

Interglacialer og interstadialer i Danmarks kvartær

Et overblik

af

SVEND TH. ANDERSEN

Abstract

Pollen diagrams from 3 interglacials and several interstadials in Denmark are presented. The interglacials are, the Harreskovian (probably of Cromerian age), the Holsteinian, and the Eemian. Two interstadials, Ølgod I Interstadial and Ølgod II Interstadial, follow upon the Harreskovian Interglacial and probably belong to the Elsterian Glacial. Two interstadials, Vejlbj I Interstadial and Vejlbj II Interstadial, belong to the early Saalian Glacial. 4 interstadials are known from the Weichselian Glacial, the Rodebæk or Amersfoort Interstadial and the Brørup Interstadial from its early part, and the Bølling Interstadial and the Allerød Interstadial from its late part. A survey is shown on p. 503.

Kvartærtidens stratigrafi er i øjeblikket i høj grad i støbeskeen. Dette skyldes dels fremkomsten af nye definitioner og dels en intensiv anvendelse af nye undersøgelsesmetoder. Ved Geologkongressen 1948 enedes man om at lægge kvartærtidens nedre grænse ved de første tegn på verdensomspændende afkøling. Denne grænse ligger måske ikke helt fast endnu, men det ældre kvartær er i hvert fald blevet udvidet ganske betydeligt, således at lag, der tidligere har været anset for pliocæne, nu henregnes til kvartæret. Den kvartære lagserie i Danmark er højst ufuldstændig, men udenfor selve nedisningsområderne har man på forskellig måde kunnet påvise, at hele kvartærtiden indeholdt en lang række klimasvingninger af glacial-interglacial størrelsesorden (ZAGWIJN 1957 og senere, LONA & FOLLIERI 1958, EMILIANI 1958). Man kan således opfatte glacialtider som langvarige kuldeperioder og interglacialtider som tilsvarende varme tidsrum.

Man har fundet gode holdepunkter for en inddeling af kvartærtiden ved at studere vegetationsudviklingen i det periglaciale randområde. De glacial kuldeperioder afspejledes her som skovløse tidsrum og interglacialtiderne som skovdækkede tidsrum. Det vil altså sige, at man sætter en glacialtids begyndelse ved skovvegetationens tilbagegang, og glacialtidernes afslutning ved skovens endelige genindvandring (sml. SELLE 1953, ZAGWIJN 1957, ANDERSEN 1957). En sådan inddeling af kvartærtiden hviler på biostratigrafisk grundlag, men da disse vegetationsændringer svarer nogenlunde til større klimaændringer, opnår man samtidig en tilnærmet tids-stratigrafisk inddeling.

Glacialtider og interglacialtider danner de naturlige hovedenheder i kvartærstratigrafien. Det viser sig imidlertid, at man indenfor glacialtiderne kan skelne mere kortvarige klimaforbedringer eller interstadialer. I disse interstadialer kunne skoven skoven vel nå at genindvandre, men interstadialerne adskiller sig dog i vort område ret tydeligt fra interglacialtiderne, der havde længere og mere fuldstændige skovsukcessioner (JESSEN & MILTHERS 1928).

Man må altså regne med at kvartærtiden indeholder en række klimasvingninger af glacial-interglacial størrelsesorden, og der kan let opstå forvirring, hvis man fortsat bruger navne som 1. Glacialtid, 1. Interglacialtid, 2. Glacialtid, 2. Interglacialtid og så videre, eller omvendt Sidste, Næstsidste, Trediesidste, Fjordesidste og så videre Glacialtid og Interglacialtid. Det må derfor foretrækkes at benævne glacialtider og interglacialtider med selvstændige navne, ligesom man benævner andre geologiske tidsrum. I det hollandske sænkingsområde, hvor man har sedimentserier, som dækker det meste af kvartærtiden, har man hidtil udskilt følgende glacialtider og interglacialtider (ZAGWIJN 1957, 1963):

Weichsel Glacialtid
 Eem Interglacialtid
 Saale Glacialtid
 Holstein Interglacialtid
 Elster Glacialtid
 Cromer Interglacialtid
 Menapier Glacialtid
 Waal Interglacialtid
 Eburoner Glacialtid
 Tegelen Interglacialtid
 Prætegelen Glacialtid

Nogle af disse navne svarer til velkendte enheder, mens andre er nye, og nogle af disse synes ikke særlig velvalgte. Man må dog akceptere denne inddeling som den hidtil bedst funderede og mest detaljerede. Da Kronologien henviser direkte til det nordeuropæiske nedslagningsområde, vil det efter forfatterens mening være naturligt at benytte den her i landet, ligesom man gør i vore nabolande mod syd. Inddelingen har også den store fordel, at man kan ændre detaljer efterhånden som vor viden skrider frem, uden at man derfor behøver at revidere hele serien.

Hele den ældre kvartære lagserie er ukendt i Danmark. Derimod finder vi i heldige tilfælde velbevarede aflejringer fra de yngre interglacialtider. Disse interglacialaflejringer kan give os detaljerede oplysninger om interglacialtidernes forløb. Paa den anden side ved vi ikke ret meget om glacialtidernes forløb, bortset fra Weichsel Glacialtidens afsmeltningssperiode, som jo er velkendt.

Pollenanalysen er et udmærket middel til studium af vore interglacialaflejringer. Ikke blot kan man i heldige tilfælde få et indblik i udviklingen i disse varmeperioder, men de interglaciale pollendiagrammer kan også være et udmærket dateringsmiddel. Ligesom den postglaciale vegetationsudvikling gentages i et stort område, har det vist sig, at samtidige

interglacialaflejringer har karakteristiske pollendiagrammer, som også kan genfindes i et stort område. Interglacialtiderne kan således blive hjørnesten i kvartærtidens kronologi, hvor andre midler svigter.

Jeg skal her omtale nogle af de foreløbige resultater af mine undersøgelser af danske interglaciale og interstadiale aflejringer især i de hovedtræk, der har betydning for kvartærets stratigrafi.

Harreskov Interglacialtid (? Cromer Interglacialtid)

Det første pollendiagram stammer fra interglacialaflejringer ved Harreskov i Vestjylland (fig. 1), som blev undersøgt af KNUD JESSEN og V. MILTHERS (1928). Vi finder her kalkgyltje med overliggende kalkfri diatomégyltje dækket af moræneler og grus og sand. Aflejringerne er ifølge JESSEN & MILTHERS' profil (l. c., plate XXII) afsat i et søbassin noget over 300 m i tværmål. Pollendiagrammet i fig. 1 stammer fra en ny boring i den dybere del af bassinet svarende omtrent til punkterne 9 og 10 i JESSEN & MILTHERS' profil.

KNUD JESSEN udarbejdede det første pollendiagram fra Harreskovaflejringerne, som viste en karakteristisk vegetationsudvikling (JESSEN &

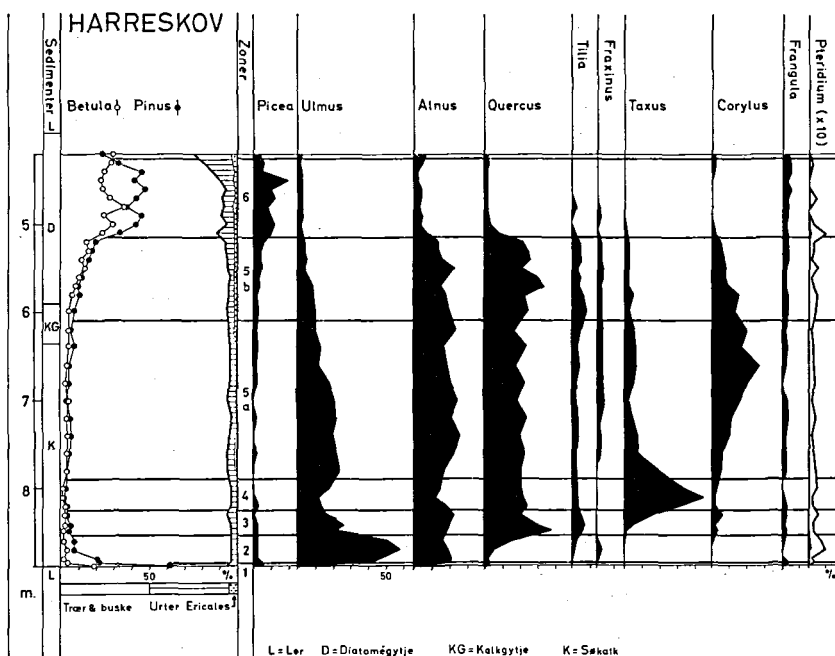


Fig. 1. Pollendiagram fra den interglaciale søaflejringer ved Harreskov (Harreskov Interglacialtid).

Pollendiagramm aus der interglazialen Seeablagerung von Harreskov (Harreskov Interglacialzeit). Træer & buske = Bäume und Sträucher. Urter = Kräuter. Ler = Ton.

MILTHERS l. c.). Pollendiagrammet i fig. 1 viser den samme udvikling i en mere moderne udgave. Pollendiagrammet, som er stærkt forenklet, skal ikke fortolkes nærmere ved denne lejlighed. Visse økologiske hovedtræk er omtalt andetsteds (ANDERSEN, i trykken). I venstre side af diagrammet er vist kurver for birk og fyr og for urteagtige planter og lyngplanter. Vegetationsudviklingen begynder med et fyrre-birkemaksimum, som følger umiddelbart ovenpå stenfrit ler. Urtepollenkurven er meget lav igennem hele interglacialsiden, hvilket viser, at rørsumpvegetationen af græsser og halvgræsser, der indgår i denne kurve, kun leverede en ubetydelig mængde pollen til søsedimentterne. Foroven i diagrammet stiger urtepollenkurven tydeligt og antyder skovens tilbagegang ved interglacialsidens afslutning. Samtidig stiger lerindholdet i sedimentet, og den interglaciale serie afsluttes af stenfrit ler med meget omlejret pollen.

Det interglaciale pollendiagram er inddelt i 6 pollenzoner. Vegetationsudviklingen er særlig karakteristisk ved det store elm maksimum i zone 2 og det store maksimum af taks i zone 4. De første 4 pollenzoner afspejler de vigtigste træer og buskes genindvandring efter den forudgående glacialtid. Fyr, birk og gran var de første, og derpå fulgte de andre i en rækkefølge, som især afviger fra Postglacialsidens ved at hasselen bredte sig meget sent og ved at gran var repræsenteret meget tidligt. Granen formåede dog først at gøre sig gældende på et ret sent tidspunkt. Den store mængde takspollen er ejendommelig og viser, at dette træ havde en betydelig større konkurrenceevne end i Postglacialsiden. Kristtorn og vedbend (ikke vist i diagrammet fig. 1) forekom i zonerne 2-5, og sammen med den store hyppighed af taks viser dette, at klimaet var varmt og oceanisk. I løbet af interglacialsiden skete der en vis forsuring af jordbunden. Dette ses af den gradvise tilbagegang af elm, taks og hassel og den gradvise stigning af gran, fyr og birk i zone 5. Samtidig ophørte sedimenteringen af kalk i søen, og der aflejreredes i stedet den kalkfri diatomégytje. Ved overgangen til zone 6 er der utvivlsomt tale om en temperaturnedgang, idet alle de mere varmekrævende planter gik tilbage, og birk, fyr og gran dominerede skoven. Foroven i serien er som nævnt antydning af en afbrydelse af den interglaciale skovudvikling og begyndelsen af den efterfølgende glacialtid.

KELD MILTHERS gjorde forfatteren opmærksom på en forekomst af interglacial gytje i Østbæk teglværksgrav ved Ølgod i Vestjylland. Den interglaciale gytjeflejring er ca. 4 m tyk. Den hviler på en meget tyk aflejring af stenfrit ler og afsluttes foroven af et lerlag. Hele lagserien hælder mod syd og er tydeligvis vippet af en is, der kom fra nordlig retning. Over det øvre lerlag ligger en øvre serie af gytje- og lerlag, som skal omtales nærmere nedenfor.

Fig. 2 viser et pollendiagram fra den interglaciale gytje i Ølgod. Man kan se, at det er næsten identisk med pollendiagrammet fra Harreskov. Kun er kurverne for elm, hassel og lind lavere end ved Harreskov. Dette skyldes formentlig, at jordbunden ved Ølgod var fattigere på kalk end ved Harreskov. Den store mængde tørst (*Frangula*) viser også, at jordbunden efterhånden blev udpræget sur. Vegetationsudviklingen ved Ølgod er iøvrigt diskuteret i ANDERSEN (1964).

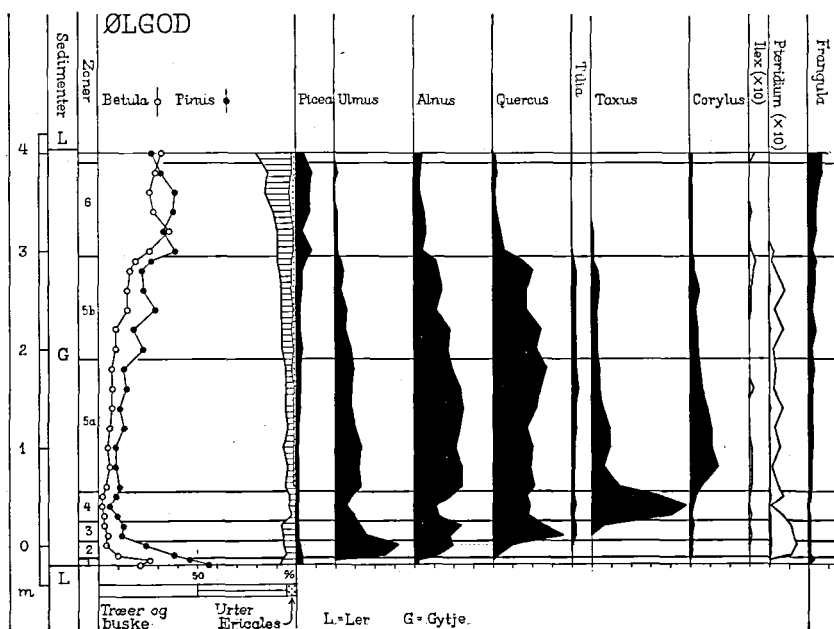


Fig. 2. Pollendiagram fra den interglaciale søaflejrning ved Ølgod (Harreskov Interglacialtid).

Pollendiagramm aus der interglazialen Seeablagerung von Ølgod (Harreskov Interglazialzeit).

KNUD JESSEN erkendte i 1928, at pollendiagrammet fra Harreskov adskilte sig fra Eem Interglacialtiden, og JESSEN & MILTHERS (1928) henregnede aflejrningen til den næstsidste interglacialtid. Imidlertid afviger vegetationsudviklingen fra Harreskov og fra den nye lokalitet ved Ølgod klart fra de nu kendte pollendiagrammer fra den næstsidste interglacialtid eller Holstein Interglacialtiden i Sønderjylland (ANDERSEN 1963) og videre ned i Nordtyskland (HALLIK 1960). Pollendiagrammerne fra Harreskov og Ølgod er i øjeblikket enestående, idet man ikke kender lignende andet steds fra. Cromer Interglacialtiden er den sandsynligste, men denne interglacialtid er dårligt kendt, idet ingen gode, daterede pollendiagrammer kendes, så problemet er ikke afklaret endnu (se også diskussion i ANDERSEN 1963), og det må i øjeblikket anses for mest praktisk at betegne den interglacialtid der er repræsenteret af interglacialaflejringerne ved Harreskov og Ølgod med »Harreskov Interglacialtiden«.

? Elster Glacialtid

Pollendiagrammet fig. 3 viser den øvre serie i Ølgod. Forneden er vist den øverste del af den interglaciale gytje. Derover følger det tidligere nævnte lerlag, et gytjelag, endnu et lerlag, endnu et gytjelag og derover

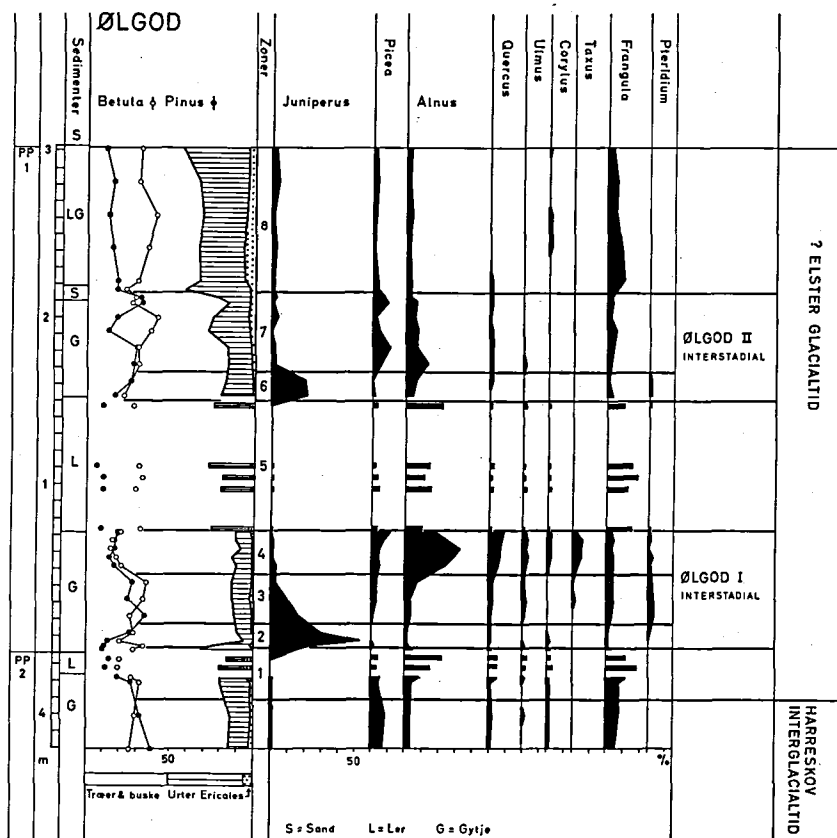


Fig. 3. Pollendiagram fra den øvre serie ved Ølgod.
Pollendiagramm aus der oberen Schichtenfolge von Ølgod.

et sandlag og lergytje. Serien afsluttes af mægtige lagdelte sandlag, som hælder konformt med gytje- og lerlagene og når op til den nuværende overflade.

De nævnte lerlag indeholder så meget omlejret pollen, at pollenanalyserne er ganske upålidelige. De indeholder blandt andet store mængder omlejret pollen af el og tørst. Der er derfor kun tegnet sammenhængende kurver for gytjelagene, mens pollenspektrene fra lerlagene er vist som isolerede søjler. Pollendiagrammet omfatter en del af den kolde glacialtid, som efterfulgte Harreskov Interglacialtiden. Den øvre grænse for interglacialtiden er som nævnt ovenfor sat ved det niveau, hvor urtepollenkurven begynder at stige, men lerlaget giver os ingen klare oplysninger om vegetationens sammensætning, udover at urterne åbenbart var fremtrædende.

Derimod viser de to gytjelag, at den glacialtid, der efterfulgte Harreskov

Interglacialtiden, i sin ældste del var afbrudt af to kortvarige varmeperioder, som det vil være praktisk at kalde Ølgod Interstadialerne I og II.

Det første gytjelag begynder med høj urtepollenværdi, mens fyrrekurven er ganske lav. Urtepollenkurven falder hurtigt, og interstadialet indledes med et meget karakteristisk maksimum af enebær (*Juniperus*), som afløses ved en stigning af fyrrekurven. Vi har således en meget typisk sukcession fra skovløs vegetation til enebærkrat til fyrre-birkeskov. Denne sukcession viser klart, at det forudgående tidsrum, hvor det første lerlag afsattes, var skovløst og altså præget af arktisk klima. Birkeværdierne er ret høje nederst i interstadialet. Der er muligvis her tale om dværgbirk, men desværre er pollenet i lagene ret stærkt deformeret, således at man ikke ved størrelsesstatistik kan afgøre om dværgbirk eller storbladet birk er repræsenteret. Birkepollenet i selve interstadialet stammer utvivlsomt fra storbladet birk. Fyrre-birkeskoven afløses ved en stigning af kurverne for gran, el, eg, elm, hassel og taks. De mere varmekrævende træer og buske nåede altså at indvandre i dette første Ølgod Interstadial. Den ret store hyppighed af tørst og ørnebregne (*Pteridium*) tyder på, at jordbunden har været fattig, og skoven ret åben.

Det første Ølgod Interstadial afbrydes så igen af et tykt lerlag, som er stærkt præget af omlejet pollen, således at man ikke kan sige meget om vegetationens sammensætning.

Det andet Ølgod Interstadial indledes igen med et enebærmaksimum og stigende fyrre- og birkekurve. Vi finder altså igen en karakteristisk sukcession fra skovløs vegetation til enebærkrat og til fyrre-birkeskov, men i dette interstadial nåede de mere varmekrævende løvtræer ingen større udbredelse, så klimaet har formodentlig været noget køliger end i det første interstadial.

Afslutningen af det andet Ølgod Interstadial vises af en stigning af urtepollenkurven og dannelsen af et sandlag. Lergytjen derover indeholder høje urtepollenværdier og er åbenbart afsat i et koldt tidsrum. Ganske vist er birkekurven ret høj, men der kan her være tale om dværgbirk eller også omlejet pollen, idet pollenanalyserne i lergytjen sikkert er påvirket af omlejrning. Desværre er det heller ikke her muligt at bestemme birkepollenet nærmere.

De tykke sandlag øverst i serien i Ølgod er aflejet under et følgende koldt tidsrum. Sandlagene når op til den nuværende overflade, og det må formodes, at alle yngre lag er blevet fjernet ved erosion under senere glacialtider. Det er således ikke muligt at datere aflejringerne ved Ølgod ud fra de geologiske forhold på stedet, og det samme gælder aflejringerne fra Harreskov, hvor også interstadialerne mangler, så man må helt henholde sig til de oplysninger, som pollendiagrammet kan give.

Det er således ikke muligt at identificere den nedslusning, der fulgte afsætningen af lagserien i Ølgod. Hvis korrelationen af Harreskov Interglacialtiden med Cromer Interglacialtiden er rigtig, skulle den efterfølgende nedslusning tilhøre Elster Glacialtiden, hvis moræneaflejringer er de ældste sikkert daterede glacialaflejringer i Nordeuropa.

Holstein Interglacialtid

Elster Glacialtiden efterfulgtes af Holstein Interglacialtiden, hvorfra vi kender marine aflejringer i Sønderjylland og videre ned gennem Nordtyskland og Holland (se bl. a. ANDERSEN 1963). Fra Tornskovboringen ved Løgumkloster kender vi en 50 m tyk interglacial marin lagserie.

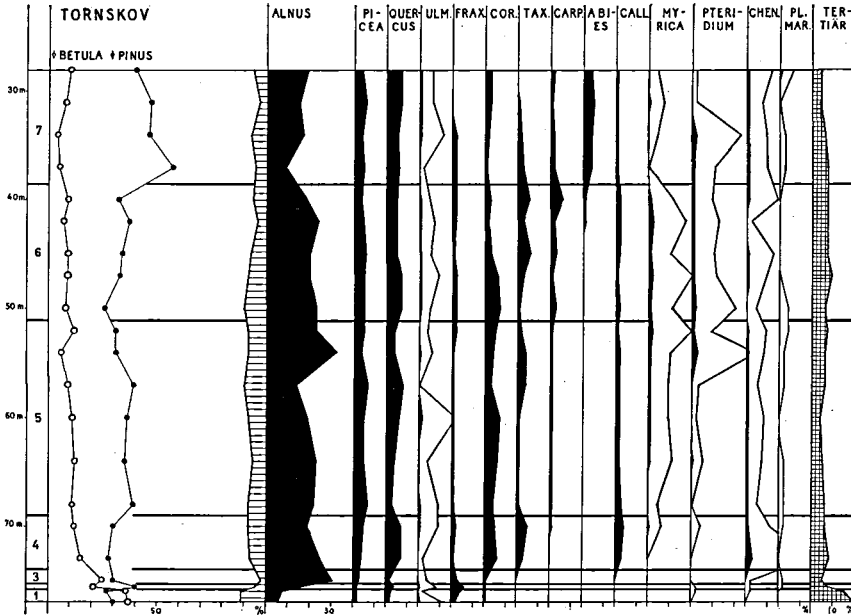


Fig. 4. Pollendiagram fra Tornskovboringen (Holstein Interglacialtid).
Pollendiagramm aus der Tornskovbohrung (Holstein Interglazialzeit).

Pollendiagrammet fig. 4 er forenklet fra ANDERSEN l. c. Da aflejringer fra Vejlbj, som er omtalt nedenfor, har givet en mere detaljeret og fuldstændig serie, er pollenzonerne ændret i overensstemmelse med zonerne i Vejlbj, som vil blive beskrevet nedenfor. De gamle og de nye pollenzoner svarer således til hinanden:

1963	1964
	9
	8
5	7
4	6
3	{ 5
	{ 4
	{ 3
2	2
1	1

De nye zonegrænser er indtegnet på pollendiagrammet fig. 4. Dette svarer ganske til pollendiagrammer fra Holsteinhavets aflejringer ved Hamburg og fra samtidige ferskvandsaflejringer i Nordtyskland (HALLIK 1960). Det begynder med en birke-fyrrezone, som repræsenterer interglacialtidens første skovvegetation. Derpå følger et lille fyrremaksimum. I resten af diagrammet holder fyrrekurven sig på ret høje værdier. Ellen bredte sig ret tidligt og holder sig ligeledes på ret høje værdier. Derimod opnår andre træer og buske kun ret lave værdier. Disse ejendommelige træk er også karakteristiske for Holstein Interglacialtidens aflejringer i Nordtyskland. På et senere tidspunkt findes et lille maksimum af avnbøg (zone 6), og derefter følger en lille stigning af kurven for ædelgran (zone 7). Disse træk genfindes også i de samtidige nordtyske pollendiagrammer, og der kan ikke være tvivl om Tornskovaflejringens datering til Holstein Interglacialtiden. Den senere del af interglacialtiden mangler i Tornskovboringen. Den overlejrtes af moræneaflejringer fra den efterfølgende Saale Glacialtid.

Pollendiagrammet fra Tornskov adskiller sig meget væsentligt fra pollendiagrammerne fra Harreskov Interglacialtiden, som jeg lige har omtalt. Ferskvandsaflejringer, hvor Holstein Interglacialtidens vegetationsudvikling kunne studeres indgående, var således ukendte her i landet. Dette ville efterlade et kedeligt hul i vor viden, og jeg kom derfor til at tænke på kiselguraflejringerne ved Rands Fjord Vest for Fredericia. Disse aflejringer har været anset for at stamme fra Eem Interglacialtiden, men de har ikke tidligere været undersøgt med pollenanalyse.

Da kiselguren ved Vejlbj Kiselgurværk så mest lovende ud foretog Danmarks Geologiske Undersøgelse en boring i 1962 suppleret med en anden boring i 1963. Den første boring er vist i fig. 5 som borepunkt G 5a. Den er foretaget fra moræneleret ved siden af tunneldalen, som danner Rands Fjord. Som vist fandtes der under godt 10 m moræneler to mindre lag diatomégytje og to lerlag. Disse øvre lag kan også ses som gennemgående horisonter i kiselgurværkets grav. Derunder fandtes ca. 13 m. diatomégytje, som afsluttes med et lerlag, hvorunder der fandtes sand og moræneler. Den anden boring, E 4a, blev foretaget i randen af tunneldalen. Her er de yngre lag fjernet ved den subglaciale erosion, der formede tunneldalen. Der findes nu 2 m postglacial tørv og marin gytje. Direkte derunder kom ca. 14 m diatomégytje, et lerlag, og derunder atter 2 m diatomégytje, og ler og sand. Pollenanalyser har vist, at det nedre lerlag i de to borer er samtidigt, og den nederste diatomégytje mangler i den ene boring. Den interglaciale sø ved Vejlbj var åbenbart af betydelig dybde og udstrækning, og D.G.U. er nu i færd med en række borer for at udrede aflejringsforholdene nærmere. FOGED (1960) har beskrevet diatoméfloraen fra den interglaciale diatomégytje.

Pollendiagrammet fig. 6, som er sammensat af de to borer G 5a og E 4a, viser den tykke diatomégytjeserie. Lerlaget i den nedre del af boring E 4a afbryder ikke vegetationsudviklingen, og dets oprindelse er i øjeblikket ikke nærmere forklaret. Muligvis stammer det fra et kortvarigt jordskred eller lignende. Pollendiagrammet svarer ganske nøje til

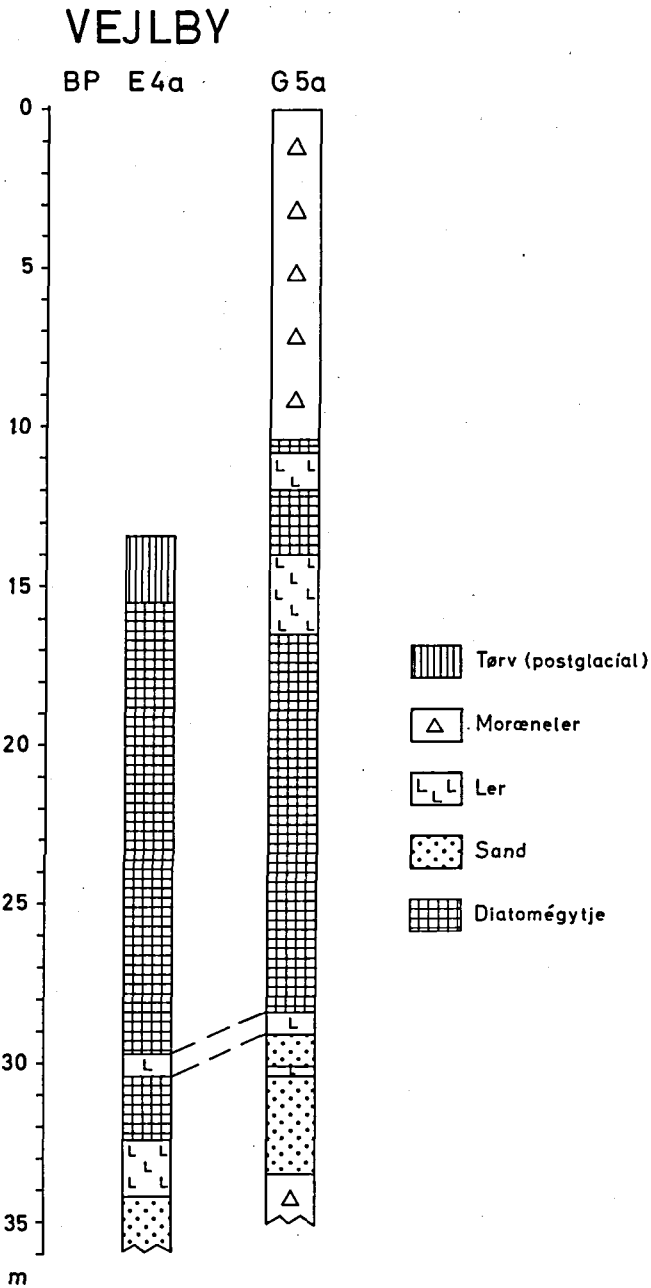


Fig. 5. Sedimentserierne i to borer ved Vejlbj Kieselgurværk.
 Schichtenfolgen aus zwei Bohrungen am Vejlbj Kieselgurwerk. Tørv = Torf. Mo-
 ræneler = Geschiebelehm. Ler = Ton.

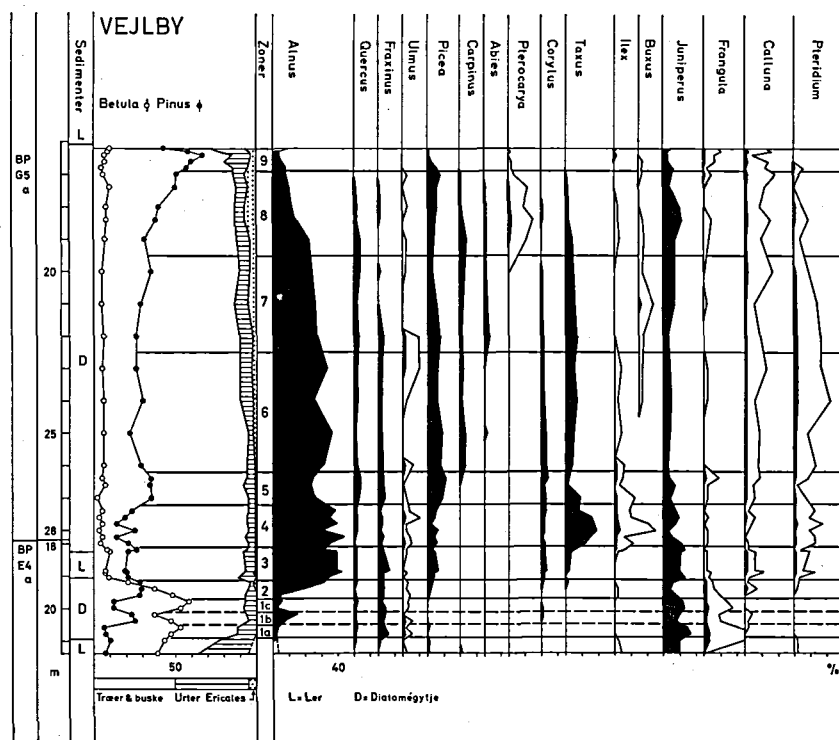


Fig. 6. Pollendiagram fra den interglaciale diatomégytje ved Vejlbj (Holstein Interglacialtid).

Pollendiagramm aus der interglazialen Diatomégytje von Vejlbj (Holstein Interglacialzeit).

pollendiagrammet fra Tornskovboringen, men vi har her et mere pålideligt og fuldstændigt billede end i diagrammet fra den marine aflejring. Der kan ikke herske nogen tvivl om aflejringens datering til Holstein Interglacialtiden. Dette er meget heldigt, da vi som nævnt ikke tidligere har kendt en søaflejring med en tilsvarende vegetationsudvikling her i landet. Tilmed har vi her en aflejring, som ikke blot giver et smukt billede af hele interglacialtiden, men de øvre ler- og diatomégytjelag omfatter også et stykke af den følgende glacialtid, hvilket vil blive omtalt nedenfor.

De høje urtepollenværdier forneden i pollendiagrammet antyder den forudgående skovløse vegetation, men temperaturen steg åbenbart hurtigt, og skovvegetationen trængte urterne tilbage. Foroven i diatomégytjen vises interglacialtidens afslutning ved stigning af urtepollenkurven og tilbagegang af fyr. Selve det interglaciale pollendiagram er opdelt i 9 pollenzoner. Pollendiagrammet fra Vejlbj er ligesom Tornskovdiagrammet, og også de samtidige nordtyske pollendiagrammer, yderst særpræget. I

begyndelsen findes ganske vist den for interglacialtidernes begyndelse sædvanlige sukcession med birke- og fyrrezoener. Her viser en midlertidig tilbagegang af fyr og el i underzone 1c et lille tilbageslag i temperaturstigningen. I de følgende pollenzoner er det kun fyr, el og til en vis grad gran og taks, der opnår nogenlunde høje værdier, mens man må undre sig over, at eg, der er repræsenteret tidligt (zone 1), kun opnår lave værdier i hele diagrammet, og det samme gælder hassel og anvbøg, som optræder senere i udviklingen. Årsagerne til disse mærkelige forhold skal ikke diskuteres nærmere her, men der skal dog siges så meget, at man må formode, at klimaet i denne interglacialtid har været både varmt og oceanisk præget, hvilket vises af den hyppige forekomst af taks, kristtorn og buksbom (*Buxus*). Man kan derfor ikke forklare de nævnte træers ringe udbredelse ved at antage et ugunstigt klima, men man må snarere tænke på jordbundsforholdene. Ellen forekom åbenbart udbredt på lav bund præget af højtstående og næringsrigt grundvand, men på den høje bund manglede tæt skov, hvilket også vises af den usædvanlig hyppige forekomst af de lyskrævende fyr og enebær. Man må derfor sandsynligvis tænke sig, at den højtliggende jordbund var temmelig sur og fattig. Sådanne forhold finder man i andre tilfælde på et senere tidspunkt af interglacialtiderne, men i denne interglacialtid synes jordbunden at have været fattig allerede fra interglacialtidens begyndelse. Det er ikke muligt at komme længere ind på dette problem ved denne lejlighed, men det skal fremhæves, at Holstein Interglacialtidens ejendommelige vegetationsforhold kan forklares jordbundsøkologisk.

Et ejendommeligt eksotisk træk ved den interglaciale vegetation ved Vejlbj er forekomsten af vingevalnød (*Pterocarya*) i zone 8. Dette træ er også konstateret i Holstein Interglacialtidens aflejringer i Nordtyskland og Polen. Vingevalnød er i dag uddød i det meste af Europa, idet den kun forekommer i Kaukasusområdet.

Saale Glacialtid

Pollendiagrammet i fig. 7 viser den øvre serie i Vejlbj. Nederst ses den interglaciale diatomégytje overlejret af ler, diatomégytje, ler, atter diatomégytje, og moræneler.

Ved overgangen til det nedre lerlag ser man afslutningen af Holstein Interglacialtiden ved det stærke fald i fyrrekurven og stigningen af urtepollenkurven. Pollendiagrammet omfatter altså den ældste del af den efterfølgende Saale Glacialtid, som her er inddelt i 9 pollenzoner.

Lerlaget er stærkt præget af omlejret pollen, og pollenspektrene siger meget lidt om vegetationens sammensætning. Al ellepollenet er således tydeligvis omlejret. Omlejret tertiærpollen er vist i en særlig kurve, og denne viser klart, hvorledes omlejret pollen præger pollenspektrene fra lerlagene.

Det næste diatomégytjelag begynder med lave værdier for fyr og birk, høje urtepollenværdier og et maksimum for enebær. Man finder altså igen den typiske sukcession fra skovløs vegetation til enebærkrat til birke-

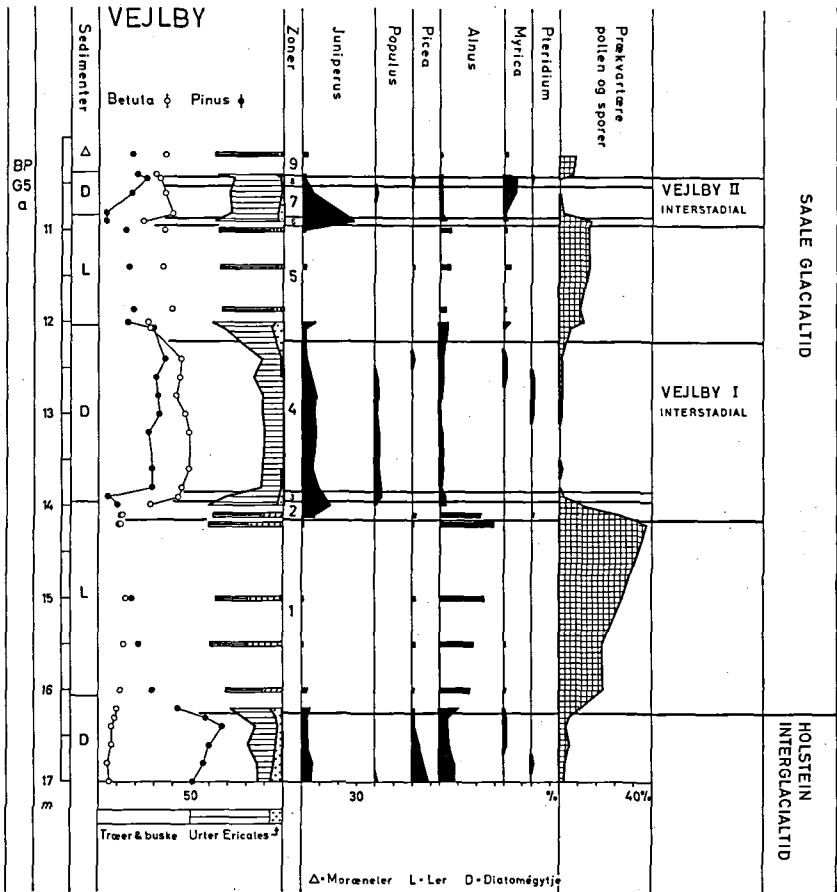


Fig. 7. Pollendiagram fra den øvre serie ved Vejlby.
Pollendiagramm aus der oberen Schichtenfolge von Vejlby.

fyrreskov. I dette første Vejlby Interstadial nåede kun fyr og birk at genindvandre. Der findes også lidt asp og ørnebregne (*Pteridium*), men de mere varmekrævende træer og buske nåede ikke at indvandre.

Det næste lerlag er igen præget af omlejret pollen, men man finder i den øverste diatomégytje igen et interstadial med den velkendte succession fra urtevegetation til enebærkrat til birke-fyrreskov. De mere varmekrævende træer og buske nåede heller ikke at indvandre i dette andet Vejlby Interstadial, men pors (*Myrica*) og ørnebregne havde en mindre udbredelse. Interstadialet afsluttes igen ved en stigning af urtepollenkurven. I moræneleret ovenover diatomégytjen fandtes forstyrrede gytjestråber, som også viser høj urtepollenværdi. Omlejret pollen forekommer også igen i større mængde.

I Saale Glaciertiden nåede den skandinaviske indlandsis sin største

udbredelse i Nordeuropa, idet den nåede langt ned i Tyskland og Holland. Saale Glacialtidens moræneaflejringer finder man som bekendt i Vestjylland.

Eem Interglacialtid

Saale Glacialtiden efterfulgtes af Eem Interglacialtiden, hvorfra vi kender de marine aflejringer i Sønderjylland og et stort antal ferskvandsaflejringer afsat i søbassiner dannet af Saale Glacialtidens moræneaflejringer.

Pollendiagrammet fig. 8 er fra den interglaciale søaflejrung ved Hollerup Vest for Randers. Denne aflejrung blev oprindelig undersøgt af HARTZ

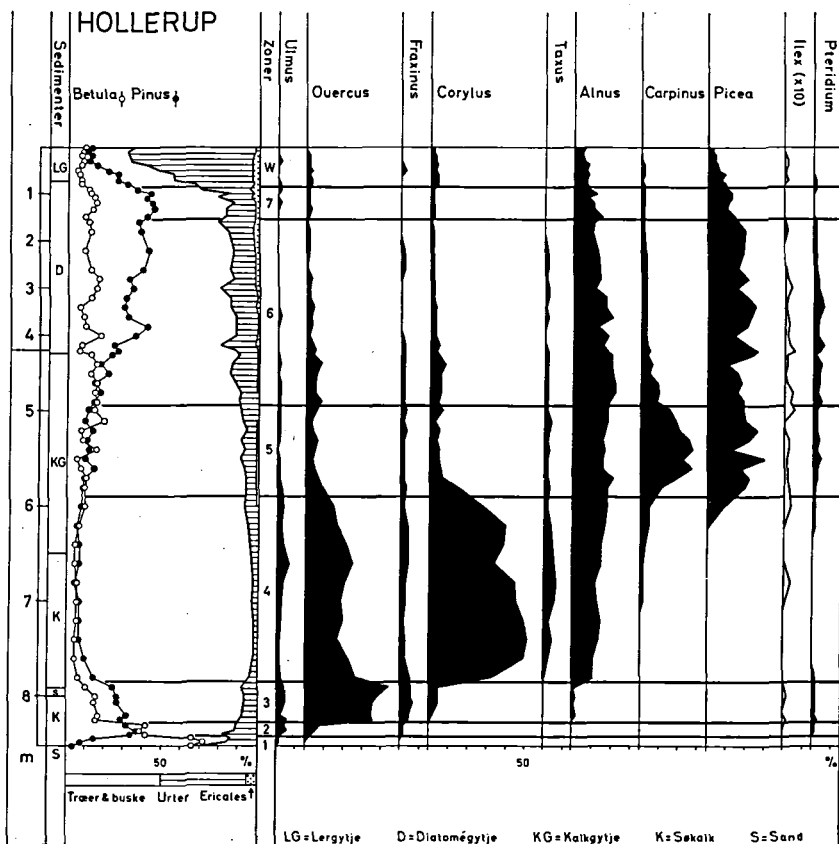


Fig. 8. Pollendiagram fra den interglaciale søaflejrung ved Hollerup (Eem Interglacialtid).

Pollendiagramm aus der interglazialen Seeablagerung von Hollerup (Eem Interglacialzeit). Lergytje = Tongyttja.

& ØSTRUP (1899). JESSEN & MILTHERS (1928) publicerede et pollendiagram, MØHL-HANSEN (1954) har beskrevet menneskebearbejdede dådyrknogler fra aflejringen, og FOGED (1962) har bearbejdet diatoméfloraen fra diatomégytjen igen. Den interglaciale sø var godt 300 m i tværmål, men del meste af aflejringen er nu bortgravet. I den dybere del af bassinet fandtes 4 m søkalk og kalkgytje og derover 4 m. diatomégytje. Derover fandtes ca. 10 m lagdelt sand, som hviler konformt på søgytjen, og et tyndt morænedække fra Weichsel Glaciertiden.

Pollendiagrammet omfatter hele Eem Interglaciertidens vegetationsudvikling og et stykke af den følgende Weichsel Glaciertid. Den samme vegetationsudvikling findes i andre søaflejringer fra Eem Interglaciertiden, bl. a. i søaflejringen fra Herning (ANDERSEN 1964). I Hollerup er det så heldigt, at man er næsten fri for den generende indblanding af omlejet pollen i diagrammets øverste del, og man får således et klarere billede af vegetationsudviklingen. Visse økologiske hovedtræk er omtalt i ANDERSEN (i trykken).

Eem Interglaciertidens pollendiagrammer er inddelt i 7 nye pollenzoner, og man finder også i Eem Interglaciertiden en meget karakteristisk vegetationsudvikling. Det store hasselmaksimum og den store udbredelse af avnbøg er særlig karakteristiske. I de tidligste zoner dominerede lys-træerne fyr og birk, men de afløstes hurtigt af de mere skyggegivende elm, eg, ask, hassel og taks. Senere fortrængte avnbøg og gran disse træer og buske næsten fuldstændig. I Eem Interglaciertidens første del dannedes altså tæt skovvegetation, og der kan ikke være tvivl om, at jordbundsforholdene var gunstige for udviklingen af den tætte klimaksskov. I modsætning til Postglaciertiden havde egen sin største udbredelse for hassel og el, men lighedspunkter med Postglaciertiden findes i hasselens store hyppighed og i avnbøgens og granens sene udbredelse.

Også i Eem Interglaciertiden findes der tegn på en fremadskridende morbundsdannelse og jordbundsudvaskning. Denne udvikling tog sin begyndelse ved granens indvandring, og den resulterede i udbredelse af en åben skovtype med større hyppighed af fyr, birk, kristtorn og ørnebregne, mens ell'en holdt sig uforandret på den grundvandspåvirkede jordbund. Det skal også nævnes, at kalkindholdet i søaflejringen aftog på dette tidspunkt (sml. ANDERSEN 1964 og senere). Vegetationen i zone 6 med el på den lave grundvandspåvirkede bund og åben skov af gran, fyr og birk med hyppig kristtorn og ørnebregne på den høje mordækkede bund svarer nøje til den vegetation, vi havde i Holstein Interglaciertiden, men med den forskel at det forudgående stadium med klimaksskov manglede i Holstein Interglaciertiden.

Eem Interglaciertidens klima var utvivlsomt varmt og oceanisk præget. Vedbend, mistelten og kristtorn var repræsenteret i de tidligste zoner, og i zone 6 fandtes stadig kristtorn, vedbend, mistelten og buksbom (kun kristtorn (*Ilex*) er vist i pollendiagrammet fig. 8).

Eem Interglaciertiden afsluttedes med en temperaturnedgang, idet pollendiagrammet tydeligt viser skovens forsvinden ved den stærke tilbagegang af fyrrekurven og den stærke stigning af urtepollenet. Samtidig tiltager lerindholdet i søaflejringen som tegn på begyndende jordbunds-

erosion i det kølige klima. I dette lag findes en smule omlejret pollen, men heldigvis ikke så meget, at det præger pollenanalyserne videre.

Weichsel Glaciertid

Sedimentserien ved Hollerup afsluttes som omtalt af lagdelt sand, som muligvis er aflejret i Weichsel Glaciertidens første kolde del. Også de andre søaflejringer fra Eem Interglaciertiden overlejreres af tykke ler- og sandlag, som i reglen indeholder meget omlejret materiale. En udførlig omtale af Weichsel Glaciertidens første kolde tidsrum findes i ANDERSEN (1961). I Brørup Hotel Mose findes oven på tørv fra Eem Interglaciertiden

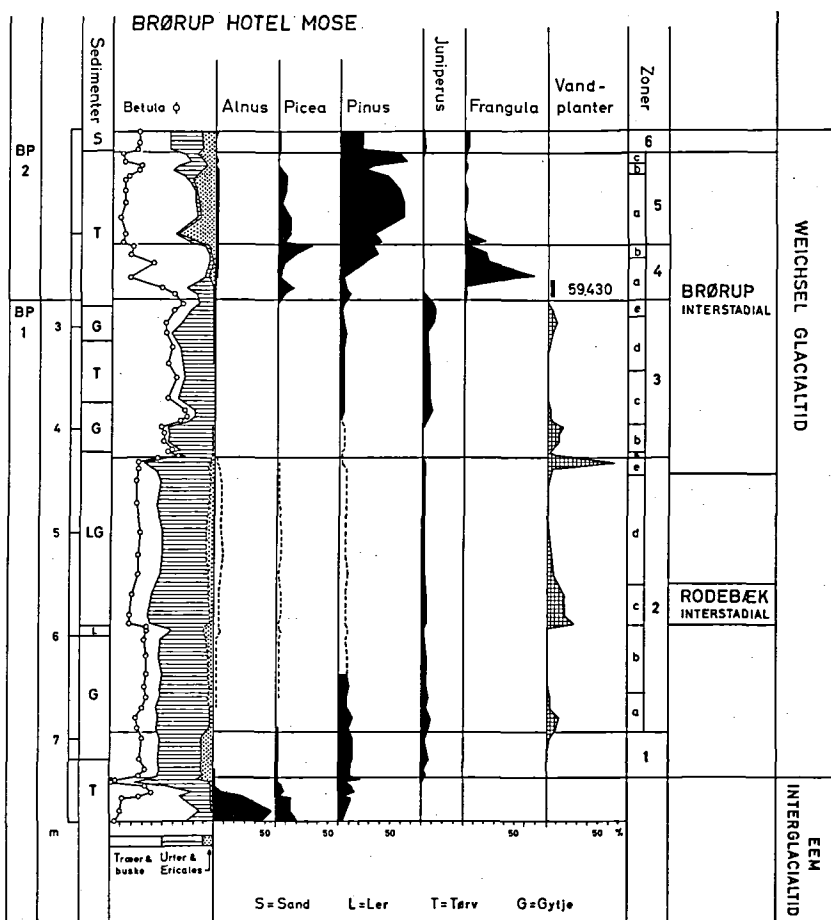


Fig. 9. Pollendiagram fra den øvre serie i Brørup Hotel Mose. Pollendiagramm aus der oberen Schichtenfolge vom Brørup Hotel Moor.

tiden en længere serie fra tidlig Weichsel Glaciertid, og man kan her skelne to interstadialer.

Fig. 9 viser en forenklet udgave af pollendiagrammet fra Brørup Hotel Mose, som skal omtales kortfattet her. Pollendiagrammet omfatter den øverste del af tørv med overliggende gytje, ler, lergytje og tørv. I den interglaciale tørv findes meget pollen af el og gran. Ved Weichsel Glaciertidens begyndelse steg vandstanden og en sø gendannedes. Der findes her meget pollen af dværgbirk og urteagtige planter, og vandplanter forekom igen. På grund af fortsat temperaturnedgang forsvandt vandplanterne. Der findes her en del omlejtret pollen i gytjen, hvis lerindhold tiltager. I det første interstadial, Rødebæk eller Amersfoort Interstadialet, som også kendes fra Holland (ANDERSEN et al. 1960, ZAGWIJN 1961), fandtes ingen skov i Danmark, men temperaturstigningen afspejles tydeligt i et maksimum for vandplantepollen. I lergytjen, som svarer til det næsten kolde tidsrum, forsvandt vandplanterne igen. Det andet interstadial, Brørup Interstadialet, kendes efterhånden fra adskillige lokaliteter i Nordeuropa. Det begyndte i Brørup Hotel Mose med en fornyet stigning af vandplantepollen, men vandplanterne forsvandt igen ved dannelsen af den øvre tørv. Skoven genindvandrede derefter igen, først storbladet birk, og noget senere fyr og gran. *Picea omorikoides* er fundet her og har vist sig at karakterisere Brørup Interstadialet mange steder. Mærkeligt nok indvandrede enebær først på et ret sent tidspunkt. I den øverste tørv forekom tørst lokalt i stor mængde. Fra dette lag er udført en af de ældste carbon 14 dateringer i verden til ca. 59000 år før nu. Det noget tidligere Amersfoort Interstadial er ved materiale fra Holland dateret til ca. 64000 år før nu (ANDERSEN et al. l. c.).

Brørup Interstadialet afsluttes i Brørup Hotel Mose ved en fornyet stigning af urtepollenkurven, og derover findes sandlag. Fra hele Weichsel Glaciertidens maksimum kender vi kun glaciæle aflejringer her i landet. Fra Weichsel Glaciertidens slutning kendes i Danmark Bølling og Allerød Interstadialerne. Denne del af Weichsel Glaciertiden, Senglaciertiden, skal dog ikke omtales nærmere her, idet der henvises til IVERSEN'S afhandling (1954).

SLUTNING

Der er i det foregående givet en kortfattet oversigt over de vigtigste af forfatteren undersøgte interglacialforekomster i Danmark. Side 503 er vist de nu kendte glaciæltider, interglaciæltider og interstadialer.

Som nævnt ovenfor mangler hele det ældre kvartær her i landet, og der hersker en vis usikkerhed med hensyn til dateringen af Harreskov Interglaciæltiden og de to efterfølgende Ølgod Interstadialer, men det synes dog klart, at vi her i landet kan erkende 3 interglaciæltider, Harreskov Interglaciæltiden, Holstein Interglaciæltiden og Eem Interglaciæltiden. Disse Interglaciæltider har meget markante og karakteristiske pollendiagrammer. De mellemliggende glaciæltider er ret ufuldstændig kendte hos os, men også her giver pollendiagrammerne visse oplysninger. Efter Harreskov Interglaciæltiden fulgte de 2 Ølgod Interstadialer, som formodentlig til-

Weichsel Glaciertid	Allerød Interstadial
	Bølling Interstadial
	Brørup Interstadial
	Rodebæk (Amersfoort) Interstadial
<hr/>	
Eem Interglaciertid	
<hr/>	
Saale Glaciertid	
	Vejlby Interstadial II
	Vejlby Interstadial I
<hr/>	
Holstein Interglaciertid	
<hr/>	
? Elster Glaciertid	
	Ølgod Interstadial II
	Ølgod Interstadial I
<hr/>	
Harreskov Interglaciertid	(? Cromer Interglaciertid)
<hr/>	

hørte en tidlig del af Elster Glaciertiden. Holstein Interglaciertiden efterfulgtes også af 2 interstadialer i den ældste del af Saale Glaciertiden, Vejlbys Interstadialerne I og II. Endelig indeholdt Weichsel Glaciertiden to interstadialer i sin ældste del, Rodebæk Interstadialet og Brørup Interstadialet, og i sin yngste del Bølling og Allerød Interstadialerne.

Det må erkendes, at flere problemer ikke er ganske opklaret og måske ikke vil kunne løses foreløbig. Men det er givet, at Danmarks kvartær viser vidnesbyrd om en række store klimasvingninger, som gav sig til kende i glaciertider og interglaciertider, og de kolde glaciertider blev åbenbart afbrudt flere gange af mindre, kortvarige klimaforbedringer, men vi er afskåret fra at følge glaciertidernes forløb i helhed her i landet.

Interglacialaflejringer kan være vanskelige at datere ud fra de geologiske forhold på stedet, men i visse tilfælde kan pollenanalysen være et udmærket dateringsmiddel. Gennem KNUD JESSENS arbejde vidste vi allerede meget om vore interglaciertiders datering. Der er mange især marine forekomster, hvis nærmere tidsstilling ikke kendes klart i dag. Desværre må det erkendes, at disse ikke altid egner sig for pollenanalyse.

Jeg har kun kort omtalt interglaciertidernes vegetation og økologi. Visse ligheder mellem de forskellige interglaciertidernes pollendiagrammer findes. Således indledes successionerne med pionéragtige birke-fyrrezoner, ofte også med enebær og asp, som så afløstes af de mere varmekrævende træer og buske. Man kan også erkende en fremadskridende jordbundsforringelse og surbunds dannelse. Interglaciertiderne afbrødes ved temperaturnedgange, som først gav sig udslag i de mere varmekrævende træer og buskes tilbagegang, og derefter i skovens forsvinden (visse hovedtræk i den økologiske udvikling er omtalt i ANDERSEN 1964 og senere).

Jeg har ikke kunnet diskutere årsagerne til de markante forskelligheder mellem de forskellige interglacialtidens pollendiagrammer indgående, og mange problemer er også uafgjorte. Træernes og buskenes indvandringsrækkefølge var åbenbart ikke helt den samme, og nogle af dem har været stærkt forsinkede eller er udeblevet helt. De enkelte arters vandrings-hastighed og indvandringsveje har sikkert spillet en betydelig rolle, men det er forhold, som vi ved meget lidt om. Jordbundsforhold har også spillet en vis rolle for dette problem, men endelig er der også spørgsmålet om de forskellige arters tidligere biotype-sammensætning, som vi heller ikke ved ret meget om i øjeblikket.

Der er også problemer, hvordan man nærmere skal tolke kurvebevægelserne i pollendiagrammerne, og jeg håber, at nye undersøgelser kan bringe mere viden på dette punkt og et bedre diskussionsgrundlag.

ZUSAMMENFASSUNG

Interglaziale und Interstadiale im Quartär Dänemarks. Eine Übersicht.

Es wird vorgeschlagen die in Norddeutschland und in den Niederlanden verwendete Terminologie der Quartärstratigraphie auch in Dänemark zu verwenden. Das ältere Quartär fehlt in Dänemark, aber es gibt viele wohlherhaltene Ablagerungen aus den jüngeren Interglazialzeiten.

Harreskov Interglazialzeit (?Cromer Interglazialzeit).

Das Pollendiagramm der interglazialen Seeablagerung nahe Harreskov in Westjütland (fig. 1) enthält die ganze Vegetationsukzession der Interglazialzeit. Die grossen Maxima von *Ulmus* und *Taxus* sind besonders charakteristisch. Dasselbe Pollendiagramm ergibt sich aus der Gytjaablagerung von Ølgod auch in Westjütland (Fig. 2). Diese Pollendiagramme sind von denjenigen der Holstein Interglazialzeit ganz verschieden. Die Interglazialzeit ist vielleicht mit der Cromer Interglazialzeit identisch, aber vorläufig wird sie am besten als »Harreskov Interglazialzeit« bezeichnet.

? Elster Glazialzeit.

Die interglaziale Gytja in Ølgod wird von einer Schichtenfolge aus Ton- und Gytjaschichten überlagert, die zwei Interstadiale enthält (Fig. 3). Diese Interstadiale werden als Ølgod I Interstadial und Ølgod II Interstadial bezeichnet. Die beiden Interstadiale werden von *Juniperusmaxima* und ansteigender *Betula*- und *Pinuskurve* eingeleitet. Das erste Interstadial enthält auch *Picea*, *Alnus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Corylus* und *Taxus*. Das zweite Interstadial war etwas kühler. Die Tonschichten enthalten viel umgelagertes Pollen.

Die Ablagerungen von Harreskov und Ølgod lassen sich durch die geologischen Verhältnisse nicht datieren wegen der Abtragung der Deckschichten während der späteren Glazialzeiten.

Holstein Interglazialzeit.

Marine Ablagerungen der Holstein Interglazialzeit befinden sich in Südjütland, wie auch in Norddeutschland und den Niederlanden. Das Pollendiagramm aus Tornskov (Fig. 4, aus ANDERSEN 1963 vereinfacht) enthält das für die Holstein Interglazialzeit typische Pollendiagramm (HALLIK 1960). Die Zonenbezeichnungen im Tornskovdiagramm sind gemäss der Pollenzonen des neuen Pollendiagrammes aus Vejlbj (siehe unten) geändert worden.

Die Kieselgurablagerungen aus Vejlbj nahe Fredericia ergaben eine komplette

Schichtenfolge der Holstein Interglazialzeit und auch einen Teil der nachfolgenden Saale Glazialzeit. Die Schichtenfolge zweier Bohrungen ist in Fig. 5 gezeigt. Das Pollendiagramm der interglazialen Diatoméngyttja (Fig. 6) zeigt die ganze Vegetationsentwicklung der Holstein Interglazialzeit. Besonders charakteristisch ist das Zurücktreten von *Quercus*, *Corylus* und *Carpinus*, das vielleicht von den Bodenverhältnissen bedingt war, und das Vorkommen von *Pterocarya*.

Saale Glazialzeit.

Die obere Schichtenfolge aus Vejlbj (Fig. 7) enthält zwei interstadiale Diatoméngyttjaschichten. Die beiden Interstadiale, die als Vejlbj I Interstadial und Vejlbj II Interstadial bezeichnet sind, werden auch von *Juniperusmaxima* und ansteigender *Betula*- und *Pinus*kurven eingeleitet, aber die mehr wärmeliebenden Bäume und Sträucher wanderten nicht ein. Die Tonschichten enthalten auch hier viel umgelagertes Pollen.

Eem Interglazialzeit.

Als Beispiel der Eem Interglazialzeit wird ein Pollendiagramm aus der Seeablagerung von Hollerup westlich von Randers in Nordjütland gezeigt (Fig. 8). Das Pollendiagramm ist in 7 Pollenzonen eingeteilt. Das Diagramm ist für die Eem Interglazialzeit ganz charakteristisch mit hohen *Corylus*-, *Carpinus*- und *Picea*-werten.

Weichsel Glazialzeit.

Die Ablagerungen der Eem Interglazialzeit sind von Ton- und Sandschichten bedeckt. Als Beispiel wird das Pollendiagramm aus dem Brørup Hotel Moor gezeigt (Fig. 9, aus ANDERSEN 1961 vereinfacht). Der interglaziale Torf ist von Gyttja-, Ton- und Torfschichten überlagert, in welchen zwei Interstadiale angedeutet sind. Das Rodebæk oder Amersfoort Interstadial ist in den Seeschichten nur durch ein Ansteigen des Wasserpflanzenpollens angegeben. Das Brørup Interstadial wird von *Betula*-, *Pinus*- und *Picea*wald gekennzeichnet. *Picea omorikoides* kam u. a. hier vor. Im Torf kamen auch grosse Mengen von *Fragulapollen* vor. Bis zum Spätglazial der Weichsel Glazialzeit sind keine pflanzenführende Ablagerungen in Dänemark bekannt. Die Bolling und Allerød Interstadiale der späten Weichsel Glazialzeit sind wohl bekannt.

Auf Seite 503 wird eine Übersicht der Interglaziale und Interstadial Dänemarks gezeigt.

LITERATUR

- ANDERSEN, S. T., 1957: New investigations of interglacial fresh-water deposits in Jutland. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 8.
 — 1961: Vegetation and its environment in Denmark in the early Weichselian Glacial. Danm. Geol. Unders., II. Række, Nr. 75.
 — 1963: Pollen analysis of the Quaternary marine deposits at Tornskov in South Jutland. Danm. Geol. Unders., IV. Række, Bd. 4, Nr. 8.
 — 1964: Interglacial vegetational successions in the light of environmental changes. Report VI. International Congress on Quaternary, Warsaw 1961.
 — i trykken. Interglacial vegetational succession and lake development. The Palaeobotanist.
 — DEVRIES, H. and ZAGWIJN, W. H., 1960: Climatic change and radiocarbon dating in the Weichselian Glacial of Denmark and the Netherlands. Geologie en Mijnbouw, Bd. 39.
 EMILIANI, C., 1958: Paleotemperature analysis of core 280 and Pleistocene correlations. Journal of Geology, Vol. 66.
 FOGED, N., 1960: Diatoméfloraen i en interglacial kiselguraflejrning ved Rands Fjord i Østjylland. Medd. Dansk Geol. Foren., Bd. 14.
 — 1962: On the diatom flora in interglacial Kieselguhr at Hollerup in East Jutland. Danm. Geol. Unders., II. Række, Nr. 84.

- HALIK, R., 1960: Die Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit in Nordwestdeutschland und die Altersstellung der Kieselgurfolger der südlichen Lüneburger Heide. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 112.
- HARTZ, N. og ØSTRUP, E., 1899. Danske Diatoméjordaflejringer og deres Diatoméer. Danm. Geol. Unders., II. Række, Nr. 9.
- IVERSEN, J., 1954: The Late-Glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. Danm. Geol. Unders., II. Række, Nr. 80.
- JESSEN, K. and MILTHERS, V., 1928: Stratigraphical and paleontological studies of interglacial fresh-water deposits in Jutland and Northwest Germany. Danm. Geol. Unders., II. Række, Nr. 48.
- LONA, F. e FOLLIERI, M., 1958: Successione pollinica della serie superiore (Günz-Mindel) di Leffe (Bergamo). Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich, Bd. 34.
- MØHL-HANSEN, U. 1954: Første sikre spor af mennesker fra interglacialtid i Danmark. Aarb. Nord. Oldkyndigh. og Historie 1954.
- SELLE, W., 1953: Gesetzmässigkeiten im pleistozänen und holozänen Klimaablauf. Abh. Naturwiss. Verein Bremen, Bd. 33.
- ZAGWIJN, W. H., 1957: Vegetation, climate and time-correlations in the Early Pleistocene of Europe. Geologie en Mijnbouw, Bd. 19.
- 1960: Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene vegetation in the Netherlands. Mededel. Geol. Sticht., Ser. C, III, 1, No. 5.
- 1963: Pleistocene stratigraphy in the Netherlands, based on changes in vegetation and climate. Verhandl. Koninkl. Nederl. Geolog. Mijnbouw. Genootsch., Geol. Serie, Deel 21-2.