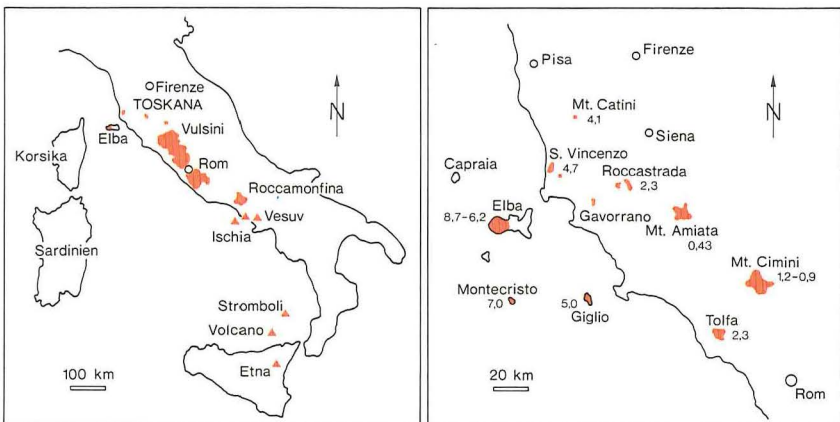


TOSKANA

- vin, varme og vulkaner

af Charlotte Clausen & Eva Carstensen Egeberg

Italien er hjemsted for en række vulkanske områder, af hvilke nogle har været uddøde de sidste par millioner år, medens andre stadig i dag er aktive (figur 1). Denne vulkanske aktivitet har i høj grad været med til at præge det italienske landskab, ligesom den i nogle områder har dannet baggrund for forskellige former for økonomisk udnyttelse, minedrift og energi-udvinding (VARV 1980/2). Vi skal i denne artikel se lidt på den geologiske baggrund for den vulkanske aktivitet i Toscana, området mellem Rom og Firenze, hvor de første vulkaner dannedes for ca. 10 millioner år siden, og hvor aktiviteten er fortsat siden og først nu er ved at klinge ud. Endelig skal vi se lidt på landskabsformer, denne vulkanske aktivitet dannede, og som fremstår tydeligt i landskabet den dag i dag.

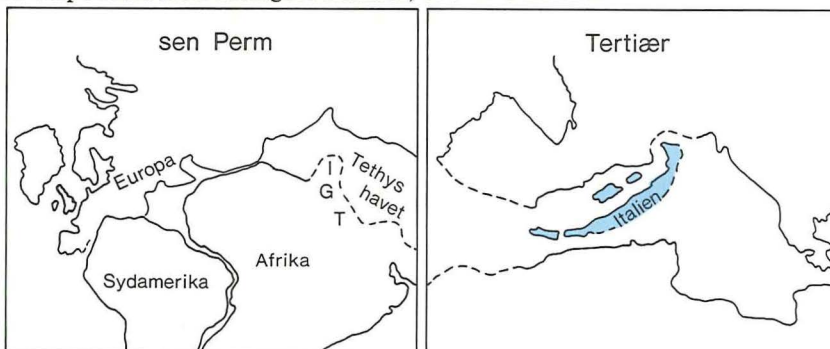


Figur 1. Kortet til venstre viser (med orange) de vigtigste vulkanske områder i Italien. Trekanten angiver steder med aktiv vulkanisme. Kortet til højre viser beliggenheden og alderen på den tidlige sure magmatiske aktivitet i Toscana.

Toskana og et pladetektonisk puslespil

For at forstå, hvad der startede for små 10 millioner år siden, er det nødvendigt at se lidt på, hvad Toskana består af under vulkanerne. Denne viden er ikke alene hentet udfra geologiske iagttagelser i felten, men også fra borer, geofysiske undersøgelser, og fra undersøgelser af fragmenter af grundfjeldet bragt med op fra undergrunden af lavaer.

Den ældste, og nederste del af Toskanas grundfjeld består af granitiske metamorfe og magmatiske bjergarter, dannet i forbindelse med den Hercyniske bjergkædedannelse for ca. 300 millioner år siden. Ovenpå dette nederoderede grundfjeld aflejredes en serie sedimentære bjergarter, der under den senere Alpine bjergkædedannelse blev foldet i store liggende folder (napper). Disse napper har en NV-SØ'lig foldeakse, hvilket afspejler sig i topografien og danner det, vi i dag kalder Appeninerne. Bjergarterne i Appeninerne er overvejende metamorfoserede oceaniske sedimenter. Der er hovedsageligt tale om flysch (et erosionsprodukt) sandsten-kvartsit og kalksten samt marmor. Italien eksporterer store mængder marmor, bl.a. til Danmark.



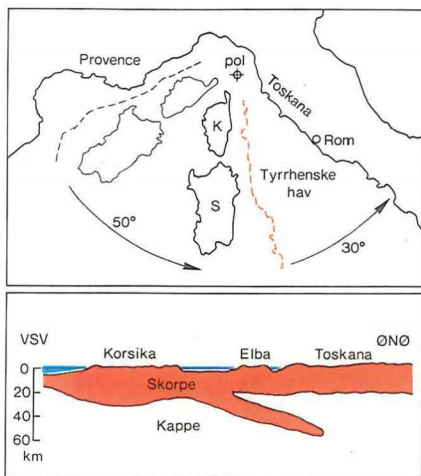
Figur 2. Rekonstruktion af Middelhavsområdet i sen Perm (til venstre) og i Tertiær (til højre). I, G og T viser den formodede beliggenhed af Italien, Grækenland og Tyrkiet før de løsrev sig fra den afrikanske plade.

Både den Hercyniske og Alpine bjergkædedannelse er et resultat af de pladetektoniske processer (VARV 1978/1), der er foregået i Middelhavsområdet, og som er knyttet ikke alene til kollisionen mellem den afrikanske og den europæiske plade (se figur 2), men også til åbningen af Atlanterhavet (VARV 1978/3). Da Middelhavsområdet ligger klemt inde mellem Europa og Afrika, har det ofte været genstand for pladetektoniske ændringer. Italien har heller ikke ligget stille, og gennem tiderne har den italienske støvle været vidt omkring i verden. Man mener således, at både Italien, Grækenland og Tyrkiet indtil for ca. 200 millioner år siden var en del af den afrikanske plade. En rekonstruktion af Middelhavsområdet i perioden Perm, hvor alle landmasserne var samlet i et super-kontinent, Pangea, er vist i figur 2. Tethyshavet øst for det-

te kontinent begyndte at lukke sig i Trias, fordi den europæiske og den afrikanske plade kolliderede. Mod vest var Atlanterhavet begyndt at åbne sig, og bevægelserne i Middelhavet kan muligvis svare til denne åbning. På et lidt senere tidspunkt løsrev en del af Afrika sig og drejede mod nord, og i midten af Tertiær lå Sardinien-Korsika og Italien placeret næsten parallelt med den spansk-franske kystlinie (figur 2),

For bedre at forstå, hvad der sidenhen er sket i Middelhavsområdet, har geologerne splittet området op i en række mikroplader, det vil sige små plader, der følger bevægelserne af de store plader, de er en del af, men dog har selvstændige og aktive pladegrænser. Nogle forskere mener dog ikke, at der er tale om egentlige selvstændige mikroplader, men at deres afgrænsninger blot afspejler deformationer indenfor den større (europæiske) plade. Således opfattes Sardinien-Korsika eksempelvis som et mikrokontinent. I nedre Oligocæn, for ca. 30 millioner år siden, opstod der en spredningszone, med dannelse af ny oceanbund, mellem den franske kystlinie og Sardinien-Korsika, således at denne mikroplade bevægede sig ca. 50° mod uret (figur 3). Dette bevirkede til gengæld, at skorpen mellem Sardinien-Korsika og Italien blev kilet ned under Italien, så der i dag under Elba og Toskana findes en dobbelt skorpe med lidt kappemateriale imellem (figur 3). Den ældste vulkanske aktivitet i Toskana menes at være knyttet til denne pladetektoniske begivenhed, der betegnes subduktion.

I øvre Miocæn, for ca. 5-10 millioner år siden, opstod så en ny pladetektonisk situation, og det Tyrrhenske hav begyndte at åbne sig, så den italienske støvle drejede sig 30° mod uret til sin nuværende beliggenhed, medens Sardinien-Korsika denne gang blev liggende stille (figur 3). I forbindelse med denne åbning fandt først en opdoming og lidt senere en nedsynkning af Midt-



Figur 3. Øverst er vist rotationen af Sardinien-Korsika mikropladen, samt den pol, som rotationen menes at være foregået omkring. Beliggenheden af Italien, da denne rotation sluttede, er vist med orange stiplet linie. Den senere rotation af Italien mod uret er også vist. Nederst er vist et tværsnit af skorpen og kappen fra Korsika til Toskana, som det ser ud i dag.

-Italien sted, og som resultat heraf er Toskana nu gennemsat af en række forkastningsbetingede horst og grav systemer, overvejende med en NNØ-SSV'lig retning, men også nogle VNV-ØSØ gående forkastninger. Orienteringen af de dannede forkastninger er således præget af de svaghedszoner i det Hercyniske grundfjeld, der allerede eksisterede under de alpine folder. Forkastninger har nemlig tendens til hellere at aktivere gamle brud og forkastningsretninger. Derfor kan det være svært direkte at sammenholde retningen af disse nye forkastninger med åbningen af det Tyrrhenske hav.

Både under det Tyrrhenske hav og under den vestlige del af Italien er målt høje varme-udstrømninger. Dette tyder på, at skorpen her må være meget tynd, eller at varmt materiale fra kappen er trængt op i skorpen, så også idag synes Italien at være i bevægelse.

Den vulkanske aktivitet og pladetektonik

Både alderen og den kemiske sammensætning af Toskanas vulkanske (og dybt-størknede: plutoniske) bjergarter er knyttet til de skiftende bevægelser af mikropladerne omkring Italien. Toskanas vulkaner kan groft opdeles i to hovedgrupper: sure rhyolitiske (granitiske) bjergarter, dannet i forbindelse med Sardinien-Korsika's rotation, og mere SiO₂-fattige, såkaldt undermættede, bjergarter (se VARV 1978/1), dannet i forbindelse med Italiens senere rotation. Medens den første gruppe findes både som vulkanske (rhyolitiske) og plutoniske (granitiske) bjergarter, er den sidste gruppe kun tilstede som vulkanske bjergarter.

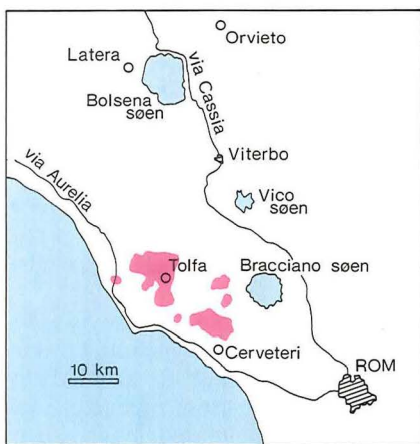
De sure rhyolitiske og granitiske bjergarter er generelt de ældste, og fra ca. 10 til 0.5 millioner år gamle. De vigtigste forekomster og alderen på denne magmatiske aktivitet i Toskana er vist i figur 1. Sammenlignes aldrene viser det sig, at den magmatiske aktivitet er ældst i den vestlige del (f.eks. øerne Elba og Montecristo) og gradvist bliver yngre mod øst, til vulkanerne Mt. Amiata og Mt. Cimini på fastlandet.

Denne østlige vandring af den magmatiske aktivitet menes at være knyttet til rotationen af Sardinien-Korsika mikropladen og subduktionen af skorpe-materiale under Toskana. Bjergartssmelterne, der er trængt op og størknet enten som granitiske bjergarter i skorpen, eller som rhyolitiske vulkanitter på overfladen, tilhører den såkaldte kalk-alkaline bjergartssuite, og menes dannet ved opsmeltning af de nedre dele af skorpen.

I Syditalien er de aktive vulkaner Etna, Volcano og Stromboli dannet ved tilsvarende processer, hvor dele af den afrikanske plade bliver skudt ind under Sicilien fra sydøst.

Den anden gruppe af vulkanske bjergarter i Toskana indeholder typisk mindre kiselsyre (SiO₂) og mere kalium end den førstnævnte gruppe, og henføres til den såkaldte alkaline bjergartssuite. De vulkanske bjergarter i denne gruppe er meget forskellige. Nogle er meget fattige på SiO₂ og indeholder strøkorn af

mineralet leucit (VARV 1978/1), medens andre er rige på SiO_2 og kan indeholde lyse feldspat mineraler som plagioklas, anorthoklas og sanidin. Graden af SiO_2 -undermætning af magmaet kan på disse bjergarter bruges som et mål for, hvornår i dets udvikling en bjergart er opstået. De meget SiO_2 -fattige (undermættede) bjergarter menes således at være dannet først, hvorefter smelten bliver lidt rigere på SiO_2 . Dette resulterer i, at de sidste bjergartsmelter fra et magmakammer er omtrent mættede med SiO_2 og kan danne de vulkanske bjergarter trakyt og latit. Den vulsinske vulkanprovins (figur 1) omkring Bolsena søen og byen Latera (figur 4) er et eksempel på et område, hvor der både findes vulkanske bjergarter med cm-store strøkokorn af leucit, og senere dannede trakytiske og latitiske vulkanske bjergarter. Den vulsinske provins afgrænses af NV-SØ gående forkastninger dannet i forbindelse med åbningen af det Tyrrenske hav. Bjergartsmelterne, hvorfra disse vulkanske bjergarter er dannet, menes opstået ved opsmeltning af bjergarter på et meget større dyb, i kappen under Toskanas grundfjeld. Den vulkanske aktivitet omkring Vulsini er kun ca. 0.4 til 0.2 millioner år gammel, og altså meget yngre end de rhyolitiske vulkanitter længere nordpå i Toscana. List længere mod syd findes tilsvarende unge vulkanområder af stort set samme alder omkring søerne Vico og Bracciano (figur 4), og endnu længere mod syd ulmer Vesuv stadig.



Figur 4. Lokalitetskort over den sydligste del af Toscana. Med rødt er vist beliggenheden af rhyolitiske domer i området vest for Bracciano søen.

Det toskanske landskab

De millioner af år, der er gået siden den vulkanske aktivitet i Toscana startede, har ikke formået at ændre de landskabsformer der dannedes, og derfor findes i Toscana et rigt udvalg af vulkansk skabte landskabselementer. Store dele af Toscana er dækket af bjergarten ignimbrit, der er dannet ved aflejring af småpartikler og vulkanske fragmenter fra en sky (en Nuee Ardente) der hvirvledes ud over landskabet ved et eksplosivt vulkanudbrud. En sådan sky kan sprede

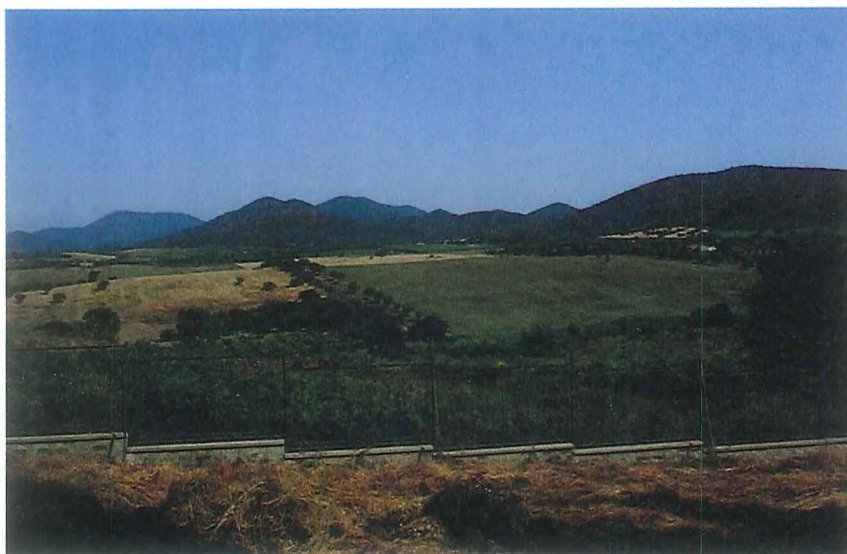


Figur 5. Byen Orvieto er anlagt på toppen af et ignimbrit-plateau.

sig over meget store områder og danne bjergarten ignimbrit. Når ignimbrit forvitrer, danner den næsten lodrette vægge, hvilket gør den let genkendelig i landskabet. Denne egenskab har Toskanas indbyggere udnyttet før i tiden, idet de anlagde deres byer på ignimbrit-plateauer, således at byerne, omgivet som de var af stejle vægge, var vanskelige at erobre. Byen Orvieto er et eksempel herpå (figur 5). Ignimbrit er endvidere en bjergart, der er let at hugge og skære i. For mere end 2000 år siden huggede etruskerne, Toskanas tidligere befolkning, således kunstfærdige gravkamre ud af ignimbrit. Sådanne gravpladser kan ses mange steder i Toscana, og er nogle steder så store, at de danner hele byer. Ignimbritter bliver dannet fra bjergartssmelter meget rige på gas. Jo mere gas en lava indeholder, jo lettere flyder den, og en Nuee ardente er et ekstremt eksempel på dette. En lavas flyde-egenskaber bestemmes dog også af lavaens kemiske sammensætning, så lavaer med et højt indhold af SiO_2 er meget sejtflydende. Derimod er lavaer, der er fattige på SiO_2 , meget mere letflydende og vil ved vulkanudbrud strømme ud over store områder og ikke så let kunne ses i landskabet.

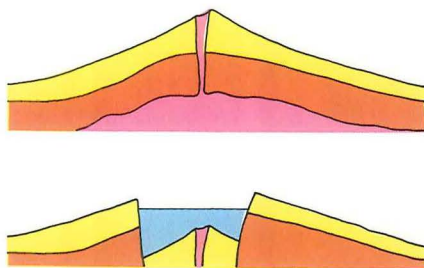
Rhyolit er en bjergart med et højt indhold af SiO_2 og derfor meget sejtflydende. I området vest for Bracciano søen findes flere små områder med rhyolit (figur 4). Lavaen har her været så sejtflydende, at den ikke har kunnet flyde væk fra udbrudscentret, men har dannet små, 100 til 150 m høje toppe, domer (figur 7). Rhyolitdomer er på grund af det høje indhold af SiO_2 ufrugtbar og vanskelig at opdyrke. Derfor er de oftest dækket af skov og bruges

som jagt-områder, hvor kun enkelte skovstier og mange patronhylstre vidner om menneskets aktivitet.



Figur 6. De skovklædte rhyolitdomer omkring Cerveteri.

Medens de SiO_2 -fattige vulkanske bjergarter som nævnt ikke fremstår ligeså tydeligt i landskabet som rhyolitterne, er en meget større og mere markant struktur dog knyttet til disse vulkaner, nemlig calderaer (figur 7). En caldera dannes ved indsynkning af en del af vulkankeglen i forbindelse med et senere, ofte eksplosivt udbrud, hvor den underliggende magmakammer tømmes for materiale. En caldera består derfor af et lavtliggende, cirkelformet område (caldera bunden), der er omgivet af en rand bestående af den ikke nedsunkne vulkankegle. Der kendes calderaer med en diameter på op til 25 km, hvilket



Figur 7. Skematisk fremstilling af caldera dannelse. Øverst ses en keglevulkan under opbygning, med det underliggende magmakammer vist i rosa. Nederst ses den dannede caldera efter at magmakammeret er tømt for lava og nedsynkningen af en del af vulkankeglen har fundet sted. Calderaen er siden blevet fyldt med vand (blåt).

viser, at meget store materialmængder kan slynges ud af et magma kammer. I Toskana ses caldera dannelse tydeligst i den sydlige del, mellem Orivieto og Rom. Byen Latera er således anlagt på bunden af en caldera tæt ved den stejle caldera rand.

Ofte er indsynkningen ved caldera dannelsen så stor, at caldera bunden kommer til at ligge under grundvandsspejlet, og derved fyldes med vand. Vico og Bracciano søerne (figur 4) er sådanne cirkelrunde caldera søer. I Vico søen er der endvidere sket et nyt vulkanudbrud efter calderaens dannelse, og den nye vulkankegle danner nu en lille ø i den ene side af søen (figur 8).



Figur 8. Vico søen. Randen af calderaen ses i baggrunden og den nye, mindre kegleformede vulkan i midten af billedet.

Både for geologer og andre geologisk interesserede frembyder Toskana er rigt varieret og spændende vulkansk område, hvor det stadig er muligt at få et levende indtryk af de kræfter, der skabte vulkanerne, og som stadig præger landskabet. Området næs let fra både Rom og Firenze, og er man blevet træt og tørstig efter dagens geologi, dyrkes der heldigvis mange steder i Toskana både hvide og blå druer, der anvendes til fremstilling af den lokale vin, kendt for sin lette og friske smag. Også på dette område giver Toskana mulighed for, at vulkanske og menneskelige aktiviteter kan danne en behagelig og forfriskende helhed.