

NIET ALLES *schittert* WAT GOUD IS

Hoe
goudaders
zich vormen
uit water

Gouden medailles, gouden handen, gouden platen, een gouden huwelijk... Al sinds de oudheid hecht men veel waarde aan goud. Het is het meest begeerde metaal op aarde en wordt gewonnen uit aders die door gesteente verweven zitten. Maar hoe komt dat goud in het gesteente terecht? Een nieuw model kan dat verklaren.

Het jaar is 1849. Tienduizenden mensen trekken naar het tot voor kort dunbevolkte gebied in het westen van Noord-Amerika. Binnen een jaar zal hier de staat Californië worden opgericht, met een bloeiende economie. De reden voor deze snelle ontwikkelingen? Er is goud gevonden. De goldrush is in volle gang.

Het was de droom van elke goudzoeker om een rijke goudader te ontdekken. Velen van hen stierven arm, al hun harde werk leidde tot (bijna) niets. En degenen die wel wat goud vonden werd het vakkundig afhandig gemaakt in de saloons en bordelen die als paddenstoelen uit de grond schoten. Maar sommigen hadden het geluk een rijke ader te ontdekken.

LANGE SLIERTEN

Je kunt goud in verschillende gesteenten aantreffen. Je hebt de meeste kans bij kwarts, maar ook in vulkanisch gesteente als graniet en basalt kun je goud tegenkomen. In deze gesteenten zit goud niet zomaar lukraak verdeeld. Het vormt lange slierten van puur goud die als aders door het gesteente

lopen. Maar hoe komen die goudaders daar? Hiervoor moet je iets weten over hoe aders zich in het algemeen vormen.

ADERVORMING

Onder in de aarde, diep in de korst, zit water. Vanwege de hoge druk en temperatuur op die diepte is dat onderaardse water een goed oplosmiddel. Materialen die bij kamertemperatuur en atmosferische druk niet of slecht in water oplossen (zoals silica, SiO_2), kunnen dat op grote diepte wel. Door scheuren in het bovenliggende gesteente kan dit onderaardse water zich een weg naar boven zoeken. Daar koelt het af en neemt ook de druk af. De opgeloste mineralen kunnen niet langer in de oplossing blijven en slaan neer: ze vormen kristallen. Die blijven dan achter in de vorm van aders.

PROBLEMEN, PROBLEMEN...

Tot voor kort dacht men dat goudaders zich op deze algemene manier vormen: goud – dat oorspronkelijk van nog grotere diepte komt, uit de aardmantel onder de korst – zit als losse atomen opgelost in water en zet zich af in aders. Maar met deze theorie kun je niet verklaren hoe extreem zuivere goudaders ontstaan. Er zouden in het onderaardse water slechts 10 tot 30 gouddeeltjes per miljard (ppb) zitten. Dat is genoeg om aders

met enkele tientallen grammen goud per ton gesteente te vormen. Maar het probleem is dat in sommige gesteenten meer dan 500 kilo goud per ton gesteente zit! Bovendien zou het proces om de goudaders op deze manier aan te maken erg lang duren: de scheuren moeten dan veel langer dan 50.000 jaar openblijven, en dat vinden zelfs seculiere geologen ongeloofwaardig. Volgens de berekeningen slijbt een 1 meter brede scheur namelijk binnen 1400 jaar dicht.

GOUD DELVEN

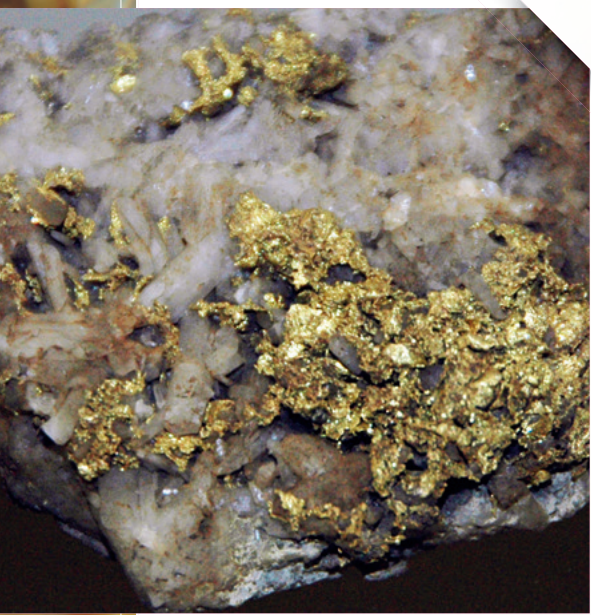
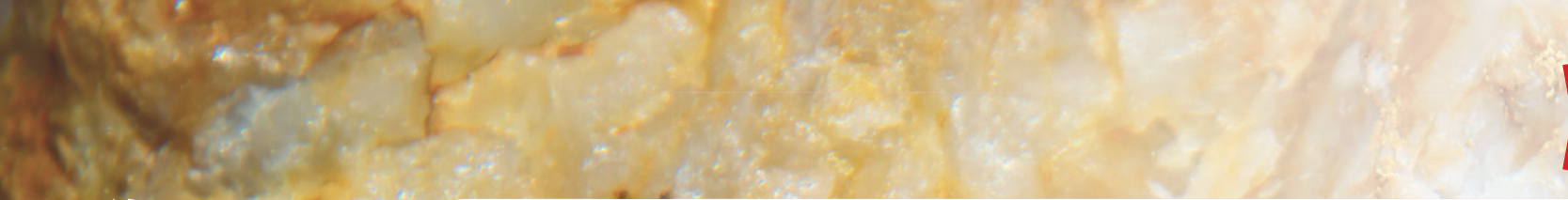
VROEGER EN NU

De tijd van de goldrush is al lang voorbij, maar goud wordt nog steeds in grote hoeveelheden gewonnen. In 2021 was dat ruim 3000 ton, ongeveer 10% van de geschatte resterende wereldwijde reserve. De technieken om goud te winnen zijn in de loop der tijd wel wat veranderd.

In de negentiende eeuw en daarvoor was goud zoeken vooral ellebogenwerk. Met behulp van pannen en 'sluizen' (kisten met ribbeltjes waar goud achter bleef steken) filterde men goudklompjes uit rivieren. Goudaders legde men met scheppen en houwelen bloot. Zo wisten de gouddelvers meteen redelijk zuiver goud te winnen. Ze konden de goudklompjes meenemen en het goudarme gesteente laten zitten. Dat

was een voordeel vergeleken met latere goudwinningstechnieken. Naarmate de tijd verstreek gebeurde het winnen van goud steeds grootschaliger. Houwelen werden vervangen door hogedrukwaterstralen, drillboren, graafmachines en dynamiet. Hiermee delf je gouderts. Dat erts is nog geen zuiver goud. Je moet het goud eerst uit het omliggende erts halen. Dat gesteente wordt eerst fijngemalen. Daarna kan het goud met behulp van hitte, natriumcyanide of kwik (dat gebeurde tot 1960) van de andere mineralen worden gescheiden. Dit goud wordt dan verwerkt in Olympische medailles, geld, sieraden, chips (zoals in je telefoon en pinpas), glas, ruimtevaartuigen en tal van andere toepassingen. Geen wonder dat het zo'n gewild metaal is! **w**





⬆ **Zo wordt gouderts meestal aangetroffen (l). Heel soms vindt men zwaardere stukken, zoals deze klomp (r) die 58 gram weegt en bijna helemaal uit zuiver goud bestaat. Uitgaande van de goudprijs op het moment van schrijven zou dat een waarde hebben van ongeveer 3100 euro.**

Wat men ook lastig kan verklaren is waarom anders van puur goud soms onderbroken worden door goudarme gebieden met minder dan 5 deeltjes per miljoen (ppm). Een ander probleem is dat je bij deze theorie zou verwachten dat goudafzettingen veel dieper in de aardkorst zouden zitten dan nu het geval is. Omdat goud slecht oplost in water, slaat het namelijk snel neer wanneer de temperatuur en druk afnemen en zou het al tot anders kristalliseren voordat het hoger in de korst komt.

GOUDEN GREEP

In 2021 publiceerden wetenschappers McGill Universiteit in Montréal (Canada) een ander model voor goudadervorming. Hiermee zouden de eerdergenoemde problemen niet meer aan de orde zijn. Volgens deze onderzoekers zou goud niet in oplossing, maar in suspensie zitten. Een suspensie is de scheikundige term voor een vaste stof die verdeeld zit in een vloeistof, net zoals zanddeeltjes in water modder vormen en niet in het water oplossen. Aanwijzingen dat dit bij goudvorming aan de orde is zijn minuscule gouddeeltjes (colloïden) die in onderaards water en in goudafzettingen zitten. Colloïden zijn deeltjes die een diameter hebben van tussen de 1 en 10.000

nanometer (een nanometer is een miljoenste millimeter). Daarom worden ze ook wel 'nanodeeltjes' genoemd.

NIET NIEUW

Al in de tijd van de goudzoekers was bekend dat goud colloïden kon vormen. Zo'n 80 jaar geleden werd al voorgesteld dat goudcolloïden met het onderaardse water mee naar boven zijn gekomen. Maar omdat toen werd aangetoond dat goud kon oplossen met een concentratie van tientallen tot honderden ppm in water met chloride (Cl⁻) en bisulfide (HS⁻), werd de voorkeur aan de oplossingstheorie gegeven. Het mooie van de nanodeeltjestheorie is dat de punten waarop de oplossingsstheorie tekortschiet kunnen worden ondervangen. Volgens de nanodeeltjestheorie vlokt colloïdaal goud samen tot een zuivere afzetting. Dit kan gebeuren door het water te koken, af te laten koelen en/

of met andere substanties zoals zeewater te vermengen, zo is in het lab aangetoond. De goudconcentratie in suspensie kan veel hoger zijn dan in oplossing: tot wel 6000 ppm goudatomen is waargenomen. Dat is wel 200.000 keer meer dan de goudconcentratie in oplossing. Hoewel het nog onbekend is over welke afstanden colloïdaal goud getransporteerd kan worden, suggereren de onderzoekers in hun artikel dat er snelle processen mee gemoeid zijn. Daarmee is dit het zoveelste voorbeeld van geologische processen die sneller gaan dan gedacht. **W**

• WEET MEER:

www.weet-magazine.nl/goud

➤ **De Californische goldrush is niet de enige in de geschiedenis, maar ongetwijfeld wel de bekendste. Er waren twee eerdere grote goldrushes in de VS: North Carolina in 1799 en Georgia in 1829. Maar de goldrush van 1848-1855 was zo omvangrijk dat men ook op andere plekken naar goud ging zoeken, zoals in Zuid-Afrika en Australië. De laatste grote goldrush was in 1896-1899: die van Klondike in Canada.**

GELUKSZOEKERS

... EN DE GROTE GEVOLGEN VAN DE GOLDRUSH

Op 24 januari 1848 vond ene James Marshall (1810-1885) goud in Californië. In de acht jaar die volgden zwermden in totaal zo'n 300.000 mensen van over de hele wereld naar het westen van Noord-Amerika, om hun geluk te beproeven.

Het zal je maar gebeuren: je bent een simpele arbeider, voorman van een zagerij, en ziet wat vlokjes glinsteren in een kanaaltje. Het overkwam James Marshall. Wat hij toen deed? In zijn eigen woorden: „Ik pakte een of twee stukjes op en bekeek ze nauwgezet, en aangezien ik wat algemene kennis van mineralen heb, kon ik er niet meer dan twee voor de geest halen die op enige manier hierop leken: ijzer, erg glanzend en bros, en goud, glanzend maar kneedbaar. Ik beproefde het tussen twee rotsen en ontdekte dat het in een andere vorm geslagen kon worden, maar niet brak.” Marshall wist meteen dat hij goud had gevonden. Latere tests toonden aan dat hij het bij het juiste eind had: hij had maar liefst 23-karaats goud te pakken! Die ontdekking ging als een lopend vuurtje de wereld over.

DOOD EN VERDERF

Honderdduizenden mensen die snel rijk willen worden... dat kan niet zonder gevolgen blijven. En dat was helaas ook zo. Met name de inheemse bevolking had het zwaar te verduren. Indianen werden van hun land verdreven en naar schatting 9400 tot 16.000 van hen werden gedood bij confrontaties. Ook het milieu had onder de komst van de goudzoekers te lijden: het afval van de mijnen verontreinigde de grond en giftige chemicaliën zorgden bijvoorbeeld voor vissensterfte. En doordat vooral mannen naar goud op zoek gingen, bloeide homoseksualiteit en travestie op. Dat ligt trouwens ook aan de basis van de huidige homocultuur in met name de Californische stad San Francisco.

➤ **De overblijfselen van Sutter's Mill herinneren aan de legendarische vondst van goudklompjes door timmerman James W. Marshall in 1848.**

SCHEPPENVERKOPERS

Niet alle gevolgen van de goldrush waren negatief. De wereldwijde economie maakte een bloeiperiode door. Zo was er ineens voor boeren uit Noord- en Zuid-Amerika een nieuwe markt, want al die goudzoekers moesten toch eten. Ook werden er producten ingevoerd uit Engeland en China. Het geld klotste tegen de plinten. Men schat dat er in totaal bijna 800 kilo goud boven de grond is gehaald. Vandaag de dag zou dat een kleine 45 miljoen euro waard zijn. Dat is behoorlijk wat, maar als je het moet verdelen over 300.000 mensen dan heeft elk gemiddeld maar 150 euro. Dat is niet echt om over naar huis te schrijven. Vooral in het begin van de goldrush werden een paar mensen rijk, maar dat geld raakten ze ook al snel weer kwijt door een luxe (en losbandige) levensstijl. Slechts enkelen wisten rijk te blijven. Dat waren echter niet de gouddelvers, maar de handelaren. Onder andere Levi Strauss, van het bekende spijkerbroekenmerk, wist een fortuin te vergaren door spullen aan goudzoekers te verkopen. Ook Sam Brannan mag niet ongenoemd blijven. Hij had een winkel waar de werknemers van Marshalls zagerij spullen kochten en met goud betaalden. Brannan kocht alle graafgereedschap in de omgeving op, en riep vervolgens luidkeels waar goud te vinden was. Hij verkocht dat gereedschap voor woekerprijzen en werd zodoende de eerste miljonair van de goldrush.

Niet voor niets is er zelfs nu nog een Amerikaans gezegde dat je tijdens een goldrush scheppen moet verkopen.

MONUMENT

En Marshall? Die stierf arm. De zagerij flop-te toen al zijn werknemers wegliepen om goud te zoeken. Hij startte een wijngaard, maar door toenemende belastingen faalde ook dat project. Toen werd hij mede-eigenaar van een goudmijn die niets op bleek te leveren. Marshall kreeg nog een paar jaar een staatspensioen voor wat zijn ontdekking voor Californië betekend had. Toen ook dat stopte, ging hij noodgedwongen in een hutje wonen. Na zijn dood werd Marshall met een monumentaal standbeeld geëerd. Het beeld wijst naar de plek waar hij zijn eerste goudvondst deed, en waar de rijkdom (en de ellende) begon. **W**

• WEET MEER:

www.weet-magazine.nl/goldrush

