

Wat heeft een vijver op Antarctica te maken met Mars?

Door Kiki du Pau
kikidupau@gmail.com

Kiki du Pau is masterstudente aardwetenschappen aan de VU. Dit artikel is oorspronkelijk als 'College van de maand' gepubliceerd op de website van GEA.

De Don Juan-vijver, in het zuiden van Antarctica, is gelegen in de Wright Valley (afb. 1) en is in 1961 ontdekt door de wetenschapper George H. Meyer. Je zou denken dat er op een vijver op Antarctica altijd geschaatst kan worden. Je kan echter beter gaan schaatsen in Nederland dan op deze vijver.

Hoewel de vijver maximaal 91 cm diep is, is deze niet vaak bevroren. Dit komt doordat deze kleine vijver zeer zout is, wel 1,3 keer zo zout als de Dode Zee. Door de hoge zoutconcentratie wordt het vriespunt van water lager. Hoewel de temperatuur in Antarctica aan het wateroppervlak kan dalen tot wel min 50 graden Celsius, zal deze vijver, met een zoutgehalte van maar liefst 33,8%, dus niet snel bevriezen.



▲ Afb 1. Kaart van Antarctica waarop de positie van de Don Juan-vijver is aangegeven met de rode stip. Bron: Wikimedia Commons CC-BY-3.0.

sinian Zoutcrisis, red.) zijn ontstaan. Maar waarom heeft deze vijver juist zoveel calciumchloride, terwijl je op deze plek weinig verdamping kan verwachten? Er moet een bron zijn die de vijver voorziet van water dat rijk is aan calciumchloride.

Onder de vijver is via boringen (Dry Valley Drilling Project) en seismisch data een ondergrondse aquifer gevonden met een verhoogd gehalte aan calciumchloride. Op vijftien meter diep is de concentratie 17% en op 58 meter diep 18%. Als er genoeg aanvoer vanuit de bron zou zijn, met genoeg verdamping, dan zou de vijver vol zout komen te staan. Er zijn echter weinig aanwijzingen die duiden op een opwelling van grondwater.

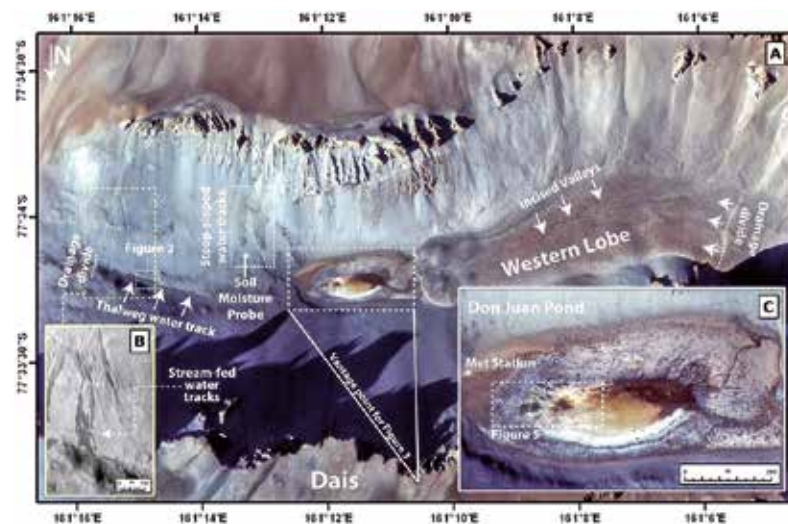
Bodemstroompje

Er zijn kleine waterweggetjes te zien op de vlakte van de vallei rondom de vijver (afb. 2). De vloeistof die ten oosten van de vijver stroomt, is relatief verrijkt in Ca^{2+} ten opzichte van Na^+ en heeft lage Na^+/Cl^- -waarden. De verrijking wordt positief beïnvloed doordat sneeuw sublimiert (verdamp, red.). Tevens wordt het calciumchloridezout door oplossing (hygroscopisch, red.) snel vloeibaar bij een lage vochtigheid. In de zomermaanden op Antarctica kan zelfs een beetje vochtigheid dit zout makkelijk meenemen.

Om dit proces aan te tonen hebben onderzoekers de bodemvochtigheid gemeten op zo'n waterweggetje en op een plek op grotere afstand van het waterweggetje. Hierbij bleek dat er – door het verlaagde smeltpunt, red. – meer vocht in de bodem zit op en in het waterweggetje (afb. 3, blauwe lijn) dan op grotere afstand van het waterweggetje. De Don Juan-vijver wordt dus langzaam gevoed door een klein, zout bodemstroompje. In de loop van de tijd kan er op deze manier een vijver ontstaan met een zeer hoog zoutgehalte.

Relatie met de planeet Mars

De hierboven beschreven manier van het voortbewegen van het water is een aannemelijk model voor een hydrologisch systeem op de hedendaagse planeet Mars. De temperatuur op Mars is namelijk ook zeer laag; het jaargemiddelde is er min 55 graden Celsius, met een maximum van 27 en een minimum van min 143 graden Celsius. Deze lage temperaturen sluiten een interactie



▲ Afb 2. Foto van de Don Juan-vijver, waarbij de waterstroompjes zichtbaar zijn op de kaart. Bron: Dickson et al. 2013.

Calciumchloride

Toch is dit geen natriumchloride, NaCl , het zout dat in zeewater is opgelost: het zout in de Don Juan-vijver is grotendeels calciumchloride, CaCl_2 . Water kan een verscheidenheid aan mineralen en elementen in zich oplossen en transporteren. Als het water vervolgens verdampt, blijven de opgeloste mineralen en elementen achter. Dit is het principe waardoor de Dode Zee zo ontzettend veel zout bevat, maar ook hoe de zoutafzettingen in het Middellandse Zeegebied (tijdens de Mes-

uit tussen diep grondwater en het oppervlak. Toch kan er over het Marsoppervlak water ‘stromen’ volgens het hierboven omschreven proces. De helling moet wel steil genoeg zijn, om het stromen te bevorderen. Zouden die makkelijk vloeibaar kunnen worden, bevorderen het proces.

Referenties en meer lezen

- Dickson, J., Head, J., Levy, J. et al. Don Juan Pond, Antarctica: Near-surface CaCl₂-brine feeding Earth’s most saline lake and implications for Mars. *Sci Rep* 3, 1166 (2013). <https://doi.org/10.1038/srep01166>
- A Chemical Detective via de link antarcticsun.usap.gov/science/4362/. In dit artikel, met mooie foto’s van het gebied, is het onderzoek naar het zoutgehalte van de Don Juan-vijver beschreven.

Boekbespreking

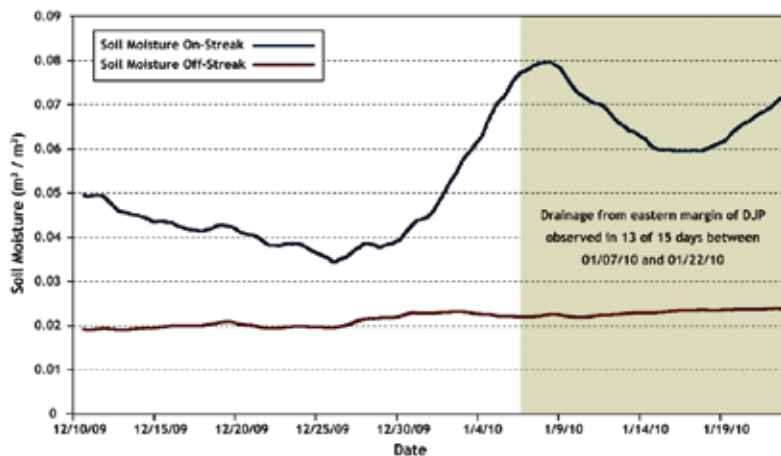
Introducing Geophysics, door Peter Styles. Dunedin Academic Press, 2021. ISBN 9781780460802, 117 pag. 25,99 euro.

Inzichten op basis van natuur- en wiskunde maakten vorige eeuw korte metten met allerlei “jongensboek-achtige” fantasieverhalen over het binnenste van de aarde, zoals het afdalen via vulkanen naar de diepte. Dankzij de geofysica is er steeds meer ‘harde’ kennis over de opbouw en samenstelling van onze aarde. Boringen gaan slechts tot een diepte van ca. 12 km. De auteur van *Introducing Geophysics*, Peter Styles, gebruikt de metafoer van een arts die een naald in je huid steekt om tot een diagnose te komen. Een boring vertelt je “alles over niets”, en daarom hebben we de geofysica nodig, aldus Styles.

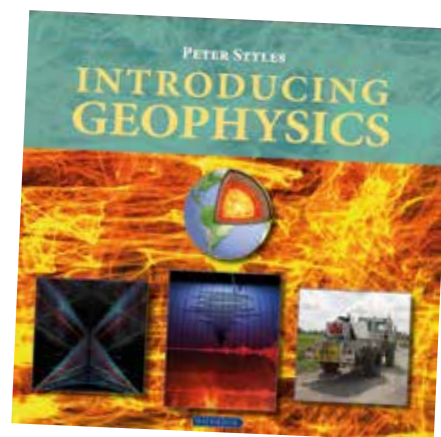
De geofysica bestudeert de natuurkundige fenomenen van de aarde, en omvat ook de atmosfeer. Maar meestal wordt onder geofysica de studie van processen in het inwendige van de aarde gerekend: korst, mantel en kern. Of processen aan het aardoppervlak die daar direct mee samenhangen, zoals magnetisme, dat vanuit de (voornamelijk) metalen aardkern wordt gegenereerd.

In deze uitgave van Dunedin Academic Press behandelt de auteur achtereenvolgens – op toegankelijke wijze en uitgebreid geïllustreerd – hittestromen in de aardmantel, seismologie, aardmagnetisme, elektrische eigenschappen en de zwaartekracht. Omdat wiskunde veel mensen afschrikt, vermijdt de auteur wiskundige formules zoveel mogelijk.

Seismologie, het vakgebied dat in de Koude Oorlog een grote impuls kreeg, levert veruit de meeste kennis over de diepe aarde, waar druk en temperatuur enorm hoog is. De voortplantingssnelheid van golven, door aardbevingen of (kern-)explosies, geven informatie over de dichtheid en de aard van het gesteente. Zo zijn er vele discontinuïteiten bekend geworden: abrupte overgangen waar de dichtheid van het gesteente plotseling verandert. Een bijzondere discontinuïteit, in de aardkern, werd een kleine eeuw geleden ontdekt door de Deense wiskun-



▲ Afb 3. Figuur waarin de bodemvochtigheid nabij de Don Juan-vijver weergegeven wordt. De blauwe lijn toont metingen in een waterweg. De rode lijn is verder weg van de waterweg. Op de x-as staat de tijd in Amerikaanse stijl (maand/dag/jaar). Bron: Dickson et al. 2013.



dige en seismoloog van het eerste uur Inge Lehmann (die ik hier noem omdat een biografie over haar momenteel in voorbereiding is). Dit leidde tot haar revolutionaire inzicht (1936) dat de aardkern een vaste binnenkern en een vloeibare buitenkern heeft. Lehmann ontdekte deze overgang op ca. 5000 km diepte aan de hand van seismografische gegevens door een grote aardbeving in Nieuw-Zeeland in 1929.

Interessant in het boek van Styles is het hoofdstuk met moderne, praktische toepassingen van de geofysica. Deze toegepaste geofysica richt zich onder meer op exploratie van olie en gas, exploratie van mineralen en ertsen, *engineering*, mijnbouw, forensisch onderzoek, archeologie en milieu (het vakgebied van de auteur). Bij die laatste toepassingen gaat het vooral om technieken in de ondiepe bodem, zoals het verkennen van archeologische sites en het opsporen van oude graven door middel van magnetische signalen.

Dit boek is Engelstalig, en daarom noem ik in dit verband ook het boek *Hoe werkt de aarde? Een nieuwe kijk op het binnenste van onze planeet*, een uitgave van Veen Magazines in de reeks Wetenschappelijke Bibliotheek. Dit boek over geofysica (van de auteurs Rob de Meijer en Wim van Westrenen) is uit 2009, ouder dus, maar veel uitgebreider, én Nederlandstalig. Tevens gaat het in op oude ideeën over de diepe aarde, waaruit blijkt dat de kennis over de diepe aarde razendsnel is gegaan. Maar ruimte voor de fantasie prikkelende ‘reizen’ van korst naar kern is gebleven.

Annemieke van Roekel
redactie.vanroekel@gea-geologie.nl