

PLANTER OG KLIMA I TERTIÆRTIDEN

af Else Marie Friis.

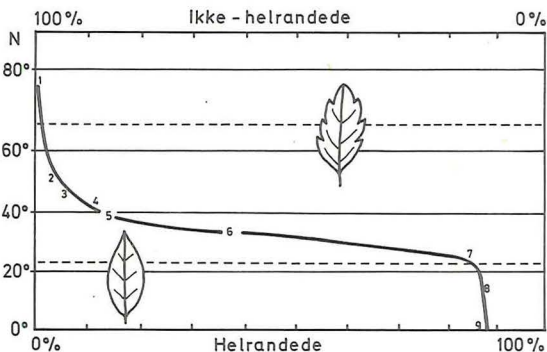
Fossile planter findes i mange aflejringer fra forskellige tidsafsnit. Det har længe været kendt, at plantefossiler kan anvendes som klima-indikatorer. De klimatiske tolkninger er hovedsageligt baseret på det princip, at nutiden er nøglen til fortiden. Det antages, at planternes krav til omgivelserne ikke er ændret væsentligt gennem tiden, og at morfologiske og anatomiske karakterer, som i nutiden er knyttet til bestemte miljøer, også i fortiden var knyttet til lignende miljøer.

De metoder, man bruger til at bestemme klimaet i Tertiær-tiden, er hovedsagelig baseret på undersøgelser af planterester af dækfrøede planter. Det kan enten være rent morfologiske og anatomiske undersøgelser af for eksempel blade eller ved, eller det kan være undersøgelser af flora-elementernes systematiske stilling.

Fossile floraer, som består af bladrester, giver som regel en meget god indikation af det klima, hvorunder floraen har vokset. Det skyldes, at der i nutidige vegetationer er en klar sammenhæng mellem bladets udformning og klimaet.

Analyser af bladrandens udformning hos nulevende tokimbladede træer har vist, at arter med helrandede blade dominerer i tropiske og subtropiske områder, mens arter med ikke-helrandede blade dominerer i de køligere områder. I Amazon-området udgør træer med helrandede blade 90 % af de tokimbladede træarter, mens de kun udgør 10 % i det nordlige Nordamerika. I figur 1 ses den procentmæssige fordeling af arter med ikke-helrandede blade for en række floraer fra Amazon-området til Ellesmere Land. Bladrandens udformning er også afhængig af nedbørsmængden, således at der er en højere procentdel af arter med helrandede blade i tørre områder. Da de tørkeprægede planter ofte har tyk dækkende kutikula samt nedsænkede og beskyttede spalteåbninger, kan man som regel nemt afgøre, om en høj procentdel af helrandede blade skyldes tørke eller varmt, fugtigt klima.

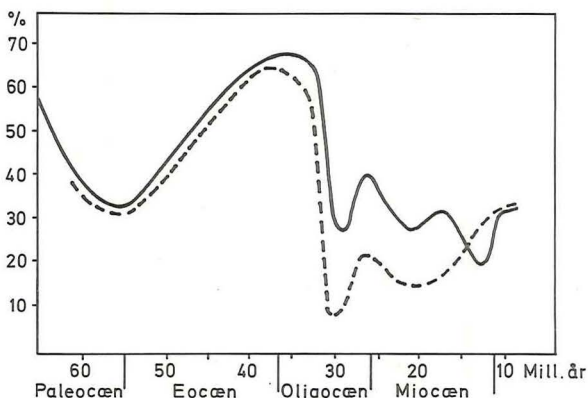
Ved undersøgelsen af bladranden er det antallet af arter og ikke antal eksemplarer, der tæller. Det betyder, at man ved undersøgelser af en fossil bladflora stort set kan se bort fra problemer som sortering under aflejringen og de økologiske forhold ved aflejningsbassinet.



Figur 1. Figuren viser fordelingen af nutidige tokimbladede arter med helrandede blade fra forskellige egne på den nordlige halvkugle. 1: Ellesmere Land, 2: Tyskland, 3: England, 4: Frankrig, 5: Spanien, 6: USA, 7: Florida, 8: Vestindien, 9: Brasilien.

Ved en palæoklimatisk analyse af en fossil bladflora skal man således undersøge, hvor mange arter floraen indeholder, og hvor mange af disse arter, der har helrandede blade, for at få et skøn over de klimaforhold, hvorunder den fossile flora har vokset.

De to kurver der er gengivet i figur 2 er tegnet på basis af bladrandundersøgelser af en lang række Tertiære floraer i det nordvestlige USA og Alaska. Kurverne viser andelen af arter med helrandede blade i

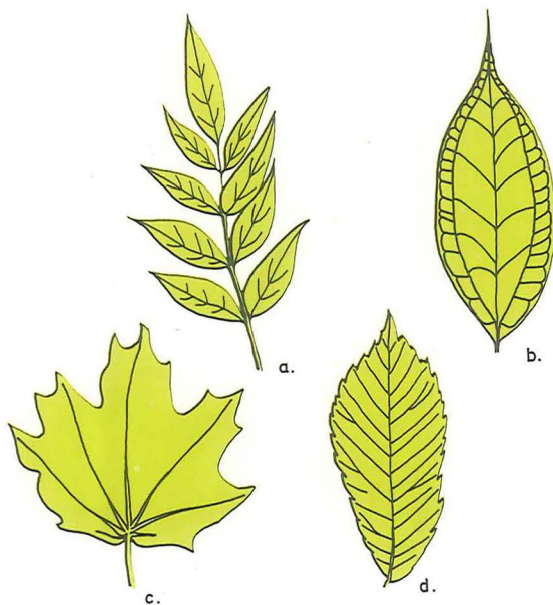


Figur 2. Kurverne viser procenten af tokimbladede arter med helrandede blade i en række fossile floraer fra det nordvestlige USA (fuldt optrukken linie) og Alaska (stiplet linie) gennem Tertiær-tiden (efter Wolfe og Hopkins 1967).

de undersøgte floraer. Det ses, at de største værdier findes i Eocæn, og at der i Mellem Oligocæn skete et markant fald i indholdet af arter med helrandede blade. Kurverne er af amerikanske palæobotanikere blevet tolket således, at temperaturen faldt jævnt gennem Palæocæn, derefter skete der en klimaforbedring fra varmt tempereret til subtropisk klima i løbet af Eocæn-etagen og Nedre Oligocæn. I Mellem Oligocæn skete der et drastisk klimafald fra subtropisk til koldt tempereret klima, derefter var der mindre klimasvingninger gennem Miocæn.

Hos nulevende planter er det ikke alene bladrandens udformning, der er afhængig af klimaet. I tropiske regnskovsområder er der en høj andel af arter, som har blade med drypspids, mens andelen er lav i tempererede egne. Da man ikke har lavet særligt grundige undersøgelser af forekomsten af drypspids i forhold til temperaturen, kan man ikke benytte denne karakter alene, men den anvendes ofte som et supplement til bladrandsanalysen.

Bladets nervation og organisation i relation til omgivelserne er ligeledes ikke særlig godt undersøgt, men generelt kan det dog siges, at sammensatte blade og fjernernvede blade er mere almindelige i tropiske egne, mens håndnervede blade er hyppigere i tempererede egne. Figur 3-5 viser forskellige bladtyper fra tropiske og tempererede egne.



Figur 3. a og b viser typiske bladformer fra tropiske og subtropiske vegetationer. c og d fra tempererede vegetationer.



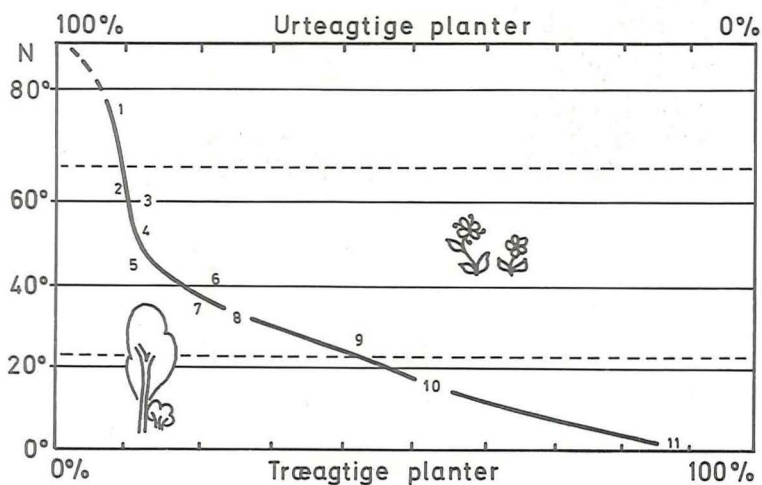
Figur 4. Blad med helrandet kant og lille drypsspids.



Figur 5. Blad med savtakket (ikke-helrandet) kant.

Det er ikke kun de nulevende planters bladform, som kan sættes i relation til klimaet. Undersøgelser af nutidige vegetationer har vist, at der er en markant forskel i forholdet mellem træagtige og urteagtige tokimbladede planter i de forskellige klimaområder. I de tropiske egne er andelen af træagtige tokimbladede arter størst og udgør i Amazon-området 88 % af alle tokimbladede arter, og andelen falder med faldende temperatur og er i det nordøstlige USA på 23 % (figur 6).

Dette forhold har man også anvendt til at skønne de klimatiske betingelser for nogle fossile floraer. Man slægtsbestemmer de fossile plantesterer og ud fra ligheden med nulevende planter skønner man om de fossile planter har været træer eller urter, og beregner derefter hvor mange procent de træagtige og de urteagtige planter udgør af floraen.

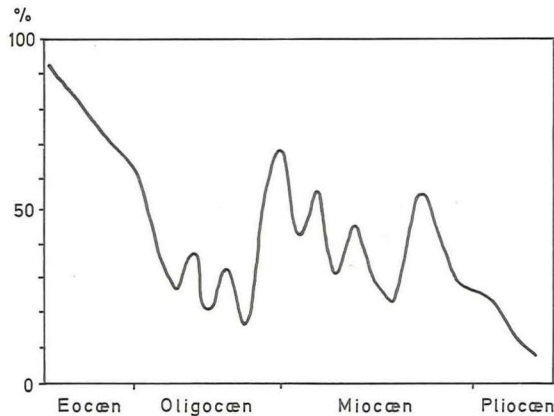


Figur 6. Fordelingen af træagtige tokimbladede planter i forskellige vegetationer på den nordlige halvkugle. 1: Ellesmere Land, 2: Færøerne, 3: Norge, 4: Tyskland, 5: Frankrig, 6: østlige centrale Nordamerika, 7: NØ USA, 8: SØ USA, 9: Florida, 10: Vestindien, 11: Brasilien.

Metoden er især anvendelig for fossile floraer, som består af frugter og frø, men den kan ikke anvendes for fossile blad-floraer, hvor de urteagtige planter meget sjældent er repræsenteret. Det skyldes især, at antallet af blade er meget mindre hos urter end hos træagtige planter, og at blade fra de træagtige planter har større mulighed for at nå aflejningsbassinnet, da de er placeret højere oppe. Endvidere mangler de fleste urter et veludviklet afkastningslag, hvilket betyder, at bladene ofte visner på planten.

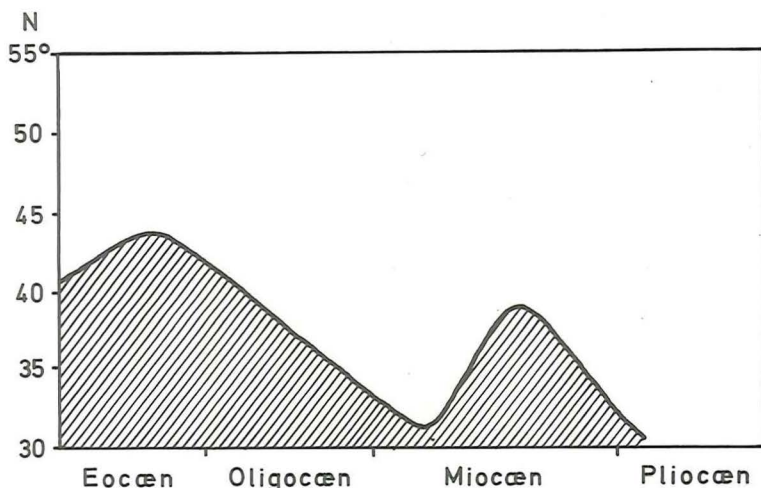
En anden mulighed for at undersøge det Tertiære klima ved hjælp af planterester er plantegeografiske analyser. Her sammenligner man igen de fossile planter med tilsvarende nulevende planter, og ud fra disses geografiske og klimatiske udbredelse slutter man sig til det klima, hvorunder de fossile planter har vokset. De geografiske analyser kan udføres på vidt forskellige måder, idet man kan inddrage mange forskellige beregninger.

I en meget anvendt geografisk analyse for Tertiære floraer opdeler man de fossile planter i to elementer: et palæotropisk og et arktotertiært element. Det palæotropiske element omfatter de fossile arter, som kan sammenlignes med planter, som i dag lever i den gamle verdens troper. Det arktotertiære element omfatter de fossile arter, som kan sammenlignes med planter, som i dag hovedsageligt findes i Nordamerika, i Østasien uden for troperne og i Europa. Ud fra forholdet imellem de to elementer i en fossil Tertiær flora kan man få et skøn over klimaet, idet et stort indhold af det palæotropiske element peger mod subtropisk/tropisk klima, mens et stort indhold af det arktotertiære element peger mod tempereret klima.



Figur 7. Kurven viser andelen af det palæotropiske element i europæiske fossile floraer fra Tertiær-tiden (efter Mai 1965).

Forholdet mellem det palæotropiske og det arktotertiære element har været anvendt for yngre Tertiære floraer i Europa, hvor man har benyttet de påviste svingninger af de to elementer inden for kortere tidsintervaller som hjælpemiddel til dateringer. I større målestok har metoden givet resultater, der viser de relative klimaændringer gennem Tertiæret. I figur 7 ses således andelen af det palæotropiske element i vegetationen i Mellem- og Vesteuropa fra Eocæn til Pliocæn. I figur 8 er vist forskydninger af vegetation domineret af det palæotropiske element i Japan i tids-

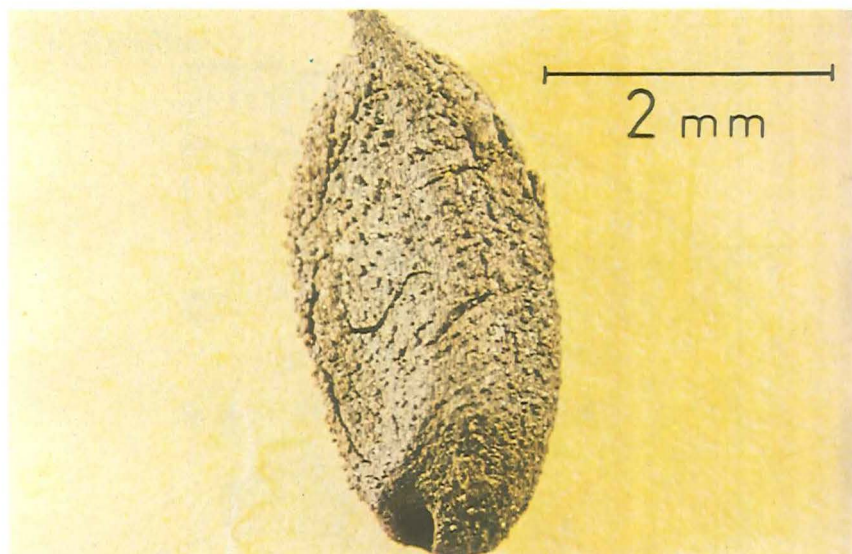


Figur 8. Det skraverede område viser forskydninger i vegetation domineret af det palæotropiske element i Japan gennem Tertiær-tiden (efter Tani 1972).

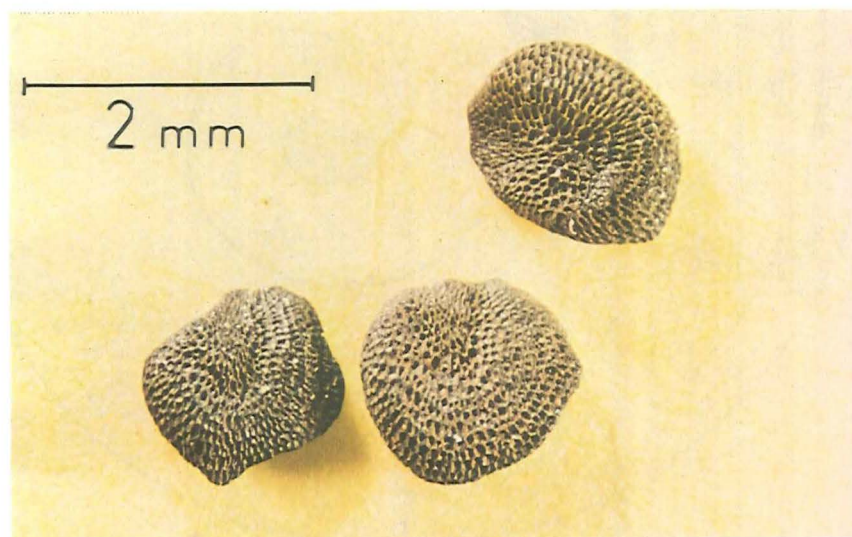
rummet fra Eocæn til Pliocæn. De to kurver i figur 7 og 8 er fremstillet på forskellig måde, men de viser i princippet det samme - nemlig at de højeste temperaturer i Tertiær-tiden fandtes i Eocæn, og at der i Oligocæn-tiden skete et kraftigt temperaturfald. Dette er i overensstemmelse med det billede af klimaudviklingen i Tertiæret, som man er nået frem til ved bladrandsanalyser i Nordamerika (figur 2).

Ved klimaundersøgelser af fossile Tertiære floraer kan man normalt ikke anvende alle de omtalte metoder. Består den fossile flora udelukkende af frugter og frø, er de geografiske analyser normalt de vigtigste, men de kan eventuelt suppleres med undersøgelser af de fossile planterets vækstform. Består den fossile flora derimod af blade, kan man foruden bladrandundersøgelsen også anvende flere geografiske analyser, mens undersøgelser af vækstform ikke kan bruges på bladfloraer.

Fasterholt floraen fra den Miocæne brunkulsserie i Vestjylland er et eksempel på en fossil flora, der er blevet brugt som klimaindikator. Fasterholt floraen består af frugter og frø, og undersøgelser af vækstform sammenholdt med forskellige geografiske analyser viste, at floraen har vokset under varmt tempererede til subtropiske forhold. Planteresterne viser altså, at der for godt 15 millioner år siden har været betydeligt varmere her i Danmark end der er i dag.



Figur 9. Frø af Liriodendron (tulipantræ) fra den fossile FASTERHOLT flora. Slægten er henregnet til det arktotertiære element i den miocæne flora.



Figur 10. Frø af Eurya (the-familien) fra den fossile FASTERHOLT flora er et eksempel på et palæotropisk element i den miocæne flora.