

De geologie van Uluru (Ayers Rock), Kata Tjuta (de Olga's) en Kings Canyon

Northern Territory, Australië

door Theo Klopogge en Marloes Pronk

Geen toerist kan zeggen dat hij echt naar Australië is geweest als hij geen bezoek heeft gebracht aan Ayers Rock en de Olga's, tegenwoordig beter bekend onder hun aboriginal namen Uluru en Kata Tjuta. Afb. 1. Ook de minder bekende Kings Canyon is meer dan de moeite waard om een of meer dagen te vertoeven. En dat terwijl een groot deel van de Australiërs zelf nooit van hun leven deze natuurwonderen in levenden lijve zullen zien. Echter als geëmigreerde Nederlanders en geologisch geïnteresseerden konden wij natuurlijk de reis vanuit Brisbane naar het centrum van Australië niet aan ons voorbij laten gaan. Het feit dat je het een en ander van geologie afweet maakt een bezoek alleen maar bijzonderder.

De reis brengt je normaal gesproken allereerst per vliegtuig naar Alice Springs (alhoewel er tegenwoordig een mogelijkheid is om door te vliegen naar het vakantieoord Yulara nabij Uluru). Zie het kaartje (afb. 2).

De reis per auto of bus van Alice Springs naar Uluru vormt een grote reis door de tijd. Je rijdt door een van de oudste landschappen op aarde met resten van bergen die eens de maten hadden van de Rocky Mountains. De afgeronde heuvels ten noorden van Alice Springs bestaan uit de Alice Springs Granite met een ouderdom van ongeveer 1800 miljoen jaar, wat het een van de oudste gesteentes in de wereld maakt. Vanuit Alice Springs leidt de route allereerst naar Erldunda via de Stuart Highway om vervolgens via de Lasseter Highway naar Yulara te rijden. De Lasseter Highway loopt eigenlijk door een groot dal, gevuld met grind, zand en klei.

Halverwege Erldunda en Uluru kun je de Lasseter Highway verlaten om via de Ernest Gilles Road naar Kings Canyon in het Watarrka National Park te rijden. Dit park vormt de westelijke rand van de George Gilles Range. Watarrka is aboriginal voor de Umbrella Brush ofwel de paraplustruik, *Acacia ligulata*.

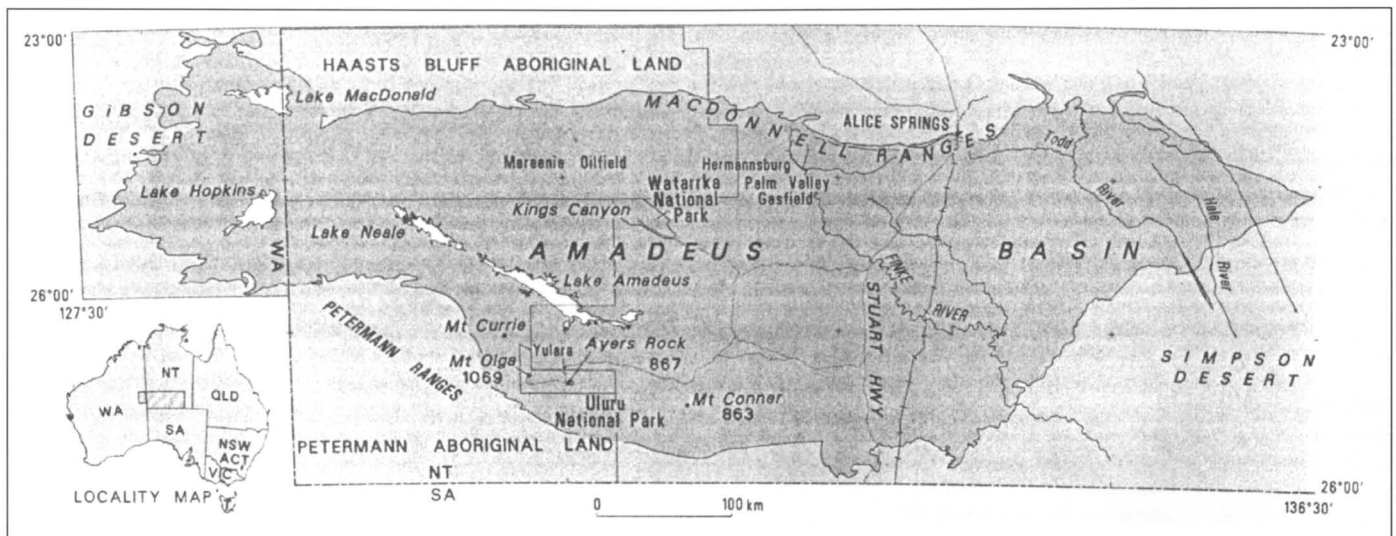
Een wandeling over de zo'n 100 m hoge kliffen van Kings Canyon is adembenemend, zeker als je de klim net voor zonsopgang



Afb. 1. Kata Tjuta (de Olga's) vanuit een helikopter gezien: bergen met flauw hellende lagen van grof conglomeraat.

begint. Afb. 3. De belangrijkste afzetting vormt de 350 miljoen jaar oude Mereenie Sandstone. Deze wittige zandsteen is afgezet op een meer rood tot lichtbruinachtig gekleurde Carmichael Sandstone, die ongeveer 440 miljoen jaar geleden werd afgezet. Beide afzettingen werden in een ondiepe zee gevormd en vooral de Carmichael Sandstone vertoont regelmatig sporen van trilobieten. De Mereenie Sandstone vertoont regelmatig sporen van beweging van het zand langs de bodem in de vorm van fossiele ribbels en van scheve gelaagdheden. Afb. 4. Erosie langs diaklazen heeft aan de top van de canyon gezorgd voor typische afgeronde, bijenkorf-achtige rotsformaties. Als gevolg van de beschermde ligging in de canyon is het het rijkste gebied aan planten van de gehele aride zone van Australië, met meer dan 600 plantensoorten. Daarnaast vinden we er meer dan 100 vogelsoorten, meer dan 60 soorten reptielen en diverse kangaroo-soorten zoals de rock-wallaby, de euro en de rode kangaroo. Zie ook afb. 11.

Het belangrijkste topografische hoogtepunt is het fossiele Lake Amadeus systeem. Zo'n 14 miljoen jaar geleden was het een zoetwater-systeem dat zijn water afvoerde via de Finke River.



Afb. 2. Kaartje van een deel van Northern Territories (Australië), met de ligging van de besproken plaatsen.



Afb. 3. Loodrechte wanden bij het eind van Kings Canyon, waar zich nog de originele brug bevindt.

Tegenwoordig is het meer een grotendeels weggekwijnd zoutmeer, dat echter nog steeds een belangrijke topografische bijzonderheid vormt, zelfs op continentale schaal. Satellietbeelden tonen aan dat het huidige langgerekte meer nog steeds een lengte heeft van zo'n 500 km, met een totaal oppervlak van ruim 1750 km². Het systeem ontvangt zijn water van een gebied van bijna 100.000 km². Zie afb. 2.

Na ongeveer 150 km kom je langs een soort van tafelberg genaamd Mount Conner. Veel mensen die hier voor het eerst komen verwarren deze berg met Uluru. Mount Conner bestaat uit bijna horizontaal liggende zandsteenlagen, afgezet door smeltwater van een gletsjer ongeveer 750 miljoen jaar geleden, toen een groot deel van Australië onder een ijskap lag als gevolg van de positie dichtbij de noordpool in die tijd. Mount Conner wordt wel als een mesa beschreven, maar in werkelijkheid is hij komvormig en loopt af naar het zuiden in een serie ravijnen. Afb. 5.

De ontdekking

Archeologisch onderzoek heeft aangetoond dat al zo'n 22.000 jaar geleden in het gebied mensen woonden, alhoewel de eerste vestiging waarschijnlijk nog beduidend ouder is. Zowel rond



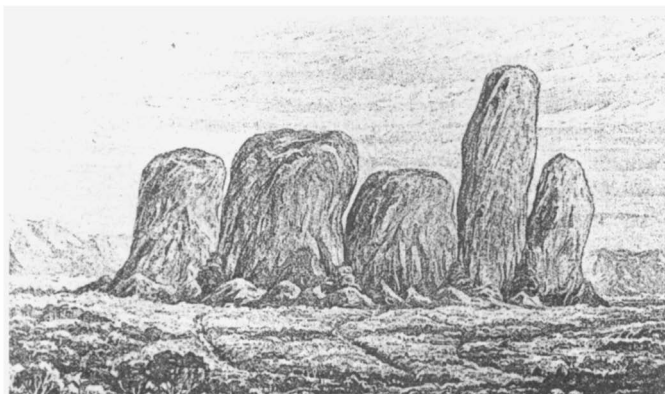
Afb. 4. Kings Canyon: golfribbels op het oppervlak van een lagenpakket.

Uluru als Kata Tjuta bevinden zich belangrijke aboriginal basis-kampementen van de Pitjantjatjara- en de Yankuntjatjara-volken. Veel karakteristieken van Uluru en Kata Tjuta vormen een integraal deel van hun cultuur; sommige plaatsen zijn heilig en kunnen alleen door de aboriginals bezocht worden. Tjukarpa is het aboriginal woord voor wat beschreven wordt als de wetten die betekenis en orde geven aan het leven. Het bevat de uitleg van de oorsprong van het leven, de levende en de dode natuur.



Afb. 5. De tafelberg Mount Conner. Een harde bovenlaag verhinderde verdere erosie; het omringende gesteente is wél weggevoerd.

De eerste Europeaan die ooit Mt. Olga zag was Ernest Giles op 13 oktober 1872, toen hij zo'n 100 kilometer ten noordoosten op een hoge richel klom en naar het zuidwesten keek. Afb. 6. Helaas was de weg naar Mt. Olga versperd door wat nu bekend staat als Lake Amadeus, een groot zoutmeer. Hij gaf het deze naam samen met de naam Mt. Olga naar de toen regerende koning en koningin van Spanje. Een jaar later, bij zijn tweede expeditie, kwam hij wél bij Mt. Olga, om daar tot de ontdekking te komen dat de ontdekkingsreiziger W.C. Gosse hem twee maanden voor was geweest. Ook Gosse was vanuit het noorden gekomen, maar hij was langs de oostzijde van Lake Amadeus

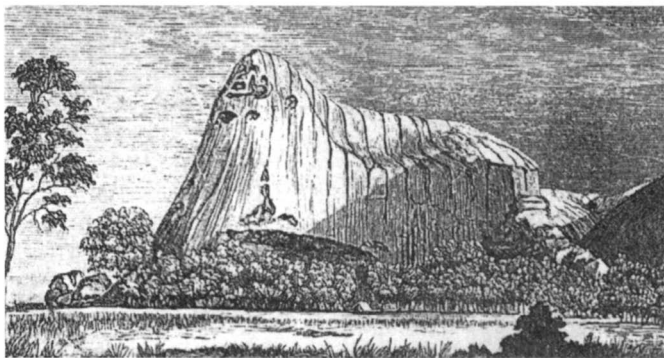


Afb. 6. Kata Tjuta (de Olga's) volgens een oude tekening van E. Giles.

gegaan. In zijn aantekeningen schreef hij: "Ik kon ... Mt. Olga zien en een heuvel ten oosten ervan, eveneens met een min of meer vlakke top, die ik Mt. Conner genoemd heb". Op dat moment realiseerde hij zich nog niet hoe adembenemend de volgende dag zou worden. Die dag schreef hij: "de heuvel die ik toen benaderde had een uiterst bijzonder voorkomen, het bovenste gedeelte was bedekt met hollen en grotten. Afb. 7. Toen ik uit de zandheuvels kwam en nog maar op zo'n 2 mijl afstand was en de heuvel voor de eerste keer in zijn geheel kon zien, was ik zeer verbaasd te zien dat het een immens blok gesteente was, dat zeer abrupt uit het land oprijst. De hollen die ik had gezien waren veroorzaakt door water dat in sommige

plaatsen enorme grotten heeft gevormd". Hij noemde deze berg Ayers Rock, naar Sir Henry Ayers, de toenmalige premier van South Australia. Gosse beklom de Rock en schreef er het volgende over: "dit is een enorm granietlichaam, waarvan het oppervlak het uiterlijk van een honingraat heeft en blootstaat aan verwerking..."

Toen Giles een jaar later de Rock bezocht, schreef hij: "het grote verschil met Mt. Olga is het gesteente, want dit bestaat alleen uit graniet en vormt een gedeelte van het oorspronkelijke gesteente dat zich heeft gevormd uit de oorspronkelijke gesmolten staat, terwijl Mt. Olga omhoog gegoooid is vanuit de diepte (!). Mt. Olga is meer fantastisch en grotesk, Mt. Ayers is meer de oude en sublieme". Giles was echter geen geoloog en hij had het volledig verkeerd met zijn graniet. In werkelijkheid bestaat Ayers Rock uit een type zandsteen dat bekend staat als arkose. Giles' oorspronkelijke beschrijving van Mt. Olga was wel correct. Op 14 september 1873 schreef hij: "deze bestaat uit verschillende afgeronde blokken van roodgekleurd gesteente, een soort van conglomeraat, bestaande uit ontelbare hoeveelheden afgeronde stenen, gemengd als krenten in de pudding..." Afb. 8.

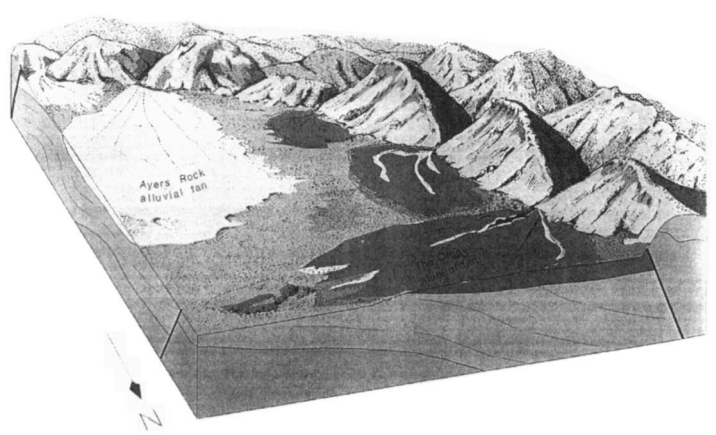


Afb. 7. Oude tekening van W.C. Gosse, voorstellende Uluru (Ayers Rock). Hierop zijn de hooggelegen grotten te zien.

Tegenwoordig, sinds 1985, is Uluru (Ayers Rock - Mt. Olga) National Park weer eigendom van de oorspronkelijke bewoners en is het gebied in handen van de Uluru Kata Tjuta Land Trust. De trust heeft echter het park weer teruggeleasd aan de Director of the Australian National Parks & Wildlife Service voor de komende 99 jaar. Bij de teruggave werd afgesproken dat er een gezamenlijk management zou komen en dat er de voorkeur aan wordt gegeven om de oorspronkelijke aboriginal (Anangu) namen te gebruiken in plaats van de Europese namen.

De geologische geschiedenis

Zo'n 900 tot 600 miljoen jaar geleden lag het grootste gedeelte van centraal Australië rond of onder zeeniveau. Dit gedeelte



Afb. 9. Het Amadeus Bekken met de Petermann Ranges erlangs, waaruit de alluviale puinwaaiers afkomstig zijn.

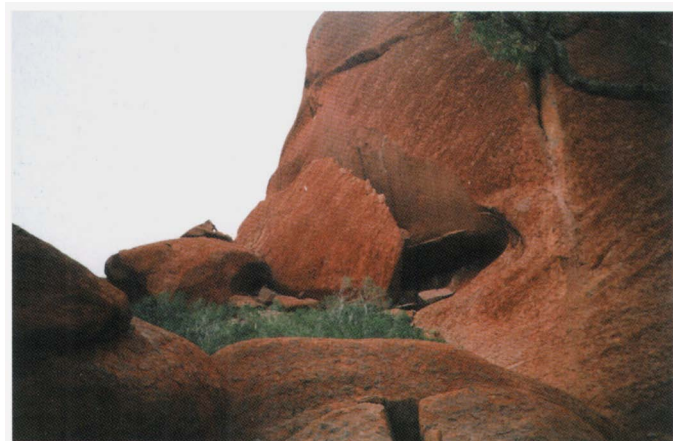
bestond toen als een grote depressie, beter bekend als het Amadeus Bekken. Rivieren voerden klei, zand en grind aan, waardoor dikke lagen sediment in het bekken werden afgezet. Deze afzettingen kwamen niet overal in het bekken voor en op de plaatsen zonder deze sedimenten accumuleerden chemische afzettingen, die we nu als kalksteen en dolomiet terugvinden. Soms raakten gedeelten van het bekken afgescheiden van de zee en konden er zich evaporieten vormen. Er zijn ook bewijzen voor afzettingen onder zeer koude klimaatomstandigheden: sommige sedimenten zijn afgezet door gletsjers. Vergelijkbare gesteentes zijn ook te vinden in de Flinders en de Mount Lofty Ranges in het zuiden van Australië, wat erop wijst dat er zo'n 700 miljoen jaar geleden een belangrijke ijsijd optrad in Australië. De daling van het Amadeus Bekken hield ongeveer gelijke tred met de afzetting van de sedimenten, aangezien het meeste van het 3 tot 4 km dikke sediment is afgezet in zeer ondiep water. Geleidelijkaan werden de zanden omgezet in zandsteen, de modder in schalie, etc. De afgeërodeerde resten van vele van deze sedimentaire formaties vormen nu de spectaculaire ruggen van de Macdonnell Ranges ten oosten en ten westen van Alice Springs en Mount Conner ten oosten van Uluru.

Ongeveer 550 miljoen geleden, in het Cambrium, begon het zuidwestelijke gedeelte van het Amadeus Bekken zodanig omhoog te komen dat de wijdverspreide sedimentatie tot stilstand kwam. Dit was het begin van de Petermann Ranges Orogenese met sterke plooiing van de gesteentes en het optreden van vele breuken. Deze gebergtevormende fase beïnvloedde het gehele gebied ten westen en zuiden van Uluru tot ver in het westen en zuiden van Australië. In de latere fases van deze orogenese werd het gehele gebied opgeheven en kwam dit vervolgens bloot te staan aan snelle erosie, wat leidde tot de huidige bergen die we nu nog zien: de Petermann Ranges. De sedimentaire gesteentes van Uluru en Kata Tjuta zijn de producten van deze snelle erosie. Hoewel de gesteentes op verschillende locaties duidelijk verschillend kunnen zijn, zijn zij toch allemaal onderdeel van alluviale fan- (puinwaaier-)afzettingen. Het gevolg hiervan is dat deze sedimenten een zeer slechte sortering vertonen met een grote variatie in korrelgrootte. Dit in tegenstelling tot de meeste zandstenen die afgezet worden aan het strand of in zee. De structuren in de sedimenten wijzen op een zeer snelle afzetting. Het verschil tussen Uluru en Kata Tjuta kan het best verklaard worden door verschillen in de alluviale fan-afzettingen.

De alluviale fan-afzettingen waren zeer dik. Bij Uluru vormen de lagen een dikte van op zijn minst 2,5 km, wat een duidelijke aanwijzing is dat het gebergte geleidelijk

Afb. 8. Een brok van het conglomeraat van Kata Tjuta.

over een vergelijkbare afstand omhoog gekomen is. Dit wil echter niet zeggen dat de bergen ook daadwerkelijk 2,5 km boven de alluviale afzettingen hebben uitgetoerd. De fans begonnen zich direct te ontwikkelen toen de opheffing en de daaropvolgende erosie van het gebergte inzette. Tegelijkertijd begon het gebied waarin de fans werden afgezet te dalen, waarschijnlijk met maar een paar centimeters per jaar. Maar over een lange periode van vele duizenden jaren leidde dit tot een aanzienlijke dikte van de afgezette sedimenten. Het conglomeraat bij Kata Tjuta is zelfs nog dikker, misschien wel zo'n 6 km in totaal. Deze dikte en de grofheid van het conglomeraat geven aan dat dit conglomeraat veel dicht bij de eroderende bergen is afgezet. Het gebergte is hier misschien wel hoger geweest en het water dat de brokstukken afvoerde (sommige tot wel 1,5 meter) moet zeer snelstromend geweest zijn. Dit conglomeraat staat bekend als het Mount Currie Conglomeraat (goede ontsluiting van dit conglomeraat is ook te vinden bij Mount Currie, zo'n 35 km ten noordwesten van Kata Tjuta).

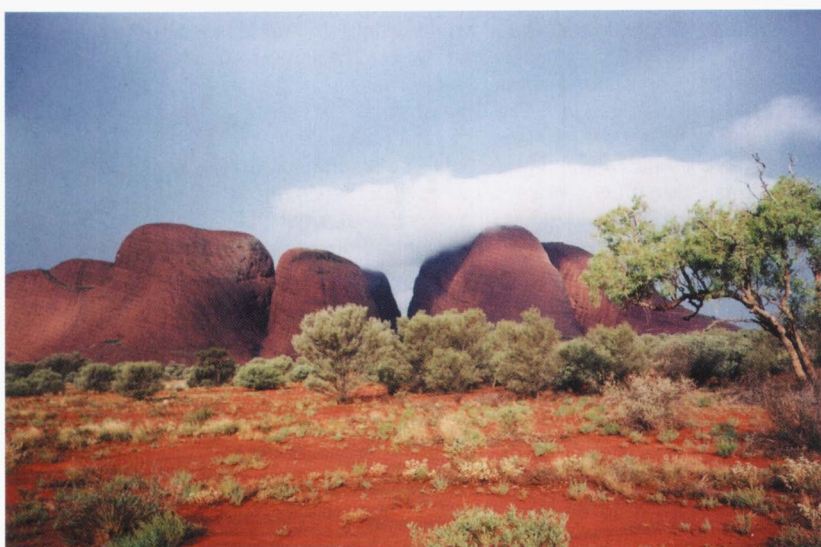


Afb. 10. Uluru. Een recht afgebroken rotsblok geeft zicht op de verticaal staande sedimentlagen.

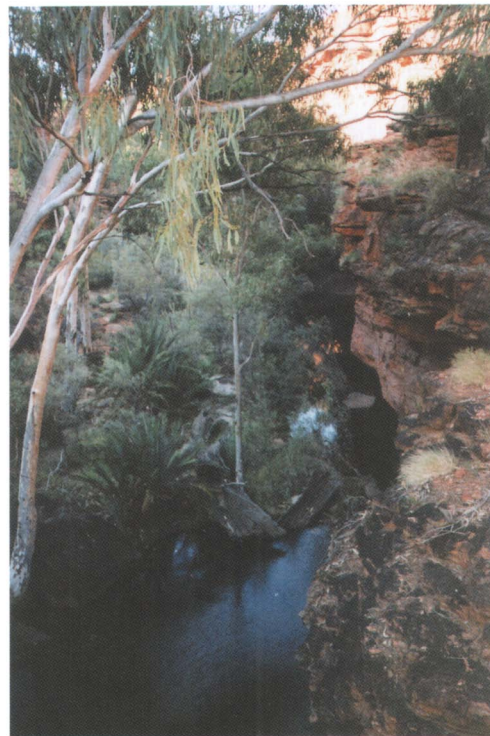
De voornamelijk uit arkose bestaande alluviale fan van Uluru lag vrij vlak, geleidelijk aflopend naar het noorden over een afstand van enkele tientallen kilometers. Afb. 9. Het oppervlak werd niet, wat men doorgaans waarneemt, doorsneden door grote kreek of rivieren, maar aan het oppervlak bevonden zich grote netwerken van ondiepe kanalen van gemiddeld minder dan 1 meter diepte. Hevige regenval in de bergen zorgde regelmatig voor plotselinge overstromingen, die zwaar beladen met sediment over de fan uitstroonden. Hierbij werden grote hoeveelheden zand afgezet als een enkele centimeters dikke laag over vele kilometers. De Mount Currie Conglomeraat alluviale fan bij Kata Tjuta was waarschijnlijk nog veel groter en spectaculairder dan de arkose fan bij Uluru (afb. 9). Het meeste van deze afzetting is echter weggeërodeerd, waardoor er alleen maar resten zijn overgebleven langs de originele flanken van de oude Petermann Ranges.

Nadat de erosie van de Petermann Ranges afnam, nam ook de opbouw van de alluviale fans af. Rond 500 miljoen jaar geleden werd het gebied wederom bedekt door een ondiepe zee en de alluviale fanafzettingen werden geleidelijk bedekt door zand, klei en kalk. Ten noorden van Uluru werden gigantische volumes zand afgezet langs de toenmalige kust, later gevolgd door meer kleirijke afzettingen. Veel dieren die in die tijd in de ondiepe zee leefden bleven in deze afzettingen als fossielen bewaard.

Afb. 12. Kata Tjuta uit de woestijn opdoemend, gedeeltelijk overschaduwd door een zeldzame regenwolk.



Afb. 11. In een klein stukje tropisch oerwoud: The Valley of Eden, staan palmen die hier 40 miljoen jaar geleden ook groeiden. De bomen zijn eucalyptussen; deze boomgroep gaat maar 2 miljoen jaar in de geschiedenis terug. Kings Canyon.



Een bijzondere kleirijke sedimentaire laag, bekend als de Horn Valley Siltstone, bevat een grote hoeveelheid en een grote variatie aan fossielen. Olie en gas die zich in deze afzetting vormden accumuleerden later in de Pacoota Sandstone. Ten zuidwesten van Alice Springs vinden we hierin tegenwoordig het Mereenie olieveld en het Palm Valley gasveld, die voorzien in een groot deel van de energievoorziening van de Northern Territory.

Ten tijde van het Siluur, ongeveer 430 miljoen jaar geleden, had de zee zich weer volledig teruggetrokken uit het Amadeus Bekken, en er werd door de wind getransporteerd zand afgezet. Dit zand staat bekend als de hierboven al genoemde Mereenie Sandstone, die zeer poreus is en grote hoeveelheden water kan vasthouden. Dit vormt de belangrijkste bron voor zoet water in Alice Springs. Daarnaast vormt het tegenwoordig de wanden van de Kings Canyon (ongeveer 150 km ten noordwesten van Uluru). Boven deze zandsteen zijn silt en klei afgezet gedurende het Devoon, ruwweg 390 miljoen jaar geleden. Rond deze tijd begon er een nieuwe periode van opheffing, deformatie en plooiing over een veel groter gebied dan dat wat indertijd werd bestreken door de Petermann Ranges Orogenese.



Afb. 13. De schijnbaar gladde wanden van Kata Tjuta vertonen horizontale lagen, in sommige daarvan zitten verticale, spleetvormige holen.

Deze periode duurde ruwweg van 400 miljoen jaar geleden tot, zij het met enkele onderbrekingen, 100 miljoen jaar geleden en staat bekend als de Alice Springs Orogenese. Gedurende deze orogenese werden de arkose- en conglomeraat-afzettingen van Uluru en Kata Tjuta, die bedekt lagen onder honderden tot duizenden meters jonger Amadeus Bekken-sediment, sterk geplooid en doorsneden door breuken; de oorspronkelijk horizontale lagen bij Uluru roteerden naar een nagenoeg verticale oriëntatie. Dit is te zien op afb. 10 en 14. Het Mount Currie Conglomeraat bij Kata Tjuta werd minder beïnvloed, het duikt nu weg onder een hoek van 15° naar het zuidwesten. Zie afb. 1. Er vormden zich breuken langs de zuidelijke rand en de afzettingen duiken langs de breuk onder een andere hoek weg, wat erop duidt dat de afzettingen gedurende de beweging langs de breuk mee omhoog gesleurd werden.

De opheffing gedurende de Alice Spring Orogenese luidde een nieuwe periode van erosie in voor een groot deel van centraal Australië. Het gebied dat nu Uluru National Park vormt is naar alle waarschijnlijkheid sinds die tijd boven de zeespiegel verheven gebleven. Aanvankelijk was het oppervlak veel hoger dan de huidige toppen van Uluru en Kata Tjuta. Terwijl de erosie voortzette vormden Uluru, Kata Tjuta en Mount Conner een deel van de waterscheiding met Lake Amadeus ten noorden en de rest van het land ten zuiden. Zo'n 70 miljoen jaar geleden had er zich een brede, ondiepe vallei gevormd tussen Uluru en Kata Tjuta, waarbij beide de flanken vormden. Het is niet duidelijk of ze al een vorm hadden die vergelijkbaar is met de huidige. De vallei vulde zich geleidelijk met sediment, afgezet door waterstromen in moerassen. In deze moerassen accumuleerde plantaardig materiaal dat omgezet werd in turf en uiteindelijk in dunne lagen ligniet (bruinkool). De moerassen en de waterstromen waren een onderdeel van een oud riviersysteem dat naar het oosten in de richting van de huidige Finke River afwaterde.

Sommige van deze bruinkoollagen bevatten fossiele pollen en sporen van de landplanten uit die tijd. Deze planten, of familie van deze planten, groeien tegenwoordig onder veel nattere condities. De oudste bruinkool is ongeveer 65-70 miljoen jaar oud en bevat veel pollen van zuidelijke coniferen, *Podocarpus*, wat een aanduiding is voor veel regen. Daarnaast zijn ook sporen van varens heel gewoon. Er zijn ook pollen van een plant genaamd *Gunnera*. De moderne equivalenten vormen enorme kruidachtige planten met prikkelige, rabarber-achtige bladeren. Alle groeien tegenwoordig in een zeer nat klimaat, voornamelijk in de regenwouden van Nieuw-Guinea en centraal en zuidelijk Zuid-Amerika. De jongste pollen zijn ongeveer 40 miljoen jaar oud en zijn vergelijkbaar met pollen die gevonden zijn in het gehele gebied rond Alice Springs. Een belangrijke plant in deze tijd was de *Nothofagus*, ofwel de zuidelijke beuk of mirte-beuk, die we tegenwoordig in Tasmanië en langs de kust van oostelijk

Australië vinden. De aanwezigheid van beuken in centraal Australië duidt op een veel vochtiger klimaat dan het tegenwoordige. Daarnaast vinden we pollen van de uitgestorven leden van de *Proteaceae*, de grote familie waartoe de banksia's en de grevillea's behoren. Er zijn ook pollen gevonden van typische regenwoudplanten uit de familie *Myrtaceae*. De bekendste huidige leden zijn de eucalyptussen, maar die kwamen daar in die tijd niet voor: alleen de regenwoud-familieleden kwamen toen in centraal Australië voor. De gombomen (ook een eucalyptussoort) gingen het Australische landschap pas veel later domineren, waarschijnlijk pas sinds de laatste 2 miljoen jaar.

Een zeer klein deel van deze regenwoudvegetatie heeft het in Kings Canyon tot heden ten dage

overleefd in een gedeelte dat bekend staat als de Valley of Eden. Afb. 11. Rond Kings Canyon vinden we zo'n 600 verschillende plantenspecies, waarvan er zo'n 60 uiterst zeldzaam zijn of hier alleen nog maar als een relict voorkomen. De grote verscheidenheid wordt veroorzaakt door de overlapping van drie floraregio's, te weten de westelijke woestijnen, de MacDonnell Ranges en de Simpson Desert.



Afb. 14. Uluru vanuit een helikopter. De grotten in de flanken en de verticale stand van de gesteentelagen zijn duidelijk te zien.

Ongeveer 500.000 jaar geleden begon het klimaat droger te worden en dit proces is doorgegaan tot de dag van vandaag, alhoewel het is onderbroken door diverse ietwat nattere periodes. Door de wind afgezette sedimenten vormden glooiende vlaktes met systemen van onregelmatige, netwerk vormende of parallelle duinen met stabiele flanken.

De vorm van Uluru en Kata Tjuta

De fantastische vormen van Uluru en Kata Tjuta zijn het produkt van miljoenen jaren van verwerking en erosie. De oorsprong van de diaklazen waarlangs de belangrijkste dalen van Kata Tjuta zich hebben gevormd ligt in de gebeurtenissen die plaats vonden tijdens de Alice Springs Orogenese. Afb. 12. Deze diaklazen ontstonden als gevolg van de bewegingen van het Mount Currie Conglomeraat, waardoor dit brak met ongeveer rechte hoeken ten opzichte van de oorspronkelijke gelaagdheid. Diaklazen verschillen van breuken doordat er eigenlijk geen verplaatsing van het gesteente aan weerszijden van de diaklaas plaatsvindt. Regenwater sijpelde in deze diaklazen en langzaam werd het gesteente aan weerszijden van de diaklaas korrel voor korrel afgebroken. Dit ging miljoenen jaren voort en resulteerde in de

canyons die we heden ten dage kunnen zien. Kleinere verticale diaklazen, beperkt tot individuele lagen in Kata Tjuta, zijn gedeeltelijk uitgeërodeerd en vergroot, zodat ze nu kleine grotten vormen die een beetje lijken op de spleetachtige ramen in klassieke kastelen. Afb. 13.

Toen het omringende en het bovenliggende gesteente wegeroedeerde verminderde de druk op het onderliggende gesteente. Hierdoor werden gebogen breuken gevormd, die bekend staan als *topografische diaklazen*. Deze kunnen bijvoorbeeld worden gezien rond de toppen van sommige domes (afgeronde bergtoppen) van Kata Tjuta en langs de Kangaroo Tail of Ngaltawaddi. Het gesteente boven deze diaklazen verdwijnt uiteindelijk als gevolg van erosie en nieuwe diaklazen worden gevormd.

De erosie van Kata Tjuta is, tot op zekere hoogte, door deze topografische diaklazen bepaald, waardoor de karakteristieke, afgeronde domes ontstonden (afb. 12 en 13).

Een groot gedeelte van het redelijk vlakke oppervlak van Kata Tjuta snijdt dwars door de afgeronde blokken in het conglomeraat. Deze blokken staken in eerste instantie uit het oppervlak waar het uitstekende gedeelte expandeerde en weer inkromp als gevolg van de veranderingen in temperatuur, terwijl ze beneden het oppervlak veel meer beschermd waren. Grote, wisselende interne spanningen in de blokken waren het gevolg, waardoor ze uiteindelijk ruwweg evenwijdig met het oppervlak braken. De erosie deed daarna de rest wat betreft de afvoer van het afgebroken materiaal en de vorming van het uiteindelijke gladde oppervlak.

In Uluru vinden we dalen die gevormd zijn door de eroderende werking van water, waardoor de iets zachtere lagen preferent weggesleten werden – vaak dezelfde verticale strata aan beide zijden van Uluru. Afb. 14. Diaklazen hebben geen grote rol gespeeld in de vormgeving van Uluru. Regenwater dat van de rots afloep heeft steile dalen gevormd met soms series van gaten en grotten en soms zeer fraaie waterpoelen. De oriëntatie van deze dalen is nagenoeg evenwijdig aan de oorspronkelijke, nu verticaal staande, sedimentaire lagen. Het oppervlak van Uluru is eigenlijk bedekt met dunne platen gesteente als gevolg van verweering door water en door zuurstof uit de atmosfeer, die zorgen voor chemische afbraak van mineralen aan het oppervlak. De karakteristieke roodachtige roestkleur is het gevolg van de oxydatie van ijzer aan het oppervlak tot maximaal ongeveer 5 cm diep. Het gesteente zelf is grijsachtig van kleur.

Verweering heeft ook gezorgd voor parallelle uitstekende ribben of richels evenwijdig aan de oorspronkelijke gelaagdheid. Deze zijn waarschijnlijk het gevolg van kleine verschillen in dan wel de samenstelling van de arkose, dan wel de korrelgrootte, dan wel de graad van cementatie van de arkose. Sommige wetenschappers hebben verondersteld, dat de schurende werking van zandstormen een grote invloed heeft gehad op de uiteindelijke vorm van Uluru. In de woestijnen rond Uluru wordt het zand echter nooit hoger opgeblazen dan enkele meters, zodat dit eigenlijk alleen invloed kan hebben rond de basis van Uluru. Daarnaast zou deze schurende werking de hierboven besproken platen op het oppervlak van Uluru snel hebben verwijderd. Op dit moment is de consensus, dat de schurende werking van zand maar zeer beperkte invloed heeft gehad op de vormgeving van Uluru en Kata Tjuta en dan alleen maar gedurende de laatste 500.000 jaar toen het klimaat droger begon te worden.

De zeer dicht bij elkaar liggende kleine grotten hoog op de noordoostelijke en westelijke flanken van Uluru vormen honingraat- of breinachtige groepen (afb. 14). Hun oorsprong is nog steeds onderwerp van discussie. Één theorie gaat ervan uit dat ze het gevolg zijn van de plaatvormende verweering die aan het oppervlak plaatsvindt en die zich in de zachtere lagen voortzet. Beginnend bij kleine kuilen of oneffenheden zorgt verweering voor steeds diepere gaten. De vorming van de platen is intenser aan de meer in de schaduw liggende binnen- en bovenzijde, met als gevolg dat ze naar de diepte en naar boven groeien, zodat er een grot ontstaat. Een andere theorie stelt voor dat de grotten zich oorspronkelijk hebben gevormd onder het oude landopper-

vlak. Vocht, gevangen tussen de zandkorrels net onder het oppervlak, zou hebben geholpen in de chemische corrosie van het gesteente en de vorming van de grotten, die nu aan de buitenlucht zijn blootgesteld als gevolg van het door erosie zakkende landoppervlak.

Geraadpleegde literatuur

- * Chen, X.Y., Bowler, J.M. en Magee, J.W. (1991) Aeolian landscapes in central Australia: gypsiferous and quartz dune environments from Lake Amadeus. *Sedimentology*, 38, 519-538.
- * Forman, D.J. (1965) Ayers Rock, Northern Territory, 1:250.000 Geological Series. Bureau of Mineral Resources. Australia. Exploratory Notes. 12 pp plus kaart.
- * Forman, D.J. (1966) The geology of the south-western margin of the Amadeus Basin, central Australia. Bureau of Mineral Resources, Australia, Report 87, 54 pp.
- * Harris, W.K. en Twidale, C.R. (1991) Revised age for Ayers Rock en The Olga's. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, 115, 109.
- * Jacobson, G., Lau, G.C., McDonald, P.S. en Jakowski, J. (1989) Hydrogeology and groundwater resources of the Lake Amadeus and Ayers Rock region, Northern Territory. Bureau of Mineral Resources, Australia, Bulletin 230, 77 pp.
- * Korsch, R.J. en Kennard, J.M. (editors) (1991) Geological and geophysical studies in the Amadeus Basin, central Australia. Bureau of Mineral Resources, Australia, Bulletin 236, 594 pp.
- * Ollier, C.D. en Tuddenham, W.G. (1962) Inselbergs of central Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 5, 257-276.
- * van Oosterzee, P. (1998) A field guide to Central Australia. J.B. Books Pty. Ltd., Marlestone SA. 184 pp.
- * Shaw, R.D., Etheridge, M.A. en Lanbeck, K. (1991) Development of the late Proterozoic to mid-Paleozoic, intracratonic Amadeus Basin in central Australia: a key to understanding forces in plate interiors. *Tectonics*, 10, 688-721.
- * Twidale, C.R. (1978) On the origin of Ayers Rock, Central Australia. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Supplement Band 31, 177-206.
- * Wells, A.T., Forman, D.J., Ranford, L.C. en Cook, P.J. (1970) Geology of the Amadeus Basin, central Australia. Bureau of Mineral Resources, Australia, Bulletin 100, 222 pp.
- * White, M.E. (1994) After the greening. The browning of Australia. Kangaroo Press Pty. Ltd, Kenthurst NSW, 288 pp.