TEKST • MICHAEL OARD

Je zult de indrukwekkende structuren vast wel kennen uit cowboyfilms: grote natuurlijke bruggen en vrijstaande rotsbogen. Hoe zijn ze gevormd?

NATUURLIJKE BRUGGEN

MAAK KENNIS MET HET RAADSEL VAN AMERIKA'S VRIJSTAANDE BOGEN

Het is niet moeilijk te begrijpen waarom de 84 meter hoge Rainbow Bridge door de Amerikaanse indianen in dat gebied als een heilige plek wordt gezien.

Boogachtige rotsformaties zijn er in allerlei soorten en maten. Om te beginnen zijn er natuurlijke bruggen. Kenmerkend is dat die doorgaans een waterstroom overspannen, maar die kan intussen ook al droog zijn gevallen. Drie van de grootste en meest indrukwekkende natuurlijke bruggen ter wereld vind je in Zuidoost-Utah (VS). Twee daarvan bevinden zich boven ravijnen (White Canyon en Armstrong Canyon). Die twee zijn duidelijk geërodeerd door water dat door de ravijnen stroomde. De derde – en de grootste – is Sipapu Natural Bridge (zie hierboven): 67 meter hoog en 82 meter breed.



Sipapu Natural Bridge.

VRIJSTAANDE ROTSBOGEN

Naast natuurlijke bruggen zijn er ook rotsbogen. Het verschil ertussen is dat je een rotsboog niet in verband kunt brengen met een waterstroom. Ze zijn anders gevormd. Vrijstaande rotsbogen tref je aan bij bergkammen. De grootste bogen zijn hoog genoeg om de koepel van het Capitool (het gebouw in Washington waar het Amerikaanse congres zetelt) te overspannen. Landscape Arch is de op een na langste rotsboog ter wereld: 88 meter. Deze ligt in Arches National Park, ook in Utah. Daar vind je de meeste natuurlijke bogen per vierkante kilometer. Er zijn er meer dan 2000 in het park, en elke boog is uniek.

Lang niet alle bogen zijn zo groot. Sommige zijn niet veel meer dan kleine gaatjes in de rotsen. Die kom je bijvoorbeeld tegen in Bryce Canyon, een ander park in Utah. Daar worden ze '*windows*' (ramen) genoemd.

> KLEINE NATUURLIJKE BRUGGEN VORMDEN ZICH PAS NA DE IJSTIJD



Door jaren van erosie ontstond een steeds groter gat tussen Kolob Arch en het klif waar deze boog oorspronkelijk deel van uitmaakte.

KLEINE BOGEN

Het is waarschijnlijk dat de meeste kleine natuurlijke bruggen en bogen na de zondvloed door erosie zijn ontstaan. Sommige daarvan liggen in gebieden waar ooit gletsjers doorheen bewogen. Aangezien het onwaarschijnlijk is dat deze breekbare bogen grootschalige ijsvorming konden doorstaan, moeten ze na de ijstijd zijn gevormd, die volgde op de zondvloed (ze kunnen dan prima volgens het model zijn ontstaan dat je beschreven vindt in het kader rechts op deze pagina's).

Een voorbeeld daarvan vind je in Zion National Park. Kolob Arch is een grote rotsboog die waarschijnlijk gevormd is na de zondvloed. Hij ontstond vermoedelijk door erosie aan de voet van een klif. Zo kwam daar een holte, die vervolgens verder erodeerde en steeds groter werd. Na verloop van tijd kwam de boog vrij te staan van de rotswand. Kolob Arch is met zijn 87 meter lengte de op twee na grootste ter wereld. De afstand tussen het midden van de boog en het klif waar hij ooit toe behoorde, bedraagt nu 13 meter. In tegenstelling tot Delicate Arch (zie foto rechts) is Kolob Arch (boven) dus niet vrijstaand.

EN DE VRIJSTAANDE BOGEN DAN?

Het verklaren van de oorsprong van vrijstaande bogen is problematisch voor de reguliere wetenschap, die uitgaat van lange tijdsperioden. Als het ontstaan van deze bogen werkelijk tienduizenden jaren had geduurd, zou je verwachten dat ze allang waren ingestort als gevolg van verwering, voordat het materiaal eromheen was weggesleten.

Seculiere geologen Cruikshank en Aydin verklaren het ontstaan van de meeste bogen met breuken in het gesteente. Daardoor zou erosie op die plekken sneller gaan. Helaas heeft niemand een grote vrijstaande boog op deze manier zien ontstaan. De bogen worden eenvoudigweg verondersteld te zijn gevormd door plaatselijk snellere verwering aan de voet van een verticale zandsteenplaat ('vin'). Maar dat is pure speculatie, beseffen Cruikshank en Aydin zelf ook:

'Boogvorming kan niet alleen toegeschreven worden aan erosieprocessen. Die beperken zich immers niet tot de specifieke plekken in 'rotsvinnen' waar bogen ontstaan (zie kader rechts). Voor de vorming van een boog moet er een factor zijn die lokaal de effecten van erosie in een vrij klein deel van een 'vin' vergroot. Hoe die erosie zo plaatselijk in een 'vin' optreedt om een boog te vormen, is een raadsel.'

Daar komt nog bij dat bogen een vrij zeldzaam verschijnsel zijn. Als ze zouden ontstaan door langzame erosie, dan zouden er veel meer van moeten zijn. Cruikshank en Aydin vatten het zo samen: 'Het is niet mogelijk om oorzaken als plaatselijk zwakke rotsen, het eroderen van bovenliggende lagen of ontbossing aan te wijzen om de aanwezigheid van bogen te verklaren. Die factoren zijn in de nabije omgeving ook aanwezig, zonder dat daar bogen ontstonden.'

> ROTSBOGEN ZIJN VRIJ ZELDZAAM; OOK DAT HEEFT IETS TE ZEGGEN...

WAARNEMINGEN

Bij alle hypothesen die men bedenkt om



Is een vrijstaande boog als Delicate Arch echt het resultaat van 70.000 jaar schaven door wind, regen en vorst?

DE ALLERGROOTSTE

XIANRENBRUG OVERSPANT 120 METER

Natuurlijke bruggen kun je overal ter wereld vinden. De grootste ligt niet in de VS, maar in China. De Xianrenbrug (wat zoiets als 'elfjesbrug' betekent) overspant de 120 meter brede Buliurivier. De enige manier om de brug te bewonderen is door met een vlot van bamboe de rivier af te varen. Tot 2009 was de Xianrenbrug buiten China echter vrij onbekend. Dat veranderde toen een medewerker van de Amerikaanse *Natural Arch and Bridge Society* de kalksteenstructuur op Google Earth zag (www.weet-magazine.nl/xianren).



De Xianrenbrug is alleen per vlot te bereiken, maar dan heb je ook echt een unieke ervaring!

HOE VORMDEN ROTSBOGEN ZICH?

DAT ZOU ZO ZIJN GEGAAN...

De meeste geologen geloven dat er lange tijdsperioden zijn geweest, en dat structuren als de bogen langzaam zijn gevormd.

Dat zou zo zijn gegaan:

- Het gesteente wordt omhoog geduwd, waardoor diepe breuken worden gevormd, parallel aan elkaar.
- Vervolgens worden de breuken groter door verwering en erosie.
- Dat resulteert in dunne, verticale wanden die 'vinnen' (*fins*) worden genoemd.
- Door voortdurende erosie worden enkele vinnen van onderaf doorbroken, zodat er een boog ontstaat.
- Na nog weer meer verwering zijn de gaten zover vergroot dat de boog uiteindelijk onder zijn eigen gewicht instort.

Geologen die in een oude aarde geloven, schatten dat regenwater, vorst en wind er 70.000 jaar over gedaan hebben om de Delicate Arch (zie foto boven) te vormen in het droge klimaat dat in Arches National Park heerst.



Plateau

Vin

Raam

Aardpijlers

rotsbogen te verklaren, wordt een belangrijk punt genegeerd. Wetenschap wordt gestuurd door waarnemingen. En wat wordt gezien, is dat grote vrijstaande bogen en natuurlijke bruggen instorten, maar nooit dat ze worden gevormd. Zo zijn sinds de jaren veertig van de vorige eeuw delen

> SINDS 1970 ZIJN ER MEER DAN 40 NATUURLIJKE BRUGGEN INGESTORT

van Landscape Arch ingestort. Een van de meest gefotografeerde vrijstaande bogen in Arches National Park was Wall Arch (foto's rechts). En die kwam aan zijn eind in de nacht van 4 op 5 augustus 2008. In totaal zijn er sinds 1970 al meer dan veertig natuurlijke bruggen ingestort.

BIJBELS MODEL

Grote vrijstaande bogen en natuurlijke bruggen zijn kwetsbare structuren die zich onder hedendaagse omstandigheden onmogelijk kunnen vormen. Zeker als je uitgaat van het feit dat er sinds de zondvloed slechts zo'n 4500 jaar is verstreken. De beste verklaring is dan dat ze door snelle erosie werden gevormd, mogelijk laat in de afvloeiingsfase van de zondvloed (zie kader hieronder). Grote natuurlijke bruggen impliceren snelle erosie. Het laatste deel van de zondvloederosie zorgde voor de omstandigheden die het ontstaan van deze prachtige en raadselachtige structuren mogelijk maakte.

Dit artikel is een vertaling van 'The Puzzle of Large Natural Bridges and Freestanding Arches', verschenen in Creation Magazine vol. 39, nummer 2, 2017, pagina 42.





In de nacht van 4 op 5 augustus 2008 stortte Wall Arch in.

HET ONTSTAAN VAN NATUURLIJKE BRUGGEN

EEN CREATIONISTISCHE UITLEG

Geoloog Andrew Snelling van Answers in Genesis beschrijft hoe hij denkt dat natuurlijke bruggen zich vormden.

'De bruggen zijn het overblijfsel van uitgestrekte zandsteenlagen die zijn afgezet op zoutlagen. Door het gewicht van het gesteente ging het zout zich als een vloeistof gedragen en werd het omhooggedrukt, waardoor het zandsteen in banen scheurde die parallel aan elkaar liggen (afbeelding 1). Regenwater erodeerde het zandsteen en vergrootte de scheuren. Zo ontstonden de hoge, dunne muren die 'vinnen' worden genoemd (afbeelding 2). Daar werden de bruggen uit gesleten (afbeelding 3).

Regenwater, chemicaliën en, in mindere mate, de wind vraten zich een weg door het gesteente. In de meeste gevallen stortte de hele muur in, maar in sommige gevallen verweerde alleen het onderste stuk. Zo krijg je een brug. Het sijpelende water hoopte zich op bij de onderkant van de muren. Hierdoor erodeerde de onderkant sneller dan de bovenkant. De openingen werden vergroot tot gaten, en daarna tot bruggen.'



• **WEET MEER:**

www.weet-magazine.nl/natuurlijkebruggen