TEKST • GERT-JAN VAN HEUGTEN



Wie op vakantie gaat naar een bergachtig gebied kan er bijna niet omheen: een bezoekje brengen aan een grot. Vaak staat de informatie die je daar te horen krijgt bol van langzame processen en hoge jaartallen. Hoe ontstaan grotten? En hoe passen ze in de Bijbelse geschiedenis?



ONDERGRONDSE SCHATKAMERS

De adembenemende wereld van de druipsteengrotten

OPGELOST KALKSTEEN

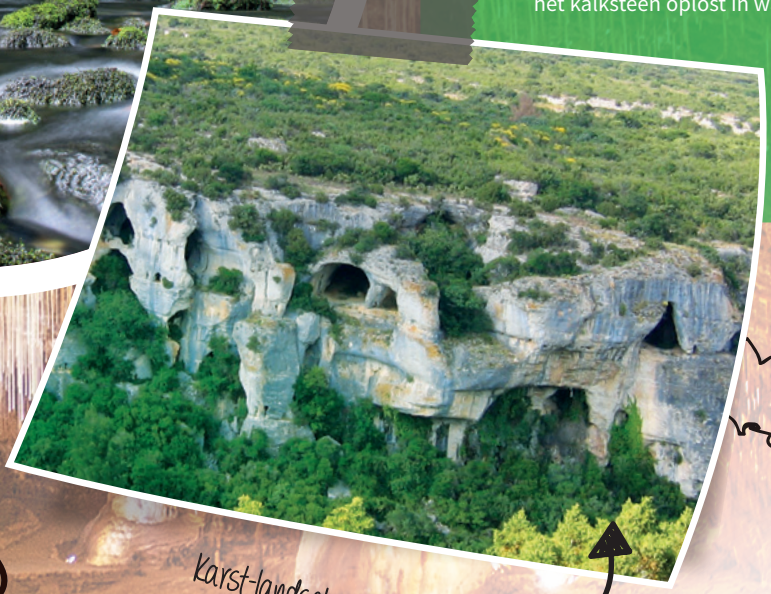
WAT GEBEURT ER OP MOLECUULNIVEAU?

Wanneer grondlagen kalksteen (calciumcarbonaat, $CaCO_3$) bevatten, zijn die extra gevoelig voor koolzuur. Dat komt doordat het koolzuur met kalksteen kan reageren. In een scheikundige formule weergegeven gebeurt er dan het volgende:

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \leftrightarrows Ca^{2+} + 2\,HCO_3^-$$

In woorden uitgelegd gebeurt hier dit: kalksteen reageert met koolzuur, waardoor het kalksteen oplost in water. Wanneer dit op grote schaal gebeurt, en het kalksteen massaal door water wordt afgevoerd , ontstaat een zogenaamd karst-landschap (foto links). Karst is een verzamelnaam voor allerlei geologische structuren die zich vormden door het oplossen van kalksteen. Grotten horen daar ook bij.





Karst-landschap zoals je dat in Zuid-Europa tegen kunt komen





Wanneer ik maar even de mogelijkheid heb, loop ik op vakantie een grot binnen. Zo ook vorig jaar zomer, toen ik bij de Grotte de Choranche was in Zuidoost-Frankrijk. Ik moest even wachten tot de groep kon vertrekken – gidsen houden zich aan een strak schema zodat ze elkaar niet voor de voeten lopen – maar eindelijk was het dan zo ver. Ik liet de oogverblindende Franse zon achter me en volgde de gids het koele duister in. We stonden stil bij een woud van lange, dunne, breekbare stalactieten aan het plafond. Het pad leidde langs enorme druipsteenformaties. In speciale aquaria werden blinde grotsalamanders gehouden – die kwamen in deze grot niet van nature voor, maar zijn daar geïntroduceerd voor wetenschappelijk onderzoek.

Grotte de Choranche is een 'natte grot'. Dat betekent dat er nog water doorheen stroomt. Dat hoopt zich op in een kristalhelder onderaards meer, vlak voor de uitgang. Snelstromende ondiepe beekjes voeren het koele grotwater aan. Als je de gids mag geloven, zijn de erosieprocessen en de vorming van druipsteenformaties al vele tienduizenden jaren aan de gang. Maar is dat ook zo?

KOOLZUUR

Grotten kom je overal ter wereld tegen. En hoewel elke grot uniek is, zie je vaak dezelfde kenmerken terugkomen, zoals druipsteenformaties. Grotten worden meestal gevormd doordat rotsen oplossen. Je kunt elk gesteente oplossen in (natuurlijk voorkomend) zuur, maar bij sommige steensoorten gaat dat makkelijker dan bij andere. Koolzuur of diwaterstofcarbonaat (H_2CO_3, wat ook zorgt voor prik in frisdrank) is het meest voorkomende zuur in de natuur. Dat wordt gevormd door CO_2 op te lossen in (regen)water. CO_2 zelf wordt 'uitgeademd' door bacteriën als die rottende plantenresten afbreken.





ZACHTE LAGEN

Met koolzuur verrijkt regenwater kan kalksteen gemakkelijk aantasten (zie kader op de vorige pagina). Het is dan ook niet voor niets dat je de meeste grotten in kalkhoudend gesteente kunt vinden. Ze zijn het gevolg van water dat zich door het kalksteen heen heeft 'gevreten'.
Wanneer regenwater kalksteen wegvreet, neemt de zuurgraad van het water langzaam af. Hoe meer kalk er in het water oplost, hoe verder de zuurgraad daalt. In de praktijk blijkt dat zo'n tien meter onder de grond het water niet meer zuur genoeg is om kalksteen op te lossen. Toch vind je veel grotten die meer dan tien meter onder het maaiveld liggen. Hoe kunnen die dan gevormd zijn? Dat kan als het water bestaande tunnels in het gesteente kon volgen, en dus niet onderweg kalksteen op hoefde te lossen.

Grotonderzoeker Emil Silvestru (geïnterviewd in Weet 8) denkt aan het volgende scenario : „Ik geloof dat die tunnels aan het eind van de zondvloed werden gevormd, door hydrothermische oplossingen. Dat zijn hete en – chemisch gezien – superactieve oplossingen van mineralen in water die van diep uit de aarde komen. Dit is het gevolg van tektonische en vulkanische processen die je met deze wereldwijde catastrofe in verband kunt brengen. Deze hydrothermische oplossingen kunnen enorme hoeveelheden kalksteen wegvreten in minder dan een jaar."
Silverstru's onderliggende aanname daarbij is dat de meeste kalksteenlagen zich tijdens de zondvloed hebben afgezet. Als dat zo was, versnelde dat de grotvorming. Toen de lagen nog maar net waren afgezet, bevatten ze immers nog veel restwater en waren ze zacht. En juist zacht gesteente laat zich gemakkelijk door stromend water verwijderen. Door sommige grotten stromen vandaag de dag nog steeds onderaardse rivieren, andere zijn drooggevallen.

DRUIPSTEENVORMING

Nu je weet hoe de grotten zijn gevormd, is het tijd om eens te kijken naar de prachtige druipsteenformaties die je in deze onderaardse wereld aantreft: (hangende) stalactieten en (staande) stalagmieten. Ook die zijn het gevolg van het oplossen en weer afzetten van kalksteen in zuur water. Dat gaat als volgt:

1. Regenwater, met daarin opgelost koolzuur, sijpelt door de bodem een poreuze kalksteenlaag in.
2. Onderweg lost het zure water langzaam maar zeker het gesteente op.
3. Wanneer de waterdruppels via het plafond in een grot komen, verdampen ze deels en gaat er wat van het opgeloste CO_2 als gas de grot in. Hierdoor blijft een klein beetje van het opgeloste kalksteen achter op het plafond.
4. Als de waterdruppel op de bodem valt, gebeurt hetzelfde: een beetje water verdampt, CO_2 gast uit en kalksteen blijft achter.
5. Op die manier groeien stalagmieten en stalactieten druppel voor druppel naar elkaar toe.

Seculiere geologen gaan ervan uit dat hiervoor veel tijd nodig is, vele tienduizenden jaren. Huidige druipsteenformaties vormen zich immers uiterst langzaam. Hoe kijken creationistische geologen hier tegenaan? Het antwoord lees je op pagina 21 en verder.









Wanneer kalkwater langs muren naar beneden sijpelt, krijg je dit soort druipsteenvorming. Het lijkt dan alsof de wand vloeibaar is.

De oogloze grotsalamander



GEK OP HET DONKER

WELKE DIEREN VERSTOPPEN ZICH IN GROTTEN?

In grotten komt nooit zonlicht. Er heerst het hele jaar door een koele, constante temperatuur. Je zou denken dat dat niet de beste woonomstandigheden zijn voor dieren. Toch zijn veel grotten een thuis voor bijzondere levensvormen.

Grotleven wordt verdeeld in drie categorieën:



1. TROGLOBIETEN

Troglobieten komen uitsluitend in grotten voor. Het bekendste voorbeeld daarvan is de grotsalamander (olm), een diertje dat zich volledig aan het grotleven heeft aangepast. Zijn huid bevat bijna geen pigment en zijn ogen zijn zo goed als verdwenen. Een voorbeeld van evolutie? Niet bepaald, want het gaat hier om een verlies van eigenschappen (degeneratie), niet het ontstaan van nieuwe genetische informatie. Hetzelfde geldt trouwens voor een andere troglobietensoort: blinde grotvissen.





Zweepspin

2. TROGLOFIELEN

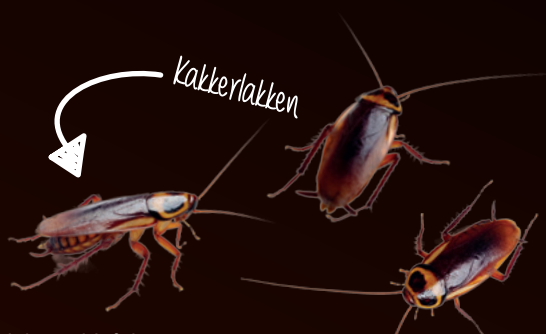
Troglofielen voelen zich erg thuis voelen in grotten. Je kunt hierbij denken aan spinnen en insecten zoals kakkerlakken. Sommige daarvan hebben handige trucs om te kunnen gedijen in de eeuwige ondergrondse duisternis. Zo hebben zweepspinnen extra lange voorpoten. Die gebruiken ze om in het donker hun omgeving mee af te tasten. Andere troglofielen, zoals valdeurspinnen, maken een holletje, voorzien van luik en signaaldraden, waarin ze wachten. Op elke draad rust een poot. Raakt een insect een van die draden aan, dan schiet de spin vliegensvlug vnaar buiten, grijpt z'n prooi en verstopt zich weer snel in z'n holletje. En dat allemaal op de tast!





Valdeurspin

Kakkerlakken



3. TROGLOXENEN

Trogloxenen gebruiken grotten als tijdelijke verblijfplaats. Je kunt daarbij denken aan beren en vleermuizen.



KLOPT NIET!

Druipsteen zou vandaag de dag met hoogstens een centimeter per eeuw groeien, beweren seculiere geologen. Met die vormingssnelheid moet het vele duizenden jaren hebben geduurd voordat de enorme stalactieten en stalagmieten ontstonden die je nu in grotten tegenkomt. Maar weet je… die aanname van langzame vorming klopt helemaal niet! Onderzoek wijst namelijk uit dat de (chemische) omstandigheden erg van belang zijn bij de vorming van druipsteen. Een paar rottende bladeren kunnen al voor een sterke verhoging van de zuurgraad zorgen, waardoor druipsteenformaties veel sneller groeien dan een centimeter per eeuw.

De Australische creationistische onderzoeker John MacKay en zijn Britse compagnon Joseph Hubbard doen al een paar jaar onderzoek naar de vormingssnelheid van stalactieten en stalagmieten (zie volgende pagina's). Met experimenten tonen ze aan dat druipsteenformaties zich veel sneller vormen dan de seculiere modellen veronderstellen.

Je kunt dit overigens niet alleen in een laboratorium demonstreren. Ook in de vrije natuur kom je aanwijzingen van snelle druipsteenvorming tegen. Er zijn bijvoorbeeld plekken op de wereld bekend waar druipsteen zich razendsnel vormt. Aanwijzingen daarvoor zijn vleermuizen die na hun dood in kalksteen zijn ingekapseld. Onder bruggen en in tunnels vormen zich stalactieten (gemaakt van kalk dat in beton zit verwerkt), soms vele centimeters lang, in slechts een paar jaar tijd. Je kunt de omstandigheden van bruggen en tunnels natuurlijk niet gelijkstellen met wat er in grotten gebeurt. Maar hieruit kun je wel leren dat de evolutionistische aanname over de vorming van druipsteen (centimeters per eeuw) geen vaststaand gegeven is.

JUISTE OMSTANDIGHEDEN

Duidelijk is dat voor de vorming van grotten en druipsteenstructuren niet zozeer de tijd de belangrijkste factor is, maar de omstandigheden. Maar voor één aspect van grotvorming speelt de tijd wél een grote rol: het zal waarschijnlijk nog heel lang duren voordat de oude-aarde-uitleg uit de grotgidsen is verdwenen… w

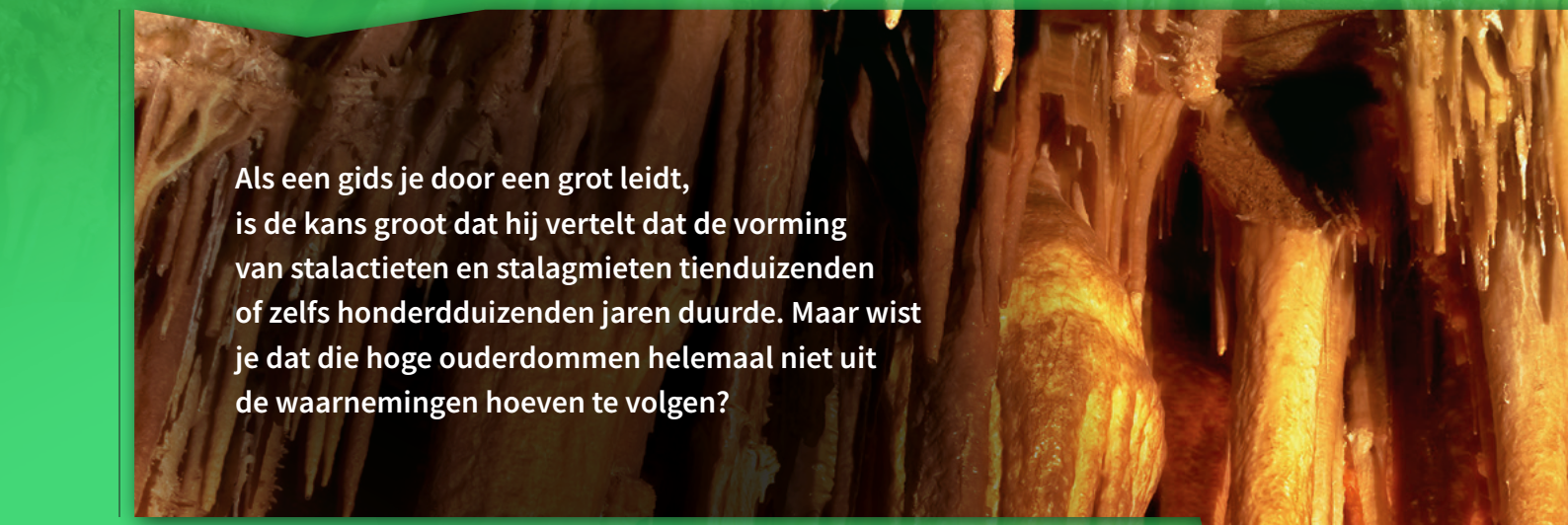
Onder bruggen van nog geen honderd jaar oud kun je stalactieten van soms vele centimeters zien. Dit weerlegt het idee dat stalactietvorming een langzaam proces is dat tienduizenden jaren nodig heeft.

WEET MEER:

Emil Silvestru, *The Cave Book*, Master Books, 2008, ISBN 9780890514962.

www.weet-magazine.nl/grotvorming

TEKST • GERT-JAN VAN HEUGTEN



Als een gids je door een grot leidt, is de kans groot dat hij vertelt dat de vorming van stalactieten en stalagmieten tienduizenden of zelfs honderdduizenden jaren duurde. Maar wist je dat die hoge ouderdommen helemaal niet uit de waarnemingen hoeven te volgen?

KALKVRETERS ONDER DE LOEP

Hoe oud is een stalactiet?

Creationisten wijzen er al lang op dat druipsteenformaties in relatief korte tijd gevormd kunnen worden. In *The Genesis Flood* (1961), het boek dat zo'n beetje het startschot was voor de moderne creationistische wetenschap, citeren de auteurs een grotonderzoeker (speleoloog): Charles Hendrix. Die schreef al in 1950: 'Er is meer dan een beetje bewijsmateriaal dat de groei (van stalactieten en stalagmieten, -red.) beduidend snel gaat. Om te beginnen worden er stalactieten gevonden in door mensen gemaakte tunnels die slechts een paar jaar oud zijn. (…) Ten tweede zijn bepaalde omstandigheden zo gunstig voor de groei van druipsteen, dat er wel tientallen kubieke centimeters per jaar aan een enkele stalactiet worden toegevoegd. (…) Ten derde zijn er veel voorbeelden van grote stalagmieten die op stenen blokken groeien die uit het plafond van een grot zijn gevallen.' Dat betekent dat deze stalagmieten snel moeten zijn gegroeid, zeker als die blokken relatief recent uit het plafond zijn gevallen.

Deze argumenten gaan 70 jaar na publicatie nog steeds op. Met name het tweede argument, de omstandigheden, blijkt een grote rol te spelen bij de vorming van stalactieten en stalagmieten. Dat ontdekten ook de Australische geologiedocent John Mackay en zijn Britse collega Joseph Hubbard.

SNELLE STALACTIETEN

John en Joseph besloten de vormingssnelheden van druipsteenformaties eens wetenschappelijk te testen. Hun opstelling was als volgt:

- Ze namen een betonnen buis en zaagden die in de lengterichting door de helft;
- In deze U-vormige trog boorden ze gaatjes waar een touwtje doorheen ging om water te geleiden 1.;
- In de trog deden ze een laag schelpen (voor de aanvoer van calcium);
- Die dekten ze af met een laagje cement, en daarbovenop legden ze rottende plantenresten 2..

Binnen een paar weken verscheen bij elk draadje de eerste aanzet van een stalactiet. En de gemiddelde groeisnelheid was 1 centimeter per maand.

DRUIPSTEENFOSSIELEN

Toen hij met zijn familie op vakantie was, zag Joseph iets interessants. Onder een spoorwegbrug in Essex (Engeland) spotte hij drainagepijpen, waar stalactieten hingen. Toen de Hubbards uitstapten, ontdekten ze dat de écht interessante vondst niet de stalactiet zelf was, maar de druipsteenformatie direct onder de afvoerpijp. Daar was een boomblad in gewaaid, en dat blad was versteend! Dat wijst erop dat deze druipsteenformatie snel moet zijn gevormd, want bladeren rotten of waaien snel weer weg. Joseph en John bootsten de omstandigheden waaronder dit blad in de druipsteen was gekomen na. Ze legden op verschillende plekken onder bruggen bladeren of muntjes in bestaande druipsteenformaties, en ontdekten dat die al binnen een maand in het gesteente waren ingebed. Ook maakten ze een nieuwe 'stalactietmachine'; eentje waarbij het water niet vrij op de grond kon druppelen, maar met een goot naar bene-



John Mackay (links) en Joseph Hubbard sloegen de handen ineen voor een studie naar de snelheid van druipsteenvorming.



1.



2.

den werd geleid. De natuur deed de rest: bladeren kwamen op de opvangplek van het water, bleven plakken en… versteenden.

VLUGGE GROEIERS

Het kost tijd om stalactieten en stalagmieten te vormen. Maar tienduizenden jaren? Die zijn niet nodig om zelfs de grootste exemplaren te kunnen maken. Die enorme stalagmieten en stalactieten zijn vaak te vinden in verlaten mijnen. Zo is er een mijnschacht in Wales waar tweeënhalve meter lange stalactieten hangen. Die mijn is gesloten in 1903. Daaruit kun je opmaken dat het niet veel meer dan een eeuw duurde om die stalactieten te vormen, omdat ze pas goed konden gaan groeien toen er geen mijnwerkers meer bezig waren. Dat is een groeisnelheid van zo'n 2,5 centimeter per jaar (en niet per eeuw, zoals seculiere bronnen voorspellen). Voor druipsteenvorming moet voldoende tijd zijn, maar dat is niet de enige factor die een rol speelt. Het is niet voor niets dat John plantaardig materiaal in zijn opstelling gooide. Dat wordt namelijk verteerd door bacteriën, en daardoor wordt het water licht zuur. Het krijgt dan een pH-waarde van 6 tot 7. Een pH van 7 is neutraal. Is de pH lager dan 7, dan is de oplossing zuur. Bij waarden hoger dan 7 spreek je van basisch of alkalisch. Het zure water lost wat van de kalk van de schelpenlaag op. Door het oplossen van kalk stijgt de pH tot boven de 9. Uit tests bleek dat deze hoge pH niet dodelijk is voor bepaalde soorten bacteriën. En daar zit de crux! Die bacteriën spelen een actieve rol bij het oplossen van calciumcarbonaat (krijt, waaruit kalksteen bestaat). Het gaat verder dan alleen de levenloze chemische reacties.

Bacteriën breken kalksteen af waardoor het makkelijker oplost. Daardoor gaat het stalactietvormingsproces veel sneller dan de afzetting van calciumcarbonaat als gevolg van enkel chemische processen.

John en Joseph trekken hieruit dan ook deze conclusie: als je uitgaat van het verkeerde proces, dan volgt daar de verkeerde tijdsduur uit. De tienduizenden jaren die evolutionisten nodig denken te hebben voor de vorming van druipsteenformaties volgen logisch uit een puur chemisch proces. Maar als dat niet is wat er in de natuur gebeurt, dan is die conclusie, hoe logisch ook, verkeerd. Helaas is het, zo schrijven John en Joseph, mensen eigen om niet verder te zoeken als ze een verklaring hebben gevonden. Daarom is de rol van bacteriën bij het oplossen van kalksteen zo lang buiten beschouwing gebleven. w

WEET MEER:

John Mackay & Joseph Hubbard, *'Tites, 'Mites and Fossil Fights*, 2019, ISBN 9780648259.

www.creationresearch.net