

De warmste plek ter wereld

KES FLOOR

Veel Amerikanen menen te weten dat het warmste plekje op aarde kan worden gevonden in hun eigen Death Valley, Californië (figuur 1). In juli 1913 lazen weerwaarnemers op de thermometer in Furnace Creek een temperatuur af van maar liefst 56,7 graden Celsius (Willson 1915). De Wereld Meteorologische Organisatie WMO erkende dit record echter niet. Zij had in haar boeken de niet onomstreden (zie kader) temperatuur van 58,0 graden opgenomen, gemeten op 13 september 1922 in Al Aziziyah, Libië, 55 kilometer ten zuidoosten van Tripoli (WMO and Arizona State University z.j.).

Meer claims

Voor de titel 'warmste plek ter wereld' zijn overigens meer locaties in de running, zo ontdekte de Amerikaanse ecooloog Steve Running (Carlowicz 2012). Tijdens een reis door China bezocht hij in oktober 2004 onder andere de uit donkerrood zandsteen bestaande 'Vlammende berg' (figuur 2) tussen de Taklimakan woestijn en de bergketen Tian Shan, dicht bij de Turfandepressie. De bewoners daar beschouwen het gebied als het warmste ter wereld. De regionale VVV heeft er daarom een gigantische, goudkleurige thermometer geplaatst om zo de heetste plek, in ieder geval van China, maar mogelijk van de hele aardbol, te markeren.

Deze voor Running verrassende claim zette aan hem het denken. Samen met twee collega's van de University of Montana ging hij op zoek naar de locatie die terecht aanspraak zou kunnen maken op het predicaat warmste plek ter wereld. In 2006 kwamen de onderzoekers naar buiten met hun voorlopige resultaten, gebaseerd op satellietwaarnemingen van 2003 tot en met 2005 (Mildrexler et al. 2006). Onlangs verscheen een publicatie over verder onderzoek (Mildrexler et al. 2011a) waarvoor de periode van de satellietmetingen was verlengd tot en met 2009 en waarin eerdere bevindingen konden worden bevestigd en aangevuld.

Temperatuurmetingen

De temperatuur op een bepaalde locatie hangt onder andere af van de manier waarop zij wordt bepaald. De WMO heeft hiervoor richtlijnen opgesteld, die wereldwijd worden nageleefd. De luchttemperatuur dient gemeten te worden op een hoogte van 1,5 meter boven het aardoppervlak. De sensor moet zijn afgeschermd tegen direct opvallende zonnestraling, anders geeft hij een te hoge temperatuur aan. Tegelijkertijd moet de temperatuurvoeler goed geventileerd zijn om het directe contact met de lucht waarvan de temperatuur gemeten moet worden, zo goed mogelijk te doen zijn.

De volgens deze aanbevelingen gemeten temperaturen worden gebruikt in de dagelijkse weerberichtgeving, de klimatologie en dus ook de boeken van de WMO.

Hoewel de luchttemperaturen van verschillende locaties op aarde door deze over temperatuurmeting gemaakte afspraken onderling goed vergelijkbaar zijn, stuit men bij gebruik van de beschikbare meetwaarden toch op problemen bij het bepalen van de warmste plek ter wereld. De ruim 11.000 waarneemstations, gemiddeld 1 per 13000 vierkante kilometer, zijn namelijk ongelijk gespreid over het aardoppervlak. In sommige gebieden doet de waarneemdichtheid daardoor duidelijk onder voor die in andere regio's. Met name onherbergzame gebieden, onbewoonbaar of ontoegankelijk door bijvoorbeeld verzengende hitte of snijvende kou, blijken onderbedeeld. En om dat soort gebieden gaat het nu juist bij zoektochten als die naar hitterecords.



Figuur 1. Death Valley. © 2009 Turismo en Fotos.

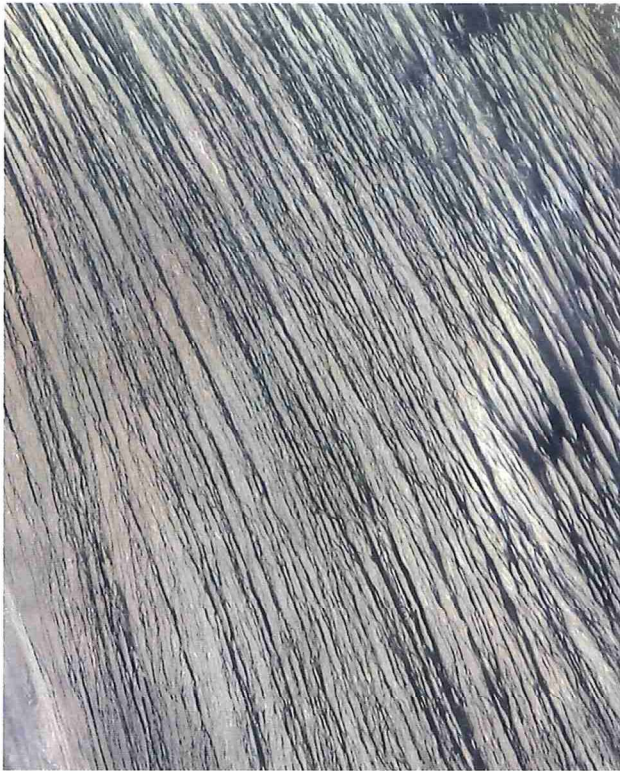
Satellietwaarnemingen

Om deze problemen te ontlopen maakten de onderzoekers van de University of Montana gebruik van temperaturen die zijn afgeleid van infraroodmetingen door instrumenten op weersatellieten, in dit geval de Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) op de Amerikaanse satelliet Aqua. Meting van recordtemperaturen vanuit de ruimte is mogelijk, doordat de hoogste waarden zullen optreden bij zonnig weer en bewolking dus geen roet in het eten kan gooien.

De Aqua brengt het hele aardoppervlak in beeld, zodat iedere locatie dezelfde



Figuur 2. De uit donkerrood zandsteen bestaande 'Vlammende berg' tussen de Taklimakan woestijn en de bergketen Tian Shan, dicht bij de Turfandepressie, China. Foto: oh contraire/Flickr.



Figuur 3. Satellietbeeld van de donkergetinte Woestijn Lut in Iran op 13 mei 2006. De woestijn is 480 kilometer lang en 320 kilometer breed. De afbeelding toont een gebied van ongeveer 30 bij 55 kilometer in het middelste gedeelte van de woestijn. (Instrument: ASTER; satelliet: Terra; bron: NASA.)

kans krijgt om zich te nomineren als recordwarm. De satelliet komt overal dagelijks in het begin van de middag locale tijd over; daardoor verdienen de waarnemingen van de MODIS op dit satellietplatform de voorkeur boven die van de MODIS op zustersatelliet Terra, die eerder op de dag overkomt. De overkomsttijd van de Aqua ligt namelijk dicht bij het tijdstip van de maximumtemperatuur dan de overkomsttijd van de Terra.

De temperatuurwaarden die de satellietmetingen opleveren, zijn om minstens drie redenen overigens niet direct te vergelijken met de eerder genoemde recordtemperaturen. De satellietmetingen zijn in kaart gebracht met een resolutie van 5,6 kilometer en geven daardoor de gemiddelden over een groter gebied dan waarvoor de waarnemingen van de weerstations vermoedelijk representatief zijn. Daarnaast hebben de WMO-maxima betrekking op de hele dag; de satellietmetingen geven 'slechts' de 'toevallige' temperatuur op het moment van de overkomst van de satelliet in het begin van de middag. Op de ene plek zal de temperatuur in de loop van de middag na de overkomst van de satelliet meer oplopen dan op de andere. Maar het belangrijkste verschil is dat de MODIS-metingen de temperatuur van het landoppervlak (T_{land}) geven tegen de WMO-metingen

de luchttemperatuur.

De beide temperaturen zijn overigens consistent positief gecorreleerd (Mildrexler et al. 2011b). Bij lage temperaturen lopen de T_{land} en de luchttemperatuur aardig in de pas. Voor bosgebieden geldt dat ook nog bij oplopende temperaturen. In droge, hete woestijngebieden kunnen de verschillen tussen beide temperaturen echter oplopen tot zo'n 20 graden. Deze grote verschillen waren overigens geen verrassing: al in 1915 constateerde Sinclair (1922) in de woestijn bij Tucson, Arizona, dat de temperatuur op 4 millimeter onder het zandoppervlak was opgelopen tot 71,5 terwijl de luchttemperatuur tegelijkertijd 42,5 graden bedroeg.

Concluderend: het aantal locaties dat kan meedingen naar de titel 'warmste plek op aarde' is door het benutten van satellietdata dus toegenomen, maar daarvoor moesten wel de 'spelregels' veranderd worden. Vooral de droge, hete woestijngebieden profiteren van de nieuwe regels.

Jaarrecords

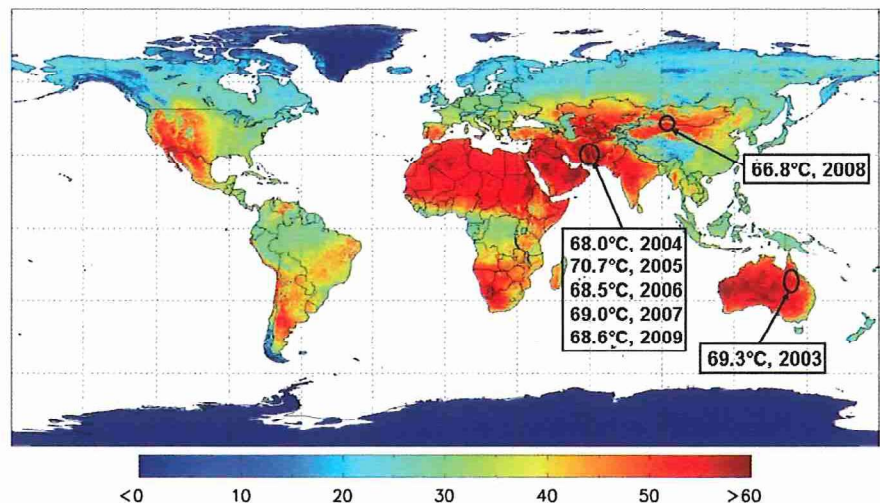
De zoektocht met satellietdata naar het warmste plekje op aarde leverde een duidelijke winnaar op: de Woestijn Lut in Iran (figuur 3), de enige plek waar het kwik wel eens boven de 70 graden Celsius kwam. De hoogste temperatuur

van de onderzochte periode, 70,7 graden, werd daar in 2005 gemeten. Wanneer het maximum wordt bepaald per kalenderjaar, dan stond dit gebied in vijf van de zeven jaar bovenaan (figuur 4). In 2003 werd een locatie in Queensland, Australië met 69,3 graden de heetste en alleen in 2008 ging het record met een 'schamele' 66,8 graden naar de door Running in 2004 bezochte Turfan-depressie in de Chinese Taklimakan woestijn. Dat is nog altijd stukken hoger dan de hoogste temperatuur die optrad in de door de Verenigde Staten genomineerde Death Valley; deze bedroeg namelijk slechts 62,7 graden, gemeten in 2005.

De recordhete gebieden worden, evenals andere kanshebbers voor de titel 'warmste plek ter wereld', gekenmerkt door een wolkenloze hemel, weinig wind en een droge, vaak rotsachtige en donkergetinte bodem (vergelijk figuren 1, 2 en 3). De onderzoekers noemen het opmerkelijk dat de locatie van het warmste plekje op aarde over korte tijd kan verspringen van het ene continent naar het andere. Ook de rol van klimatologische omstandigheden valt op. Zo werd Australië sinds 1995 getroffen door de ergste droogte sinds mensenheugenis, die vooral in 2002 en 2003 door de El-Niño van 2002 extreme vormen aannam en bijdroeg aan het record van 2003.

Temperatuurkaart en histogram

De onderzoeksresultaten zijn in de figuren 4 en 5 op twee verschillende manieren in beeld gebracht. Figuur 4 toont een kaart met de in de periode 2003-2009 hoogst waargenomen oppervlaktetemperaturen. Per jaar zijn de records vermeld alsmede de locatie waar het record optrad. De Woestijn Lut springt er met



Figuur 4. Kaart met hoogste oppervlaktetemperaturen in graden Celsius voor de periode 2003-2009 zoals bepaald uit infraroodmetingen van de MODIS op de Amerikaanse satelliet Aqua. Tevens is per jaar aangegeven waar de hoogste temperatuur optrad: van links af de Woestijn Lut in Iran, de Turfan-depressie in China en Queensland, Australië (bron: Mildrexler et al. 2011a.)

Het record van Al Aziziyah

In 1913 werd in Greenland Ranch, tegenwoordig Furnace Creek, Death Valley, Californië, een temperatuur gemeten van 56,7 graden (Willson 1915, Roof and Callagan 2003). Daarmee hadden de Amerikanen het warmste plekje ter wereld binnen hun landsgrenzen. De vreugde over het binnenhalen van dit record zou echter nog geen tien jaar duren. Al in 1922 verhuisde het record naar Libië, waar Italiaanse militairen op hun basis in Al Aziziyah een waarde van 58,0 graden konden noteren (Al-Fenadi, z.j.).

De teleurstelling over het kwijtraken van het wereldtemperatuurrecord sloeg gaandeweg om in ongeloof. Zijn de Amerikanen slechte verliezers? De schijn hebben ze in ieder geval tegen, want uitgerekend een Amerikaan trok voor het eerst aan de bel in een slechts met initialen getekende notitie (H. 1930). Hij of zij vond dat het waarnemstation wel erg dicht bij zee lag voor zulke hoge temperaturen en dat de waarde niet strookte met de maxima van die dag en van de dag ervoor die waren gemeten op waarnemstations in de omgeving. Ook constateerde hij dat de hoogste jaartemperatuur op het verdachte station 10 graden hoger lag dan elders in Libië.

In de jaren 50 van de vorige eeuw kwam voor de twijfel aan de juistheid van de temperatuurwaarneming echter steun uit onverdachte hoek. De Italiaanse natuurwetenschapper Fantoli, een landgenoot dus van de waarnemers die de recordtemperatuur hadden afgelezen, ploos de zaak uit en had allerlei bedenkingen over de meetopstelling en de gebruikte apparatuur (Krause and Flood 1997, Burt 2010). Volgens hem leek een temperatuur van 56 graden Celsius dichter bij de waarheid. Recentere studies kwamen nog weer lager uit en weerhistoricus en extremenexpert Christoffer Burt (2010) schat dat de temperatuur hooguit 49 graden zal hebben bedragen, dus lang geen record.

Dat leidt dan meteen tot de volgende vraag: Als het record van Al Aziziyah niet geldig is, waar bevindt zich de warmste plek ter wereld dan wél? Als rechtgeaard Amerikaan kon Burt uiteraard maar op één antwoord uitkomen: Death Valley, Californië. Maar hij doct daarvoor wel een concessie. Hij was bereid – overigens wel pas nadat hij eerst de schatting van de in Libië gemeten temperatuur verder naar beneden had bijgesteld - de door landgenoten Roof en Callagan in 2003 nog betrouwbaar geachte recordwaarde van 56,7 graden te laten vallen en in plaats daarvan 53,9 graden aan te houden als hoogste, correct gemeten waarde. Deze luchttemperatuur werd in Death Valley gemeten in 1960, 1998, 2005 en 2007. Tal van andere claims als warmste plek ter wereld werden door hem op waarde geschat en als te weinig onderbouwd of zelfs anekdotisch van de hand gewezen. Misschien moet het neprecord van Al Aziziyah, in de terminologie van Burt 'een van de heilige koeien van de temperatuurextremen', dus toch uit de boeken van de WMO worden geschrapt. Net voor dit nummer naar de drukker ging, maakte de WMO op 13 september bekend het record van Al Aziziyah niet langer te erkennen. Voortaan beschouwt ze Death Valley met 56,7 graden als het warmste plekje. Zie http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_956_en.html

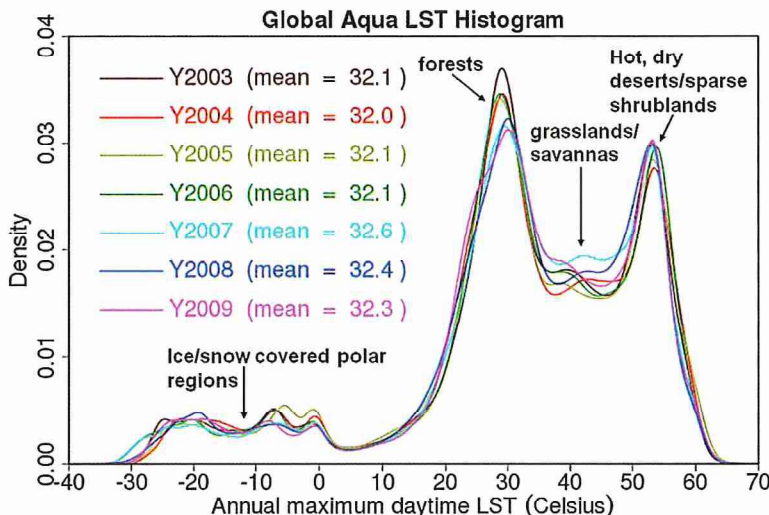
vijf noteringen in zeven jaar duidelijk uit. Figuur 5 geeft voor elk van de onderzochte jaren de frequentieverdeling van de hoogst waargenomen temperatuur per 0.05° pixel. Het histogram vertoont drie pieken. De rechterpiek bij 50 tot 60 graden hangt samen met woestijngebieden. De piek links daarvan bij 20 tot 35 graden markeert de bossen en illustreert tevens de temperende werking die deze gebieden met hun rijkelijke verdamping hebben op de wereldgemiddelde oppervlaktetemperatuur. Met wat goede wil zien we links onder het nulpunt een derde, wat uitgesmeerde piek, die de met sneeuw en ijs bedekte gebieden in de poolstreken representeert. Savannen en grasland vertonen een breed scala van maximum oppervlaktetemperaturen: 35 tot 50 graden.

De onderzoekers van de University of Montana zien het histogram als een handig hulpmiddel om snel inzicht te krijgen in gebeurtenissen die samenhangen met klimaatverandering. Als er iets verandert in het linkerdeel van de grafiek is er kennelijk iets aan de hand met de cryosfeer; wordt de middenpiek smaller dan hangt dat ongetwijfeld samen met de afname van de omvang van beboste gebieden.

Literatuur

- Al-Fenadi, Y., z.j., Hottest temperature record in the world, El Azizia, Libya, http://www.wmo.int/pages/mediacentre/news_members/documents/Libya.pdf.
- Burt, C.C., 2010, 'A challenge to the validity of the world record 136.4 F (58 C) at Al Aziza, Libya' en 'Hottest air temperatures reported on Earth', www.underground.com/blog/weatherhistorian/archive.html?year=2010&month=10.
- Carlowicz, M., 2012: Where Is the Hottest Place on Earth? It Lies Somewhere Between Folklore and Science, the Desert and the City, NASA's Earth Observatory, <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/HottestSpot/printall.php>.
- H., A.J., 1930: Limiting values of temperature, Monthly Weather Review 58 (5) p208-209.
- Krause, P.F., K. L. Flood, 1997: Weather and climate extremes. TEC-0099, U.S. Army Corps of Engineers Topographic Engineering Center, 94 pp.

- Mildrexler, D.J., Zhao, M., & Running, S.W., 2006: Where Are the Hottest Spots on Earth?, EOS Transactions 87 (43), p. 461 en 467.
- Mildrexler, D.J., Zhao, M., & Running, S.W., 2011a: Satellite Finds Highest Land Skin Temperatures on Earth, Bull. Am. Met. Soc. 92 (7), p. 855-860.
- Mildrexler, D.J., Zhao, M., & Running, S.W., 2011b: A global comparison between station air temperatures and MODIS land surface temperatures reveals the cooling role of forests, J. Geophys. Res. 116, G03025, 15 pp.
- Roof, S. and Callagan, C., 2003: The climate of Death Valley, California, Bull. Am. Met. Soc. 84 (12), p. 1725-1739.
- Sinclair, G.J., 1922: Temperatures of the soil and air in a desert, Monthly Weather Review 50 (3) p142-144.
- Willson, G.H., 1915: The hottest region in the United States, Monthly Weather Review 43 (6) p 278-280.
- WMO and Arizona State University, (z.j.), opgevraagd 22/5/2012: World: highest temperature, World Weather/Climate Extremes Archive, <http://wmo.asu.edu/world-highest-temperature>.



Figuur 5. Frequentieverdeling van de hoogst opgetreden oppervlaktetemperaturen in de jaren 2003-2009. De pieken zijn onder andere gekoppeld aan woestijnen en aan beboste gebieden (bron: Mildrexler et al. 2011a.)