

A photograph of a desert canyon with layered rock formations under a sunset sky. The sky is a mix of orange, pink, and blue. The rock formations are layered and curved, showing signs of erosion. The overall scene is a dramatic landscape.

MARCIA  
BJORNERUD

HET  
VERBORGEN  
LEVEN  
VAN STENEN

Een geologische  
biografie van de aarde

*ten have*

# PROLOOG

## *Ijs*

Gezien vanaf de reling van een deinend schip straalt Spitsbergen een monumentale stilte uit. Toen ik voor het eerst een glimp opving van de met ijs bedekte eilanden, leek het een tafereel uit het verleden, bevroren in de tijd, ongevoelig voor het lawaai van de beschaving.

Eerste verkenningen te voet bevestigden deze interpretatie. Er was geen beweging in het landschap te bespeuren. De wind woei meedogenloos, maar op de toendra was de kracht ervan niet zichtbaar in wuivende bomen of golvende graslanden. We tuurden angstig door een verrekijker naar een stukje wit op middellange afstand, bang dat het een ijsbeer was. We beseften echter al gauw dat het een enorme crèmekleurige zwerfkei was die daar gedurende de hele geschiedenis van de mensheid had gelegen.

Af en toe hoorden we vreemde geluiden – gerommel, geknal, gebrul – en scanden we met onze blik het terrein af om te zien wat die geluiden veroorzaakte. Maar het landschap verraadde geen spoor van onrust. Dagen later vonden we nieuw uitgesleten stroompjes op de berghellingen, geflankeerd door grote stenen, de nalatenschap van lawines die de bron van het donderend geweld moesten zijn geweest.

Mijn metgezellen en ik waren geologen in opleiding, promotiestudenten belast met het ontcijferen van de tektonische evolutie van het noordelijke uiteinde van de Caledonische bergketen, waar ook de Appalachen toe behoren, een gordel van gedeformeerde gesteenten met de omvang van een complete hemisfeer,

gevormd door continentale botsingen tijdens het ontstaan van Pangaea. Deze afgelegen archipel in Noorwegen, nu een geïsoleerd gebied in de Noordelijke IJszee, was ooit verbonden met een uitgestrekt supercontinent. Terwijl we de gesteenten in kaart brachten zoals we die in het heden aantreffen, moesten we ook de geografie van het verleden in gedachten houden.

Intellectueel gezien begreep elk van ons dat landschappen ver-gankelijk zijn, dat de huidige topografie van Spitsbergen een erfenis is van de IJstijd, en dat lang voordat Pangaea bestond, de door-eengeplooiden gesteentelagen die we bestudeerden vlakke lagen sediment waren op een oude zeebodem. Maar terwijl we als ster-velingen van vlees en bloed langs de hellingen naar de formidabele toppen klommen, konden we ons moeilijk voorstellen dat ze daar niet altijd geweest waren. Terwijl we worstelden om de interne architectuur van de bergen te begrijpen, leken ze maar al te vaak niet alleen onverzettelijk, maar ook hermetisch gesloten voor interpretatie. Gletsjerijs, net zo zwiigzaam, spande met de gebergten samen om hun geheimen te verbergen.

Gebeurtenissen die in meer recente tijden het landschap hadden gevormd, waren gemakkelijker af te lezen uit de topografie. De brede kustvlakte, die langzaam afloopt van de voet van de bergen naar de zee, was duidelijk ooit een strand geweest, schuin afgekald door golven. De oude kustlijn is nu bedekt met een verend bed van mos en veen, maar toen we er tijdens onze dagelijkse tocht naar de bergen overheen liepen, konden we de oude, door de golven gevormde kasseien onder onze voeten voelen rollen. De huidige hoogte van dit oppervlak, enkele tientallen meters boven zeeniveau, weerspiegelt het terugveren van het land sinds het late Pleistoceen, toen heel Spitsbergen zich onder een dikke laag ijs bevond. Toen de gletsjers uit de IJstijd smolten, steeg de zeespiegel dramatisch, maar in de afgelopen tienduizend jaar – de duur van de menselijke geschiedenis – is het land nog verder teruggeveerd, waardoor het voormalige strand buiten het bereik van de woeste branding is komen te liggen. Misschien was Spitsbergen niet zo rustig als het leek.

Op een dag, hoog in de bergen, strompelend met rugzakken vol gesteentemonsters, realiseerden we ons dat een van de valleigljetsjers een kortere weg terug naar het basiskamp zou kunnen bieden. Het ijs leek begaanbaar vanaf de plek waar we stonden – blauw, niet wit, een teken dat er geen scheuren verborgen waren onder de sneeuw van vorig jaar. Er was een kans dat we zouden moeten terugkeren vanwege een diepe, door smeltwater uitgesletten kloof in het ijs of tussen de gletsjer en de valleiwand aan de overkant, maar in onze uitgeputte toestand besloten we de gok te wagen. We gespten de met metalen punten beslagen stijgijsers onder onze laarzen, deden de riemen van de ijsbijlen om onze polsen en liepen knarsend over het ruwe oppervlak van de gletsjer.

Ongeveer halverwege sprongen we over een kleine greppel in het ijs en stonden op het punt verder te gaan toen we een gorgelend geluid hoorden waarvan de toonhoogte veranderde, alsof er water in een hoog glas werd gegoten. Daarna hoorden we het geluid van stromend water. We draaiden ons om en zagen dat de geul waar we zojuist overheen waren gesprongen, veranderd was in een kleine stroom. Dertig seconden later was de bedding weer leeg. We keken elkaar verbaasd aan en hoorden opnieuw het gorgelende geluid, nu stroomopwaarts, gevolgd door een nieuwe golf water in het beekje. We keken gefascineerd toe hoe deze cyclus zich keer op keer herhaalde, waarbij het water in het kanaal ongeveer elke minuut pulseerde als het ijskoude levensbloed van de gletsjer.

Toen begrepen we het. Hogerop op de gletsjer stroomde het water door een reeks poelen, elke poel een beetje dieper dan de hoofdgeul. Als de bovenste poel overstroomde, vloeide het water weg, waarna elke volgende zich achtereenvolgens vulde en weer leeg maakte, totdat de poel net boven ons overstroomde en het water door de geul vloeide die we waren overgestoken.

We lachten. Het voelde alsof de gletsjer een grap vertelde, en dat wij mensen op de een of andere wijze, hoe onwaarschijnlijk ook, de humor ervan inzagen. Het begrijpen van de logica van de

gletsjer creëerde een vreemd gevoel van intimiteit. Hoewel het ijs nog steeds hachelijke uitstulpingen van gesteente aan ons zicht onttrok en een gevaar vormde voor onzorgvuldige geologen, leek het niet langer koud en zwijgzaam. We kregen niet alleen een idee van zijn fysieke karakter, maar ook van iets dat op een persoonlijkheid leek. De gletsjer vergunde het ons dat we die dag veilig terugkeerden naar het kamp.

In de weken die volgden, begon ik meer aandacht te besteden aan de gewoonten van gletsjers en ontdekte meer voorbeelden van hun humor en creativiteit. In een smalle kloof hingen een paar enorme rotsblokken hoog boven de grond, achtergelaten door het ijs als eigenaardige artefacten in een kolossale beeldentuin die, hoewel vastgeklemd, de indruk gaven dat ze zweefden. En toen ik op een dag een ijsveld in het binnenland overstak, kwamen tientallen dunne straaltjes koude lucht me tegemoet – geen wind, maar losse, door verschil in dichtheid gedreven luchtstromen die geruisloos naar beneden gleden. Als je erdoorheen liep, was het alsof je via een reeks onzichtbare deuren door kamers verplaatste waarvan de thermostaat verschillend was ingesteld. Deze subtiele natuurverschijnselen leken te verlangen naar een publiek dat ze kon waarderen.

De gletsjers lieten ons ook in miniatuur zien hoe gesteentelagen geplooid worden bij de vorming van gebergten. Gletsjerijs, dat in de loop van millennia is opgebouwd wanneer de zomerwarmte er niet in slaagt de wintersneeuw te doen smelten, is technisch gezien een soort metamorf gesteente, een kristalheldere substantie die verandert door begraving en druk.

Fijne stoflagen in het ijs vormden wervelende patronen, die deden denken aan marmer. We konden zien dat deze kronkels waren ontstaan bij de trage gang van de gletsjers door de valleien. Dit maakte het gemakkelijker te geloven dat de dooreengeplooides aardlagen die zichtbaar waren op de berghellingen zich (door het schurende ijs) op een soortgelijke wijze hadden gevormd: ook massief gesteente kon stromen, als het de tijd kreeg.

Tijdens deze eerste Arctische zomer begon ik te begrijpen dat de schijnbare stilte van het landschap op Spitsbergen één grote illusie was. Alles was in beweging: de hellingen gleden af, het ijs pulseerde, het land veerde terug, de bergen stroomden, de geografie van de wereld veranderde.

Het kostte me moeite om niet terug te keren naar de quasimystieke perceptie van de natuurlijke wereld uit mijn kindertijd, waarin planten, rotsen en beken elkaar iets leken toe te fluisteren. Ik groeide op in een landelijk gebied van de staat Wisconsin in de jaren 1970, als een vreemd en onhandig meisje dat in bomen en stenen vertrouwde metgezellen zag. Zoals de meeste kinderen ging ik er simpelweg van uit dat ook dingen gevoel kenden, en voorkeuren en persoonlijkheden hadden. Maar als aankomend wetenschapper leerde ik mezelf om dergelijke opvattingen opzij te zetten en een objectief, analytisch begrip van de natuur te ontwikkelen. Om te kunnen overleven op de universiteit moest ik me een orthodox aanhanger tonen van de regels van de academische sekte. En in de wetenschappelijke wereld is een van de grootste doodzonden het animisme – het beschrijven van inerte entiteiten als gletsjers en bergen alsof het levende wezens zijn. En toch viel het op Spitsbergen niet te ontkennen dat dit grimmige landschap *leefde* – dat gesteenten en water, ijs en lucht voortdurend met elkaar in gesprek waren. Dit landschap had een ziel, was bewust en creatief. Het zou mij dertig jaar kosten om dat hardop te durven zeggen.

*Het verborgen leven van stenen* is het verhaal van mijn steeds dieper wordende relatie met onze rotsachtige planeet, als een geoloog wier carrière samenviel met een buitengewone periode van wetenschappelijke ontdekkingen. Terwijl de gouden jaren van de natuurkunde zich afspeelden in de eerste decennia van de twintigste eeuw, met ontdekkingen over de structuur van het atoom en Einsteins inzichten in materie en energie, begonnen de glorie dagen van de aardwetenschappen veel recenter – de geologie kwam

als wetenschappelijke discipline pas in onze tijd tot volle bloei. Toen ik eind jaren 1970 voor het eerst in aanraking kwam met dit vakgebied, ontstonden er nog maar net conceptuele kaders voor het begrijpen van de aarde op planetaire schaal. De theorie van de platentektoniek was amper tien jaar oud, de klimaatwetenschap stond nog in de kinderschoenen en het idee van mondiale bio-geochemische cycli was nieuw. De geologie was nog een verzameling van deelgebieden die elkaar nauwelijks raakten – mineralogie, petrologie, sedimentologie, paleontologie, geomorfologie – met een beperkte visie op de planeet en met onderzoeksagenda's die voornamelijk werden bepaald door de jacht op fossiele brandstoffen en minerale afzettingen. Maar begin jaren 1980 begonnen nieuwe instrumenten, een grotere reken capaciteit en een verschuiving naar systeemdenken het vakgebied te veranderen. De ironie wilde dat de groezelige zoektocht naar steenkool, olie en ertsen een verbluffend beeld van de aarde door de eeuwen heen begon te onthullen.

En toch hebben maar weinig aardbewoners de mogelijkheid gehad om kennis te maken met de verstrekkende visie op de planeet door de tijd heen die de moderne aardwetenschappen ons nu te bieden hebben. En voor degenen die de taal van de aarde nooit hebben geleerd, lijkt het verhaal ervan ontoegankelijk en irrelevant. De verleidelijke charme van technologie en kapitalisme heeft op haar beurt geleid tot het waanbeeld dat wij mensen de wereld hebben uitgevonden en dat de planeet niet meer is dan de stomme, onbewogen achtergrond voor de 'echte' geschiedenis. Een dergelijke zelfingenomenheid is gevaarlijk om ecologische, psychologische en zelfs spirituele redenen.

In de populaire verbeelding is de natuurkunde waarschijnlijk de wetenschap die het vaakst wordt geassocieerd met diepgaande filosofische, quasireligieuze vragen. Zo staat het higgsdeeltje formeel bekend als het 'goddeeltje'. De grote natuurkundigen hebben de status van seculiere hogepriesters. Maar voor gewone mensen zijn kosmologische concepten te abstract om echt te be-

grijpen. De moderne fysica is grotendeels niet-fysiek – althans bezien vanuit de normale menselijke ervaring van de fysische werkelijkheid. Daarentegen biedt de geologie, met haar focus op tastbare gegevens uit het verre verleden, een brug tussen de menselijke ervaring van de wereld en de ontzagwekkende maar koude en formidabele leegte van de ruimte. Het via gesteenten leren lezen van de verhaallijnen van de geschiedenis van de aarde – het begrijpen van de plots en protagonisten die vormgaven aan de plek waar we leven – kan helpen om je het gevoel te geven ‘ingebod’ te zijn in de kosmos, een gevoel van continuïteit en verwantschap met verleden en toekomst. Het meest onderscheidende kenmerk van het geologische denken is misschien wel de praktijk van het dwalen door de vele schalen in ruimte en tijd. Door zo te kijken zien we onszelf in miniatuur, als onderdeel van een lange reeks creaturen op een creatieve planeet, die zichzelf voortdurend vernieuwde, meer dan vier miljard jaar lang, waarbij ze een persoonlijk dagboek bijhield van haar activiteiten in de tijd – in de vorm van gesteente.

In dit boek laat ik je kennismaken met mijn geocentrisch wereldbeeld, waarin gesteenten vertellers, metgezellen, gidsen, orakels en bronnen van existentiële geruststelling en bevestiging zijn. Hoewel mijn aanvankelijke relatie met de geologie zuiver intellectueel was, is ze in de loop van de tijd filosofischer en zelfs transcendentaal geworden, en heeft ze mijn leven bezield met betekenis. Mijn werk als veldgeoloog heeft geleid tot onwaarschijnlijke connecties met mensen van over de hele wereld, vriendschappen die geworteld zijn in een gedeeld gevoel van nederigheid en verwondering in de aanwezigheid van de natuur. Ook met gesteenten ontwikkelde ik een gevoel van kameraadschap, na jarenlang een groot deel van mijn wakkere uren met hen te hebben doorgebracht, ondergedompeld in hun verhalen.

Voor mij hebben gesteenten eigen persoonlijkheden. Elk type heeft zijn eigen idioom. Sommige zijn extravert, gemakkelijk te lezen en bereid om te delen, terwijl andere terughoudend en



cryptisch zijn. Sommige lijken op beroemdheden, veelgeprezen en mooi, maar van weinig functioneel belang voor de wereld, terwijl vele andere die eenvoudig en saai lijken, wezenlijk zijn voor de stabiliteit van de planeet op de lange termijn. In elk hoofdstuk van dit boek beschrijf ik een gesteentesoort die ooit een belangrijke rol speelde in mijn leven – van een provinciale jeugd in het noorden van Wisconsin tot mijn niet voor de hand liggende keuze om geoloog te worden en de processen van gebergtevorming te bestuderen in afgelegen delen van de wereld. Met elk hoofdstuk worden de verhalen over de gesteenten complexer, terwijl mijn relatie met hen intiemer wordt. Voordat ik geologie begon te studeren, waren gesteenten voor mij niet meer dan een vaag waargenomen achtergrond. Maar naarmate ik hun boodschappen geleidelijk aan leerde interpreteren, raakten ze diep in mijn psyche verankerd. Nu heb ik stenen in mijn hoofd.

Door mijn bescheiden verhaal als mens te delen, hoop ik de grootse drama's over te brengen die belichaamd zijn in het aardse pantheon van gesteenten – ik hoop te laten zien hoe stenen, of je er nu mee bezig bent of niet, uiteindelijk de werkelijkheid bepalen voor iedereen die op deze rotsachtige planeet leeft.

Terwijl ik tijdens mijn leven ervaring opdeed met verschillende rollen – dochter, zus, vriendin, vrouw, moeder, professor, weduwe – en geconfronteerd werd met de onvermijdelijke veranderingen en verliezen van het bestaan, was het gezelschap van gesteenten een constante. Hun *gravitas* is bijzonder geruststellend. Hun verhalen hebben een mythische reikwijdte, maar zijn niet vervormd door eufemismen, waanvoorstellingen of zelfpromotie: een weldadig contrapunt voor het bedrog dat, al dan niet opzettelijk, het dagelijks leven doordringt. Ik geloof dat het ontwikkelen van een collectief besef van onszelf als aardbewoners – inheemse bewoners van een oude, duurzame planeet – een zekere geruststelling kan geven in een tijd waarin zoveel menselijke systemen die ooit stevig verankerd leken, tekenen van kwetsbaarheid vertonen.

'Een opmerkelijk menselijke kijk op de geologische wereld.' - *Publishers Weekly*

Stenen. Ze zijn overal, maar we luisteren bijna nooit naar wat ze ons te vertellen hebben. Geoloog Marcia Bjornerud wil daar verandering in brengen. In *Het verborgen leven van stenen* laat ze ons zien dat stenen ondanks hun reputatie heel alert en responsief zijn. Ze vormen het verslag van vier miljard jaar aan aardse geschiedenis en tonen hoe onze creatieve planeet zichzelf steeds opnieuw uitvindt.

Bjornerud leert ons de taal van stenen te spreken, zodat een kiezel meer wordt dan slechts een steen. Ze blijken volwaardige getuigen van de aarde te zijn en geven ons inzicht in onze plek op deze planeet.

'Bjorneruds meeslepende vertelkunst is uitnodigend.' - *ScienceNews*

Marcia Bjornerud is een vooraanstaande Amerikaanse geoloog. *Het verborgen leven van stenen* is haar eerste boek dat in het Nederlands verschijnt.



9 789025 912482

 *ten have*

NUR 730

[www.uitgeverijtenhave.nl](http://www.uitgeverijtenhave.nl)