



Vulkaanuitbarstingen in de oudheid

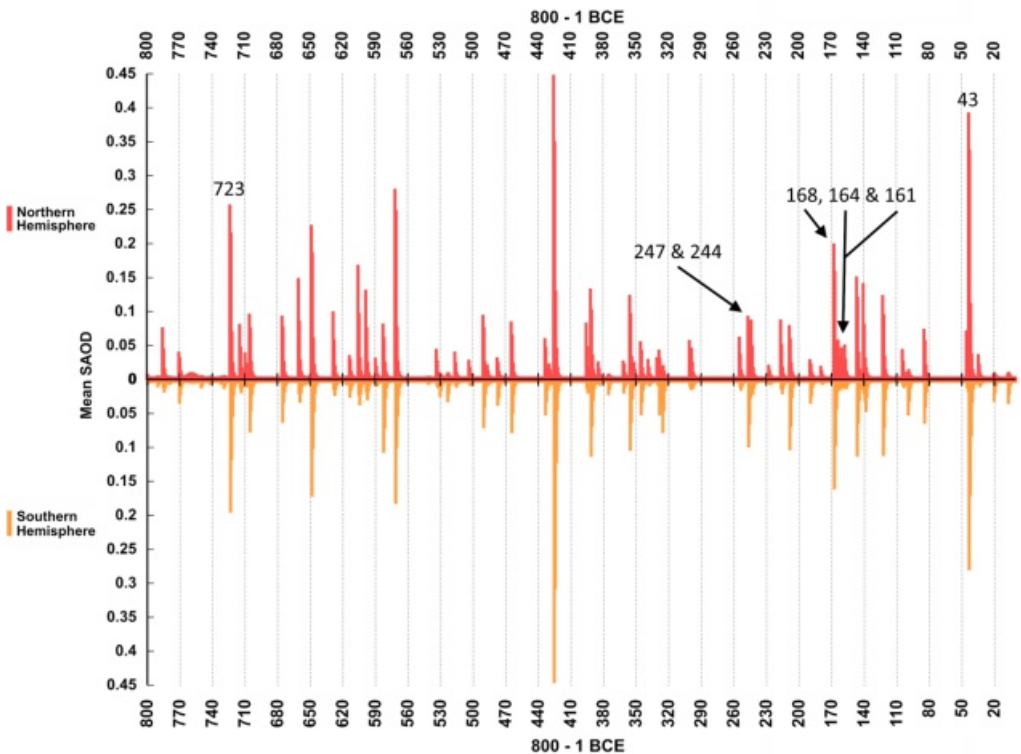
Reacties op plotselinge
klimaatschommelingen in de
eerste acht eeuwen voor Christus

Conor Kostick, Andrew Hill, Rhonda McGovern,
Selga Medenieks, Zhen Yang en Francis Ludlow



De caldeira van de Okmok-vulkaan in Alaska (Foto: USGS publiek domein).

Explosieve vulkaanuitbarstingen die grote hoeveelheden zwavelhoudende gasen in de stratosfeer verspreiden, kunnen wereldwijd het weer in de daaropvolgende jaren ingrijpend veranderen. Dit komt voornamelijk door de sulfaatdeeltjes die zich door oxidatie van deze vulkaangassen in de atmosfeer vormen en die de energie van de zon terugkaatsen de ruimte in. Doordat deze atmosferische deeltjes (*aerosolen*) wereldwijd vaak nog jaren door de dampkring rondzweven voor ze op de aarde vallen, kunnen grote vulkaanuitbarstingen invloed hebben op weersystemen, bijvoorbeeld op de intensiteit en verdeling van neerslag en de sterkte en positie van windpatronen. Voorbeelden hiervan zijn de zomermoessons na uitbarstingen op het noordelijk halfrond, zoals op IJsland of in Alaska, en de Noord-Atlantische westenwinden die vooral optreden na uitbarstingen in de tropen, zoals de Filipijnen of Indonesië.



Afb. 1 Grafiek die de concentratie van sulfaat-aerosolen weergeeft en daarmee de mate van ondoorzichtigheid (*sulphate aerosol optical depth, SAOD*) van de hoge atmosfeer op het noordelijk en het zuidelijk halfrond na grote explosieve vulkaanuitbarstingen. Grote pieken staan voor een ondoorzichtigere atmosfeer, waardoor meer zonlicht naar het heelal wordt teruggekaatst. Deze waarden zijn afgeleid van metingen van vulkanisch sulfaatgehalte dat is afgezet in jaarlijkse poolijslagen.

Grote uitbarstingen kunnen op deze manier klimatologische ‘schokken’ veroorzaken, die vaak verband houden met hongersnood, ziekte en conflict. We kunnen historische uitbarstingen die plotselinge klimaatveranderingen veroorzaakten beschouwen als ‘openbarende crises’ (*revelatory crises*, zoals Solway (1994) het noemt) die de veerkracht en kwetsbaarheid van samenlevingen op de proef stelden en politieke, economische en ideologische spanningen en breuklijnen blootlegden die anders latent of voor ons verborgen zouden zijn gebleven.



Afb. 2 Middellandse Zeegebied met genoemde sites (Illustratie: Martin Hense).

De datering van historische vulkaanuitbarstingen wordt steeds beter dankzij vooruitgang in de bestudering van ijskernen: cilindervormige monsters die uit het poolijs worden geboord en waarin de jaarlijkse ijsafzettingen van vele millennia liggen vastgelegd. Omdat elke afzonderlijke ijslaag de chemische samenstelling van de atmosfeer reflecteert zoals die was toen de laag werd afgezet, vormen ijskernen een hulpmiddel om de klimatologische omstandigheden uit een ver verleden te reconstrueren. Zo duiden ijslagen die een verhoogde zwavelgraad bevatten op grote vulkaanuitbarstingen (Afb. 1). Modellen om het wereldwijde klimaatsysteem te simuleren (*Earth System Models*) worden ook steeds beter in het dateren van historische uitbarstingen en het gedetailleerd nabootsen van de effecten ervan op het klimaat.

Dankzij deze wetenschappelijke methoden zijn we in staat om niet eerder herkende verbanden te leggen tussen historische vulkaanuitbarstingen en perioden van maatschappelijke onrust in het eerste millennium v.Chr.

Een uitbarsting in 723 v.Chr. en de val van het noordelijk koninkrijk van Israël

Mede door het beroemde verhaal van de ‘verloren stammen van Israël’ heeft de val van het noordelijke koninkrijk van Israël door toedoen van de Assyriërs in 720 v.Chr. al vroeg de wetenschappelijke belangstelling getrokken. Nu zijn er ook vanuit een klimaatperspectief nieuwe inzichten die samenhangen met de identificatie van een van de grootste vulkaanuitbarstingen van de afgelopen driemillennia.

Onderzoek naar de historische context laat zien hoe klimaatverandering als gevolg van deze uitbarsting tot sociale onrust leidde die de gebeurtenissen in Assyrië en omgeving in die periode kan hebben beïnvloed. De zogenaamde *Aššur Charter*, een koningsinscriptie van Sargon II, beschrijft een grote opstand tegen de Nieuw-Assyrische koning Šalmaneser V (726-722 v.Chr.) die leidde tot zijn omverwerping en dood door toedoen van zijn zoon Sargon (Afb. 3). De directe aanleiding was de poging van Šalmaneser om nieuwe arbeidsverplichtingen aan de burgers van Aššur op te leggen:

[Aššur] had geen corvee of arbeidsverplichting gekend; Šalmaneser, die geen eerbied had voor de Koning van het Universum, bracht zijn hand naar die stad ten kwade en legde zo *ontberingen* op. Hij legde zijn volk op wrede wijze corvee en dwangarbeid op, (en) beschouwde (hen) zo als mensen met de status van lijfeigene. *In die tijd* wierp de Enlil van de goden in de woede van zijn hart zijn heerschappij omver. Mij, Sargon, de legitieme koning, verhief hij; hij liet me de scepter, de troon (en) de kroon grijpen...

We weten niet zeker of Šalmaneser gedwongen was nieuwe arbeidsmaatregelen te nemen om te compenseren voor een scherpe temperatuurdaling en de daarmee gepaard gaande achteruitgang van de landbouwproductie, of dat zijn nieuwe decreten al vóór de vulkaanuitbarsting waren opgesteld en de onvrede die ze veroorzaakten vervolgens werd versterkt door een plotselinge verslechtering van de leefomgeving. Maar het lijkt aannemelijk dat opstanden en moeilijke leefomstandigheden een bijdrage hebben geleverd aan een politieke crisis die zo ernstig was dat er een burgeroorlog uitbrak.

De burgeroorlog in Assyrië kan worden gezien als een kans voor verschillende aangrenzende staten om zich te onttrekken aan hun vazalstatus. Onder leiding van Yau-bi'di van Hamath kwam een coalitie van een aantal vazallen, waaronder het noordelijke koninkrijk Israël, in opstand.

Deze situatie is beter te begrijpen als je weet dat er kort daarvoor een grote vulkaan-uitbarsting was. Weigeren om tribuut aan Assyrië te betalen was vragen om represailles. Het noordelijke koninkrijk Israël voelde zich rond 722 v.Chr. wellicht niet alleen gesterkt door een ogenschijnlijke Assyrische zwakte, maar ook doordat de belastinginning al enkele jaren slecht verliep door het koude weer.

Nadat hij erin was geslaagd zich de troon toe te eigenen in een jaar vol klimatologische uitdagingen, kon Sargon II waarschijnlijk tegen 720 v.Chr. bouwen op een grotendeels herstelde landbouwsector, omdat de impact van zeer grote uitbarstingen meestal na vier jaar afneemt. Het was dan misschien ook niet vreemd dat hij in 720 v.Chr. een succesvolle

aanval op de rebellerende vazalstaten ondernam, nadat hij zijn positie binnen Assyrië had verstevigd en een akkoord had bereikt met de opstandige Merodach-Baladan II van Babylon en Humban-nikaš van Elam. De Assyrische overwinning leidde tot de ineenstorting van het noordelijke koninkrijk Israël en tot massale deportaties van de bevolking.



Afb. 3 Sargon II afgebeeld op een stenen reliëf in zijn paleis in Khorsabad (het oude Dur-Šarrukin), (Foto: Osama Shukir Muhammed Amin, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0).

De dramatische voorvallen van 722-720 v.Chr. – burgeroorlog in Assyrië, opstand van de buurlanden, de Assyrische heropleving en de vernietiging van het noordelijke koninkrijk Israël – zijn slechts een paar voorbeelden waarbij gebeurtenissen in de oudheid samenvallen met hernieuwd gedateerde explosieve vulkaanuitbarstingen. De impact van de uitbarsting van 723 v.Chr. op de landbouw is misschien geen hoofdoorzaak, maar toch zeker een verergering geweest van de crisis.



Afb. 4 Ptolemaeus III Euergetes (264-222 v.Chr.), Vaticaanse Museum (Foto: Gary Lee, Wikimedia Commons, publiek domein M1.0).

De uitbarstingen in 247 en 244 v.Chr. en de ‘Hurlingenoorlog’ van Carthago

De ijskernen onthullen nog twee opmerkelijke explosieve vulkaanuitbarstingen, in 247 en ca. 244 v.Chr. (Afb. 1). Deze hadden waarschijnlijk ook gevolgen in het Middellandse Zeegebied, waar graantekorten tot steeds grotere crises leidden, zoals we in verschillende bronnen kunnen lezen. Voor Egypte gingen de explosieve uitbarstingen gepaard met zwakkere zomermaats, waardoor de Nijl in de zomer minder overstroomde. Dit had gevolgen voor de landbouw en was mogelijk aanleiding voor sociale onrust (zie bijv. Ludlow & Manning, 2016). Het is daarom misschien niet verrassend dat er in 245 v.Chr. een belangrijke opstand wordt gedocumenteerd.

Deze situatie verklaart mogelijk de vreemde beslissing van de Egyptische koning Ptolemaeus III (Afb. 4) om de succesvolle veldtocht tegen zijn Seleucidische aartsrivaal in 245 v.Chr. te staken, terwijl hij al tot aan Babylon was opgerukt. Ook biedt de situatie een context voor zijn beslissing, gemeld in het *Decreet van Alexandrië* (243 v.Chr.) en het *Canopus-decreet* (238 v.Chr.), om een voedselcrisis te verzachten door de belastingen te verlagen en tegen hoge kosten graan te importeren uit gebieden als Cyprus en de Levant.

Uit het bovenstaande kunnen we afleiden dat Egyptisch graan in deze jaren kennelijk niet langer in hoeveelheden van enige betekenis naar overzeese markten werd geëxporteerd. Mogelijk zien we in het Egeïsche Zeegebied ook de gevolgen. Voor Delos is in 246 v.Chr. een substantiële stijging (zo'n 50%) van de gerstprijzen gedocumenteerd, wat nauw samenvalt met noodmaatregelen die in 247 v.Chr. in Athene werden genomen om de graanvoorziening veilig te stellen.

De tekorten in het oostelijke Middellandse Zeegebied hebben waarschijnlijk ook verder westwaarts gevolgen gehad. Zo weten we dat Hiero van Syracuse (485-478 v.Chr.) rond diezelfde tijd voedselhulp verleende aan Egypte, iets wat mogelijk lokaal de graanprijzen heeft opgedreven. Op dat moment bevond Carthago, dat vanaf het midden van de vijfde eeuw v.Chr. de belangrijkste westelijke mediterrane macht was geweest, zich in de laatste fase van de oorlog met Rome om Sicilië (de Eerste Punische Oorlog, 264-241 v.Chr.). En nauw overeenkomend met de jaartallen van de twee vulkaanuitbarstingen in dat decennium, vonden er in 247 en 243 v.Chr. muiterijen van huurlingen plaats op Sicilië (Zonaras 8.16). Dat Carthago specifiek moeite had met het verstrekken van proviand aan het leger, blijkt uit het feit dat er in 241 v.Chr. na uitkering van de *opsonion* ('soldij') claims werden ingediend over onbetaalde *sitarchia* ('graantoelage') en er vergoeding werd geëist voor dure rantsoenen die de soldaten tijdens de oorlog zelf hadden moeten betalen (Polybius 1.68.9, 70.3-6).

Of verkopers op Sicilië nu wel of niet werden beïnvloed door een combinatie van hoge prijzen in het oosten en hun eigen lokale klimatologische omstandigheden, Carthago's bevoorrading van het leger werd zeker belemmerd door de omstandigheden in Afrika in de jaren 240 v.Chr. toen oogstbelastingen tot 50% van de opbrengsten stegen, wat weer leidde tot frequente arrestaties

van boeren wegens wanbetaling (Polybius 1.72.1-5). De onvrede onder huurlingen en de plattelandsbevolking nam toe en uiteindelijk begon de beruchte ‘Huurlingenoorlog’ (241-237 v.Chr.) met de muiterij van het terugkerende Siciliaanse leger, dat spoedig daarna werd vergezeld door nog eens 70.000 Libiërs (Polybius 1.70.7-9, 73.3). Net als Egypte had Carthago in eerdere crises vertrouwd op geïmporteerd graan. Wellicht was dit voor Sardinië, dat een belangrijke bron van graan was voor Carthago, een reden om deel te nemen aan de opstand in 240 v.Chr. (Polybius 1.79.3-7).

De blijkbaar slechte productiviteit van het Carthaagse achterland en het succesvol inkopen van graan over zee door Carthago (nu uit Rome en Sicilië) maakten dat de opstand ineens stortte door hongersnood (Polybius 1.83.1-10, 84.1-2; Diodorus Siculus 25.4; Appianus, *Libyca* 1.5). De huurlingen kwamen ten slotte gruwelijk aan hun einde toen ze elkaar in een beruchte episode kannibaliseerden op een plaats genaamd ‘de Zaag’, waar ‘meer mensen stierven door hongersnood dan door het zwaard’ (Nepos, *Hamilcar* 2.4; Polybius 1.84. 9-85.1).

Het is goed mogelijk dat de uitbarstingen van 247 en 244 v.Chr., aan het einde van de Eerste Punische Oorlog, de logistieke uitdagingen voor Carthago hebben vergroot. Mogelijk was er een direct effect op de landbouweconomie van Punisch Afrika, bijvoorbeeld door kou die schadelijk was voor de gewassen, maar mogelijk ook indirect, zoals het opkopen van graan door Ptolemaeïsch Egypte na een slechte Nijloverstroming. Aangezien de stabiliteit van de Carthaagse staat stond of viel met het succesvol verkrijgen en distribueren van graan, kunnen we de vulkaanuitbarstingen zien als een indirecte bijdrage aan het uitbreken van de Huurlingenoorlog.

Vulkanisme en Judea in de jaren 160 v.Chr.

Het vergelijken van historische bronnen en natuurlijke ‘archieven’, zoals ijskernonderzoek, levert ook nieuwe inzichten op in het geval van Judea in de jaren 160 v.Chr. Deze periode was belangrijk voor de Joodse politieke identiteit en de basis voor het koninkrijk Judea dat nog geen twintig jaar later opkwam. Rebellen onder leiding van Judas de Makkabeeër kwamen in opstand tegen de Seleucidische heerschappij. Het Joodse culturele leven was steeds moeilijker geworden onder de Seleuciden en met de opstand hoopte men opnieuw zelfbeschikking in religieuze zaken te verwerven. Het hoogtepunt van

de beroemde Makkabese Opstand, het terugwinnen van de tempel van Jeruzalem voor de aanbidding van Jahweh in november/december 165 v.Chr., wordt nog steeds herdacht tijdens het Lichtfeest (Chanoeka).



Afb. 5 Uitbarsting van de Pinatubo, Filipijnen, 12 juni 1991, gezien vanaf de oostkant van Clark Air Base. De uitbarstingskolom bereikte een hoogte van 40 km en het zwavelgehalte veroorzaakte een wereldwijde afkoeling gedurende een aantal opvolgende jaren (Foto: Dave Harlow, in het publieke domein met dank aan de USGS).

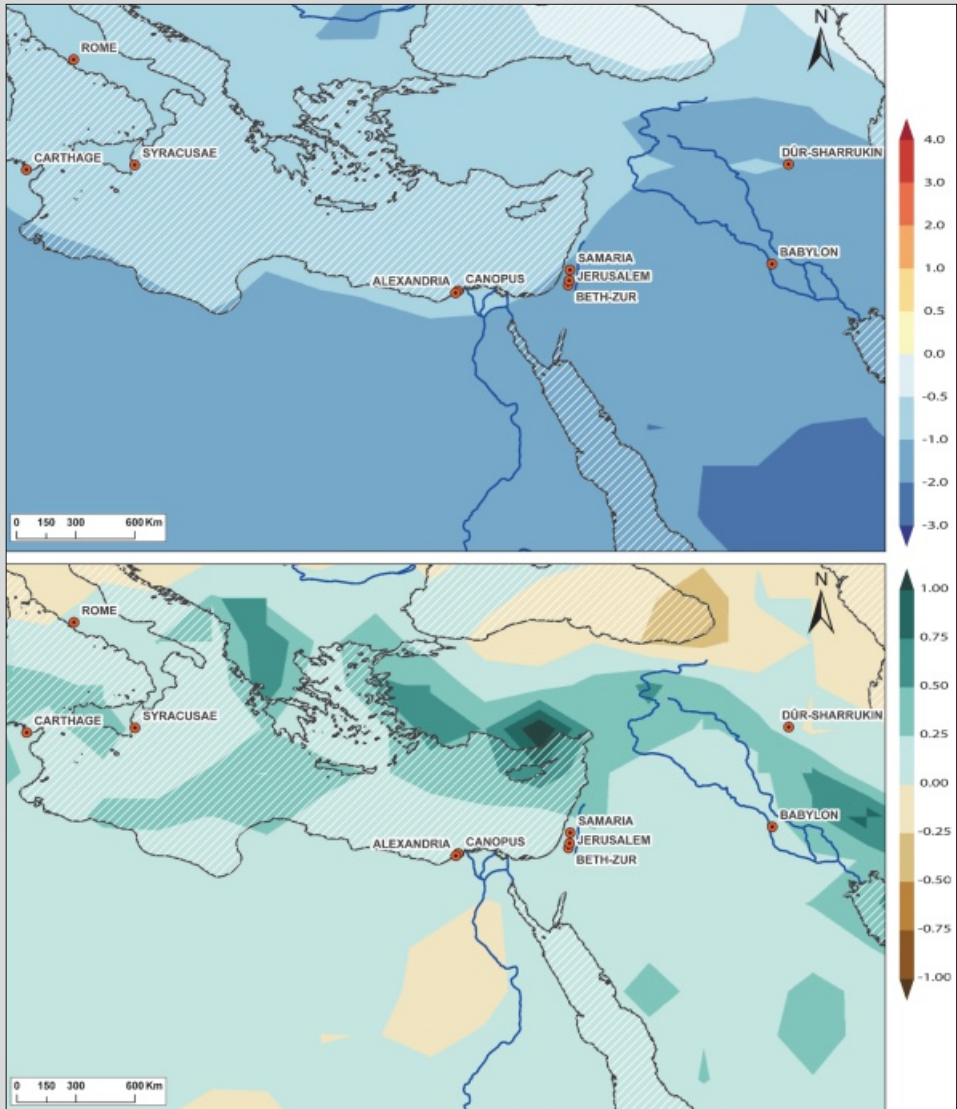
Ruim een jaar lang had Judea geen noemenswaardig conflict met de Seleuciden en blijkbaar verliep de oogst van 164 v.Chr. zonder problemen. Maar vervolgens lezen we in de Bijbelboeken van Makkabeeën (1 Makk. 6:48-54; 9:23-4) en in de geschriften van de historicus Flavius Josephus (*Antiquitates* 12.9 §§375-8, 13.1 §3) over twee zware opeenvolgende hongersnoden. De eerste daarvan, in het voorjaar van 163 v.Chr., wordt toegeschreven aan het samenvallen van hernieuwde oorlogshandelingen met het zogenaamde sabbatjaar (šmita), het Joodse gebruik om het land eens in de zeven jaar onbebouwd te gelaten. Dit was mogelijk de aanleiding voor de overgave van de Joodse opstandelingen bij het grensfort van Bethsura, waardoor de onlangs herwonnen tempel in Jeruzalem weer werd bedreigd. Er wordt geen verklaring gegeven voor de tweede hongersnood aan het einde van het decennium. Wel wordt er

vermeld dat hierdoor Judeeërs massaal overliepen naar de Seleuciden. De rebellenleiders waren gedwongen het verzet twee jaar lang vanuit ballingschap aan te sturen.

Dankzij het onderzoek naar ijskernen weten we nu dat er in dit decennium niet slechts één explosieve vulkaanuitbarsting plaatsvond, maar drie. Dit begon met de grootste in 168 v.Chr. (Afb. 1), die in omvang te vergelijken was met de uitbarsting van de Pinatubo in de Filipijnen in 1991, een van de klimatologisch ingrijpendste vulkaanuitbarstingen van de twintigste eeuw, die meer dan twee jaar lang tot wereldwijde temperatuurdalingen leidde (Afb. 5). Dit kwam omdat de uitbarsting veranderingen veroorzaakte in de atmosferische circulatiepatronen, waardoor het afkoelende effect van de aerosolen op het klimaat nog werd versterkt en de temperaturen in de winter van 1991/92 tot wel 2 °C daalden. Er viel sneeuw in Israël en het koraal in de Golf van Eilat stierf massaal af. Onderzoek heeft uitgewezen dat afwijkende luchttemperaturen hier de belangrijkste oorzaak van waren.

De precieze locatie van de vulkaan die in 168 v.Chr. uitbarstte is nog onbekend, maar waarschijnlijk bevond hij zich net als de Pinatubo in de tropen. Dit weten we omdat de zwaveluitstoot van deze uitbarsting in het ijs van zowel Groenland als Antarctica is aangetroffen, wat alleen mogelijk is als de vulkaan zich niet te ver ten noorden of ten zuiden van de evenaar bevond. Vervolgens vonden verder naar het noorden nog twee uitbarstingen plaats, in 164 en 161 v.Chr. Deze hadden een verlengend effect op de ongewoon koude en natte weersomstandigheden in Judea, wat ook weer blijkt uit verslagen van hongersnoden die daar in 164/163 en 160-161 v.Chr. plaatsvonden. Deze gebeurtenissen hebben een belangrijke en tot dusver nog weinig onderzochte invloed gehad op de Makkabese Opstand. Onderzoek naar deze gebeurtenissen werpt mogelijk nieuw licht op de historische claim dat het sabbatjaar de hoofdoorzaak was van de hongersnood in 163 v.Chr. en van de belegeringen bij Bethsura en Jeruzalem. Daarnaast kunnen we voor het eerst een (ten minste gedeeltelijke) verklaring geven voor de hongersnood van 161/160 v.Chr.

Snel opeenvolgende uitbarstingen zijn zo interessant dat geavanceerde modellen worden ingezet om hun impact op het klimaat te onderzoeken (bijvoorbeeld het NASA GISS *Earth System Model*). Dit soort modellen zijn bijzonder waardevol voor het antieke mediterrane gebied en Oude Nabije



Afb. 6 De impact op het klimaat in het Middellandse Zeegebied en Oude Nabije Oosten van de tropische uitbarsting in 168 v.Chr., volgens een geavanceerd *Earth System Model* (het GISS Model E2.1 van NASA). Het onderste paneel toont de gemodelleerde neerslagrespons tijdens het winterseizoen voor 168/167 v.Chr. (waarbij de schaalbalk het verschil in regenval in millimeters per dag weergeeft wanneer het model wordt uitgevoerd met de uitbarsting versus zonder). Het bovenste paneel toont de temperatuurrepons (waarbij de schaalbalk het verschil in graden Celsius weergeeft wanneer het model wordt uitgevoerd met de uitbarsting versus zonder (bron: Singh, R., Tsigaridis, K., LeGrande, A. N., Ludlow, F., en Manning, J. G. 2023. 'Investigating hydroclimatic impacts of the 168–158 BCE volcanic quartet and their relevance to the Nile River basin and Egyptian history', *Climate of the Past* 19: 249-275).

Oosten, omdat andere natuurlijke bronnen, zoals bijvoorbeeld jaarringen in bomen, zeldzaam zijn, maar ook omdat we door deze modellen een beter beeld krijgen van het effect op het klimaat van de andere uitbarstingen die ons team heeft onderzocht: die van 723, 247 en 244 v.Chr. De modellen suggereren dat er voor bijna het hele Middellandse Zeegebied en een deel van het Nabije Oosten een zeer koude en ongebruikelijk natte zomer, winter en lente aanbrak in het jaar van de uitbarsting van 168 v.Chr. en dat die effecten steeds sterker werden in 167-166 v.Chr. Voordat het klimaat zich kon herstellen volgden nog meer uitbarstingen in 164 en 161 v.Chr. waardoor ongunstige klimaatomstandigheden voortduurden (zie Afb. 6, waarin te zien is dat de klimaatzone van Judea sterke gevolgen ondervond van de uitbarsting).

Deze aanhoudende ongunstige weersomstandigheden waren zeer waarschijnlijk slecht voor de Judese gewassen (tarwe en gerst) die eerst vochtige bodemomstandigheden nodig hebben en vervolgens een korte periode van hogere temperaturen om te rijpen. De landbouwcyclus voorafgaand aan het sabbatjaar moet hieronder hebben geleden, toen juist warmte nodig was voor de groeicyclus (net voorafgaand aan het oogsten, in de lente van 164 v.Chr.). De omstandigheden in de daaropvolgende jaren hadden waarschijnlijk ook invloed op de opbrengst van niet-gecultiveerde planten en fruitbomen die normaalgesproken de bevolking door het sabbatjaar naar de volgende oogst hielpen. Ten dele kunnen we de hongersnoden van 163 en 161/160 v.Chr. dus toeschrijven aan een door een vulkaanuitbarsting veroorzaakte “klimaatshock”.

Deze nieuwe inzichten in weersomstandigheden maken het ook mogelijk om conclusies te trekken over de relatie tussen Judea en zijn burens, waarvoor geen bronnen zijn overgeleverd over vergelijkbare beproevingen, ondanks dat ze in dezelfde klimaatzone lagen. Op basis van archeologische vondsten wordt het duidelijk dat er economische verschillen waren in deze periode: het grootste deel van Judea hield zich afzijdig van import, blijkbaar om afhankelijkheid te voorkomen, en om ervoor te zorgen dat het voedsel voldeed aan hun religieuze en dieetwetten. Omliggende gemeenschappen importeerden daarentegen wel en deze commerciële betrekkingen hielpen hen waarschijnlijk door de hongersnoden van de jaren 160 v.Chr. Het lijkt erop dat door de strijd om het recht te mogen leven volgens de traditionele Joodse wetgeving, Judea een geïsoleerde positie had en zo kwetsbaarder was voor problemen rond de voedselvoorziening.

Bewijs uit de *Astronomische dagboeken*

Terwijl ‘natuurlijke archieven’, zoals jaarringen in bomen, met jaarlijkse paleo-klimatologische gegevens zeldzaam zijn voor het Oude Nabije Oosten, beschrijft het rijke corpus van geschreven bronnen regelmatig weersomstandigheden. Wellicht het opmerkelijkst zijn de ‘astronomische dagboeken’ gemaakt door Babylonische tempelschrijvers (Afb. 7). Zij observeerden hun leven lang



Afb. 7 Spijkerschrifttablet in het British Museum, Londen; dagboek van astronomische en meteorologische verschijnselen, marktprijzen en politieke gebeurtenissen voor een deel van 141 v.Chr.; het beschadigde deel beschrijft waarschijnlijk de verovering van Babylonië door de Parthische koning Mithridates I (in de tekst Arshaka genoemd) en de nederlaag van de Seleucidische koning Demetrius II Nicator (Foto: © The Trustees of the British Museum).

dagelijkse weersomstandigheden, hemelverschijnselen, het waterpeil van de Eufraat en marktprijzen voor producten zoals gerst. Het bijhouden van deze dagboeken gebeurde systematisch en eeuwenlang en voorzag de Babylonische elite (en hedendaagse onderzoekers) van gedetailleerde astronomische en meteorologische informatie waarmee prognoses werden gedaan. De dagboeken die bewaard zijn gebleven worden over het algemeen tussen de vierde eeuw en 22 v.Chr. gedateerd (zie voor deze dagboeken ook de bijdrage van Van der Spek in *Phoenix* 68.2-3).

Voor het hierboven besproken geval van Carthago melden de dagboeken op januari 247 v.Chr. dat ‘...van de 22^e tot het einde van de maand de kou ernstig werd’ en later dat jaar dat ‘de schijf van de zon eruitzag zoals die van de maan’. Ernstige kou komt zeker overeen met de verwachte vulkanische klimatologische effecten voor de regio (Afb. 6). Bovendien komt de ietwat cryptische beschrijving van een verkleurde zonnenschijf overeen met de optische effecten van licht dat door sulfaat-aerosolen op grote hoogte schijnt (meer in het algemeen ‘stofsluiers’ genoemd; Afb. 8). Dit strookt met het bewijs uit ijskernen dat een grote uitbarsting in dat jaar aantoont (Afb. 1).



Afb. 8 Verkleurde zonnenschijf met omringende bruinachtige ‘Bishop's Ring’ als gevolg van vulkanische deeltjes uit de uitbarsting van de Eyjafjallajökull in 2010, IJsland (Foto: Marco Langbroek, Leiden 2010, Creative Commons, CC BY-SA 3.0).

De Babylonische dagboeken zijn onvolledig voor de jaren direct na de tropische uitbarsting van 168 v.Chr., maar ze suggereren meer regenval in 164 v.Chr., het jaar van de eerste bovengenoemde extratropische uitbarsting, wat ook overeenkomt met de output van het klimaatmodel (Afb. 6). Vervolgens lezen we opnieuw een verslag dat de ‘schijf van de zon eruitzag als die van de maan’ waarbij de kou in januari 163 v.Chr. naar verluidt de volgende maand ernstig werd. Later dat jaar vond er plundering plaats en het jaar daarop een

abnormale sterfte (onze kennis is hier beperkt door ontbrekende tekst): ‘anderen gingen in ... om hun doden te begraven’. Waterbronnen lijken niet veilig: ‘en de mensen dronken ervan, en een beetje ... was veel in het land. Die maand, lichamen op straat’. Deze getuigenis biedt een intrigerende blik op de klimaat-maatschappelijke gevolgen van explosieve vulkaanuitbarstingen in die periode.

Een vulkaan in Alaska beïnvloedt het weer in China

Wellicht de op twee na grootste uitbarsting in de afgelopen 2500 jaar, wat betreft sulfaat-uitstoot en de potentie om het klimaat te veranderen, vond plaats in 43 v.Chr. (Afb. 1). We weten dat het hier gaat om de vulkaan Okmok in Alaska (Afb. 9), omdat vulkanisch glas (tefra), dat altijd een chemisch unieke ‘handtekening’ heeft, ook in het poolijs is aangetroffen. De impact van deze uitbarsting op de mediterrane wereld is bekend en al onderzocht, maar ook uit keizerlijk China horen we hierover. De geleerde Gu Ban, die een paar decennia later een beroemde dynastieke geschiedenis (het *Boek van Han*, Afb. 10) samenstelde uit bronnen die toen bekend waren, beschrijft een opmerkelijke gebeurtenis tijdens de vierde maand van de Chinese maankalender (7 mei tot 5 juni) in 43 v.Chr.:

... De zon was lichtblauw (blauw-wit) van kleur en wierp geen schaduwen. Precies in het midden (van de zon) waren er vaak schaduwen en geen licht. Die zomer was koud tot de negende maand [volgens de maankalender, d.w.z. oktober], toen herwon de zon haar helderheid...

(Gu Ban, *Boek van Han*, hoofdstuk 27 ‘Verhandeling over de vijf elementen’)

Gu Ban verwijst later nog eens naar deze gebeurtenis: ‘Wat betreft de vreemde duisternis van de zon, zelfs met een stormige wind en een wolkenloze lucht, was het zonlicht gedimd...’ (Gu Ban 1962, p. 1507). Als de stratosfeer blijkbaar zo vol met sulfaat zat, is het niet verrassend dat er kou volgde. In het *Boek van Han* lezen we over vorst in de derde maand (8 april tot 6 mei) die de moerbeien, die cruciaal waren voor de zijdeproductie, doodde en de tarwe beschadigde (hoofdstukken 9 en 27). Meer vorst in de negende maand (oktober) beschadigde de gewassen verder (vermoedelijk tarwe, hoofdstukken 9 en 27), en omdat de prijzen piekten, heerste er waarschijnlijk hongersnood in het hele rijk (Gu Ban 1962, hoofdstuk 79, p. 3296).



Afb. 9 Luchtfoto van de *caldeira* (een komvormige krater) van de Okmok-vulkaan, Alaska (Foto: publieke domein, USGS).

De reacties op deze omstandigheden vertellen ons veel over de Chinese perceptie van de natuurlijke omgeving en de werking van de politieke en sociale systemen van de heersende Han-dynastie. De regeringsjaar- of periodenaam (gebruikt om jaren te duiden en nummeren) van keizer Yuan werd veranderd van ‘Chuyuan’ naar ‘Yongguang’¹; met een nieuw label wilde men zo een tijdperk van ongeluk achter zich laten. De keizer was de houder van een goddelijk ‘mandaat’ dat zijn heerschappij legitimeerde en zo was hij medeverantwoordelijk voor de rampzalige omstandigheden. In de daaropvolgende lente en zomer vaardigde hij verschillende edicten van zelfbeschuldiging uit waarmee hij de hemelse machten tevreden hoopte te stellen en zo zijn onderdanen te laten zien dat het snel beter zou gaan. Desalniettemin bleven slechte oogsten en hongersnood het rijk teisteren (Gu Ban 1962, hoofdstuk 9).

¹ De term *Yongguang* bevat een helderheidsaspect, terwijl de term *Chuyuan* eenvoudigweg het begin van keizer Yuans regeringsperiode markeert.



Afb. 10 Pagina waarop de lichtblauwe zon wordt vermeld in het hoofdstuk ‘Verhandeling over de vijf elementen’ in het *Boek van Han*. Bron: Gu Ban (1537). *Qian Han shu*. Editie gewijzigd door Chong Zheng Shu Yuan ed. [online] Guangdong: Chong zheng shu yuan, p. 1079. Beschikbaar via: <https://curiosity.lib.harvard.edu/chinese-rare-books/catalog/49-990077598760203941> [geraadpleegd: 31 maart 2023].

Abnormaal weer en ‘onheilspellende’ natuurverschijnselen zoals een verkleurde zon konden door potentiële rivalen ook opportunistisch worden gebruikt tegen de heersende elite en worden gepresenteerd als een kritisch goddelijk commentaar. Het is veelzeggend dat de keizer de schuld gaf aan de eerste minister, een generaal en de grootsecretaris, die vervolgens ontslag namen. Tussen 44 en 42 v.Chr. werd vijf keer een amnestie verleend, waaronder aan gevangenen, voor belastingvrijstellingen en gerelateerde beloningen voor de gewone burgers. Tijdens de hongersnood van 42 v.Chr. brak ook een

opstand uit van de Qiang-stammen in het westen. Er waren tienduizenden soldaten nodig om de orde te herstellen. Het lijkt waarschijnlijk dat de opeenvolgende uitdagingen qua leefomgeving en klimaat eind jaren 40 v.Chr. hebben bijgedragen aan de (misschien ook opportunistische) beslissing van de Qiang om in opstand te komen.

Door deze rijkdom aan documentatie uit China, het Middellandse Zeegebied en het Nabije Oosten is er een groot potentieel om meer inzicht te krijgen in hoe diverse culturen werden beïnvloed door en reageerden op plotselinge klimaatschokken veroorzaakt door explosief vulkanisme.

Conclusie

We hopen dat deze casestudy's het belang hebben aangetoond van het opnieuw bekijken van bekende crises uit de oudheid en ze te belichten vanuit de aanvullende context van de klimaatuitdagingen veroorzaakt door de vele explosieve vulkaanuitbarstingen in die tijd (Afb. 1), waarvan de dateringen pas recentelijk voldoende precies zijn geworden om dit mogelijk te maken. Het gebruiken van natuurlijke archieven bij het herlezen van de geschiedenis zal niet alleen gevestigde interpretaties verrijken maar mogelijk ook revolutionaire nieuwe interpretaties opleveren.

Dankwoord

De auteurs danken de PAGES-werkgroep 'Volcanic Impacts on Climate and Society' voor hun inbreng. Ludlow, Kostick en McGovern werden ondersteund door een Irish Research Council Laureate Award (IRCLA/2017/303). Ludlow en Yang werden ondersteund door een Synergy Grant van de European Research Council (nr. 951649). Ludlow en Medenicks kregen steun van US National Science Foundation CNH-L Award (nr. 1824770). Hill werd ondersteund door een Trinity College Dublin Postgraduate Studentship en Ussher Research Fellowship, en een Irish Research Council 'Government of Ireland Postgraduate Scholarship'. Onze dank gaat uit naar Ram Singh voor zijn hulp bij het interpreteren van de klimaatmodellen. Veel dank aan Robartus van der Spek voor het proeflezen van dit artikel en aan Dirk Bakker en Ben van den Bercken voor hun input en vertaling van dit artikel uit het Engels.



Dr. Conor Kostick is research fellow aan het Trinity College Dublin. Hij werkt aan het project “Climates of Conflict in Ancient Babylonia” (CLICAB) van de Irish Research Council. Conor is de auteur van verschillende boeken, waaronder (met Chris Jones en Klaus Oschema) *Making the Medieval Relevant* (2019) en *The Social Structure of the First Crusade* (2008).



Rhonda McGovern zit momenteel in de laatste fase van haar PhD-onderzoek bij het Trinity Centre for Environmental Humanities aan het Trinity College Dublin. Ze werkt aan het project “Climates of Conflict in Ancient Babylonia” (CLICAB) van de Irish Research Council, waarbij ze meteorologische data van *The Astronomical Diaries and Related Texts from Babylonia* categoriseert en catalogiseert in een nieuwe dataset. Hiermee kan uiteindelijk een analyse en reconstructie

gemaakt worden van klimaatomstandigheden voor deze regio voor de jaren die in de dagboeken aan bod komen.



Dr. Selga Medenieks is Research Fellow bij het project “CNH-L: Volcanism, Hydrology and Social Conflict: Lessons from Hellenistic and Roman-Era Egypt and Mesopotamia”, een samenwerking van het Trinity College Dublin en Yale University en gefinancierd door de U.S. National Science Foundation. Als Australische classica richt Selga zich in haar onderzoek op de raakvlakken tussen het Oude Nabije Oosten en de

mediterrane wereld en in het bijzonder op de inzet van rituelen, religie en religieuze instituten voor politieke doeleinden.



Andrew Hill is promovendus aan het Trinity College Dublin en member van Trinity's Centre for Environmental Humanities. Zijn proefschrift richt zich op de relatie tussen klimaatverandering door vulkaanuitbarstingen en conflicten in Carthaags Noord-Afrika. Hij behaalde zijn BA aan de University College Cork (2015) en zijn MPhil aan het Trinity College Dublin (2016).



Zhen Yang is postdoctoraal onderzoeker voor het European Research Council project "4-OCEANS" bij het Trinity Centre for Environmental Humanities. Haar huidige onderzoek over de geschiedenis van het klimaat in China maakt gebruik van interdisciplinaire benaderingen om te analyseren hoe in het verleden samenlevingen reageerden op natuurrampen. Ze is geïnteresseerd in het bredere veld van omgevingsgeschiedenis en de toepassing van digitale onderzoeksmethodes.



Francis Ludlow is Associate Professor of Medieval Environmental History aan het Trinity Centre for Environmental Humanities en het Department of History, School of Histories and Humanities, Trinity College Dublin. Hij is de hoofdonderzoeker van het CLICAB-project en mede-hoofdonderzoeker van het 4-OCEANS-project. Hij is ook mede-hoofdonderzoeker van het project "Volcanism, Hydrology and Social Conflict: Lessons from Hellenistic and Roman-

Era Egypt and Mesopotamia" dat wordt geleid door Professor Joseph Manning van Yale University.

Literatuur

- Gu Ban 1962. *Book of Han (Han Shu)* (Beijing).
- Ludlow, F. & J. G. Manning 2016. 'Revolts under the Ptolemies: A paleoclimatological perspective', in Collins, J. J. and J. G. Manning (eds) *Revolt and Resistance in the Ancient Classical World and the Near East: In the Crucible of Empire* (Leiden): 154-71.
- Sigl, M., Toohey, M., McConnell, J. R., Cole-Dai, J., and Severi, M. 2022. 'Volcanic stratospheric sulfur injections and aerosol optical depth during the Holocene (past 11 500 years) from a bipolar ice-core array', *Earth System Science Data* 14: 3167-3196.
- Singh, R., Tsigaridis, K., LeGrande, A. N., Ludlow, F., and Manning, J. G. 2023. 'Investigating hydroclimatic impacts of the 168-158 BCE volcanic quartet and their relevance to the Nile River basin and Egyptian history', *Climate of the Past* 19: 249-275.
- Solway, J. S. 1994. 'Drought as a Revelatory Crisis: An Exploration of Shifting Entitlements and Hierarchies in the Kalahari, Botswana', *Development and Change* 25: 471-495.
- Van der Spek, R. J. 2022. "“Die dag hoorde ik als volgt ...” Babylonische “journalisten” aan het werk'. *Phoenix* 68.2/3: 8-23.