

De Nördlinger Ries – een inslagkrater in Zuid-Duitsland

door Huub Bruens

Een van de meest opvallende elementen op de geologische kaart van Beieren is de cirkelvormige structuur bij Nördlingen, een stad zo'n 50 km ten noordwesten van Augsburg.

De Nördlinger Ries, een schotelvormige depressie met een doorsnede van 25 km en een diepte van 150 meter, doorbreekt de langgerekte rug van de Schwäbisch-Fränkischen Alb. Opvallend is ook het ontstaan: op deze plek is een enorm grote meteoriet ingeslagen.

Al meer dan honderdvijftig jaar probeerden Duitse geologen het raadsel van deze structuur te ontrafelen.

Vele ideeën zijn geopperd. Sommige wetenschappers dachten dat het een overblijfsel uit de ijstijd was, gevormd door een gletsjer. Anderen schreven het ontstaan van de depressie toe aan de tektonische bewegingen die verantwoordelijk zijn geweest voor het ontstaan van de Alpen. Sueviet, een gesteente dat in de depressie voorkomt, doet sterk denken aan vulkanische tuf, zodat tot ver in de twintigste eeuw 'een zekere vulkanische activiteit' de meest plausibele verklaring leek. Een enkele geoloog dacht aan een meteorietinslag (afb. 1).

Gesteenten, structuren en hoge-druk mineralen

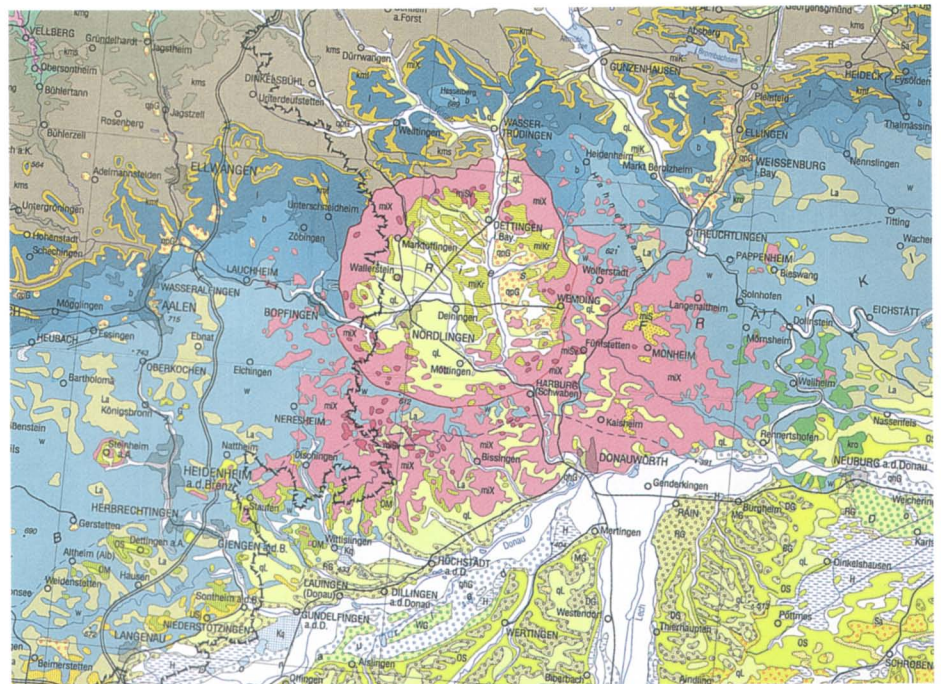
De Nördlinger Ries laat zich niet makkelijk verklaren.

De inzinking bevindt zich in Jurakalken. De gesteenten aan de rand van het gebied zijn zeer sterk verstoord. Pakketten

zijn volkomen verbroken en bestaan uit losse brokken.

Op plekken waar de gelaagdheid nog wel intact is, staan de formaties steil, of liggen de lagen zelf ondersteboven (overkiept) met de jongste gesteenten onder en de oudste boven. Ook buiten de depressie liggen overkiepte pakketten. Er zijn zelfs Precambrische granieten aan het aardoppervlak ontsloten, terwijl die normaal op een diepte van drie- tot vierhonderd meter voorkomen.

Daar waar ouder gesteente op jongere stenen ligt, is het contactvlak sterk gekrast en geschuurd, met krassen in het gesteente die als de spaken van een wiel naar het centrum van de Ries wijzen. Gesteenten van verschillende ouderdom en samenstelling komen volledig verbroken en door elkaar gemengd voor in de Bonte Breccie. Tot ver buiten de Ries, met name naar het zuiden, zijn brokken Jurakalk te vinden die afkomstig zijn uit de depressie. In de Ries-depressie zelf ligt een hoefijzervormige rij heuvels die uit dezelfde Precambrische granieten bestaat die normaal diep in de ondergrond voorkomen. De granieten zijn niet normaal geïntrudeerd, maar moeten op een andere manier op deze plek terecht gekomen zijn. Zij zijn sterk verbrokkeld, bevatten fragmenten van andere intrusieve en metamorfe gesteenten en vallen door vererving snel uit elkaar.



Afb. 1. Geologische kaart van de Nördlinger Ries. Rood: materiaal bij de meteorietinslag uitgeworpen. Blauw: Jurakalk. Bruin: Triasafzettingen. Geel: Tertiaire afzettingen en jonger. Bron: Bayerischen Geologischen Landesamt.



Afb. 2. Groeve Oppertshofen. Links van de lijn is de gelaagdheid in de Malmkalksteen duidelijk te zien. Rechts van de lijn bevindt zich het verstoorde, 'omgekeerde' Malmprofiel. Het V-vormige stukje tussen beide zones bestaat uit vergruisd materiaal.

Een ander opvallend gesteente in de Ries is sueviet, een steen die sterk doet denken aan vulkanische tuf en goede bouwtechnische eigenschappen bezit. Veel gebouwen uit deze streek zijn opgetrokken uit deze steen, die hier 'tras' genoemd wordt.

Het was in 1960 dat de Amerikanen E.M. Shoemaker en E.C.T. Chao coesiet ontdekten in de Riesgesteenten, een hogedruk-modificatie van kwarts. Al snel werd ook stishoviet gevonden, een andere hogedruk-variant van kwarts. Beide mineralen kunnen alleen gevormd worden bij zulke hoge drukken dat een vulkanische oorsprong niet mogelijk is. Er werden bij microscopisch onderzoek structuren ontdekt die wezen op sterke deformatie. Bovendien werd er een boring gezet bij Nördlingen, die aantoonde dat de Mesozoïsche sedimenten 'gewoon' ongestoord onder de sueviet, het zogenaamde 'vulkanisch gesteente' doorliepen. Het idee van een meteorietinslag werd de algemeen aanvaarde theorie voor het ontstaan van de Ries-krater.

De inslag

In het Mioceen, 14,8 miljoen jaar geleden, sloeg in het gebied van de Schwäbisch-Fränkischen Alb vanuit het westen een meteoriet in van ongeveer één kilometer doorsnede. Door de enorme klap werd een krater gevormd die op het diepste punt een kilometer lager lag dan het omringende land en een doorsnede had van 11 kilometer. Onder in de krater werden de gesteenten tot op enkele kilometers diepte verbrijzeld en extreem samengedrukt. Deels smolt het gesteente door de enorme hitte die vrijkwam.

Door de extreme hitte verdampte de meteoriet, en 2 tot 6 km³ gesteente eromheen, binnen enkele seconden. Daarna volgde een explosie die het gesteente verbrijzelde, grote en kleine rotsblokken tot ver in de omgeving wegslingerde en het leven in een straal enkele honderden kilometers vernietigde. Druppels gesmolten steen die naar het oosten werden weggeschoten, zijn tot in Moldavië gevonden, ondertussen gestold tot glas. Deze glasdruppels worden moldavieten genoemd en zijn voorbeelden van tektieten. In tegenstelling tot vele andere tektieten, die zwart van kleur zijn, hebben de moldavieten een groene kleur. Ook zijn er 'vloeibare klodders' opgesmolten steen bij de explosie weggeschoten en dicht bij de krater weer neergevallen. Deze glasklonten zijn terug te vinden in de sueviet.

Een van de opvallende kenmerken van de Ries is de ring van granietheuvels in de krater. De meeste inslagkraters hebben in het centrum van de depressie een heuvel, een deel van de aarde die als het ware teruggeveerd is na de schokgolf. (Vergelijk het met de ringen als er een steen in het water is gegooid.) Dat de Nördlinger Ries een heuvelring heeft en geen centrale heuvel is bijzonder.

Na de inslag

Doordat de bodem van de Rieskrater ondoorlatend was, vormde er zich later een meer. In twee miljoen jaar tijd werd er een 350 meter dik pakket van bruinkool en fossielrijke zoetwaterkalken afgezet bovenop een 400 meter dikke laag 'inslag'puin. Pas toen de rivier de Wörnitz vanuit het zuiden dwars door de kraterrand brak, liep het meer voorgoed leeg. Momenteel liggen er zo'n vijftig dorpjes in de krater, waarvan Nördlingen het grootste is. Hier is ook het Rieskrater museum gevestigd.

Ongeveer 45 kilometer westelijk van de Rieskrater ligt nog een krater: het Steinheimer Becken. Deze krater is even oud

als de Rieskrater, heeft een doorsnede van circa 3,5 kilometer en een diepte van circa 120 meter. Waarschijnlijk is deze kleinere krater gelijktijdig ontstaan door een inslag van een 'maan' van de 'Riesmeteoriet'. Ook is het mogelijk dat er al delen van de grote meteoriet in de dampkring afgebroken zijn, en dat zo'n brokstuk de kleine krater heeft gevormd. In deze krater bevindt zich in het centrum een teruggeveerde heuvel.

Opvallend is natuurlijk dat er, noch bij de Nördlinger Ries, noch bij het Steinheimer Becken, ook maar een enkel brokstukje van een meteoriet is teruggevonden. Men heeft ook wel gedacht aan de inslag van een komeet.

Rondje Ries

Het aardige van de Nördlinger Ries is dat de amateurgeoloog ook zonder chemische analyses van gesteenten, tijdens een geologische rondrit door het gebied zelf bewijzen kan vinden dat de krater gevormd is door een meteorietinslag. Hieronder bespreek ik enkele van de plekken die ik heb bezocht. Er zijn er veel meer, ruim voldoende voor een weekje speuren. Ik had helaas maar een middag de tijd. Hoewel de kleine groeve van het eerste punt nog in gebruik is, en bij de laatste een hek de toegang tot de groeve lijkt te versperren, zijn de drie punten vrij toegankelijk.

Kalksteengroeve 0,5 km ten noorden van Oppertshofen (afb. 2)

In deze kalksteengroeve liggen kalksteenbanken uit het Malm (Boven-Jura, 157-146 miljoen jaar oud). Duidelijk is te zien hoe de gelaagdheid van deze kalkbanken doorbroken wordt: het gesteente is hier volledig verbrijzeld, zonder enige duidelijke gelaagdheid. Boven in de groeve is het



Afb. 3a. Siegling groeve. Boven de lijn ligt een pakket kleischalie, eronder ligt jongere kalk.

gesteente zo verpulverd dat er zelfs geen sprake meer is van kalksteen maar van kalkgruis. Opmerkelijk is bovendien dat de bovenste laag ouder is dan de gesteenten eronder! De enige verklaring die hier voor gegeven kan worden, is dat de hele serie Malmafzettingen bij de inslag uit de krater is geworpen en ondersteboven weer is neergekomen. Alleen zo is te verklaren dat de oudere afzettingen bovenop liggen: de hele berg is bij het rollen en glijden *omgedraaid*, en zo blijven liggen. Omdat de berg niet meer op zijn oorspronkelijke plaats ligt, wordt in de geologie gesproken van een 'allochtone schol'.

Siegling groeve 0,5 km ten zuiden van Holheim (afb. 3a)
Deze groeve ligt aan de zuidkant van de kraterrand. In de

Afb. 3b. De 'walvisrug-achtige' bulten.



groeve werd een witte, sterk verpulverde, ongelaagde Malmkalk gewonnen, die hier 30 meter dik ontsloten ligt. Op de kalken ligt een pakket van 5 à 10 meter dik dat bestaat uit een grijs, kleilig gesteente: *kleischalies*. Deze kleischalies zijn ouder(!) dan de witte Malmkalken: zij zijn van Midden-Jura (Dogger, 157-178 miljoen jaar geleden) en Onder-Jura ouderdom (Lias, 178-208 miljoen jaar geleden). Ook hier is de verklaring dat het hele Malmpakket door de kracht van de meteorietinslag is verschoven, en omgekeerd is komen te liggen met de oudere schalielagen boven. Bij de winning van de kalksteen werden de kleischalies afgegraven, zodat er geen instortingsgevaar bestond. Hierbij kwamen opmerkelijke, 'walvisrug-achtige' bulten in de kalk te voorschijn. Hoe dichter naar het midden van de krater, hoe groter de bulten worden. Aangenomen wordt dat ook deze bulten ontstaan zijn door de kracht en de hitte van de meteorietinslag (afb. 3b).

Groeve Altenbürg 6 km ten Z. van Nördlingen (afb. 4)

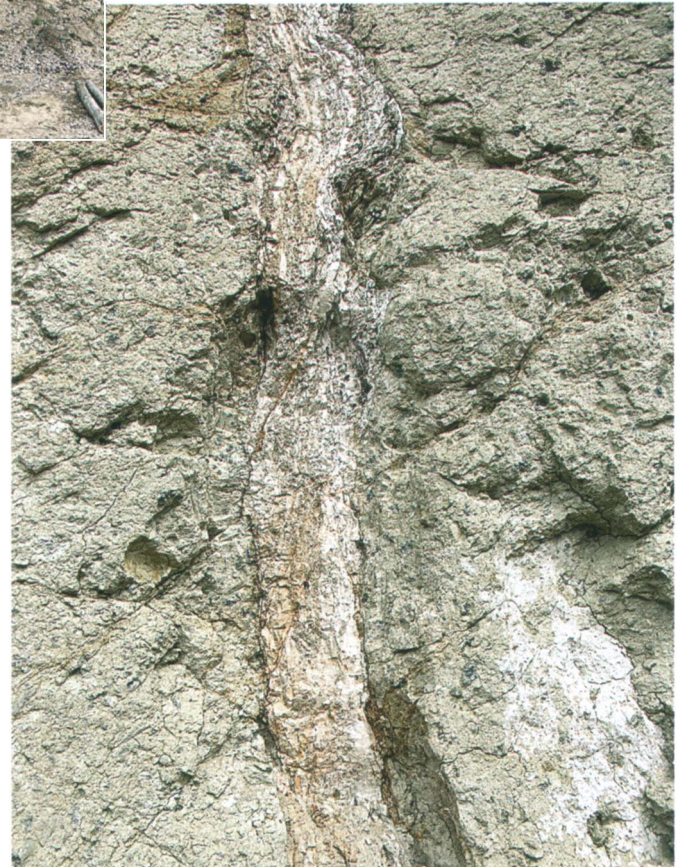
De twee gesteentetypen die hier voorkomen zijn ontstaan als direct resultaat van de Ries-meteorietinslag: de *Bonte Breccie* en de *Sueviet* (resp. miX en miSv op de geologische kaart). De Bonte Breccie bestaat uit een mengsel van alle soorten gesteenten die in de ondergrond voorkwamen op het moment dat de meteoriet insloeg: gneizen en granieten van het Grondgebirge, kalksteen uit de Jura en rode en bruine sedimenten uit de Trias. De grootte van de fragmenten waaruit de breccie is opgebouwd, varieert van fijn stof tot meters grote blokken (afb. 5).

Sueviet (de naam komt van een Germaanse stam de 'Suaven', de verlatinering van Schwaben), is het gesteente waarvan lang gedacht werd dat het een vulkanische tuf was. Het heeft een fijne grijze grondmassa met daarin, deels gesmolten, fragmenten van andere gesteenten. Sueviet bestaat hier voornamelijk uit kristallijne gesteenten van het grondgebirge (in meer of mindere mate gesmolten) en sedimentgesteente (vnl. Jurakalksteen). In de grondmassa zijn veel zwarte traanvormige druppels te vinden: glasflädle of glasbommen. Deze flädle (wat zich letterlijk laat verta-

Afb. 4. Groeve Altenbürg.



Afb. 5. Sueviet in de groeve Altenbürg.



len als 'omeletreepjes') zijn bij de meteorietinslag als stroperige, deels gesmolten glasklonten de lucht ingeslingerd, tijdens hun vlucht aerodynamisch gevormd en als gestolde druppels met een 'staart' weer op de grond terechtgekomen. Vaak zijn de flädle uit het omringende gesteente verweerd. Zij zijn zeer gezocht, en worden op internet wel te koop aangeboden. Het zijn echter geen tektieten. De groenzwarte glasfragmenten die veel verder naar het oosten gevonden worden, richting Tsjechië, zijn wel volledig opgesmolten geweest en zijn wel tektieten.

Groeve Altenbürg ligt aan de 'binnenkant' van de zuidelijke kraterrand. Hier werd al in de Middeleeuwen sueviet als bouwsteen gewonnen (de St. Georg kerk in Nördlingen bijvoorbeeld is er uit opgetrokken, afb. 6 en 7). De ontsluiting bestaat uit twee duidelijk van elkaar te onderscheiden soorten gesteenten: een duidelijk gelaagde en een verpulverde Malmkalk met daartussen een 15 meter dikke suevietlaag. Ook deze kalk is een allochtone schol die door de kracht van de meteorietinslag 'opzij' gezet is.

Tot slot

Dit zijn slechts drie van de vele, goed toegankelijke en goed beschreven groeves in de Nördlinger Ries. Vermeldenswaard zijn nog de fossielen, vooral de fossielen die spaarzaam in de Jurakalk worden gevonden. Sommige exemplaren zijn duidelijk meerdere malen gebroken en weer aan elkaar gekit. Dit breken zou ontstaan zijn door de meteorietinslag. Men spreekt daarom bij zulke exemplaren wel van Riesbelemnieten en Riesammonieten.

Niet alleen uit geologisch oogpunt is een bezoekje aan de Nördlinger Ries de moeite waard. In de Romeinse tijd lag de Limes, de noordgrens van het Romeinse Rijk, zo'n twintig kilometer ten noorden van de Ries, waardoor er nog resten van drie castella en meerdere villae te bezichtigen zijn.

Gebruikte bronnen

Geologische Karte von Bayern 1:500.000, München 1996
Erläuterungen zur Geologische Karte von Bayern, München 1996

Meteoritenkrater Nördlinger Ries Geologische Karte 1:100.000, München 2004

Meteoritenkrater Ries, ein geologischer Führer, J. Kavasch 1997, Donauwörth

www.geologie.bayern.de

http://www.fvls.de/Projekte/Intel/Ries/ue_ries/start.htm

<http://www.bodensee-sternwarte.de/Archiv/HeiB/exkurs/ex050610/ries.htm>

http://de.wikipedia.org/wiki/N%C3%B6rdlinger_Ries



Afb. 6 met inzet afb. 7. De Sankt Georg in Nördlingen, gebouwd uit sueviet, het poreuze, snel verwerende tufachtige gesteente, waardoor regelmatig herstelwerkzaamheden nodig zijn (inzet).

