

Waarom is het in M

Meetkundig redeneren in de rekenles

De vraag waarom we zomer en winter hebben, valt dat ook onder rekenen-wiskunde? Er komt in ieder geval meetkundig redeneren aan te pas en het kunnen maken van een schematische voorstelling. In feite blijkt het te gaan om oppervlakte. Frans van Galen en Greetje van Dijk vroegen kinderen uit te leggen wat de stand van de zon voor verschil maakt. Hun onderwijsactiviteiten combineren rekenen-wiskunde met het vak wetenschap en techniek.

De zon recht boven je

‘Waarom is het in Marokko warmer dan bij ons?’

‘Omdat Marokko dicht bij de evenaar ligt.’

‘En waarom is het daar dan warmer, dicht bij de evenaar?’

‘Omdat de zon in Marokko recht boven je staat. In Nederland staat de zon veel lager.’

‘Oké, het heeft dus te maken met de stand van de zon. Maar waarom is het warmer als de zon recht boven je staat?’

Wat zou u antwoorden op die laatste vraag? Leg Volgens Bartjens even weg en denk er eens over na. Waarschijnlijk kunt u het antwoord niet direct geven, net als de meeste andere volwassenen die we het gevraagd hebben.

We hebben het ook aan kinderen gevraagd¹. De meeste kinderen zeggen dat het komt omdat de zon in Marokko dichterbij staat. Jesse, uit groep 6, maakte de tekening van afbeelding 1. Het vakje bovenaan op de aarde is een tropisch land en de zwarte punt is Nederland. Zijn uitleg: ‘Omdat zij daar dichterbij de zon staan en wij zitten dan een beetje aan de zijkant.’



Afbeelding 1. Illustratie bij de uitleg van Jesse



Melissa uit groep 8 komt met een prachtige vergelijking: ‘Dat is hetzelfde als je de staat oversteekt. Dan moet je die ook recht oversteken en niet schuin, want als je hem schuin oversteekt doe je er langer over. Dat is net zo met de zon en de aarde. De zonnestralen leggen een langere weg af als ze schuin lopen naar de aarde. Dan koelen ze wat af.’ Om uit te leggen hoe het zit met dat oversteken van de straat, maakte ze de tekening van afbeelding 2.

Zomer en winter

We vroegen de kinderen daarna naar het verschil tussen zomer en

winter. Volgens hen heeft ook dat te maken met de afstand tot de zon. Jesse weet dat als het bij ons zomer is, het aan de andere kant van de wereld winter is. Hij maakt de tekening van afbeelding 3 met links een zwarte punt voor Nederland en rechts een zwarte punt voor Australië. Als het bij ons win-



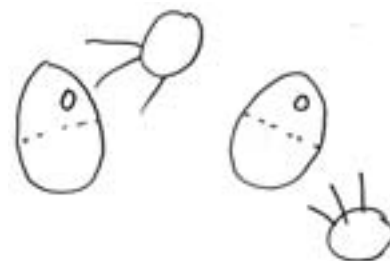
Afbeelding 2. Uitleg volgens Melissa

ter is staat de zon aan de andere kant. ‘In de winter staat de zon verder, dus dan ben je een beetje hierzo. In de zomer ben je dichterbij de zon, dus dan draait ie zo.’ Over dag en nacht zegt Jesse niets. Volgens zijn tekening zou het bij ons in de winter de hele dag donker zijn.



Afbeelding 3. Jesse

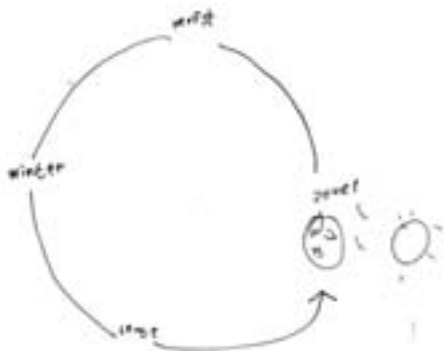
Melissa (afbeelding 4) weet dat zomer en winter te maken heeft met de stand van de aarde. De zon staat in de zomer meer recht boven je. Toch komt haar uitleg er uiteindelijk op neer dat het in de zomer warmer is omdat de zon dichterbij staat.



Afbeelding 4. Melissa

Een bijzondere uitleg voor het verschil tussen zomer en winter heeft Toon, zie afbeelding 5. De aarde maakt in een jaar een cirkel en als de aarde ver weg staat is het winter. Zijn uitleg kan alleen geen stand houden als vriendje Jurriaan opmerkt dat de aarde om de zon draait.

Marokko warmer?



Afbeelding 5. Uitleg van Toon

Niet afstand, maar oppervlakte

De verklaring voor warmte en kou zit niet in de afstand tot de zon, want de zon staat ongeveer 150.000.000 km van ons af en de afstanden op aarde (doorsnee nog geen 13.000 km) vallen daar volledig bij in het niet. Het draait in feite om oppervlakte. De tekeningen van afbeelding 6 kunnen dat verduidelijken. In de winter staat de zon lager aan de hemel en dan wordt het licht van een even brede bundel over een groter oppervlak verspreid. U kunt het met een zaklantaarn nadoen. Zoek er een die een kleine, gerichte bundel afgeeft. Als je hem recht boven de vloer houdt zie je een cirkel, maar hou je de zaklantaarn schuin dan zie je een ovaal en die ovaal is groter dan de cirkel. Dezelfde bundel licht wordt dus over een groter gebied verdeeld.



Afbeelding 6. Een even brede bundel zonlicht in Nederland op 21 juni (links) en 21 december (rechts)

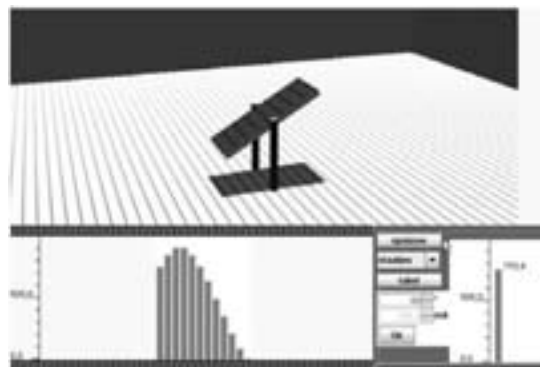
Het proefje met de zaklantaarn is niet helemaal correct, want de zaklantaarn zou eigenlijk een evenwijdige bundel licht moeten geven. De zonnestralen die op de aarde vallen zijn - door de enorme afstand tussen aarde en zon - praktisch gezien evenwijdig. Het is moeilijk om je dat voor te stellen, want we weten ook dat de zon, net als een lamp, alle kanten op straalt. Het leidt bij kinderen tot tekeningen die aanleiding geven tot misverstanden, omdat ze de zon veel te dicht bij de aarde zetten. Op zo'n tekening maakt de afstand inderdaad wat uit! Wat het redeneren over zonlicht vooral zo lastig maakt is dat als de zon schijnt, hij ook overal schijnt. Om te kunnen redeneren over oppervlakte - om precies te zijn, over de hoeveelheid straling per oppervlakte - moet je in gedachten uit al dat zonlicht een bundel isoleren en dan

redeneren over wat er met zo'n bundel gebeurt in verschillende seizoenen, of op verschillende plekken op de aarde. Dat is zo'n ongewone denkstap dat de meeste mensen een paar dagen na de zaklantaarn-demonstratie - ondanks het aha-gevoel van het moment - al niet meer zullen kunnen uitleggen hoe het zit.

Stroom uit een zonnecel

Het is goed om kinderen te laten onderzoeken wat het effect is van de stand van de zon. Niet alleen speelt die wisselende stand een fundamentele rol in het leven op aarde, maar het verdiept ook het inzicht van kinderen in wat oppervlakte is. In het kader van een project over grafieken² hebben we een pakketje gemaakt voor groep 7 en 8 over zonne-energie en we denken dat dat pakketje kinderen kan helpen begrijpen welke rol oppervlakte en hoek van inval spelen. Eerst experimenteren kinderen met een echte zonnecel en daarna kunnen ze het experiment nog eens overdoen in een computersimulatie. Afbeelding 7 laat daar het scherm van zien. De zonnecel kan in verschillende standen worden gedraaid ten opzichte van de lichtbron, die niet zichtbaar is, maar recht boven het grondvlak staat. Kinderen kunnen in deze simulatie ontdekken dat de stroomopbrengst varieert met de grootte van de schaduw van de zonnecel. Dat is ook logisch, want hoe groter de schaduw, des te meer zonlicht absorbeert de zonnecel.

We zouden graag zien dat de hele klas meedoet aan zo'n zonnecel-project. Het onderwerp is belangrijk en we zijn ervan overtuigd dat alle leerlingen op een globale manier over oppervlakte en zonlicht kunnen redeneren. In ieder geval is het onderwerp zeer geschikt als extra stof voor betere leerlingen.



Afbeelding 7. Computersimulatie met een draaibare zonnecel waarin de stroomopbrengst bij een bepaalde hoek van inval gemeten kan worden

Greetje van Dijk is werkzaam bij MHR, als onderwijsadviseur en projectleider Surplus-begaafden, Frans van Galen is werkzaam bij het Freudenthal Instituut

Noten

1. Een paar stukjes uit de interviews zijn te vinden op <http://www.fi.uu.nl/rekenweb/grafiekenmaker/zonnecel.html>
2. De website van het project (<http://www.fi.uu.nl/rekenweb/grafiekenmaker/>) geeft een overzicht over alle onderwijsactiviteiten die ontwikkeld zijn. Kies eerst 'zonnecel' en daarna 'experiment met een lamp'. Het klassenproject over de zonnecel sluit aan bij het pakketje over zon en schaduw dat besproken werd in het artikel 'Zon en schaduw' van Frans van Galen en Wim van Velthoven, Volgens Bartjens 26(2), pagina 16-18, 2006.