

Chimaera, de vuurberg in Turkije

door Josje Kriest

redactie.kriest@gea-geologie.nl

In Turkije slaan al eeuwen de vlammen uit een bergwand. Het is een historisch interessant gebied, maar natuurlijk heeft het fenomeen een geologische achtergrond.



Zo'n tachtig kilometer ten zuidwesten van Antalya, in Zuid-Turkije, ligt het dorp Çirali (afb.1), een klein landbouw- en badplaatsje. Het gebied bij Çirali ligt aan de voet van steile, hoge, dicht begroeide bergen, die tot vlakbij zee komen. De hoogste berg in de regio is Mount Tahtali (vroeger ook wel Olympos genoemd), die bijna 2400 meter hoog is. De dunne, vlakke kuststrook bestaat uit vruchtbaar landbouwgebied, met hier en daar vrij kleine badplaatsen en door begroeiing omsloten zandstranden. In het voorjaar vertoont het gebied overal een weelderige bloemenzee.

Niet ver van Çirali liggen de opgravingen van de klassieke Grieks-Romeinse stad Olympos, die deel uitmaakte van de Romeinse provincie Lycië. De oude stad dateert van de 2e eeuw voor Christus en er zijn nog veel resten van bewaard gebleven, wat voor toeristen een aardige trip oplevert. De prachtig gelegen ruïnes maken thans deel uit van het Olympos Beydaglari National Park (afb.2).



Een baken in zee

Niet ver van Olympos en Çirali ontsnappen op een helling, zo'n 300 m boven zeeniveau, brandbare gassen aan de bodem (afb. 3). Die gassen staan al duizenden jaren in brand! De vlammen waren vroeger vanuit zee zichtbaar, en vormden eeuwenlang een belangrijk baken voor zeelieden. Er wordt gezegd dat deze brandende gassen het eerste Olympisch vuur hebben geleverd. Tegenwoordig bereiden men er een potje thee op voor de toeristen (afb.4).

Het gebied wordt in het Turks "Yanartas" genoemd (lett.:

vflammende rots), maar ook wel Chimaera, naar een dier uit de Griekse mythologie dat uit delen van meerdere beesten bestaat - leeuw, geit en slang - en dat vuur zou hebben gespuwd. De Chimaera zou in dit gebied gedood zijn door de held Bellerophon. Behalve een Griekse held is Bellerophon trouwens ook een fossiele slak, die leefde van Ordovicium tot Trias, maar dat terzijde.

Hoewel ... misschien heeft de Griekse held Bellerophon de Chimaera helemaal niet gedood, maar opgesloten in de bodem, van waaruit het dier nog altijd vuur blijft spuwen, wat de brandende gassen zou verklaren...



◀ Afb. 1. Kaartje van Turkije. De rode pijl geeft het gebied van Chimaera aan. Bron: Rosso Robot via Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0.

◀ Afb. 3. Gas komt via scheuren uit de rotswand. Foto A. Groenendijk.

◀ Afb. 2. De mooi gelegen ruïnes van Olympos. Foto A. Groenendijk.

De gassen geologisch verklaard

Het gebied ligt in het westelijke deel van het Taurus-gebergte, dat de hele zuidkant van Turkije beslaat. Geologisch gezien bestaat het gebied bij Chimaera uit een aantal noord-zuid lopende zones van het 'Antalya Complex', dat door breuken wordt gescheiden. De gassen bevinden zich in één van die zones: de Tekirova-zone, genoemd naar het

► Afb. 4. Even thee zetten op de gassen van Chimaera. Foto A. Groenendijk.



nabij gelegen plaatsje Tekirova. Die zone bestaat uit diep mariene gesteenten, die in westelijke richting over een serie gesteentes van Paleozoïsche, Mesozoïsche en Paleocene ouderdom heen zijn geschoven. De overschuivende diep mariene afzettingen bestaan uit radiolariën cherts (hoornsteen, soms ook wel vuursteen genoemd), kussenlava's, turbidietafzettingen en serpentiniten, alle uit het Mesozoïcum. De radiolariën cherts zijn kristallijne kwartsen, ontstaan uit de kiezelskeletjes van eencellige organismen. De kussenlava's bestaan uit gestolde lava, die is uitgevloeid op de oceaانبodem; turbidieten zijn klastische sedimenten gevormd door onderwaterlawines van zand en klei, langs de rand van het continentale plat. De serpentiniten zijn van oorsprong ultramafische (kwartsarme) olivijnrijke gesteenten van de oceanische korst, die later door hydrothermale activiteit (toevoeging van heet water) zijn omgezet naar serpentinit. Zo'n heel complex van diep mariene gesteenten wordt ophioliet genoemd. Ophiolieten vindt men vooral in gebieden waar gebergtevorming door grootschalige overschuivingen heeft plaatsgevonden. Zo zijn ze bijv. gevonden in de Alpen, op Cyprus en in Oman. Ze bieden geologen een interessant kijkje in de samenstelling van vroegere oceaانبodems.

De formaties rond Chimaera die zijn overschoven, bestaan uit een afwisseling van klastische sedimenten en kalkafzettingen. De Paleozoïsche gesteenten zijn deels van continentale en deels van mariene oorsprong. Ze dateren van Ordovicium t/m Perm. De kleien van de continentale formaties van Carbonische ouderdom bevatten steenkool. Een discordantie scheidt het Paleozoïcum van het jongere materiaal. De Mesozoïsche gesteenten bestaan vooral uit duizenden meters dikke kalkafzettingen, indertijd gevormd op een kalkplatform, dus ondiep mariene sedimenten. Er zitten echter ook wat organisch-rijke kleien en zanden tussen.

Referenties

Hakan Hosgörmez.
Origin of the natural gas seep of Çirali (Chimaera), Turkey: site of the first Olympic fire. *Journal of Asian Earth Sciences* 30 (2007) p. 131-141.

Tijdens het Krijt traden er bewegingen op in het gebied, die de diep mariene gesteenten (de ophiolieten) over de ondiep mariene kalkafzettingen heen schoven. Er ontstond een melange van tektonische blokken. In dit gebied van overschuivingen komen de gassen aan het oppervlak via barsten in het gesteente. Het gas bestaat met name uit methaan (CH_4), ethaan (C_2H_6) en propaan (C_3H_8), hoewel ook wel andere gassen aanwezig zijn, zoals enige stikstof (N_2) en zwavelwaterstof (H_2S).

Oorsprong van het gas

Het gas heeft twee heel verschillende bronnen: ethaan en propaan zijn afkomstig uit Carbonische steenkoolafzettingen. Verhitting van die steenkool, diep in de aardkorst, heeft geleid tot de vorming van het gas. De methaan in het Chimaera-gas komt daar deels ook vandaan. Een behoorlijk deel komt van een andere bron: het is niet organisch maar 'abiogeen', zoals uit isotopeenonderzoek is gebleken. Abiogeen methaan bevat koolstof met een andere $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ verhouding dan organische methaan. Het ontstaan van abiogeen gas vereist speciale omstandigheden (zie kadertekst), waar in dit gebied aan voldaan is. De vorming ervan gaat momenteel waarschijnlijk nog steeds door, en dat is de reden dat er al eeuwenlang gas brandt bij Chimaera. Tenzij dat fabeldier natuurlijk nog gewoon in de grond zit...

Vorming van abiogeen gas

Het meeste aardgas op aarde is van organische oorsprong; abiogeen gas is zeldzaam. De vorming daarvan vereist bijzondere omstandigheden. Het abiogene gas ontstaat door de volgende reactie: $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. De reactie vindt alleen plaats als er voldoende katalysatoren aanwezig zijn, zoals bijv. ijzer, chroom, magnesium, kobalt, koper, zink of nikkel. Ook moet er een voldoende hoge temperatuur heersen. Aan alle voorwaarden is in dit gebied voldaan. De aanwezige oceanische korst bevat verschillende katalysatoren, zoals het ijzerhoudende magnetiet (Fe_2FeO_4), chroomhoudende mineralen als chromiet (FeCr_2O_4), en het nikkelhoudende gersdorffiet (NiAsS). CO_2 ontstaat door de oplossing van de Mesozoïsche kalkafzettingen. Regenwater dat de vele breuken en diaklazen in het gekraakte gebied binnenstroomde, en een hoge temperatuur van een paar honderd graden diep in de aardkorst, zorgden voor de hydrothermale omzetting van o.a. olivijn ($(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$) naar serpentinit. En daarbij kwam (en komt) er via bovenstaande reactie methaan vrij.