

Tijdens de uittocht uit Egypte trokken de Israëlieten droogvoets door de Rode Zee, terwijl de achtervolgende Egyptenaren volgens het bijbelverhaal in de golven verdwenen. Een wonder? Kees Floor over luchtspiegelingen als alledaagse verklaring.

DEZE WEEK herdenken de joden tijdens hun Paasfeest de uittocht van de Israëlieten uit Egypte. Deze exodus voltrok zich naar wordt aangenomen rond 1250 voor Christus. De tocht door de woestijn verliep bepaald niet probleemloos, zoals bijbelverhalen ons laten weten. De Egyptenaren wilden het volk van Israël niet laten gaan en zetten de achtervolging in.

Het eerste obstakel dat de vluchtende Israëlieten op hun weg aantroffen, was de Rietzee. Eenmaal bij de zee aangekomen, bleek hij gedeeltelijk droog te vallen. Daardoor konden de Israëlieten over een droge zeebodem verder trekken. Achter hun rug vloede het water terug, waardoor de achtervolgende Egyptenaren verdronken.

Voor wie dit verhaal niet eenvoudig als een wonder wilde afdoen, vormde de verklaring van de doortocht een groot probleem. De natuurwetenschappelijke uitleg werd bemoeilijkt doordat in de Septuagint, de Griekse bijbelvertaling uit de derde eeuw na Christus, de Hebreeuwse woorden voor Rietzee werden vertaald met „Rode Zee“.

Juist in zo'n grote plas water is heel wat natuurgeweld nodig, zoals bijvoorbeeld huizenhoge vloedgolven opgewekt door aardbevingen en vulkaanuitbarstingen, om een verklaring te vinden voor het ongebruikelijke gedrag van de waterspiegel in de Rietzee. Een heel andere natuurwetenschappelijke verklaring van de doortocht door de Rietzee, die in Nederland tot nog toe weinig aandacht kreeg, voert de oorsprong van het bijbelverhaal terug op een haast alledaags atmosferisch verschijnsel: de luchtspiegeling.

Voorals in voorjaar en zomer zijn luchtspiegelingen ook in Nederland dikwijls waar te nemen. De meest bekende vorm



Luchtspiegeling boven opgewarmd zand op het strand van Schiermonnikoog.

Egyptenaren verdr in een luchtspiegel



Een luchtspiegeling in Pudgetsoud in de VS. De personen naast de boot staan in werkelijkheid op een zandplaat. Door het luchtspiegelingseffect is de zandplaat vervangen door weerspiegelde lucht.

is die van de plassen water die bij droog, zonnig en helder weer in de verte op een warme asfaltweg lijken te staan. Lichte voorwerpen in de verte, zoals koplichten van auto's, gele verkeerszuiltjes of lichtgekleurde auto's en bussen, zien we geheel of gedeeltelijk weerspiegeld in dat „water“. Eenmaal ter plaatse aangekomen blijkt het wegdek kurkdroog, maar voor en achter ons zijn opnieuw dergelijke natte weggedeelten te zien.

Zulke luchtspiegelingen komen niet alleen boven autowegen voor. Ook boven warme spoorwegen, zandvlakten en wateroppervlakken is het verschijnsel geregeld waarneembaar.

Het 'water' is niets anders dan een weerspiegeling van een gedeelte van de hemel dichtbij de horizon. Deze weerspiegelingen komen tot stand doordat het warme aardoppervlak als het ware als een spiegel werkt. De lucht vlakbij de grond is zo sterk verhit, dat de brekingsindex ervan kleiner is dan die van de koudere lucht op ooghoogte. Licht dat langs deze verhitte luchtlaag scheert, wordt aan het grensvlak van de warme en koude lucht teruggeslept, net als bij een spiegel het geval is. De suggestie van water wordt versterkt door het 'trillen' van de warme lucht, dat we in Nederland eveneens vaak op warme dagen kunnen waarnemen. De haast alledaagse luchtspiegeling kan zo verklaren hoe de Israëlieten droogvoets midden door de Rietzee gingen.

Een ander deel van het verhaal beschrijft het verdrinken van de Egyptenaren met ruiters en wagens. Ook deze gebeurtenis is te begrijpen uitgaande van de luchtspiegeling. De manier waarop men een voorwerp in een luchtspiegeling ziet, hangt namelijk af van de afstand tot de waarnemer. We kiezen de Israëlieten als waarnemers en de Egyptenaren als voorwerp in de luchtspiegeling. Bij geringe afstand tussen deze tegenstanders is het luchtspiegelingsef-

fect afwezig. Neemt de afstand toe, dan komt de Egyptenaar in het gebied waar de Israëlieten de weerspiegeling van de hemel zien, die ze als zeewater interpreteren. Tegelijkertijd is daar het zand van de woestijn niet meer zichtbaar, net zo min als de voeten van de Egyptenaren. Bij verder toenemende afstand neemt ook het deel van het lichaam toe dat voor de Israëlieten onzichtbaar is geworden. De Egyptenaren komen daardoor steeds verder in het 'water' te staan, zodat ze wel moeten 'verdrinken'.

De atmosfeer kent nog een tweede manier om het effect van verdrinkende Egyptenaren op te roepen, zelfs bij gelijkblijvende afstand tot de Israëlieten. Dat kan wanneer een aanhoudende zonnestraling het temperatuurverschil tussen woestijnzand en de lucht op ooghoogte verder doet toenemen. De rand van de luchtspiegeling en dus de rand van het water komt dichterbij naarmate het temperatuurverschil groter is en het 'water' stijgt de stilstaande Egyptenaren tegelijkertijd verder naar de lippen. Dit effect zal in de loop van de dag sterker worden en tegen de avond afnemen. Op deze manier ontstaat een dagelijkse gang in de luchtspiegeling. De bijbeltekst bevat aanwijzingen dat dit inderdaad is waargenomen: 's nachts week de zee terug en bij het aanbreken van de ochtend kwam hij weer opzetten, aldus het bijbelverhaal.

Het verhaal over de doortocht door de Rietzee berust op drie literaire bronnen. Deze werden in verschillende stadia met elkaar verweven totdat rond 400 voor Christus de boeken waarvan het verhaal deel uitmaakt hun definitieve vorm kregen. De oudste bron stamt uit circa 950 voor Christus, dus 300 jaar na de uittocht. In de bijbelteksten of onderdelen daarvan die aan deze bron zijn ontleend, ligt de beschrijving van de verschijnselen het dichtst bij de luchtspiegelingen die de atmosfeer in deze tijd van het jaar laat zien. Ontstaan en verdwijnen van

Egyptenaren verdronken in een luchtspiegeling

860426



Een luchtspiegeling in Pudgetsoun in de VS. De personen naast de boot staan in werkelijkheid op een zandplaat. Door het luchtspiegelingseffect is de zandplaat vervangen door weerspiegelde lucht.

is die van de plassen water die bij droog, zonnig en helder weer in de verte op een warme asfaltweg lijken te staan. Lichte voorwerpen in de verte, zoals koplichten van auto's, gele verkeerszuiltjes of lichtgekleurde auto's en bussen, zien we geheel of gedeeltelijk weerspiegeld in dat „water“. Eenmaal ter plaatse aangekomen blijkt het wegdek kurkdroog, maar voor en achter ons zijn opnieuw dergelijke natte weggedeelten te zien.

Zulke luchtspiegelingen komen niet alleen boven autowegen voor. Ook boven warme spoorwegen, zandvlakten en wateroppervlakken is het verschijnsel geregeld waarneembaar.

Het 'water' is niets anders dan een weerspiegeling van een gedeelte van de hemel dichtbij de horizon. Deze weerspiegelingen komen tot stand doordat het warme aardoppervlak als het ware als een spiegel werkt. De lucht vlakbij de grond is zo sterk verhit, dat de brekingsindex ervan kleiner is dan die van de koudere lucht op ooghoogte. Licht dat langs deze verhitte luchtlaag scheert, wordt aan het grensvlak van de warme en koude lucht teruggekaatst, net als bij een spiegel het geval is. De suggestie van water wordt versterkt door het 'trillen' van de warme lucht, dat we in Nederland eveneens vaak op warme dagen kunnen waarnemen. De haast alledaagse luchtspiegeling kan zo verklaren hoe de Israëlieten droogvoets midden door de Rietzee gingen.

Een ander deel van het verhaal beschrijft het verdrinken van de Egyptenaren met ruiters en wagens. Ook deze gebeurtenis is te begrijpen uitgaande van de luchtspiegeling. De manier waarop men een voorwerp in een luchtspiegeling ziet, hangt namelijk af van de afstand tot de waarnemer. We kiezen de Israëlieten als waarnemers en de Egyptenaren als voorwerp in de luchtspiegeling. Bij geringe afstand tussen deze tegenstanders is het luchtspiegelingsef-

fect afwezig. Neemt de afstand toe, dan komt de Egyptenaar in het gebied waar de Israëlieten de weerspiegeling van de hemel zien, die ze als zeewater interpreteren. Tegelijkertijd is daar het zand van de woestijn niet meer zichtbaar, net zo min als de voeten van de Egyptenaren. Bij verder toenemende afstand neemt ook het deel van het lichaam toe dat voor de Israëlieten onzichtbaar is geworden. De Egyptenaren komen daardoor steeds verder in het 'water' te staan, zodat ze wel moeten 'verdrinken'.

De atmosfeer kent nog een tweede manier om het effect van verdrinkende Egyptenaren op te roepen, zelfs bij gelijkblijvende afstand tot de Israëlieten. Dat kan wanneer een aanhoudende zonnestraling het temperatuurverschil tussen woestijnzand en de lucht op ooghoogte verder doet toenemen. De rand van de luchtspiegeling en dus de rand van het water komt dichterbij naarmate het temperatuurverschil groter is en het 'water' stijgt de stilstaande Egyptenaren tegelijkertijd verder naar de lippen. Dit effect zal in de loop van de dag sterker worden en tegen de avond afnemen. Op deze manier ontstaat een dagelijkse gang in de luchtspiegeling. De bijbeltekst bevat aanwijzingen dat dit inderdaad is waargenomen: 's nachts week de zee terug en bij het aanbreken van de ochtend kwam hij weer opzetten, aldus het bijbelverhaal.

Het verhaal over de doortocht door de Rietzee berust op drie literaire bronnen. Deze werden in verschillende stadia met elkaar verweven totdat rond 400 voor Christus de boeken waarvan het verhaal deel uitmaakt hun definitieve vorm kregen. De oudste bron stamt uit circa 950 voor Christus, dus 300 jaar na de uittocht. In de bijbelteksten of onderdelen daarvan die aan deze bron zijn ontleend, ligt de beschrijving van de verschijnselen het dichtst bij de luchtspiegelingen die de atmosfeer in deze tijd van het jaar laat zien. Ontstaan en verdwijnen van

het water worden toegeschreven aan daden van de Heer.

Wie zich beperkt tot de oudste en meest authentieke bron van het verhaal, vindt de duidelijkste aanwijzingen dat luchtspiegelingen mogelijk aan het gebeuren ten grondslag liggen. Toch blijven er dan onverklaarde elementen over, zoals het feit dat de Israëlieten de Egyptenaren dood op de kust zagen liggen.

Er is nog een tweede bijbelverhaal waarbij een luchtspiegeling als mogelijke verklaring is gesuggereerd. In dat verhaal zien de leerlingen van Jezus hem uit een boot over het water van het meer van Galilea lopen. Het idee dat dit verhaal op een luchtspiegeling is gebaseerd, berust op waarnemingen zoals ook te zien is op bijgeplaatste foto met de zeilboot. De personen ernaast staan in werkelijkheid op een zandplaat, maar door het luchtspiegelingseffecten is de zandplaat vervangen door weerspiegelde lucht. Boven water interpreteren we dat niet als „water“, maar als een onderdeel van de hemelkoepel. In de weerspiegelde lucht onder de wandelaars is de weerspiegeling van hun benen zichtbaar, zodat ze groter of dichterbij lijken dan in werkelijkheid het geval is.

Een ander punt waarop we kunnen letten is de afstand tussen Jezus en zijn leerlingen op het moment dat de vermoedelijke luchtspiegeling werd waargenomen. De bijbeltekst zegt hierover: „Toen ze ongeveer vijf kilometer hadden geroeid, zagen ze Jezus over het meer gaan; hij was dichtbij de boot. (...) Ze wilden hem aan boord nemen, maar op hetzelfde ogenblik landde de boot op de plek waar ze op aan hadden gestuurd.“

De genoemde vijf kilometer is ruim voldoende voor het waarnemen van luchtspiegelingen. Minder waarschijnlijk is het dat ze Jezus uit de boot als luchtspiegeling zien wanneer hij dichtbij is, maar de afstand kan onder deze atmosferische omstandigheden makkelijk onderschat worden. Bovendien kan het slot van het citaat erop wijzen dat de leerlingen van Jezus, toen ze bij hem kwamen, merkten dat hij zich op het land bevond, net als de figuren op de foto.

Luchtspiegelingen hadden net als regenbogen een religieus symbool kunnen zijn. Evenals sommigen bij de regenboog aan de zondvloed terugdenken, zou bij het zien van luchtspiegelingen boven water kunnen worden teruggedacht aan de wonderen van Jezus en bij luchtspiegelingen boven land aan de uittocht uit Egypte. In dat opzicht valt de datum van het joodse Pesachfeest gunstig; de luchtspiegelingen zijn in deze tijd van het jaar veel minder zeldzaam dan regenbogen.

KEES FLOOR