

Derde en zelfs de vierde regenboog gefotografeerd



Figuur 1: de eerste en tweede regenboog, die zich vertonen in het gebied aan de hemel dat tegenover de zon is. De eerste regenboog vertoont aan zijn binnenkant een fijnstructuur in de vorm van extra boogjes. Deze boogjes (de zogeheten 'overtallige regenbogen') worden wel eens aangezien voor een derde of vierde regenboog. Ten onrechte: de echte derde en vierde regenboog staan aan de andere kant van de hemelkoepel. (Foto gemaakt door Claudia Hinz (Brannenburg, Duitsland) bij zonshoogte $36,9^\circ$ op 21 augustus 2009, 14:24 UTC).

G.P. Können

G. P. Können houdt zich bezig met halo's, regenbogen en andere verschijnselen in de vrije natuur. Hij is gepensioneerd vanuit het KNMI. Eerdere bijdragen aan Zenit (en andere tijdschriften) zijn te vinden op guntherkonnen.com

Na eeuwen van speculatie over de zichtbaarheid van de derde regenboog in de natuur is het pleit beslecht: Duitse waarnemers zijn er in geslaagd de derde regenboog, die aan de zonzijde van de hemel verschijnt, fotografisch vast te leggen en kort daarna zelfs de vierde regenboog.

Eerste, tweede en hogere regenbogen

De eerste twee regenbogen zijn wel bekend: ze ontstaan door lichtstralen die één respectievelijk tweemaal inwendig tegen de wand van een druppel worden weerkaatst. Ze verschijnen tegenover de zon, dus aan het donkere deel van de hemel. De eerste regenboog (de hoofdregenboog) 'staat' op 42 graden van het tegenpunt¹ van de zon; rood bevindt zich aan de buitenkant. De tweede boog (de nevenregenboog) staat met 51 graden circa 9 graden verder weg van het tegenpunt; zijn kleurvolgorde is omgekeerd. De eerste en tweede

boog staan dus met hun rode kant naar elkaar toe (figuur 1). Door de extra inwendige reflectie is de tweede boog ongeveer vijf keer zwakker dan de eerste.

De derde en vierde regenboog zijn het resultaat van nog meer inwendige reflecties: drie voor de derde, vier voor de vierde boog. De derde boog is daarom maar liefst twintig keer zwakker dan de eerste regenboog, de vierde boog is zelfs veertig keer zwakker dan de eerste boog. Wat de situatie nog beroerder maakt, is dat deze bogen aan de zonzijde van de hemel verschijnen: de derde op 42 graden, de vierde op 44 graden

¹ Het tegenpunt is het punt recht tegenover de zon, dus bij het punt waar men de schaduw van de ogen moet denken.

² In een glazen bol lukt het wél (en zelfs redelijk goed) om gekleurde lichtpunten te zien die veroorzaakt worden door deze (of zelfs hogere) regenbogen. Dat is echter heel wat anders dan een waarneming in de vrije natuur.

van de zon. Omdat tijdens regen de helderheid van de hemel in dat gebied maar liefst honderd keer groter is dan aan de donkere kant, leek het twijfelachtig of de derde regenboog ooit onomstotelijk zou kunnen worden gedetecteerd in de vrije natuur: met een signaal dat 20 keer zwakker is dan de achtergrond balanceert deze boog op de grens van wat visueel waarneembaar is. Over de zichtbaarheid van vierde boog werd al helemaal niet gespeculeerd – het verschijnen in natuurlijke omstandigheden leek een onmogelijkheid².

Tijdens de 10^e Conference on Light and Color in Nature (Maryland, 2010) hebben de Brit Philip Laven, de Amerikaan Raymond Lee en de Duitser Alexander Haussmann de situatie nog eens goed in kaart gebracht. Tijdens de discussie kwam iemand met het lumineuze voorstel de jacht op de derde boog via een soort 'brute force' aanpak voort te zetten: tijdens regen niet wachten tot de derde regenboog visueel wordt opgemerkt, maar gewoon lukraak foto's maken van het gebied waar de boog zou moeten verschijnen, om daarna te kijken of de boog via beeldbewerking zichtbaar te maken valt.

Twee maal raak!

Dit idee is opgepikt door Elmar Schmidt, lid van de zeer actieve Duitse waarnemingsgroep Arbeitskreis Meteore e.V. en doorgegeven aan medelid Michael Grossmann, een ervaren fotograaf. Op 15 mei 2011 was het raak: Grossmann kwam in de gewenste situatie terecht, meende zelfs op de verwachte plaats visueel een spoor van de derde boog te zien en nam een aantal foto's die na beeldbewerking inderdaad de derde regenboog te zien gaven. De eerste onomstotelijke waarneming van de derde boog was hiermee een feit.

Dit succes inspireerde Michael Theusner om het tijdens een buienjacht op 11 juni 2011 ook eens te proberen. Visueel zag hij niets, maar hij nam een flink aantal foto's in de richting waar de derde boog zou moeten verschijnen. Na intensieve beeldbewerking (stacking en unsharp masking) wachtte hem een verrassing: niet alleen de derde, maar ook de vierde regenboog was te zien! Net als de eerste twee regenbogen staan deze bogen gebroederlijk naast elkaar, met de rode kanten naar elkaar toegekeerd (figuur 2). IJzersterk dat het duo zo op de eerste en tweede boog lijkt, maar toch zo anders is.

Visueel versus fotografisch

Moderne beeldverwerking heeft er voor gezorgd dat digitale fotografie is uitgegroeid tot een meetinstrument dat superieur is aan het menselijk oog. Maar voor ons blijft het natuurlijk interessant te weten of de derde of vierde boog ook te zien is met ons 'primitieve instrument': het blote oog. Klaarblijkelijk is dit voor de derde regenboog inderdaad het geval, als je je goed concentreert en de omstandigheden meewerken: stromende regen, beschenen door de zon die zelf achter een geïsoleerde wolk zit. Het verschijnsel is zwak, maar de ervaring leert dat verschijnselen eerder opgemerkt worden als waarnemers weten waar ze moeten kijken en wat ze kunnen verwachten. Het lijkt mij niet uitgesloten dat na de publicatie van de historische foto's van Grossmann en Theusner meerdere waarnemers – al dan niet geholpen door een polarisatiefilter – er in zullen slagen visueel een glimp van de derde regenboog op te vangen en als het meezit misschien zelfs een spoor van de vierde boog.

Literatuur:

1. Grossmann, M. (2011), *Natural Tertiary rainbow 3rd order*, <http://atoptics.wordpress.com/2011/06/01/rainbow-3th-order-3/>. (Eerste foto van de 3e regenboog).
2. Grossmann, M., Schmidt, E., and Haussmann, A. (2011), *Photographic evidence for the third order rainbow*, *Applied Optics* **50**, F134-F141 (officiële publicatie van de waarneming en analyse).
3. Theusner, M. (2011), *3rd and 4th order rainbows*, <http://atoptics.wordpress.com/2011/06/12/3rd-and-4th-order-rainbows/>. (Eerste foto van de 4e regenboog).
4. Theusner, M. (2011), *Photographic observation of a natural fourth-order rainbow*, *Applied Optics* **50**, F129-F133 (officiële publicatie van de waarneming en analyse).
5. Lee jr, R. L. and Laven, P. (2011), *Visibility of natural tertiary rainbows*, *Applied Optics* **50**, F152-F161 (bespreking van signaal/achtergrond van hogere regenbogen en van vroegere claims betreffende visuele waarneming van de derde regenboog).



Figuur 2: derde en vierde regenboog, gefotografeerd aan de zonzijde van de hemel door Michael Theusner (Schiffdorf, Duitsland) bij zonshoogte 10,9° op 11 juni 2011, 18:19 UTC. De bogen zijn zichtbaar gemaakt via contrastversterking. De derde en vierde regenboog staan met de rode zijden naar elkaar toe. Ze staan dicht bij elkaar dan de bekende eerste en tweede regenboog. De strepen op de foto zijn individuele regendruppels. Het landschap op de voorgrond is niet contrast-versterkt. (Gepubliceerd met toestemming van de fotograaf).