Kimzeyiet: Ca_3 $(Zr,Ti,Mg,Fe,Nb)_2(Al,Fe^{3+},Si)_3O_{12}$
kleur: donkerbruin D: 4,0 n: 1,94
voorkomen: als kleine rhombendodekaëders met kleine trapezoëder (n)-vlakjes, in carbonatiet uit de Kimzey calcietgroeve, Magnet Cove, Garland Co., Arkansas (U.S.A.) met apatiet, monticelliet, calciet, perovskiet, magnetiet, biotiet, pyriet en vesuvianiet.

Majoriet
kleur: puperrood
H: 7-7,5 D: ca. 4
voorkomen: kleine, gesteentevormende korrels in de Coorara meteoriet, vergroeid met pyroxeen, ringwoodiet, olivijn, kamaciet en goethiet.

Pyroop: Mg_3Al_2 $(SiO_4)_3$
kleur: lichtrood, felrood, de variëteit *rhodoliet* is rose tot paarsachtig rood.
H: 7-7,5 D: 3,60-3,84 (3,58) n: 1,73-1,75 (1,714)
naam: naar het Griekse "pyropos" = op vuur gelijkend, naar de vuurrode kleur van sommige pyropen.
voorkomen: in onder hoge druk gevormde dieptegesteenten als eklogiet, peridotiet, kimberliet, in sommige anorthosieten, in hoornblende-granaat-plagioklaasgesteenten en als min of meer afgeronde korrels in de hieruit gevormde zanden en grinden waarin zware mineralen geconcentreerd kunnen zijn (granaat-"placers", "gem-gravels"). Begeleidende mineralen kunnen zijn, afhankelijk van het moedergesteente: olivijn, enstatiet, omphaciet, chromiet, anorthiet-rijke plagioklaas.
Pyroop komt nooit als zuiver eindlid voor, het bevat minstens ca. 25% andere granaatmoleculen, meestal almandien. De variëteit *rhodoliet* bevat ongeveer 2/3 deel pyroop en 1/3 deel almandien.
Edelsteenkwaliteit wordt slechts spaarzaam gevonden in „gem gravels" in Sri Lanka en Bohemen en naast diamant in kimberlietpijpen en de daaruit gevormde placers.

Spessartien: Mn_3Al_2 $(SiO_4)_3$
kleur: geel, okergeel, bruin, oranjebruin, roodbruin, donker violetachtig, rood tot zwart.
H: 7-7,5 D: 4,12-4,20 (4,19) n: 1,79-1,81 (1,800)
naam: naar Spessart, een vanouds als vindplaats bekende landstreek in Beieren, Duitsland.
voorkomen: in mangaanrijke skarns, kalksilikaatgesteenten, schisten en sulfidische ertsen met rhodochrosiet, rhodoniet, diverse Mn-oxyden en -hydroxyden, pyrrhotien, Mn-rijke sfaleriet, alabandien, ilmeniet, pyrophaniet en vuorelaineniet; in holtes van rhyolieten met topaas, rode beryl, bixbyiet en pseudobrookiet. Ook wel in graniet-pegmatieten met toermalijn, albiet (cleavelandiet), muskoviet; het bevat dan soms tot enkele procenten yttriumoxyde. Met **yttriumgranaat** bedoelt men overigens meestal een synthetisch produkt met granaatstruktuur en een hogere brekingsindex, dat wel als diamant-imitatie is gebruikt.

Uvaroviet: Ca_3Cr_2 $(SiO_4)_3$
kleur: smaragdgroen tot donkergroen.
H: 6,5-7 D: 3,4-3,8 (3,84) n: (1,868)
naam: naar Graaf S.S. Uvarov (1765-1855), Russisch staatsman en voorzitter van de Academie van St. Petersburg.
voorkomen: in serpentinieten en kontakten met kalkstenen met chroom-diopsied, Cr-tremoliet, (magnesio-) chromiet, eskolaïet, Cr-klinochloor, serpentijn, pyrrhotien, sfaleriet en soms zonair vergroeid met demantoïd. Ook in de chromietbanden in noriet van het Bushveld-complex, Zuid-Afrika: deze variëteit bevat een ondergeschikte hoeveelheid Mg i.p.v. Ca (knorringiet) en wordt wel hanleïet genoemd.

Literatuur

M. Fleischer: Glossary of Mineral Species.
W.A. Deer, R.A. Howie en J. Zussman: Rock Forming Minerals.
J.D. Grice en R. Williams: The Jeffrey Mine, in: The Mineralogical Record, vol. 10, nr. 2, 69-80, (1979).
C.M. Gramaccioli: Die Mineralien der Alpen.
J. Sinkankas: Mineralogy for Amateurs.
W.L. Roberts, C.R. Rapp jr. en J. Weber: Encyclopedia of Minerals.
S. Matthes: Mineralogie (Duits).

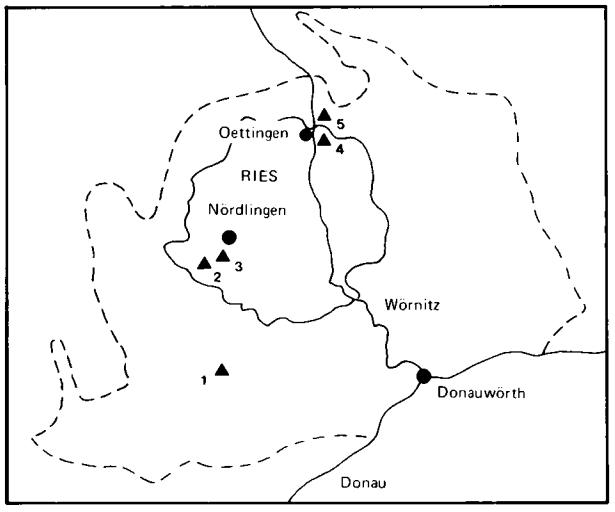
Het Riesgebied

door Dr. J. van Diggelen

Ten zuiden van de autobaan naar München, 80 km ten oosten van Stuttgart, ligt een zeer merkwaardig gedeelte van Duitsland: de „Ries". Wie deze rustige landelijke streek binnenrijdt, krijgt onwillekeurig het gevoel dat dit een bijzonder gebied is.
In een vlakke, schotelvormige inzinking van ongeveer 25 km doorsnede, die bijna 100 meter lager ligt dan de hoogvlakte van de Zwabische Jura eromheen, vond een van de grootste rampen plaats die onze planeet aarde trof. Reeds meer dan 150 jaar lang trachten de geologen het „Riesraadsel" op te lossen. Theorieën over het ontstaan van deze ronde inzinking ontstonden er vele en werden even snel weer opzij geschoven. Nieuwe ontwikkelingen brachten ook nieuwe inzichten, waardoor oudere opvattingen weerlegd werden. Nog steeds gaat dit onderzoek verder en tracht men nadere details over het ontstaan en de geschiedenis van de Ries te ontsluieren.

Beschrijving van land en gesteenten

De schotelvormige inzinking van de Zwabische Jura die „Ries" genoemd wordt is nagenoeg cirkelvormig. Vanaf de rand is (bij goed zicht) de hele omtrek te overzien. Dat kan ook vanaf de heuvels binnenin de inzinking of van bovenop de toren van de St. Georgskirche in Nördlingen. Afb. 1.
Vele ontsluitingen in de gesteenten aan de rand van het gebied en ook de wanden van kalkgroeves in de Juralagen rondom de Ries vertonen sporen van ingrijpende geologische veranderingen. De gelaagdheid van de Jurakalken is volledig verstoord: compacte gesteentelagen zijn nauwelijks te vinden. Het gesteente is zo volkomen gebroken, dat het alleen nog maar voor de wegenbouw bruikbaar is. De autochtone bevolking noemt deze ontsluitingen dan ook „grindgroeves" en spreekt niet van een „*Stein*bruch".

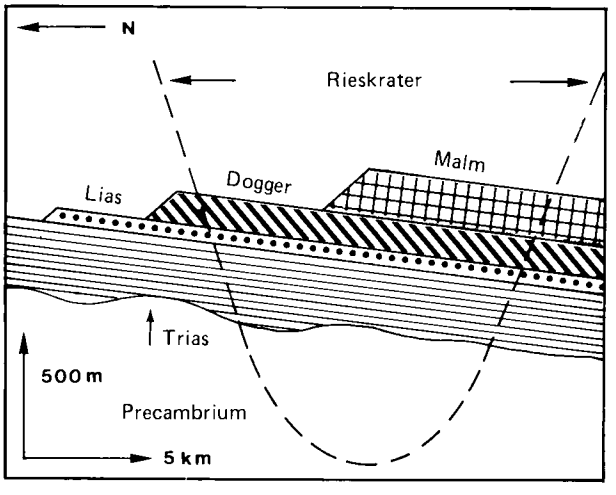


afb. 1. Het Riesgebied. Binnen de stippellijn bevindt zich de Schollen- und Schuppen-zone van de Ries en de vele sueviet-ontsluitingen. De nummers 1 tot en met 5 corresponderen met de in de tekst genoemde vindplaatsen.

Op enkele plaatsen aan de rand van de Ries is de gelaagdheid nog wel intact, maar de lagen staan scheef of loodrecht of ze liggen zelfs op hun kop, zodat oudere lagen op jongere zijn komen te liggen, bijvoorbeeld Dogger (Midden-Jura) op Malm (Boven-Jura). Zie afb. 10.
Verlaat men de Ries en gaat men de omgeving van het gebied bekijken dan wordt alles nog veel verwarrender. Daar waar het gesteente ontsloten is liggen er soms lagen in een onmogelijk lijkende volgorde: de onderste lagen bestaan bijvoorbeeld uit Jurakalken, daarboven liggen wel eens oudere Juralagen, of zandsteenpakketten uit het Trias, of Tertiaire gesteenten. Soms komt zelfs kristallijn gesteente van Precambrische ouderdom voor, zoals graniet en gneis.
Waar oudere lagen op een jongere ondergrond liggen is het oppervlak van die ondergrond geëgaliseerd, geslepen en gekrast. De richting van de krassen wijst steeds naar het centrum van het Riesgebied. Hele gesteentepakketten zijn verschoven en moeten door enorme krachten verplaatst zijn. Vaak zijn de gesteenten zo door elkaar gemengd dat er een bont gekleurde massa ontstaan is, die „**bonte breksie**" genoemd wordt.
Brokken van Jurakalken uit de Ries zijn tot op 70 km van de rand te vinden. Deze streek heet de „Vorries" of „Schollen- und Schuppen-zone". Vooral ten zuiden van de Ries, tot aan de Donau toe, komen deze lagen veel voor. Veel verder weg, op de Beierse hoogvlakte tot Augsburg en Ulm toe, vindt men verspreide brokstukken van decimetergrootte, waarvan kon worden aangetoond dat ze ook uit de Ries afkomstig zijn. Vervoer door stromend water of door ijs is hiervoor echter uitgesloten, zodat alleen transport via de lucht overblijft.
In de Ries ligt een rij heuvels in hoefijzervorm, die grotendeels uit graniet bestaat. Toch ligt het Precambrische grondgebergte hier veel dieper (minstens 300 à 400 m), zoals uit boringen vlak buiten de Ries kon worden aangetoond. Afb. 2. Deze granietmassa's zijn niet geleidelijk omhoog gekomen, want hun samenhang is sterk verbrokkeld. Onder invloed van de erosie valt het gesteente snel uiteen, waarbij te zien is dat de graniet doorkneed is met stukken dioriet, amfiboliet, gneis en andere gesteentesoorten.
Het meest interessante gesteente uit de Ries is de „**sueviet**", die de steenhouwers „Trasz" noemen. Op meer dan 130 plaatsen is het aan het oppervlak aangetroffen en in 1973, bij boringen in de Rieskrater bij Nördlingen, werd het nog op 600 meter diepte gevonden. Afb. 1 en 3.
In 1789 zocht een ingenieur C. van Caspers in opdracht van de gemeente Ingolstadt naar bruikbare bouwsteen. Zo vond hij in de Ries een gesteente dat leek op iets wat hij kende uit het Zevengebergte. Dat laatste was van vulkanische oorsprong. De sueviet is licht en vrij poreus en een stevig, maar goed warmte-isolerend bouwmateriaal. In de oude stad Nördlingen zijn heel wat gebouwen ervan opgetrokken, maar ook elders in en om de Ries is dat het geval.
Sueviet, ook **impactiet** genoemd, bestaat uit een grijze tot grijsblauwe massa waarin fijnkorrelige stukjes kristallijn gesteente en enkele fragmentjes van zandsteen, lei en kalk zitten. De kalk- en lei-insluitsels wijzen op een verhittingsproces. ze zijn gebakken. Ook sommige kristallijne brokjes zijn voorzien van een zwartachtige smeltkorst. Men vindt in de sueviet slieren en vaak ook blazen, zodat bij het verhittingsproces een rijke gasontwikkeling moet zijn opgetreden met daarna een snelle afkoeling omdat de gassen niet meer konden ontsnappen. Ook ontstond er glas in de sueviet bij het snelle afkoelen. Men spreekt van „Flädlen" of „Glasbomben", die aerodynamische vormen vertonen, mogelijk ontstaan door een vlucht door de atmosfeer.

Historische verklaringen

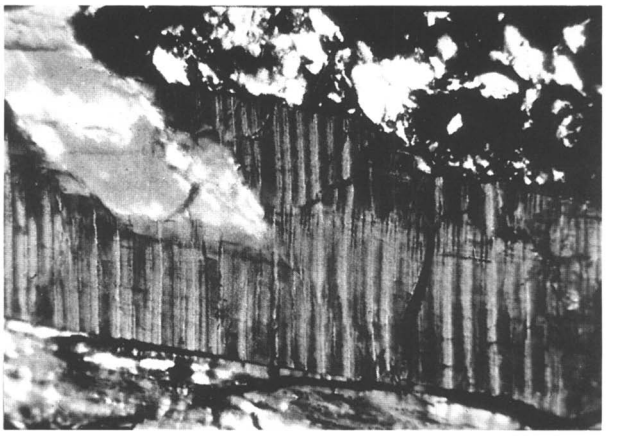
Van Caspers, die de sueviet „ontdekte" zag er veel overeenkomst met vulkanische gesteenten in en noemde de Ries daarom een uitgedoofde vulkaan.
In 1834 vond een hoogleraar uit Freiburg, prof. C.B. Cotta, de bonte breksies en meende dat die ontstaan waren tengevolge van een vulkanische eruptie. Het ontbreken van bazalt in de Ries vond men echter merkwaardig.
In 1848 verscheen de eerste geologische kaart van dit gebied, afgebeeld in een botanische publicatie van Frickhinger en Schnitzlein. Zij wezen op de merkwaardige geologische bouw, die onder meer bleek uit het optreden van de graniet en de sueviet. Ook waren er intussen in de Ries afzettingen van zoetwaterkalken aangetroffen. Het transport van diverse Riesgesteenten over bijna 10 km



afb. 2. Schematisch profiel van de lagen in het Riesgebied vóór de vorming van de krater. De lagen die zich binnen de stippellijn bevinden zijn verdwenen.



afb. 3. De wand van de groeve Aumühle bij Hainsfarth laat onderin bonte breksies zien en bovenin sueviet.

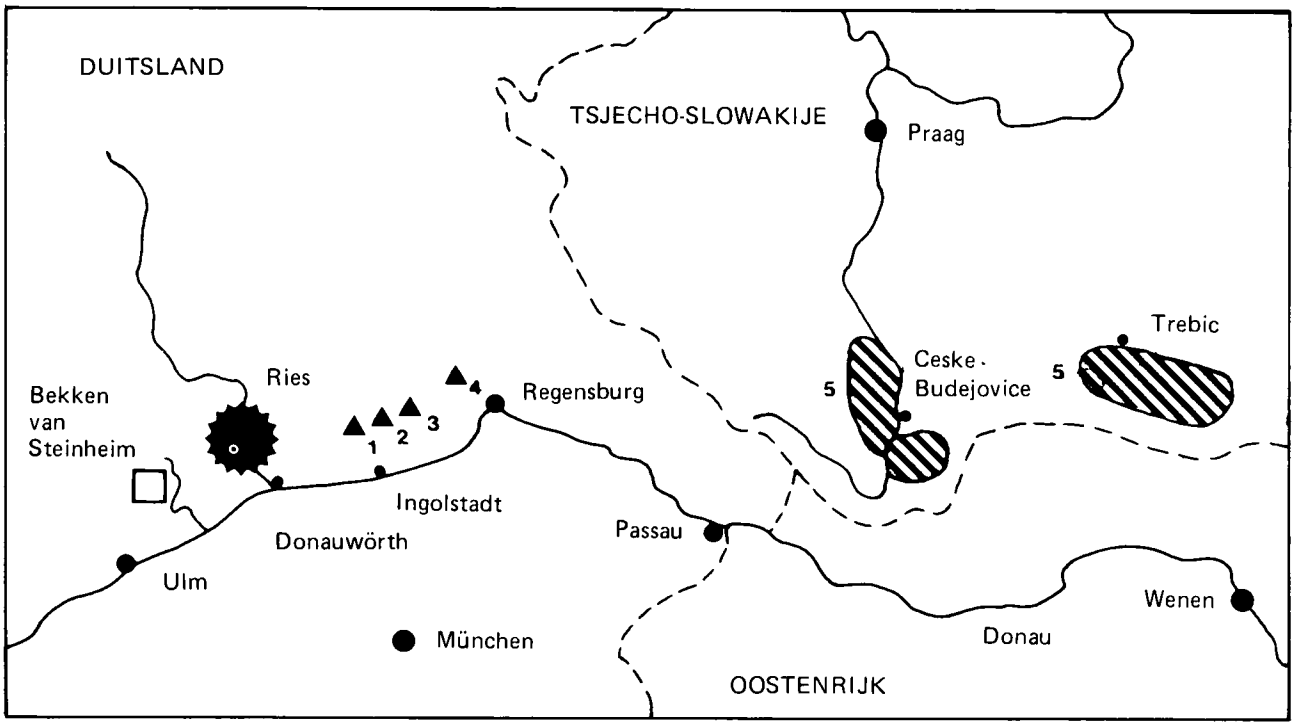


afb. 4. Deformatielamellen door schokmetamorfose in een hoornblendekristal. Slijpplaatje van een stukje amfiboliet, gevonden in een brok sueviet van Alersheim. Ware grootte 0,32 x 0,22 mm.

buiten de rand van de „uitgedoofde vulkaan" was voor hen echter een moeilijk oplosbaar vraagstuk.
De krassen en afgeslepen vlakken brachten de onderzoeker O. Fraas op het denkbeeld van ijstransport door een gletsjer, die over het hele gebied zou zijn geschoven. Een nauwkeurige studie van de zoetwaterafzettingen in de Ries en van de kalken er buiten bewees echter dat de gletsjertheorie onmogelijk moest zijn.
In 1870 had ook C.W. Gümbel de Ries als een uitgedoofde vulkaan beschreven. De schotelvormige inzinking zou door een instorting van de kraterbodem (als bij een caldera) ontstaan zijn. W. Branco en E. Fraas breidden deze theorie uit. De Ries zou een vulkanotektonische structuur zijn,

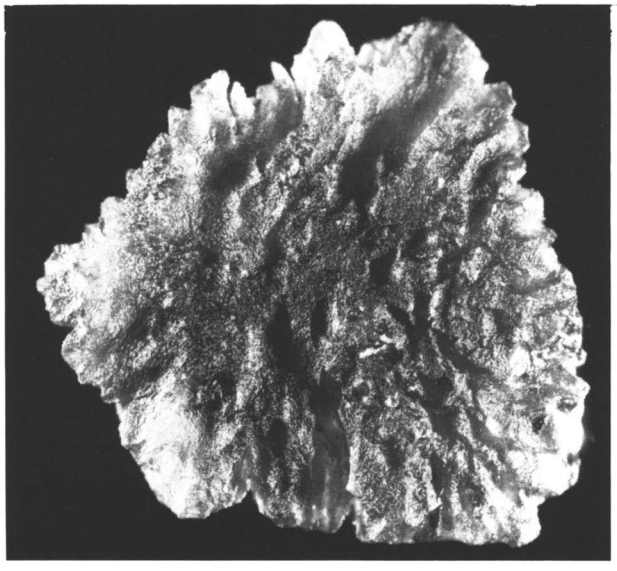
afb. 5. Het inslaggebied van de Riesmeteoriet en zijn secundaire kraters in het zuiden van Duitsland. 1 = Sornhüll-krater, 2 = Pfahldorfer bekken, 3 = Mandelgrund-krater, 4 = Hemauer Pulk. 5 zijn de beide strooivelden van moldavieten.

dus een inzakking door grote vulkaanerupties.
Volgens W. Krantz moest de inzinking ontstaan zijn door een gigantische waterdampexplosie, waarbij de gesteentemassa's weggeslingerd zouden zijn.
In het begin van deze eeuw vond men tijdens de aanleg van de spoorlijn Donauwörth - Treuchtlingen afgeslepen vlakken aan de onderkant van de gebroken gesteentemassa's. Ook hier wezen de krassen naar het Riescentrum. Blijkbaar waren zeer grote krachten aan het werk geweest om de vele kubieke kilometers gesteente te verplaatsen over zulke grote afstanden.
Zo langzamerhand begon men het eens te worden over het explosieve karakter van de Rieskrater. Alleen een gigantische explosie kon voldoende energie hebben opgeleverd. De aard daarvan was echter nog duister.



De moderne opvatting

In de zestiger jaren kwamen de Amerikanen Shoemaker en Chao met een andere theorie: de inslagtheorie, die zij baseerden op nieuwe gegevens. In de sueviet troffen ze een mineraal aan, dat tot voor kort onbekend was: coesiet. Dit is een hogedrukmodificatie van kwarts, die pas bij zulke hoge drukken ontstaat dat vulkanische processen voor de vorming daarvan uitgesloten zijn. Onder leiding van prof. Von Engelhardt begon de universiteit van Tübingen met een diepgaand nieuw onderzoek. Bij boringen in de Rieskrater tot op 1200 meter diepte slaagde men er niet in tot op de vaste ondergrond door te dringen en tot op 1000 meter diepte waren alleen nog maar breksies aanwezig. Wel vond men nòg een kwarts-mineraal: stishoviet, dat ook alleen bij enorm hoge drukken ontstaat. Voorts bleken er in bepaalde gewone mineralen planaire deformaties voor te komen alsmede glas dat gevormd was door het breken van de kristalstructuur. Dit zg. diaplectisch glas ontstaat tengevolge van het passeren van de drukgolf van een gigantisch schokfront.
Gedurende korte tijd moet de sueviet een temperatuur van 2000° C bereikt hebben, veel hoger dan ooit bij vulkanische processen is waargenomen. Allerlei omzettingen van de mineralen wijzen op het optreden van wat genoemd wordt metamorfose door inslag. Afb. 4. Gelijksoortige effekten waren geconstateerd in de gesteenten in en rondom andere inmiddels intensief bestudeerde aardse meteorietkraters en bij de kraters van diverse ondergrondse kernexplosies. Ze waren ook in de van de maan naar de aarde gebrachte gesteentemonsters aangetroffen.
Tegenargumenten verloren intussen geleidelijk hun bewijskracht. Op sommige plaatsen, waarvan men meende dat de sueviet door vulkanische processen tussen de Jurakalken omhoog was gestuwd, bleek na boringen dat op grotere diepte ieder spoor van sueviet ontbrak. De insluitsels moesten van boven afkomstig zijn.
En zo werden steeds meer aanwijzingen gevonden die wezen in de richting van de inslag van een grote meteoriet. Een probleem was nog wel dat er geen spoor is gevonden van een meteoriet, noch van de ijzer-nikkel-verbinding van een ijzermeteoriet, noch van de mineralen waaruit een steenmeteoriet is opgebouwd.
Toch is het ontbreken van meteorietmateriaal niet onlogisch, er zijn meerdere inslagkraters bekend waar geen of



afb. 6. Een moldaviet uit Tsjecho-Slowakije. De kleur is flessegroen, de afmetingen zijn 28 x 27 x 7 mm.



afb. 7. De wand van de groeve bij het sportterrein van Hainsfarth bestaat uit fossielhoudende zoetwaterkalken.

merkwaardig weinig meteorietmateriaal aanwezig is, dit komt omdat tijdens de vlucht door de atmosfeer en ook tijdens de inslag zelf veel materiaal verdampt. Dit proces kan zo ver gaan dat er na de inslag vrijwel geen herkenbaar meteorietmateriaal achterblijft.

Reconstructie

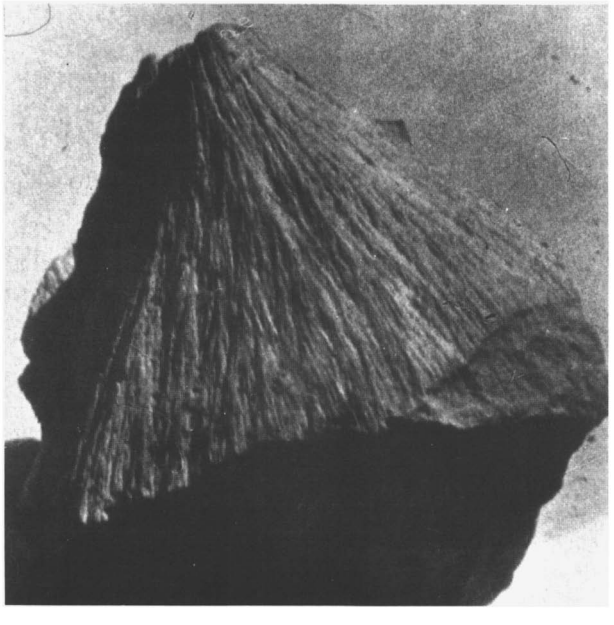
Men is nu in staat de loop der gebeurtenissen te reconstrueren. In het Mioceen, 14,8 miljoen jaar geleden, sloeg een enorme meteoriet van 500 à 1000 meter diameter hier op aarde in met een snelheid van 20 à 30 km/s. Het hemellichaam naderde onder een hoek van ca 30° de aardbodem en drong tot op 700 meter diep de grond in. Het aardse gesteente en de meteoriet werden samengeperst en de schokdruk van de inslag plantte zich naar alle kanten in de aarde voort, langzaam in intensiteit afnemend. Reeds tijdens het binnendringen (een proces van luttele seconden) werd het gesteente, bestaande uit onder meer Jurakalken en Tertiaire afzettingen, naar alle kanten weggeslingerd. Toen de snelheid van de in de aarde binnendringende materie tot nul was afgenomen werd de rest van de enorme bewegingsenergie in warmte omgezet waardoor er gedurende slechts enkele duizendsten van een seconde temperaturen van enkele tienduizenden graden optraden, zodat daardoor 2 à 2½ km^3 gesteente verdampte waaronder ook de meteoriet. Deze damp explodeerde en slingerde reusachtige massa's steen tot ver in de omgeving. Een deel van de brokken kreeg voldoende snelheid om tot ver boven de aardse dampkring omhoog te worden geslingerd.
Na de samenpersing door de inslag volgde er een terugslag, waardoor in het midden van de krater diepliggend gesteente omhoog kwam. Zo ontstond de opwelving in het middendeel van de Rieskrater met de gesteenten die door dit terugveren uit de diepte omhoog kwamen.
De zo beschreven kosmische ramp moet al het Mioceense leven tot op 500 km in zijn omgeving hebben vernietigd. Een aantal met grote snelheid weggeslingerde brokstukken, die voldoende energie hadden, sloegen in de omgeving in en veroorzaakten zogenaamde secundaire kraters. Een zeer mooi voorbeeld daarvan is het dicht bij de Ries gelegen Steinheim-bekken. In 1955 werden met behulp van seismische metingen, die verstoringen in het zwaartekrachtveld aantoonden, de Pfahldorf-, de Sornhüll- en de Mandelgrund-krater ontdekt (resp. 2½, 1½ en 1½ km groot). Deze laatsten liggen ten oosten van de Ries. Na lang zoeken

vond men hier nog tientallen kleinere kraters, soms in zwermen, zoals de zogenaamde Hemauer Pulk (14 kratertjes). In 1975 bleek dat er zich over Zuid-Duitsland, Zuidwest-Tsjecho-Slowakije en Beneden-Oostenrijk een strook van zeker 400 km lengte en 50 tot 120 km breedte uitstrekt met honderden secundaire kratertjes. Afb. 5. Ten westen van de Ries zijn die 2 à 3 km groot, ten oosten ervan ca 1 km. In dit gebied vindt men **alemoniet**. Dit gesteente is ontstaan bij de secundaire inslagen, waarbij minder hevige schokken en temperatuurstijgingen optraden dan bij de meteorietinslag zelf. Het gesteente lijkt op sueviet maar de insluitsels zijn minder sterk verglaasd.

De Ries en de moldavieten

Moldavieten zijn groenzwarte brokjes steen, die in Moldavië worden gevonden en tot de tektieten behoren.
Het woord tektiet is afkomstig van het Griekse woord „tektos" dat gesmolten betekent. De naam wijst er al op dat het materiaal eens in gesmolten toestand is geweest. Die naam is door Süss gegeven aan bepaalde wonderlijke, op glas lijkende objekten, die soms een duidelijke smeltkorst vertonen. Men vindt ze op verscheidene plaatsen en in verschillende werelddelen. Tektieten van verschillende herkomst vertonen in bouw en samenstelling slechts zeer kleine onderlinge verschillen. Ze kunnen allerlei vormen bezitten, voorzover dat althans aan de soms moeilijk herkenbare brokstukken valt te zien. Tijdens een supersonische vlucht door de aardse atmosfeer werd het oorspronkelijke materiaal van de tektiet sterk verhit. De voorkant van het voorwerp begon te smelten en te verdampen en loste daardoor gedeeltelijk op. Zo ontstonden merkwaardig vervormde voorwerpen, veelal met een soort druppelvorm. Speciaal de moldavieten vertonen een sterk gerimpeld oppervlak. Afb. 6.
In 1788 vond Joseph Mayer de eerste moldaviet in Bohemen. In 1878 werden ze ook in Moravië aangetroffen ten

afb. 8. Een schokkegel (shatter cone) uit het Bekken van Steinheim. Door de schok van de inslag kreeg dit stuk Jurakalk kegelvormige breuken, waardoor een reliëf van V-vormige ribbels ontstond. De hoogte van de kegel is in de orde van grootte van 1 m.





afb. 9. De verlaten groeve Seelbronn bij Aufhausen met sueviet.

westen van Brno. Met behulp van de kalium-argon methode is gevonden dat de moldavieten allemaal 14,7 miljoen jaar oud zijn. Ze vormen dus een bij elkaar behorende groep. De groep blijkt uiteen te vallen in twee afzonderlijke soorten, die iets verschillen in kleur en vorm. Ook de chemische samenstelling verandert met de positie in het strooiveld, misschien omdat ze niet allemaal even sterk verhit werden bij hun tocht door de atmosfeer.
De meeste onderzoekers menen dat de tektieten aan het aardoppervlak of vlak daaronder gevormd zijn en bij een explosie zijn weggeslingerd. De weggeworpen glasbolletjes zouden dan door de dampkring zijn gevlogen en daarbij opnieuw gedeeltelijk gesmolten. De moldavieten zijn ongetwijfeld afkomstig van de Ries-explosie. Hun ouderdom komt daar nauwkeurig mee overeen en de richting waarin ze zijn weggeslingerd past bij de ligging van de vele secundaire kraters. Niettemin blijven er bij deze raadselachtige glasbrokjes nog veel problemen op te lossen.

Het Riesgebied na de catastrofe

Na de inslag werd de krater gevuld door regenwater. Het riviertje de Wörnitz, dat voordat de meteoriet insloeg reeds door dit gebied stroomde, zag zijn weg versperd door de opgedrukte randzone rond de krater. Het vormde aanvankelijk dan ook naast de kraterwal een uitgestrekt meer van ca 300 km^2 (ter vergelijking: de Bodensee is 540 m^2), tot het water tenslotte door de wal van de krater een opening vond, de kuil binnenstroomde en een laag klei en zand afzette op de breksies. Zo vormde zich in de Rieskrater een groot meer waarin zich door het sterk kalkhoudende water kalkafzettingen vormden. Bij gebrek aan ontwateringsmogelijkheden werd het meer steeds groter en de waterspiegel steeg steeds hoger. Ook het gehalte aan mineralen, o.a. zout, nam toe. Tenslotte liep het meer over en er vormde zich een afwatering naar de Donau. Waarschijnlijk heeft dit meer 250 000 à 1 000 000 jaar bestaan. Mogelijk door het hoge zoutgehalte was er weinig leven in: er worden slechts weinig fossielen in de kalkafzettingen gevonden – het zijn voornamelijk slakken. Afb. 7.
Tenslotte begon het meer ondieper te worden omdat de afzettingen dikker werden en de wal door de erosie afsleet. Het meer ging over in een moeras waarin een moerasbos groeide. Dit leverde het materiaal voor de bruinkoollagen in het oostelijke deel van de Ries. Tijdens de IJstijd in het Pleistoceen was de Ries een toendragebied.

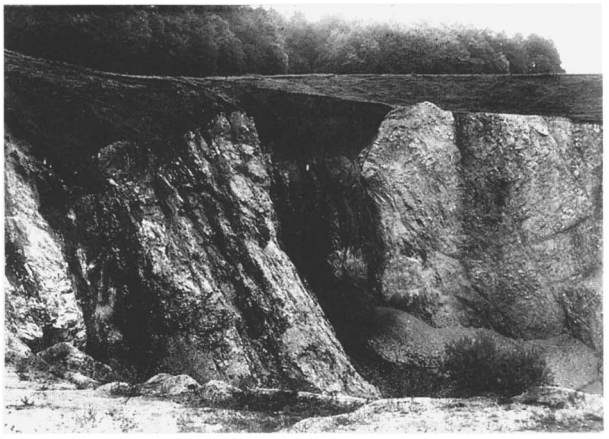
Het Bekken van Steinheim

Deze 3½ kilometer grote meteorietkrater, die 120 meter lager dan de vlakte eromheen ligt is even oud als de Ries. In 1964 begon er een uitgebreid onderzoek met diverse boringen. Hoewel coesiet en stishoviet hier ontbraken, zijn in slijpplaatjes vele planaire deformatiestructuren in de mineralen aangetroffen. Onder de huidige bodem ligt een dikke laag breksies, terwijl in en om deze krater veel schokkegels zijn aangetroffen, (afb. 8). Daaruit blijkt dat de schokdruk wel 100 000 atmosfeer moet hebben bedragen.
Ook het Bekken van Steinheim vulde zich na de inslag met water en in dit zoetwatermeer leefden zeer veel dieren. De „Steinheimer Schneckensande" van Miocene ouderdom waren reeds in de vorige eeuw algemeen bekend. Daarnaast worden er resten van zoogdieren, vissen, kikkers en vogels gevonden. Sedert 1969 wordt hier een systematisch onderzoek verricht. Men is het er nog niet geheel over eens waarom juist hier zoveel fossielen van landdieren werden gevonden. Misschien zijn er veel resten in het meer gespoeld, misschien heeft drijfzand aan de oevers veel slachtoffers gemaakt, of zijn er veel dieren verdronken op een eiland in het meer tijdens extreem hoog water. De vissen kunnen het slachtoffer zijn geworden van langdurige droogteperiodes.
Er is bij het stadje Steinheim een klein museum ingericht, dat u niet mag overslaan bij een bezoek aan de Ries, want hier zijn naast allerlei wetenswaardigheden over het ontstaan van de krater, fraaie fossielen te bewonderen van allerlei organismen, die in deze omgeving na de kosmische ramp geleefd hebben.

Enkele vindplaatsen in de Ries

In het kader van dit artikel is het onmogelijk alle groeves in het Riesgebied en in zijn omgeving te bespreken. Wij verwijzen de belangstellenden naar de literatuur en noemen slechts enkele ontsluitingen, die men in een kort bezoek van een dag gemakkelijk kan bekijken. Ze zijn op het kaartje van afb. 1 terug te vinden. Nadere informaties verstrekt de VVV in Nördlingen, een middeleeuws stadje waar u zeker enkele uren zou moeten zoekbrengen. Het plaatsje is een juweel op zichzelf met zijn oude, fraai gekleurde vakwerkhuizen en vele oude monumenten.

1. Groeve Seelbronn bij Aufhausen vertoont blauwgroene sueviet met grote „Flädlen". Afb. 9.
2. Groeve Altenbürg vertoont een voorkomen van sueviet tussen Jurakalken. Vroeger werd aangenomen dat dit „vulkanisch materiaal" hier tussen de kalk omhoog gekomen was. Boringen wezen uit dat de suevietmassa niet diep is. Er liggen bonte breksies onder.
3. Groeve Siegling bij Holheim toont Juragesteenten met een omgekeerde chronologische volgorde. De donkere „Opalinuston" uit de Midden-Jura ligt bovenaan als een grote schol op witte kalklagen uit de Boven-Jura. Links boven in de groeve is een bekrast glijvlak te zien. Afb. 10.
4. De uitgebreide groeve rondom het sportterrein van Hainsfarth bestaat uit wanden van afzettingen van zoetwaterkalk in het meer dat na de inslag ontstond. Hier kan men ostracoden vinden en soms ook slakken. Afb. 7.
5. De groeve Aumühle bij Hainsfarth laat onderin bonte breksies zien en bovenin sueviet. Middenin de groeve is een heuvel uit bonte breksies. Afb. 3.



afb. 10. In groeve Siegling bij Holheim ziet men bovenaan zwarte Opalinus-mergel uit de Dogger, terwijl witte, jongere, Malmkalken eronder liggen.

Literatuur

H. Schmidt-Kaler en W. Treibs: Exkursionsführer zur geologischen Übersichtskarte des Rieses, uitg. Bayerisches Geol. Landesamt 8 München 22, 1970.
J. Kavasch: Mondkrater Ries, ein geologischer Führer, uitg. Ludwig Auer Donauwörth, 1976 (verkrijgbaar o.m. bij VVV Nördlingen)
K.P. Adam, P. Groschopf, W. Reiff en E.P.J. Heizmann: Meteorkrater Steinheimer Becken, uitg. Gemeinde Steinheim, 1976 (met veel illustraties van fossielen)
Der Aufschlusz, juli/augustus 1974 (Riesnummer)
J. van Diggelen: Tektieten, in Gea 1969, vol. 2, nr. 4.

Geologische musea in Europa (vervolg) *)

BELGIE

Leuven: Afdeling Geologie/Geografie, Katholieke Universiteit Leuven, St.-Michielsstraat 6, geopend: woensdag 14.00-17.00 u.

BULGARIJE

Sofia: Mineralogisch-petrografisch museum van de universiteit, Russky Boulevard 15, geopend: maandag t/m zaterdag 8.30-13.30 u., mineralen, ertsen en gesteenten van Bulgarije.
Sofia: Museum voor Natuurwetenschappen van de Academie, Russky Boulevard 1, geopend: dinsdag t/m donderdag 9.00-12.00 u. en 13.00-18.00 u., zaterdag en zondag

*) Zie ook het gelijknamige artikel in Gea vol. 15 (1982), nr. 4.