

Driemaal horizontaal

F.J. van den Brink

Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht

'Groeïende bergen'

Onder deze titel schreef Gerrit Krol: 'Ik heb altijd gedacht dat je hoogtes kon afmeten aan de horizon. Aan het einde van de weg staat een huis. Het deel (van dat huis) dat onder de horizon ligt, daarvan is de hoogte gelijk aan mijn ooghoogte [...]'. En hij meent dat dit verschijnsel ook in de bergen van toepassing is. Maar dat pakte anders uit.

Hij schrijft:

'Ik stond een week geleden op de Mont Blanc, de hoogste berg van de Alpen, en zie tot mijn verbazing verderop de karakteristieke kegel van de Matterhorn... boven de horizon uitkomen. Gaat u maar 's kijken, dan zult u het zien. Bovenop de Mont Blanc ziet u rondom bergen die nog een stuk hoger zijn of lijken. Je staat met je vlag op de Mount Everest, het dak van de wereld, je kijkt om je heen en je ziet nog veel hogere daken ...'

Gerrit Krol: Groeïende bergen; *NRC/HANDELSBLAD*, 11/7/95.

Is de horizon in een bergland een andere dan die in het vlakke Nederland? In zijn artikel geeft Krol een verklaring: 'Bij het stijgen daalt je horizon'. Maar je zou toch ook mogen denken dat een waterpas horizontaal vlak met je mee-stijgt?



De karakteristieke kegel van de Matterhorn

Verticaal en horizontaal

'Verticaal', dat weten we, is de richting naar het middelpunt van de aarde. Naar beneden. Maar 'horizontaal'? Is dat in de richting van de horizon? En als ik thuis in de kelder de horizon niet kan zien, wat is dan 'horizontaal'? Mijn leraar natuurkunde maakte zich ervan af door te zeggen: 'Horizontaal is loodrecht verticaal'. Neem een punt op een verticale lijn, dan liggen de horizontale richtingen door dat punt in een vlak dat haaks op die verticale lijn staat. Dit horizontale (haaks-verticale) vlak is plat.

Ik had er toen vrede mee. Maar nu denk ik dat die definitie niet voldoet om het probleem van Krol te verklaren. Stilzwijgend stelt hij dat 'horizontaal' iets te maken heeft met de horizon, met de rand, de scheidingslijn tussen aarde en hemelbol. Krol probeert tussen de bergen door naar de horizon te kijken. Zijn kijklijn schampt daar de aarde als een raaklijn. Spiedt hij om zich heen de horizon helemaal af, dan doorloopt zijn kijklijn het vlak van een punthoedje dat op de aarde, op de horizon van Krol staat en dat zijn oog als punt heeft. Met dit idee van 'horizontaal' verdwijnt het haaks-verticale platte vlak van mijn leraar. Het punthoedje is niet plat, maar gebogen en is vanaf een hoge berg ook niet haaks-verticaal. Dit is dus een tweede zienswijze op 'horizontaal'.

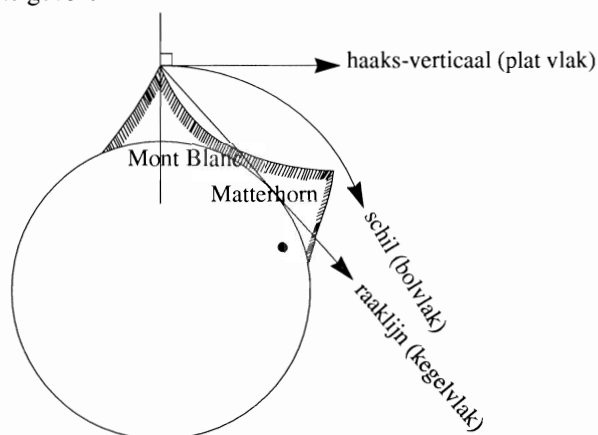
In de Alpen is sprake van nog een derde soort. Het ligt voor de hand, maar je komt er niet gemakkelijk op omdat het vlak bol is. Om de hoogtes van bergen met elkaar te kunnen vergelijken, moet je concentrische bollen als schillen om de aarde denken. Elke schil die de hoogte van een berg aangeeft, blijft op vaste afstand van de schil die als aardoppervlak is gekozen. De kleinere Matterhorn blijft onder de hoogteschil van de Mont Blanc.

Horizontaal en bolmeetkunde

Er zijn mijns inziens (Van den Brink, 1995) tenminste drie betekenissen voor 'horizontaal' in het artikel van Krol aan de orde (en misschien zijn er nog wel meer te vinden). Ze zijn met drie soorten vlakken te karakteriseren.

- kijken in een *plat* vlak, loodrecht op een verticale aardstraal: 'haaks-verticaal'
- kijken naar de horizon rondom. De kijklijn doorloopt als raaklijn aan de aarde de *gebogen* mantel van een raakkegel aan de aarde. Je zou dit 'raaklijn-horizontaal' kunnen noemen. En ten slotte:
- je beweegt je over een *bolle* schil die evenwijdig aan het aardoppervlak loopt, zeg: 'schil-horizontaal'.

Met een plaatje waarin de Mont Blanc en de Matterhorn karikaturaal getekend zijn op een veel te kleine aarde, zijn de drie betekenissen van 'horizontaal' duidelijk aan te geven.



Het artikel van Krol toont aan dat je niet zomaar straffeeloos van het ene naar het andere begrip kan overstappen. Zo'n overgang schept verwondering en verwarring. Het ligt er maar aan waarin je geïnteresseerd bent, welke van de drie bovengenoemde betekenissen je voor 'horizontaal' kiest. In feite word je gevraagd rekening te houden met het feit dat de aarde niet alleen uit 'voldoende kleine' platte gebieden bestaat, maar ook als enorme bol opgevat kan worden. In het eerste geval vallen de drie betekenis-

sen van 'horizontaal' samen. Bij de tweede zienswijze komen de verschillen pregnant naar voren en geven aanleiding tot verschillende vraagstukken. Enkele voorbeelden.

- Als je vanuit Zwolle in een kaarsrechte lijn richting Utrecht gaat, dan verlaat je de krommende aarde en kom je op die afstand ruim boven de Utrechtse Dom uit. Je beweegt je in een 'haaks-verticaal' vlak vanuit Zwolle.
- Hoe hoger je komt, hoe verder je kan kijken (raaklijn-horizontaal). Maar er zijn grenzen. Je kan op die manier bijvoorbeeld niet om de hele aarde heen kijken. Daarvoor heb je meer dan één satelliet nodig...
- De ene berg is kleiner dan de andere (schil-horizontaal gezien). De hoogte-schil van de kleinere Matterhorn doorsnijdt de Mont Blanc. Die doorsnijding is op een kaart van de Mont Blanc te tekenen als een hoogtelijn.
- Op een zware bergtocht vraag je je af wanneer het volgende bergdorp zal opduiken. Dat hangt af van de hoogte waarop je zit, de berg- en dalenlijn waar je vermoede blik langs glijdt, de bossen en bosjes (raaklijn- en schil-horizontaal).

In praktisch opzicht blijft het verschijnsel waarop Krol wees, natuurlijk bestaan. De meetkundige verklaringen ervoor hebben daarop geen invloed; je kan niet plotseling anders gaan kijken. Maar je kan wel nagaan hoe de situatie in elkaar steekt en daarbij kan meetkunde je heel behulpzaam zijn.

Literatuur

- Brink, F.J. van den (1995). *Informatie-boek bij de poster Bolmeetkunde*. Freudenthal instituut, Utrecht.
- Krol, G. (1995). 'Groeiende bergen'. *NRC/HANDELSBLAD*, 11/7/95.

Van Aardbeving tot Zonne-energie – Bèta-themadag bij Universiteit Utrecht

'Aardbevingen' veroorzaken of onderzoeken hoe je zonlicht oogst, dat en nog veel meer kunnen 4 vwo-ers op 20 april 1996 in Utrecht. Dan organiseren de bèta-faculteiten van de Universiteit Utrecht een bèta-themadag: 'Van Aardbeving tot Zonne-energie'. De themadag is vooral bestemd voor leerlingen uit 4 vwo, maar leerlingen uit 5 en 6 vwo en docenten zijn ook welkom. Ze kunnen kiezen uit meer dan veertig programma-onderdelen.

Er is op 20 april van alles te zien, te horen en vooral ook te doen. Net als bèta-wetenschappers houden leerlingen zich op de bèta-themadag bezig met veel verschillende natuurwetenschappelijke verschijnselen. Vanuit verschillende invalshoeken, met verschillende technieken en van A tot Z. Ze kunnen op allerlei vragen antwoord krijgen. Bijvoorbeeld op de vraag wat aardappelen en vaccins tegen longontsteking met elkaar te maken hebben.

Of: wat maakt onze aarde tot een bewoonbare planeet en hoe houden we dat zo? Is de mens een toevalstreffer? En hoe vind je de weg op Internet? Leerlingen kunnen mee op veldwerk in De Uithof, maken hun eigen weersvoorspelling of experimenteren in een echt laboratorium. Workshops en practica, demonstraties en proefcolleges: er is voor elk wat wils.

Op de themadag vindt ook de prijsuitreiking van de A-lympiade plaats.

De dag duurt van 9.45 tot 16.00 uur. Toegang, koffie, thee en lunch zijn gratis.

Gebouw Faculteit Aardwetenschappen, Budapestlaan 4, De Uithof, Utrecht.

Inlichtingen: Ellen Hooijen, telefoon 030 - 2535106.