



FUNTHINK HANDBOEK LERARENOPLEIDING

MODULE 1: FUNCTIONEEL DENKEN

Algemene leerdoelen van de pre-service lerarenopleiding:

1. Kwantitatief redeneren:

- Wat zijn de hoeveelheden die variëren
- Hoe variëren de hoeveelheden
- Hoe komen ze overeen?
- Object bekijken

2. Representaties van functies (adaptieve expertise/vloeiendheid)

- Verplaatsen tussen weergaven (tabel/grafiek/cijfers/kaart/verhaal)
- Verband tussen representatie en situatie

Deze leerdoelen komen naar voren in drie modules:

1. Variatie-co-variantie
2. Afstand-tijd grafieken
3. Patronen

Elk van deze modules bestaat uit een leertraject met de volgende kenmerken:

- Studenten ervaren covariante grootheden
- Co-variabele grootheden identificeren; bijhouden
- Leg uit hoe ze samenhangen
- Beschrijf de correspondentie

Belangrijke principes bij elk van deze modules zijn variabelen, relaties en generalisatie; belangrijke processen zijn opmerken, beschrijven, rechtvaardigen, representeren, generaliseren, reflecteren en toepassen.

In dit document vind je de **docentenhandleiding voor de lerarenopleiding**. Deze module bestaat uit drie hoofdactiviteiten:

1. De getallenlijn lopen en de ervaren relaties beschrijven
2. Voor een bewegingssensor lopen en afstand-tijdgrafieken produceren
3. De relatie tussen afstand-tijdgrafieken en beweging in een digitale omgeving onderzoeken

This material is provided by the [FunThink Team](#), responsible institution: iPabo University of Applied Sciences, Amsterdam



Unless otherwise noted, this work and its contents are licensed under a Creative Commons License ([CC BY-SA 4.0](#)). Excluded are funding logos and CC icons / module icons.

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Lesplanmodule pre- en in-service docenten

Module:	Functioneel denken		
Lessuren:	2x 60 min (voor leerkrachten in opleiding): Les 1 <ul style="list-style-type: none"> - Algemene introductie in FunThink (10 minuten) - De getallenlijn lopen (25 minuten) - Reflectie (5 minuten) - Dubbele nummerlijn app (10 minuten) - Reflectie + klassikale discussie en conclusie (10 minuten) Les 2 <ul style="list-style-type: none"> - Herhaling vorige les (5 minuten) - Voor een sensor lopen (25 min) - Reflectie (5 minuten) - Wandelende schildpad app (10 min) - Reflectie + klassikale discussie (15 minuten) 		
Niveau/leeftijd:	(Pre- en in-service) docenten		
Korte beschrijving:	<p>In deze module onderzoeken (beginnende) leerkrachten functioneel denken door middel van twee activiteiten: ze onderzoeken het verband tussen invoer- en uitvoercijfers terwijl ze 'over de getallenlijn lopen' en ze onderzoeken afstand-tijdgrafieken. De docenten gebruiken experimenten uit de praktijk om functioneel denken te begrijpen.</p> <p>De docenten in opleiding experimenteren ook met de digitale hulpmiddelen, gekoppeld aan de eerder beschreven activiteiten. De focus van deze module ligt op het ontwikkelen en bevorderen van een kwalitatief begrip van functionele relaties en hoe deze te onderwijzen.</p> <p>De module laat studenten in opleiding kennismaken met de relatie tussen afstand en tijd, onderzoekt de grafische voorstelling en de veranderingssnelheid in afstand/tijd-scenario's.</p>		
Ontwerpprincipes:	Aanvraag		
	Situatie		
	Digitale hulpmiddelen		
	Uitvoering		
	<ul style="list-style-type: none"> - Onderzoekend leren: Leerlingen onderzoeken en ontdekken welke bewegingen welke soorten grafieken maken/creëren; Leerlingen ontdekken hoe de inhoud van een grafiek verband houdt met de beweging van de schildpad; - Plaatsgebondenheid: Leerlingen zien een directe weergave van hun eigen beweging (of de beweging van de schildpad); - Digitaal: overdracht van fysieke activiteiten naar een digitale activiteit, van een bewegingssensor naar een toepassing - Belichaming: Leerlingen verbinden hun eigen fysieke beweging (of de beweging van de schildpad) met de formele weergave van de afstand-tijd grafieken. 		

Functioneel denken:	Invoer - Uitvoer			
	Covariatie			
	Correspondentie			
	Object			
Leerdoelen:	<ul style="list-style-type: none"> - Pre-docenten ervaren covariante grootheden en leggen uit hoe ze zich daartoe verhouden - Leerkrachten in opleiding leren te bewegen tussen verschillende weergaven van een functie - Pre-servicedocenten denken na over het begrip functie en het belang van het ontwikkelen van functioneel redeneren - Pre-docenten reflecteren op de relatie tussen de taak en het bestaande curriculum en de ontwerpprincipes die aan de taak ten grondslag liggen. 			

Lesson no. 1. Lichamelijke activiteiten

Activiteiten

Activity 1.

Inleiding tot functioneel denken

Bij deze inleidende activiteit moet de hele klas meedoen.

Inleiding

De leerkracht leidt de les in door de docenten wat informatie te geven over het FunThink-project. De docent laat enkele voorbeelden van functioneel denken zien en noemt de ontwerpprincipes die in de ontwikkelde activiteiten zijn gebruikt. De docenten wordt gevraagd wat hun voorkennis is over het onderwerp en of ze al eerder les hebben gegeven over functies.

Opmerking: als de docenten aan het begin van deze les de pre-test moeten doen, moet de introductie na de pre-test volgen om de bevindingen niet te beïnvloeden.

Geschatte duur: 10 minuten

Activity 2. De getallenlijn lopen & Grafieken lopen

2a. De getallenlijn lopen

Deze activiteit wordt uitgevoerd door de helft van de groep leerlingen. De andere helft voert activiteit 2b uit.

Inleiding

De leerkracht plaatst de getallenlijn voor een groep leraren in opleiding, bij voorkeur niet in de klas, en legt de activiteit uit. De docent demonstreert een voorbeeld met vrijwilligers. De

docent legt uit dat de docenten in tweetallen gaan werken. Eén tweetal krijgt een kaart met een geheime regel (een bewerking, bijvoorbeeld "+2") erop. Het andere tweetal moet uitzoeken wat de geheime regel is door langs de getallenlijn te lopen en op de getallenlijn te gaan staan.

Vervolgens speelt de groep docenten het spel één keer. De docent laat een kaart met een regel zien (bijvoorbeeld '+2'; begin altijd met een eenvoudig optelprobleem) aan alle docenten, maar niet aan zichzelf. De docent moet de regel ontdekken. De docent gaat op het getal '1' op de getallenlijn staan en plakt een plakbriefje op dat getal. De leerkrachten in opleiding (die de geheime regel kennen) lopen naar de uitkomst van hun geheime regel (Als '1' de invoer is voor de berekening, gaan ze op '3' staan) en plakken een plakbriefje op dat getal. De leerkracht redeneert dan hardop om erachter te komen wat de geheime regel zou kunnen zijn. De leerkracht stelt verschillende mogelijke regels voor, maar heeft meer informatie nodig om zeker te zijn. Dit is een stap zoals het verzamelen van gegevens en het vormen van hypothesen. De leerkracht loopt vervolgens naar een ander getal op de getallenlijn, wat ertoe leidt dat de leerkrachten in opleiding naar het nieuwe uitgangsgetal lopen (op beide getallen wordt een nieuw plakbriefje geplakt). Dit is een stap van verificatie. De docent legt vervolgens uit hoe hij de regel kent en deelt deze met de docenten.

De docent legt uit dat de rollen van de duo's telkens worden omgedraaid: na het ontdekken van een geheime regel wisselen de rollen en moet het andere paar leerkrachten de regel ontdekken. De docenten worden verdeeld in groepen van vier (twee duo's) en spelen het spel samen. Nadat elk paar docenten beide rollen heeft gespeeld (weten en ontdekken), maakt de groep van vier samen een poster van hun bevindingen. De poster geeft de redenering van de docenten weer.

Voorgestelde gereedschappen/materialen:

- Twee (of drie) fysieke getallenlijnen van 1-100, zodat ongeveer 12-15 docenten in opleiding er tegelijkertijd aan kunnen werken. Gebruik bij voorkeur een getallenlijn waarop alle getallen tot 100 zichtbaar zijn om het proces van het ontdekken van de 'geheime regel' duidelijk te visualiseren.
- Kaarten met de 'geheime regels' erop. Optellen (+1 tot +9), aftrekken (-1 tot -9), vermenigvuldigen ($\times 2$ tot $\times 5$) en delen ($:2$ tot $:5$)
- Sticky notes in verschillende kleuren
- Blanco A3-vellen
- Potloden in verschillende kleuren

Geschatte duur: 5 minuten

De getallenlijn lopen

Na de inleiding voor de hele klas voeren de docenten de activiteit uit. In kleine groepjes weten of ontdekken ze om de beurt de regel. Nadat elk paar docenten beide rollen heeft gespeeld (weten en ontdekken), maakt de groep van vier samen een poster van hun bevindingen. De poster moet de redenering van de leerkracht weergeven.

De docent loopt rond om de leerkracht in opleiding te begeleiden. De docent deelt de kaarten in de volgende volgorde uit:

1. Enkelvoudige optel- of aftrekproblemen (bijvoorbeeld +2, -4).
2. Eenvoudig enkelvoudig vermenigvuldigingsprobleem (bijv. $\times 2$, $\times 3$)
3. Eenvoudige samengestelde problemen, waarbij optellen en vermenigvuldigen worden gecombineerd (bijvoorbeeld $\times 2 + 1$)
4. Moeilijker samengestelde problemen, waarbij alle soorten bewerkingen worden gecombineerd (bijvoorbeeld $:3 - 4$)

Bovendien loopt de leerkracht rond, observeert en stelt vragen zoals:

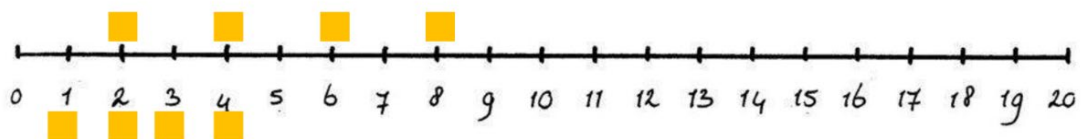
- Weet je het zeker? Waarom (niet)?
- Hoe kun je daar achter komen?

- Hoe weet je dat?
- Waarom kies je dit nummer?

De leerkracht moedigt de leerkrachten in opleiding ook aan om een poster te maken van hun bevindingen.



Door de plakbriefjes te gebruiken, wordt het patroon van de input-outputcombinaties zichtbaar voor docenten en leerkrachten:



Voorgestelde gereedschappen/materialen:

- Twee (of drie) fysieke getallenlijnen van 1-100, zodat ongeveer 12-15 docenten in opleiding er tegelijkertijd aan kunnen werken. Gebruik bij voorkeur een getallenlijn waarop alle getallen tot 100 zichtbaar zijn om het proces van het ontdekken van de 'geheime regel' duidelijk te visualiseren.
- Kaarten met de 'geheime regels' erop. Optellen (+1 tot +9), aftrekken (-1 tot -9), vermenigvuldigen ($\times 2$ tot $\times 5$) en delen ($:2$ tot $:5$)
- Sticky notes in verschillende kleuren
- Blanco A3-vellen
- Potloden in verschillende kleuren

Geschatte duur: 15 minuten

Activiteit 2b: Het lopen van een grafiek

Deze activiteit wordt uitgevoerd door de helft van de groep leerlingen. De andere helft voert activiteit 2a uit.

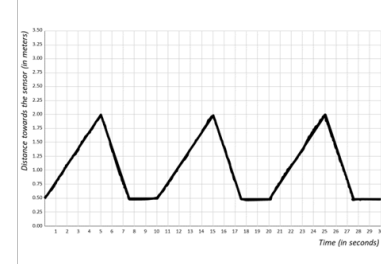
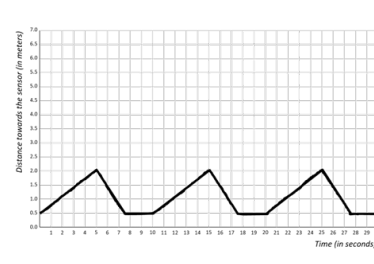
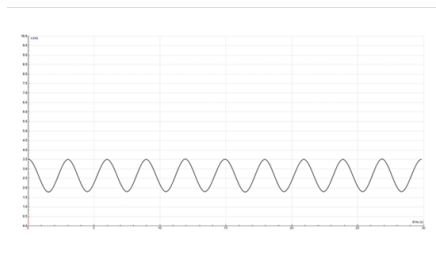
Inleiding

De leerkracht introduceert de activiteit door een van de docenten in opleiding te vragen om naar voren te komen, te gaan staan en/of bewegingen uit te voeren (voorwaarts/achterwaarts lopen, stilstaan in één positie ...) op de lijn op de vloer. De beweging van de leerkracht in opleiding wordt geregistreerd met behulp van een sensor en weergegeven op het scherm. De docent begeleidt en stelt vragen:

- Hoe komen de grafiek en de beweging overeen?
- Kun je een bepaald patroon lopen (bijvoorbeeld zigzag)?

Een grafiek lopen

De docent verdeelt de docenten in kleine groepjes. Elke groep krijgt twee of drie voorbeeldgrafieken. Aan de docenten wordt gevraagd om met één grafiek te beginnen en een 'loopplan' te bedenken om de afgebeelde grafieken te doorlopen.



De docent vraagt leerkrachten in opleiding om lopend een bepaalde grafiek te maken. De docent stelt vragen aan de docenten:

- Lijken de grafieken op elkaar?
- Wat zijn de verschillen en waarom?
- Hoe kun je het lopen zo aanpassen dat de grafiek meer op het voorbeeld gaat lijken? En waarom?

De docent toont de volgende twee grafieken en vraagt de docenten in opleiding om de grafiek en de bijbehorende beweging te beschrijven.

Voorgestelde gereedschappen/materialen/:

- Laptop met Coach 7 software (lite versie gratis beschikbaar via: https://cma-science.nl/coach-7-lite_en)
- Bewegingssensor
- Voorbeeldgrafieken

Geschatte duur: 20 minuten

Discussie in de hele klas

Activity 3. Volgende les

Tijdens deze les zullen de docenten verkennen en ervaring opdoen met de ontwikkelde digitale tools. In het eerste deel van deze les ervaren de docenten de verschillende digitale tools, gevolgd door een klassikale reflectie op de combinatie van fysieke en digitale ervaringen in relatie tot functioneel denken.

Verkenning van digitale activiteiten

Activiteit 3A - Dubbele getallenlijn

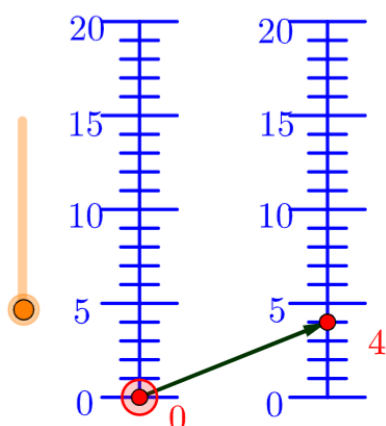
Inleiding

De leerkracht begint met het in herinnering brengen van de activiteit van het lopen op de getallenlijn. Wat was het doel van de activiteit (de geheime regel ontdekken)? En op welke manier kon dit doel bereikt worden (verschillende waarden proberen en het effect onderzoeken)?

De docent legt dan uit dat vandaag een soortgelijke activiteit zal worden uitgevoerd. Alleen zullen docenten in opleiding deze keer niet zelf lopen. In plaats daarvan kunnen ze 'beweging simuleren' in een virtuele omgeving.

De docent begint met het openen van de Geogebra-toepassing met Taken 1-3 (<https://www.geogebra.org/m/vsgqkkz3>). De docent laat zien dat door het rode punt op de linker- of rechteras van de dubbele getallenlijn te verslepen of door de oranje knop te verslepen, de getallen op de linker- of rechteras van de dubbele getallenlijn veranderen. Ondertussen veranderen ook de getallen op de rechter- of linker- of linker- of rechteras van de dubbele getallenlijn. De docent bespreekt met de docenten de verschillen en overeenkomsten tussen opdracht 1 in de digitale omgeving en de activiteit van het lopen van de getallenlijn.

Task 1



Overeenkomsten:

- Getallenlijn
- Je verandert een waarde en de andere waarde verandert als reactie
- ...

Verschillen:

- Eén getallenlijn met waarden aan elke kant vs. twee getallenlijnen
- Getallenbereik 0-100 vs. bereik 0-20

- Alleen hele getallen zijn zichtbaar vs. ook decimale getallen
- Alleen positieve getallen vs. ook negatieve getallen (opgaven 4-6)
- ...

Voorgestelde gereedschappen/materialen:

- Geogebra toepassing dubbele getallenlijn taken 1-3:
<https://www.geogebra.org/m/vsgqkkz3>
- Digibord om de toepassing te projecteren

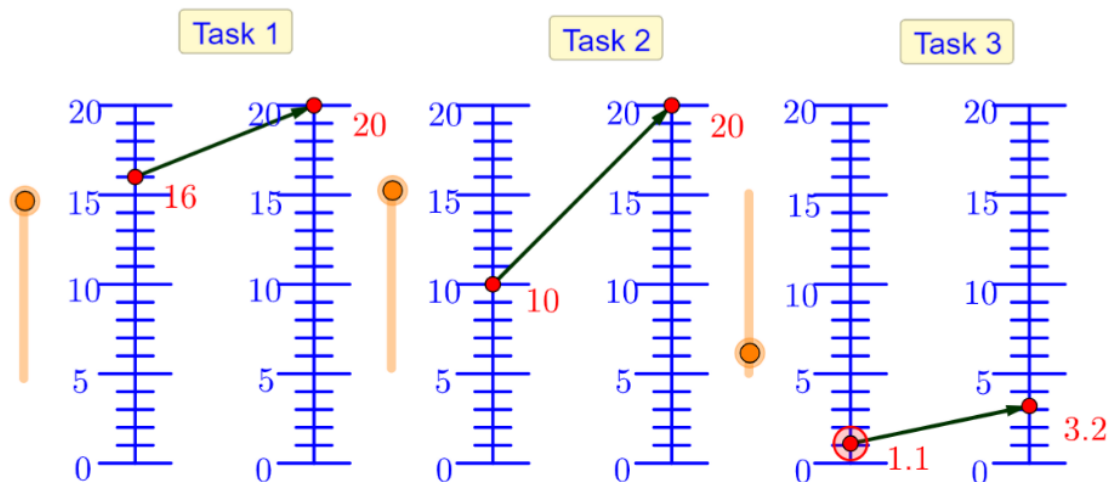
Geschatte duur: 10 minuten

Dubbele getallenlijn: ontdek de geheime regels

Leerkrachten in opleiding werken vervolgens in tweetallen met de toepassing. Leerkrachten wordt gevraagd om de rode stip op de linker as van elke dubbele getallenlijn te verslepen en te kijken hoe de pijl op de rechter as beweegt. Ze beginnen met opdracht 1-3 en als ze klaar zijn gaan ze verder met opdracht 4-6.

In totaal werken docenten in opleiding aan zes taken met de volgende verborgen functies:

Taak 1	+4	Taak 4	$x^2 + 1$
Taak 2	x^2	Taak 5	$x^3 - 5$
Taak 3	$x^2 + 1$	Taak 6	$x^2 - 8$



Het is de taak van de leerkrachten in opleiding om de geheime regels te ontdekken. Tijdens de activiteit wordt aan de leerkrachten gevraagd om bij te houden wat ze ontdekken. Ze kunnen hiervoor hun eigen voorstelling kiezen, bijvoorbeeld een tabel of een grafiek.

De leerkracht loopt rond en stelt vragen met het doel om pre-service leerkrachten aan te zetten tot exploratie en reflectie. Vragen zoals:

- Weet je het zeker? Waarom (niet)?
- Hoe kom je daarachter?
- Welke strategieën kun je gebruiken?
- Welke strategieën heb je gebruikt op de fysieke getallenlijn?
- Hoe weet je dat?
- Waarom kies je dit nummer?

Tijdens de activiteit verwijst de leerkracht voortdurend naar de eerdere ervaringen met het lopen over de getallenlijn.

Voorgestelde gereedschappen/materialen:

- Tablets voor elk leerlingpaar

- Dubbele getallenlijn taken 1-3: <https://www.geogebra.org/m/vsgqkkz3>
- Dubbele getallenlijn taken 4-6: <https://www.geogebra.org/m/m7bn4s9j>

Geschatte duur (in totaal): 30 minuten

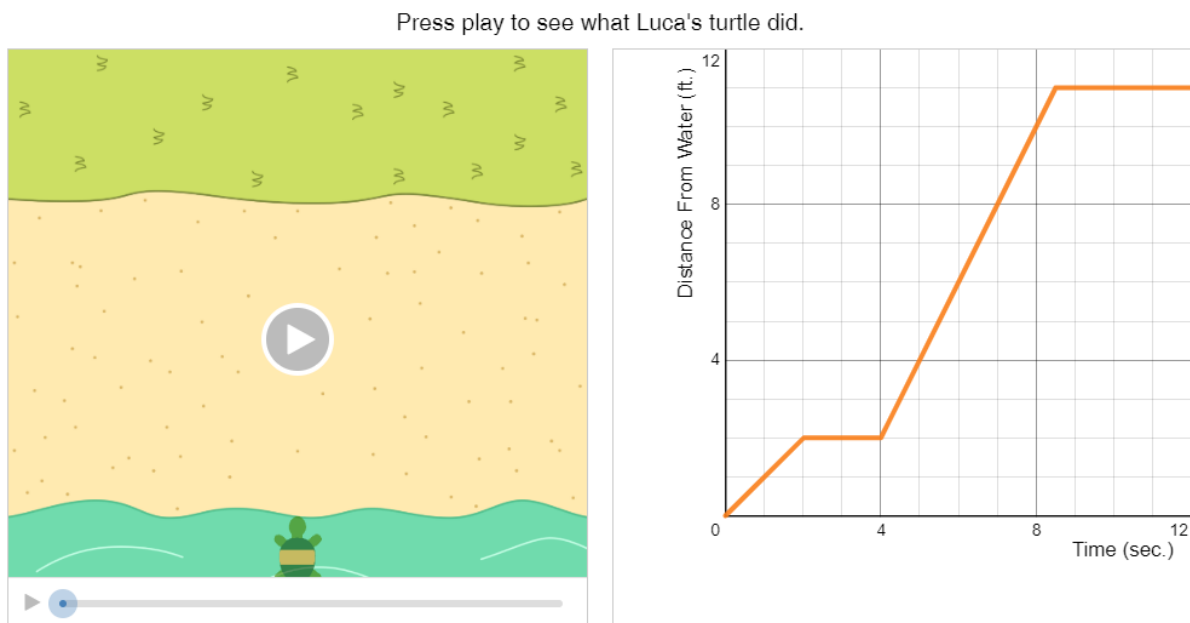
Activiteit 3B - Afstand-tijd | Schildpadden

Inleiding

De leerkracht opent de Desmos-app voor de groep van docenten in opleiding. De leerkracht tekent een grafiek en toont de bijbehorende beweging van de schildpad. De leerkracht vraagt de leerlingen de beweging te beschrijven. De leerkracht bespreekt welke hoeveelheden in de beschrijvingen zijn verwerkt.

Verkenning

De docenten werken nu in tweetallen aan de Desmos-app op hun apparaten (bij voorkeur tablets), zoals hieronder te zien is:



Pre-service leerkrachten wordt gevraagd om punten en verschillende schetsen te tekenen en te beschrijven hoe de schildpad beweegt door de video af te spelen.

De leerkracht zou de verkenning van de docenten in opleiding kunnen begeleiden aan de hand van de volgende richtlijnen:

- Teken punten en beschrijf de plaats van de schildpad;
- Teken verschillende schetsen en beschrijf hoe de schildpad beweegt;
- Maak een lijntekening en observeer de reis van de schildpad. Teken een steilere lijn, hoe verandert de reis van de schildpad?
- Teken lijnschetsen die vertrekken vanuit verschillende punten op de y-as en observeer de reis van de schildpad. Hoe verandert de reis van de schildpad?

De leerkracht kan de leerkrachten in opleiding ook begeleiden door vragen te stellen (bijv.):

- Welke grootheden staan op de twee assen?
- Hoe verandert de reis van de schildpad?

- Hoe houdt de beweging van de schildpad verband met een verandering in de grafiek?
- Kun je op basis van de grafiek een hypothese maken over de reis van de schildpad?
- Kun je de grafiek bedekken en een hypothese van de grafiek maken op basis van de reis van de schildpad?

Voorgestelde gereedschappen/materialen/:

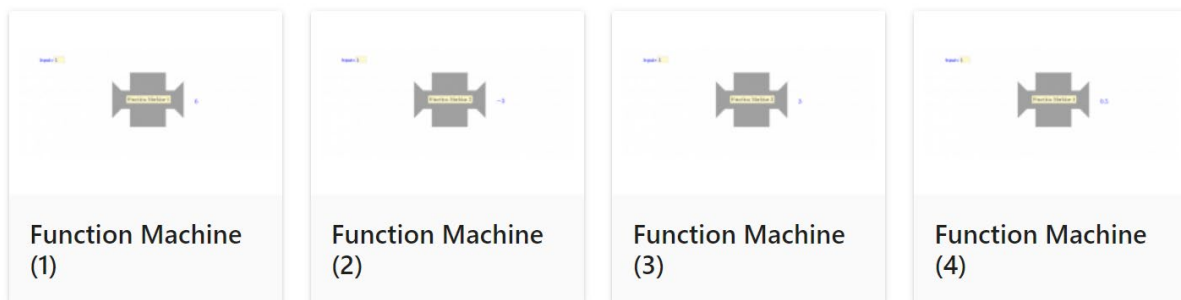
- Tabletapparaten
- Desmos-app
 - o NL:<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/5ddb9ae009cd90bcdeaad7?lang=nl&collections=featured-collections%2C5da6476150c0c36a0caf8ffb#preview/8809fa03-a71e-45d9-b2cd-bef8ee337602>
 - o NL:<https://teacher.desmos.com/activitybuilder/custom/5fadcd24785f5f384d942088?lang=nl&collections=featured-collections%2C5fadcd14a8b53c39e12bdc89#preview/8809fa03-a71e-45d9-b2cd-bef8ee337602>

Geschatte duur (in totaal): 30 minuten

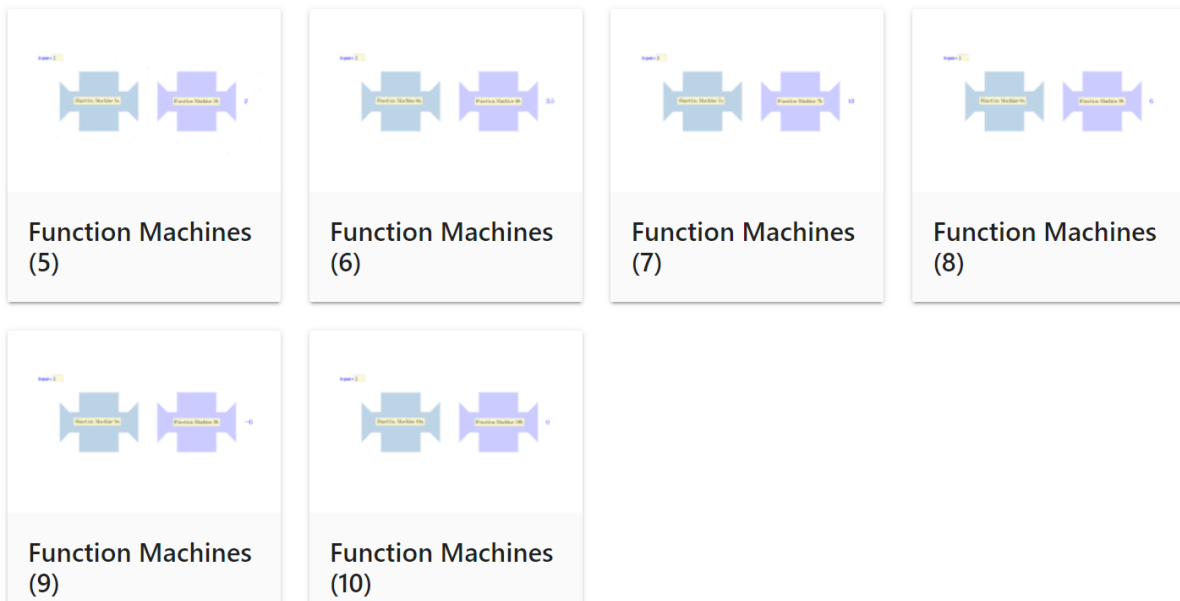
Activiteit 3C - Functie Machines

Pre-docenten bekijken de verschillende activiteiten over functiemachines als een digitaal vervolg op de fysieke ervaring van het lopen over de getallenlijn. Pre-docenten werken bij voorkeur in tweetallen.

Function Machines (1-4)



Function Machines (5-10)



Taken 1-4 zijn enkelvoudige problemen en taken 5-10 zijn samengestelde problemen. In totaal werken docenten in opleiding aan tien taken met de volgende verborgen functies:

Machine 1	+5	Machine 6	:2 +3
Machine 2	-4	Machine 7	+4 x2
Machine 3	x3	Machine 8	x2 +4
Machine 4	:2	Machine 9	-3 x3
Machine 5	+3 :2	Machine 10	x3 -3

Tijdens deze activiteit loopt de leerkracht rond, observeert en stelt vragen zoals:

- Weet je het zeker? Waarom (niet)?
- Hoe kun je daar achter komen?
- Welke strategieën kun je gebruiken?
- Welke strategieën gebruikte je op de fysieke getallenlijn of de dubbele getallenlijn?
- Hoe weet je dat?
- Waarom kies je dit nummer?

Tijdens de activiteit verwijst de leerkracht voortdurend naar de ervaringen van de leerkrachten in opleiding met het lopen van de getallenlijn en de ervaringen in de digitale omgeving met de dubbele getallenlijn.

Merk op dat, aangezien de samengestelde functiemachines uit twee afzonderlijke bewerkingen bestaan, de volgorde waarin de functiemachines de bewerkingen uitvoeren niet noodzakelijkerwijs de standaardprocedures voor het uitvoeren van wiskundige bewerkingen volgt. Functiemachine 5 telt bijvoorbeeld eerst 3 op bij het ingevoerde getal en deelt de uitkomst vervolgens door 2 (kortweg: +3 :2). Volgens de standaardprocedures voor het uitvoeren van wiskundige bewerkingen, waarbij delen voorafgaat aan optellen, zou dit andersom moeten zijn. Bespreek deze discrepantie indien nodig met de leerlingen.

Voorgestelde gereedschappen/materialen:

- Tablets voor elk paar docenten in opleiding
- Functiemachines taken 1-10 (<https://www.geogebra.org/m/e4zuj5ss>).

Geschatte duur: 15 minuten inclusief klassikale discussie

Funciemachines - Deel 2

Inleiding: Voor deel 2 van de activiteit laat de docent de funciemachines 11 en 12 zien. De docent legt uit dat jonge leerkrachten nu hun eigen machines kunnen maken. De docent laat zien hoe je de 'geheime regel' van de funciemachines kunt veranderen en legt uit wat optellen (+), aftrekken (-), vermenigvuldigen (x) en delen (-) betekent.

Function Machines (11)

Author: Sotiris Loizias

Input Number=

Create your function rule

Add

Addition Machine 2

Function Machines (12)

Author: Sotiris Loizias

<p>Input Number= <input type="text" value="1"/></p> <p>Create your function rule for Machine A</p> <p>Divide by <input type="text" value="1"/></p> <p> <input type="button" value="Addition"/> <input type="button" value="Subtraction"/> <input type="button" value="Multiplication"/> <input type="button" value="Division"/> </p>	<p>Create your function rule for Machine B</p> <p>Add <input type="text" value="1"/></p> <p> <input type="button" value="Addition"/> <input type="button" value="Subtraction"/> <input type="button" value="Multiplication"/> <input type="button" value="Division"/> </p>
--	--

Machine A
Division Machine

Machine B
Addition Machine 2

De leerkracht schrijft dan het volgende getallenpaar op het whiteboard:

4	13
---	----

De taak van de docenten is nu om verschillende funciemachines te bedenken met een ingangswaarde van 4 en een uitgangswaarde van 13 (bijvoorbeeld +9; x2 +5; x4 -3). Leerlingen noemen alternatieven en de docent en de docenten bouwen samen de

functiemachines. Na dit voorbeeld krijgt elk paar docenten twee paren waarden waarvoor ze zoveel mogelijk functiemachines moeten bedenken.

Taak 1:

3	15
---	----

Taak 2:

4	6
---	---

Tijdens deze activiteit loopt de leerkracht rond, observeert en stelt vragen zoals:

- Welke strategieën gebruik je?
- Hoe kun je erachter komen of deze machine correct is?
- Weet je het zeker? Waarom (niet)?
- Hoe weet je dat?

Voorgestelde gereedschappen/materialen:

- Tablets voor elk paar docenten in opleiding
- Functietaken 11-12 (<https://www.geogebra.org/m/e4zuj5ss>).

Geschatte duur (in totaal): 30 minuten

Activity 4.

Reflectie + beoordelingsactiviteiten

Na de verkenning van zowel de fysieke als de digitale activiteiten, zullen de docenten deelnemen aan de klassikale reflectie op de verschillende activiteiten en digitale omgevingen voor de ontwikkeling van functioneel denken. In deze klassikale reflectie wordt op verschillende onderwerpen gereflecteerd:

- Hoe de fysieke activiteiten functioneel denken ontwikkelen
- Hoe de digitale activiteiten gerelateerd zijn aan de fysieke activiteiten
- Hoe de leerkracht de docenten begeleidde tijdens de fysieke en digitale activiteiten
- Welke begeleiding van de docent zou gunstig zijn voor studenten
- Hoe de docenten in opleiding denken dat hun leerlingen op deze activiteiten zullen reageren
- Hoe de ontwerpprincipes naar voren kwamen in de activiteiten

Op basis van de antwoorden van de docenten stelt de docent verdiepende vragen tijdens deze reflectie. Deze bovengenoemde vragen kunnen richting geven aan de reflectie.

Indien nodig sluit de leerkracht de les af met een beoordeling.

De leerkracht kan de leerlingen ook twee beoordelingsactiviteiten geven om het huidige begrip van functioneel denken in scenario's op afstand te testen. Zie de items op de volgende pagina's.

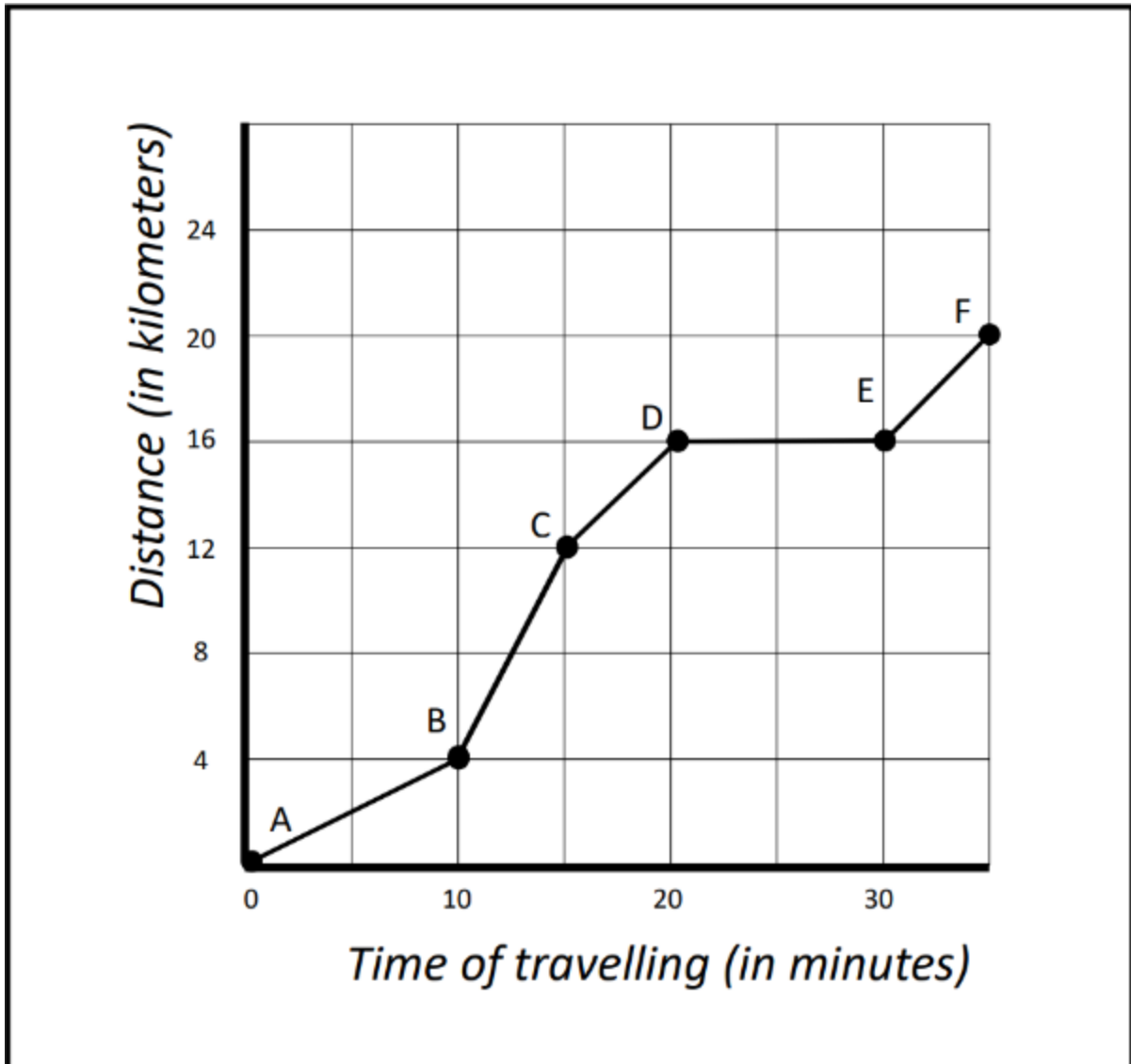
Alle beoordelingsactiviteiten zijn afgeleid van het onderzoek van Duijzer (2020).

Duijzer, C. (2020). *Op weg naar begrip: Redeneren over grafieken in het primair wiskundeonderwijs* [Doctoraalscriptie, Universiteit Utrecht]. Utrecht University Repository. <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/398915>

BEOORDELINGSIEMS

1. Een autorit.

Een auto rijdt door de stad:

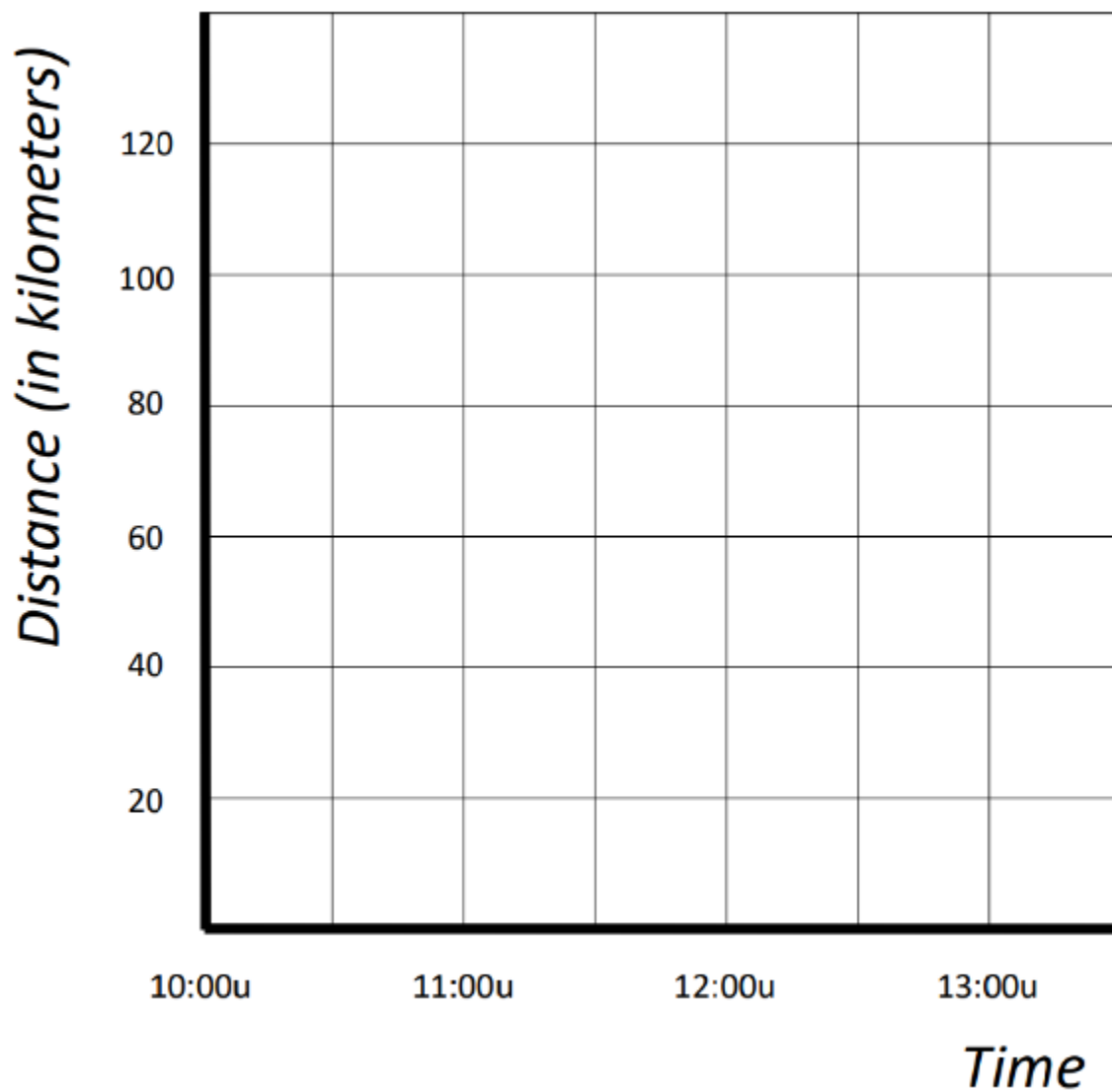


Tussen welke punten gaat de auto het snelst? Hoe weet je dat?

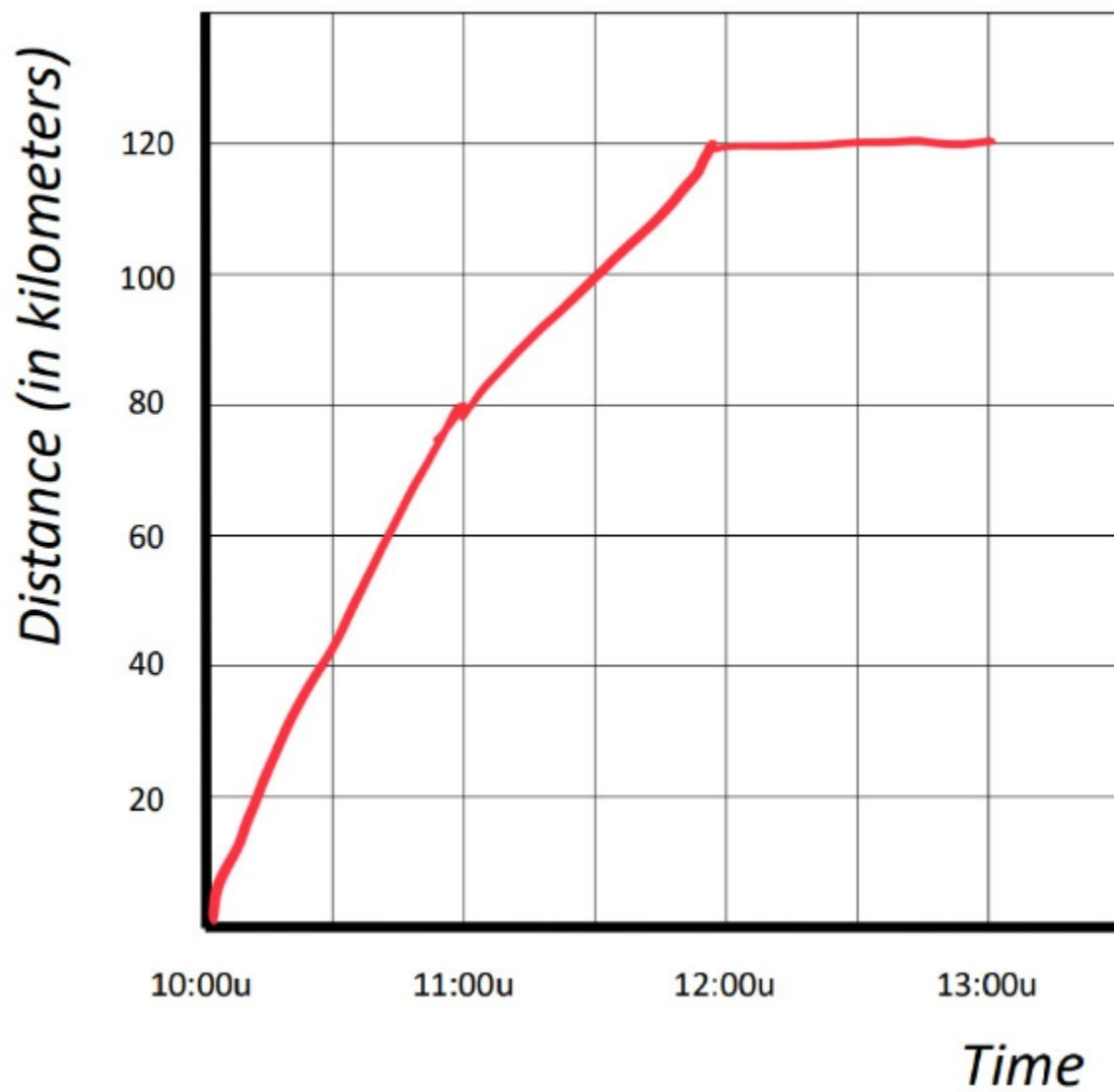
2. Een treinreis.

Een trein rijdt tussen **10:00** en **11:00** uur **twee keer zo snel** als tussen **11:00** en **12:00** uur. De trein staat stil van **12:00** tot **13:00** uur.

Teken een grafiek die voldoet aan de bovenstaande beschrijving. Hoe weet je dat?



Juist antwoord:



Scoren

1. Een autorit.

Niveaus van redeneren met toenemende verfijning:

R0: niet verwante redenering

R1: Iconische redenering

R2: Redeneren met één variabele

R3: Redeneren met meerdere variabelen

2. Een treinreis.

Niveaus van redeneren met toenemende geavanceerdheid (gebaseerd op de grafische oplossingen)

R0: een onlogische grafiek zonder rekening te houden met de beschrijving van de bewegingssituatie

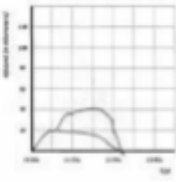
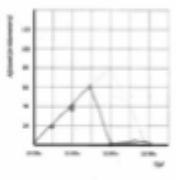
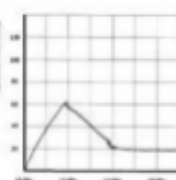
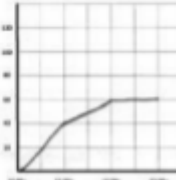
R1: Een grafiek gebaseerd op oppervlakkige kenmerken van de bewegingsgebeurtenis

R2: Een grafiek die rekening houdt met één enkele variabele correct

R3: Een grafiek die op de juiste manier rekening houdt met meerdere variabelen

Table 4

Coding scheme used for students' level of reasoning on the graph interpretation and graph construction tasks

Level of reasoning	Code	Description of students' reasoning	
		Graph interpretation <i>Example</i>	Graph construction <i>Example</i>
Unrelated reasoning	R0	<p>Student reasons... ...without referring to the graphical representation or the motion event <i>"You can see"</i> <i>"I guessed"</i></p>	<p>Student constructs graph... ...without taking the description of the motion event into account</p> 
Iconic reasoning	R1	<p>...on the basis of the shape of the graphical representation or superficial characteristics of the motion event <i>"Because those two points are the highest"</i> <i>"Over there the line is the longest"</i></p>	<p>...on the basis of superficial characteristics of the description of the motion event</p> 
Single variable reasoning	R2	<p>...on the basis of a single variable (distance or time or speed) <i>"Between B and C, the line goes upwards from 4 till 12, so he gives a lot of gas"</i> <i>"There he drives 8 kilometers and everywhere else this is 4 or less"</i></p>	<p>...taking into consideration a single variable (distance or time or speed)</p> 
Multiple variable reasoning	R3	<p>...on the basis of multiple variables (distance and/or time and/or speed) <i>"The car drives 8 kilometers in 5 minutes. So, in the shortest period of time, the most kilometers."</i></p>	<p>...taking into consideration multiple variables (distance and/or time and/or speed)</p> 

Note. The complete coding scheme, including examples of student responses per task, can be found in Appendix 4.1 (graph interpretation) and Appendix 4.2 (graph construction).