

# Het westelijk Middellandse - Zeegebied

## EEN GEOLOGISCHE RONDBLIK

door J. Stemvers-van Bommel

De geologie van het westelijk Middellandse-zeegebied, waartoe ook Elba behoort, is uiterst gecompliceerd en nog allerminst tot in details verklaard. In de Middellandse Zee ten westen van Italië bevinden zich twee zeebekkens met een aanzienlijke diepte: het Tyrreense Bekken tussen Corsica/Sardinië, Italië en Sicilië, dat plaatselijk meer dan 3500 m diep is, en een groot bekken ten zuiden van de Balearen, dat over grote oppervlakte de oceanische diepte van ruim 2000 m heeft. In het Oligoceen en ook nog in het Mioceen moeten er in deze streken uitgestrekte landgebieden gelegen hebben en waren vele van de berglanden-van-nu zeebekkens. Een soort omgekeerd reliëf dus. Van Apennijnen was nog geen sprake. In de zeebekkens-van-toen werden vanaf de voormalige landgebieden enorme massa's sediment aangevoerd. Dit valt af te leiden uit de reconstructie van de richting waaruit dit sediment kwam in bijvoorbeeld Zuid-Frankrijk, Sicilië, Noord-Afrika, uit de reconstructie van oude rivierlopen, die landinwaarts blijken te gaan, en uit de aard van de afgezette gesteenten.

Eind Mioceen-begin Pliocéen moet er een revolutionaire ontwikkeling hebben plaatsgehad, waarbij grote delen landgebied diep in de aardkorst wegzonken, ook wel zich zijdelings verplaatsten, waardoor de huidige zeebekkens ontstonden. Het proces, waarbij bekkenvorming optreedt op plaatsen waar in een eerder stadium van de aardgeschiedenis landmassa's bestonden, wordt wel aangeduid met de term oceanisatie. Behalve in de westelijke Middellandse Zee komt dit soort bekkens voor in bijvoorbeeld de oostelijke Middellandse Zee, de Zwarte Zee, de Golf van Mexico en andere zeeën ten oosten van Midden-Amerika en in een reeks gebieden in het W-deel van de Grote Oceaan: bij Indonesië, de Filipijnen, China, Japan, Siberië. Het ontstaan van deze bekkens kan met de hypothese van de bewegende continenten niet afdoende verklaard worden. Daartoe is de hypothese van de oceanisatie ontwikkeld, die het "absorberen" van de bovenste delen van de aardkorst (de "continentale korst") door de diepere delen van de aardkorst (de "oceanische korst") duidelijk moet maken. Relaties tussen de beide complexen van verschijnselen (continentverschuiving en oceanisatie) zijn zeker mogelijk.

Niet alleen werden omstreeks de overgang Mioceen-Pliocéen grote delen van het Mediterrane landgebied door de korst geabsorbeerd, er ontstonden ook rekbreuken en slenken, meestal parallel aan de kusten. In de rest van het Tertiair en ook nog in het Kwartair waren er breuk- en plooibewegingen, overschuivingen en opheffing van de oorspronkelijke zeebekkens tot sommige van de huidige Alpiene gebergtekten rond dit deel van de Middellandse Zee. Vulkanisme en granitisatie speelden een belangrijke rol.

Wanneer sedimentpakketten in diepe delen van de aardkorst belanden, wat bij gebergtevorming zeker gebeurt, dan kan er door de invloed van de grote druk en hoge temperatuur die in de diepte heersen opsmelting van deze sedimenten plaatsvinden. Hierdoor worden deze sedimenten "gegranitiseerd" en dit granietische magma

kan naar boven stijgen en intrusieve granietbatholieten vormen. Zulke granietintrusies zijn op Elba aanwezig en daarmee hebben we enig houvast aan de geologie, zoals die zich op dat eiland aan ons voordoet. Want de massief uit de zee oprijzende koepel van de Monte Capanne, Elba's hoogste berg, is zulk een intrusie. Hij is, om precies te zijn, grano-diorietisch van samenstelling.

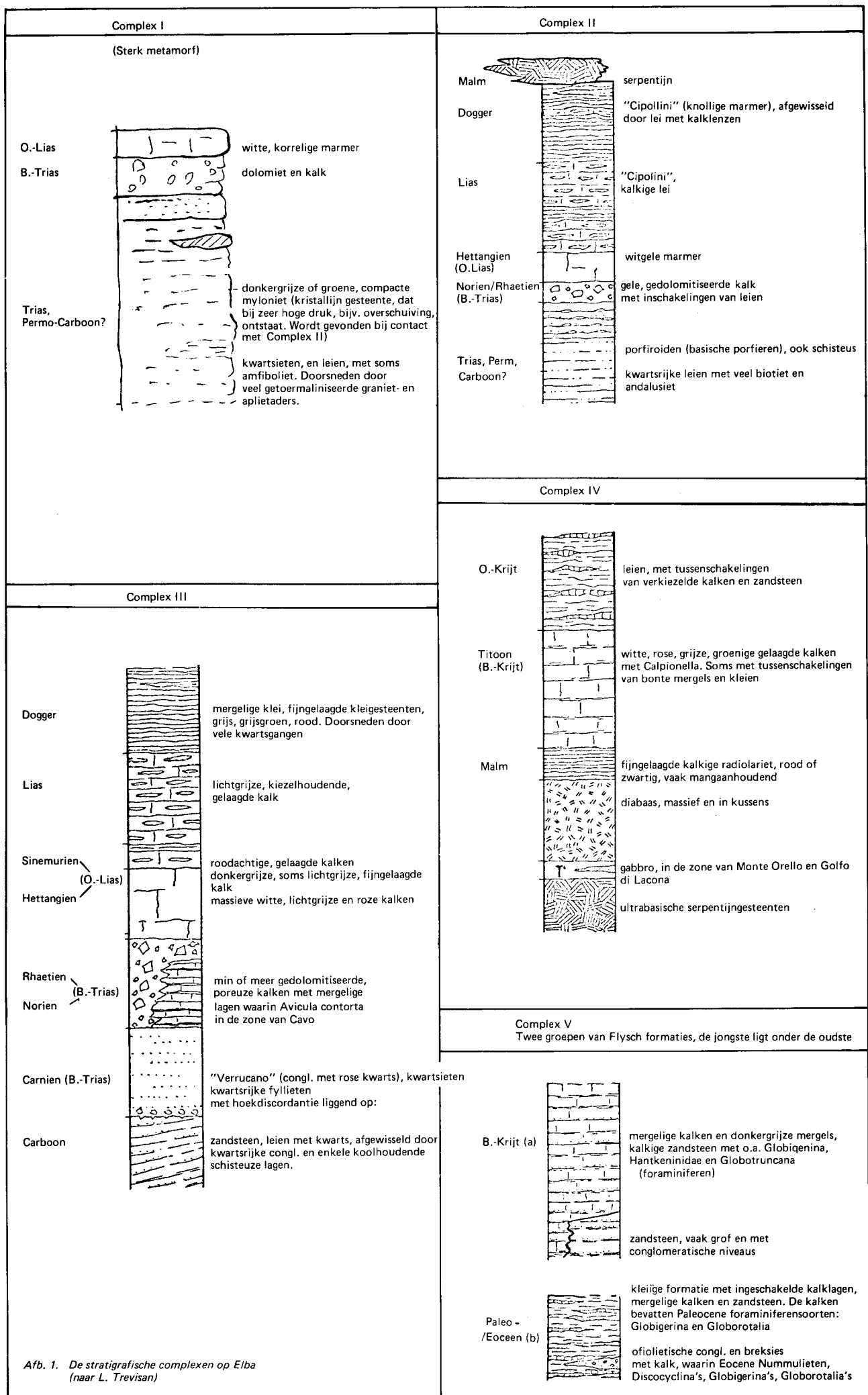
Waar de oorspronkelijke landgebieden ook gesitueerd mogen zijn geweest, Elba - of liever: de plaats waar Elba zou ontstaan - lag erbuiten. De op Elba gevonden sedimenten tonen aan, dat dit gebied gedurende lange perioden door zee werd bedekt. Op een kristallijne sokkel, die de ondergrond van Elba vormt, ligt een sedimentpakket, dat begint met afzettingen uit het Boven-Carboon. Het Onder-Trias en tenminste een deel van het Midden-Trias ontbreken, maar het Boven-Trias en Jura- en Krijtafzettingen zijn er goed vertegenwoordigd. Tijdens het Perm moet er onderzees vulkanisme geweest zijn, wat blijkt uit de porfierische stollingsgesteenten die uit deze periode stammen. Uit het Malm van de Juraperiode dateren de vele intrusieve gangen van bazaltische samenstelling, o.a. diabaas. Deze Jurassische stollingsgesteenten worden "ofiolieten" genoemd.

Maar doorgaans was de zee aanwezig: al of niet gedolomitiseerde kalken, radiolarieten, leien, fylleten, kwartsieten en andere oorspronkelijk mariene afzettingsgesteenten wijzen in die richting.

De invloed van de Alpiene orogenese was er de oorzaak van, dat aan deze regelmatige ligging van de sedimenten een einde kwam. Achtereenvolgens waren er, te beginnen bij het Eoceen, een serie opheffingen, waardoor grote gesteentepakketten tot afschuiving kwamen. Men schat de dikte van de afgegleden massa's wel op 3200 m! In de troggen tussen de opheffingen werden sedimenten gegranitiseerd. Gegranitiseerd materiaal drong als intrusieve kristallijne massieven omhoog (de huidige Monte Capanne en het massief van Oost-Elba). Aplietische, pegmatietische en porfierische aders drongen allerwege door de sedimenten omhoog, het meest frekwent in de buurt van de massieven. Door een W-O gerichte druk werden de gesteentepakketten in oostelijke richting samenge-drukt, waardoor veel van de oorspronkelijke samenhang verloren ging en een schubbege structuur ontstond. Niet-plastische, dus moeilijk plooibare gesteenten zijn door steile opschuivingen in oost-west richting als dakpannen of "schubben" over elkaar geschoven. Een ander verschijnsel vormen de breuken die in het oostelijk deel van Elba liggen en ongeveer N-Z verlopen.

Door de relatief hoge snelheid van de opheffingen kwamen er verweringsproducten vrij, die veelal zeer grof waren: variërend van grof zand tot grote blokken. Zulke afzettingen, op deze wijze ontstaan, worden Flysch genoemd, ze worden tijdens de actieve gebergtevormende fasen gevormd.

Het Flysch wordt vaak in latere fasen bij de plooiing betrokken en kan dus zelf ook geplooid voorkomen. Ook op Elba komt Flysch voor, zowel van Boven-Krijt als van Eocene ouderdom. Door de tektonische bewegingen is het oudste Flysch boven dat van het Eoceen terechtgekomen.



Het ontstaan van het Monte-Capannemassief heeft men radiometrisch kunnen dateren op 7 miljoen jaar, d.w.z. ongeveer op de grens van Mioceen en Pliocene. Mio-Pliocene afzettingen komen op Elba niet voor, wel op het geologisch sterk verwante Toskaanse vasteland. Sedimenten van die ouderdom zijn daar niet meer geplooid, zodat de grote tektonische bewegingen in dit gebied in het Jong-Tertiair waren afgelopen.

### Stratigrafie en petrologie

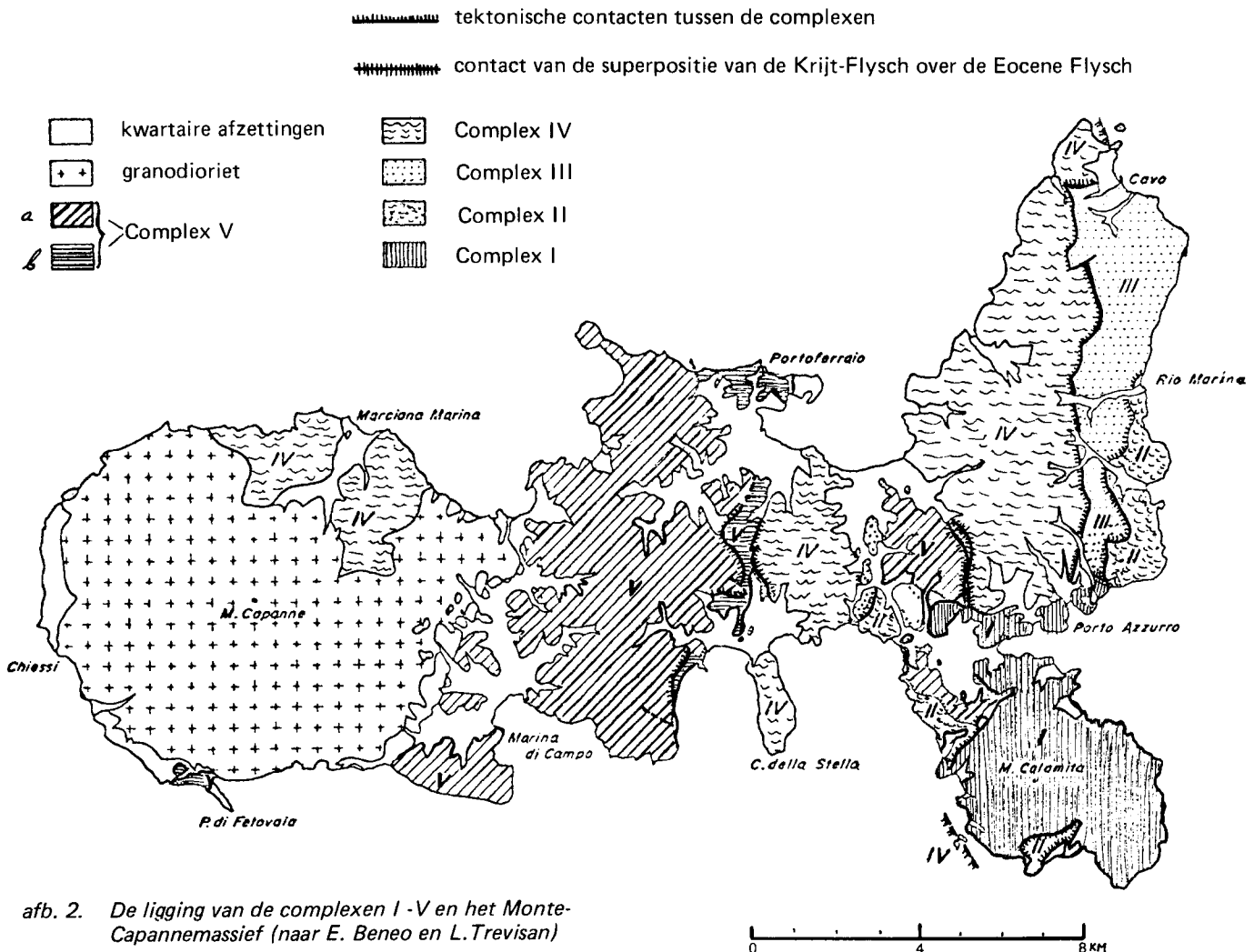
Door de gecompliceerde tektonische bewegingen is de stratigrafie van Elba buitengewoon verward geworden. En het is toch uit de aanwezige gesteenten, dat een rekonstruktie van de voorgeschiedenis gemaakt moet worden. Geen wonder, dat de geologische loop der gebeurtenissen door de diverse onderzoekers tamelijk vaag wordt weergegeven.

Door de "schubben-structuur" beslaan afzettingen, die tot één serie gerekend kunnen worden, maar een beperkt gebied. Wat de Italiaanse onderzoekers hebben kunnen ontwarren zijn vijf afzonderlijke stratigrafische series, door hen complexen genoemd, die ieder hun typische gesteente-openvolging hebben. Alleen Complex I zou autochtoon zijn, d.w.z. op zijn oorspronkelijke plaats gebleven, de andere gesteentepakketten zouden door verschuiving op hun tegenwoordige plaats gekomen zijn.

Bij het samenstellen van de nieuwe geologische kaart van Elba (1967) zijn de auteurs voor de stratigrafie van deze vijf complexen uitgegaan. Omdat een gedetailleerde beschrijving van de complexen te ver zou gaan zijn hierbij de schematische stratigrafische kolommen weergegeven, zoals L. Trevisan deze heeft samengevat (afb. 1). De ligging van de complexen is terug te vinden op de kaart van afb. 2.

De gesteenten waarin de magmatische intrusies omhoogdringen worden door de grote hitte van dit magma beïnvloed. Daarom zien we in de buurt van de kristallijne massieven contactmetamorfose optreden. De gemetamorfoseerde gesteenten zijn vaak schisteus en bevatten mineralen, die typisch zijn voor metamorfieten: granaat, epidoot, cordieriet, andalusiet, enz. Marmer, de metamorfe pendant van veel kalkgesteenten, komt op Elba vrij veel voor.

Karakteristiek voor Elba zijn de talloze gangen van intrusieve kristallijne gesteenten: zowel aplitisch (fijnkorrelig), pegmatietisch (grofkorrelig) als porfierisch (ongelijkkorrelig) van structuur. Wat de pegmatieten betreft, die van de Monte Capanne waren vroeger beroemd om de prachtige kristalgroepen, die er in de holten voorkwamen. Vooral tussen S. Piero en S. Ilario lagen groeven, waar naar toermalijn (de Elbaanse morrenkop!) en beryl werd gezocht. De groeven zijn nu



afb. 2. De ligging van de complexen I - V en het Monte-Capannemassief (naar E. Beneo en L. Trevisan)

verlaten. Mineralenjagers zoeken al tientallen jaren de storthopen af, hopen op een steeds zeldzamer worden de vondst.

## Literatuur

Er is intensief gewerkt om tot een inzicht in de geologie van Elba te komen, door Italiaanse, maar ook door buitenlandse geologen. De namen van L. Trevisan, E. Beneo, F. Dimanche, F. Barberi, J. Bodechtel vormen een deel van een veel langere rij.

L. Trevisan en G. Marinelli stelden met hun medewerkers de nieuwe geologische kaart van Elba (1967), schaal 1 : 25.000, samen.

Literatuur over Elba is veelal in het Italiaans geschreven. De Universiteit van Pisa gaf in 1965 een geologische samenvatting : Breve guida geologica dell' Isola d'Elba, door S. Bonatti. Hierin worden de gesteenten van de vijf

complexen beschreven, de magmatische gesteenten van Tertiaire ouderdom en de metamorfe invloeden op de gesteenten. Verder worden de mineralisaties van de onderscheiden mijngedebieden onder de loep genomen en worden de mineralen uit de pegmatiet-holten van de Monte Capanne beschreven. Tektoniek en geologische geschiedenis ontbreken nagenoeg. In Der Aufschluss, februari 1973, p. 71-85, verscheen een lezenswaardig artikel van A. Hanauer : Elba - eine Übersicht, voorzien van een tamelijk uitgebreide literatuurlijst en een beschrijving van vindplaatsen.

Wie geïnteresseerd is in het vraagstuk van de oceanisatie verwijs ik naar de Verhandelingen van het Koninklijk Nederlands geologisch mijnbouwkundig Genootschap, deel 26, 1969: Symposium on the problem of oceanization in the western Mediterranean, door verscheidene Nederlandse geologen.

---

## OVER HET ONTSTAAN VAN IJZERERTSEN OP ELBA

door J. Stemvers-van Bommel

De belangrijke ijzermineralen van Elba zijn pyriet, hematiet en magnetiet. Deze drie kunnen monomineralisch optreden, maar ook in combinaties: pyriet samen met hematiet, of hematiet met magnetiet.

Zoals te lezen is in het artikel "Ertsen" van J.-H. Brons elders in dit nummer is het ontstaan van een mineralengeselschap gebonden aan omstandigheden van druk en temperatuur - en natuurlijk van de chemische samenstelling. Dat zijn in het Elbaanse geval voornamelijk ijzerverbindingen. Sulfidische ertsen - in ons geval zwavelijzer: pyriet - worden doorgaans bedekt door een dikke laag van geoxydeerde ertsen. Deze oxydatiezone wordt een "ijzeren hoed" genoemd en bestaat voornamelijk uit het bruine of roodbruine limoniet en ook wel hematiet.

Verder is voor het Elbaanse erts het onderscheid tussen primair en secundair van belang. Primaire ertsen zijn sinds hun vorming niet van samenstelling veranderd. Secundaire ertsen zijn dat wel, bijvoorbeeld door oxydatie (zie de ijzeren hoed) of door druk- en temperatuurwijzigingen, waardoor bepaalde mineralen instabiel worden en metamorfose ondergaan, d.w.z. omgezet in andere mineralen. Dit laatste is met de Elbaanse hematiet gebeurd, die plaatselijk in magnetiet overging, zg. magnetisering van de primaire hematiet. Magnetiet kan op zijn beurt weer worden omgezet in secundaire hematiet. Ook pyriet ( $\text{FeS}_2$ ) kan metamorfose ondergaan. Er is op Elba uit pyriet pyrrhotien ( $\text{FeS}$ ) ontstaan, dat magnetisch is. Een ander metamorf ijzererts is skarn, een gesteentetype dat ook op Elba voorkomt.

Wanneer en waar kunnen we op Elba nu primair of secundair ijzererts verwachten. Met andere woorden: waarom is er hematiet en pyriet bij Rio Marina en magnetiet bij Calamita?

Vrij recente onderzoekingen hebben meer klaarheid gebracht in de vroeger tamelijk verwarde theorieën en studieresultaten. J. Bodechtel stelde in "Zur Genese der Eisenerze der Toskana und der Insel Elba" (1965) vast, dat de primaire ertsen steeds te vinden zijn in eenzelfde stratigrafisch niveau of horizon. De ertslenzen, die in de orde van grootte van 200 x 50 m groot zijn, liggen in gesteenten die tussen het Boven-Perm en het Midden-Trias afgezet zijn. Deze gesteenten bestaan uit fyllieten en kwartsieten, waartussen eruptiegingen van vulkanische gesteenten ingeschakeld zijn. Deze vulkanieten zijn porfierisch van structuur. Ze zijn submarin, dus onder de zee, tussen de sedimenten ingebracht. Waarschijnlijk

zijn door dit onderzeese vulkanisme op grote schaal primaire hematiet en pyriet afgezet.

Boven de fyllieten, respectievelijk kwartsieten-met-ertslenzen liggen op Elba steeds de "calcarei cavernosi", oftewel carnageules (gedolomitiseerde kalk met holten) uit het Boven-Trias (Rhaetien). Soms zijn deze kalken gemetamorfoseerd tot marmer, en dan kon met het ijzer skarn ontstaan, zoals we verderop zullen zien. Dit is bijvoorbeeld bij Capo Calamita het geval geweest.

Daar liggen ook belangrijke magnetietvoorkomens, met lenzen van zo'n 100 x 60 m. Deze magnetiet ontstond door magnetisering van primaire hematiet, een proces dat typisch is voor contactmetamorfose. Het verschijnsel contactmetamorfose - de plaatselijke omzetting onder invloed van temperatuur (T) en druk (P) - komt voor rond gangen en andere intrusieve lichamen; al naar gelang T en P hoger waren en het intrusieflichaam groter was, is de contactmetamorfose verder van de haard af merkbaar. Elba heeft twee grote granietische intrusies, die beide van Tertiaire ouderdom zijn. De Monte Capanne is de omvangrijkste. Deze heeft op het omhooggeduwde en verdrongen nevingesteente wel metamorfe invloeden gehad, maar omdat de nevingesteenten van de Monte Capanne geen ijzerertslenzen bevatten, blijft deze granietintrusie hier buiten beschouwing.

De tweede granietische intrusieve massa, die bij Porto Azzurro even aan de oppervlakte komt, was wel van belang voor het Elbaanse erts. Deze Oostelbaanse intrusie heeft de aanwezige primaire hematiet en pyriet beïnvloed. In de eerste plaats de hematiet van het schiereiland Calamita, die praktisch geheel in magnetiet is omgezet. Ook is hier skarn ontstaan. Door de inwerking van gasrijke zure magma's op kalkgesteenten of mergels vindt een stofuitwisseling plaats in de contactzone met de sedimentgesteenten. Hierdoor ontstaan skarnen, dit zijn kalksilikaathoornrotsen, waarin diverse "skarnmineralen" voorkomen. Op Elba zijn dit ilvaïet, hedenbergiet en epidoot, die tezamen met magnetiet kunnen voorkomen. Het waren de aanwezige primaire ijzerertsen en de marmerlagen erboven, die onder invloed van de granietintrusie tot uitwisseling van stoffen kwamen. De marmer werd hierbij voor een deel verdrongen.

De skarnmineralen komen, behalve in de zuidpunt van het schiereiland Calamita, ook voor tussen Rio Marina en Ortano. Het artikel over vindplaatsen vertelt hier meer over.