

Gran Canaria

af Jane Melchior og Birgit Müller

I forbindelse med geologiundervisningen for naturgeografer ved Københavns Universitet har en gruppe på 10 studerende og 2 lærere foretaget en ekskursion til Gran Canaria for nærmere at undersøge øens spændende geologi. To af de studerende viderebringer i dette nummer af VARV en lille del af turens geologiske oplevelser baseret dels på forarbejdet og dels på nogle af de aspekter, man med fordel kan nyde på øen som turist.

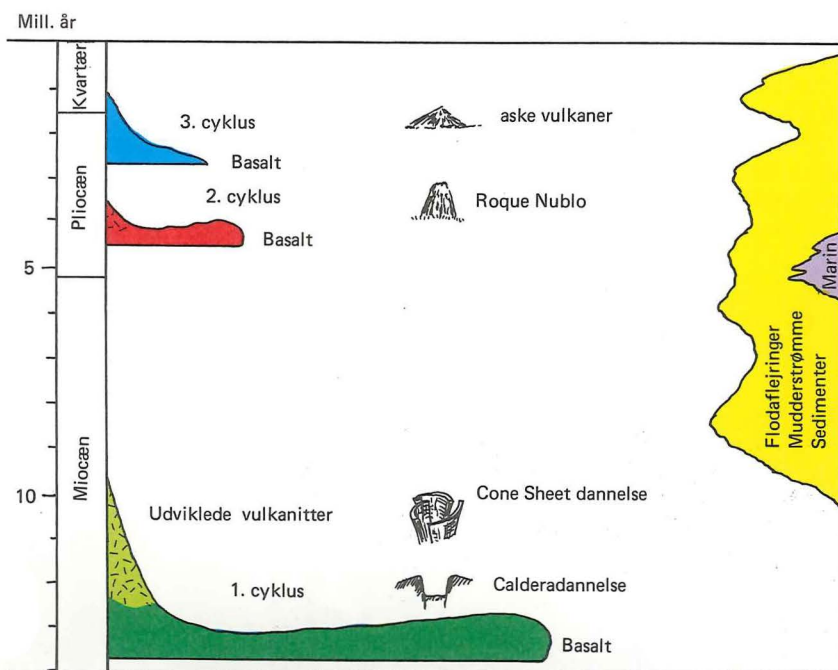


Figur 1. Roque Nublo på det centrale Gran Canaria.

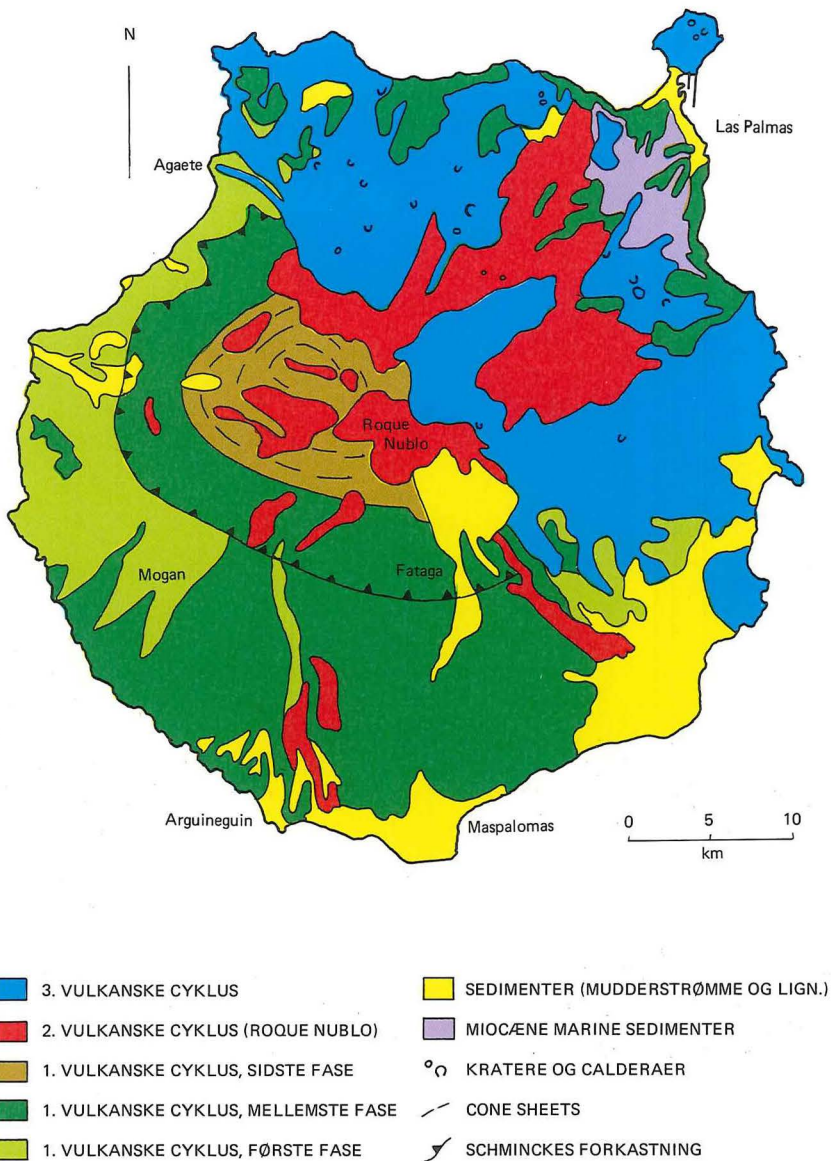
Gran Canaria er en vulkanø. De vulkanske aflejringer kan opdeles i 3 veldefinerede magmacykler adskilt af mellemliggende perioder med erosion, hvor der er dannet *barrancos* (erosionsdale) og opbygget sedimentære terrasser.

Den første magmatiske cyklus henføres til Miocæn, den anden cyklus til Pliocæn, også kaldet *Roque Nublo*-vulkanismen efter den imponerende monolit i den centrale del af øen (fig. 1), og den tredje og sidste cyklus henføres til sen Pliocæn og Kvartær.

Som det fremgår af fig. 2 var udbrudsmængderne størst i initialfaserne og aftagende fra cyklus til cyklus, og udbredelsen af de forskellige cyklers bjergarter er vist på fig. 3.



Figur 2. Oversigt over hændelsesforløbet for Gran Canaria i de sidste ca. 15 millioner år. Til venstre angiver "tungerne" de 3 vulkanske cykler, hvoraf den første var næsten 10 gange større i lavaproduktion end de senere. I midten ses tidspunkterne for calderadannelse, cone sheets og Roque Nublo. Til højre er meget skematisk vist tidsrum for større erosionsfaser med dannelse af sedimentter til følge (jordskred, mudder- og flodstrømme). Et enkelt niveau med marine aflejringer er indlagt. Farverne svarer til de i figur 3 anvendte.



Figur 3. Forenklet geologisk kort over Gran Canaria.

Morfologi

Det mest iøjnefaldende ved overfladeformerne på Gran Canaria er de mange barrancos (erosionsdale), som radierer ud fra øens centrum. Barranco'erne er dannet i forbindelse med intensiv vanderosion, og deres nuværende udseende er naturligvis udformet siden de sidste udbrud. Barrancodannelsen har dog fundet sted i hele øens historie, idet man flere steder kan finde gamle - nu opfyldte barrancos, som senere er blevet gennemskåret af yngre (fig. 4 og 5).



Figur 4. En barranco (erosionsdal) på Gran Canaria. Barranco'erne blev især dannet i tidsrummene mellem de vulkanske cykler, hvor forvitring og vanderosion fjernede det løsnede materiale og skabte dybt nedskårne dale.

Et andet morfologisk fænomen er caldera'er, som vist på fig. 6. En caldera dannes i forbindelse med tømningen af et magmakammer, hvorved der sker en ned-synkning af vulkanens top. Den tyske geolog H. U. Schmincke har således på-



Figur 5. Ældre opfyldt barranco, der gennemskæres af en yngre.



Figur 6. Caldera

stået, at øens centrale del netop er en kæmpecaldera (*Caldera de Tejeda*), men den er - kan man roligt sige - meget vanskelig at få øje på i landskabet. Til støtte for teorien er vel kun den forkastning, 'Schminckes forkastning', som gennemskærer området (fig. 7).

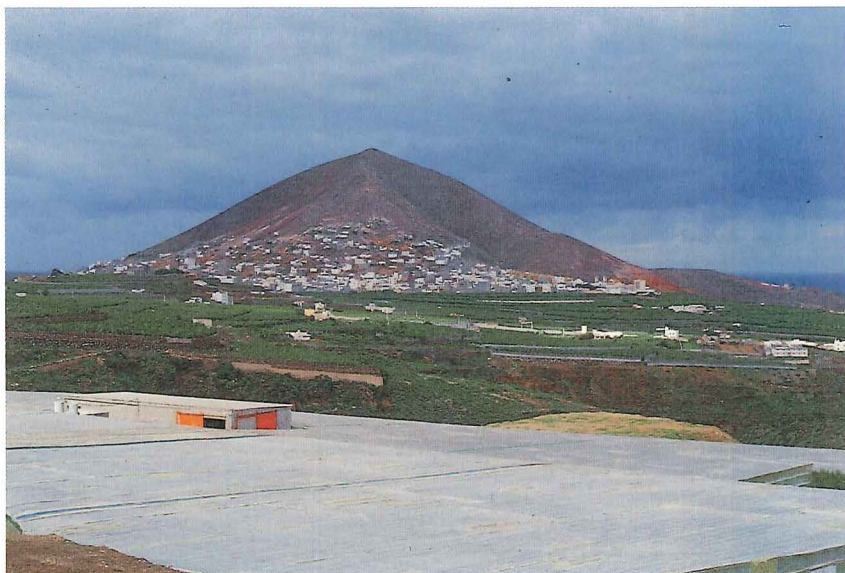


Figur 7. Schminckes forkastning.

Det tredje særegne morfologiske træk kendetegner den nordlige del af øen, nemlig en række 'cinder cones' (askekegler), der er knyttet til den yngste vulkanske aktivitet, og som er vulkankegler opbygget af løse udbrudsprodukter. Disse 'cinder cones' er så unge, at erosionen endnu ikke har formået at fjerne dem, se fig. 8.

Lavadækkernes former

På Gran Canaria er et stort antal varierede lavatyper repræsenteret. Af særlig in-



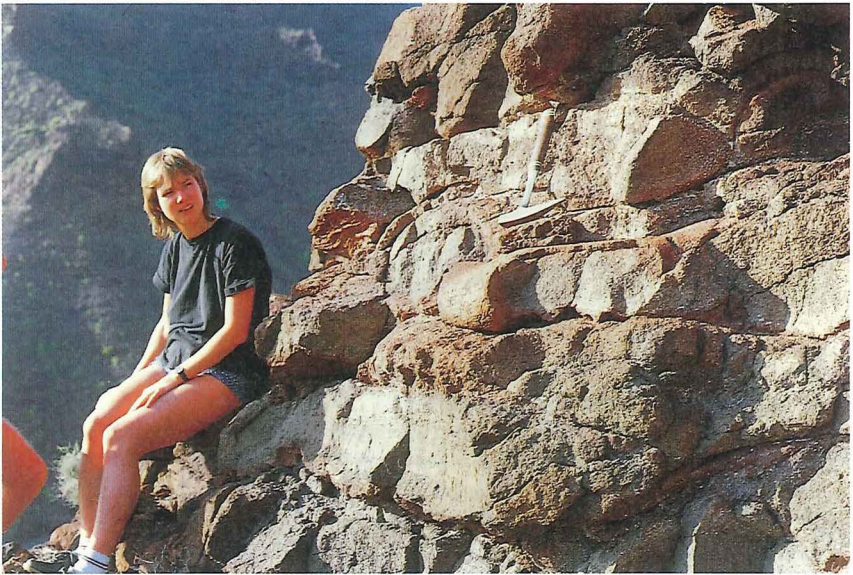
Figur 8. Cinder cone (askekegle), Pico de Galdar.

teresse kan nævnes bloklava (der med den traditionelle betegnelse fra vulkanøen Hawaii kaldes *aa*). Denne lavatype er 'rodet' og 'knudret' og er vist i fig. 9. Pladelava (Hawaii-betegnelse: *pahoehoe*) har ofte en jævnere overflade og er dannet af sejtflydende lava, der har bevæget sig som på 'larvefødder' oven på sit eget materiale. Herved er frontlavaer hele tiden blevet dækket af bagfrakommende lava. Den gasmængde der er i flydende lava søger opad, hvorfor der ofte er særligt mange hulrum efter gasbobler i den øvre del af lavadækkerne. En lille varm lavastrøm kan bryde op gennem sin egen skorpe og sende en tunge ud på den størknede overflade. Det er disse tunger, der har givet lavaen navn ('tovværkslava'), se fig. 10.

En særlig lavatype er pudelava, der er lava, som er størknet under vand. Her foregår afkølingen så hurtigt, at den flydende lava størkner til pude- eller sække-lignende former, der flades ud af vægten af nye overliggende puder. Hver enkelt 'pude' har en glasagtig overflade, mens pudens indre dele er mere bløret. I udseende kan det være svært at skelne pahoehoe-tunger fra pudelava, men pudelava har altid en karakteristisk radierende opsprækning og ofte blærefyldte kerner (fig. 11), mens pladelavaens tunger mangler denne opsprækning. Denne skelnen er betydningsfuld, idet den ene type, pladelavaen, er dannet over havoverfladen, mens den anden, pudelavaen, er størknet under vand.



Figur 9. Blokklava (Aa).



Figur 10. Pladelava af pahoehoe-typen.



Figur 11. Pudelava over marine lag fra *Báhia del Confital*.

Lavadækkernes bjergarter

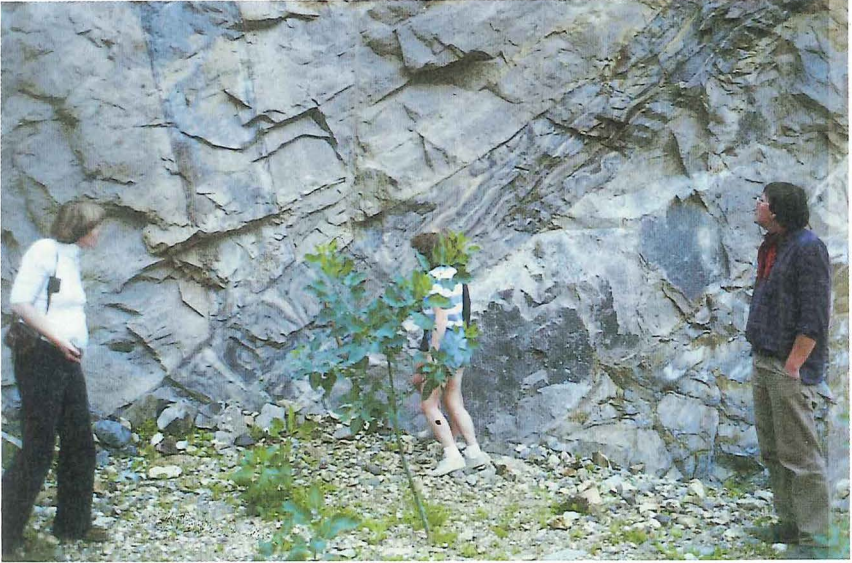
På Gran Canaria er lavadækkernes bjergarter dels de 'mættede' (basalt og trakyt) og dels de 'undermættede' (phonolit og nephelinit), der dominerer, idet kiselsyreindholdet (SiO_2) er relativt beskedent i de fleste af udbrudsserierne, men den SiO_2 -rige bjergart rhyolit findes dog også.

I basalterne ses ofte smukke veludviklede strørkorn af olivin og pyroxen, men som det er karakteristisk for vulkanske bjergarter, der størkner på jordoverfladen, er de enkelte krystaller kun sjældent store. Phonolitbjergarterne har en karakteristisk syngende klokkelyd, når man slår på dem med en hammer. Phonoliter findes blandt andet i *Fataga-dalen* og kan også 'anslås' på spadsereturen op til *Roque Nublo*.

Trakyt-bjergarter kan man finde i de koncentriske sprækkesystemer, der opstod ved dannelsen af *Caldera de Tejeda*. Sprækkerne blev udfyldt med flydende materiale, der blev presset op på samme måde, som indholdet i en fyldt flaske vil presses op, når man stikker en finger ned i flaskehalsen (fig. 12).

De løse udbrudsprodukter

Løse vulkanske udbrudsprodukter findes mange steder på Gran Canaria. De er, i modsætning til lavastrømmene, dannet ved at magma 'sprøjtes' ud af vulkanen ved frigørelse af gasser, og størkningen finder sted ved nedfaldet gennem luften.



Figur 12. Cone sheets.

Der skelnes mellem flere typer løse udbrudsprodukter, blandt andet tuff (kompakteret aske og støv), lapilli (ærtestore stærkt blærede askekorn), slagger og pimpsten (større henholdsvis basaltiske og rhyolitiske blærefyldte udbrudsprodukter) og vulkanske bomber. Blandt andet ved *Pico de Arucas* kan man se hele bjerge af lapilli (fig. 13), og slagger er vidt udbredt ved *la Canaria de las Arenas*.

Ignimbriter

En speciel og for Gran Canaria meget karakteristisk bjergart er *ignimbriter* - også kaldet svejsetuffer. De dannes ved meget voldsomme aske- og gasudbrud, hvor de gasfyldte udbrudsprodukter bevæger sig hen over jordoverfladen med stor hastighed og breder sig ud over store arealer. Ved aflejringen er materialet så varmt, at tuffbestanddelene, faste udbrudsprodukter, fragmenter af sidestenen, glasstumper, pimpsten og lapilli øjeblikkeligt svejses sammen, i modsætning til almindelige tuffer, hvor cementering og kompaktering først sker senere. Ignimbritstrømme er ofte lagdelte med en 'løsere' under- og overside, hvor afkølingen er sket hurtigere end i det mere kompakte midterparti, der tit er meget massivt med flydestrukturer (fig. 14). I grænserne mellem de enkelte ignimbritlag ses undertiden rødlige jordbundshorisonter (laterit-profiler), som er dannet ved forvitring i de øvre dele af den nedre ignimbritstrøm (fig. 15), hvilket vidner om, at der tidsmæssigt har været ophold mellem de enkelte strømme.



Figur 13. Vejprofil visende lapilli ved Pico de Bandama.

Ikke-vulkanske aflejringer

De ikke-vulkanske aflejringer på Gran Canaria består hovedsageligt af forvittringsprodukter fra de vulkanske bjergarter, og de er især aflejret i bunden og langs siderne af barranco'erne. Derudover findes der nogle få marine horisonter, der er dannet ved transgressioner af havet i tiden mellem første og anden magmacyklus. Ved *Báhia del Confital*, på øens nordkyst lige vest for *Las Palmas*, ses dels et marint lag overlejret af pudelava, og dels *Lahars*, der er afsætninger af vulkanske mudderstrømme. Lahars består af forvittringsmateriale i-blandet fragmenter fra vulkanudbrud - bomber, pimpsten og lignende, samt plante- og træstykker fra landjorden. Ofte er det karakteristisk, at de største og tungeste partikler ligger øverst, sandsynligvis fordi bevægelsehastigheden i bunden af den vandfyldte strøm var større, end i de overfladenære lag. Fra nutidige strømme ved man, at hastigheder på op til 25 - 30 km/t ikke er ualmindelige i vulkanske mudderstrømme, der f. eks. kan opstå ved tømning af en kratersø.

Strandsandet på Gran Canaria er meget forskelligt fra det, vi kender fra de danske strande. Som oftest er det sort, gråt eller rødt, idet det overvejende består af pyroxen, feldspat og olivin. Det er altså ikke forurening, der farver sandet, men en anden mineralsammensætning end den danske, hvor kvarts og feldspat dominerer.



Figur 14. Ignimbriter.

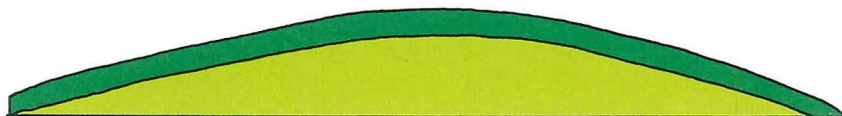


Figur 15. Vejprofil visende ignimbritstrømme. Rødfarvning skyldes laterit.

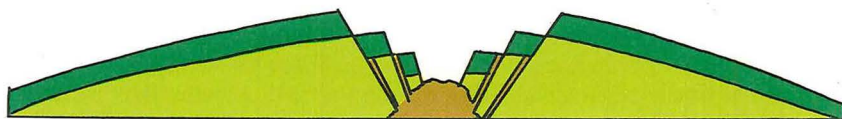
Gran Canarias udviklingshistorie

En sammenstilling af Gran Canarias meget komplekse udvikling vil nødvendigvis være behæftet med en række generaliseringer. Udviklingen søges beskrevet ved hjælp af et 'tænkt' profil fra sydvest mod nordøst:

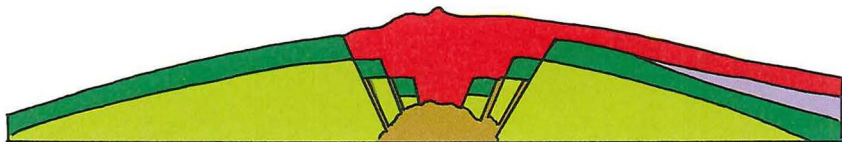
I tidlig Miocæn dannedes en stor skjoldvulkan med basaltisk sammensætning (fig. 16). De ældste bjergarter ses i øens sydvestlige og sydøstlige dele. Over disse gamle basalter ligger der stedvis tykke ignimbritstrømme, der blandt andet kan ses i vejsiderne mellem *Arguineguin* og *Mogan*.



Figur 16



Figur 17



Figur 18



Figur 19

Figur 16 - 19. Idealiserede profiler fra sydvest mod nordøst gennem Gran Canaria, visende hovedstadierne i den vulkanske udviklingshistorie. Farverne er de samme som i figur 3. Forklaring er givet i teksten.

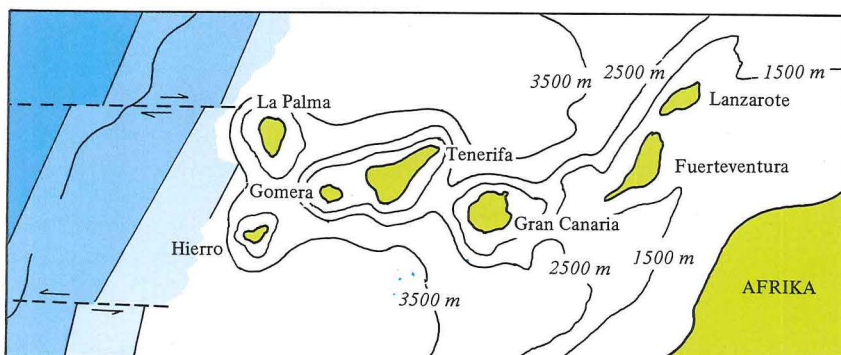
Den centrale del af øen faldt sammen, hvorved Caldera de Tejada blev dannet og de koncentriske sprækker ('cone sheets') udfyldtes med trakytiske materialer (fig. 17). I slutfasen af indsynkningen dannedes der udelukkende lava inde i calderaen, mens der blev afsat lahars og marine sedimenter uden for denne.

Udviklingen fortsatte med den højeksplosive Roque Nublo-vulkanisme (fig. 18), den anden magmacyklus, hvorunder calderaen blev fyldt helt op. I takt hermed sank den nordlige del af øen så meget ind, at der skete flere mindre marine transgressioner, men også lahars tilhørende den senere del af Roque Nublo-vulkanismen, lahars, der er strømmet ud gennem gamle barrancos. I en sen fase flød der også lava ud, som størknede til pudelava.

Indsynkningen af øens nordlige dele fortsatte, og samtidig flyttedes de vulkanske udbrudscentre mod nord. Det er udelukkende på øens nordlige del, at der findes aflejringer fra den tredje magmatiske cyklus (fig. 19). De mange vulkankegler på øens nordlige del er dannet i forbindelse med denne fase.

Geologiske overvejelser

Den foreløbig sidste vulkanske aktivitet på Gran Canaria er dateret til at være omkring 3.500 år gammel, men der har været udbrud på de øvrige Kanariske Øer (med undtagelse af Gomera) i historisk tid (fig. 20). Absolut datering af vulkankomplekset, der er et af de største i oceanerne, har været problemfyldt. Det skyldes blandt andet, at de ældste bjergarter ikke er blottede, man kender dem kun fra borer, der af økonomiske grunde er fåtallige. Man kan således ikke

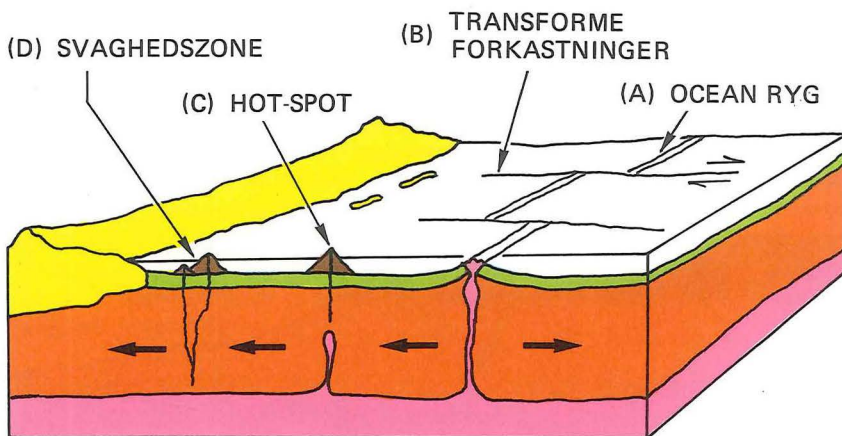


Figur 20. Kort over de Kanariske Øer visende placeringen i forhold til Afrika. I kortets vestlige del er med forskellige nuancer af blå vist alderen på ocean-skorpe på baggrund af geomagnetiske målinger. Den mørkeste blå viser oceanbund yngre end 16 millioner år, mellemste blå farve viser aldre mellem 16 og 22 millioner år, og lyseste blå viser aldre mellem 22 og 25 millioner år. Stiplede linier angiver beliggenheden af kendte transforme forkastninger. Kurverne angiver havdybden i meter.

være sikker på, at man har fået fat i de ældste bjergarter overhovedet, men det synes dog sandsynligt, at alle øerne er dannet inden for de sidste 20 millioner år (fra Miocæn til nu), og de få dateringer synes også at vise, at de vestlige øer er yngre end de østlige.

Spørgsmålet om, hvad der i det hele taget er - eller har været årsag til den vulkanske aktivitet i området har givet anledning til en del diskussion. I det følgende redegøres for nogle af de teorier omkring dannelse af vulkanøer, der har været anvendt i forbindelse med de Kanariske Øer.

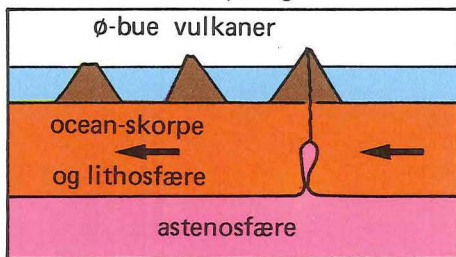
Figur 21 viser fire forskellige teoretiske placeringer af ø-gruppen. Med en placering ved A vil det forudsætte, at de Kanariske Øer er dannet på et meget tidligt tidspunkt for Atlanterhavets dannelse. Spredningszonen, hvorover A ligger, er forårsaget af brud helt ned til astenosfæren, hvorfra olivinrige bjergarter og basalt er trængt op og dannet ny oceanbund langs spredningszonen, og med jævne mellemrum også vulkanøer. Denne model svarer til den måde, som Færøerne og Island er dannet på.



Figur 21. Diagram visende nogle mulige dannelsessteder for vulkanøer som omtalt i teksten. Lyslilla farve angiver astenosfæren, orange farve angiver lithosfæren og gul er kontinentalskorpe. Oceanskorpe er vist med grønt. Pilene angiver bevægelsesretningen for oceanskorpe.

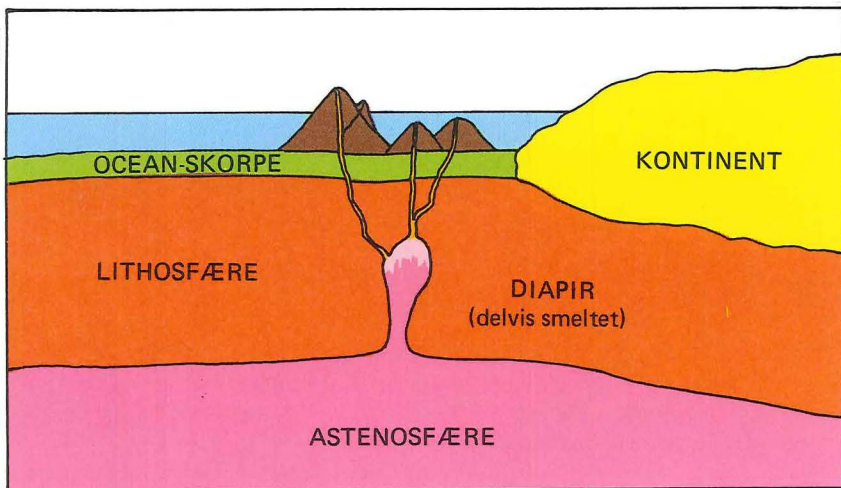
En placering ved punkt B illustrerer en mulig dannelse over en transforme forkastning. Transforme forkastninger ligger på tværs af spredningszonerne og er opstået ved spændinger i jordskorpen som følge af pladernes uensartede bevægeshastigheder. Vulkanisme, der er knyttet til transforme forkastninger, er ofte betinget af opsmeltning i oceanbundsskorpen og ovenliggende sedimenter, så der dannes et magmakammer, der hyppigst giver ophav til bjergarter som rhyolit og andesit.

En model med udgangspunkt i en placering over et 'hot-spot' (C i fig. 21) forudsætter at der lokalt er et meget varmt område i astenosfæren, et område, som ligger stationært i forhold til de bevægende stive plader oven over. Med flytning af pladerne vil de dannede vulkanske aflejringer også blive flyttet i forhold til varmecentret, og der dannes en kæde af vulkanøer, som man mener, det er tilfældet med Hawaii, se fig. 22.



Figur 22. Dannelse af vulkanørække over 'hot-spot'.

Den sidste mulige placering, der er vist i fig. 21 D er ved en svaghedszone, der tænkes opstået i nærheden af grænsen mellem oceanbundsskorpe og kontinentalskorpe på grund af temperaturændringer eller forkastninger i grænsezonen eller en kombination af begge. Her kan magma fra astenosfæren trænge op som diapirer, der fra tid til anden kan give ophav til vulkanudbrud, som vist i fig. 23.



Figur 23. Dannelse af vulkanøer langs opsprækket rand mellem oceanbund og kontinental skorpe.

Et af hovedproblemerne med at afgøre, hvilken af modellerne der passer bedst for de Kanariske Øer er, at man har et manglende kendskab til den underliggende lithosfæreplade, er den kontinental eller er den oceanisk? Ved hjælp af

seismiske undersøgelser er man ikke kommet langt. Oceanbunden omkring de Kanariske Øer er dækket af flere kilometer tykke lag af sedimenter, der gør en bestemmelse af underlagets karakter meget vanskelig. Man har også forsøgt sig med magnetiske målinger, men igen slører det tykke sedimentlag underlagets beskaffenhed. Som det fremgår af figur 20 har det ikke været muligt at registrere magnetiske forskelle (anomalier) i områderne i umiddelbar nærhed af ø-gruppen. Det kan naturligvis skyldes, at der ikke er magnetiske forskelle, hvilket så ville tyde på, at underlaget er kontinentalskorpe, eller at en meget intensiv opsprækning med mange vulkanske tilførselskanaler vanskeliggør en sand tolkning. De manglende magnetiske anomalier gør det også vanskeligt at vide, om de transforme forkastninger (fig. 21 B) fortsætter ind under øerne.

Alt i alt tyder de samlede undersøgelser på, at der under Gran Canaria og de øvrige vestlige øer findes oceanbundsskorpe, mens meget taler for, at der er kontinentalskorpe under de østlige øer - Fuerteventura og Lanzarote, og til trods for manglende sikre seismiske resultater (på grund af de tykke sedimentlag), synes området at være påvirket af et forkastningssystem parallelt med den afrikanske kyst. Hvis nogle af de Kanariske Øer ligger på kontinentalskorpe, kan deres oprindelse ikke sættes direkte i forbindelse med oceanbundsspredning, og bjergartsmæssigt synes der også at være for mange typer, til at de kan passes ind over en spredningszone, hvor man forventer nogenlunde ensartede bjergarter, især af basaltisk sammensætning. Island, der ligger over en spredningszone, har dog også afvigende bjergartstyper, som f. eks. rhyoliter, men de menes at være dannet ved lokal magmatisk differentation i mindre magmakamre. Et yderligere argument imod en sammenhæng mellem en spredningszone og de Kanariske Øer er, at øerne så burde være meget ældre, når den gennemsnitlige spredningshastighed er omkring 2.5 cm/år.

Den magmatiske udvikling, som den er kendt fra Hawaii, der ligger over et 'hot-spot', burde give en bjergartsfølge begyndende med olivinbasalter og sluttende med sure, SiO₂-holdige alkaline bjergarter. En sådan udvikling synes også at have fundet sted i den første magmacyklus på Gran Canaria, men kun i mindre grad i de to følgende cykler, hvor lavaen generelt har været surere og udbrudsformen mere eksplosiv. Tilstedeværelsen af mere eller mindre samtidige udbrud på alle øerne synes heller ikke at fremme ideen om 'hot-spot'-modellen, hvor den vulkanske aktivitet burde flyttes konsekvent med pladebevægelsen.

Et forkastningssystem parallelt med den afrikanske kyst, omtrent fra Madeira i nord til Cape Verde i syd er antydnet ud fra de seismiske undersøgelser. Det kunne således tænkes, at de Kanariske Øer ligger i en svaghedszone, som angivet i princippet i fig. 21 D. Der har været udbrud på samtlige øer (med undtagelse af Gomera) indenfor de sidste 5000 år, og det kan måske tolkes som resultat af tilstedeværelsen af stabile diapirer, hvorfra magmaet kan dannes. En tilnærmelses-

vis stationær sprækkezone, i hvilken magma trænger op, giver mulighed for at et større vulkansk område kan være aktivt gennem en længere periode.

Den model, der bedst tilfredsstillende den cykliske aktivitet og den store variation i bjergartssammensætningen på Gran Canaria, synes at være den i fig. 21 D viste i en svaghedszone mellem kontinental - og oceanbundsskorpe med mulighed for opsmeltning såvel af underlaget som af de ovenliggende sedimenter. Men øgruppens dannelse er kompleks, mange forskellige faktorer har sikkert haft indflydelse på den rigt varierede form for vulkanisme og lokaliseringen af den.

Vi håber, at denne artikel har øget interessen for at holde ferie på Gran Canaria - af andre grunde end blot sol og strand.

HVORFOR HEDDER BJERGARTER DET DE GØR ?

Man skulle umiddelbart tro, at der blandt geologer var enighed om betydningen af bjergartsnavne som granit, syenit og gabbro. Sådan er det da efterhånden også blevet, men da geologi i slutningen af forrige århundrede udviklede sig i mere videnskabelig retning, var dette langt fra tilfældet. Dengang herskede forskellige 'skoler', for eksempel i Tyskland, USA og Rusland, der hver havde deres systemer til at klassificere og navngive bjergarter efter. Resultatet af dette var, at det for at læse en geologisk afhandling var nødvendigt at vide, hvilken af skolerne forfatteren fulgte. Denne situation var ret uholdbar og havde ofte helt uoverskuelige konsekvenser, når forfatteren skrev i øst og læseren læste i vest. Derfor gjordes da også en del forsøg på at nå frem til en internationalt akcepteret og entydig måde at klassificere bjergarter på, men indtil omkring 1970 havde intet sådant system vundet international anerkendelse og udbredelse.

I midten af 60'erne forsøgte professor Albert Streckeisen fra Bern at skabe et sådant klassifikations-/navngivnings-system for magmatiske bjergarter på grundlag af en spørgeskemasundersøgelse. Resultatet af denne geologiens største opinionsundersøgelse vakte stor opmærksomhed og førte til, at Den Internationale Geologiske Union nedsatte en kommission, hvis opgave det blev at fremlægge forslag til navngivning af magmatiske bjergarter. Kommissionens forslag er løbende blevet offentliggjort i internationale geologiske tidsskrifter til kommentering. I en artikel senere i dette nummer skal vi kort omtale det af de foreslåede klassifikationssystemer, der har vundet mest udbredelse til navngivning af magmatiske bjergarter, nemlig de såkaldte 'Streckeisen diagrammer'.

- se side 94.