forekomster med en vis sortering efter organer og størrelse bl. a. i relation til sedimentets karakter. I sandlagene forekommer ofte med varierende koncentration fossile frø og frugter, småpinde, torne m.v. (Carl Nielsens grav ved Fasterholt). I de lerede sedimenter findes fossile blade, oftest spredt, f. eks. i glimmerleret over det basale sandlag i 3. brunkulscyklus og rigeligere i glimmerleret under 2. brunkulslag i Hoffmann & Sønners nordlige grav ved Søby sø. Fossile blade kan forekomme i stor mængde i visse gytjelag (Damgaards nordlige grav). Træstubbe og drivved findes i forbindelse med de fluviatile-lakustrine aflejringer og især brunkullene. Tætte rodhorisonter er karakteristiske for relativt stabile situationer, hvor sedimentationen har været nedsat eller afbrudt f.eks. grænsen mellem forskellige geologiske enheder, som mellem deltalag og 1. brunkulscyklus.

Under den igangværende undersøgelse er der gjort større indsamlinger i to niveauer med henblik på en detaljeret florabeskrivelse, mens mindre samlinger er foretaget i flere niveauer samt slemmet ud af prøverne fra førnævnte boring ved Fasterholt i mange niveauer (mikrokarpologisk materiale) (se side 35).

Brunkulslagseriens 3. cyklus har i Midtkrafts leje ved Fasterholt som basallag en tynd deltastruktur af skrålejret sand, som kiler ud fra øst (1,3 m) mod vest til en centimetertynd slire i vestenden af det 1 km lange profil. Indenfor en ca. 30 m bred zone i gravens østlige halvdel fandtes heri en betydelig koncentration af fossile frø, frugter, kogler, torne, skud af nåletræer, pinde og rullede træstykker. Frugter og frø varierer fra millimeterstore frø til 6-8 cm lange frugter. Ved slemning er indsamlet store mængder fossiler i fortrinlig bevaringstilstand (Koch & Friedrich, 1971). Denne fossilflora betegnes *Fasterholt floraen*. Den er under bearbejdelse (E. M. Friis, W. L. Friedrich, B. E. Koch).

I Damgaards nordlige grav er der i gytjelagene lige under Hodde Leret fundet en rig fossilflora af blade med bevaret cuticula, fladtrykte frugter, kogler, nåletræskviste m.v. Floraen er under bearbejdelse (E. Fjeldsø Christensen). Den har fået betegnelsen *Søby floraen*.

Fasterholt floraen

(B. E. Koch, W. L. Friedrich & E. M. Friis)

Omfanget af dette fossilmateriale er så stort både kvantitativt og kvalitativt, at bearbejdelsen vil strække sig over mange år, også fordi bearbejdelsen under dette universitetsprojekt tjener undervisningsformål. Det kan anslås, at der foreligger materiale af ca. 200 arter. Foreløbig er der bestemt ca. 60 slægter, som fremgår af tabel 2. Nogle former er afbildet i tavle 1-2.

Floralisten (tabel 2) giver i skematisk form en række oplysninger om fossilslægternes hyppighed og de pågældende slægters optræden i Nutiden i forhold til livsformen og geografisk-klimatisk udbredelse. Der lader sig heraf udlede en række tendenser, som kort skal omtales i det følgende, og som er udnyttet i det afsluttende kapitel om problemstilling.

Det ses af tabel 2, at de træagtige planter er i overvægt og at urterne i fossilfloraen er sump- og vandplanter, som i denne fossilflora er godt repræsenteret. Fossil flora i almindelighed består overvejende af repræsentanter for den træagtige flora. Det har relation til bevaringsproblemet. Generelt er forveddede organer modstandsdygtige og har større chance for at bevares end uforveddede (urterne). Ligeledes er afstanden fra voksestedet til et vandområde med gunstige aflejringsbetingelser samt produktionen af blade og frugter resp. frø (plantens størrelse) bestemmende for chancerne for bevaring. Dette er kun enkelte af en række faktorer som har indflydelse på en given floras mulighed for at overleveres til eftertiden i fossil tilstand. Disse forhold betyder, at en fossil flora altid er en sorteret og altså ukomplet repræsentation af den oprindelige flora.

Den betydelige forekomst af sump- og vandplanter er af stor interesse for forståelsen af aflejringsmiljøets karakter, da det direkte siger noget om tilstanden i området. Dette er for så vidt ikke usædvanligt for en fossilflora af frø og frugter, da de fleste bevarede sedimentforekomster er vandaflejrede. Repræsentationen i Fasterholt floraen er imidlertid særdeles markant. Den betydelige repræsentation fordelt på slægter med vidt forskellig klimatisk udbredelse i Nutiden kan tyde på, at der foreligger en del tiltransporteret materiale i dette floraelement. I samme retning peger det forhold, at noget af fossilmaterialet er stærkt slidt (rullet), f. eks. en stor del af materialet af *Paliurus*.

Der er i Fasterholt floraen mange slægter, hvis nutidige repræsentation ikke indbefatter sumpplanter eller yndere af fugtig bund i øvrigt. Sådanne slægter er *Ilex*, *Magnolia*, *Liriodendron*, *Paliurus*, *Platanus*, *Prunus* og *Sequoia*. Det åbner mulighed for at andre miljøtyper, således også mere vel-drænede områder, må formodes at have eksisteret i området.

	Fasterholt floraen								Nulevende slægters biologi								
Tabel 2	Dominerende	Middel rep.	Sjælden	Diasporer	Kogler og frugtstande	Kviste og torne	Blade	Palæotropisk	Arkto-tertiært	Vandplanter	Sumpplanter	Tørbundsplanter	Tropisk	Subtropisk	Tempereret	Træer og buske	Urter og halvbuske
Sphenopsida																	
<i>Equisetum</i>																	
Pteridophyta																	
<i>Azolla</i>																	
<i>Salvinia</i>																	
Gymnospermae																	
<i>Glyptostrobus</i>																	
<i>Pinus</i>																	
<i>Sequoia</i>																	
<i>Taxodium</i>																	
<i>Tetraclinis</i>																	
Angiospermae																	
Dicotyledones																	
<i>Aldrovanda</i>																	
<i>Alnus</i>																	
<i>Aralia</i>																	
<i>Brasenia</i>																	
<i>Cephalanthus</i>																	
<i>Comptonia</i>																	
<i>Cornus</i>																	
<i>Cyclocarya</i> †																	
<i>Decodon</i>																	
<i>Diclidocarya</i> †																	
<i>Eurya</i>																	
<i>Ganitrocera</i> †																	
<i>Hypericum</i>																	
<i>Icacinaceae</i>																	
<i>Ilex</i>																	
<i>Liquidambar</i>																	
<i>Liriodendron</i>																	
<i>Magnolia</i>																	
<i>Mastixia</i>																	
<i>Microdiptera</i> †																	
<i>Myrica</i>																	
† Uddød																	

† Uddød

	Fasterholt floraen								Nulevende slægters biologi								
	Dominerende	Middel rep.	Sjælden	Diasporer	Kogler og frugtstande	Kviste og torne	Blade	Palæotropisk	Arktio-tertiært	Vandplanter	Sumpplanter	Tørbundsplanter	Tropisk	Subtropisk	Tempereret	Træer og buske	Urter og halvbuske
<i>Nyssa</i>																	
<i>Paliurus</i>																	
<i>Planera</i>																	
<i>Platanus</i>																	
<i>Prunus</i>																	
<i>Pterocarya</i>																	
<i>Quercus</i>																	
<i>Rosaceae</i>																	
<i>Rubus</i>																	
<i>Sphenotheca</i> †																	
<i>Spondiaecarpum</i> †																	
<i>Symplocos</i>																	
<i>Vitis</i>																	
Monocotyledones																	
<i>Aracispermum</i> †																	
<i>Aracistrobus</i> †																	
<i>Cladium</i>																	
<i>Epipremnum</i>																	
<i>Lemna</i>																	
<i>Pistia</i>																	
<i>Potamogeton</i>																	
<i>Scirpus</i>																	
<i>Sparganium</i>																	
<i>Spirematospermum</i> †																	
<i>Stratiotes</i>																	
<i>Typha</i>																	
† Uddødt																	

Der er betydelig variation i de forekommende slægters nutidige klimatiske (og geografiske) udbredelse. Den varierer fra tropisk til tempereret. Ved nærmere analyse findes der foruden klimatisk vidt udbredte slægter et element med tropisk-subtropisk affinitet og et tempereret (-nordl. subtropisk) element. De tempererede (-subtropiske) slægter synes at være i overvægt i listen. Dette fremhæves stærkt derved, at de allerfleste af de kvantitative dominanter har tempereret-varmt tempereret udbredelse med undtagelse af

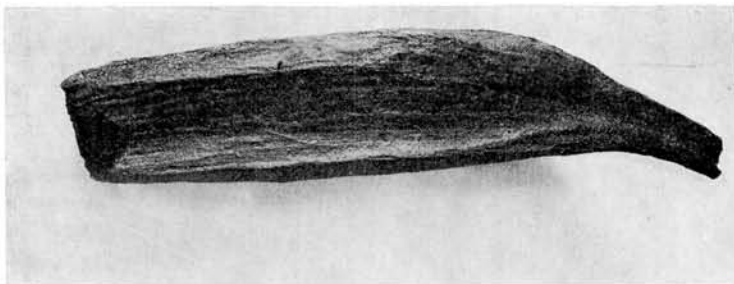


Fig. 19. Frugt af *Spirematospermum wetzleri* (Heer) Chandler (No. C. N. 3.22) fra Fæsteholt floraens palæotropiske element. X 1. J. Sommer fot.

Spirematospermum (uddød slægt, fig. 19). Det refererer til tilstedeværelse af to palæofloristiske elementer, som er velkendte fra Neogenet: Det palæotropiske og det arkto-tertiære (Engler, 1882).

Angående de perspektiver, der kan udledes heraf henvises til side 50 og følgende.

Søby floraen

(E. F. Christensen)

Lokaliteten for Søby floraen er beliggende i Damgaards nordlige grav. Planterne findes i den overgangszone af gytje og glimmersand, der adskilt af et gruslag underlejrer Hodde Leret.

Fossilfloraens blade er alle bevaret som kompressioner (bladaftryk + planterest). I frisk tilstand er bladene yderst velbevarede og viser et væld af detaljer, men efter kort eksponering i luftens ilt sker der en betydelig kvalitetsforringelse (tavle 4, fig. 3). Det er søgt kompenseret ved kemisk laboratoriebehandling, hvor bladene fjernes fra bjergarten. Herved er opnået virkelig gode resultater (tavle 4, fig. 4), og tilstedeværelsen af en cuticula er blevet påvist. Den afspejler epidermiscellerne, deres udformning og indbyrdes placering, hvilket er af største betydning for den taxonomiske bestemmelse.

De fossile frø og frugter, der findes sammen med bladene, er væsentligt dårligere bevaret, idet næsten alle er stærkt fladtrykte og de færreste tåler den oxydation de udsættes for, når de graves frem.

Der har på nuværende tidspunkt ikke været mulighed for en detaljeret undersøgelse af floraen (en cuticularanalyse), men morfologiske studier har dog ført til opstilling af de vigtigste slægter i materialet (tabel 3). En del former er vist på tavle 3-4.

Denne floraliste må ikke tages som endelig, idet en del af materialet endnu

	Søby floraen							Nulevende slægters biologi							
Tabel 3	Hyppighed i %	Diasporer	Kogler og frugtstande	Kviste og torne	Blade	Palæotropisk	Arktotertiært	Vandplanter	Sumpplanter	Tørbundsplanter	Tropisk	Subtropisk	Tempereret	Træer og buske	Urter og halvbuske
Gymnospermae	19,5														
<i>Pinus</i>															
<i>Sequoia</i>															
<i>Taxodium</i>															
Angiospermae															
Dicotyledones															
<i>Acer</i>	5,9														
<i>Castanea</i>	4,5														
<i>Comptonia</i>	3,6														
<i>Diospyros</i>	1,4														
<i>Halesia</i>	1,7														
<i>Juglans</i>	9,5														
<i>Leguminocarpon</i>															
<i>Liquidambar</i>	3,2														
<i>Nyssa</i>	7,2														
<i>Pterocarya</i>	8,3														
<i>Quercus?</i>	14,5														
<i>Salix</i>	2,8														
<i>Ulmus</i>	5,5														
Monocotyledones															
<i>Smilax</i>	4,5														

ikke er bestemt til slægt. Det kan fastslås efter en bladtælling i felten (1227 blade, frø og frugter optalt på slægtsbasis), at omkring 90% af det undersøgte materiale rummes i de nævnte slægter, således at fossilfloraens kvantitative sammensætning er klar.

Der er tidligere gjort rede for, at aflejringsmiljøet har været et delta. Her har vi haft et lokalt ret dybt vandområde med rolige sedimentationsforhold. Langt de fleste blade er yderst velbevarede og bærer ingen eller kun ringe spor efter transport. Det, i forbindelse med tilstedeværelsen af flere forskellige organer fra samme træ i samme lag, vidner om en ganske kort vej til aflejringsstedet. På den anden side findes der ikke rod- eller stubbehorisonter i selve det planteførende gytjelag, så træerne har dog ikke vokset på stedet.

Taxodium's store fossile repræsentation må ses på baggrund af de miljø- og aflejringsmæssige forhold. *Taxodium* vokser i dag i sumpene i det sydøstlige USA, på temporært vanddækkede områder (op til 1,5 m). De 19,5 % i floralisten må således ikke kun tages som vidnesbyrd om træets dominerende stilling i floraen, men også som et udtryk for, at voksestedet har været helt ude i sumpen, meget nær aflejningsstedet. *Nyssa* træffes Recent ligeledes i sumpenes åbne vand, ofte sammen med *Taxodium*. Den relativt lave repræsentation i fossilfloraen må tages med det forbehold, at bladene er meget tynde og dårligt egnede til at tåle fossiliseringsprocessen. Det forklarer sikkert også det forhold, at der findes mere end fem gange så mange *Nyssa* frugter som blade i aflejringen. *Smilax*, en slyngplante eller klatrende busk fra liliefamilien, hører også hjemme i sumpen sammen med *Taxodium* og *Nyssa*.

I modsætning til det egentlige sumpelement har vi *Pinus* og *Sequoia*, der i dag foretrækker mere tørre veldrænerede voksesteder. De er i fossilfloraen kun repræsenteret ved et par enkelte kogler. De har tydeligvis haft langt til aflejningsstedet, idet materialet bærer tydelige spor af transporten.

Hvad angår de øvrige slægter, er det for tidligt at drage slutninger om relationen til aflejringsmiljøet, blot antyde at de fleste Recent vokser eller kan vokse på fugtig bund, og at de angivne procenttal bedst står sig ved en sammenligning med det egentlige sumpelement.

Sammenligner vi fossilfloraens slægter med slægternes nuværende udbredelse, får vi umiddelbart indtryk af en vis tempereret affinitet hos Søby floraen, måske med en tendens mod det subtropiske. Det kan imidlertid være vanskeligt at indkredse de palæoklimatiske forhold nøjere, når der arbejdes på slægtsbasis. Der findes imidlertid en metode til at indhente yderligere klimatiske oplysninger. Det er blevet påvist, at der eksisterer en nær sammenhæng mellem bladmorfologi og klima. Der er således en række karakterer, der kan indgå i en analyse, der giver mulighed for groft at skelne mellem tropisk og tempereret klima (Sinnott & Bailey, 1916). Ved at overføre dette forhold til fossile bladfloraer har man fået et middel i hænde, der arbejder uafhængigt af taxonomien. Ved at tælle forholdet mellem de helrandede og de ikke-helrandede blade i Søby floraen (der er ialt talt 1173 blade), fås en værdi for de helrandede på 37 % og 63 % for de ikke helrandede. Sammenligner vi de tal med tallene for Recente floraer fordelt over kloden, ser vi at der i det sydøstlige USA fås en værdi på 36 % for helrandede (træer) og i det østlige Centralkina en på 38 % for de helrandede (træer), (Sinnott & Bailey, 1916). Begge disse områder ligger i den varmere del af den tempererede zone. Se endvidere side 53.

Floraens udsagn om miljøbetingelser

(B. E. Koch, W. L. Friedrich, E. F. Christensen & E. M. Friis)

I unge geologiske dannelser som de Neogene er den fossile flora tilstrækkeligt nært beslægtet med den nulevende til at tillade konklusioner vedrørende klima og andre miljøfaktorer på grundlag af floristisk overensstemmelse med Recente florasamfund, omend konklusionerne naturligvis begrænses til en ret generaliseret form.

Den Neogene flora består hovedsagelig af slægter, som kendes fra Nutiden. Forskellighederne ligger enten på artsplan eller også har vi ikke muligheder for at afsløre artsidentitet mellem fossile organrester og Recente planter. Med denne generelle begrænsning har vi allerede nu en indsigt i fossilfloraen som tillader os at forsøge at drage slutninger om klima og miljø, som dog må stabiliseres yderligere gennem relevante oplysninger fra geologi og palæontologi.

Den velbevarede tilstand af en stor del af både Fæsteholt og Søby floraen taler for skånsom transport fra voksested til aflejningssted. En væsentlig del af floraen antages derfor at være lokal, det vil sige at tilhøre aflejringsmiljøet og dets nærmeste omgivelser. En del fossiler viser dog stærk slitage og kan være transporteret over længere afstande. Sumpmiljøet er stærkt repræsenteret, men også slægter, der fordrer mere veldrænet voksested er repræsenteret blandt det velbevarede fossilmateriale. Brunkulaflejringerne støtter fossilfloraens indikationer for stærk repræsentation af sumpmiljø. Det differentierede billede med kriterier for andre betingelser harmonerer med den stærkt differentierede geologiske lagsøjle, hvor bl.a. brunkulslagseriens lagsfølge vidner om svingende grundvands- og vandspejlsniveauer. Stubbe-horisonter, rod-horisonter af urtevegetation og erosionsgrænser taler om lejlighedsvis tørlægning af i hvert fald dele af aflejringsmiljøet. Hertil kommer den fluviatile facies's dominerende rolle i lagserien, som taler for et deltamiljø, der netop er karakteristisk for sin differentierede struktur, sin variation af geologiske og biologiske miljøer, som gennem omlægning af flodløb og gennem fluktuationer i grundvandsspejl resp. vandspejlsniveau i afsnørede søer og laguner forholdsvis let ændres radikalt som biologisk såvel som sedimentært miljø. Fossilflora og geologi er i denne henseende i harmoni i Søby-området Miocæne lagserie og støtter sammen formodningen om, at den Miocæne lagserie i Søby-området repræsenterer et deltamiljø.

Kuldannelsens relation til delta og kystbevægelse

B. Eske Koch

I det nordlige Europa har vi betydelige Tertiære brunkulsområder, som f.eks. det nedre rhinske omkring Køl'n og Lausitzer området mellem Berlin og Det bøhmiske Massiv. Her er tale om aflejringsmiljøer af beslægtet type i forhold til det jyske Neogen-områdes, dog med langt rigere brunkulsforekomster. Der er i de områder udført omfattende geologiske studier af miljøforhold (betingelser for brunkulsdannelsen) og det kontinentale Neogens stratigrafi (Nedre rhinske område: Teichmüller, 1958; Teichmüller & Thomson, 1958. Lausitz: Ahrens, Lotsch & Tzschoppe, 1968; Ahrens & Lotsch, 1967; Mai, 1967, Krutzsch & Majewski, 1967), som vi i vid udstrækning kan drage nytte af under et tilsvarende studium af Søby-området. De tyske eksemplers placering nærmere den urolige alpine foldekæde end det jyske Neogen-område er en forskel, der må noteres, og som ikke gør det rådeligt at parallellisere for nøje. Tektonisk uro vil i højere grad drive materialetilførslen i disse end i det jyske Neogene deltasystem, som ligger fjernere fra urocentret i et stort aflejringsbassin, der er hængslet på det store, relativt stabile skandinaviske grundfjeldsskjold, hvorfra vi formodes at have modtaget den overvejende del af Neogenets sedimentære materiale (Larsen, 1963, og mundtlig information). Endvidere synes f.eks. det tektonisk uroligere Lausitzer område præget af en hastigere indsynkning i de transgressive faser. Standardprofilen gennem Lausitzer området (Ahrens, Lotsch & Tzschoppe, 1968; Ahrens & Lotsch, 1967) viser i lighed med det jyske Neogen-profil (Rasmussen, 1961 og 1966) 2 deltafremstød (se fig. 20) underlejret af marine aflejringer (Lausitzer profilet: Spremberger Schichten, Øv. Oligocæn) og med en mellemliggende transgression, der i Lausitzer profilet hovedsageligt repræsenteres af brakvandsaflejringer (Untere- og Obere Briesker Schichten), som dog i midten bærer vidnesbyrd om en stagnation med regionalt vidt udbredt forsumpning og tørvedannelse (2. Lausitzer Flözhorizont).

Brunkulsdannelserne i Lausitzer området hører til to principielt forskellige situationer, der resulterer i forskellig petrografi, petrografisk succession (horisontalt som vertikalt) og struktur:

1) Den epeirogenetiske flöztype er af vid regional udbredelse med jævn brunkulsmægtighed, speciel petrografi (bl.a. meget ringe askeindhold, stort træindhold) og er over- og underlejret af brakvands- og marine aflejringer.

2) Deltarand-flöztypen er knyttet til deltafronten og er som følge af deltaets varierende og i Lausitzerdeltaets tilfælde det tektonisk relativt urolige miljø, af stærkt vekslende mægtighed. Brunkulsmægtigheden er maksimal i deltastrukturens randzone og aftager stærkt både ind i deltaet og ud mod kystzonen. Som det vil være naturligt for et led i en deltaaflejring er brunkul-

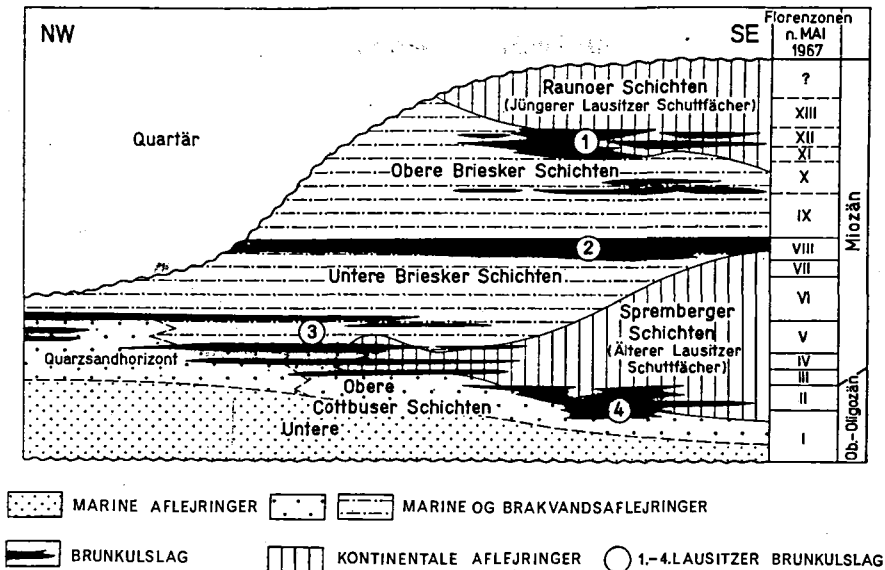


Fig. 20. Skematisk stratigrafisk snit gennem »Jüngere Braunkohlenformation« i Niederlausitz, DDR, med palæofloristisk zonerung (efter Ahrens, Lotsch & Tzschoppe, 1968).

lene her præget af miljøets betydelige uorganiske sedimenttransport og er derfor askerige. I disse brunkulsafløjninger udvikles en succession horisontalt som vertikalt (areal- såvel som tidsmæssigt), nærmere betegnet inde fra deltaet og kystværts respektivt oppefra og nedefter i snit gennem deltaaflejringerne:

- 1) Skovmosekul (fra skovsump)
- 2) Detrituskul (fra træløs sump: urte-busksump, rørsump)
- 3) Gytjekul – Gytje/Dy (fra åben sump)

-detrituskul-gytje/dy i vore profiler, og askerige detrituskul er dominerende i forhold til trærige kul og især til egentlige skovsumpkul. Når »skovsumpkul« ovenfor er sat i citationstegn og parentes, er det fordi det trærige brunkulslag (xylit), som afslutter 2. cyklus i Fasterholt-profilet er baseret på drivved (allochton, kystnær facies) og ikke på materiale, der har vokset på stedet. Kun første (nederste) cyklus i brunkulslagserien har stubbe og synes at være et egentligt lag skovsumpkul.

Så vidt det kan gøres på det foreliggende materiale, viser en sammenligning imellem Søby-området og Lausitzer-deltaet, at udviklingen af brunkulsaflejringerne i Fasterholt-profilet ikke er kongruent med de typiske typer i Lausitzer-profilet, men ligger nærmest udviklingen i en transgressiv fase. Den rytmiske udvikling af brunkulsaflejringerne i Fasterholt-profilet kræver forholdsvis rolige betingelser. For at det kunne tænkes udviklet i en transgressiv fase, må den have udviklet sig væsentligt roligere og langsommere end i Lausitzer-området. Den forudsætning er yderligere nødvendig, da der skal være plads til aflejring af 10–15 m deltasand imellem kuldannelsen og Hodde Lers aflejring (se videre side 49–50). En konklusion vedrørende bjergartsudviklingen efter den foreløbige behandling af kultyperne og deres geologiske miljø kan være, at Fasterholt-profilets brunkulsførende lagserie tilhører et deltarandmiljø under en langsom og rolig, eventuelt diskontinuerligt udviklet transgressiv fase.

Forekomsten af glaukonitførende sand tæt under den brunkulsførende lagserie (Larsen & Friis, 1973) er det vægtigste argument vi kender for en model med et deltamiljø i en regressiv fase, idet brunkullene i en sådan må forventes at følge kort efter marine, evt. brakvandsaflejringer. Den model må derfor på dette stadium af vor undersøgelse tages i betragtning som alternativ. Opfattelsen af at glaukonitselskabet er primært, støder på det problem, at der ikke er truffet marine fossiler af nogen art i forbindelse med den pågældende aflejring til trods for, at den ikke byder på vanskeligheder som livsmiljø for en fauna af f. eks. muslinger og snegle. Så også spørgsmålet om tilstedeværelse af en marin dannelse tæt under den brunkulsførende lagserie rummer endnu problemer. Den formodede marine forekomst korreleres hypotetisk af Larsen & Friis (1973) med Arnum Formationen (se side 35).

Stratigrafiske forhold

B. Eske Koch

Lokale problemer

Vore bestræbelser går på det nuværende stadium i første række ud på at skabe klarhed over de lokale stratigrafiske forhold, således det stratigrafiske forhold mellem Fasterholt floraen (brunkulslagserien) – Søby floraen (overgangslagserien) og Søby floraen – Hodde Leret.

Vore overvejelser angående korrelationen mellem Søby-områdets Neogene lagserie og den lokale jyske stratigrafi (Rasmussen, 1961 og 1966) må nødvendigvis tage sit udgangspunkt i de elementer, der er bedst aldersbestemt. For Søby-området er det idag Hodde Formationen og Gram Lerets basale glaukonitrige ler (se fig. 2).

Det geologiske miljø i det aktuelle tidsinterval er et sedimentært bassin (Nordsøbassinet) i et stadium af fremskreden opfyldning med delta-vækst mod vest, hvor materialetilførslen og den modsat rettede effekt af bassinets indsynkning styrer kystens oscillationer. Under de betingelser vil det forhold, at Hodde Ler-havets transgression når Søby-området, formodentlig fra vest, føre til eftersøgning af tegn på den tilhørende indsynkningsfases igangsættelse her. Tanken er, at den accelererede indsynkning, som har den nævnte transgression som følge, må påvirke hele bassinet eller i det mindste så store dele deraf, at også deltaet i Søby-området påvirkes. Her må man forvente, at resultatet ville blive en hævnning af grundvandsspejl og erosionsbasis. I lagserien må det gøre sig gældende ved en markant ændring i sedimentationen og eventuelt stærkt øget effekt.

Ifølge Heller (1961a) gik K. Milther's tanker vedrørende brunkullenes dannelsesbetingelser i denne retning. Han mente, at en så markant dannelse, som kræver betydelig hævnning af grundvandsspejlet måtte sættes i forbindelse med en marin transgression med fælles årsagsforhold.

Det nærmeste tilfælde i lagserien under Hodde Leret, hvor vi finder en sådan markant ændring i aflejringerne, der kunne være dette miljø's svar på en øget indsynkning, finder vi ved brunkulslagseriens basis. Her følger den 1. brunkulscyklus over en tæt rodhorisont (fig. 9) på en overflade af deltasand, og en lakustrin lagserie opbygges af ler, gytje og tørvesedimenter med en samlet mægtighed, der i dag er ca. 10 m. Da ca. 9 m af denne serie oprindelig var tørv, gytje og ler med et betydeligt vandindhold, har denne sedimentlagserie antagelig oprindelig været 15-20 m tyk, inden vægten af den overlejrrede lagserie førte til udpresning af porevand og løsere bundet vand i øvrigt. Aflejringen har tydeligvis ikke indhentet indsynkningen, idet der umiddelbart over og uden tegn på erosion af brunkulslagseriens øverste lag er aflejret ca. 10 m deltasand inden Hodde Lerets transgression nåede

Søby-området. Der registreres således tilnærmelsesvis en indsynkningseffekt på omkring 25-30 m.

Der skal ved overvejelser over denne sammenhæng opereres med en delta-model med meget flad gradient mod vest, hvorover der følger en transgression. Modellen indebærer, at brunkulslagserien er synkron med Hodde Leret eller de nedre dele heraf på dets vestligste lokaliteter. Den indebærer videre, at Hodde Lers profilet bliver successivt yngre, jo østligere forekomsten ligger, idet den som formodet lagune eller deltarandfacies må retirere sammen med deltaets kystzone.

Forfatteren mener, at hverken den brunkulsførende lagserie eller Hodde Leret kan vurderes som isolerede fænomener. Endvidere at en markant begivenhed som den transgression, der fører til aflejring af Hodde Leret og Gram Leret må have påvirket miljøet vidt omkring og altså også i Odderup Formationens deltamiljø på en måde, som må have sat sig tydeligt spor i lagserien. Kun brunkulslagserien synes at have de nødvendige dimensioner, som kan modsvare en indsynkning af det omfang, der må kræves for en så betydelig transgression (se side 10, 32-34). Det må være udgangspunkt for de videre overvejelser over denne del af den jyske Neogene stratigrafi.

Biostratigrafisk perspektiv

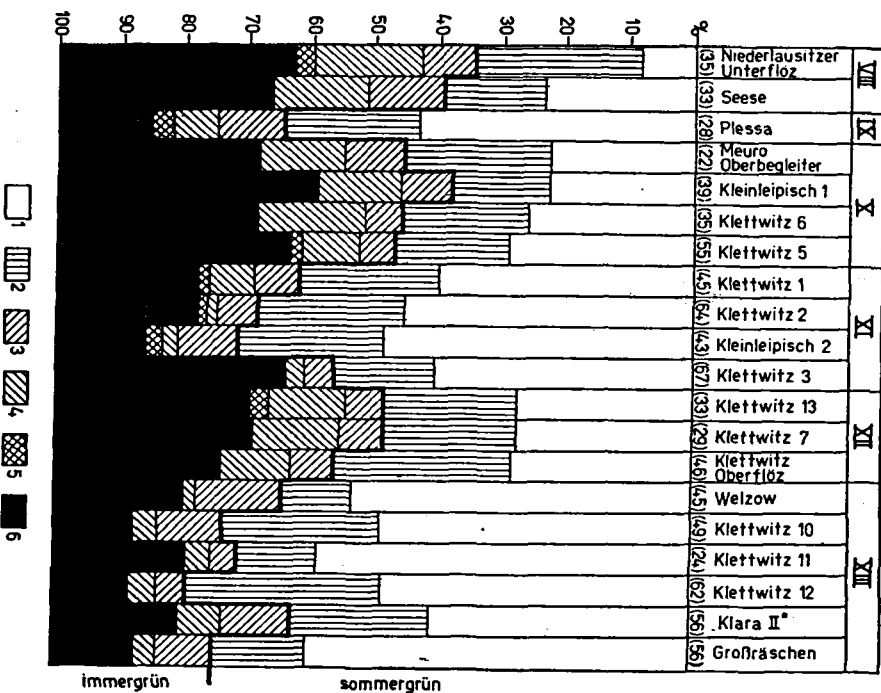
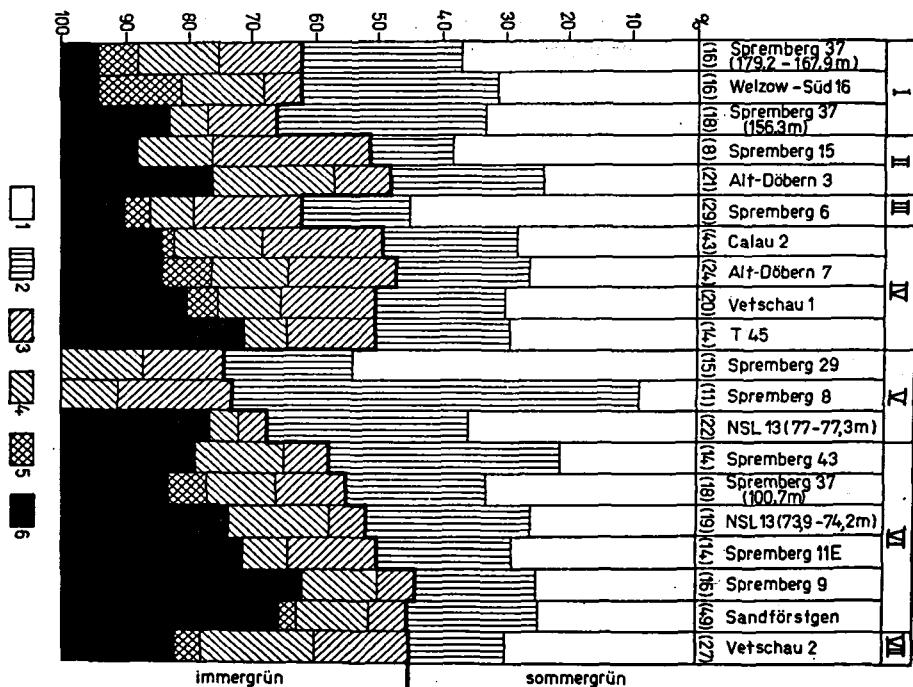
Nu, hvor vi kun kan præstere floralister på slægtsbasis fra Fasterholt og Søby floraerne, kan de i bedste fald kun angive visse biostratigrafiske retningslinier eller alternative muligheder. Der ligger imidlertid i selve det righoldige materiale, hvad både kvantitet og kvalitet angår, gode muligheder for et lønnende arbejde i stratigrafisk retning. Det skyldes, at vi har to rige fossilniveauer at arbejde med; måske vil det med tiden blive muligt med bistand af borerer også at bringe Moselund floraen (Mathiesen, 1965 og 1970) ind i de stratigrafiske sammenhæng som et tredje floraniveau, hvad der vil forøge vore muligheder væsentligt. Yderligere har vi karpologiske samlinger fra adskillige niveauer indtil 90 m under brunkulslagserien til rådighed.

Fig. 21. Histogram-analyse af fossilflora fra Lausitzer profilet (fig. 20) på basis af klimatisk-geografisk udbredelse af floraernes slægter. Der kan derved drages en oscillerende grænse (kurve) mellem et løvfældende (arkto-tertiært) element og et stedsegrønt (Mastixioidé-) element.

Signaturer:

1. Panholarktisk og europæisk udbredelse.
2. Østasiatisk – nordamerikansk udbredelse.
3. Kosmopoliter og relikter.
4. Uddøde slægter.
5. Mediterrant- og passat klima.
6. Tropisk – subtropisk udbredelse.

Efter Mai, 1967.



Afgørende er det, at der allerede foreligger områder i det nordlige Europa, hvor dele af Neogenet er blevet detaljeret inddelt i zoner på palæobotanisk-klimastratigrafisk og pollenanalytisk grundlag. Det yngre Tertiær, nærmere betegnet et interval fra Øvre Oligocæn til Mellem Miocæn (korrelationen til den marine stratigrafi i Nordsøbassinet er usikker for overgrænsen af dette interval), baseret på Lausitzer-profilet i Østtyskland (fig. 20) er således opdelt i 13 veldefinerede zoner, (Mai, (1967), Krutzsch & Majewski (1967)). På samme måde er et pollenanalytisk-stratigrafisk system langt fremskredet for det nedre rhinske område (von d. Brelie, 1966, 1968). Mai's system (Mai, 1967) bygger i vid udstrækning på karpologiske studier, som i nogen udstrækning også har indarbejdet bladflora (Jähnichen, 1966). FASTERHOLT- og SØBY floraerne vil da kunne direkte sammenlignes hermed, når materialet er artsbestemt.

13-zone systemet for Lausitzer-deltaet bygger på, at den yngre Tertiære lagserie her og i tilgrænsende områder i vid udstrækning har kunnet deles i en række korrelerbare lithostratigrafiske enheder, (Ahrens, Lotsch & Tzschoppe, 1968).

Det palæobotaniske grundlag for det stratigrafiske system er en markant floraveksling gennem Lausitzer-serien (fig. 21). Den Neogene fossilflora i Nord- og Mellemeuropa består af to elementer: 1) Det palæotropiske (Engler, 1882) og 2) det arkto-tertiære (Engler, 1882). De er modpoler i en vekselvirkning, som antages styret af klimasvingninger. Det palæotropiske element består af stedsegrønne arter, som idag findes i den gamle verdens tropen, og det arkto-tertiære er et udpræget tempereret selskab af løvfældende arter. Det førstnævnte element udgjorde Europas flora i Eocæn (se f. eks. Reid & Chandler, 1933; Chandler, 1961-1964), mens det arkto-tertiære i det ældste Tertiær prægede floraen i det høje Nord (se f. eks. Heer, 1868-83; Chaney, 1936, 1940; Koch, 1963) for successivt fra Oligocæn til Pliocæn at fortrænge det palæotropiske element. Igennem det aktuelle stratigrafiske interval eksisterer disse elementer sammen snart med dominans af det ene, snart det andet. To fossilflora typer findes da afvekslende:

- 1) Mastixioidé floraen (Kirchheimer, 1938) (= Poltawa floraen, Krystofovich, 1955 = Tethys floraen, Reid & Chandler, 1933 = Lower Tertiary flora, Chandler, 1964) som hovedsagelig består af stedsegrønne slægter med tropisk-subtropisk udbredelsesområde med underordnet repræsentation af intermediære, kosmopolitiske og arkto-tertiære slægter.
- 2) Arkto-tertiær floraen (Engler, 1882) (= Turgai flora, Krystofovich, 1955) med dominans af løvfældende slægter med tempereret udbredelsesområde og med underordnet repræsentation af Mastixioidé floraens elementer, intermediære og kosmopolitiske slægter.

Igennem Tertiæret har floraerne vekslet siden Nedre Oligocæn, da den arkto-

tertiære flora først viste sig i Europa, idet de to fossile floratyper dog stadig er blandede i varierende forhold. De palæotropiske slægter fortrængtes lidt efter lidt til fuldstændig forsvinden i Pliocæn. Bortfaldet af arter og slægter sammen med det karakteristiske forhold imellem palæotropisk og arkto-tertiær flora og enkelte »ledefossiler« udgør grundlaget for opdelingen af Lausitzer-profilet (Nedre Oligocæn – Mellem Miocæn) i 13 biostratigrafiske zoner.

Fra Søby floraen kender vi i dag kun det arkto-tertiære element karakteriseret ved *Acer*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Salix*, *Comptonia* (*Myrica*) og har en rent tempereret klimaindikation ved bladmorfologisk analyse. Den kunne antages for en Pliocæn flora, hvis ikke Hodde- og Gram Ler fulgte stratigrafisk efter.

Fasterholt floraen viser ud af sin mangfoldighed af materiale en stærk kvalitativ og kvantitativt helt dominerende repræsentation af det arkto-tertiære element, men dog med mange palæotropiske slægter (i få eksemplarer med visse vel repræsenterede undtagelser, som *Spirematospermum* (Ingefærfamilien)).

En succession af to fossilfloraer med denne konkrete sammensætning fra udtalt varmt tempereret (-subtropisk) klimakrav til en rent tempereret fossilflora uden relikter af Mastixioidé flora findes kun udpræget øverst i Lausitzer-stratigrafien (zonerne XI–XIII). Søby floraen kunne paralleliseres med zone XIII og kan af forskellige grunde dårligt være yngre. Tilsvarende kunne Fasterholt floraen hypotetisk ækvivaleres med zone XII eller intervallet XI–XII, hvis de to floraer i det hele taget falder indenfor de 13 zoner.

I det stratigrafiske skema for Lausitzer-profilet (Kruttsch, 1966) findes en lakune over zone XIII, og Miocæn ender med en transgressiv dannelse (Posener Ton). Transgressionerne fra Nordsøen gør sig generelt sent gældende med brakvands-marine aflejringer i dette område, så Posener Leret er en relativt sen dannelse. Den øvre del af lakunen ækvivalerer sandsynligvis vor sidste Miocæne transgression, men om der er plads til vore floraer i dette ikke klimastratigrafisk zonerede interval er usikkert. Under den fortsatte undersøgelse må vi regne med en mulighed for placering af Fasterholt- og Søby floraerne i zonerne XI–XIII eller i nævnte lakune. Det må dog tages med forbehold, så længe vi kun arbejder på basis af en slægtsliste. Vi står endnu over for andre muligheder, da der i Lausitzer-stratigrafien også findes en succession ved zone IV og V, der kan være relevant som sammenligningsgrundlag, men den ligger antagelig for langt nede i Miocænet.

Under hensyntagen til de geologiske kriterier, Hodde Lerets tilstedeværelse ret nær over den brunkulsførende lagserie og florasammensætningen er det rimeligt at opfatte den del af Odderup Formationen, som er blottet i Søby-Fasterholt området, som tilhørende Mellem Miocæn i overensstemmelse med Rasmussen (1961, 1966) med størst sandsynlighed for øvre del af dette interval.

Litteratur

- Ahrens, H. et al. 1968: Gesetzmässigkeiten der Braunkohlenbildung in der »Jüngerer Braunkohlenformation« der Deutschen Demokratischen Republik. *Internat. geol. Congr. Rept. 23. Session Czechoslovakia 1968*, Proc. sect. 11: Origin of Coal Deposits, 9–21.
- Ahrens, H. & Lotsch, D. 1967: Die geologischen Grundlagen der Aufstellung der Florenzonen im jüngerer Tertiär der Lausitz. *Abh. zentr. geol. Inst.* 10, 39–54.
- Andersen, S. A. 1944: *Det danske Landskabs Historie. I: Undergrunden*. 480 pp. København: Populær-Videnskabeligt Forlag.
- Anderson, H. J. 1966: Die Schichtenfolge des Tertiärs und Quartärs. Geologische und bergbauliche Übersicht des rheinischen Braunkohlenreviers. *Broschüre zur Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 2–5. Krefeld.
- Chandler, M. E. J. 1961–1964: *The Lower Tertiary floras of southern England I–IV*. London: British Museum (Natural History).
- Chandler, M. E. J. 1964: *The Lower Tertiary floras of southern England IV: A summary and survey in the light of recent botanical observations*, 151 pp., London: British Museum (Natural History).
- Chaney, R. W. 1936: The succession and distribution of Cenozoic floras around the northern Pacific basin. In Goodspeed, T. H. (ed.): *Essays in Geobotany in honor of William Albert Setchell*, 55–85, Berkeley, Calif.: California Univ. Press.
- Chaney, R. W. 1940: Tertiary forests and continental history. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 51, 469–488.
- Christensen, W. & Larsen, G. 1960: Tungsandsforekomster i Danmark. *Danm. geol. Unders. rk. 3*, 33, 63 pp.
- Dalgas, E. 1868: *Geographiske Billeder fra Heden*, H. (1)–2, 125 pp.
- Dawson, J. W. 1883: On the Cretaceous and Tertiary Floras of British Columbia and the Northwest Territories. *Roy. Soc. Canada Trans.* 1 (4), 15–34.
- Dawson, J. W. 1886: On the fossil plants of the Laramie formation of Canada. *Roy. Soc. Canada Trans.* 4 (4), 19–34.
- der Brelie, G. von 1966: Quantitative Sporenuntersuchungen zur stratigraphischen Gliederung des Neogens in Mitteleuropa. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 2, 147–162.
- der Brelie, G. von 1968: Zur mikrofloristischen Schichtengliederung im rheinischen Braunkohlenrevier. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 16, 85–102.
- Engler, A. 1882: *Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt seit der Tertiärperiode II*. 333 pp., Leipzig: Engelmann.
- Forchhammer, G. 1835: *Danmarks geognostiske Forhold forsaavidt som de ere afhængige af Dannelser, der ere sluttede*. 112 pp. København: Schultz.
- Friedrich, W. L. & Koch, B. E. 1970: Comparison of Fruits and Seeds of fossil *Spirematospermum* (Zingiberaceae) with those of living *Cenolophon*. *Bull. geol. Soc. Denmark* 20, 192–195.
- Friedrich, W. L. & Koch, B. E. 1972: Der Arillus der tertiären Zingiberaceae *Spirematospermum wetzleri*. *Lethaia* 5, 47–60.
- Garboe, A. 1961: *Geologiens Historie i Danmark*, II, København 1961.
- Grönwall, K. A. 1908: En boring på Samsø og nogle deraf følgende Slutninger om Danmarks ældre Tertiær. *Meddr dansk geol. Foren.* 3, 133–148.
- Hartz, N. 1909: *Bidrag til Danmarks tertiære og diluviale Flora*. 293 pp. København: Reitzel.
- Heer, O. 1868–1883: *Flora Fossilis Arctica I–VII*.
- Heer, O. 1883: *Flora Fossilis Groenlandica (Flora Fossilis Arctica 7)*, 275 pp.: Zürich, Fr. Schulthess.

- Heer, O. 1893: Oversigt over Grønlands fossile Flora. (Zürich 1883). *Meddr Grønland* **5**, 79–202. Se også Steenstrup, 1893.
- Heller, E. 1961a: Keld Milthers' arbejde med brunkulseftersøgningen. *Meddr dansk geol. Foren.* **14**, 447–453.
- Heller, E. 1961b: Iagttagelser over tertiære og kvartære forhold i Tarm-Brande-Grindsted-området. *Meddr dansk geol. Foren.* **14**, 374–385.
- Ingwersen, W. 1949: Iagttagelser i de jyske Brunkulsgreve. *Meddr dansk geol. Foren.* **11**, 486–488.
- Ingwersen, P. 1954: Some Microfossils from danish Late-Tertiary Lignites. *Danm. geol. Unders. række 2*, **80**, 31–64.
- Johnstrup, F. 1875: De geognostiske Forhold i Jylland. *Tidsskr. for Landøkonomi.* 31 pp. (også: 1877 (optryk): Foredr. v. 13. danske Landmandsforsamling).
- Jähnichen, H. 1966: Morphologisch-anatomische Studien über strukturbietende, ganzrandige Eichenblätter des Subgenus *Euquercus-Quercus lusatica* n.sp. im Tertiär Mitteleuropas. *Mon.-Ber. dt. Akad. Wiss. Berlin* **8** (6/7) 477–512.
- Jørgensen, K. D. 1941: Det danske Pliocæn. *Meddr dansk geol. Foren.* **10**, 59–63.
- Kirchheimer, F. 1938: Beiträge zur näheren Kenntnis der Mastixioideenflora des deutschen Mittel- bis Oberoligocäns. *Beih. Botan. Cbl. Abt. B* **58**, 303–375.
- Koch, B. E. 1963: Fossil plants from the Lower Paleocene of the Agatdalen (Angmartussut) area, central Nûgssuaq peninsula, Northwest Greenland. *Bull. Grønlands. geol. Unders.* **38**, 120 pp. (også *Meddr Grønland* **172** (5)).
- Koch, B. E. & Friedrich, W. L. 1970: Geologisch-Paläobotanische Untersuchung der miozänen Braunkohlen bei FASTERHOLT in Jütland, Dänemark. *Bull. geol. Soc. Denmark* **20**, 169–191.
- Koch, B. E. & Friedrich, W. L. 1971: Früchte und Samen von *Spirematospermum* aus der miozänen FASTERHOLT-Flora in Dänemark. *Palaeontographica, B* **136**, 1–46.
- Koch, B. E. & Friedrich, W. L. 1972: Stereoskopische Röntgenaufnahmen von fossilen Früchten. *Bull. geol. Soc. Denmark* **21**, 358–367.
- Kristoffersen, F. N. 1972: Foraminiferzonering i det jyske Miocæn. *Dansk geol. Foren. Årsskr. for 1971*, 79–85.
- Krutzsch, W. 1966: Zur Kenntnis der präquartären periporaten Pollenformen. *Geologie* **15**, Beih. 55, 16–72.
- Krutzsch, W. & Majewski, J. 1967: Zur Methodik der pollenstratigraphischen Zonen-gliederung im Jungtertiär Mitteleuropas. *Abh. zentr. geol. Inst.* **10**, 83–98.
- Krystofovich, A. N. 1955: Rasvitije botaniko-geograficeskich oblastej severnovo poluscharia s načala tretičnovo perioda. *Woprosi geolog. Asi.* **2**, isd. Akad. Nauk SSSR.
- Larsen, G. 1963: Undersøgelse af flintfattigt grus til beton. *Ingeniøren*, **B 12**, 415–426.
- Larsen, G. 1966: *Rhaetic – Jurassic – Lower Cretaceous Sediments in the Danish Embayment (A heavy-mineral study)*. 128 pp. Copenhagen. (også i *Danm. geol. Unders. rk. 2*, **91**).
- Larsen, G. 1970: Hovedtræk af tungmineralanalysens resultater i Danmark. *Dansk geol. Foren. Årsskr. for 1969*, 36–47.
- Larsen, G. & Dinesen, A. 1959: Vejle Fjord formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn – Miocæn). *Danm. geol. Unders. rk. 2*, **82**, 114 pp.
- Larsen, G. & Friis, H. 1973: Sedimentologiske undersøgelser af det jyske ung-Tertiær. *Dansk geol. Foren. Årsskr. for 1972*, 119–128.
- Larsen, G. & Kuyp, A. A. 1971: Spor efter grundvandsforekomster i ungtertiæret ved FASTERHOLT. *Dansk geol. Foren. Årsskr. for 1970*, 17–22.
- Lesquereux, L. 1852: Torfbildung im grossen Dismal – Swamp. *Zeitsch. deutsch. geol. Ges.* **4**, 695–697. (foredragsref., læst af Desor.)

- Lesquereux, L. 1883: Contributions to the fossil flora of the Western Territories III, The Cretaceous and Tertiary floras. *U.S. geol. Surv. Terr. Rept.* **8**, 283 pp.
- Mai, D. H. 1967: Die Florenzonen, der Florenwechsel und die Vorstellungen über den Klimaablauf im Jungtertiär der Deutschen Demokratischen Republik. *Abh. zentr. geol. Inst.* **10**, 55–81.
- Mathiesen, F. J. 1965: Palaeobotanical Investigations into some Cormophytic Macrofossils from the Neogene Tertiary Lignites of Central Jutland: I: Introduction and Pteridophytes. 44 pp. *Kgl. Dan. Vid. Selsk. Biol. Skr.* **14** (6) København: Munksgaard.
- Mathiesen, F. J. 1970: Palaeobotanical Investigations into some Cormophytic Macrofossils from the Neogene Tertiary Lignites of Central Jutland. II: Gymnosperms. 70 pp. *Kgl. Dan. Vid. Selsk. Biol. Skr.* **17** (3). København: Munksgaard.
- Milthers, K. 1941a: Systematisk Eftersøgning af Brunkul. *Geogr. Tidsskr.* **44**, 100–117.
- Milthers, K. 1941b: De danske Brunkul og deres Udnyttelse. *Ledetraad ved folkelig Universitetsundervisning* **115**, 4 pp.
- Milthers, K. 1944a: Det danske Brunkulseventyr. *Ingeniøren* **45**, 53 årg., K67–K69.
- Milthers, K. 1944b: Det danske Brunkulseventyr. *Tidsskr. for Industri* **1944** (15), 185–190.
- Milthers, V. 1939: Kortbladet Brande. *Danm. geol. Unders.* rk. **1**, **18**, 163 pp.
- Nathorst, A. G. 1885: Kap. 6–7 i Nordenskiöld, A. E. 1885 (se denne).
- Nathorst, A. G. 1888: Zur fossilen Flora Japans. *Paläont. Abh.* **4**, 195–250.
- Nordenskiöld, A. E. 1885: *Den andra Dicksonska Expeditionen till Grönland*. 546 pp. Stockholm: F. & G. Beijer.
- Nørregaard, E. M. 1916a: Mellem-Miocæne Blokke fra Esbjerg. *Danm. geol. Unders.* rk. **4**, **1** (5), 58 pp.

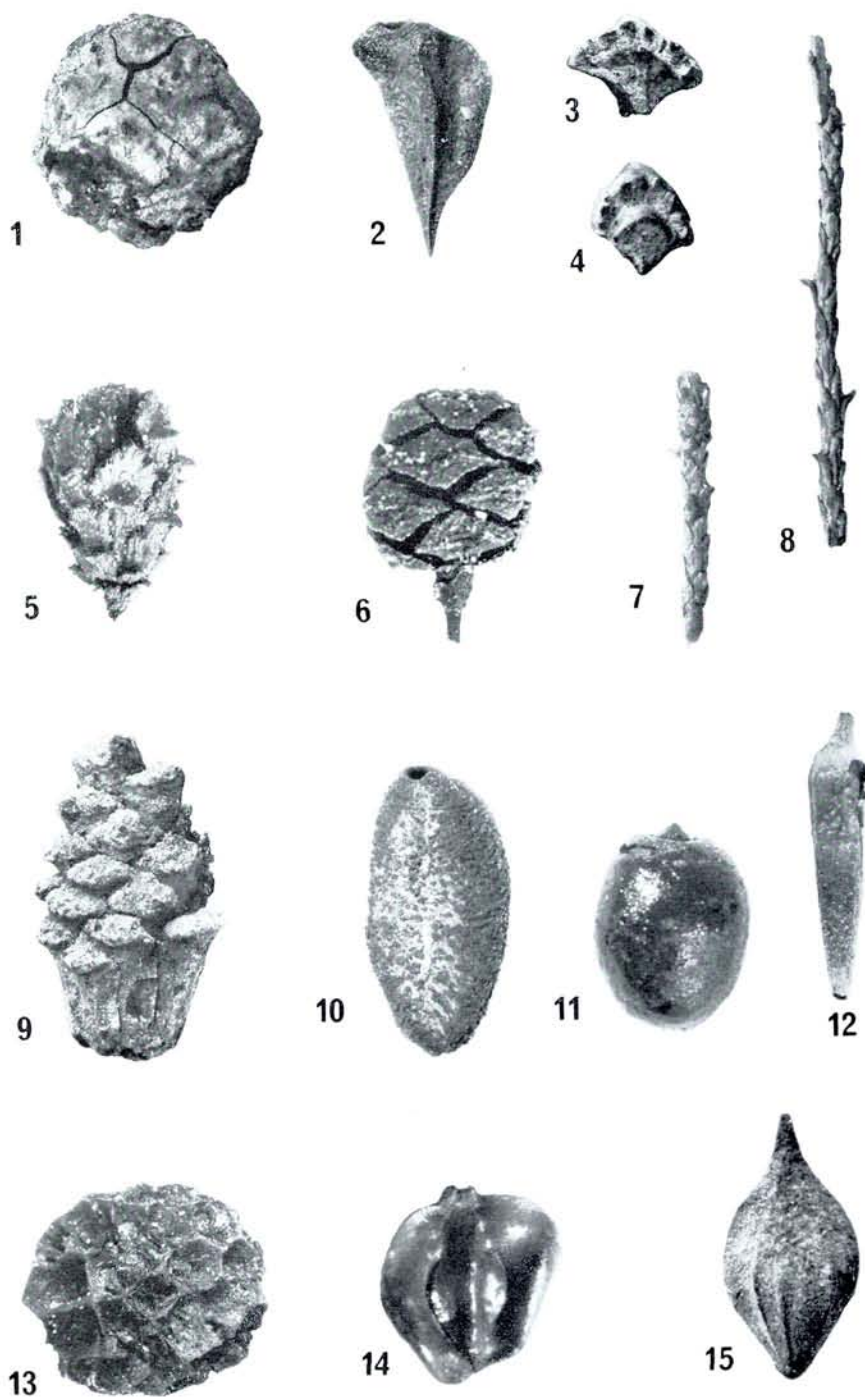
(fortsættes side 57)

Tavle 1

Plantefossiler fra Fæstervold floraen.

- Fig. 1: *Taxodium* sp., kogle, X 1,5.
- Fig. 2: *Taxodium* sp., frø X 3.
- Fig. 3–4: *Taxodium* sp., kogleskæl, X 1,5.
- Fig. 5: *Glyptostrobus* sp., kogle, X 2.
- Fig. 6: *Sequoia* sp., kogle, X 2.
- Fig. 7–8: Nåletræskviste, X 1,5.
- Fig. 9: *Pinus* sp., kogle, X 1.
- Fig. 10: *Liriodendron* sp., frø, X 10.
- Fig. 11: *Brasenia* sp., frø, X 15.
- Fig. 12: *Platanus* sp., frugt, X 5.
- Fig. 13: *Liquidambar* sp., frugtstand, X 2.
- Fig. 14: *Alnus* sp., frugt, ca. X 20.
- Fig. 15: *Comptonia* sp., stenkærne, X 10.

J. Sommer fot.

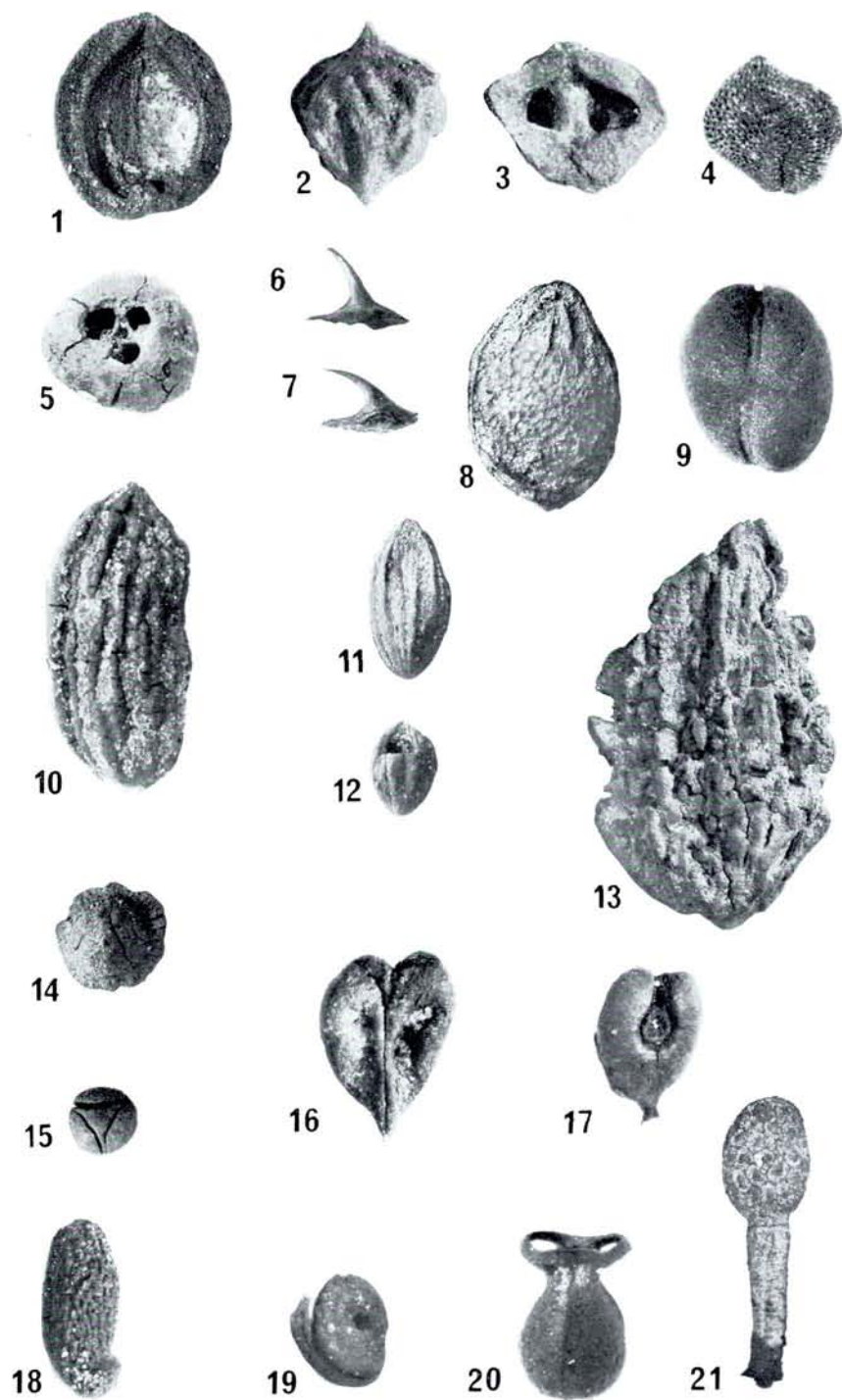


Tavle 2

Plantefossiler fra Fæstervholt floraen.

- Fig. 1: *Myrica* sp., stenkærne, X 10.
Fig. 2-3: *Pterocarya* sp., frugter, X 4.
Fig. 4: *Eurya* sp., frø, X 15.
Fig. 5: *Symplocos* sp., stenkærne, X 4.
Fig. 6-7: Torne (Rosaceae), X 2.
Fig. 8: *Prunus* sp., stenkærne, X 2.
Fig. 9: *Cornus* sp., stenkærne, X 8.
Fig. 10: *Mastixia* sp., stenkærne, X 2.
Fig. 11-12: *Nyssa* sp., stenkærne, X 1,5.
Fig. 13: *Ganitrocera* sp., stenkærne, X 1,5.
Fig. 14-15: *Paliurus* sp., frugter, X 2.
Fig. 16-17: *Vitis* sp., frø, X 5.
Fig. 18: *Stratiotes* sp., frø, X 3.
Fig. 19: *Potamogeton* sp., stenkærne, ca. X 10.
Fig. 20: *Cladium* sp., nødd, X 10.
Fig. 21: *Aracistrobis* sp., frugtstandsakse, X 1,5.

J. Sommer fot.



Tavle 3

Plantefossiler fra Søby floraen.

- Fig. 1: *Taxodium* sp., kortskud, X 1.
- Fig. 2: *Taxodium* sp., hanlige kogler, X 1.
- Fig. 3: *Pinus* sp., kogle, X 1.
- Fig. 4: *Liquidambar* sp., blad, X 1.
- Fig. 5: *Liquidambar* sp., frugtstand, X 1.
- Fig. 6: *Comptonia* sp., blad, X 1.
- Fig. 7: *Leguminocarpon* sp., bælg, X 1.

J. Sommer fot.



1



2



3



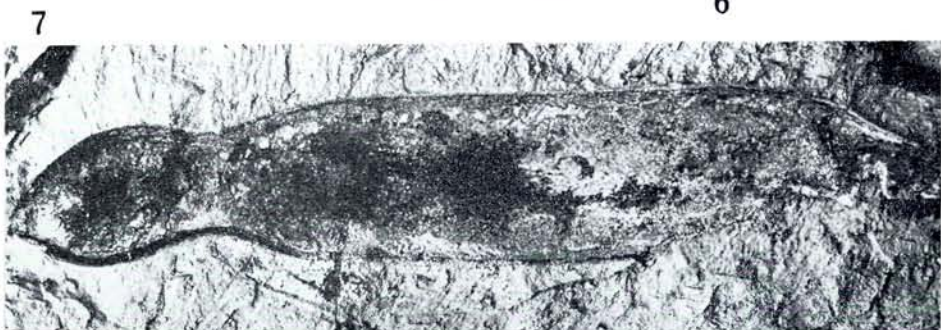
4



5



6



7

Tavle 4

Plantefossiler fra Søby floraen.

Fig. 1: *Juglans* sp., småblad, X 1.

Fig. 2: *Pterocarya* sp., småblad, X 1.

Fig. 3: *Acer* sp., blad, X 1.

Fig. 4: *Acer* sp., præpareret bladudsnit, X 2.

J. Sommer fot.



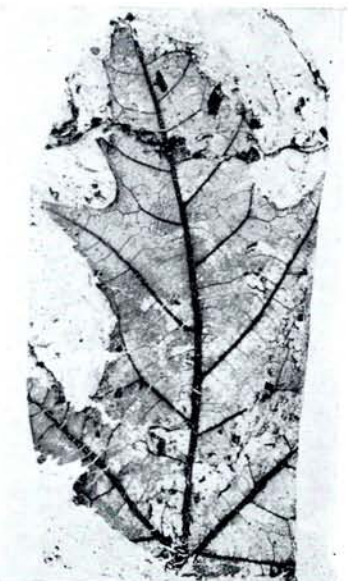
1



2



3



4

- Nørregaard, E. M. 1916b: Mellem-Miocænet i Danmark. *Forh. 16. skand. naturforsker-møte Stockholm 1916*, 429-432.
- Reid, E. M. & Chandler, M. E. J. 1933: *The London Clay flora*. 561 pp. London: British Museum (Natural History).
- Rasmussen, L. B. 1961: De Miocæne Formationer i Danmark. *Danm. geol. Unders. rk. 4, 4* (5), 45 pp.
- Rasmussen, L. B. 1966: Biostratigraphical studies on the marine younger Miocene of Denmark. *Danm. geol. Unders. række 2, 88*, 358 pp.
- Rasmussen, L. B. 1968: Molluscan Faunas and Biostratigraphy of the Marine Younger Miocene Formations in Denmark, II: Palaeontology. 265 pp. *Danm. geol. Unders. række 2, 92*.
- Ravn, J. P. J. 1897: Nogle Bemærkninger om danske Tertiæraflejrings Alder. *Meddr dansk geol. Foren. 1* (4), 1-16.
- Ravn, J. P. J. 1906: Nogle Bemærkninger om de oligocæne og miocæne Aflejringer i Jylland. *Meddr dansk geol. Foren. 2* (12), 1-6.
- Ravn, J. P. J. 1907: Molluskfaunaen i Jyllands Tertiæraflejringer. *Kgl. Dan. Vid. Selsk. Skr. 7 række, natv.-math. Afd. III* (2).
- Ravn, J. P. J. 1928: Tertiær. I: Oversigt over Danmarks Geologi. *Danm. geol. Unders. række 5* (4), 64-77.
- Rørdam, K. 1909: *Geologi og Jordbundslære. II: Danmarks Geologi*. 225 pp. København: Gyldendal.
- Sinnott, E. W. & Bailey, I. W. 1915: Investigation on the phylogeny of the Angiosperms, 5: Foliar evidence as to the ancestry and early climatic environment of the Angiosperms. *Amer. J. Bot.* 2, 1-22.
- Sinnott, E. W. & Bailey, I. W. 1916: The climatic distribution of certain types of Angiosperm leaves. *Amer. J. Bot.* 3, 24-39.
- Sorgenfrei, T. 1940: Marint Nedre-Miocæn i Klintingehoved på Als. *Danm. geol. Unders. række 2, 65*, 143 pp.
- Sorgenfrei, T. 1958: *Molluscan Assemblages from the Marine Middle Miocene of South Jutland and their Environments. I-II*. Copenhagen: Reitzel. (også *Danm. geol. Unders. række 2, 79, I-II*).
- Sorgenfrei, T. 1961: Die Entwicklung des unteren und mittleren Miocæn im südlichen Dänemark. *Meyniana* 10, 53-58.
- Steenstrup, K. J. V. 1893a: Beretning om Undersøgelsesrejserne i Nord-Grønland i Aarene 1878-80. *Meddr Grønland* 5, 41 pp.
- Steenstrup, K. J. V. 1893b: Om Forekomsten af Forsteninger i de kulførende Dannelser i Nord-Grønland. *Meddr Grønland* 5, 43-77.
- Teichmüller, M. 1958: Rekonstruktion verschiedener Moortypen des Hauptflözes der niederrheinischen Braunkohle. *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.* 2, 599-612.
- Teichmüller, M. & Thomsson, D. W. 1958: Vergleichende mikroskopische und chemische Untersuchungen der wichtigsten Fazies-Typen im Hauptflöz der rheinischen Braunkohlen. *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* 2, 573-598.
- Vahl, M. 1904: Om Brunkullenes Dannelsesvilkaar. *Meddr dansk geol. Foren. 2* (10), 140-143. (foredr. ref.)
- Vaupell, C. 1896: En botanisk Undersøgelse af det fossile Træ, der findes i Leer- og Sandlagene i Danmark og af Havet opkastet med Ravet paa de danske Kyster. *Meddr dansk Geol. Foren. 1* (2), 42-64.
- Ward, L. F. 1886: Synopsis of the flora of the Laramie group. *U. S. geol. Surv. Sixth Ann. Rept. 1884-1885*, 399-557.
- Ward, L. F. 1887: Types of the Laramie flora. *U. S. geol. Surv. Bull.* 37, 1-353.
- Wolf, W., 1919: *Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins*. 119 pp. Hamburg.