

Greep op grafieken

*Carolien Duijzer, Marja van den Heuvel-Panhuizen, Michiel Veldhuis & Michiel Doorman,
Universiteit Utrecht: Freudenthal Group, Faculteit Sociale Wetenschappen
& Freudenthal Instituut, Faculteit Bètawetenschappen*

Inleiding

Grafieken zijn krachtige middelen om gegevens op overzichtelijke wijze weer te geven. We komen ze dan ook veelvuldig tegen in tijdschriften en andere media. Grafieken zijn echter niet altijd even gemakkelijk te interpreteren. Dit geldt zowel voor kinderen als voor volwassenen. Met name grafieken waarin veranderingen in de tijd zijn afgebeeld, zoals bewegingen, vragen om het nodige inzicht. Het zelf met het lichaam ervaren hoe deze grafieken ontstaan en aangepast kunnen worden, lijkt een kansrijke aanpak om het begrijpen van grafieken al bij basisschoolleerlingen te bevorderen. In *Beyond Flatland*, een door NRO gefinancierd onderzoeksproject, gaan we dit verder onderzoeken. Leerlingen werken hierbij met bewegingssensoren waarmee ze zelf grafieken kunnen construeren. Onze eerste ervaringen binnen dit project, lees je in dit hoofdstuk.

We kunnen geen krant openslaan of we worden wel met een grafiek geconfronteerd. Grafieken kunnen ons informeren over allerhande zaken, bijvoorbeeld het weer, de beursindex, of over de meest recente sportuitslagen. Veel grafieken geven de relatie weer tussen veranderende grootheden 'over tijd'. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de verandering in temperatuur gedurende een bepaalde periode. Begrijpen hoe dergelijke grafieken van veranderende grootheden over tijd in elkaar zitten lukt het best wanneer je deze zelf construeert. In dit hoofdstuk beschrijven we een aantal voorbeelden van taken waarbij kinderen kennismaken met grafieken die ze zelf creëren doordat een bewegingssensor hun bewegingen oppikt. De kinderen hebben aan de taken gewerkt tijdens het Weekend van de Wetenschap in het Universiteitsmuseum van de Universiteit Utrecht .

Grafieken maken

Opdrachten waarbij leerlingen zelf grafieken maken, zijn niet vaak te vinden in de reken-wiskundemethodes van het basisonderwijs. Als het over grafieken gaat, ligt de focus meestal op het interpreteren van gegeven grafieken. Het komt dus nauwelijks voor dat kinderen zelf actief aan de slag gaan. Toch is met de nu beschikbare technologie al veel mogelijk. Door gebruik te maken van bewegingssensoren kun je kinderen door te bewegen een grafiek laten maken. Software zorgt er dan voor dat een beweging in *real-time* naar een grafische representatie wordt omgezet. De zo gemaakte grafiek kun je via een beamer of met behulp van het digibord op de muur projecteren. Op deze manier kunnen kinderen een verbinding gaan leggen tussen de door henzelf gemaakte beweging en de vorm van de grafiek (Afb. 1).

Bij de taken en de sensor die wij hebben gebruikt is deze grafiek een tijd-afstand grafiek met de tijd (in seconden) op de x-as en de afstand tot de sensor (in meters) op de y-as. Het is dan aan de kinderen om te ontdekken welke aspecten van hun bewegingen nu precies zorgen voor veranderingen in de grafiek. Dit kunnen ze bijvoorbeeld uitvogelen door zoveel mogelijk in hun bewegingen te variëren. Een andere beweging geeft namelijk een andere grafiek. Door deze ervaringen leren de kinderen dat in de grafiek het verloop van de afstand over de tijd is af te lezen. Door hierover te redeneren kunnen de kinderen verbanden gaan zien tussen hun eigen bewegingen en de representatie daarvan in de grafiek. Het zien van dergelijke verbanden en hierover bepaalde verwachtingen kunnen opstellen, kunnen we voor kinderen van de basisschool beschouwen als een hogere-orde denkvaardigheid. De ontwikkeling van dit hogere-orde denken wordt gestimuleerd door de sensomotorische ervaringen van de kinderen. De kennis die zo ontstaat is belichaamde kennis. We denken dat deze kennis cruciaal is voor het ontwikkelen van nieuwe, fundamentele concepten. Door de kennis over grafieken al vroeg in het onderwijs te introduceren wordt een stevige basis gelegd voor later.



Afb. 1. Het leggen van een verbinding tussen beweging en grafiek.

Bewegingen representeren in dynamische grafieken

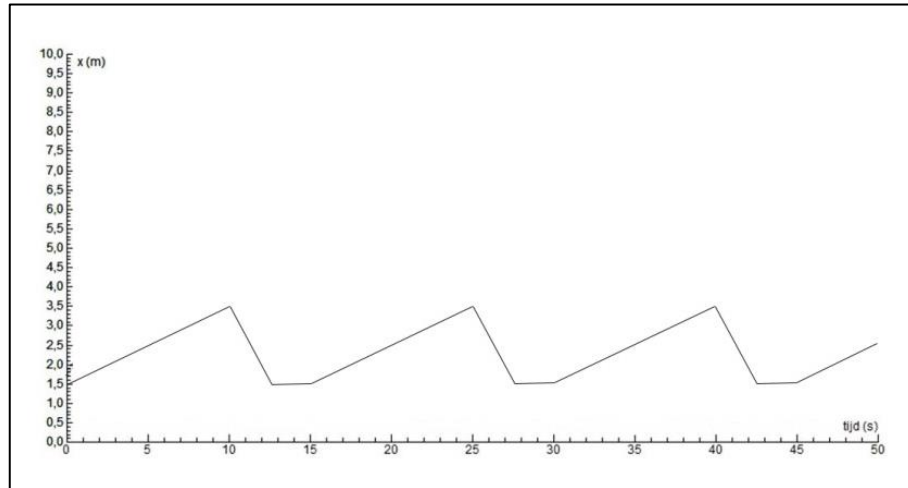
Bij de eerste taak die we voor het Weekend van de Wetenschap bedacht hebben, mogen de kinderen gaan schommelen. Op afbeelding 2 is Sophie van tien jaar oud een grafiek aan het schommelen. Bepaalde aspecten van de schommelbewegingen worden opgepikt door de sensor en zijn terug te zien in de grafiek.

Vervolgens gaan de kinderen voor de sensor heen en weer lopen en rennen. Hierbij worden de verschillen en overeenkomsten tussen de grafische representaties van de schommelbeweging en de loopbeweging meer inzichtelijk. Een nieuwe uitdaging is ver-



Afb. 2. Sophie schommelt een grafiek.

volgens het lopen van een op een geplastificeerde kaart gegeven grafiek (Afb. 3). Essentieel bij deze taak is dat kinderen door krijgen dat ze, om de stijgende en dalende lijnen in de grafiek te kunnen reproduceren, moeten variëren in de snelheid en richting van hun bewegingen.



Afb. 3. Een grafiek die de kinderen gaan lopen.

In het hiernavolgende fragment loopt Bas, zes jaar oud, de grafiek van afbeelding 3. Hierbij ontstaat het volgende gesprek met de onderzoeker:

Onderzoeker: *Kun je de grafiek omhoog laten gaan? Hogere heuvels maken?*

Bas: *Als ik spring?*

Onderzoeker: *Oke, laat maar zien.*

Bas: Bas springt herhaaldelijk op en neer. Er gebeurt niets opvallends in de grafiek. De lijn gaat een beetje omhoog, en weer naar beneden, maar het worden geen hoge heuvels, zoals in het voorbeeld. Bas kijkt vragend achterom naar de onderzoeker.

Onderzoeker: *Dat klopt niet he? Hij gaat niet omhoog.*

Bas: Bas schudt nee met zijn hoofd.

Onderzoeker: *En loop nu eens naar voren.*

Bas: Bas loopt naar voren, de lijn gaat omhoog (Afb. 4).

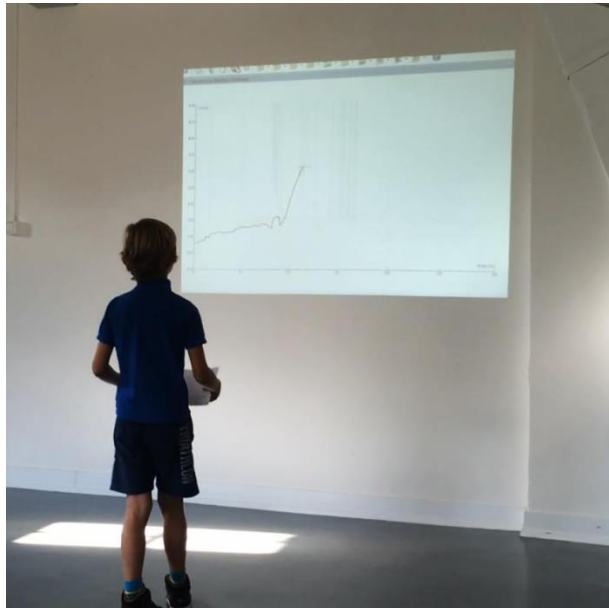
Onderzoeker: *En weer naar achter.*

Bas: Bas loopt naar achter, de lijn gaat naar beneden. Bas loopt opnieuw naar voren, de lijn gaat omhoog. Bas loopt opnieuw naar achter, de lijn gaat naar beneden. Bas kijkt naar de onderzoeker. Gaat dan verder waar hij gebleven was, hij kijkt naar het voorbeeld, loopt naar voren en dan met een sprongetje iets sneller naar achter. Hij herhaalt deze actie twee keer, tot de tijd op is.

Verband leggen tussen beweging en grafiek

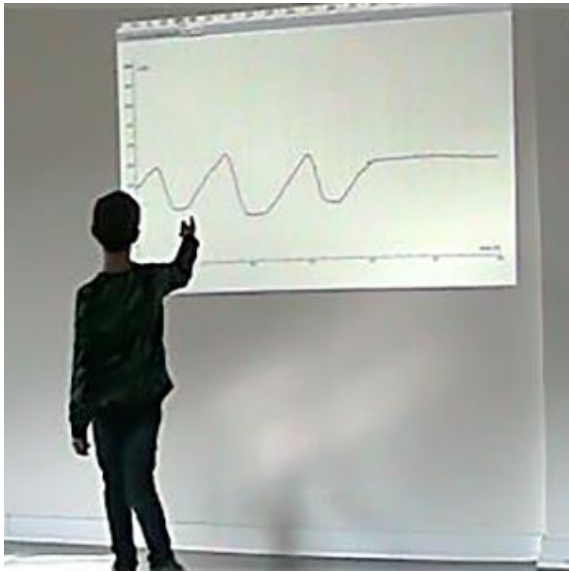
Hier zien we dat Bas moeite heeft met het idee dat naar voren lopen de gewenste verandering in de grafiek teweeg zal brengen, namelijk dat de lijn omhoog zal gaan (de afstand tot de sensor wordt groter). Door te springen in plaats van naar voren te

lopen, laat Bas zien dat hij de grafiek in eerste instantie interpreteert als beschrijving van zijn eigen beweging. Bas denkt waarschijnlijk dat als hij zelf omhoog gaat de grafiek ook omhoog gaat. Het verwartende is dat de gemaakte grafiek wel iets van heuvels laat zien – doordat zijn sprongen niet precies verticaal zijn registreert de sensor kleine bewegingen – maar geen hoge heuvels. Wanneer de onderzoeker Bas middels een aantal aanwijzingen een andere richting instuurt, zien we dat hij eigenlijk toch wel heel goed raad weet met deze situatie. Niet alleen loopt hij sneller naar achter dan naar voren (variatie in snelheid is essentieel voor het lopen van deze grafiek), hij herhaalt dit een aantal keer. Zo zien we dat Bas opeens een verband legt tussen zijn bewegingen en de representatie van zijn bewegingen in de grafiek. Dat kinderen hun bevindingen ook onder woorden kunnen brengen, is terug te zien in het volgende fragment waar de iets oudere Timon, tien jaar oud, aan de taak werkt.



Afb. 4. Bas loopt naar voren, de lijn gaat omhoog.

- Timon: Timon houdt de kaart stevig vast voor zijn neus, en loopt de grafiek door naar voren te lopen en vervolgens iets sneller naar achter. Na drie van dergelijke heuvels gemaakt te hebben blijft Timon stilstaan (dit is de rechte lijn in de grafiek, zie Afb. 5).
Ik ben klaar.
- Onderzoeker: *Mag je gewoon doorgaan.*
- Timon: Timon doet niets.
- Onderzoeker: *Heb je niets meer te doen?*
- Timon: *Er zijn er niet meer.*
Timon wijst naar het voorbeeld in zijn hand.
- Onderzoeker: *O, ze zijn op? Oké, als we deze (laat het voorbeeld zien) er nu eens naast houden, wat zou je nog anders kunnen doen?*
Onderzoeker loopt met Timon naar de projectie op de muur en houdt het voorbeeld naast de zojuist geprojecteerde grafiek.
- Timon: Timon wijst naar de stijgende lijn van de tweede heuvel.
Ja...ik zou deze nog schuiner kunnen maken.
- Onderzoeker: *Nog schuiner kunnen maken?*
- Timon: *Ja.*
- Onderzoeker: *Oké, dan mag je dat eens proberen.*
- Timon: Timon loopt langzaam naar voren, en snel naar achter. Hij herhaalt dit opnieuw drie keer, tot de tijd op is (Afb. 6).



Afb. 5. Timon en grafiek 1.



Afb. 6. Timon en grafiek 2.

Bij Timon zien we nog duidelijker dan bij Bas hoe kinderen in staat zijn om een verband te leggen tussen de eigen bewegingen en de daaruit voortvloeiende grafische representaties. De gecontroleerde bewegingen van Timon (langzaam naar voren lopen en sneller naar achter) zijn al in zijn eerste poging zichtbaar. Dat dit nog extremer kan, laat hij tijdens zijn tweede poging zien.

Reflecteren en beredeneren

Hieruit blijkt dat Timon weet welke aspecten van zijn bewegingen hij moet aanpassen, om de gewenste uitkomst in de grafiek te verkrijgen. Hij moet nog langzamer lopen. Timon is hier bezig met het interpreteren van de grafische representatie en formuleert op basis daarvan een bepaalde verwachting. Deze verwachting kan hij vervolgens toetsen door de grafiek nogmaals te lopen. De redenering van Timon getuigt van een hoger denkniveau dan wat Bas laat zien. Het denken van Timon gaat dieper dan de een-op-een vertaling van een beweging naar een grafiek. Timon is hier bezig met het leggen van verbanden en het opstellen en toetsen van verwachtingen; aspecten die onlosmakelijk verbonden zijn met hogere-orde denken. Echter, de manier waarop hij dit onder woorden brengt klinkt misschien nog wat onbeholpen. Toch kunnen we uit zijn acties opmaken dat hij met *schuiner* ook daadwerkelijk een flauwere helling bedoelt.

Bovenstaande voorbeelden laten zien dat kinderen in staat zijn om een verbinding te maken tussen hun eigen beweging en de vorm van de grafiek, maar ook tussen de veranderende grootheden op de x-as en de y-as, die respectievelijk de tijd en de afstand tot de sensor weergeven. Dit komt onder andere tot uitdrukking in het aanpassen van de loopsnelheid. Om een flauw stijgende lijn te maken moeten Bas en Timon langzaam van de sensor vandaan lopen. De sterk dalende lijn vraagt juist om een tegenovergestelde actie. Zo zijn Bas en Timon met hun lichaam betrokken bij weer een ander aspect van beweging, namelijk dat van snelheid. In dit opzicht dra-

gen de sensomotorische acties van Bas en Timon bij aan het maken van de grafieken en aan het leggen van verbanden tussen de gemeten grootte (hier: afstand), de mate van verandering (hier: snelheid) en de vorm van de grafiek (hier: schuiner).

Ontluikend begrip over het maken van grafieken

In dit hoofdstuk hebben we laten zien hoe door het zelf construeren van grafieken kinderen na gaan denken over wat de verschillende aspecten in de grafiek nu eigenlijk betekenen. De sensomotorische acties van de kinderen vormen hierin het uitgangspunt. Door vragen te stellen over de grafische representaties kregen we meer inzicht in hoe deze kinderen verbanden leggen tussen hun bewegingen en de bijbehorende veranderingen in de grafiek. Hierdoor krijgen we niet alleen meer inzicht in hoe kinderen redeneren over grafieken, maar ook hoe het begrip ervan bevorderd kan worden. Zo zien we onder andere dat kinderen op verschillende manieren reageren op de door henzelf gecreëerde grafieken en op verschillende niveaus redeneren over de grafische representaties. De ervaringen die we met de taken bij het Weekend van de Wetenschap hebben opgedaan laten duidelijk zien dat kinderen al complexe grafische representaties van dynamische data aankunnen en zo hogere-orde denkvaardigheden tentoonspreiden.