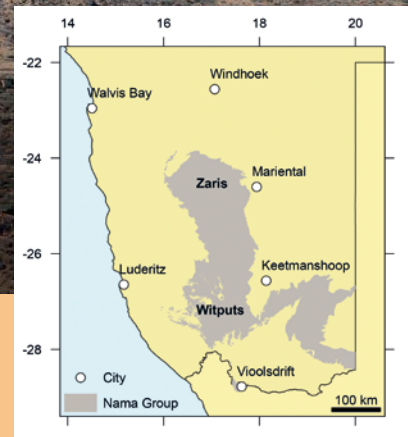


AFBEELDING BOVEN. | *Het veldwerkgebied in het zuiden van Namibië.*
AFBEELDING 1. | *Kaart met de ontsluitingen van de Nama Groep in Namibië. Figuur: Bianca Spiering.*



Cyclische klimaatveranderingen en het eerste complexe leven in de Nama Groep in Namibië

BIANCA SPIERING
UNIVERSITEIT UTRECHT

Het zuiden van Namibië bestaat voor een groot deel uit de restanten van een ondiepe zee waar ~550 miljoen jaar geleden de eerste complexe levensvormen zich vestigden en ontwikkelden. In deze tijd was dit gebied een ondiep marien bekken aan de westkant van het Kalahari kraton, een oud stuk continentale aardkorst. Het bekken was aan de noord- en westkant omringd door gebergteketens die ontstonden door botsingen met twee andere kratons tijdens de formatie van het grote continent Gondwana. In dit bekken werd een dik pakket van kalk en terrigeen materiaal afgezet. Dit gesteente behoort tot de Nama Groep en valt binnen het Ediacarium, de laatste tijdsperiode van het Precambrium, op de overgang naar de “Cambriëse Explosie” en het begin van het Cambrium ~540 miljoen jaar geleden.

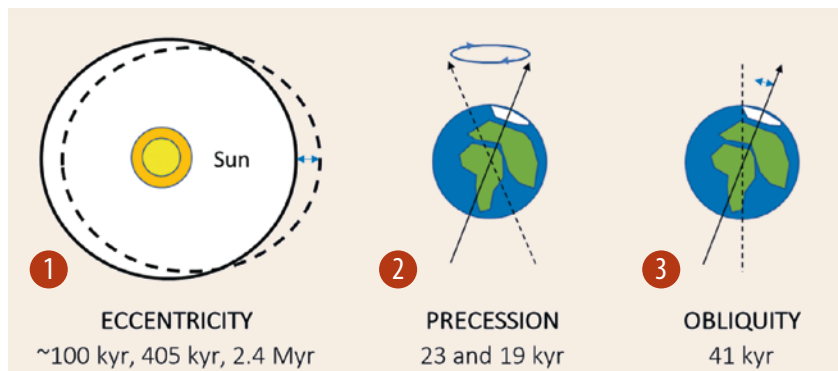


Regelmatige afwisselingen

De gesteentes van de Nama Groep (Afb. 1) laten een regelmatigheid zien in hun verweringsprofiel. Deze regelmatige afwisselingen worden gevormd door afwisselingen van relatief zacht gesteente dat vaak meer klei bevat, en hardere lagen die meer kalk bevatten. Deze regelmatigheid zou kunnen duiden op een invloed van astronomische forcering van het klimaat, wat ook wel Milankovitch forcering wordt genoemd naar de Servische onderzoeker Milutin Milankovitch. Gravitationele interacties binnen ons zonnestelsel zorgen voor cyclische veranderingen in de baan van de Aarde en de stand van de aardas waardoor de hoeveelheid zonne-instraling, en daarmee het klimaat, op Aarde beïnvloed wordt (Afb. 2).

Er is nog niet veel bekend over de invloed van astronomische klimaat forcering in het Ediacarium, en met name in het laat Ediacarium, wat juist een kritische periode was voor de ontwikkeling van het complexe leven. De Nama Groep in Namibië bevat

naast de regelmatige afwisselingen die mogelijk gerelateerd zijn aan astronomische forcering ook een uitgebreide fossiele record (Afb. 3), veranderingen in zeespiegel, en variaties in het zuurstofgehalte van het zeewater. Het zuurstofgehalte had waarschijnlijk een belangrijke invloed op het leven in deze periode. Daarmee is dit gesteente uitermate geschikt om de relatie tussen cyclische klimaatveranderingen en het eerste complexe leven te onderzoeken. Dit is het hoofddoel van



AFBEELDING 2. | De drie verschillende cyclische veranderingen.
Figuur: Margriet Lantink.

Er wordt onderscheidt gemaakt tussen drie verschillende cyclische veranderingen: (1) de mate van eccentriciteit van de aardbaan met een periode van 100.000 en 400.000 jaar, (2) de mate van kanteling, of obliquiteit, van de aardas met een periode van 41.000 jaar, en (3) de precessie van de aardas en aardbaan wat resulteert in een periode van ongeveer 22.000 jaar. Deze cyclische veranderingen kunnen worden geregistreerd in de geologische record.



AFBEELDING 3. | Gefossiliseerde stromatolieten. Foto: Frits Hilgen.



ons meerjarige project, gefinancierd door de NWO, waar ik als promovendus deel van uit maak. Het project is een samenwerking tussen de Universiteit Utrecht en verschillende universiteiten in Canada om zo tot een multidisciplinair onderzoeksteam te komen (Afb. 4).

Als eerste stap moet er aangetoond worden dat de regelmatige afwisselingen inderdaad het gevolg zijn van astronomische forcering van het klimaat. Hiervoor moeten de afwisselingen in kaart gebracht worden en zijn er precieze en onafhankelijke ouderdommen nodig om te bepalen wat de periode is. Deze ouderdommen kunnen worden verkregen door het dateren van zirkoon mineralen in vulkanische as lagen die zijn afgezet in de Nama Groep. Dit wordt gedaan met de uranium-lood dateringmethode, wat gebaseerd is op het radioactief verval van uranium naar lood. Oudere dateringstechnieken resulteerden in onzekerheden van een miljoen jaar, maar de nieuwste techniek leidt tot relatief kleine foutmarges van 100 tot 300 duizend jaar wat voldoende zou moeten zijn om de astronomische oorzaak te bepalen. Recentelijk zijn er een aantal vulkanische as lagen van de Nama Groep gedateerd met deze nieuwe techniek. In een voorbereidend onderzoek, dat recent in het vakblad *Precambrian Research* is gepubliceerd, hebben wij deze ouderdommen gebruikt om de periode te bepalen van de afwisselingen die herkend konden worden op de satellietbeelden van Google Earth. Op basis van deze data hebben de afwisselingen een gemiddelde periode van 120 tot 180 duizend jaar en zijn er verschillende mogelijke astronomische oorzaken. De meest waarschijnlijke optie is de 100 duizend jaar eccentriciteit cyclus, maar een alternatieve optie is een langere cyclus die de amplitude (sterkte) van de obliquiteit cyclus bepaald.

Veldwerk

Om de mogelijke astronomische oorzaak verder te onderzoeken zijn wij afgelopen zomer een aantal weken op veldwerk geweest in Namibië, gefinancierd door het

Schürmann Fonds. In deze periode was het winter in Namibië, waren de dagen warm en zonnig, maar kon de temperatuur tijdens de nachten dalen tot onder het vriespunt. We zijn een aantal dagen in de hoofdstad, Windhoek, gebleven om wat zaken te regelen zoals het visum, en daarna zijn we afgereisd naar het zuiden. Het veldwerkgebied was relatief afgelegen; er was geen mobiele service en het dichtstbijzijnde dorpje, Rosh Pinah, was ongeveer een uur rijden. Om deze reden hebben we voornamelijk gekampeerd (Afb. 5). Ongeveer een keer per week gingen we naar Rosh Pinah om inkoop te doen, waar we dan vaak bijna de hele chocolade voorraad opkochten.

's Nachts bij het kampvuur bewonderden we de spectaculaire sterrenhemel met onder andere die planeten die miljoenen jaren geleden mogelijk de afwisselingen veroorzaakten waar wij door werden omgeven. Overdag reden wij met onze auto met vierwiel aandrijving over gravel en rotsige weggetjes richting interessante secties.



AFBEELDING 4. | Groepsfoto met het team. Van links naar rechts: Galen Halverson, Brandt Gibson, Marc Laflamme, Bianca Spiering, Ajani Bissick, Joshua Davies, en Frits Hilgen. Foto: Brandt Gibson.



AFBEELDING 5. | Een van onze kampeerplekken.
Foto: Frits Hilgen.

Het gebied was vrij onherbergzaam en we moesten vaak uren lopen over rotsachtig terrein met soms steile beklimmingen om bij de secties te komen, waar we vanaf de top vaak unieke uitzichten over het gebied te zien kregen (Afb. 6). Ondanks dat het gebied erg droog is, leven er veel verschillende dieren zoals bavianen, struisvogels, zebra's, spring- en gemsbokken, hyena's, en zelfs een luipaard volgens de lokale bewoners. Ook groeien er bijzondere planten, zoals de kokerboom (een soort vetplant; Afb. 7). Af en toe kwamen er depressies langs vanuit Zuid-Afrika die zorgden voor wat regen en flinke stofstormen.

In Namibië is het land verdeeld in 'farms', die vaak in handen zijn van Zuid-Afrikanen. Om op het land te kunnen werken, hadden wij toestemming nodig van de landeigenaren, die vaak zelf in Zuid-Afrika woonden. Het land wordt soms gebruikt voor vee, maar soms ook alleen als jachtgebied. De eigenaren waren vaak lastig te contacteren, maar uiteindelijk



AFBEELDING 6. | Het uitzicht over het veldwerkgebied waar veel regelmatige afwisselingen zichtbaar zijn.
Foto: Frits Hilgen.



AFBEELDING 7. | *Een grote kokerboom met afwisselingen op de achtergrond. Foto: Frits Hilgen.*

konden we vaak via-via contactgegevens krijgen of gingen we gewoon langs bij een farm. Zo kwamen we ook vaak in contact met de lokale bewoners, die altijd erg vriendelijk en behulpzaam waren, en interessante verhalen wisten te vertellen over het gebied.

Tijdens het veldwerk zijn we op zoek gegaan naar vulkanische aslagen die nog niet eerder geïdentificeerd of gedateerd zijn. Om de periode te bepalen en onderscheid te maken tussen de verschillende astronomische opties, is het belangrijk om genoeg onafhankelijke ouderdommen te hebben, het liefst verspreid over de opeenvolging. Vulkanische aslagen kunnen verschillende diktes hebben, van millimeters tot meters. Om een idee te krijgen van hoe de aslagen eruitzien in de Nama Groep, zijn wij eerst op zoek gegaan naar aslagen die al eerder gelokaliseerd zijn. In het algemeen zijn de aslagen compact en donkergroen vanbinnen, terwijl de buitenkant rood verweerd met vaak een karakteristiek



AFBEELDING 8. | *Een van de as lagen die wij hebben gemonsterd. Foto: Frits Hilgen.*

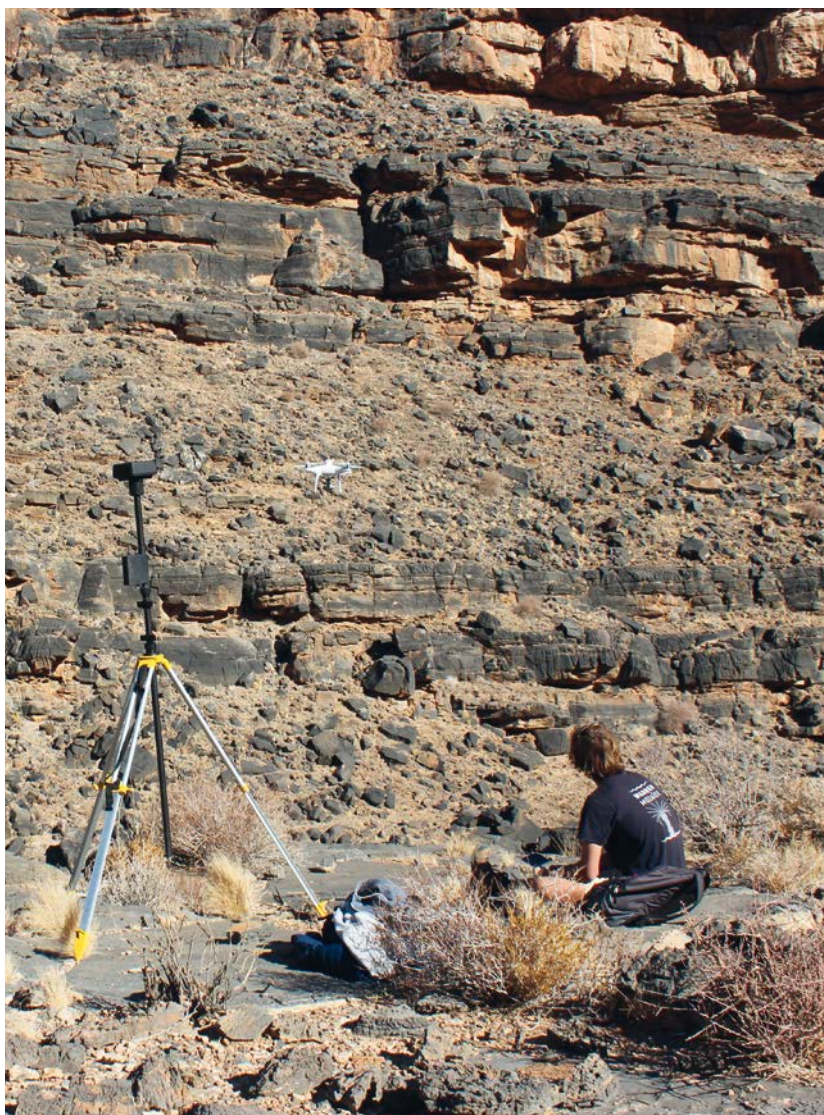
patroon van scheurtjes zoals bij craquelé (Afb. 8). De aslagen waren soms moeilijk om te vinden, omdat ze niet altijd over het hele gebied doorlopen. De mogelijke aslagen die we zijn tegengekomen, hebben we gemonsterd door er een aantal grote brokken van af te hakken. Uiteindelijk is er 200 kilogram aan samples verzameld en verstuurd naar het U-Pb laboratorium in Canada. Daar zullen de zirkoon kristallen worden gedaateerd, maar zal er ook gekeken worden naar de mineralogische samenstellingen om te kijken of bepaalde aslagen met elkaar gecorreleerd kunnen worden.

Om de afwisselingen in kaart te brengen, is er naast het loggen van verschillende secties ook gebruik gemaakt van een drone (Afb. 9). Hiervoor heeft een drone expert, Maarten Zwarts, ons geholpen. Met de drone zijn er foto's gemaakt van secties met duidelijke afwisselingen en verweringspatronen. De drone vliegt dan in parallelle banen over een bepaald gebied en maakt tegelijkertijd heel veel foto's. Deze foto's moeten een bepaalde overlap hebben om vervolgens aan elkaar gehecht te kunnen worden. Uiteindelijk resulteert dit in een driedimensionaal model van de sectie (Afb. 10). De modellen kunnen vervolgens gebruikt worden voor hoogtemetingen, het bepalen van de dip, en het genereren van kwantitatieve records van het verweringsprofiel die gebruikt kunnen worden voor statistische analyses. De records kunnen worden vergeleken met de gedetailleerde lithologische logs om de afwisselingen in het verweringsprofiel te koppelen aan mogelijke zeespiegelveranderingen.

Toekomstig onderzoek

Het is de bedoeling dat de data die verzameld is tijdens het eerste veldwerk meer inzicht zal geven in de rol van astronomische forcering en de relatie met zeespiegelveranderingen. In de toekomst zijn wij van plan om door een gedeelte van de Nama opvolging te boren. Dit zal relatief vers en onverweerd materiaal opleveren wat we willen gebruiken om de samenstelling van de sedimenten te meten. Veranderingen in de hoeveelheid van een bepaald chemisch element door de tijd heen kan belangrijke inzichten geven in het klimaat-

systeem. Vervolgens willen we de afwisselingen ook linken aan veranderingen in het voorkomen van bepaalde fossielen om de relatie met het complexe leven te onderzoeken.



AFBEELDING 9. | De drone tijdens een vlucht bestuurd door Maarten Zwarts. Foto: Frits Hilgen.



AFBEELDING 10. | Een driedimensionaal model op basis van de drone foto's.

