

VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1979



Isforstyrret fossil jordbund ved Oksbøl. Det ses, at jordbunden midt i billedet står lodret, det vil sige, at den må være isforstyrret ved en overskydning med tryk fra højre mod venstre. Overskydningen kan anes i den venstre del af billedet.

Inden for det sidste år er der fremkommet nye oplysninger om fossile jordbunde. I bakken Stolzberg ved Böxlund (vest for Flensburg) kan man se to tydelige fossile jordbundshorisonter, en øvre uforstyrret jordbund, som henføres til Eem interglacialtiden, og en nedre isforstyrret fossil jordbund, der repræsenterer Treene-varmetiden.

I en af de mange grusgrave syd for Oksbøl blev der sidste år opdaget en isforstyrret fossil jordbund. Da jordbunden er udviklet i Drenthe morænesand, må den være yngre end Holstein-interglacialtid og da den er isforstyrret, og Weichsel istidens gletschere ikke nåede så langt mod vest, må den fossile jordbund ved Oksbøl nødvendigvis være dannet i en varmetid inden for Saale istiden.

Den fossile jordbund fra Oksbøl kan derfor meget vel være af Treene alder, og er blevet forstyrret ved en isoverskridelse sent i Saale istiden.



VARV KOMMER I DETTE NUMMER VIDT OMKRING – SOM 500 MILLIONER ÅR TILBAGE I TIDEN FOR AT SE PÅ TRÆK AF UDVIKLINGEN AF DET NORDATLANTISKE OMRÅDE. HER HAR DEN FORSTENEDYREVERDEN, BLANDT ANDET INDSAMLET I DE MERE END 100 METER HOJE KLINTER AF ALUNSKIFER PÅ NEWFOUNDLAND (BILLEDET HEROVER), GIVET VÆRDIFULDE OPLYSNINGER. DERFRA UD I RUMMET, HVOR NOGLE AF HEMMELIGHEDERNE I DISSE ÅR AFSLØRES AF SATELLITER – HER NYT OM PLUTO. NORDSØENS OLIE OG GAS HAR EN KOMPLICERET GEOLOGISK BAGGRUND, SOM VI SER NÆRMERE PÅ. OG SKULLE LÆSERNE EFTER AL DENNE OMKRINGFAREN VÆRE BLEVET TØRSTIGE, ER DER INSPIRATION AT HENTE I ARTIKLEN OM GEOLOGIENS BETYDNING FOR VINE OG DERES EGENSKABER.

ISSN 0105-6301

15. november 1979

En ny varmetid

af Steen Sjørring

I Varv 1 - 1979 omtales nogle fossile jordbundshorisonter i bakkeøerne i Vestjylland. De viste fossile jordbundshorisonter, som lå uforstyrrede i lavninger i bakkeøernes moræneaflejringer, hvorfor det blev antaget, at der var tale om dannelser fra sidste mellemistid - Eem interglacialtiden. I de tilfælde, hvor to adskilte jordbundsdannelser lå over hinanden, blev den tyndere øvre fossile horisont anset for at være udviklet i Brørup interstadial, et kortvarigt varmt tidsafsnit i Weichsel istidens begyndelse.

1	ISFREMSTØD	INTERSTADIAL [VARMETID]	JORDBUNDSDANNELSE	
			BÖXLUND	OKSBØL
WEICHSEL ISTID		ALLERØD		
		BÖLLING		
	ØRESUND			
	LANGELAND			
	BÆLT			
	POMMERN			
	FRANKFURT			
	BRANDENBURG			
		SANDNES		
		BRØRUP		
		RODEBÆK		
EEM INTERGLACIALTID				
SAALE ISTID	WARTHE			
		TREENE		?
	DRENTHE			
		VEJLBY		
HOLSTEIN INTERGLACIALTID				

  Uforstyrret og forstyrret jordbund VP79

Skema over de sidste istider og interglaciale tider visende isfremstød og mellem-liggende varmeperioder (interstadialer). Frankfurt stadiet svarer til den maksimale isdækning af Danmark i Weichsel istid, mens Pommern stadiet svarer til et fremstød frem til Østjylland.

Varv har mistet sin drivfjeder gennem 15 år, idet Mona Hansen er sovet ind efter en tids svær sygdom. Mona var den bærende kraft ved tidsskriftets start og har gennem hele Varv's eksistens været den, som fik alle de komplicerede tråde flettet sammen - det er udelukkende Mona's fortjeneste, at virksomheden Varv er blevet til det den er.

Alle, som har haft den glæde at kende Mona, vil savne hende - men helt i hendes ånd vil vi gøre alt for at få tidsskriftet til at køre normalt.

Fra og med næste nummer kommer Varv både i en dansk- og svensk-sproget udgave. Redaktionen vil få dobbelt så travlt - og vi håber på læsernes overbærenhed, hvis der skulle opstå eventuelle forsinkelser.

med venlig hilsen
Redaktionen

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. Telefon: 01-13 50 01.

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Erling Bondesen, Sven Laufeld, Erik Stenestad, Steen Sjørring.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 38,00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80.

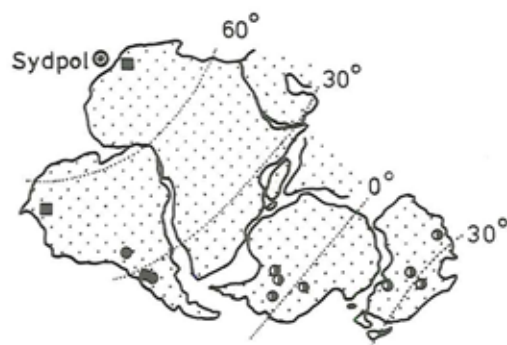
Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering og lignende bedes rettet til postvæsenet.

© 1979 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

I figur 5 giver udbredelsen af den atlantiske og pacifiske provins god mening - med en kold atlantisk fauna passende separeret af et ocean fra den subtropiske pacifiske fauna. Oceanets bredde har på det pågældende tidspunkt været tilstrækkelig stor til at forhindre en udveksling af de bundlevende trilobit-former, mens de frit kunne brede sig over de mere lavvandede shelfområder i deres egen provins. Rigtigheden af den viste model støttes af geofysiske data, idet palæomagnetiske undersøgelser for overgangen Kambrium/Ordovicium viser en placering af sydpolen ud for Nordvestafrika - det passer udmærket, at den artsfattige atlantiske trilobitfauna hørte hjemme i koldere områder.

Tager man nu andre samtidige trilobitfaunaer i betragtning, træder et tydeligt mønster - se figur 7. Sydpolen befandt sig ud for Nordvestafrika, breddegraderne havde en anden retning end idag, og forekomster af atlantisk fauna er også her knyttet til de koldere bælter nær polen. Den subtropiske pacifiske fauna på 30° sydlig bredde passer sammen med de nordamerikanske forekomster. I Antarktis og Australien levede en speciel trilobitfauna med nære slægtskaber i Kina og dele af Sibirien! Det manglende fællesskab med den atlantiske og pacifiske fauna skyldes, at den australsk-asiatiske fauna fandtes ved ækvator og på lave bredder på den modsatte halvkugle!

Der kan næppe være tvivl om, at fortidens dyre- og planteliv sammen med geofysikken må blive et værdifuldt værktøj i de fremtidige studier af de hvileløse kontinenter.



Figur 7. Forekomster af atlantiske, pacifiske og australsk-asiatiske trilobitfaunaer i Kambrium. Positionen af Sydkontinenterne svarer til Permperioden for godt 250 millioner år siden, da data er mangelfulde for endnu ældre perioder. Bemærk sydpolens placering ud for Afrika samt retningen af de Kambriske breddegrader. Faunaerne i Australien befandt sig på den nordlige halvkugle! Efter Palmer, 1962.

Hvad gemmer Nordsøen ?

BAGGRUNDEN FOR GAS OG OLIE

af Lone Svensson & Erling Bondesen

Varv har fra tid til anden bragt notitser om boringerne efter olie i den danske sektor af Nordsøen, men det har gennemgående været meget begrænset, hvad der har været af geologiske informationer i de små meddelelser. Det har sin forklaring i, at Varv stort set kun har haft de samme korte pressemeddelelser at bygge på som pressen i øvrigt. Den geologiske viden, som boringerne har ydet, er Dansk Undergrunds Consortiums ejendom og har ikke kunnet frigives, hverken af selskabet eller af Danmarks Geologiske Undersøgelse, som selskabet har indberetningspligt til. Den manglende frigivelse af de geologiske informationer må ses ud fra den betragtning, at en sådan viden kunne komme konkurrenterne i jagten efter olie til gode, selv om konkurrenceforholdene med den danske koncessionsordning er yderst begrænset.

I de senere år har forsyningskriserne, der i hvert fald i producentledet har betydet en mindre intensiv konkurrence, tilsyneladende medført en større åbenhed. Der foreligger derfor nu efterhånden en del oversigter, så et helhedsbillede af Nordsøens geologi og af olie- og gasforekomsternes geologiske beliggenhed nu kan sammenstykkedes.

Omkring 1960 vidste man praktisk talt intet om geologien i Nordsøen. I 1959 havde man fundet det store gasfelt ved Groningen i Holland, og interessen vendte sig derefter mod havområderne i den sydlige Nordsø. I løbet af de næste 5-6 år opdagedes der såvel på hollandsk som på engelsk område en lang række nye gasfelter, og med geofysiske metoder gik man i gang med også at undersøge de nordligere havområder, samtidig med at de havretslige forhold afklaredes på baggrund af Geneve-konventionen fra 1958. Danmark var på dette område det første land, der i 1963 ratificerede den i konventionen foreslåede grænsedragning.

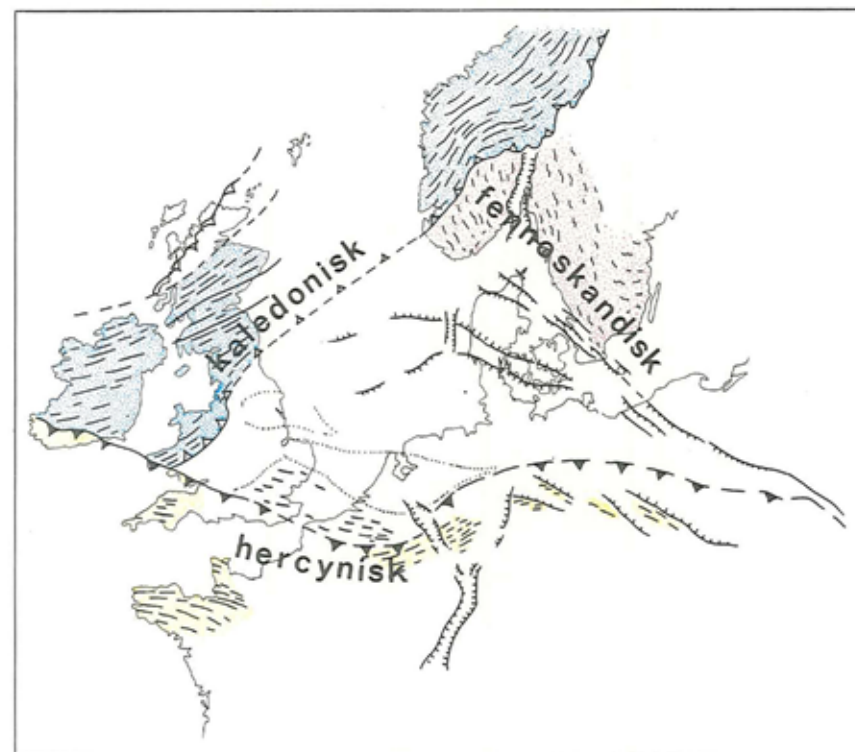
Så snart geofysikkens resultater og de nationale ejendomsforhold forelå, blev der sat ind med boringer også i den nordligere Nordsø (England 1964, Tyskland 1965 og den første danske boring til søs i 1966). Det blev imidlertid først i 1970, at de egentlige produktive olie-felter fandtes, f.eks. Ekofisk-feltet i den norske sektor i oktober 1970. Derefter er det gået slag i slag, således at kortet over olie- og gas-felter nu ser ud som vist i fig. 1.

De strukturelle rammer

De strukturelle rammer for Nordsø-bassinet kan i store træk beskrives som et trekantet område, der er knyttet til det europæisk-asiatiske kontinents

rand. Området begrænses i nordvest af den kaledoniske foldekæde (i det nuværende Skotland, Norge, Østgrønland og Spitsbergen) og i syd af den variskiske foldekæde (tværs gennem Mellemeuropa, Belgien, Nordfrankrig og Sydengland). Den nordøstlige begrænsning af det trekantede område udgøres af det fennoskandiske grundfjeldsskjold.

Mens det fennoskandiske grundfjeldsskjold, der udgør kontinentets dybeste og efterhånden fremeroderede dele, er af Prækambrisk alder (varierende fra 800 til 2700 mill. år), er de to foldekæder dannet i Palæozoisk tid, således at den kaledoniske kæde dannedes først (i Ordovicium/Silur) og den variskiske sidst (i Øvre Devon/Karbon). Set i lyset af pladetektonikteorien, der er behandlet tidligere i Varv, er de to kæder resultatet af lukningen af



Figur 1. De geologiske hovedstrukturer i Nordeuropa. Nordsø-bassinets område begrænses af henholdsvis den kaledoniske, den variskiske eller hercyniske foldekæde samt det fennoskandiske grundfjeldsskjold.

Spredningen begyndte for alvor i ældre Tertiærtid for små 60 millioner år siden, og netop på den tid opbyggedes Island og Færøerne af vulkanske bjergarter. Den første tanke, som melder sig, er, at inden da eksisterede Færøerne og Island ikke, og kontinenterne må oprindeligt have hængt sammen langs den undersøiske kontinentalskråning som vist i figur 4.

I denne situation er forekomsterne af de atlantiske og pacifiske trilobiter helt urimelig - på hver side af den bjergkæde, som ikke eksisterede, men var et havbassin, da faunaerne levede !

En ny forklaring

En spredning af kontinenter med samtidig tilvækst af ny oceanbund må indebære en tilsvarende vækst af jordkloden, hvis der ikke samtidig sker et tilsvarende tab af jordskorpe et andet sted - og det er netop hvad der sker.

I dag forsvinder oceanbund langs Stillehavskysterne ved at blive skudt ind under de tilstødende landområder langs jordskælvsaktive brudzoner. Hvis et helt ocean til syvende og sidst forsvinder ved underskydning på begge sider af oceaner, må konsekvensen blive et sammenstød mellem kontinenterne, og de tidligere havaflejringer langs kontinentrandene bliver stuvet op i en bjergkæde.



Figur 6. Høje klinter i Øvre Kambrisk alunskifer, Random Island, Newfoundland.

Den sammenhængende bjergkæde i figur 4 er netop resultatet af et sammenstød mellem Europa og Nordamerika for 400 millioner år siden.

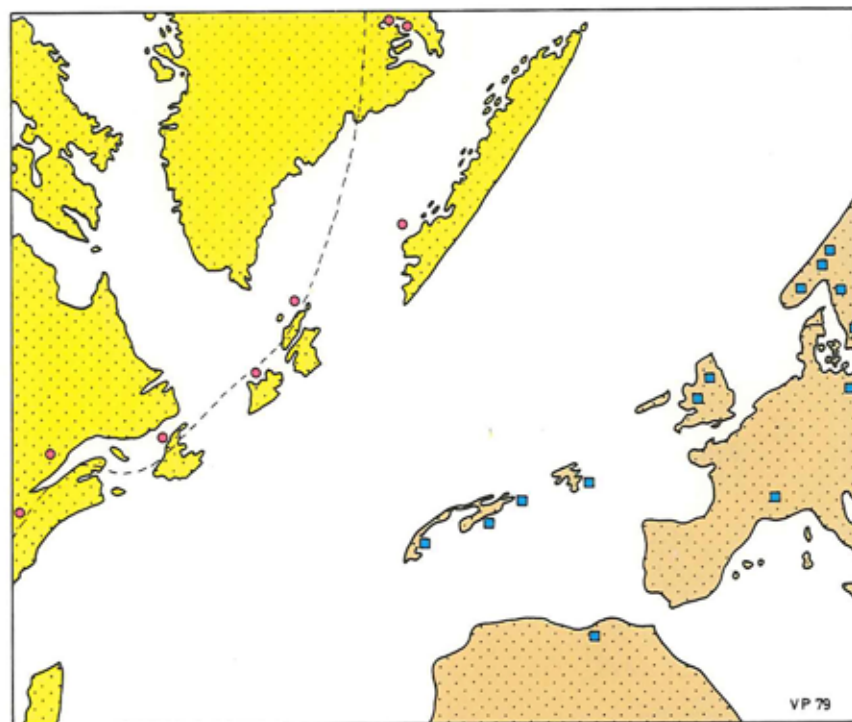
100 millioner år før sammenstødet må der her, mens de atlantiske og pacifiske trilobitfaunaer trivedes, have været et ocean - se figur 5.

Først bemærker man, at Vestnorge og den nordlige del af de Britiske Øer tilhørte Nordamerika, mens omvendt dele af den østlige kystregion i Nordamerika og det sydøstlige Newfoundland var en del af det gamle Europa. Det kan tilføjes, at Nordvestafrika også var en del af Nordamerika !

Den påfaldende udveksling af landområder skyldes, at det gamle ocean havde en nordøst-sydvestudstrækning, hvorimod åbningen af den atlant, vi kender i dag, har fulgt en mere nord-syd orienteret spredningsakse.

utænkeligt, at der ikke skulle være udvekslet trilobitarter mellem de to provinser, som havde en geologisk levetid på 100 millioner år.

Med de nye tanker om processerne i jordskorpen og kappen nedenunder står det helt klart, at Nordamerika og Europa driver fra hinanden på grund af materialestrømninger i Kappen under jordskorpen. Den centrale skillelinie er den midtatlantiske ryg med en markant vulkanisme og jordskælvsaktivitet. Oceanbunden er, geologisk set, meget ung og ved kontinenternes drift bort fra midtryggen kommer vulkansk materiale til stadighed op langs brudzoner i den midtatlantiske ryg og bygger derved ny oceanbund op, således at oceanbunden gennem tiden vokser i bredde.



Figur 5. En rimelig model for det atlantiske område ved overgangen Kambrium/Ordovicium for 500 millioner år siden. Det gamle Nordamerika og Europa var adskilt af et ocean. Bemærk, at Vestnorge og den nordlige del af de Britiske Øer hørte til Nordamerika, mens en del af Newfoundland og det østlige Nordamerika indgik i Europa.

to oceaniske områder langs zoner, hvor jordskorpen dykker ned og absorberes i den dybere kappe, og hvor der er stor kompression resulterende i dannelsen af foldekæder. Det kaledoniske ocean kan siges at have svaret til Atlanten i dag.

I forlandet til de to kæder dannedes det komplicerede mønster af blokke, brudlinier og bassiner, der danner grundlaget for den strukturelle udvikling i Nordsø-området.

Linierne

Det første sæt af linier dannedes i forbindelse med den kaledoniske bjergkædedannelse og efterfølgende efterjusteringer med overvejende nord-vest-sydøstlig retning. Disse linier udgøres af f.eks. den fennoskandiske randzone (Tornquist-linien) og det aflange danske sænkingsområde. Fyn-Ringkøbing-ryggen, som er en fremtrædende struktur i den danske undergrund, må også anses for at være anlagt i forbindelse hermed.

Det andet sæt af linier, der blev anlagt i forbindelse med den variskiske foldning, forløber dels mere nord-syd følgende den såkaldte rhinske retning og dels øst-vest, såkaldte hercyniske retning. Det linesæt, der løber i nord-sydgående retning, ses især tydeligt i Oslo Graven og Horn Graven, der begge er gravsænkingsstrukturer, samt i saltryggene i Nordtyskland. De østvestlige lineamenter, der især er af betydning, følger retningen af den variskiske foldekæde, og passer desuden med længdeakserne i de nord herfor beliggende trug.

Mens den kaledoniske foldning og de postkaledoniske efterjusteringer og kædens nedbrydning gav sig udslag i tykke lag af røde kontinentale sandsten (Old Red Sandstone) i Devon, er de variskiske efterjusteringer og nedbrydning og den efterfølgende sedimentation i Øvre Karbon præget af de store mellemeuropæiske kulførende lagserier, der strækker sig fra Schlesien over Ruhr, Holland og Belgien til Midtengland.

Langt nordpå i det variskiske forland er Oslo Gravens vulkanske provinset et dominerende træk.

Med begyndelsen til Perm var der således i Nordeuropa og i Nordsø-området etableret et underlag og et brudmønster for senere aktiviteter, som helt overvejende blev sedimentation i relation til det strukturelle mønster under indflydelse af skiftende klimaforhold. Dette sub-Permiske underlag kaldes også i olieprospekteringsmæssig sammenhæng for det økonomiske underlag, "economic basement". I henseende til olie- og gas eftersøgning opfattes de endnu ældre og mere dybtliggende bjergarter således som uinteressante.

De bjergarter, der i Nordsø-området danner "economic basement", er i overensstemmelse med den ovenfor beskrevne udvikling:

Prækambrisk grundfjeld (graniter og gnejser)
 Kaledoniske metamorfoserede bjergarter
 Prækambriske dæklag (som f.eks. Nekso Sandsten)
 Palæozoiske sedimenter (Kambro-Silure skifte og kalksten)
 Kaledoniske nedbrydningsprodukter (Old Red Sandstone)
 Variskiske nedbrydningsprodukter (blandede sedimenter og kul)

Bassinudvikling

Den første fase i udviklingen af Nordsø-bassinet og de tilgrænsende områder inden for de ovenfor beskrevne strukturelle rammer omfattede sedimentation af kontinentale røde sandsten og skifte afsat under ørkenagtige klimaforhold. Denne sedimentation var begrænset til Perm-periodens nedre del - Rotliegendes. Den næste fase kom i Øvre Perm - Zechstein - og er præget af dannelsen af store inddampningsbassiner, hvor fordampningen under de ørkenagtige klimaforhold blev så stor, at det førte til dannelsen af saltbjergarter (evaporiter) som karbonater, sulfater, klorider med både stensalt og i nogle tilfælde også kalisalte. Der er tale om to store bassiner, det nordtyske og det danske, adskilt af Fyn-Ringkøbing-ryggen. Det kraftige indsynkning i de to bassiner medførte aflejring af op til ca. 1000 m salte i fire cykler.

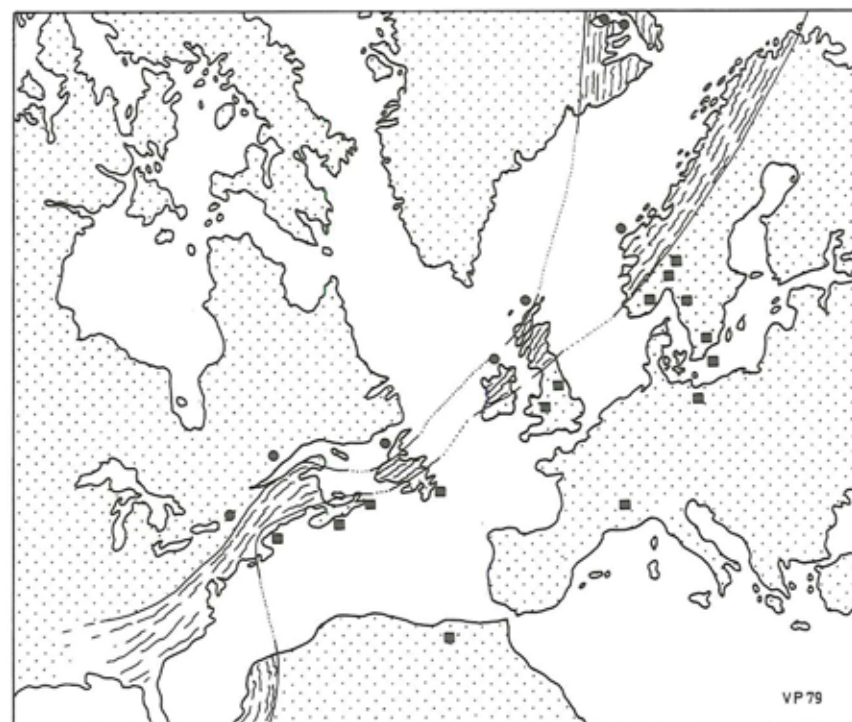
Den tredje fase startede med sedimentationen i Nedre Trias (Buntsandstein), hvor store dele af bassinets nordlige del vendte tilbage til kontinentale forhold, præget af røde sandsten og skifte med lokale salthorisonter. I Mellem til Øvre Trias (Muschelkalk og Keuper) kom det til aflejring af marine kalksten og skifte, og der skete en gradvis klimaændring til mere tempererede forhold med nedbør.

Strukturelt skete der i sedimentationsområdet en justering af gamle kaledoniske og hercyniske linier. Dels skete en indsynkning af bassinerne på begge sider af Fyn-Ringkøbing-ryggen og langs den fennoskandiske randzone, og dels medførte Trias-sedimenternes belastning oven på Zechstein-saltet, at dette mobiliseredes og gennem plastisk flydning begyndte at danne saltstrukturer - puder og gennembrydningsstrukturer (diapirer). I det nordtyske bassin skete det under stærk indflydelse af nord-sydgående rhinske strukturer, resulterende i dannelsen af salttrygge eller saltkulisser.

I løbet af Trias anlagdes begyndelsen til de betydningsfulde gravsænkingsstrukturer med nord-sydligt forløb i den centrale del af sedimentationsbassinet: Viking Graven og Central Graven. Disse strukturer er de første spæde vidnesbyrd om spredningsbevægelser som optakt til åbningen af Nordatlanten.

Med hensyn til kulbrinteakkumulationerne i Nordsø-bassinet skal der fra denne udvikling i løbet af Perm-Trias især peges på forholdene i den sydlige Nordsø og i Holland, hvor aflejringer af vindbårne sediment, klitter, flyvesand, fra Nedre Perm opefter forsegledes af evaporiter fra Zechstein

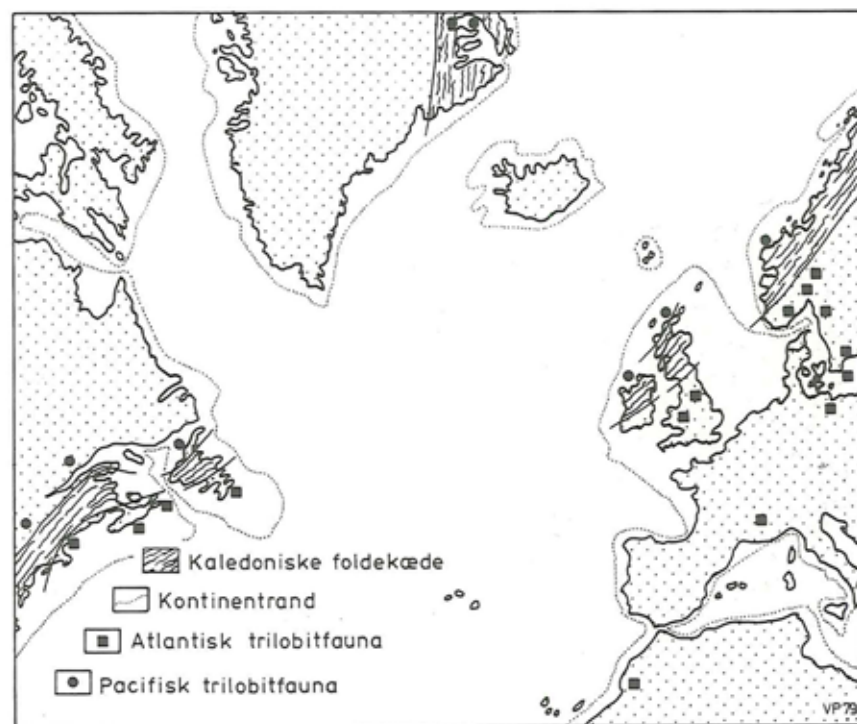
Før man for en del år siden bragte faunaernes temperatur- eller føderesourceafhængighed ind i diskussionen, var det let at betragte de to faunaer som to provinser, der meget passende var adskilt af en bjergkæde. Denne bjergkæde løber gennem den skandinaviske halvø og den nordlige del af de Britiske Øer og har en strukturel fortsættelse gennem det østlige Nordamerika. Senere fandt man ud af, at de centrale gnejser og graniter ikke som tidligere antaget var meget gamle, men at de opstod i tilknytning til den kaledoniske foldning, som udspillede sig fra Øvre Ordovicium til Nedre Devon. De nævnte gnejser består dels af omkrystalliserede ældre havaflejringer, blandt andet fra Kambrium og Ordovicium. Det vil sige, at dengang de to faunaer levede, var de adskilt af et hav, og med en stedvis indbyrdes afstand på kun 200 km forekommer det helt



Figur 4. Et muligt udseende af den nordatlantiske region i begyndelsen af Devon for 400 millioner år siden. Den Kambro-Ordoviciske atlantiske og pacifiske faunaprovinser er fordelt på hver side af den kaledoniske foldekæde, som var færdigdannet i ældre Devon. Selve bjergkæden og et bredt bælte udenom blev hævet op som tørt land - det er for overskuelighedens skyld ikke vist her, og ligeledes er udeladt et samtidigt øst-vestgående ocean gennem Centraleuropa, idet havudstrækningen her er dårligt kendt.

I kortet, figur 3, er vist nogle forekomster af den atlantiske og pacifiske fauna i Kambrium og Ordovicium, det vil sige et tidsrum på nær 100 millioner år. Den atlantiske fauna er udbredt i Skandinavien, det sydlige England og det kontinentale Vesteuropa, men mere påfaldende er forekomsterne på den sydøstlige del af Newfoundland og i kystregionen i det østlige Nordamerika.

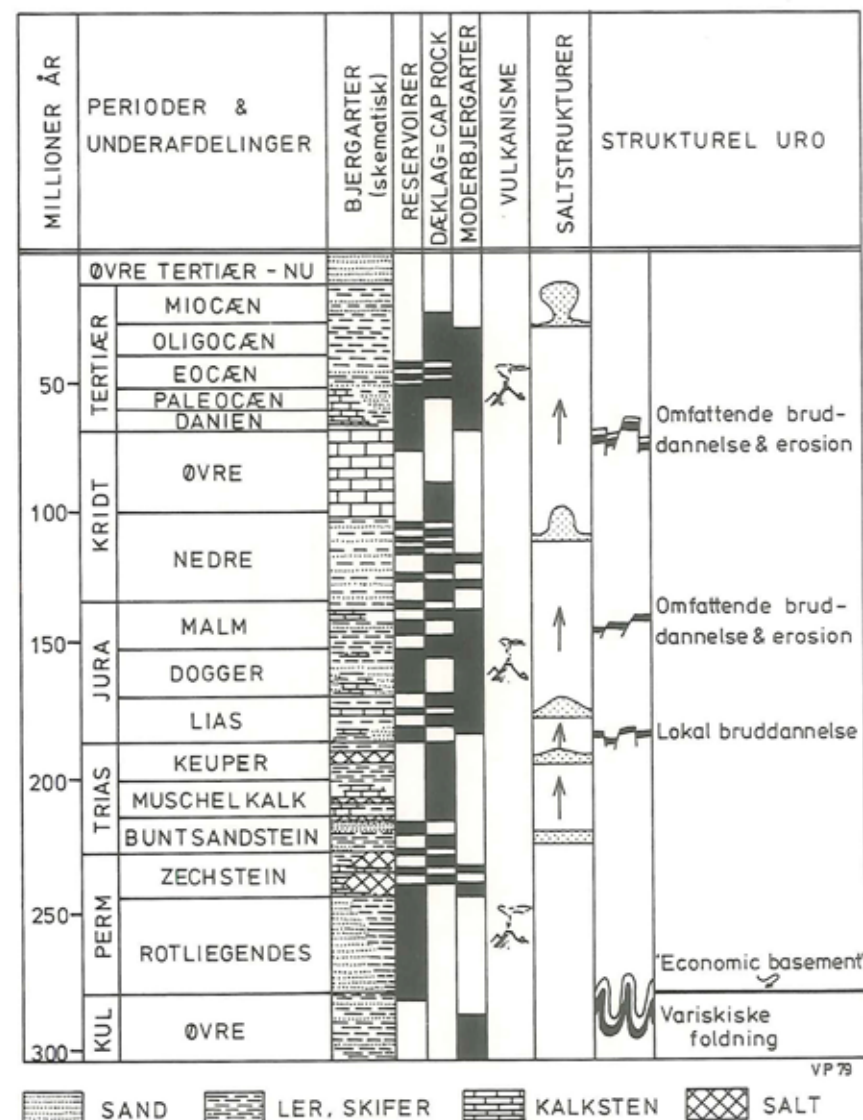
Den pacifiske trilobitfauna omkranser det nordamerikanske kontinent i en vis afstand af kysten, men igen er der et par iøjnefaldende forekomster i det nordlige Irland, Skotland samt Vestnorge.



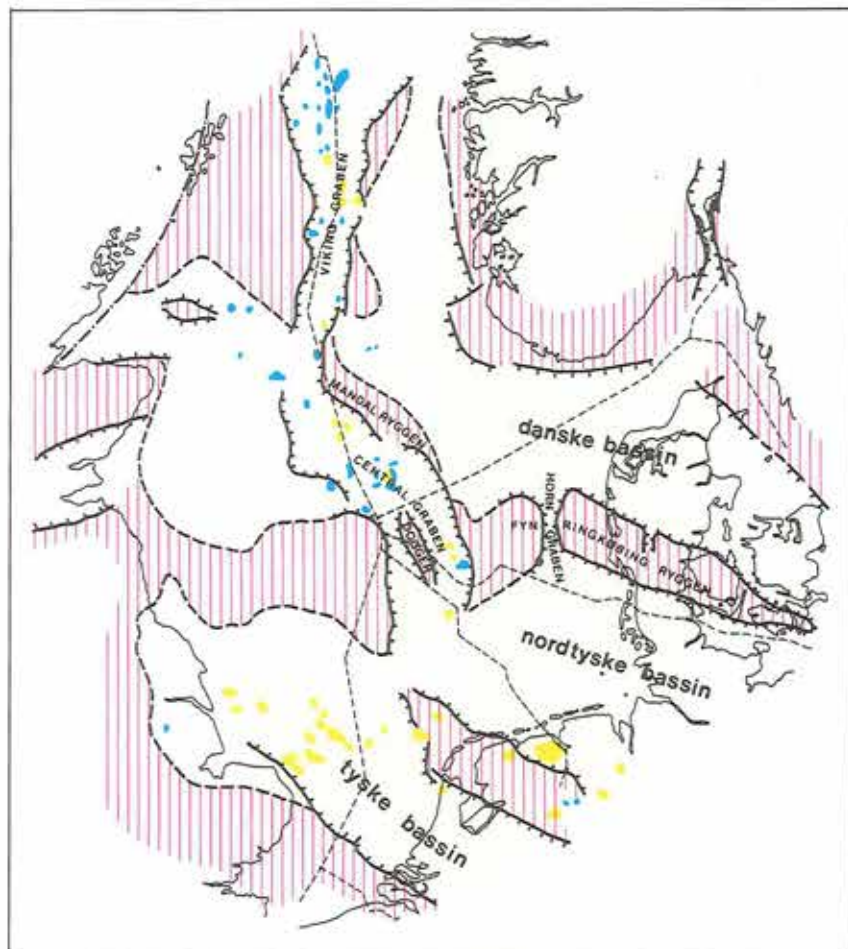
Figur 3. Nogle forekomster i dag af trilobiter fra den atlantiske og pacifiske faunaprovins i Kambrium og Ordovicium, omkring 500 millioner år før nu.

Ud fra de indledende bemærkninger synes det ikke rimeligt, at den atlantiske koldtandsfauna har levet så tæt på den subtropisk prægede pacifiske fauna - og det endda i 100 millioner år!

og aflejringer fra Trias. De højpore og højpermeable flyvesandsaflejringer danner de store gasreservoirer i Slochteren-feltet og i de engelske gasfelter i



den sydlige Nordsø. Det må antages, at gasserne stammer fra kulaflejringer i de variskiske randtrug, idet der under vægten af de overlæjrende lag er sket en komprimering og afgasning af kullene på stort dyb.



Figur 3. Nordsøens hovedstrukturer. De lodret skraverede områder angiver højtliggende "economic basement" og de takkede linier er betydende forkastningszoner. Blåt er oliefelter mens gult er gasfelter. De stiplede linier er nationale sektorgrænser.

halvkugle været muligt at skelne mellem to faunaprovinser - den atlantiske provins, hvortil det meste af Skandinavien og Nordeuropa hører, og den pacifiske provins, der som navnet antyder var udbredt langs den amerikanske Stillehavskyst, men desuden forekom stedvis i det østlige Nordamerika, inklusive Grønland.

Den atlantiske og pacifiske fauna er ikke alene forskellige med hensyn til trilobit typer - se figur 1 - men også hvad angår artsantallet, idet den atlantiske fauna er temmelig artsfattig og følgelig kunne tænkes at have holdt til på de højere breddegrader. Den pacifiske trilobitfauna taget sammen med andre faunaelementer giver en meget "varmere" fornemmelse. Man kan tilføje, at også aflejringsstyperne er forskellige, idet den pacifiske trilobitfauna overvejende forekommer i kalksten, mens de atlantiske trilobiter, som i Skandinavien og England, især kendes fra mørke eller sorte leraflejringer, der ved senere sammenpresning er blevet til fint spaltende lerskifer (alunskifer), se figur 2.



Figur 2. Øvre Kambrisk alunskifer - nej, ikke fra Bornholm, men fra det sydøstlige Newfoundland. Der finder man ganske de samme trilobiter som på Bornholm, og den væsentligste forskel er egentlig kun lagtykkelsen, idet lagfølgen på Newfoundland er op mod 100 gange så tyk. Forfatteren fot.

Uanset den dybere liggende årsag er artsantallet størst i troperne og mindst ved polerne, og grænserne løber i mange tilfælde stort set parallelt med breddegraderne.

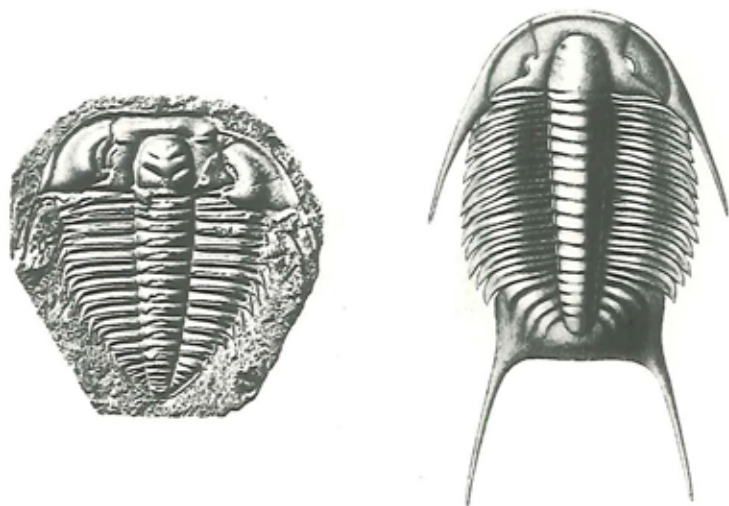
De anførte betragtninger kan være et eksempel på det "aktualistiske princip", som indebærer, at nutidige processer og faktorer også har været gældende i fortiden.

En umiddelbar fremgangsmåde i et biogeografisk studium af fortidens faunaer må da være at vurdere artsrigdommen inden for de forskellige dyregrupper af samme geologiske alder. Er man heldig, vil der fremtræde et mønster, hvor de forskellige faunaer med hensyn til artsantal stort set vil være fordelt parallelt med breddegraderne, hvis retning på grund af kontinenternes forskydning gennem tiden ikke nødvendigvis svarer til den nutidige orientering.

Jo længere tilbage i tid man går, jo større chance er der for, at kontinentdrift i mellemtiden har deformeret det oprindelige udbredelsesmønster. Derfor er det nødvendigt at supplere de biologiske data med geofysiske data for at få et detaljeret regionalt mønster frem.

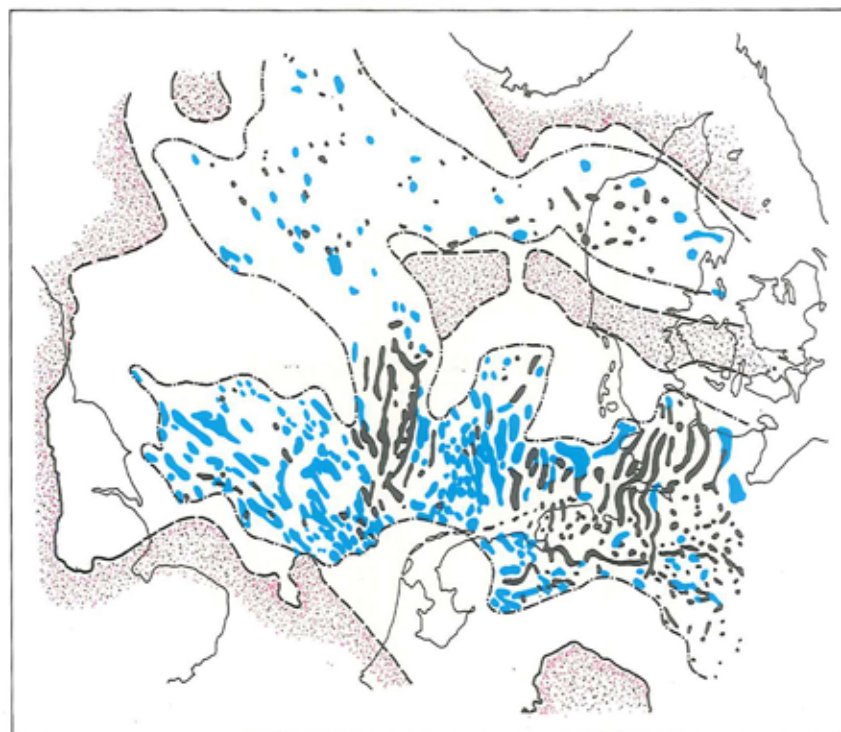
Gamle Faunaprovinser

For godt 500 millioner år siden i perioderne Kambrium og Ordovicium var trilobitterne en dominerende dyreform i havet, og det har på den nordlige



Figur 1. Trilobiter fra Øvre Kambrium. Til venstre den atlantiske *Olenus* (efter Westergård) og til højre den pacifiske *Crepicephalus* (efter Walcott).

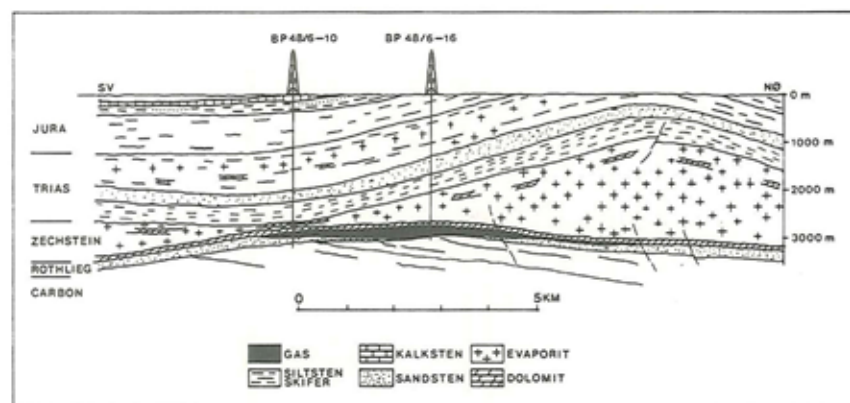
Gennem Jura-perioden og den nedre del af Kridt-perioden gennemløb Nordsøen en mere dynamisk udvikling. Desuden var der klimatiske ændringer, hvis forvarsel kom i Øvre Trias i form af mere nedbør og større produktion af biomasse i såvel det marine som det kontinentale miljø. Det forhold fik den største betydning for kulbrintedannelsen. Sedimentationen er således præget af sedimentation af grove materialer (sandsten) i de kystnære områder, mens der i bassinets mere centrale dele sedimenteredes ler (skifer) med stort indhold af organisk materiale. Tykkelsesforholdene varierer meget, dels fordi forkastningsstrukturene gav en meget varieret bundtopografi i bassinet, og dels fordi der var en fortsat udvikling af saltstrukturene, som opbyggedes af det efterhånden dybtliggende Zechstein-salt. Fyn-Ringkøbing-ryggen fungerede i lange tidsrum som land i løbet af Jura-perioden. Den allerede anlagte



Figur 4. De Permiske (Zechstein) inddampningsbassiner i Nordsøen. Den stiplede linie angiver den formodede ydergrænse for inddampningsbassinerne, således at de røde områder i det væsentlige må opfattes som land. Prik-streg linien angiver ydergrænsen forskellig strukturdannelse i saltbjergarterne, hvor de sorte er gennembrudsstrukturer (salthorste), mens de blå er pudestruktur som f.eks. vist på figur 2.

centrale gravsænkingszone - Viking Graven og Central Graven - var under hastig indsynkning med dannelse af store forkastningssystemer i randområderne. Samtidig hermed skete en intensiv sedimentation i gravsænkingszonen, først af finkornede lerede sedimenter og lokalt af mere grove, sandede aflejringer i nær tilknytning til forkastningerne, især i den senere del af Jura-perioden. Der er i tilknytning til jordskorpebevægelserne konstateret vulkansk aktivitet i f.eks. Mellem Jura (Dogger).

I den nedre del af Kridt-perioden havde sedimentationsforholdene samme præg som i Jura. For Kridt-periodens vedkommende var der dog tale om en mere kalkbetonet sedimentation, ligesom de landområder, der eksisterede gennem Jura, f.eks. Fyn-Ringkøbing-ryggen, omsider blev havdækket.



Figur 5. West Sole gasfeltet i den sydlige del af den britiske Nordsø-sektor. Reservoiret ligger i Rotliegende sandsten under en pudestruktur af Zechstein salt.

De store mængder finkornede sedimenter, der blev afsat i løbet af den ældre del af Jura-perioden, må opfattes som hovedmoderbjergarter for kulbrinterne i Nordsø-bassinet. Forekomsten af gennemtrængelige og porøse aflejringer ovenover disse aflejringer, f.eks. i Viking Graven, danner store reservoirer for olie og gas (f.eks. Statfjord-sandlagene fra Dogger og Brent-sandlagene fra Nedre Jura). I Central Graven er det sandede sedimenter fra Øvre Jura-Kridt, der danner de største oliereservoirer.

Forsteninger & Kontinentdrift

af Valdemar Poulsen

Varv har i snart mange artikler omtalt kontinentvandring og dens baggrund. For det meste har det drejet sig om begivenhederne i Nordatlanten gennem de sidste 60 millioner år - det vil sige fra begyndelsen af Tertiærtid til i dag.

Der skal ikke meget fantasi til at forestille sig, at så voldsomme processer som kontinentdrift, dannelse af ny oceanbund uden om vulkansk aktive midtoceane rygge, og forsvinden af gammel oceanbund ind under tilstødende kontinenter ikke kan være "opfundet" i Tertiærtiden - det må være helt grundlæggende processer gennem Jordens historie. Går man længere tilbage i tiden, bliver mønstret imidlertid mere utydeligt og vanskeligt at tolke, men hjælp kan hentes i den forstenede dyre- og planteverden.

Hvad fortæller forsteningerne ?

Nutidens plante- og dyreverden er ikke jævnt fordelt over jordkloden, men kan grupperes i mere eller mindre velafgrænsede områder - provinser, som i mange tilfælde passer med udbredelsen af klimabælter.

Dyreselskabet i en faunaprovin kan være blandet - 25-50 % af arterne er begrænset til den pågældende provins, mens resten af faunaen dels består af vidt udbredte former med stor tolerance over for variationer i klima og eventuelt andre faktorer, og dels former som egentlig hører hjemme i naboprovinserne.

Det er endvidere kendt, at tropiske havområder kan fremvise en stor rigdom af arter, mens artsantallet falder i retning af nord- og sydpol. De polære områder er dog ikke fattige på liv, idet der kan være mange individer af de mere fåtallige arter.

Man vil finde det nærliggende, at faldet i artsantallet fra ækvator mod pol hænger sammen med et fald i havtemperaturen, men andre faktorer tillægges i dag større betydning. En konstant stabil næringsproduktion i tropiske områder fremmer en udvikling af mange arter, der kan være sikret føde, selv om arterne kan have en stærkt specialiseret levevis. Nærmere polerne er der store årstidsvariationer og svingende føderessourcer, og dyreformerne må sætte meget afkom i verden. De kræver store fødemængder, og overlevelse kræver tilpasning til de varierende kår, og de betingelser tillader kun et mindre antal arter.

Kvalitetszonerne afspejler nøjagtigt jordbundens kalkindhold, som er ca. 35 % for Grande Champagne, 25 % for Petite Champagne, og 15 % for Bordes. Forskellen i kalkindhold beror på, at kridtundergrunden dækkes af stedse tykkere lag af Tertiært sand, jo længere ud man kommer fra Grande Champagneområdet.

Til slut et par linier om *Madeira* og *Portvin*. De førstnævnte kommer naturligvis fra Atlantøen af samme navn, og som består af vulkanske bjergarter. Winston Churchill's malerier fra Fiskerbyen Camara de Lobos viser det kupe-rede og savtakke landskab, som producerer denne gode dessertvin.

Dybt nedskåret i det nordøstlige Portugals bjerglandskab flyder floden Douro mod vest til Atlanterhavet og hovedbyen Oporto, som har givet navn til portvinen. Oppe i bjergene, hvor floden slingrer sig frem gennem Prækambri-ske metamorfe bjergarter, hovedsagelig gnejser, vokser de vine, hvoraf port-vinene blandes. Jorddækket er så tyndt, at vinbønderne må bruge dynamit til at sprænge huller i gnejsen for at kunne sætte vinstokkene. Da det vil ko-ste for meget også at sprænge huller til træstolper, som vinrankerne kan klynge sig til, opbygger man i stedet stenstøtter.

Grundstoffet calcium påvirker en vins bouquet og alkoholprocent. Jern giver vinen farve, og magnesium afbalancerer de forskellige komponenter. Det er derfor ikke svært at forstå, at et områdes geologi har meget afgø-rende betydning for vinavl. Den begrænsende faktor er de klimatiske forhold, og det er synd, for ellers ville vi givetvis have produceret champagnevin i Skåne, ved Fakse og Stevns, og på Møn !



PS. I Sverige turnerer for øjeblikket en udstilling om vin & geologi, og VARV håber i løbet af det kommende år at kunne få udstillingen til København. Vi vil holde læserne underrettet.

Ved overgangen fra Nedre til Øvre Kridt begyndte en omfattende hav-indtrængning, som må hænge sammen med den igangværende åbning af Nord-atlanten - men også med bevægelser i den sydlige zone, der førte til dannelsen af den alpine foldekæde i Sydeuropa. Der aflejredes helt overvejende kalk-bjergarter med skrivekridt i bassinets centrale dele. Kalksedimenter findes så langt nordpå som til Skotland, hvor de afløses af mere sandede og lerede se-dimenter. Selv om der stadig var bevægelser i gravsænkningssonen, var jord-skorpebevægelserne i denne fase dog meret svagere. Kalksedimentationen fortsatte ind i Tertiær med Danien-kalk og Paleocæne kalksten, som dog ef-terhånden får en mere mergelagtig karakter, det vil sige større lerindhold. I Øvre Paleocæn var der aktivitet i gravsænkningssonen, hvor der aflejredes dybvandsskifre og slamstrømme (turbiditer), der sammen med Øvre Kridt-og Danien-kalk indeholder betydelige olie- og gasakkumulationer.

Det overlejrende Eocæn i Nordsøen er som helhed opbygget af marint ler, der i visse områder kan indeholde en del organisk materiale. Det menes, at dette ler i f.eks. Forties, Frigg og andre nordlige felter sammen med Pa-leocænet er udgangsmateriale for gas- og kondensatakkumulationer. Eocæ-ne sandede let gennemtrængelige aflejringer er dog almindelige i Viking Gra-ven, hvor de kan danne reservoirebjergarter. Desuden er Eocænet præget af vul-kanisme, i denne periode dannedes den egentlige nordatlantiske oceanbund, og oceanbundsspredningen tog for alvor fart. De store vulkanprovinser på Hebriderne, Færøerne og i Østgrønland dannes ligeledes i Eocæn. De sorte lag af vulkansk aske i det jyske moler er en fjern afspjeling af disse begiven-heder.

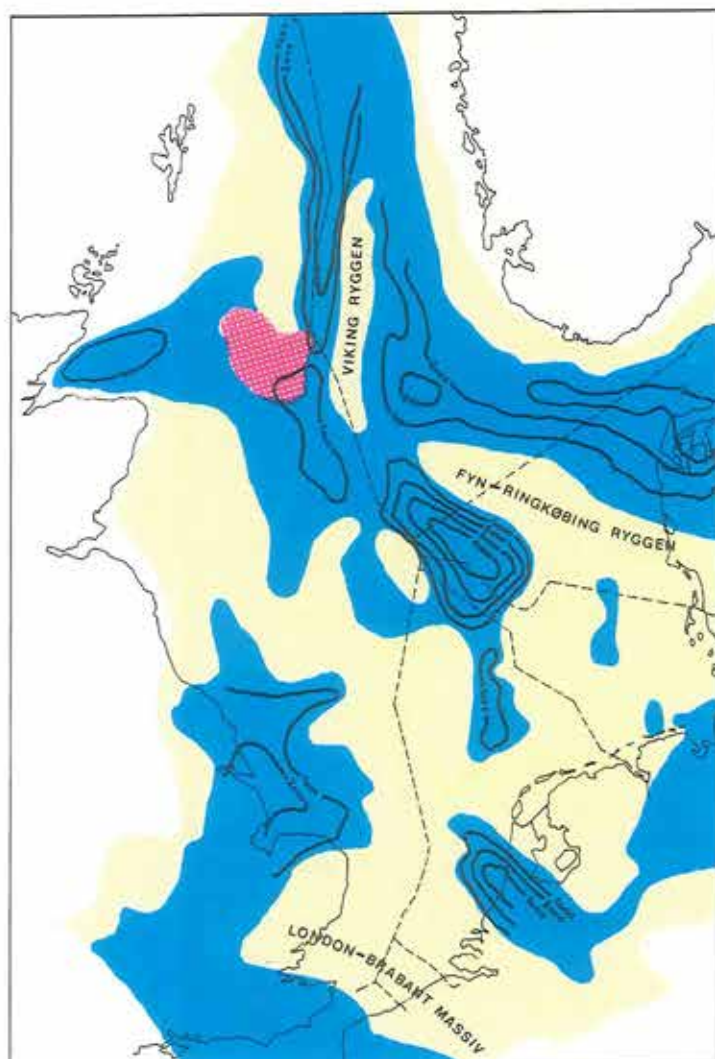
Nedre Oligocæn mangler i store dele af Nordsøens randområder, fordi havet trak sig noget tilbage under den generelle landhævning, der fandt sted i forbindelse med hævnningen af den alpine foldekæde i Sydeuropa og Asien.

I gravsænkningssonen kan der findes op til 600 m tykke aflejringer fra Oligocæn, og indsynkningen forstærkedes gennem Miocæn, som det fremgår af, at der i enkelte borer findes helt op til 1500 m sandede bjergarter. Der findes gasakkumulationer flere steder i disse bjergarter, f.eks. i Ekofisk-feltet, med de er tilsyneladende uden økonomisk interesse.

I forlængelse af den tendens, der er karakteristisk for udviklingen i såvel Nedre som Øvre Tertiær, dannedes der også i Kvartærtiden tykke aflejringer i den centrale del af Nordsø-bassinet i områder svarende til gravsænkningssonen. Kvartæret kan her være op til 500 m tykt.

Olie- og Gasforekomster

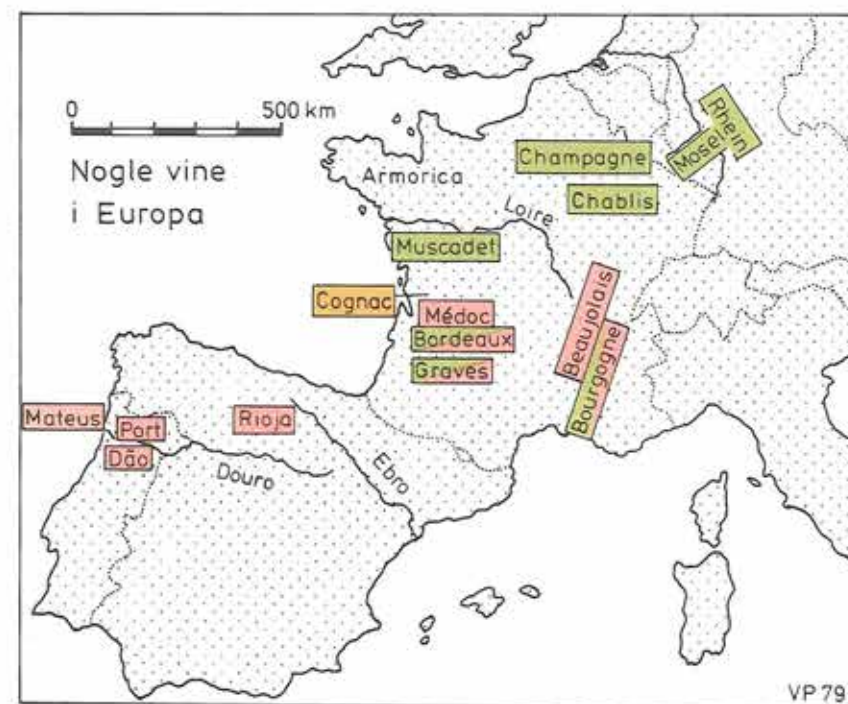
På baggrund af den beskrevne geologiske udvikling i Nordsø-området vil man kunne forstå fordelingen af de indtil nu fundne olie- og gasforekom-



Figur 6. Kort over Nordsøens Juraaflejringer med angivelse af tykkelserne i fod (1000 fod mellem hver kurve). Rødt angiver et område med vulkanske bjergarter. gult angiver hvor der kun er meget tynde eller helt manglende Juraaflejringer. De blå områder er områder med tykke Juraaflejringer, bl.a. på dansk sokelområde.

for vinens art og kvalitet særlig tydeligt demonstreres, idet jævndrengende bjergarter giver helt forskellige vine: Rød Bordeaux fra søstjernealksten og hvid Bordeaux fra mergel.

Kongen eller dronningen blandt de hvide vine er *champagnen*, som kræver en Kridtundergrund med et tyndt dække af brunkulsførende ler fra Ældre Tertiærtid. Champagnen lagres og modnes i kældre, som er udhugget i kridtundergrunden 15-40 meter under jordoverfladen. Reims er champagnens højborg, og det geologiske institut ved universitetet her ligger direkte over store champagneskældre - for at belastningen ikke skal blive for stor, består instituttet af lette etplansbygninger.



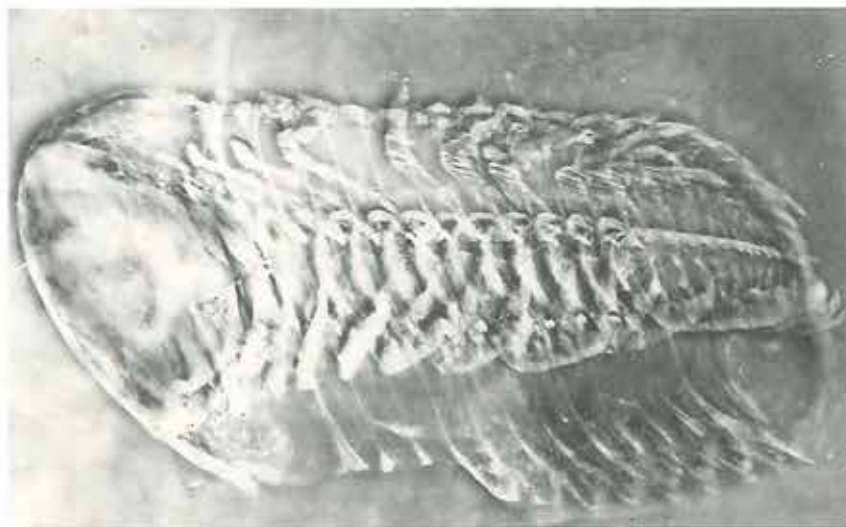
Cognac er et vindestillat, og dens kvalitet er derfor helt afhængig af Kridtundergrundens egenskaber. Hvis man ser på bagsideetiketten af en flaske *Remy Martin*, finder man et kort, som viser et centralt område, hvor den bedste cognac - *Grande Champagne* - produceres. I den omgivende zone produceres den næstbedste cognac - *Petite Champagne*. Etiketten viser også den yderste zone, hvorfra de "ringeste" cognacsorter - *Borderies* - kommer.

Hvidvine

Blandt hvidvinene kommer *Muscadet* fra de ældste bjergarter - i form af ung-Prækambriske sandsten og metamorfe skifre fra Ældre Palæozoikum.

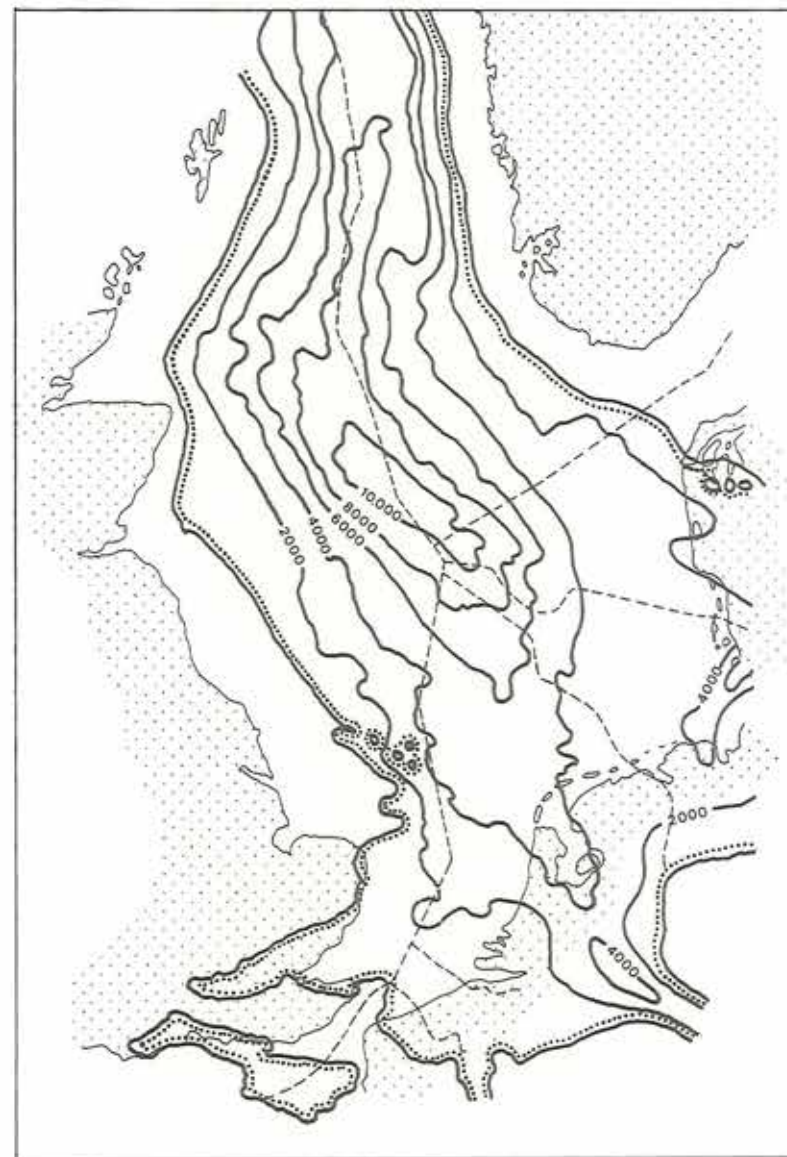
I andre dele af Loire-dalen produceres udmærkede vine fra den Ordovisciske lyse, stedvis rødlig kvartsit fra Asterix' og de øvrige gæve galleres hjemsted Armorica.

Mosel- og Rheingauvinene kommer fra lerskifre og kvartsiter fra Devontid, men så langt mod nord må man gøre en ekstra indsats, for at vindruerne skal nå at modnes. Vingårdene er derfor koncentreret på sydskræninger, og på jorden rundt om vinstokkene lægger man plader af den sorte Devone Hunsrückskifer for at suge og oplagre solvarme. Hunsrückskiferen er en marin aflejring som iøvrigt er verdenskendt blandt geologer for de perfekt bevarede forsteninger.



Røntgenbillede af trilobiten *Phacops* fra Hunsrückskifer (Devontid). Den lyse y-formede struktur fortil viser placeringen af mave og svælg. De leddelte ganglemmer ses tydeligt på højre side. W. Stürmer fot.

De hvide Bordeauxvine får bouquet fra fossile søstjerner i en mergel fra Tertiær (Oligocæn-etagen). I Bordeaux kan undergrundens betydning



Figur 7. Udbredelse og tykkelse i fod af tertiære aflejringer i Nordsøen. Den prikkede linie angiver grænsen for udbredelse, og er ikke en kystlinje. Denne varierede meget gennem Tertiærtiden.

ster. Det er først og fremmest den nord-syd forløbende gravsænkingsstruktur - Viking Graven og Central Graven - der har været givtig. I den sydlige del heraf er det overvejende olie- og gasfund knyttet til Danien-aflejringerne, som f.eks. i Dan-feltet og Ekofisk-felterne, mens det i den nordligere del overvejende er olie knyttet til Juraaflejringer, men her også olie og gas i tilknytning til aflejringer fra Nedre Tertiær. Imidlertid er der dog mange variationer over dette generelle mønster.

I den sydlige Nordsø er der fundet en lang række store gasfelter knyttet til et øst-vest forløbende strøg fra Nordholland til England. Gassen er den methanrige kulfas og må have sin oprindelse i dybtliggende kulforekomster knyttet til et aflejringsbassin langs den variskiske foldekædes nordrand. De gasførende aflejringer er Rotliegendes sandede bjergarter, der opefter er forsegled af Zechstein-salt.

Det er disse to strukturer, der især har været genstand for olieselskabernes interesse, men det behøver ikke at betyde, at der ikke andre steder i Nordsøen findes områder med potentielle olie- og gasstrukturer. I hvert fald er det iøjnefaldende, at aktiviteterne i de senere år har bredt sig også til andre områder.

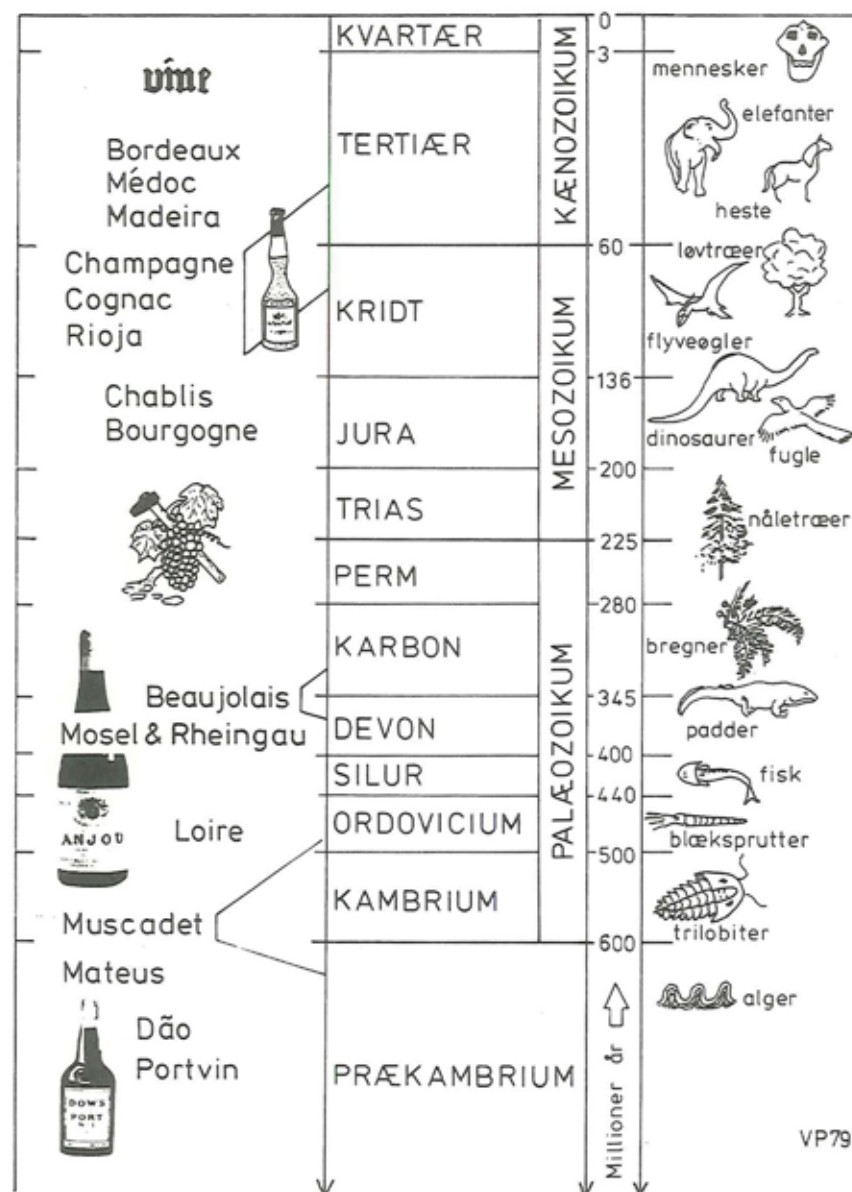
Jupiter og dens måner



af Lars Skov Andersen

Voyager satellitterne blev opsendt i august og september 1977 for at udforske de ydre planeter i vort solsystem. De passerede Jupiter i marts og juli 1979, og skal efter planen passere Saturn i november 1980 og august 1981. Herefter vil Voyager 1 have fuldført sin mission, men det er muligt at Voyager 2 skal fortsætte mod Uranus, hvortil den i så fald når i 1986.

Billederne stammer fra Voyager 1 og er taget under dens indflyvning til Jupiter i tiden 13. februar til 5. marts, hvor den passerede Jupiter i en afstand af kun 300 000 km. Ved passagen bag om Jupiter afbøjedes banen næsten 90° så Voyager 1 fik retning mod Saturn, samtidig med at den accelererede kraftigt.



Fra det nordlige og centrale Portugal kommer en velkendt rødvin - *Dão* - som produceres på den ældste vinydende undergrund i Europa. *Dão* kommer nemlig udelukkende fra Prækambriske metamorfe bjergarter. Rosevinen *Mateus* i de karakteristiske flade flasker kommer også fra Prækambriske gnejser.

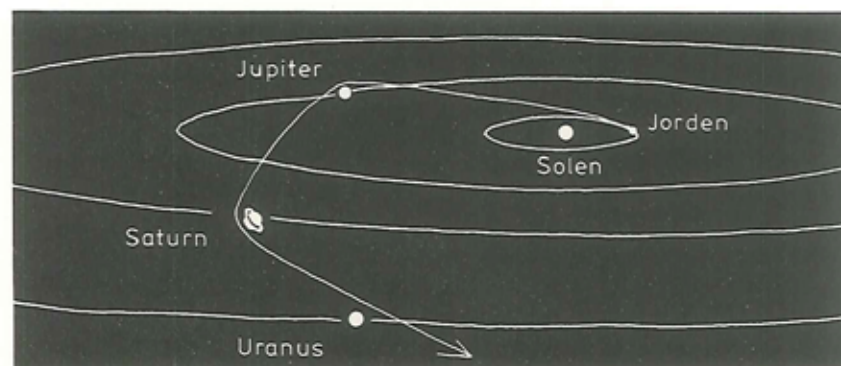
Den østlige udkant af Centralmassivet i Frankrig producerer en berømt rødvin - *Beaujolais* - på Palæozoiske bjergarter (se skema). Vinen kommer udelukkende fra granit og sorte skifre af Devon og Karbon alder. *Bourgogne* kommer fra samme geografiske område, men har sin specielle bouquet fra Juratids kalksten. I "Cote d'Or" kiler disse kalksten ud i en 60-70 km lang højderyg, som bare er 500 meter bred, og i denne smalle stribe ligger alle de berømte vingårde. I Bourgogne produceres også en anden berømt vin - *Chablis* - på en undergrund fra Juratid. Undergrundens store betydning for vinens smag viser sig tydeligt her, ved at *Chablis*'en udelukkende kommer fra en mergel fra Øvre Jura. Merglen har navn efter en musling, *Exogyra virgula*, og der findes ikke en vinbonde i hele Bourgogne som ikke ved, hvordan denne juramusling ser ud. Det synes, som om vinen af og til smager maritimt, selv om denne musling har været uddød i 150 millioner år!



Exogyra virgula

Ser man på endnu yngre bjergarter kommer den spanske *Rioja* fra Ebro-dalens Kridt og Tertiær. Af *Bordeaux*-vinene produceres *Médoc* på Tertiær, mens de øvrige stammer fra en meget begrænset del af Tertiærlagene - nemlig den såkaldte "søstjernealk" fra Oligocæn-etagen. De fornemste vine i Bordeauxdistriktet kommer fra de områder, hvor kalkstenen dækkes af flodter-rassernes sand og grus fra Kvartærtiden. "Graves" betyder grus. Jordbunden her er meget næringsrig, men veldræneret.

Kvartærtidens og nutidens vulkanske bjergarter giver rødvine med speciel lugt og smag, for eksempel i Italien. Sicilien med Etna og Campanien med Vesuv producerer vine, som man ikke kan tage fejl af. Næste gang du drikker en italiensk rødvin, kan du prøve at gætte, om den kommer fra en vulkansk jordbund - et geologisk oversigtskort kan bruges som facitliste!



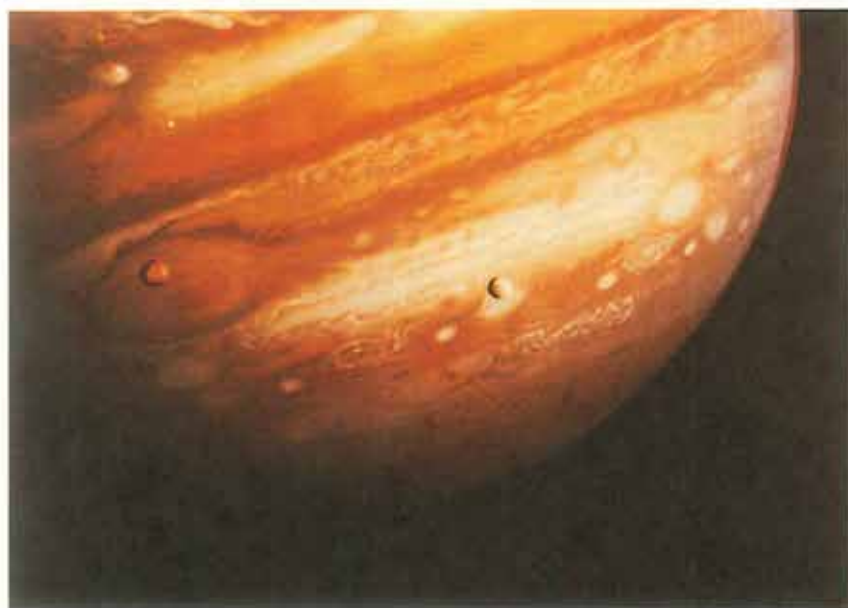
Figur 1. Solsystemets ydre planeter og den omtrentlige bane for Voyager 1.

Jupiters radius er 11 gange så stor som Jordens, dvs 63 000 km, og planeten består overvejende af brint og helium, der i stor dybde er flydende på grund af det høje tryk, men ud mod overfladen aftager gradvist i tæthed, og derfor yderst danner en gasformig atmosfære, hvori der også er simple kulbrinter, ammoniak og vand.

De farvede bånd, der ses på Jupiter, er skyformationer på overgangen fra den flydende overflade til den yderste gennemsigtige atmosfære. De lyse bånd er skyer over områder med opstigende luftmasser. Herfra strømmer luften ud til siderne, hvor den synker ned, og atter opvarmes så skyerne forsvinder og de mørke bånd dannes. Ved denne strømning på tværs af breddegradene sker der en kraftig afbøjning og hvirveldannelse (cykloner), som følge af Jupiters hurtige rotationstid på knap 10 timer. Hvirvlerne er dog forbløffende stabile efter Jordisk målestok. Således dannedes de lyse pletter under den store røde plet for ca. 40 år siden, og den store røde plet har selv eksisteret siden man først observerede Jupiter.

Io og Europa var begge blandt de 4 af Jupiters efterhånden 13 kendte måner, som Galilei observerede i 1610. Io har speciel dansk interesse, idet det var på basis af dens formørkelser, at Ole Rømer i 1675-76 kunne fastslå, at lyset havde en bestemt målelig hastighed.

Io's diameter er 3640 km og Europas 3050 km sammenlignet med Månens på 3475 km. De kraftige farver på Io tilskrives et beslag af svovl og salte afsat i forbindelse med vulkansk aktivitet. Billeder fra Voyager 2 viste, at der stadig er aktive vulkaner. På Europa antages de lyse områder derimod at være isdækker, mens de mørke er delvist isdækkede klippeoverflader. De lange lineære strukturer antages at være sprækkesystemer i form af forkastninger eller gravsænkninger.



Figur 2. Jupiters sydlige halvkugle fotograferet 13. februar fra en afstand af 20 mio km. Foran den store røde plet ses Io og til højre Europa.



Figur 3. Nærbilleder af Io og Europa taget fra en afstand af henholdsvis 85 000 og 2 mio km, men forstørret til samme målestok.



Vin & Geologi

af Sven Laufeld

Aftensolens sidste stråler faldt på byen ved Eufrats bred og reflekteredes i den lille mands glatragede hovede. Han stod i en dadelpalmelund, omgivet af en skare, som nysgerrigt stirrede på hans forehavende.

Lugal-ani-sal-nu-ma-da-dub - det hed han faktisk - rystede forsigtigt på et stort lerkrus, stak næsen ned for at lugte til indholdet. Mandens mongolskæve øjne lyste af glæde, da han på sin gebrækkelige sumeriske dialekt råbte, at det var lykkedes. Med en lille lerøse hævede han den røde væske til læberne og drak. Først en enkelt smagsprøve, siden en til - og det blev til flere. Byboerne fulgte snart hans eksempel - de kunne også lide drikken, og angsten for dæmonerne bagom buskadset veg bort. De blev glade og begyndte at danse, også bag buskene, dagen derpå havde adskillige af dem ondt i hovedet, og ni måneder efter fødtes flere børn end sædvanligt. En sorthåret lille pige fik navnet "Vin-godt-men-ondt-i-håret".

Netop sådan tror jeg det må have været gået til ved verdens første vin-fest i det sydlige Babylon for 6000 år siden. Sumererne begyndte da at dyrke vindruen, *Vitis vinifera*, og snart efter spredtes vinkulturen vestpå til Ægypten, til Grækenland, hvor Dionysos blev dens gud, og til Rom, hvor Bacchus beskyttede den. I Antikken vidste alle, hvad nutidens mennesker som regel ikke ved om vin - nemlig at jordbund og undergrund har meget stor betydning for vinens smag.

Vinranken selv har en interessant geologisk historie, men her skal blot nævnes, at slægten *Vitis* i Tertiærtiden havde en stor udbredelse på den nordlige halvkugle. I forstenet tilstand har man fundet rester af stamme, blade og druekerner fra mange lande i Europa. Rester af slægten *Vitis* er truffet så langt nordpå som Island og Grønland. De ældste fossile rester af arten *Vitis vinifera* - den art hvis druer anvendes til fremstilling af vin - kommer fra Toscana i Italien, bevaret i travertin (en slags kildekalk) fra yngste Tertiær (Pliocæn-etagen).

Men hvad har vore vinflaskers indhold med geologi at gøre? Lad os først se på nogle rødvine, siden nogle hvidvine og til sidst på nogle dessertvine.