

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1991



I midten af januar måned medførte stormen, at et stykke af det nordøstlige hjørne af Bulbjerg styrtede i havet. Det skønnes, at der faldt omkring 100 m^3 bryozokalk ned på stranden. I de nedstyrtede blokke har man både lagflader og tilfældige snit i bryozokalken, så der er gode muligheder for at finde pæne forsteninger, og det er nogenlunde let at få dem ud ved hjælp af hammer og mejsel.

Yderligere kan man pille i kalken uden at genere de ynglende tretåede måger (Rider), der flyttede fra Skarreklit og ind på Bulbjerg, da en storm væltede Skarreklit i 1978.



FOTODÆKSLET HEROVER LIGGER PÅ NÆSTEN PERFECT HEXAGONAL OPSPRÆKKET SØJLEBASALT I NORDIRLAND. LÆS I BLADET OM DANNELSEN AF SØJLEBASALTER. TRE KNOLDE AF FLINT INDEHOLDER SÆRE SPOR – HVEM HAR LAVET DEM? – OG HVAD LURMÆRKET HAR MED GEOLOGI AT GØRE, GIVES DER OGSÅ EN FORKLARING PÅ.

ENDELIG ER DER EN ARTIKEL OM DE GEOLOGISKE FORHOLD PÅ SANTORINI, SAMT EN KORT NOTE OM BEGREBET DRABEJORD.

VARV er flyttet! Det vil sige, at kontor og lager er flyttet nogle etager op i den samme bygning. Desværre vil det ikke længere være muligt at besøge VARV på kontoret, med mindre man i forvejen har en aftale herom med en af redaktionens medlemmer, idet vi nu har til huse i et aflåst område. Vi håber dog at kunne åbne et nyt kontor i løbet af efteråret, hvor det så vil blive muligt at besøge os.

Bestilte varer, der ønskes afhentet, vil indtil videre blive placeret ved Centralinstituttets reception eller hos bygningskompleksets vagtmester, begge ved trappe N ved parkeringspladsens nordlige side.

Redaktionen ønsker alle abonnenter en rigtig god sommer!



Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 33 11 22 32, Telefax: 33 11 46 37.

Telefoniske bestillinger og forespørgsler kan rettes til: Svend Pedersen eller Steen Sjørring på ovenstående telefonnummer.

Skriftlige henvendelser og bestillinger ekspederes snarest muligt.

Redaktion: Svend Pedersen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Lena Madsen, Steen Sjørring og Vivianne Berg-Madsen (Sverige).

Renskrift og montage: Steen Sjørring

Repro: FBN Litho ApS, København

Tryk: Johnsen+ Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 80 kr i abonnement for 1991. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 80 SEK til VARVs svenske postgirokonto: 4388-5.

Enkeltnumre kan købes til varierende priser.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1991 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.



Figur 4. Profil i en af de vestjyske bakkeøer. Den øvre meter er 'aktivlaget', hvis undergrænse er meget skarp. Der ses indtil flere dråbelignende strukturer, som slutter i næsten samme niveau.



Figur 5. Nærbillede af en af dråberne i figur 4. Lagdelingen i sandet i dråben er tydeligt bevaret. Bemærk den tynde kanal mellem dråben og udgangslaget.

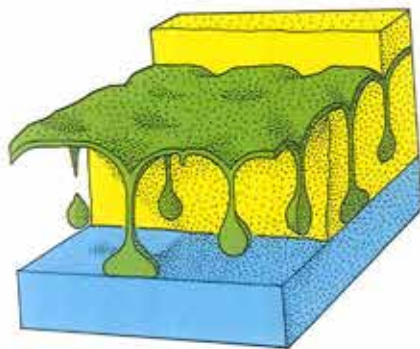
Ud over dråbejord findes der en lang række lignende 'kryogene' strukturer, der alle er resultat af processer, som finder sted ved frysning og optøning af vandholdige sedimenter i de øvre jordlag. Strukturerne kan både være påvirket af den udvidelse, der sker ved faseændringen fra vand til is på 9%, samt af den rumfangsreduktion, som følger af ændringen fra is til vand.

Alt i alt vidner disse strukturer om, at der har været permafrossen jord med et overliggende aktivlag. Det vil sige, at der har været meget koldt, men også så varme somre, at de øvre jordlag kunne nå at tø op. Blandt andet ved hjælp af dråbejordsstrukturene har man et mindstemål for, hvor dybt denne optøning nåede ned.



Figur 2. 'Rigtig' dråbejord, hvor flere af dråberne har mistet forbindelsen til udgangslaget.

Dråberne kan af og til have mistet forbindelsen til udgangslaget og dermed være rigtige dråber. I sådanne tilfælde kan det være yderst svært at se,



Figur 3. Skitse af dråbejord. Nederst ses det frosne underlag, som dråberne kan 'støde mod', hvorved de flader ud. Til venstre ses en 'rigtig' dråbe.

hvad man har med at gøre, for tit er det sand, dråberne ligger i, ganske strukturløst, se fig. 2.

Dybden, som dråberne når ned til, kunne meget vel repræsentere aktivlagets tykkelse på det tidspunkt, hvor dråberne blev dannet. Blandt andet er der beskrevet dråber, som flader ud i en og samme dybde, hvilket tyder på, at de ikke kunne nå dybere på grund af underliggende frosne jord, se fig. 3.

Blandt andet i grusgrave i bakkeøerne i Vestjylland kan man finde mange smukke eksempler på dråbejord-lignende fænomener, hvor det også kan være mere sandede partier, der er sunket ned i de lerede. Måske er det så ikke længere 'rigtig' dråbejord, men et fænomen, der på tysk hedder 'Brodetöpfen'.

Plateaubasalter og søjlebasalter i Nordirland

af Richard Wilson og Anne-Marie Jepsen

For 60 millioner år siden eksisterede Atlanterhavet ikke. Det, der i dag udgør Nordirland og vestkysten af Skotland befandt sig dengang tæt op ad den nuværende Østgrønlandske kyst (fig. 1). På dette tidspunkt begyndte de to plader at fjerne sig fra hinanden langs en større sprækkezone i Jordens skorpe (se Varv 1990/1). Sprækkezonen kendes i dag som Den midtatlantiske Ryg, og de to plader, den nordamerikanske og den europæiske, fjerner sig fortsat fra hinanden med et par centimeter om året.

Langs sprækkezonen trænger vulkansk lava af basaltisk sammensætning op og danner ny skorpe. Denne proces finder også sted i dag – Den midtatlantiske Ryg passerer igennem Island og er årsag til den vulkanske aktivitet med basaltisk lava. De yngste basalter findes langs med den nuværende Midtatlantiske Ryg, mens de ældste basalter findes langs med kontinentrandene.



Figur 1. Udbredelsen af basaltiske bjergarter i det nordatlantiske område. Plateaubasalterne i Nordirland, NV-Skotland og i Østgrønland blev dannet for ca. 60 millioner år siden i forbindelse med den første vulkanske aktivitet ved åbningen af Nordatlanten.



Figur 2. Udstrakte dækker af plateaubasalt, her fra Husarfjall på Island. Et øvre lavadække gennemses af vand, mens den underliggende basalt er vandstandsende. Foto: S. Sjørring.

Plateaubasalter

Den vulkanske aktivitet resulterede i dannelsen af udbredte lavastømme (fig. 2). Basaltisk lava strømmede ud af vulkanske sprækker og dannede fladtliggende, næsten horisontale lag, der i udstrækning kunne nå op på adskillige kvadratkilometer med tykkelser i størrelsesordenen på mellem 10 og 100 meter. Det eksisterende landskab dækkedes gradvist af lava, og resultatet blev en plan overflade. Gentagne lavaudbrud medvirkede til opbygningen af tykke sekvenser af lava, der tilsammen dannede vidtstrakte plateauer. De enkelte lavaudbrud adskiltes af rolige perioder med ingen eller kun ringe vulkansk aktivitet. I perioderne, som var af varierende længde, blev lavaens overflade udsat for intensiv forvitring. Der dannedes muldjord med vegetation og til tider lavtvandede ferskvandssøer. Ved det efterfølgende lavaudbrud blev alt dækket, og processen kunne begynde forfra igen. Ovenstående er baseret på, at individuelle lavastømme ofte adskilles af tynde lag af 'bagt' jord og på spredte fund af rester af brændte træstammer. Plateaubasaltsekvenserne kan være adskillige kilometer tykke og findes f. eks. på Island, Grønland, Færøerne og det nordøstlige Irland.

Plateaubasalter i Nordirland

Den basalt, man finder i Antrim i Nordirland, dannedes i det allertidligste stadium i Nordatlantens åbning. Før den vulkanske aktivitet begyndte, var området dækket af kalk fra Mesozoikum. Kontakten mellem de to bjergarter kan ses langs store dele af Antrim-kysten – det eneste sted i Irland, hvor de mesozoiske

Lidt om dråbejord

af Steen Sjørring

I forbindelse med Kvartærtidens istider var blandt andet store dele af Nordeuropa udsat for stærk kulde, ikke mindst de landområder, der lå uden for de egentlige isdækker. Kulden satte sine spor i form af iskilestrukturer, som ofte er bevaret fossilt i grusgrave og kystklinter, se f. eks. Varv 1979/1.

Mens de større iskilestrukturer er dannet i løbet af flere år med en breddevækst på 1/2–1 mm om året (hvis de har vokset med samme hastighed, som nutidige iskiler i de arktiske områder gør), så er der også spor efter kortvarige processer, der i lige så høj grad er knyttet til den optøningen, der findes sted i de overfladenære lag i varmere somre.

Den del af jordlagene, der når at tø op om sommeren, kaldes ofte 'aktivlaget'. Det ikke frosne aktivlag vil tit være overmættet med vand, fordi det ikke kan synke ned i jorden på grund af den underliggende frosne jord. Er der tale om skrånende flader, vil de øvre jordlag begynde at skride, og de kan på den måde fylde omkringliggende lavninger op med 'flydejord'.

Er terrænet næsten faldt, kan der i aktivlaget ske ændringer af lags indbyrdes placering på grund af forskellig massefylde. Finkornede, ofte let lerede lag har en større massefylde end mere sandede lag, hvorfor de lerede lag, eller dele deraf, tit synker ned i de lettere. Et særligt smukt resultat af sådanne processer er 'dråbejord' (tysk: Tropfenboden) eller 'kerkeboloider', som de også kaldes.



Figur 2. Eksempel på dråbejord, hvor dele af lerede lag er sunket ned i sandede lag. Der er næsten ingen strukturer at se i de sandede lag.

dera-randen. Den jordbund, der efterhånden dannedes i Kap Riva lagenes overflade, bærer de første spor af menneskelig aktivitet på Santorini, tidligst fra de Kykladiske kulturer og senere fra de berømte Minoiske kulturer.

Den ø, som de Minoiske søfarere kendte, var en del større end den nuværende, men ganske som vi ser den i dag, var der dengang en central, dyb havdækket caldera med stejle vægge, og formodentlig med tidvis aktive vulkanøer i midten. Ved et gigantisk udbrud for 3.500 år siden forsvandt alle spor af disse øer, samtidig med at hele den nordlige del af den nuværende caldera sank ind.

Resultatet af dette udbrud blev endvidere de meget tykke hvide lag af Minoisk pimpsten, der nok har spillet en væsentlig rolle i den Minoiske kulturs sammenbrud.



Figur 9. Caldera-væggen under byen Fira, hvor basalter fra Skaros-vulkanen (til venstre) overlejrer de noget mere pyroklastiske udbrudsprodukter fra Thera-vulkanen.

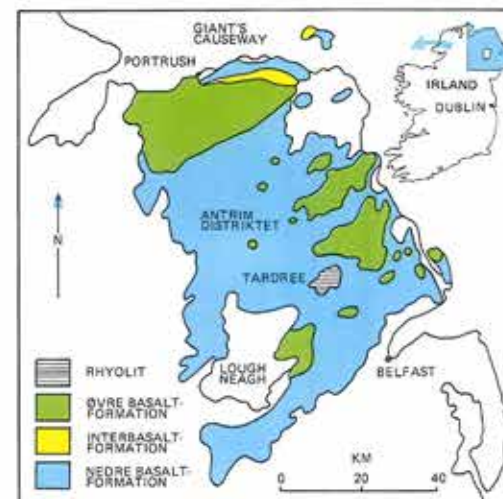
Som nævnt tyder meget på, at vi nu er i begyndelsen af den tredje cyklus. Første trin på vejen er de små Kameni øer, hvis første opdukken – i følge de skrevne kilder – daterer sig til kort før vor tidsregnings begyndelse. Frem igennem historien har der været hyppig, til dels velbeskrevet aktivitet på disse øer, og det seneste udbrud fandt sted i 1950.

sedimenter er bevaret, fordi plateaubasalterne har beskyttet dem mod senere erosion.

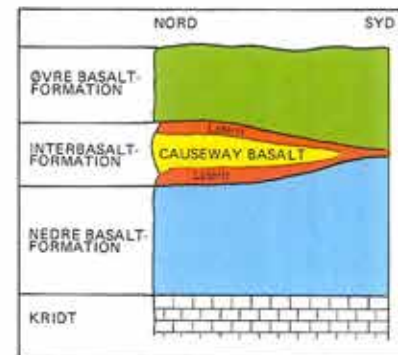
Antrim basaltplateauet inddeles i tre formationer: Nedre og Øvre Basaltformation adskilt af Interbasaltformationen (fig. 3 og 4). Nedre og Øvre Basaltformation består af tykke sekvenser af 5–10 meter tykke lavstrømme. De enkelte lavstrømme kan ofte følges over strækninger på flere kilometer. Ofte er lavstrømmene adskilt af et tyndt lag af rødt støv, men stedvis også af laterit-zoner, hvor der har været særlig lange forvitningsperioder. Laterit er et rødt forvitningsprodukt af basalt. Laterit er rigt på jern- og aluminiumforbindelser og dannes i dag i tropiske egne, hvor fugtigheden er stor og temperaturen høj.

Den totale tykkelse af plateaubasalterne kendes ikke, men estimater tyder på, at antallet af lavstrømme var flere hundrede, og at deres samlede tykkelse når op på adskillige kilometer.

Figur 3. Plateaubasalterne i Antrim flød ud på land på en overflade af kalk. Kalken og ældre sedimentære bjergarter hviler på grundfjeld. Plateaubasalterne kan inddeles i Nedre og Øvre Basaltformation, der adskilles af Interbasaltformationen.

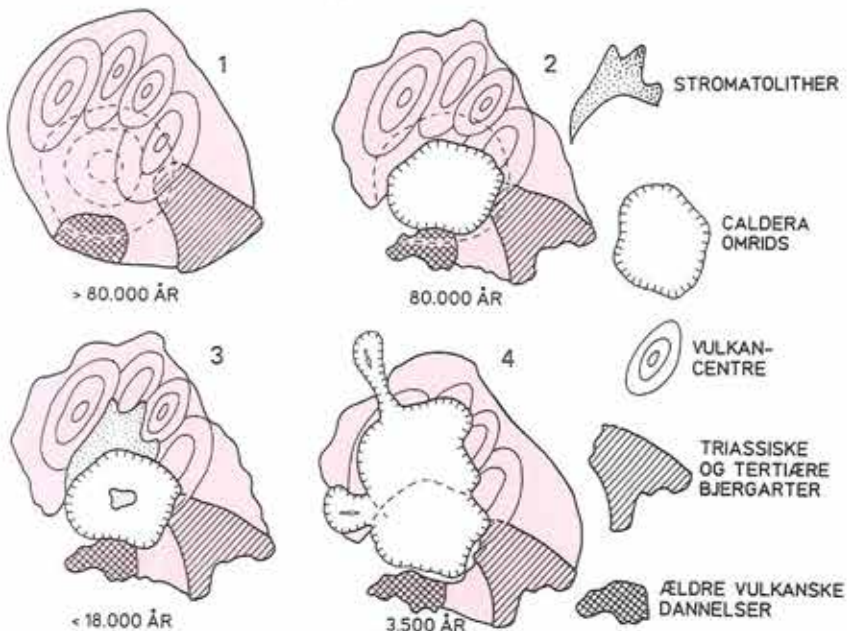


Figur 4. Placeringen af Interbasaltformationen i Antrim i forhold til Nedre og Øvre Basaltformation. 'Giant's Causeway'-lavstrømmene er begrænset til den nordlige del af Interbasaltformationen, som afgrænses både øfter og nedad af tykke sekvenser af rød laterit, der er dannet ved tropisk forvitring af basalt.

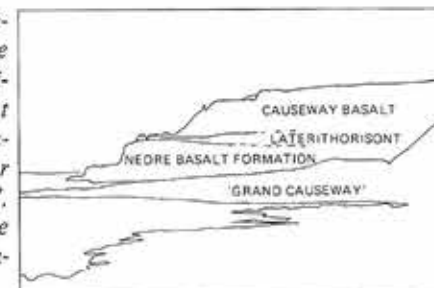




Figur 6. Caldera-væggen i Theras sydlige del med det markante hvide Minoiske pimpstenslag. Eliasbjerget i baggrunden er opbygget af metamorfe bjergarter fra en af de tidligere Hellenske Napper.



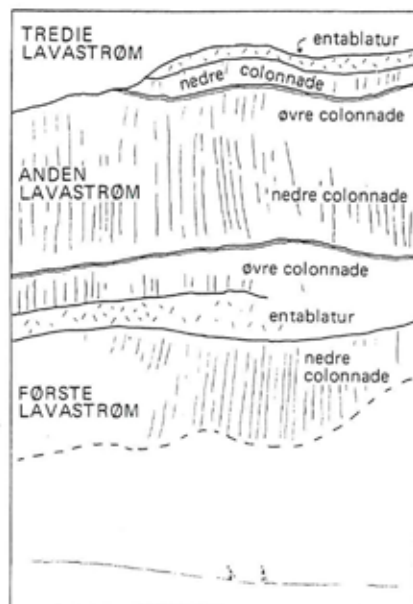
Figur 6. Kysten i 'The Giant's Causeway'-området. I baggrunden ses tynde lavastrømme fra Nedre Basaltformation, hvis øvre del er kraftigt forvitret til laterit. Lateriten overlejres af Causewaybasalt-lavastrømme, der hælder svagt ned mod 'The Grand Causeway', der er søjlebasalt fra nedre colonnade i den nederste Causewaybasalt-lavastrøm.



laterit. Lokalt var der dog vulkansk aktivitet, nemlig i det sydlige Antrim ved Tardree (fig. 3), hvor der blev dannet et vulkansk rhyolitisk område, og egnen øst for Portrush, hvor relativt tykke basaltiske lavastrømme flød ud. De basaltiske lavastrømme karakteriseres af ekstrem veludviklet columnar (søjle-) opsprækning. Dette ses ved Antrims nordlige kyst ved lokaliteten 'The Giant's Causeway'.

'The Giant's Causeway'

Causewaybasalten består af fire lavastrømme, hvoraf kun den første, den anden og nedre del af den tredje ses ved denne lokalitet (fig. 6). Det specielle ved de herværende lavastrømme er den columnare opsprækning af bjergarten, som giver den et søjleagtigt udseende. Forskelle i disse søjlers udseende danner baggrund for indelingen af hver lavastrøm i tre enheder (fig. 7). Angivet fra basis og opad er betegnelserne: nedre colonnade, entablatur og øvre colonnade. Den



Figur 7. Causewaybasaltens første lavastrøm med en tykkelse på ca. 20 meter kan inddeles i nedre colonnade, entablatur og øvre colonnade. I den anden lavastrøm er entablaturen ikke udviklet og fra tredje lavastrøm er kun den nedre colonnade og en del af entablaturen synlig.

nedre colonnade består af veludviklede, regelmæssige vertikale søjler med en gennemsnitlig diameter på ca. 0.5 m. Entablaturen består af tynde, kurvede søjler med en diameter på mindre end 0.3 m. Søjlerne i denne enhed radierer ofte ud fra punkter på enhedens nedre eller øvre grænse. Den øvre colonnade ligner den nedre colonnade blot med den forskel, at søjlerne i den øvre colonnade er tykkere, her er diameteren ca. 1.3 m.

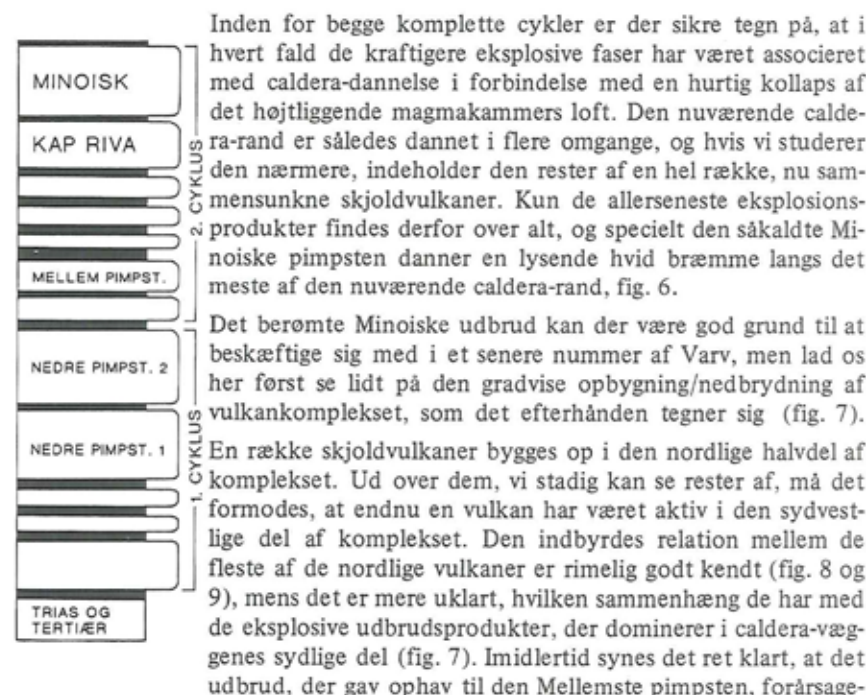
Toppen af den øvre colonnade er vesikulær og lateritiseret. Alle tre enheder er ikke lige godt udviklede i hver enkelt lavastrøm. Nogle steder mangler entablaturen og colonnaderne kan være af varierende tykkelse.

På 'The Grand Causeway' kan søjlerne ses i tværsnit. Her ser man colonnadernes smukt symmetriske og hexagonale sprækkemønster (forsiden), som kan synes alt for regulært i størrelse og form, til at være et resultat af naturens kræfter alene (fig. 8). Nogle af søjlerne har veludviklede horisontale sprækker, som er ligeså iøjnefaldende regulære, som de vertikale sprækker (fig. 9). De horisontale sprækkelader er ikke planare som de vertikale, men optræder i sammenhørende svagt konkave og konvekse par. Dette mønster kaldes et 'ball and socket'-mønster (fig. 10) og kan ses på fig. 8.

til at afbestille sin ferie af den årsag. Tværtimod, kan man måske sige, thi netop i løbet af de sidste år synes overfladetemperaturen på Nea Kameni at være steget mærkbart, så måske bliver det snart muligt, at overvære et af Santorini-vulkanens små udbrud.

Men hvordan kan man nu være sikker på, at de kommende udbrud kun vil være af et overskueligt omfang? Ja, så må vi tilbage til caldera-væggene og studere den tilsyneladende rytme i den fortidige udbrudshistorie.

De tidligste vulkanske bjergarter på øen har en alder på omkring 1 million år. Deres udbredelse er stærkt begrænset (Akrotiri Halvøen), og deres sammenhæng med den senere vulkanisme er kun dårligt kendt. Alle senere udbrud — igennem de seneste godt 100.000 år — falder derimod pænt inden for et cyklisk mønster med optræden af såvel skjoldvulkaner som voldsomt eksplosiv vulkanisme. To komplette cykler kan udskilles (fig. 5), hver især afsluttet af overordentlig kraftige eksplosive udbrud. I øjeblikket synes vi at befinde os i begyndelsen af en tredje cyklus, det vil sige i en forholdsvis rolig opbygningsfase.



Figur 5. Stratigrafisk oversigt over de væsentligste pyroklastiske udbrud (hvide). Tykkelsen afspejler omfanget af de enkelte udbrud, og de tynde sorte intervaller repræsenterer perioder med jordbundsdannelse og mindre askefald.



Figur 3. Panorama over den havfyldte Santorini-caldera set fra den sydlige del af Thera. I midten af calderaen dominerer øen Nea Kameni med sine forskelligt farvede lavastømme. I baggrunden ses øen Therasia (til venstre) samt byen Oia på den nordligste del af Thera.

Det eneste af de vulkanske centre over subduktionszonen, der i øjeblikket viser tegn på aktivitet, er Santorini-calderaen, hvor man som charterturist ganske bekvemt kan komme tæt på nogle af processerne i en pladekollision.

Selve Santorini-calderaen opbygges af tre øer, hvortil kommer de små, helt nye vulkanøer i calderaens centrum (fig. 3).

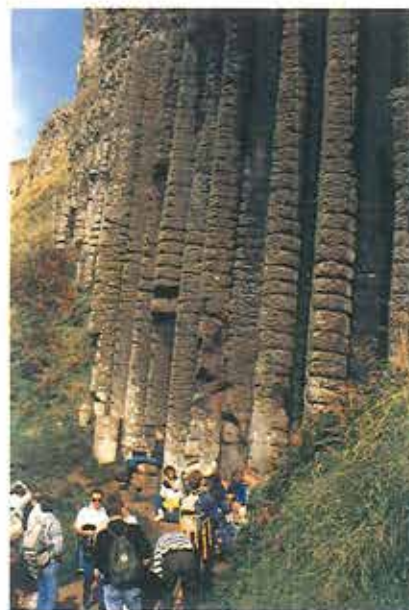


Figur 4. Snit gennem Santorini-calderaen med Palaea og Nea Kamini-vulkanerne, som gradvis er ved at fylde calderaen op. I den østlige del af Santorini hviler de vulkanske udbrudsprodukter på foldede triassiske og tertiære lag.

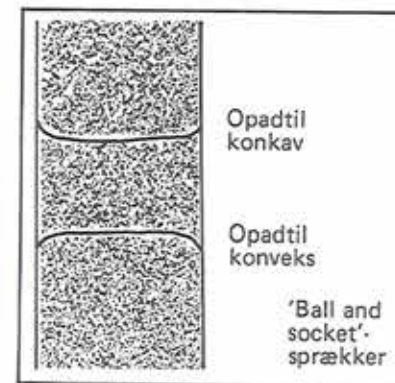
Et tværsnit (fig. 4) viser i grove træk calderaens opbygning med en tyk lagfølge af vulkanske nedbrydningsprodukter, der generelt hælder væk fra det store hul i calderaens midte. I de stejle caldera-vægge ind mod midten får man et indblik i størstedelen af vulkankompleksets historie, mens småøerne i midten er centrum for den nutidige vulkanisme. Selv om øerne med deres små kratre kan forekomme ganske ubetydelige i sammenligning med hele den vældige caldera, skal man ikke undervurdere dem. Alt tyder på, at Santorini-vulkanen med jævne mellemrum opfører sig særdeles ubehageligt, med vældige eksplosionsagtige udbrud — og den nutidige aktivitet er simpelthen et stadium på vejen frem mod en ny eksplosiv fase. Hvornår den så indtræffer, er det endnu ganske vanskeligt at spå om, men skal man vurdere det ud fra den udviklingshistorie, der tegner sig i calderaens vægge, tyder meget på, at der vil gå endnu mindst 10.000 år, før der næste gang sker noget virkelig voldsomt. Der er således næppe nogen grund



Figur 8. Regelmæssige columnære sprækker i 'Giant's Causeway'-basalten.



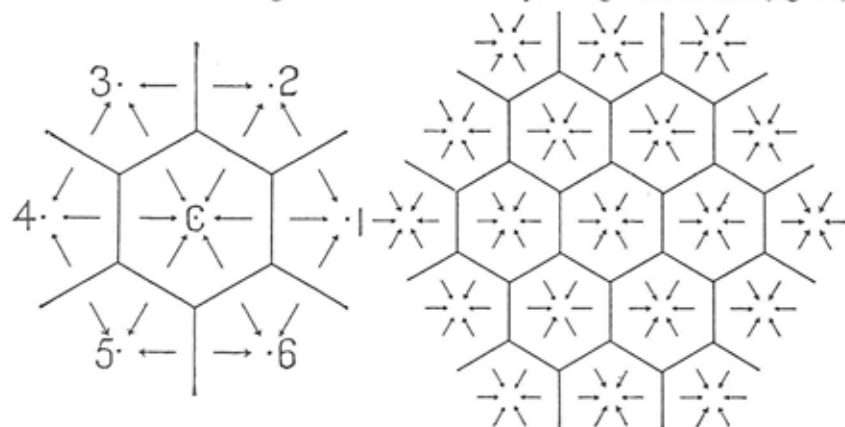
Figur 9. Regelmæssige tværgående sprækkeflader i den nedre colonnade. Disse sprækker kaldes 'ball and socket'-sprækker.



Figur 10. Skitse af tværgående 'ball and socket'-sprækkeflader.

Hvordan dannes sprækkerne?

Tykk lavastrømme, som de der danner Causewaybasalten, afkøler og størkner over en tidsperiode på adskillige årtier. Afkølingen bevirker en rumfangsformindskelse, som igen bevirker opsprækning af bjergarten. De columnare sprækker kompenserer for den vandrette rumfangsformindskelse, mens 'ball and socket'-sprækkerne kompenserer for den lodrette rumfangsformindskelse. Det perfekte hexagonale mønster, som de columnare sprækker viser, dannes ved en ensartet sammentrækning mod centre med indbyrdes lige stor afstand (fig. 11).



Figur 11. Dannelsen af et perfekt hexagonalt sprækkemønster sker ved ensartet sammentrækning mod centre, der ligger med samme indbyrdes afstand.

Den nedre og den øvre colonnade udvikles som følge af varmetab til henholdsvis de underliggende bjergarter og til atmosfæren (fig. 12 A). Den ekstreme regelmæssighed i både form og størrelse, som søjlerne viser, afspejler en uforstyrret afkøling. Dannelsen af det langt mindre regulære sprækkemønster i entablaturen, som nogle steder indeholder kurvede søjler, er mere problematisk.

Den nedre og den øvre colonnade udvikles som følge af varmetab til henholdsvis de underliggende bjergarter og til atmosfæren (fig. 12 A). Den ekstreme regelmæssighed i både form og størrelse, som søjlerne viser, afspejler en uforstyrret afkøling. Dannelsen af det langt mindre regulære sprækkemønster i entablaturen, som nogle steder indeholder kurvede søjler, er mere problematisk.

Entablaturens uregelmæssige sprækkemønster viser, at afkølingen er sket mere uensartet. I den nyeste forskning er det foreslået, at en række større sprækker ('masterjoints') med få meters indbyrdes afstand dannedes i den øvre del af lavastrømmen i den allertidligste del af afkølingshistorien. Disse 'masterjoints' tillader overfladevand at nå ind til den centrale og varmere del af lavastrømmen. Hvis der intet eller kun meget lidt vand er til stede under afkølingsforløbet, bliver entablaturen ikke udviklet. Kun nedre og øvre colonnade udvikles da. Er

LEGENDE:



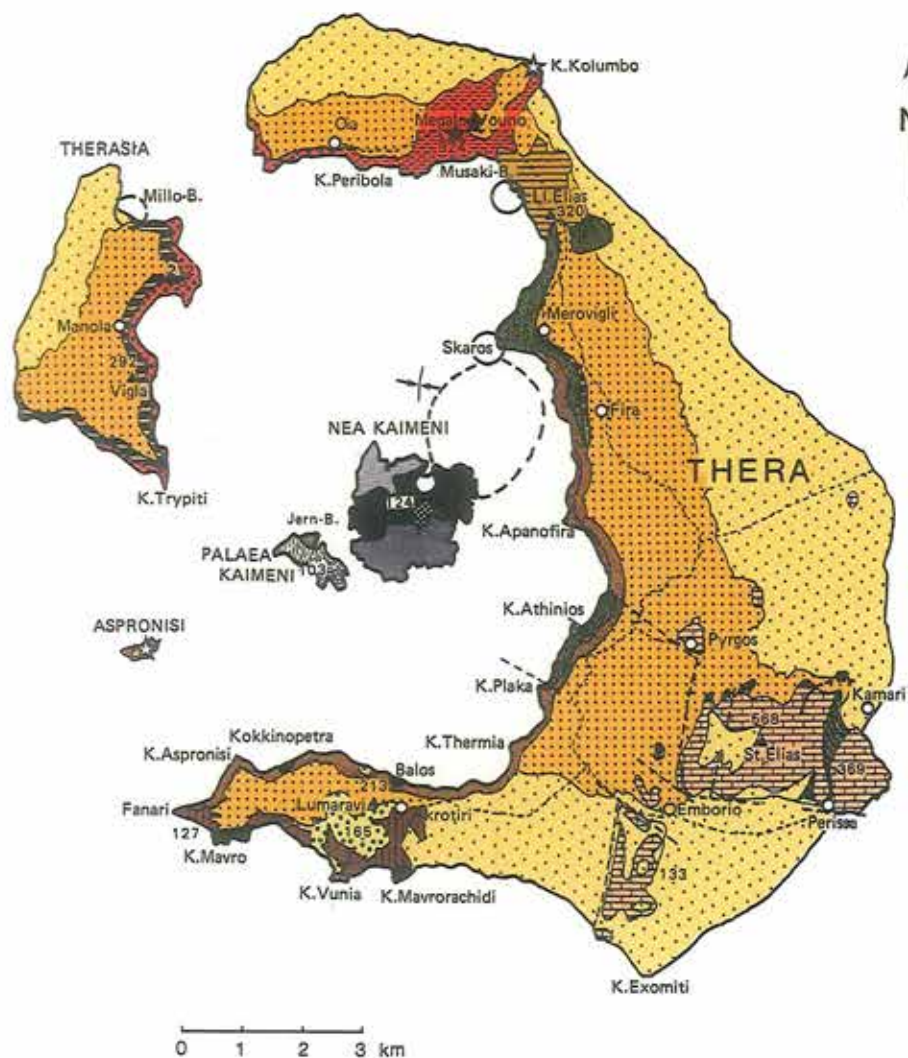
Kaimeni-øerne

K7-9	Niki lavaer (1940-41) & Liatsika domet (1950).
K6	Klenas og Fouqué lavaer (1939 og 1940).
K5	Daphnis lavaer (1925-26).
K4	Georgios lavaer (1866-1870).
K2-3	Nea Kaimeni lavaer (1707-1710).
K1	Mikra Kaimeni. Den ældste del af Nea Kaimeni. (1570).
PK	Ældste vulkanitter fra Palaea Kaimeni (197 f.kr.).

Thera & Therasia

EO-BO	Rhyodacitiske Øvre Pimpstensserie (Thera-vulkanen). Delvis omløjet.
T4-5	Forskellige pyroklastiske aflejringer under Øvre Pimpstensserie (Thera-vulkanen ?).
Th2-3	Rhyodacitisk-andesitisk intrusive lavadomer. Therasia.
M5-6	Lavaer og og scoria fra Megalo Vouno vulkankomplekset.
Th1	Andesitisk lavaer fra Ola-vulkanen.
S3-2	Andesitisk lavaer fra Skaros-vulkanen.
P1-3	Andesitisk lavaer fra Li.Elias-vulkanen.
T1-3	Lavaer og Scoria fra den ældste del af Thera-vulkankomplekset.
A3-6	Andesitisk lava og scoria fra de røde vulkaner på Akrotirhalvøen.
A1	Dacitisk pimpstenstuf vest for Akrotiri.
A2	Dacitisk lava. Ældste ekstrusion på Santorini
To	Fyllit m. kalkstens- og marmorbånd. Tertiær.
Tr	Kalksten og marmor. Trias.

fire', der omgiver pladerne i Stillehavet. Specielt forholdene langs Sydamerikas vestkyst udgør en tæt parallel. Blot har en kraftig sideværts strækning af jordskorpen i det Ægæiske område forårsaget, at den Europæiske plade i løbet af Kvartærtiden er splittet op i en række små blokke. De indbyrdes bevægelser mellem disse blokke har medført en kombination af hurtig indsynkning og blokrotation, således at de nu kun er de højeste dele af den Alpine Foldekæde, der rejser sig over havet.

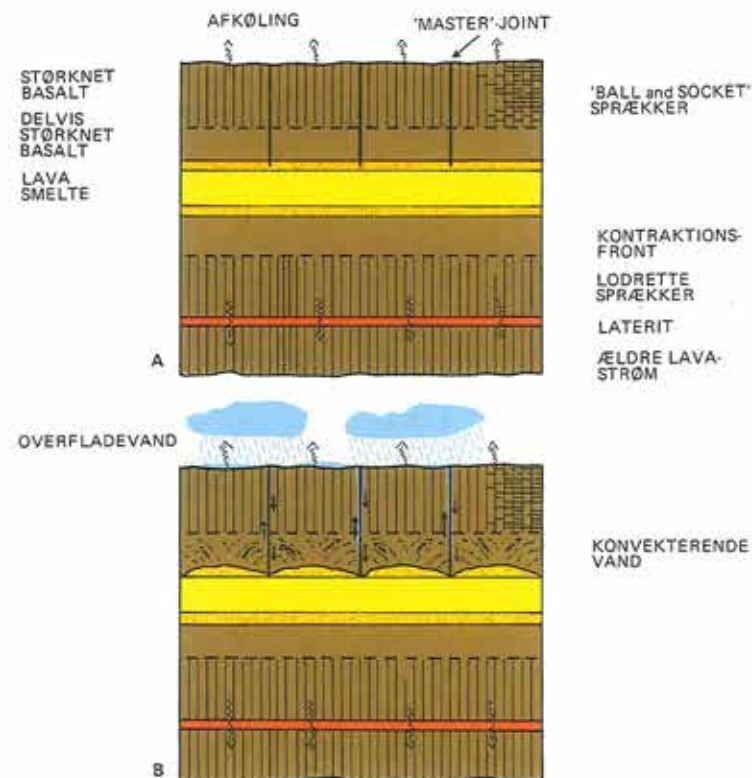


Figur 2. Geologisk kort over Santorini (efter Pichler et al. 1972).

kaldt subduktionszone (fig. 1), hvor randen af den Afrikanske plade nu er nået til en position, der markeres af en række ganske unge (Kvartære) vulkanske centre, og dybe jordskælv ned til 150 kilometers dybde.

I realiteten svarer forholdene langs denne lille del af den Afrikanske-Europæiske pladerand ganske godt til det, man kender fra hele den vældige 'Ring of

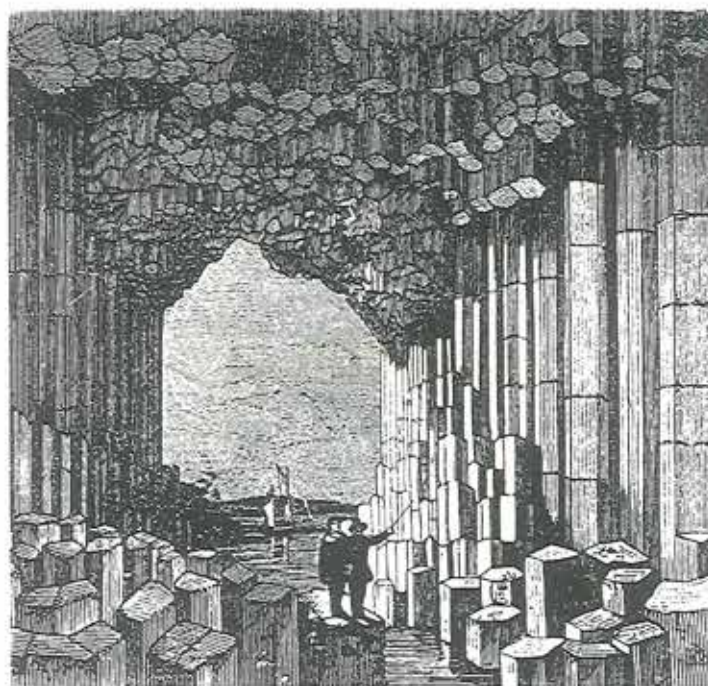
der derimod tilstrækkeligt med vand til stede, vil det trænge ned gennem de omtalte 'masterjoints' og nå ind til den centrale del af lavastrømmen (fig. 12 B). Her vil vandet — på grund af konvektion — begynde at cirkulere og dermed skabe forstyrrelse i lavaens afkølingsforløb. Det vil bevirke en stigning i afkølingshastigheden, og der vil ikke længere kun ske varmetab til top og bund af lavastrømmen, men også til dels til det cirkulerende vand. Udover tilstedeværelsen af 'masterjoints' og det relativt usystematiske sprækkemønster i entablaturen, peger også strukturene i entablaturen på, at denne basalt er størket med en større afkølingshastighed end i colonnaderne.



Figur 12. Skitse, der viser dannelsen af columnære sprækker i lavastrømme. A: Dannelse af nedre og øvre colonnade sker som følge af varmetab til henholdsvis de underliggende bjergarter og til atmosfæren. B: Dannelse af entablaturen som følge af tilstedeværelsen af vand, der trænger ind i den centrale del af lavastrømmen gennem 'masterjoints'. Vandet forstyrrer afkølingsmønstret og medfører de kurvede og mindre regelmæssige sprækker, der er karakteristisk for entablaturen.

Hvor stor en mængde overfladevand er nødvendig, for at danne en entablatur i lavastrømme af så stor mægtighed, som det ses ved 'The Giant's Causeway'? Beregninger for tilsvarende lavastrømme i Columbia River området i USA viser, at der kræves ca. 250 cm nedbør per år. Man ved, at det i det vestlige Irland har regnet 309 dage om året. Det kan virke voldsomt, når man sammenligner med den nuværende gennemsnitlige nedbør i Nord-Irland på 90 cm/år (Danmarks gennemsnitlige nedbør er 65 cm/år). Men tilstedeværelsen af laterithorisonter vidner om, at klimaet dengang var tropisk. I nuværende tropiske områder som f. eks. Brasilien, er den årlige nedbør over 200 cm. Det er betydeligt mindre end de 11 m/år, som falder over dele af Hawaii og endnu mindre end rekorden på over 26 m/år, som der falder i Cherrapunghi i Indien!

'Causeway' betyder på dansk noget i retning af 'vej over dæmning'. I følge sagnet er 'The Giant's Causeway' resterne af en dæmning, der blev bygget af en irsk kæmpe. Kæmpen ville udfordre en kæmpe i Skotland, men måtte flygte tilbage til Irland, og på sin vej tilbage ødelagde han dæmningen.



Figur 13. Fingalshulen udformet i søjlebasalt på øen Staffa i Hebriderne. Efter Ussing 1920.

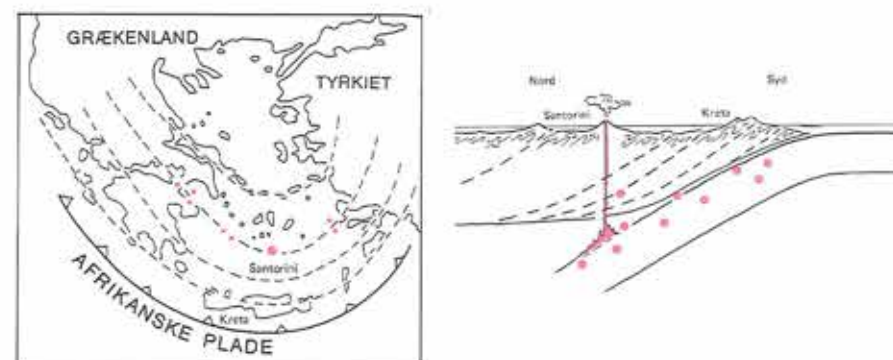
Santorini - en aktiv vulkan i Middelhavet

af Eckart Håkansson og Erik Schou Jensen

Midt i det solbeskinnede Ægæiske Ohav ligger en lille øgruppe, som afviger markant fra de myriader af øer, der i øvrigt lokker turister til denne del af verden. Santorini hedder øgruppen på italiensk – og i charterkatalogerne, men naturligvis har grækerne selv et navn til hver enkelt ø.

Selv om Santorini øgruppen ved sin vulkanske oprindelse, ved sine farver og sin morfologi afviger meget fra alle de omkringliggende øer, har dens optræden alligevel sin naturlige sammenhæng med den regionalgeologiske udvikling i områderne omkring Middelhavet. Santorinis vulkanisme skal nemlig ses i relation til kollisionen mellem den Afrikanske og den Europæiske plade (om plader og pladebevægelser i øvrigt, se Varv 1989/4).

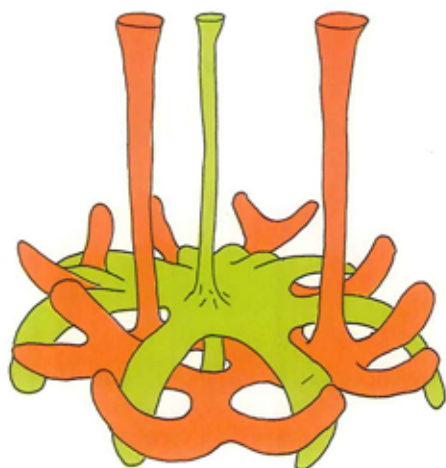
Det mest iøjnefaldende resultat af pladekollisionen i Middelhavsregionen er opfoldningen af Alperne, der begyndte helt tilbage i Kridttiden. Også Grækenland og Tyrkiet hører til inden for den Alpine Foldekæde, men dannelsen af de såkaldte Helleniske Napper (fig. 1) har fortrinsvis fundet sted gennem de senere dele af Tertiær-perioden. Den sydlige og yngste af disse napper strækker sig gennem de tre ferieøer Rhodos, Kreta og Korfu. Parallelt med nappefronten, men endnu længere mod syd, finder man sydgrænsen for den Europæiske plade. Her glider den Afrikanske plade ned under den Europæiske plade i en så-



Figur 1. Kort over subduktionszonen syd for Kreta. Santorini og de øvrige vulkanske centre er vist med røde pletter. Forløbet af de Helleniske napper er vist med stiplede linier. Til højre et nord-syd gående snit gennem subduktionszonen. Her er epicentre for hyppige jordskælv vist med røde pletter.

Her er det sandsynligt, at kun en mindre del af systemet er blevet bevaret. Lignende sporfossiler andetsteds fra plejer at have mange flere kamre, enten anbragt i ringe omkring en skakt, eller i flere etager. Sådanne fossiler tolkes normalt som visende sedimentspisning, men mere farverige modeller kan tænkes. Kunne kamrene have været til dyrkning af spiselige mikrober på døde havgræsblade eller lignende? Var kamrene til ægge- og barnepleje?

Vi kan kun håbe at svare på disse spørgsmål ved at studere mange flere runde flinteknolde. Der må ligge masser af dem på de danske marker og i amatørernes varetægt. Varv og forfatteren hører meget gerne om lignende fund!



Figur 5. Et tøvende forsøg på en rekonstruktion af sporfossilerne i nr. 1 og 2.

EFTERLYSNING: Stykke nr. 1 er fundet i flintrigt grus ved landsbyen Gødning nær Vandel. Desværre er navn og adresse på stykkets ejer gået tabt under vejs. Vi ved kun, han hedder Peter. Vi håber, at han læser denne artikel og melder sig, så han kan få sit pragtstykke tilbage!

Stykke nummer 3 er fundet på østsiden af Langeland ud for Hjortholm Gods. Finderen er Mogens Stentoft Nielsen (Odense).

Geologen og lurmærket

af Gunni Jørgensen

Lov nr. 163 af 19. marts 1991 lyder i al sin enkelthed som følger: Lov om ændring af lov om tilvirkning og forhandling en gros m.m. af mejeriprodukter.

Lovændringen medførte blandt andet, at Staten nu kunne overdrage administrationen af det internationalt kendte og hidtil statsejede kvalitetsmærke, **Lurmærket**, til Mejeribruget. Denne handling skønnedes - i følge dagspressen - at svare til en gave til en værdi af et to-cifret millionbeløb. Men hvad har det med geologi at gøre? Ikke spor! Bortset fra at det netop var en geolog, der omkring århundredeskiftet arbejdede utrætteligt for at få indført dobbeltluren som kvalitetsmærke for danske mejeriprodukter, en kendsgerning, som vist de fleste geologer i dag næppe er vidende om, ligesom hans navn nok er ukendt for de fleste: Harald Nicolai Faber, en mand med store faglige og menneskelige kvaliteter.



Harald Faber, der blev født i Odense 7. juli 1856, blev i 1881 cand.polyt. fra Polyteknisk Læreanstalt med eksamen i 'Anvendt Naturvidenskab'.

Allerede i sin studietid havde Faber sin gang i Mineralogisk (nu Geologisk) Museum, der dengang havde til huse i Nørregade. Her varetog han modtagelse og afsendelse af geologisk materiale.

Han havde også lejlighed til at foretage indsamlinger selv, især kridtforsteninger fra Faxe og Saltholm, blandt andet eksemplarer af det søpindsvin, der senere af palæontologen J.P.J.Ravn fik navnet *Cassidulus faberi*.

Samme år, 1880, som han blev ansat som andenassistent på museet, besvarede han Universitetets prisopgave om teorierne for de ældste krystalline bjergarters dannelses måde og fik accessit ('sølvmedalje') for sin afhandling. Desuden skrev han en lille afhandling om jernet på Disko i Vestgrønland og tilsluttede sig K.J.V. Steenstrups opfattelse, at jernet er af tellurisk oprindelse, og altså ikke meteorjern, som hævdede af svenskeren Nordenskjöld.

Faber forestillede sig naturligvis en videre løbebane inden for geologisk forskning. Da der i 1881, efter den kunstnerisk begavede Andreas Kornerups tidlige død, blev et docentur i jordbundslære ved Landbohøjskolen ledigt, søgte han dette, men måtte lide den skuffelse, at stillingen gik til F.A. Tuxen, der var landbrugskandidat, assistent ved Landbohøjskolens kemiske laboratorium og havde vikarieret for Kornerup under dennes sygdom. Tuxens geologiske forudsætninger var dog på dette tidspunkt påviseligt mangelfulde, og det udviklede sig til en skarp polemik i dagspresse og pjecer mellem Faber og Tuxen. Skuffelsen fik Faber til at opgive sine drømme om en karriere som geolog, og han fratrådte sin stilling ved museet i maj 1882.

Han satsede nu på sin ingeniøruddannelse. En kort tid var han voluntør på Odense Sukkerfabrik, hvorefter turen gik til Amerika, hvor han blev ansat som kemisk ingeniør på Kryolith-Soda fabrikken i Philadelphia. Efter et par års forløb tog han til London, hvor han fra 1884-88 bestred en stilling som kemiker ved Dairy Supply Comp. Herved fik han kontakt til landbruget. Den tidligere geolog blev i 1888 Danmarks landbrugskonsulent i England og var fra 1917 til sin fratræden i 1931 dansk statskonsulent i London.

I England arbejdede Faber utrætteligt på gennem kemiske analyser at forsvare det danske smør mod beskyldninger om forfalskning og på at beskytte det mod, at andre lande hæftede betegnelsen 'dansk smør' på deres egne, ringere produkter. Yderligere bidrog han til at forbedre de danske produkter ved overfor producenten at påpege de mangler, der fra tid til anden måtte dukke op.

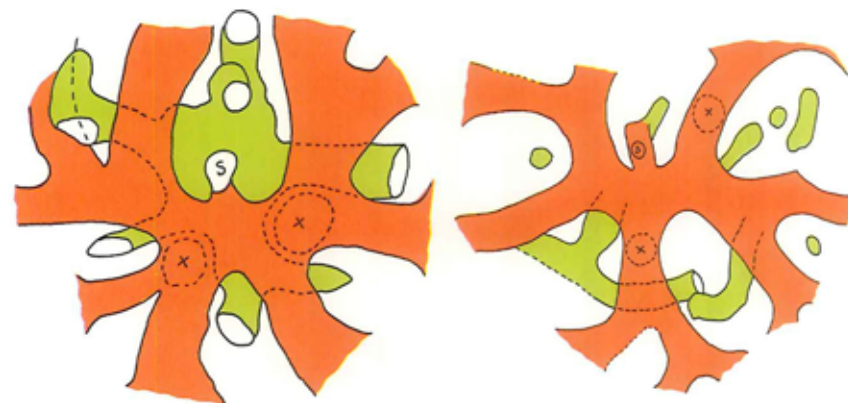
Han var som nævnt en ivrig forkæmper for indførelsen af Lurmærket til beskyttelse og som garanti for danske mejeriprodukter, og i 1906 blev loven om Lurmærket endelig vedtaget i Danmark.

Faber var på mange måder optaget af sine medmenneskers ve og vel, blandt andet som kirkeværg og i styrelsen for velgørende institutioner. Han var varmt interesseret i den danske koloni i London og skrev en bog om 'koloniens' historie. Da Society of Danish Civil Engineers stiftedes, blev han valgt som formand og var midtpunkt i mangt et hyggeligt samvær.

Men geologien og Mineralogisk Museum glemte han aldrig. I sine ferier forskellige steder i England indsamlede han forsteninger, især kridtforsteninger, som han, efter at have ladet engelske palæontologer gennemgå materialet, sendte hjem til museet. For egne midler købte han desuden en omfangsrig og værdifuld samling tertiærforsteninger, som han ligeledes skænkede museet, 'som

som om der kommer endnu en forgreningscyklus mod flinteknoldenes ydre grænse.

Man kan udelukke den mulighed, at strukturerne er et resultat af sediment-spisning. Sådanne systemer har en udstrakt, asymmetrisk *Thalassinoides* form. På den anden side er strukturerne alt for komplicerede for en suspensions-ædende livsstil. Dertil behøver dyret ikke mere end et simpelt U-formet rør.



Figur 4. Tegning af sporfossilet i knold nr. 1 til venstre og af sporfossilet i nr. 2 til højre. Den øverste etage er grøn, og den nederste etage rød. S = den centrale skakt, og X er to ekstra skakte, der ikke er synlige fra denne vinkel.

Det komplicerede mønster afspejler muligvis en mere indviklet adfærd. For eksempel dyrker nogle rejer i dag mikrober i deres gravegang. Hertil kræves rigelig cirkulation af frisk vand. Var de afbrækkede grene oprindelig i forbindelse med havbunden for at sørge for en sådan tilstrømning? Hvorfor peger de ellers op-efter?

Det er en skik hos flere gravende rejearter, at et gravegangssystem beboes af to individer, han og hun. Det er fristende at se mulighed for en sådan husholdning i den to-delte organisering.

Det smalle rør forbundet med gravegangen i stykke nr. 3 har en diameter, der ligner de andres. Resten er helt anderledes og består af fire ensartede, ægformede kamre (nu udfyldte med forkislet sediment). Der findes i dag nogle muslinger, der spiser sediment under havbunden og derved danner huler i sedimentet. Men det smalle rør, der forbinder kamrene, og især den bilaterale symmetri af strukturen, peger igen på krebsdyr fremfor muslinger.



Figur 3. Flinteknold nr. 3 fra Langeland. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Tværsnittet af grenene i den øverste etage er cirkulært, hvorimod den nedre etages tværsnit er ovalt og meget bredere end højt. Der har eksisteret en smal central skakt, som nok har været forbindelsen til havbunden (markeret med S i figur 4. Skakten i stykke nr. 2 forsvinder ind i flintemassen nedenunder, det vil sige, at vi her har blottet undersiden af systemet.

Det er bemærkelsesværdigt, at de to etagers forgreninger undgår kontakt med hinanden, og at de kun er i forbindelse gennem den centrale skakt. Både i stykke 1 og i stykke 2 er der to ekstra lodrette skakte, som starter fra den nedre etages grene og forsvinder ind i flintemassen (altså opåder). De er markeret med X i figur 4, se også figur 5.

Forgreningsmønstret, størrelsen og den kompakte organisering af systemet gør det mest sandsynligt, at arkitekten var et krebsdyr, nok en lille reje. Symmetrien og det, at der er to næsten ens eksemplarer, gør det rimeligt at betragte sporfossilerne som nogenlunde komplette, og ikke som bare den centrale del af et større anlæg. Alligevel bliver alle grenene i den nederste etage bredere i enderne,

jeg i sin tid var stolt af at arbejde ved', som han skrev til Ussing, den daværende bestyrer.

Da den 860 meter dybe boring, der fandt sted i 1894-1907 på Grøndals Eng på Frederiksberg afslørede en større mængde af kridtaflejringerne end forventet, udarbejdede han på grundlag af den danske beretning en artikel på engelsk om boringens resultater.

I 1931 tog Faber sin afsked som statskonsulent. Han hædredes for sin mangeårige indsats for det danske mejeribrug med Dannebrogordenens Storkors samt med en livsvarig hædersgave.

Faber flyttede nu til København, hvor han skrev et par afhandlinger om saltopløsninger i hulheder i granit. I 1936 blev han livsvarigt medlem af Dansk Geologisk Forening.

Den 25. november 1943 døde Harald Faber. En usædvanlig livsbane var slut.



Et eksemplar af *Cassidulus faberi*, som i øvrigt er samlet af Harald Faber selv på Saltholm. Eksemplaret opbevares nu på Geologisk Museum.

Søpindsvinet er set fra oven, fra undersiden og endelig bagfra.

Søpindsvinet er ca. 4 cm bredt. Foto: Jan Aagaard.

Tre runde flinteknolde

af Richard Bromley

Flint optræder på mange forskellige måder i Kridttidens skrivekridt og i Dani-entidens kalkbjergarter. Flinten findes dels som gennemgående bænke, dels som lag af isolerede knolde, og endelig som enkelte konkretioner med forskellig form og størrelse. Disse mere uregelmæssige knolde er for det meste dannet ved forkisling af store gravegange, især *Thalassinoides* (se Varv 1990/2, side 44), mens man tit finder en kiselsvamp i de mere runde flintesten.

Nogle flinteknolde indeholder dog overraskelser. I 1968 blev halvdelen af en stor, kuglerund flinteknold indsendt til Geologisk Museum til identifikation og kommentarer. Flinteknolden omgiver et mærkeligt edderkop-lignende mønster af kiselrør (fig. 1). Den blev videresendt til mig, men jeg vidste ikke, hvad jeg skulle gøre med den, da jeg aldrig havde set noget lignende.

Da forhenværende auditoriebetjent H.C. Steiner fik øje på stykket, kom han straks med et lignende eksemplar (fig. 2) fra professor A. Rosenkrantz's samling - og så var der to af dem. Jeg ventede på, at den næste kisel-'edderkop' skulle dukke op, men det er ikke sket endnu.

Da en tredje flinteknold meldte sig, var dens ejer, Mogens Stentoft Nielsen, også interesseret i, om den kunne identificeres. Det tredje stykke (fig. 3) indeholder ikke en 'edderkop', men et 'firklover'.

Alle disse strukturer er klart forstenede gravegange, d.v.s. sporfossiler, og alle tre stykker er løse fund, der er fjernet fra den oprindelige geologiske ramme. Ikke desto mindre kan man ud fra flintens farve og konsistens se, at de alle stammer fra finkornede kalksten, og at stykke nr. 1 og nr. 3 nok er af Danien alder, mens stykke nr. 2 godt kunne være fra skrivekridt.

Gravegangene i stykke nr. 1 og nr. 2 er radierende og forgrenede, og er organiseret i to etager. Dog er grenene i den ene etage i stykke nr. 2 dårligt bevaret. Grenene i de to etager bøjer ind mellem hinanden på samme måde, som når man fletter fingrene.



Figur 1. Flinteknold nr. 1 fra Gødning. Foto: Ole Bang Berthelsen.



Figur 2. Flinteknold nr. 2 fra instituttets samling. Foto: Ole Bang Berthelsen.