



MASTER EDUCATIE EN COMMUNICATIE IN DE BËTAWETENSCHAPPEN

ONTWERP EN ANALYSE VAN FORMATIEF HANDELEN OM DE MOTIVATIE VAN LEERLINGEN TE VERHOGEN

VERSLAG VAN ONDERZOEK VAN ONDERWIJS
(10 EC VARIANT)

DAAN WESSELINK
S2131153

31-08-2023

UNIVERSITY OF TWENTE.

COLOFON

MANAGEMENT

Faculty of Behavioural, Management and Social Sciences
UT Lerarenopleiding, vakgroep ELAN
Master Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen

DATUM

31-08-2023

PROJECT

Onderzoek van Onderwijs (10 EC variant)

AUTEUR

Daan Wesselink

EMAIL

d.g.h.wesselink@student.utwente.nl

UT BEGELEIDER

W.R. van der Meulen

2^E BEGELEIDER

M. Timmer

POSTADRES

P.O. Box 217
7500 AE Enschede

WEBSITE

www.utwente.nl

COPYRIGHT

© University of Twente, The Netherlands

SAMENVATTING

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat leerlingen in het voortgezet onderwijs nog steeds kampen met een tijdens de coronacrisis opgelopen leerachterstand. Zo zijn leerlingen minder gemotiveerd voor schoolse taken. Dit lijkt vooral bij leerlingen uit 4 havo tot problemen te leiden. Een mogelijke manier om de motivatie bij leerlingen te verhogen is door gestructureerd gebruik te maken van formatief handelen. Dit heeft geleid tot de volgende onderzoeksvraag:

Hoe kan het toepassen van formatief handelen met behulp van diagnostische vragen de motivatie van havo leerlingen bij Wiskunde A beïnvloeden?

Er is een literatuuronderzoek welke als basis dient voor de ontwerpfase uitgevoerd. In deze ontwerpfase is een ontwerp gemaakt voor vier achtereenvolgende lessen waarin formatief handelen met behulp van diagnostische vragen wordt toegepast. Het ontwerp is vervolgens in de praktijk toegepast, waarbij het effect op de motivatie van leerlingen geanalyseerd. De leerlingen hebben hiervoor tweemaal een vragenlijst ingevuld, één keer voor en één keer na het toepassen van de lesmethode. De resultaten van deze afnames zijn met elkaar vergeleken. Daarnaast zijn er met een aantal leerlingen interviews afgenomen om de uitkomsten van de vragenlijsten te valideren. Uit beide analyses blijkt dat het effect van de lesmethode op de motivatie van leerlingen niet groot is.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Onderzoeksvraag	6
2	Theoretisch kader	8
2.1	Formatief handelen	8
2.1.1	Formatief handelen in het voortgezet onderwijs	9
2.1.2	Formatief handelen met behulp van diagnostische vragen	9
2.1.3	Invloeden op het succes van diagnostische vragen	10
2.2	Motivatie	11
2.2.1	Motivatie bij leerlingen	12
2.2.2	Invloed van formatief handelen op motivatie bij leerlingen	12
2.2.3	Metten van motivatie bij leerlingen	13
2.3	Misconcepties binnen het wiskundige onderwerp ‘veranderingen’	13
3	Ontwerpeisen	15
3.1	Praktische ontwerpeisen	15
3.2	Inhoudelijke kenmerken	15
4	Methode	17
4.1	Onderzoeksaanpak	17
4.2	Respondenten	18
4.3	Dataverzameling	18
4.3.1	Literatuuronderzoek	18
4.3.2	Formulier bij diagnostische vragen	19
4.3.3	Vragenlijst	19
4.3.4	Interviews	19
4.4	Data-analyse	19
4.4.1	Formulier bij diagnostische vragen	20
4.4.2	Vragenlijst	20
4.4.3	Interviews	21
5	Resultaten	22
5.1	Ontwerpfase	22
5.1.1	Proces voor afnemen van diagnostische vragen	22
5.1.2	Diagnostische vragen	25
5.2	Toetsing ontwerpeisen	29
5.3	Analyse motiverende werking van ontwerp	31
6	Conclusie	36
6.1	Deelvragen	36

6.2	Onderzoeksvraag	37
7	Discussie	39
7.1	Reflectie onderzoek	39
7.2	Aanbevelingen aanvullend onderzoek	40
7.3	Implicaties voor de onderwijspraktijk	40
	Bibliografie	41
A	Ethiek	44
A.1	Ethiekvraag	44
A.2	Brief aan ouders/verzorgers	51
B	Dataverzameling	53
B.1	Vragenlijst motivatietool	53
B.2	Antwoordformulier bij vragen	55
B.3	Interviewleidraad	58
C	Follow-up vragen	59
D	Analyse motivatie	64
D.1	Resultaten vragenlijst	64
D.1.1	Eerste afname	64
D.1.2	Tweede afname	65
D.1.3	T-toets	66
D.2	Transcripties	68
D.2.1	Eerste interview	68
D.2.2	Tweede interview	69
D.2.3	Derde interview	70

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Uit onderzoeken uitgevoerd voor het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap blijkt dat leerlingen in het voortgezet onderwijs de tijdens de coronacrisis opgelopen leerachterstanden nog niet volledig hebben weggewerkt. Zo hebben leerlingen moeite met plannen en zijn ze minder gemotiveerd (Dijkgraaf & Wiersma, 2022). Het beeld dat de onderzoeken schetsen is duidelijk te herkennen binnen mijn stageschool (Twents Carmel College Lyceumstraat). Het probleem lijkt voornamelijk zichtbaar te zijn bij leerlingen uit 4 havo, dit komt overeen met het landelijke beeld (Weeda, 2023).

Het blijkt dat formatief handelen positief kan bijdragen aan zelfregulering en intrinsieke motivatie bij leerlingen (Meusen-Beekman et al., 2016; Cleary & Chen, 2009). Formatief handelen lijkt dan ook een geschikte methode om de hierboven beschreven problematiek tegen te gaan. Toch zijn veel docenten terughoudend. De meest voor de hand liggende reden hiervoor is dat het implementeren van formatief handelen in lessen relatief veel tijd kost (Higgins et al., 2010). Volgens Barton (2020) is het gebruiken van diagnostische vragen een effectieve manier voor docenten om misconcepties bij leerlingen te herkennen en te begrijpen.

Dit onderzoek focust zich erop om docenten in staat te stellen gestructureerd gebruik te maken van formatief handelen om zo de motivatie van leerlingen te verhogen. Het doel van dit onderzoek is dan ook om een effectieve manier van formatief handelen die de motivatie van leerlingen verhoogd te ontwikkelen. Aangezien het gebruiken van diagnostische vragen een efficiënte manier van formatief handelen blijkt te zijn (Barton, 2020), dient dit als uitgangspunt binnen dit ontwerponderzoek. Deze manier moet toepasbaar zijn voor docenten in het Nederlandse wiskundeonderwijs.

Omdat het motivatieprobleem voornamelijk zichtbaar is in 4 havo, is besloten om het ontwerponderzoek te richten op deze jaarlaag. Hierbij is gekozen voor het volgende onderdeel uit het curriculum, 'veranderingen'. Dit betekent niet dat de conclusies van dit onderzoek alleen geldig zijn voor dit specifieke onderwerp. Hoewel dit niet specifiek onderzocht is, zouden de inzichten toepasbaar moeten zijn binnen de verschillende onderwerpen uit het 4 havo wiskunde A curriculum.

1.2 Onderzoeksvraag

In dit onderzoek wordt geprobeerd om de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden:

Hoe kan het toepassen van formatief handelen met behulp van diagnostische vragen de motivatie van havo-leerlingen bij wiskunde A beïnvloeden?

Het ontwerponderzoek bestaat uit twee fasen. In de eerste onderzoeksfase vindt er een verdieping in het praktijkprobleem plaats en worden de ontwerpeisen opgesteld, in de tweede fase

wordt de innovatiecyclus doorlopen (van der Donk & van Lanen, 2022). Voor beide fases zijn een aantal deelvragen geformuleerd:

Fase 1:

- 1a. *Wat zijn belangrijke aspecten van motivatie van leerlingen en wat kan invloed hebben op de motivatie van leerlingen?*
- 1b. *Wat houdt formatief handelen in en welke effecten zijn vanuit de literatuur bekend?*
- 1c. *Wat zijn diagnostische vragen en waar moeten deze bij wiskunde aan voldoen?*

Fase 2:

- 2a. *Wat is een geschikte manier om formatief handelen met behulp van diagnostische vragen toe te passen binnen de wiskundelessen over toenamedigrammen en differentiequotiënten om zo de motivatie van leerlingen te verhogen?*
- 2b. *In hoeverre voldoet het ontwerp aan de opgestelde ontwerpeisen?*

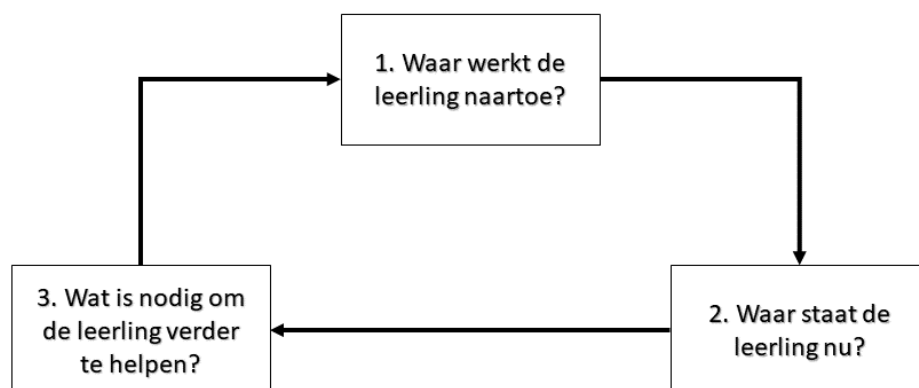
2 THEORETISCH KADER

Voordat begonnen kan worden met het ontwerpen en implementeren van een methode van formatief handelen is het van belang om onderzoeken rondom formatief handelen te analyseren. In dit hoofdstuk wordt relevante literatuur rondom formatief handelen en meer specifiek formatief handelen bij het vak wiskunde besproken. Daarnaast zal literatuur over de motivatie van leerlingen en de invloed van een lesmethode gebaseerd op formatief handelen op deze motivatie worden behandeld. Er zal ook onderzoek gedaan worden naar veelvoorkomende misconcepties bij leerlingen binnen het wiskundige onderwerp 'veranderingen'.

2.1 Formatief handelen

Het is al lange tijd bekend dat toetsing naast het beoordelen van een leerling, ook gebruikt kan worden om het leerproces van de leerling te ondersteunen (Black & Wiliam, 2003). Vandaar dat binnen toetsing onderscheid gemaakt wordt tussen diagnostische toetsen, of formatieve toetsen, en selectieve toetsen, of summatieve toetsen. Bij formatieve toetsen krijgt zowel de leerling als de docent een indicatie waar de leerling zich binnen het leerproces bevindt. Natuurlijk is hier geen sprake van een strikte scheiding, zo kan een summatieve toets ook inzichten creëren in de voortgang van het leerproces en dus een diagnostisch aspect bevatten.

Formatief toetsen is één ding, maar om een maximaal effect te bereiken zul je als docent de formatieve toetsen in een cyclisch proces moeten plaatsen. Dit proces is weergegeven in Figuur 2.1, de toetsing is terug te vinden in stap 2. Het gehele proces noemen we ook wel formatief handelen of formatief evalueren. In de rest van deze tekst zal de term formatief handelen gebruikt worden.



Figuur 2.1: Formatief handelen is een cyclisch proces (figuur afgeleid uit: (Hattie & Timperley, 2007; van Ast et al., 2020)).

Verscheidene onderzoekers hebben het doel van formatief handelen beschreven. Hoewel de exacte beschrijving verschilt, volgt de strekking dezelfde richting. Formatief handelen geeft de mogelijkheid om de manier van lesgeven aan te passen aan de behoeften van leerlingen (Barton, 2020; Black & Wiliam, 1998; Ciofalo & Wylie, 2006). Formatief handelen is een manier om op een zo efficiënt mogelijke manier het begrip van leerlingen in kaart te brengen en hier naar te handelen. Barton (2018) stelt “I am convinced that teaching without formative assessment is like painting with your eyes closed” (p. 337).

Het toepassen van formatief handelen maakt het dus voor docenten makkelijker om de manier van lesgeven aan te passen aan de behoeften van leerlingen. Dit heeft tot effect dat leerlingen zich meer betrokken voelen in de klas en daardoor gemotiveerder zijn, leerlingen betere resultaten halen en docenten hun werk bevredigender vinden (Wiliam, 2007).

2.1.1 Formatief handelen in het voortgezet onderwijs

Er zijn verschillende strategieën en aanpakken te gebruiken bij het toepassen van formatief handelen. Deze strategieën kunnen variëren van exit tickets tot klassikale discussies (Walsh, 2013; Blankman, 2022). Walsh (2013) beschrijft dat de strategieën van formatief handelen verdeeld kunnen worden over twee categorieën: ‘content-specific’ en ‘multiple-use’. De eerste categorie bestaat uit strategieën speciaal ontworpen voor bepaalde onderwerpen. Deze is dus niet geschikt voor alle domeinen, de tweede categorie is dat juist wel. De strategieën uit deze laatste categorie kunnen dus gebruikt worden binnen vakken anders dan wiskunde.

Een aanpak die tot deze laatste categorie behoort is de aanpak van Craig Barton. Craig Barton is fanatiek voorstander van het gebruiken van formatief handelen (Barton, 2020), de laatste jaren is hij uitgegroeid tot een gevestigde naam binnen het wiskundeonderwijs (Timmer & Caspers, 2022). Barton maakt gebruik van diagnostische vragen om mogelijke fouten en misconcepties bij leerlingen te herkennen (Barton, 2020). Deze vragen zijn op zo’n manier gemaakt dat deze waardevolle inzichten zullen geven. De manier waarop diagnostische vragen gebruikt kunnen worden binnen het formatief handelen wordt in de volgende sectie besproken.

2.1.2 Formatief handelen met behulp van diagnostische vragen

Voordat gekeken kan worden naar de specifieke strategie die Barton toepast, is het belangrijk om het verschil tussen diagnostische vragen en huiswerkvragen en/of toetsvragen te benadrukken. De laatste twee typen opgaven bestaan vaak uit open vragen. De belangrijkste eigenschap van open vragen is dat ze over het algemeen meer diepgang bevatten dan gesloten vragen. Dit zorgt ervoor dat leerlingen gedwongen worden om uitvoerig over het probleem en eventuele oplossingen na te denken. Dit is echter het tegenovergestelde van wat je wilt bereiken met een diagnostische vraag (Barton, 2020). Hier gaat het erom om zo efficiënt mogelijk een inzicht te krijgen in de mate waarin leerlingen de stof beheersen. Daarnaast stellen ze de docent in staat om inzicht te krijgen in de fouten die leerlingen maken en de misconcepties die leerlingen hebben.

Het tegenovergestelde van een open vraag, een gesloten vraag, is ook niet altijd geschikt als diagnostische vraag. In tegenstelling tot wat vaak gedacht wordt, is het wel mogelijk om met een gesloten vraag leerlingen aan het denken te zetten (Wiliam, 2011). Echter is er met een gesloten vraag met bijvoorbeeld de mogelijke antwoorden ‘ja’ en ‘nee’ niet altijd de mogelijkheid om de exacte fout of misconceptie bij leerlingen te achterhalen wanneer een foutief antwoord gegeven is.

Volgens Barton (2020) is de beste aanpak bij diagnostische vragen het gebruik van meerkeuze vragen. Deze kun je zien als een gulden middenweg tussen open vragen en gesloten vragen

met slechts de antwoordmogelijkheden 'ja' en 'nee'. Barton (2020) heeft een aantal eigenschappen opgesteld waaraan een vraag moet voldoen om een goede diagnostische vraag te zijn.

Eigenschappen van een goede diagnostische vraag

1. *De vraag is duidelijk en ondubbelzinnig.*
Eén van de belangrijkste kenmerken van een diagnostische vraag is dat de antwoorden gegeven door leerlingen geïnterpreteerd kunnen worden, zonder de leerling om uitleg van de gegeven antwoorden te vragen. Om dit te kunnen bereiken moet de vraag duidelijk geformuleerd zijn en mogen er niet meerdere antwoorden zijn die als correct gezien kunnen worden.
2. *De vraag test slechts één vaardigheid.*
Aangezien het doel van de diagnostische vragen is om inzicht te krijgen in het begrip van een leerling met betrekking tot bepaalde kennis of een bepaalde vaardigheid, dient alleen die kennis of vaardigheid getoetst te worden. Wanneer meerdere denkstappen of vaardigheden getoetst worden, wordt het moeilijker om de exacte misconceptie of fout aan te kunnen wijzen.
3. *De vraag is binnen 10 seconden te beantwoorden.*
Deze regel hangt direct samen met regel 2. Een vraag die binnen 10 seconden beantwoord kan worden, dwingt zowel de docent als de leerling om slechts een enkele denkstap toe te passen.
4. *Elk fout antwoord moet een bepaald inzicht geven zonder dat de leerling hier uitleg over hoeft te geven.*
Deze regel zorgt ervoor dat de docent niet alleen een beeld krijgt van welke leerlingen de stof voldoende beheersen, maar ook van de mate waarin misconcepties aanwezig zijn. Het maakt duidelijk welke misconcepties er zijn en hoe vaak deze misconcepties plaats vinden.
5. *Een leerling kan niet het goede antwoord op de vraag geven als er sprake is van een misconceptie bij die leerling.*
Dit is het wellicht het belangrijkste kenmerk van een goede diagnostische vraag, het hangt samen met bovenstaande regels en zorgt ervoor dat het gecreëerde inzicht zo accuraat mogelijk is. Deze regel zorgt ervoor dat de conclusies die de docent trekt naar aanleiding van de diagnostische vragen valide is.

Concluderend, de hierboven beschreven eigenschappen zorgen ervoor dat de door leerlingen gegeven antwoorden een indicatie geven over de mate waarin de leerlingen een bepaalde vaardigheid beheersen of bepaalde kennis bezitten. Ze stellen de docent in staat om de resultaten efficiënt te interpreteren. Wanneer de meerkeuzevragen enkel een formatief karakter hebben zijn bovenstaande eigenschappen een mooi uitgangspunt. Dit wordt onder andere bevestigd door Snow et al. (1996) en Mitchell (2013).

Echter, eigenschap 3 wordt een aantal keer weerlegd. De algemene richtlijn is dat het beantwoorden van een meerkeuzevraag 30 seconden tot één minuut kost (Snow et al., 1996; McKeachie, 2002; Brothen, 2012; Mitchell, 2013). Belangrijk om hierbij te vermelden is dat er hier niet expliciet sprake is van diagnostische vragen met een puur formatief karakter, daarom is het mogelijk dat de vragen meerdere denkstappen bevatten.

2.1.3 Invloeden op het succes van diagnostische vragen

Er zijn een aantal aspecten die invloed hebben op het succes van het behandelen van diagnostische vragen (Barton, 2020). De belangrijkste van deze aspecten zullen hier worden beschreven

Veilig klassenklimaat

Een veilig klassenklimaat stelt leerlingen in staat om openlijk antwoord te geven op vragen gesteld door de docent. In een veilig klassenklimaat zal een leerling ook zijn antwoord durven te geven als dit antwoord significant afwijkt van de antwoorden die gegeven zijn door andere leerlingen (Holley & Steiner, 2005; Sharma, 2015). Wanneer er geen sprake is van een veilig klassenklimaat zal een leerling eerder geneigd zijn om geen antwoord te geven. Op het moment dat een leerling ervoor kiest om een vraag onbeantwoord te laten om zo te voorkomen dat een fout antwoord gegeven wordt, wordt het voor de docent heel erg moeilijk om deze leerling te helpen. Er is op dat moment geen enkele indicatie van de mate waarin de leerling de stof beheerst of waar eventuele knelpunten zijn. Dit is precies waar het proces van formatief handelen vast zou lopen. Er zijn verscheidene manieren om een veilig klassenklimaat te creëren.

Volgens Barton (2020) moeten de vragen gesteld tijdens een les alleen gebruikt worden om het leerproces te ondersteunen en niet voor een bepaalde manier van beoordelen. Dit neemt namelijk een groot deel van de negatieve gevolgen van een fout antwoord weg. Negatieve gevolgen van een fout antwoord hebben een verstikkend effect op leerlingen, het zal ervoor zorgen dat de leerlingen in de toekomst minder antwoorden zullen geven (Prashanti & Ramnarayan, 2020). Positieve consequenties aan het eerlijk antwoord geven kunnen het effect van formatief handelen juist versterken.

Participatie van leerlingen

Naast leerlingen die geen antwoord geven omdat ze bang zijn om fouten te maken, zullen er ook een aantal leerlingen zijn die geen antwoord geven omdat ze hier simpelweg geen zin in hebben. Bij veel docenten zorgt dit ervoor dat ze keuzes maken over de behoeften van de meerderheid van de leerlingen gebaseerd op de antwoorden van een aantal zelfverzekerde leerlingen (Barton, 2020).

Een manier om dit te voorkomen is door willekeurig beurten te geven (Veenman, 2001). Mooier is om een systeem te gebruiken waarbij alle leerlingen gelijktijdig een antwoord dienen te geven, voorbeelden hiervan zijn het opsteken van vingers of het gebruik maken van wisbordjes, kahoot.it of lessonup.com. Het nadeel van de laatste twee opties is dat het online toepassing betreft. Leerlingen worden hier gedwongen gebruik te maken van een mobiele telefoon, laptop of ander digitaal hulpmiddel, voor leerlingen kan dit een afleiding van het leren zijn (van Amerongen, 2019). Dit kan een flinke impact hebben op het effect van de diagnostisch vraag. Bij het gebruik van de eerste twee opties is dit niet het geval. Het nadeel van het opsteken van vingers, waarbij het aantal opgestoken vingers voor het gekozen antwoord staat, is dat leerlingen makkelijk elkaars antwoord kunnen kopiëren (Timmer & Caspers, 2022). Wanneer er gebruik gemaakt wordt van wisbordjes is het voor de leerlingen een stuk lastiger om elkaars antwoord te kopiëren. Bijkomend voordeel van deze oplossing is dat leerlingen minder bang zijn om fouten te maken omdat ze weten dat de antwoorden niet opgeslagen worden (Timmer & Caspers, 2022).

2.2 Motivatie

In Sectie 2.1 zijn al verschillende effecten van formatief handelen besproken. Hoewel de andere resultaten van formatief handelen niet onbelangrijk zijn, ligt de belangstelling binnen dit onderzoek zoals beschreven in Sectie 1 op het beïnvloeden van de motivatie van leerlingen door gebruik te maken van formatief handelen. In de komende sectie wordt dieper ingegaan op

de motivatie van leerlingen en de invloed van formatief handelen hierop. Verder zal er aandacht besteed worden aan een mogelijke manier om de motivatie bij leerlingen te meten.

2.2.1 Motivatie bij leerlingen

Motivatie is op te delen in twee hoofdcategorieën, intrinsieke motivatie en extrinsieke motivatie (Lowman, 1990). Intrinsieke motivatie komt van binnenuit, extrinsieke motivatie juist van buitenaf (van Ast et al., 2020). Een leerling die een hoge mate van intrinsieke motivatie heeft, wil leren omdat hij het interessant vindt of omdat hij plezier heeft in het uitvoeren van de taak. Zo'n leerling kenmerkt zich door zelfstandigheid en zelfregulering. In het onderwijs wordt juist veel gebruik gemaakt van extrinsieke motivatie: belangrijke drijfveren voor het leren zijn hier beloningen, vaak in de vorm van cijfers (van Ast et al., 2020).

De twee vormen van motivatie komen naast elkaar voor, maar versterken elkaar niet. Het blijkt dat een toename in extrinsieke motivatie ertoe kan leiden dat de intrinsieke motivatie flink afneemt (Lowman, 1990; van Ast et al., 2020). Bij het proberen de motivatie van leerlingen te verhogen is dit een mogelijke valkuil (Lowman, 1990).

Effect van motivatie

Voordat er ingegaan wordt op de invloed van formatief handelen op de motivatie bij leerlingen is het belangrijk om te weten wat het effect van motivatie is. Waarom zouden we immers de motivatie van leerlingen willen beïnvloeden?

Motivatie is één van de bepalende factoren voor het succesvol afronden van een schoolse taak (Hadre et al., 2007). Voor een leerling dient er een motief te zijn om bezig te gaan met leren. Een motief bestaat simpelweg uit een verlangen, behoefte, drang en/of drijfveer om een bepaald doel te halen (Makokha & Ongwae, 1997). Zowel intrinsieke als extrinsieke motivatie dragen bij aan het succesvol afronden van een taak (van Ast et al., 2020). Het blijkt dat de invloed van intrinsieke motivatie groter is dan die van extrinsieke motivatie (Goes, 2008; Richardson & Abraham, 2012).

2.2.2 Invloed van formatief handelen op motivatie bij leerlingen

De docent, of belangrijker de manier van lesgeven, heeft invloed op de motivatie van leerlingen (Lowman, 1990; Marzano & Miedema, 2018). Zoals al benoemd in Sectie 2.2 blijkt uit de literatuur dat het toepassen van formatief handelen een mogelijke manier is om de motivatie van leerlingen te verhogen. Het blijkt dat vooral de intrinsieke motivatie toeneemt door het gebruik van formatief handelen (Cleary & Chen, 2009). De toename in intrinsieke motivatie blijkt te maken te hebben met zelfregulering (Cleary & Chen, 2009). Zelfregulering is een cyclisch proces waarbij feedback op eerdere taken wordt gebruikt om toekomstige taken beter uit te kunnen voeren. Het bestaat uit drie fases: voordenken, monitoring en reflectie (Zimmerman, 2000).

Het voordenken bestaat uit het analyseren van een taak en het geloven in eigen competenties. In deze fase maakt de leerling een inschatting of de taak met succes kan worden vervuld. Positieve feedback op voorgaande taken zal op een positieve manier doorwerken bij het aanpakken van nieuwe taken. De monitoring fase vindt plaats tijdens het uitvoeren van zo'n (nieuwe) taak. In deze fase analyseert iemand het tot dan toe uitgevoerde proces. Het effect van deze fase is voornamelijk terug te zien in de mate van aandacht voor de taak. Wanneer degene een negatieve zelfbeeld ontwikkelt met betrekking tot de taak, zal dit op een negatieve manier doorwerken op de mate waarin die persoon nog bezig zal gaan met de taak. In de reflectie fase wordt

er teruggeblikt op het uitvoeren van de taak. De resultaten van deze reflectie zullen gebruikt worden in het voorddenken bij een volgende taak. (Zimmerman, 2000)

Formatief handelen geeft niet alleen de docent inzicht in de mate waarin de leerlingen lesstof beheersen, maar ook de leerlingen zelf. Op deze manier versterkt formatief handelen de zelfregulering van leerlingen. Uit onderzoek is gebleken dat dit eigen inzicht in het leerproces zelfs significant bijdraagt aan de zelfregulering en dus uiteindelijk aan de motivatie (Meusen-Beekman et al., 2016).

Belangrijk om te vermelden is dat formatief handelen niet bij blijkt te dragen aan een toename van externe regulering en/of externe motivatie (Meusen-Beekman et al., 2016). De toename in motivatie lijkt dus volledig toegeschreven te kunnen worden aan een toename in intrinsieke motivatie.

2.2.3 Meten van motivatie bij leerlingen

Om te kunnen bepalen of de motivatie van leerlingen gedurende dit onderzoek is veranderd, dient de motivatie gemeten te worden. Er zijn verschillende manieren om dit te doen. Hoewel het lastig is om motivatie uit te drukken in een score, wordt er vaak gebruik gemaakt van vragenlijsten. Bekende vragenlijsten zijn de 'Self-Regulation Questionnaire-Academic (SRQ-A)', 'Intrinsic Motivation Inventory (IMI)', 'Dimensions of Mastery Questionnaire (DMQ)' en een vragenlijst gebruikt binnen het landelijke onderzoek 'Doorbraakproject Onderwijs & ICT' (Peeters, 2019; Kester, 2018a). Binnen dit onderzoek is er gekozen om deze laatste vragenlijst te gebruiken.

De gekozen vragenlijst meet de motivatie bij leerlingen voor een specifiek vak (of onderdeel van een vak). In de resultaten wordt onderscheid gemaakt tussen vier schalen van motivatie, namelijk intrinsieke motivatie, geïdentificeerde motivatie, externe motivatie en amotivatie (Kester, 2018a).

De beschrijving van de hierboven genoemde schalen van motivatie is te vinden in Tabel 2.1.

2.3 Misconcepties binnen het wiskundige onderwerp 'veranderingen'

Zoals in Hoofdstuk 1 benoemd zal dit ontwerponderzoek toegepast worden in lessen over het wiskundige onderwerp 'veranderingen'. In Sectie 2.1.2 is beschreven dat de foutieve antwoorden elk een bepaalde misconceptie aan het licht moeten brengen. In deze sectie zullen een aantal misconcepties binnen 'veranderingen' onderzocht worden. De deelonderwerpen die hierbij onderzocht worden zijn het herkennen en interpreteren van toenamedigrammen en het berekenen van de richtingscoëfficiënt en differentiequotiënt. Binnen dit literatuuronderzoek zijn er geen misconcepties van leerlingen over toenamedigrammen gevonden, er zijn wel verschillende misconcepties over het berekenen van de richtingscoëfficiënt gevonden.

Fouten bij het berekenen van de richtingscoëfficiënt zijn onder te verdelen over twee categorieën, namelijk rekenkundige en procedurele fouten. Rekenkundige misverstanden komen veel voor binnen dit domein, leerlingen maken dan fouten met optellen, aftrekken, vermenigvuldigen of delen (Cho & Nagle, 2017). Binnen dit onderzoek zijn we meer geïnteresseerd in de procedurele misverstanden, hierin zijn twee veelgemaakte fouten te identificeren. De eerste is het verwarren van *run over rise* en *rise over run* (Stump, 1999), ofwel het gebruiken van $\frac{\Delta x}{\Delta y}$ in plaats van $\frac{\Delta y}{\Delta x}$. De tweede veelgemaakte procedurele fout is het niet coördineren van een verandering in de ene variabele met de verandering in de andere variabele (Cho & Nagle, 2017). Leerlingen gebruiken dan bijvoorbeeld $\frac{y_1 - y_2}{x_2 - x_1}$ om de richtingscoëfficiënt van de lijn door de punten (x_1, y_1) en (x_2, y_2) te berekenen.

Tabel 2.1: Toelichting op de vier schalen motivatie (geciteerd uit: (Kester, 2018a)).

Schaal	Toelichting
Intrinsieke motivatie	Intrinsieke motivatie geeft aan in hoeverre leerlingen werken voor het plezier en de voldoening die school geeft. Intrinsiek gemotiveerde leerlingen voeren de taak uit voor het plezier en de voldoening die het uitvoeren van de taak hen geeft.
Geïdentificeerde motivatie	Geïdentificeerde motivatie geeft aan in hoeverre leerlingen aan school werken omdat zij dat zelf belangrijk vinden. Bij geïdentificeerde motivatie wordt een externe factor door leerlingen geïnternaliseerd. Het ligt dus dicht tegen intrinsieke motivatie aan, maar is van origine wel extern gereguleerd, waardoor het een vorm van extrinsieke motivatie is.
Externe motivatie	Externe motivatie houdt in dat leerlingen aan school werken omdat dit van hen verwacht wordt. Dit type motivatie geeft aan in hoeverre leerlingen werk leveren omdat er een beloning tegenover staat of om negatieve gevolgen te vermijden.
Amotivatie	Amotivatie geeft aan in hoeverre leerlingen geen besef hebben waarom ze aan school werken of niet de mogelijkheid ervaren de uitvoering van een taak te beïnvloeden. Het begrip "amotivatie" wordt gebruikt om aan te geven dat leerlingen de relatie tussen het eigen gedrag en de uitkomsten van een taak niet zien. Er is dan geen besef van het doel, de verwachting van een beloning of de gevoelde mogelijkheid de uitvoering van een taak te beïnvloeden.

Bij het berekenen van de differentiequotiënt dient in de basis dezelfde formule toegepast te worden als bij het berekenen van de richtingscoëfficiënt van een lijn door twee gegeven punten. De hierboven beschreven misconcepties zijn dan ook van toepassing op de differentiequotiënt. Aangezien er geen misconcepties over toenamedigrammen zijn gevonden binnen dit onderzoek, zijn er ook geen misconcepties over het berekenen van differentiequotient vanuit een toenamedigram bekend bij de onderzoeker.

3 ONTWERPEISEN

In dit hoofdstuk worden de ontwerpeisen beschreven. Het uiteindelijke ontwerp moet aan deze eisen voldoen. De ontwerpeisen zijn verdeeld over twee hoofdcategorieën: praktische ontwerpeisen en inhoudelijke ontwerpeisen. De praktische ontwerpeisen bestaan uit de kenmerken van de doelgroep, kenmerken van de leraar en organisatorische kenmerken. Deze drie subcategorieën zijn beschreven door van der Donk & van Lanen (2022). De inhoudelijke kenmerken bestaan voornamelijk uit pedagogische en (vak)didactische aspecten (van der Donk & van Lanen, 2022).

3.1 Praktische ontwerpeisen

Kenmerken van de doelgroep

Zoals beschreven in Hoofdstuk 1 is het motivatieprobleem voornamelijk zichtbaar bij leerlingen op het niveau van de vierde klas havo. Daarom is ervoor gekozen om het ontwerp te implementeren binnen lessen op dit niveau. Uit praktisch overwegingen is ervoor gekozen om een 4 havo wiskunde A klas te gebruiken als doelgroep. Alle kenmerken behorend tot deze groep leerlingen, denk hierbij aan cognitieve, sociaal-emotionele en motorische kenmerken, zijn van belang binnen dit ontwerponderzoek (van der Donk & van Lanen, 2022). De doelgroep kan maximaal uit 32 leerlingen bestaan.

Kenmerken van de leraar

De docent speelt een belangrijke rol binnen het implementeren van het ontwerp. Bij voorkeur wordt het ontwerp toegepast door een docent die ervaring heeft met het lesgeven aan 4 havo wiskunde A en met het gekozen wiskundige onderwerp. Dit stelt de docent in staat om de gegeven antwoorden te interpreteren en hier eventuele vervolgstappen op te baseren.

Organisatorische kenmerken

Zoals eerder benoemt zal het ontwerp in 4 havo wiskunde A lessen toegepast worden. Het ontwerp dient als toevoeging op het reguliere lesprogramma, dit betekent dat het niet te veel tijd in beslag kan nemen. De totale tijd die de ontworpen diagnostische vragen in beslag nemen is vastgesteld op 10 minuten per les. Daarnaast moet het mogelijk zijn om het ontwerp toe te passen in alle lokalen binnen de school, dit betekent dat het ontwerp niet afhankelijk mag zijn van voorzieningen die niet overal beschikbaar zijn.

3.2 Inhoudelijke kenmerken

Het ontwerp dient aan te sluiten op het reguliere lesprogramma. Binnen het reguliere lesprogramma wordt er gewerkt met de methode Getal & uimte van Noordhoff. Dit betekent dus dat het ontwerp aan dient te sluiten op de stof die binnen deze methode wordt behandeld. Uit

praktische overwegingen is er gekozen om het ontwerp toe te passen in lessen waarin toename-diagrammen en differentiequotiënten behandeld worden (Dijkhuis et al., 2020). De ontworpen vragen worden in de lessen zoals weergegeven in Tabel 3.1 behandeld, het betreft hier vier lessen verspreid over twee weken.

Tabel 3.1: Lessen waarin de lesmethode toegepast zal worden

Les	Onderwerp	
1	H5.2 Toenamedigrammen	Theorie C: Formules en toenamedigrammen
2	H5.3 Differentiequotiënten	Theorie A: Gemiddelde veranderingen
3	H5.2 Differentiequotiënten	Theorie B: Differentiequotiënten bij grafieken
4	H5.2 Differentiequotiënten	Theorie C: Differentiequotiënten en formules

Eisen diagnostische vragen

De diagnostische vragen moeten in het algemeen aan een aantal eisen voldoen, deze zijn gebaseerd op het theoretisch kader zoals beschreven in Hoofdstuk 2. De eisen zijn hieronder weergegeven. De eerste, tweede, vierde en vijfde eisen zijn rechtstreeks overgenomen van Barton (2020). De derde eis is vanuit de door Barton (2020) beschreven eigenschappen aangepast en de zesde eis is binnen dit ontwerponderzoek toegevoegd, een onderbouwing bij deze eisen is ook hieronder te vinden.

1. *De vraag test slechts één vaardigheid.*
2. *De vraag is duidelijk en ondubbelzinnig.*
3. *De vraag is binnen 30 seconden te beantwoorden.*
Dit zorgt ervoor dat leerlingen gedwongen worden slechts een enkele denkstap uit te voeren, maar tegelijkertijd geeft het hen de kans om (bij een wat moeilijker wiskundig onderwerp) rustig na te denken. Hierbij worden zowel het argument van (Barton, 2020) als de beweringen van Snow et al. (1996); McKeachie (2002); Brothen (2012) en Mitchell (2013) in acht genomen.
4. *Elk fout antwoord moet een bepaald inzicht geven zonder dat de leerling hier uitleg over hoeft te geven.*
5. *Een leerling kan niet het goede antwoord op de vraag geven als er sprake is van een misconceptie bij die leerling.*
6. *De leerlingen moeten in staat zijn om antwoord te geven door middel van wisbordjes.*
Deze eis hangt samen met de organisatorische kenmerken zoals genoemd in Sectie 3.1. Het zorgt ervoor dat het proces van het afnemen van de diagnostische vragen efficiënt verloopt en dat de docent eenvoudig kan inventariseren welke antwoorden er gegeven zijn door leerlingen. Tegelijkertijd dwingt het alle leerlingen om een antwoord te geven.

4 METHODE

In dit hoofdstuk wordt de toegepaste onderzoeksmethode beschreven. In Sectie 4.1 wordt de exacte aanpak van het onderzoek beschreven, in Sectie 4.2 wordt vervolgens in meer detail op de respondenten ingegaan. In Sectie 4.3 wordt beschreven op welke manier er gedurende het onderzoek data is verzameld en uiteindelijk wordt in Sectie 4.4 de manier waarop de verzamelde data geanalyseerd is besproken.

4.1 Onderzoeksaanpak

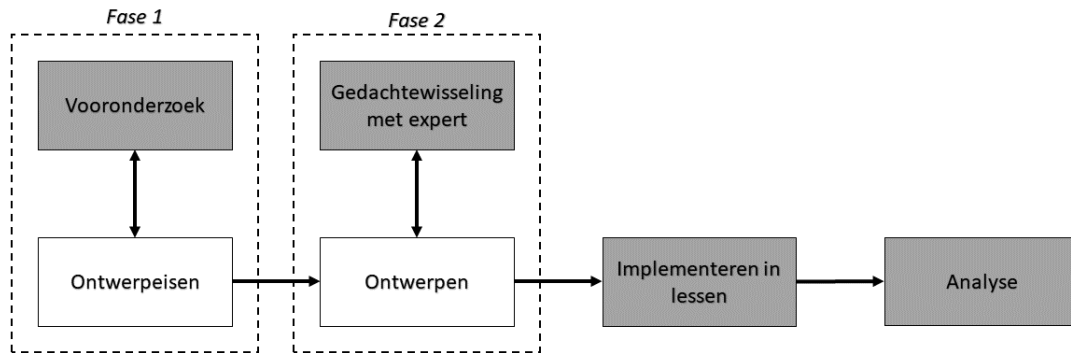
Binnen dit ontwerponderzoek zijn twee fases te onderscheiden. In de eerste fase heeft een literatuuronderzoek plaatsgevonden. Binnen dit literatuuronderzoek is het in de inleiding (Hoofdstuk 1) beschreven onderwijsprobleem verkend. De uitkomst van het literatuuronderzoek heeft vervolgens gediend als basis voor de ontwerpeisen, deze zijn beschreven in Hoofdstuk 3. In de tweede fase zijn deze eisen gebruikt bij het ontwerpen van de diagnostische vragen en het proces voor de toepassing van deze vragen in de les. Bij het ontwerpen van de diagnostische vragen zijn zowel de bekende misconcepties zoals beschreven in Sectie 2.3 als ervaringen uit de praktijk gebruikt. Gedurende deze ontwerpfase is er meermaals contact geweest met een expert met betrekking tot wiskundeonderwijs en formatief handelen, deze gedachtewisselingen hebben bijgedragen aan het uiteindelijke ontwerp. Zowel het ontworpen proces voor het afnemen van de vragen als de vragen zijn te vinden in Sectie 5.1, de bijbehorende follow-up vragen zijn weergegeven in Appendix C.

Na de ontwerpfase is het ontwerp toegepast gedurende een aantal lessen aan een 4 havo wiskunde A klas. Deze lessen vonden plaats op het Twents Carmel College (locatie Lyceumstraat) in Oldenzaal. Binnen deze lessen is niet afgeweken van de reguliere lesstof.

De dataverzameling binnen dit onderzoek bestond uit een aantal onderdelen. De motivatie van de leerlingen is twee keer bepaald met behulp van de vragenlijst zoals opgesteld door Kester (2018a). De eerste keer vond voor het implementeren van het ontwerp plaats, de tweede keer nadien. De bevindingen van de vragenlijst zijn gevalideerd met behulp van een aantal interviews. Gebaseerd op de verzamelde data is het ontwerp geanalyseerd.

Een schematische weergave van de hierboven beschreven onderzoeksaanpak is weergegeven in Figuur 4.1. In deze figuur geven de grijze blokken de fases aan waarin dataverzameling heeft plaatsgevonden.

Voordat begonnen is met het verzamelen van de data is de onderzoeksaanpak goedgekeurd door de ethiekcommissie van de faculteit BMS (Behavioural, Management and Social Sciences) van de Universiteit Twente. De aanvraag is te vinden in Appendix A.1. Verder zijn leerlingen en ouders geïnformeerd over het onderzoek; de hiervoor gebruikte brief is te vinden in Appendix A.1. Deze brief gaf ouders en/of leerlingen ook de mogelijkheid om te weigeren mee te werken aan het verzamelen van de data.



Figuur 4.1: Schematische weergave van onderzoeksaanpak.

4.2 Respondenten

Expert

Gedurende dit ontwerponderzoek is er veelvuldig contact geweest met Wisse van der Meulen. Hij is eerstegraads docent wiskunde en vakdidacticus aan de Universiteit Twente. Zijn kennis met betrekking tot het lesgeven binnen wiskunde en formatief handelen hebben invloed gehad op het uiteindelijke ontwerp.

Leerlingen uit 4havo

Het ontwerp is uiteindelijk geïmplementeerd in de lessen van een 4havo wiskunde A klas op het Twents Carmel College (locatie: Lyceumstraat). Deze klas bestaat uit 30 leerlingen.

Om het effect van het ontwerp te meten hebben deze leerlingen tweemaal een vragenlijst ingevuld. De eerste keer vond plaats voordat het ontwerp is uitgevoerd, de tweede keer na die tijd. Daarnaast is bij een aantal leerlingen een interview afgenomen, om de bevindingen van de vragenlijst te valideren. Meer informatie over de vragenlijst en interviews is te vinden in Sectie 4.3.

4.3 Dataverzameling

Gedurende dit ontwerponderzoek is er op verschillende manieren data verzameld. In deze sectie zullen deze manieren beschreven worden.

4.3.1 Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek is vooral bij het beginnen van dit ontwerponderzoek van belang geweest. Het literatuuronderzoek is onder te verdelen in twee fasen (van der Donk & van Lanen, 2022). De eerste fase van het literatuuronderzoek kan gezien worden als de basis van dit ontwerponderzoek. In deze fase is het praktijkprobleem verkend en in kaart gebracht. Dit heeft geleid tot de onderzoeksvragen zoals beschreven in Hoofdstuk 1. Met behulp van literatuur onderzoek is in de tweede fase het praktijkprobleem afgebakend, dit heeft geleid tot het theoretisch kader zoals gepresenteerd in Hoofdstuk 2.

4.3.2 Formulier bij diagnostische vragen

Een aantal van de ontwerpeisen voor de diagnostische vragen wordt getoetst aan de hand van informatie gegeven door de leerlingen. Zo wordt aan de hand van deze informatie bepaald of de vragen duidelijk en ondubbelzinnig zijn, of de vragen binnen 30 seconden te beantwoorden zijn en of een leerling tot het juiste antwoord komt als er sprake is van een misconceptie bij deze leerling. Het formulier dat wordt gebruikt om deze informatie te verkrijgen is weergegeven in Appendix B.2.

4.3.3 Vragenlijst

Om te meten of de motivatie van leerlingen na het toepassen van het ontwerp veranderd is, is er gekozen voor een kwantitatieve aanpak. We willen zo veel mogelijk respondenten kunnen benaderen. Daarom is er besloten om gebruik te maken van een vragenlijst. Zoals beschreven in Sectie 2.2 is er gekozen voor de vragenlijst zoals gebruikt door Kester (2018a), deze vragenlijst is bijgevoegd in Appendix B.1. De keuze is op deze vragenlijst gevallen omdat deze beschikbaar is in het Nederlands en de vragenlijst relatief weinig vragen bevat. Beide aspecten maken het minder gecompliceerd om af te nemen in de onderwijspraktijk. Daarnaast heeft het gemaakte onderscheid tussen de vier schalen van motivatie eraan bijgedragen dat er gekozen is om deze vragenlijst te gebruiken binnen dit onderzoek, dit onderscheid zal namelijk interessant zijn voor de uiteindelijke conclusie van dit onderzoek.

De vragenlijst is twee keer afgenomen. De eerste keer was voor het toepassen van de ontworpen diagnostische vragen, dit kan gezien worden als nulmeting. De vragenlijst is voor de tweede keer afgenomen na de lessenserie met diagnostische vragen. De resultaten van beide afnames zijn vergeleken, in Sectie 4.4 wordt beschreven hoe de data geanalyseerd is.

4.3.4 Interviews

Met behulp van een kwalitatieve aanpak is geprobeerd de bevindingen van de bovenstaande kwantitatieve aanpak te valideren. Hiervoor is een aantal interviews met leerlingen afgenomen. Bij het afnemen van de interviews is gekozen voor een semi-gestructureerd interview met open vragen. Dit betekent dat van tevoren een leidraad is opgesteld, maar wanneer de respondenten iets interessants noemen zal er doorgevraagd worden. De leidraad volgt de trechterstructuur, waarbij steeds verder wordt ingezoomd op de belangrijkste gesprekspunten (van der Donk & van Lanen, 2022). De leidraad voor de interviews is bijgevoegd in Appendix B.3.

De interviews zijn individueel georganiseerd. Dit zorgt ervoor dat de geïnterviewde leerlingen zich niet laten beïnvloeden door andere leerlingen. Verder is het voor dit onderzoek niet van belang dat de leerlingen op elkaar reageren, het voordeel van een groepsinterview heeft voor dit onderzoek dus geen toegevoegde waarde (van der Donk & van Lanen, 2022). De leerlingen die geïnterviewd zijn, zijn niet willekeurig gekozen. De leerlingen zijn geselecteerd op basis van hun gemiddelde cijfer voor wiskunde A over het schooljaar 2022-2023. Er is een leerling willekeurig gekozen uit de 25% slechts scorende leerlingen, één uit de gemiddeld scorende groep en één uit de 25% best scorende leerlingen. Op deze manier is geprobeerd een representatieve afvaardiging uit de klas te interviewen. De gekozen leerlingen zijn 16 jaar of ouder.

4.4 Data-analyse

In Sectie 4.3 is beschreven hoe de data gedurende dit ontwerponderzoek is verzameld. In deze sectie zal worden beschreven hoe de verzamelde data is geanalyseerd.

4.4.1 Formulier bij diagnostische vragen

De informatie verkregen met het antwoordformulier wordt geanalyseerd. Er wordt geteld hoeveel leerlingen de vraag onduidelijk vonden en hoeveel leerlingen de vraag niet binnen de gegeven tijd konden beantwoorden. Deze aantallen worden vervolgens omgerekend naar percentages van het totaal aantal leerlingen die de vraag hebben beantwoord. Daarnaast worden de door leerlingen gegeven uitwerkingen nagekeken, als deze uitwerkingen misconcepties bevatten die niet van te voren waren vastgesteld dan worden deze genoteerd.

4.4.2 Vragenlijst

De vragenlijsten zijn geanalyseerd met behulp van het Excel-format zoals bijgevoegd bij de vragenlijst. Het Excel-format analyseert de vragenlijsten aan de hand van de verschillende schalen van motivatie zoals beschreven in Tabel 2.1. In het Excel-format wordt de betrouwbaarheid, het gemiddelde en de standaardafwijking per schaal berekend.

Volgens Kester (2018a) geldt dat een gemiddelde score van de schalen intrinsieke motivatie, geïdentificeerde motivatie en de externe motivatie boven de 3 en een gemiddelde score van de schaal amotivatie onder de 3 erop duidt dat de leerlingen gemotiveerd zijn voor het onderwijs. De scores bij de schalen van de twee afgenomen vragenlijsten geven dus een indicatie van de verandering in motivatie. Een hogere score op intrinsieke motivatie, geïdentificeerde motivatie en externe motivatie in combinatie met een lagere score op amotivatie wijst dus op een toename van de motivatie bij leerlingen en vice versa.

Hypothesetoetsen

Om het verschil tussen de twee afnames van de vragenlijst te kunnen beoordelen, wordt er een hypothesetoets uitgevoerd. Binnen deze hypothesetoets wordt er onderscheid gemaakt tussen de nulhypothese (H_0) en de alternatieve hypothese (H_1). De algemene nulhypothese is als volgt: Het implementeren van de lesmethode heeft geen effect op de motivatie van leerlingen. De verwachting binnen dit onderzoek is dat het gebruiken van de ontworpen lesmethode de motivatie van leerlingen verhoogd. De algemene alternatieve hypothese is dan ook: het implementeren van de lesmethode verbetert de motivatie van leerlingen. Aangezien de alternatieve hypothese een verbetering behelst, is hier sprake van eenzijdig toetsen.

Binnen de vragenlijst wordt onderscheid gemaakt tussen vier schalen van motivatie. Voor elk van deze schalen zal met behulp van een hypothesetoets bepaald worden of het gebruik van formatief handelen effect heeft. Om dit te kunnen bereiken is de algemene nulhypothese en alternatieve hypothese gespecificeerd voor de vier schalen van motivatie. Het verbeteren van de motivatie houdt in dat de intrinsieke, geïdentificeerde en externe motivatie toenemen en de amotivatie afneemt. De hypothesen voor de vier schalen van motivatie zijn weergegeven in Tabel D.6.

Binnen de statistiek is het gebruikelijk om bij een steekproefgrootte van 30 of meer aan te nemen dat deze steekproef normaal verdeeld is (Montgomery & Runger, 2018). Hoewel binnen dit onderzoek de steekproefgrootte niet gelijk aan of groter is dan 30 ($n = 25$ en $n = 26$), is er toch aangenomen dat de data van de vragenlijst normaal verdeeld is. Dit maakt het mogelijk om gebruik te maken van een t-toets. Binnen dit onderzoek is er sprake van een pre- en posttest, idealiter wordt er dan gebruik gemaakt van een gepaarde t-toets (Xu et al., 2017). Gebaseerd op de verzamelde data is het echter niet mogelijk om de data van beide afnames aan te paren. Daarom zal er binnen dit onderzoek gebruik worden gemaakt van een ongepaarde t-toets. Er is gekozen om gebruik te maken van significantieniveau (α) van 0,05 (5%) gebruikt. De nulhypothese moet dan verworpen worden wanneer de p-waarde uit de t-toets kleiner is dan 0,05.

Tabel 4.1: Hypotheses voor de vier schalen van motivatie

$H_{0,1}$	Het implementeren van de lesmethode heeft geen effect op de intrinsieke motivatie van leerlingen.
$H_{1,1}$	Het implementeren van de lesmethode verhoogt de intrinsieke motivatie van leerlingen.
$H_{0,2}$	Het implementeren van de lesmethode heeft geen effect op de geïdentificeerde motivatie van leerlingen.
$H_{1,2}$	Het implementeren van de lesmethode verhoogt de geïdentificeerde motivatie van leerlingen.
$H_{0,3}$	Het implementeren van de lesmethode heeft geen effect op de externe motivatie van leerlingen.
$H_{1,3}$	Het implementeren van de lesmethode verhoogt de externe motivatie van leerlingen.
$H_{0,4}$	Het implementeren van de lesmethode heeft geen effect op de amotivatie van leerlingen.
$H_{1,4}$	Het implementeren van de lesmethode vermindert de amotivatie van leerlingen.

Voordat deze toets gebruikt kan worden dient na gegaan te worden of de varianties van beide afnames gelijkwaardig zijn (homogeniteit van varianties) (Marshall & Waqanika, 2017). Hiervoor wordt er gebruik gemaakt van de f-toets, hier geldt dat er sprake is van ongelijke varianties en dus geen gebruik gemaakt kan worden van de ongepaarde t-toets wanneer $p < 0,05$.

4.4.3 Interviews

De interviews zijn auditief geregistreerd, van deze opnamen worden transcripties gemaakt. Om de semi-gestructureerde interviews te kunnen analyseren worden de uitspraken van leerlingen onderverdeeld over onderstaande categorieën:

- de mening van leerlingen over het gebruik van de lesmethode;
- het door de leerlingen verwachte doel van de lesmethode;
- het effect van de lesmethode op het inzicht van leerlingen in hun voortgang;
- het effect van de lesmethode op de werkhouding van leerlingen;
- het effect van de lesmethode wanneer deze gedurende een langere periode wordt toegepast.

De resultaten binnen de categorieën worden in combinatie met de uitkomsten van de analyse van de vragenlijst gebruikt om tot een conclusie te komen over de verandering in motivatie van leerlingen. Vooral de derde en vierde categorie zijn hiervoor van belang.

5 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd. Allereerst worden de resultaten van de ontwerpfase gepresenteerd, te beginnen met het proces voor het afnemen van de diagnostische vragen, gevolgd door de diagnostische vragen zelf. In het tweede deel wordt het bovengenoemde ontwerp getoetst op de ontwerpeisen. In het laatste deel worden uiteindelijk de resultaten van het onderzoek naar de motiverende werking van het ontwerp gepresenteerd.

5.1 Ontwerpfase

Voor dit onderzoek zijn twee aspecten ontworpen, namelijk het proces voor het implementeren van de diagnostische vragen in de les en de diagnostische vragen zelf. In deze sectie zal ik de resultaten van deze ontwerpfase presenteren, te beginnen met het proces voor het afnemen van de vragen.

5.1.1 Proces voor afnemen van diagnostische vragen

Elke les worden er in ieder geval twee diagnostische vragen gesteld, deze vragen kunnen gaan over stof uit voorgaande lessen, stof die kan worden gezien als voorkennis of stof die in de specifieke les wordt uitgelegd. Zowel de vragen over stof uit voorgaande lessen als over voorkennis zullen aan het begin van de les worden gesteld. Het testen van de nieuwe stof zal juist aan het einde van de les plaatsvinden. Een overzicht van de in de diagnostische vragen behandelde stof is in Tabel 5.1 weergegeven, hieruit is dus op te maken in welke fase van de les de vraag gesteld dient te worden.

Tabel 5.1: Inhoud van diagnostische vragen

Les	Vraag	Inhoud
1	1	Herhaling voorgaande les(sen)
	2	Herhaling voorgaande les(sen)
2	3	Herhaling voorgaande les(sen)
	4	Herhaling voorkennis
3	5	Herhaling voorgaande les(sen)
	6	Testen nieuwe stof
4	7	Herhaling voorgaande les(sen)
	8	Testen nieuwe stof

Het afnemen van de diagnostische vragen gaat volgens een aantal vooraf vastgelegde stappen, hiervoor is een keuzeboom ontwikkeld. Deze keuzeboom is weergegeven in Figuur 5.1. Het proces is gebaseerd op het proces zoals geïmplementeerd wordt door Barton (2020). Enkele aanpassing zijn doorgevoerd om te kunnen voldoen aan de ontwerpeisen zoals beschreven in

Hoofdstuk 3. Voorbeelden van dergelijke aanpassingen zijn dat er bij het stellen van de follow-up vragen geen tweede stemronde volgt en krijgen leerlingen 30 seconden om een vraag te beantwoorden.

Het proces begint met het stellen van de diagnostische vraag. Dit gaat als volgt:

1. De vraag wordt op het bord geprojecteerd.
2. Leerlingen proberen de vraag te beantwoorden.
3. Leerlingen schrijven hun antwoord op het wisbordje. Ook als leerlingen het antwoord niet weten schrijven ze een (gegoekt) antwoord op het bordje.
4. De leerlingen krijgen ongeveer 30 seconden om de vraag te beantwoorden, de docent telt vervolgens af en alle leerlingen laten tegelijkertijd hun antwoord zien.
5. De docent inventariseert welke antwoorden er gegeven zijn.

Wanneer de docent de antwoorden heeft geïnventariseerd maakt hij de eerste keuze in de keuzeboom. Wanneer alle leerlingen hetzelfde antwoord hebben gegeven, geeft de docent één van de leerlingen de beurt om zijn redenering te vertellen. Wanneer deze redenering niet helemaal juist of niet helemaal volledig is, wordt er nog een leerling aangewezen om zijn redenering te geven. Als de redenering van de eerste leerling volledig juist is kan direct worden doorgegaan naar de volgende stap.

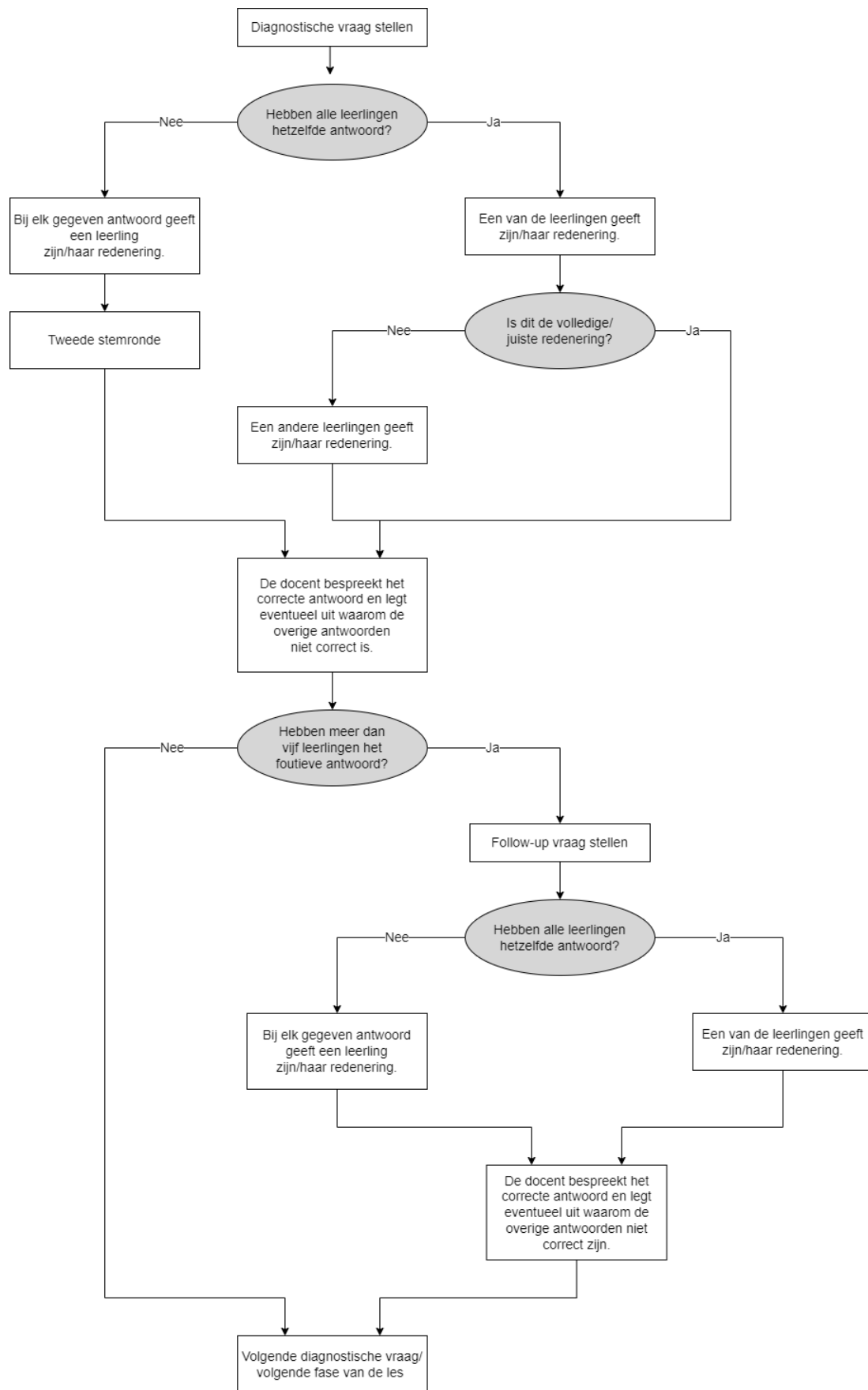
Als het zo is dat er verschillende antwoorden gegeven worden, geeft de docent bij elk antwoord een leerling de beurt om hierbij zijn redenering te geven. Hierbij is het belangrijk dat de docent niet laat merken of een antwoord goed is. Vervolgens volgt een tweede stemronde, hier kunnen leerlingen aan de hand van de zojuist genoemde redeneringen beslissen om van antwoord te wisselen. Wanneer ook de antwoorden van de tweede stemronde door de docent zijn geïnventariseerd, kan er ook doorgegaan worden naar de volgende stap.

In deze volgende stap bespreekt de docent het correcte antwoord, hierbij wordt de denkstap duidelijk benoemd. Eventueel verteld de docent waarom de overige antwoorden niet juist zijn. Wanneer het bleek dat er in de tweede stemronde nog steeds meer dan vijf leerlingen het verkeerde antwoord gaven, wordt er een follow-up vraag gesteld. Is dit niet het geval dan wordt er doorgegaan met de volgende diagnostische vraag of de volgende fase van de les.

Het stellen van de follow-up vraag volgt in de basis dezelfde stappen als hierboven beschreven. Het proces is echter wel korter, zo vindt er bijvoorbeeld geen tweede stemronde plaats. Wanneer alle leerlingen bij de follow-up vraag hetzelfde antwoord hebben gegeven, wordt één van de leerlingen gevraagd zijn redenering te vertellen. Als het zo is dat er verschillende antwoorden gegeven zijn, dan wordt er wederom bij elk van de antwoorden een leerling gevraagd zijn redenering te geven. In beide gevallen wordt er vervolgens doorgegaan naar de volgende stap, hierin bespreekt de docent wederom het juiste antwoord.

Er zijn na het stellen van de follow-up vraag een aantal scenario's mogelijk:

- Wanneer alle leerlingen de follow-up vraag goed hebben beantwoord kan er na een korte afsluiting van de vraag doorgegaan worden met de les of de volgende diagnostische vraag. Er hoeft verder geen extra aandacht aan de vaardigheid besteed te worden.
- Wanneer er een aantal leerlingen zijn die de vraag fout hebben beantwoord, dan krijgen deze leerlingen individueel/in een kleine groep extra uitleg over de vaardigheid.
- Wanneer er tien of meer leerlingen de vraag fout hebben beantwoord zal er een klassikale uitleg volgen. Daarnaast zal een vergelijkbare vraag in één van de volgende lessen worden herhaald.



Figuur 5.1: Stappenplan voor afnemen van een diagnostische vraag

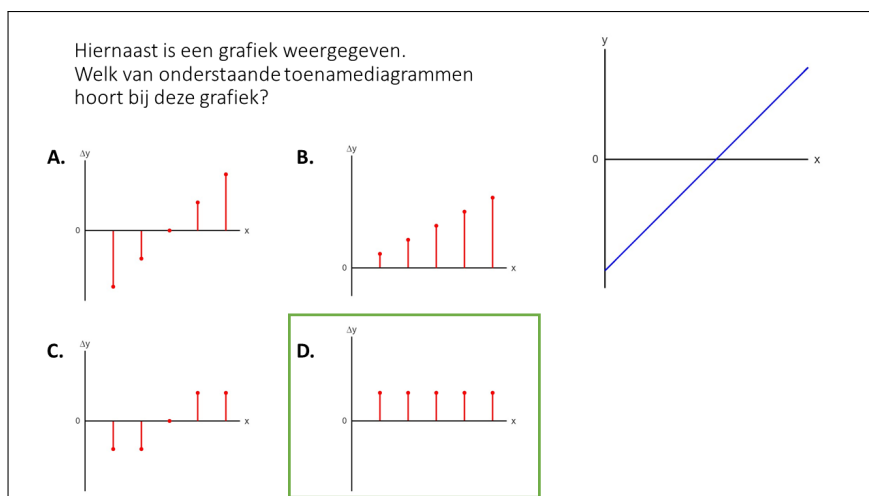
5.1.2 Diagnostische vragen

In deze sectie worden de acht vragen en de bijbehorende antwoordmogelijkheden beschreven. Zoals in de vorige sectie al beschreven, hoort er bij elk van onderstaande vraag een follow-up vraag, deze zijn te vinden in Appendix C, de misconcepties in de antwoordmogelijkheden van deze follow-up vragen zijn vervolgens weergegeven in Tabel C.1. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de misconcepties in de foutieve antwoorden bij de follow-up vragen hetzelfde zijn als in onderstaande tekst beschreven.

Vraag 1: ‘Hiernaast is een grafiek weergegeven. Welk van onderstaande toenamediagrammen hoort bij deze grafiek?’

De eerste vraag behandelt de volgende vaardigheid: *het koppelen van een toenamediagram aan een grafiek*. De vraag is weergegeven in Figuur 5.2. Zoals aangegeven in de figuur met het groene kader is antwoord *D* het juiste antwoord. De overige antwoorden bevatten elk een misconceptie.

Leerlingen die antwoord *A* geven denken dat de verticale lijnstukken de punten op de grafiek weergeven. Leerlingen die antwoord *B* geven begrijpen dat een stijgende grafiek met positieve verticale lijnstukken wordt weergegeven. Deze leerling denkt echter dat de lengte van deze lijnstukken steeds langer wordt naarmate de afstand tussen de grafiek en de x -as groter wordt. Een leerlingen die antwoord *C* geeft herkent de constante stijging en weet dat dit betekent dat de lengte van de lijnstukken in het toenamediagram constant blijft. Deze leerling denkt daarbij wel dat wanneer de grafiek zich onder de x -as bevindt er negatieve lijnstukken in het toenamediagram getekend dienen te worden.



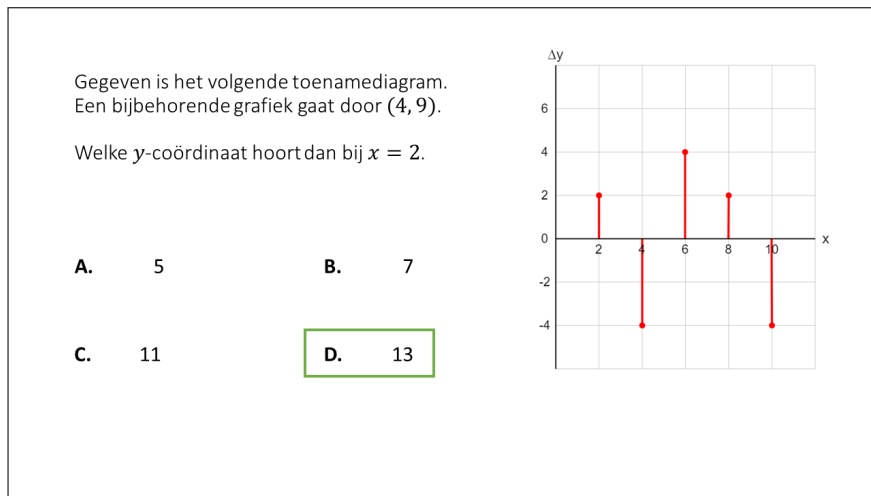
Figuur 5.2: Vraag 1

Vraag 2: ‘Gegeven is een toenamediagram. Een bijbehorende grafiek gaat door $(4, 9)$. Welke y -coördinaat hoort dan bij $x = 2$?’

In de tweede vraag wordt *het interpreteren van een toenamediagram* getoetst. Leerlingen dienen hier aan de hand van een gegeven punt en toenamediagram de y -coördinaat bij een bepaalde x -coördinaat te berekenen. Ook bij deze vraag is antwoord *D* het correcte antwoord. De vraag is weergegeven in Figuur 5.3.

De leerlingen die voor antwoord *A* kiezen maken wel gebruik van het juiste lijnstuk uit het toenamediagram, maar weten de lengte van het lijnstuk niet correct te interpreteren. Deze leerlingen trekken dus 4 af van de y -coördinaat bij $x = 2$. Een leerling die als antwoord *B* gaf weet de lengte van de lijnstukken ook niet op de juiste manier te interpreteren en gebruikt tevens het verkeerde lijnstuk. De leerling trekt dus 2 af van de y -coördinaat bij $x = 2$. Leerlingen die ant-

woord C kiezen interpreteren de lengte van de lijnstukken wel correct. Deze leerlingen maken echter gebruik van het verkeerde lijnstuk. De leerling telt 2 op bij de y -coördinaat van $x = 2$.

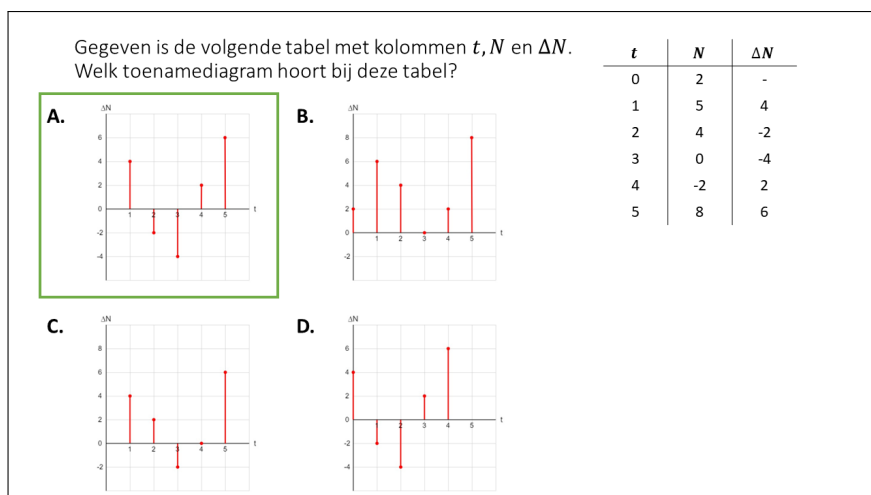


Figuur 5.3: Vraag 2

Vraag 3: ‘Gegeven is de volgende tabel met kolommen t , N en ΔN . Welk toenamediagram hoort bij deze tabel?’

De derde diagnostische vraag wordt *het maken van een toenamediagram bij een gegeven tabel getoetst*. De vraag is weergegeven in Figuur 5.4. Het correcte antwoord bij deze vraag is A.

Een leerling die voor antwoord B kiest, weet niet dat in het toenamediagram ΔN weergegeven wordt. Deze leerlingen tekent daarentegen de coördinaten (t, N) en maakt hier een ‘toenamediagram’ van door verticale lijnstukken te tekenen naar deze coördinaten. Antwoord C zal gegeven worden door leerlingen die ΔN verkeerd interpreteren. Deze leerlingen denken dat ΔN het verschil weergeeft ten opzichte van de vorige waarde. Leerlingen die antwoord D geven interpreteren de waarden van ΔN juist wel correct, deze leerlingen tekenen de lijnstukken echter op de linkergrens van het interval.



Figuur 5.4: Vraag 3

Vraag 4: ‘De lijn k gaat door de punten $A(0, 5)$ en $B(4, 7)$. Wat is een juiste berekening van de richtingscoëfficiënt van de lijn k ?’

Zoals in Tabel 5.1 weergegeven wordt er in vraag 4 voorkennis herhaald. Leerlingen moeten bij deze vraag de richtingscoëfficiënt berekenen met behulp van $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_A - y_B}{x_A - x_B}$ of $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$. De

vraag is weergegeven in Figuur 5.5, het correcte antwoord is antwoord B.

Leerlingen die één van de onjuiste antwoorden gebruiken niet de juiste formule. Bij antwoord A wordt $\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}$ gebruikt, deze leerlingen wisselt dus Δx en Δy om. Om tot antwoord C te komen, gebruikt de leerling $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_B - y_A}{x_A - x_B}$. Hier maakt de leerling dus de fout om in de teller van de breuk het coördinaat van A van het coördinaat van B af te trekken en in de noemer andersom, of vice versa. Bij antwoord D wordt $\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_A - x_B}{y_B - y_A}$ gebruikt. In dit antwoord maakt de leerling zowel de fout van antwoord A als antwoord C.

De lijn k gaat door de punten $A(0,5)$ en $B(4,7)$.

Wat is een juiste berekening van de richtingscoëfficiënt van de lijn k ?

A. $rc_k = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{4-0}{7-5} = 2$

B. $rc_k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{7-5}{4-0} = 0,5$

C. $rc_k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{7-5}{0-4} = -0,5$

D. $rc_k = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{0-4}{7-5} = -2$

Figuur 5.5: Vraag 4

Vraag 5: 'In onderstaande tabel staat informatie over het aantal auto's N in miljoenen in Nederland. Wat is een juiste berekening van de gemiddelde toename per jaar in de periode 1987-1996?'

In de vijfde vraag wordt het berekenen van de gemiddelde toename per tijdseenheid getoetst. Deze vraag is weergegeven in Figuur 5.6. Leerlingen moeten gebruik van $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N_2 - N_1}{t_2 - t_1}$ of $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N_1 - N_2}{t_1 - t_2}$, antwoord A is dus het correcte antwoord. De antwoorden B, C en D bevatten in principe de misconcepties die in vraag 4 ook aan bod kwamen. Bij antwoord B maken leerlingen gebruik van $\frac{\Delta t}{\Delta N} = \frac{t_1 - t_2}{N_2 - N_1}$, bij antwoord C van $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N_2 - N_1}{t_1 - t_2}$ en bij antwoord D van $\frac{\Delta t}{\Delta N} = \frac{t_2 - t_1}{N_2 - N_1}$.

In onderstaande tabel staat informatie over het aantal auto's N in miljoenen in Nederland.

Jaar	1980	1987	1996	2000	2013
N	4,1	4,8	6,4	7,0	8,5

Wat is een juiste berekening van de gemiddelde toename per jaar in de periode 1987 – 1996?

A. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{6,4 - 4,8}{1996 - 1987} = 0,18$

B. $\frac{\Delta t}{\Delta N} = \frac{1987 - 1996}{6,4 - 4,8} = -5,63$

C. $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{6,4 - 4,8}{1987 - 1996} = -0,18$

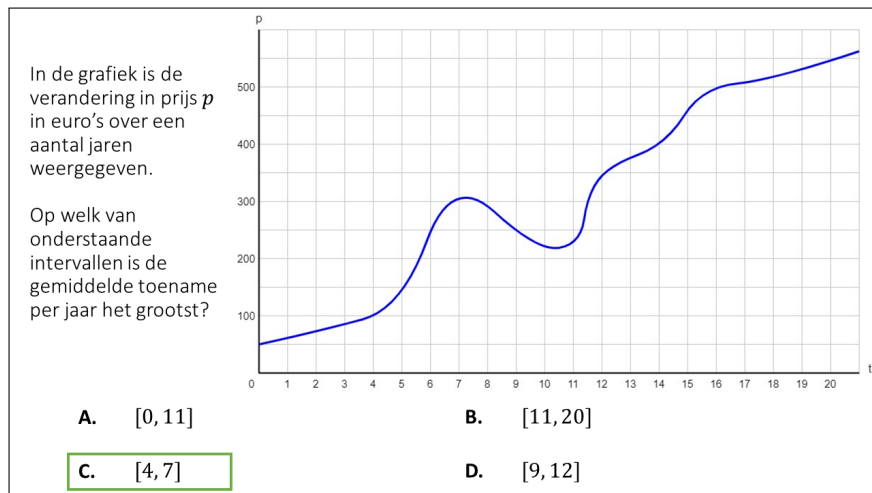
D. $\frac{\Delta t}{\Delta N} = \frac{1996 - 1987}{6,4 - 4,8} = 5,63$

Figuur 5.6: Vraag 5

Vraag 6: 'In de grafiek is de verandering in prijs p in euro's over een aantal jaren weergegeven. Op welk van onderstaande intervallen is de gemiddelde toename het grootst?'

In vraag 6 wordt de vaardigheid van *het herkennen van de grootste gemiddelde toename vanuit een grafiek* of *het interpreteren van de gemiddelde toename* getoetst. Het is een vraag die gebruikt wordt om de in deze les uitgelegde stof te testen. De vraag is weergegeven in Figuur 5.7.

Antwoord C is in dit geval het correcte antwoord. Een leerling die antwoord A geeft denkt dat bij het grootste interval de gemiddelde toename ook het grootst is. Een leerling die antwoord B gegeven heeft denkt juist dat wanneer de totale toename over het interval het grootste is, de gemiddelde toename ook het grootste is. Leerlingen die antwoord D gaven hebben slechts het steilste stuk uit de grafiek gezocht en vergeten daarbij het dalende stuk in acht te nemen.



Figuur 5.7: Vraag 6

Vraag 7: 'Zie de grafiek hiernaast. Bereken het differentiequotiënt op $[3, 8]$.'

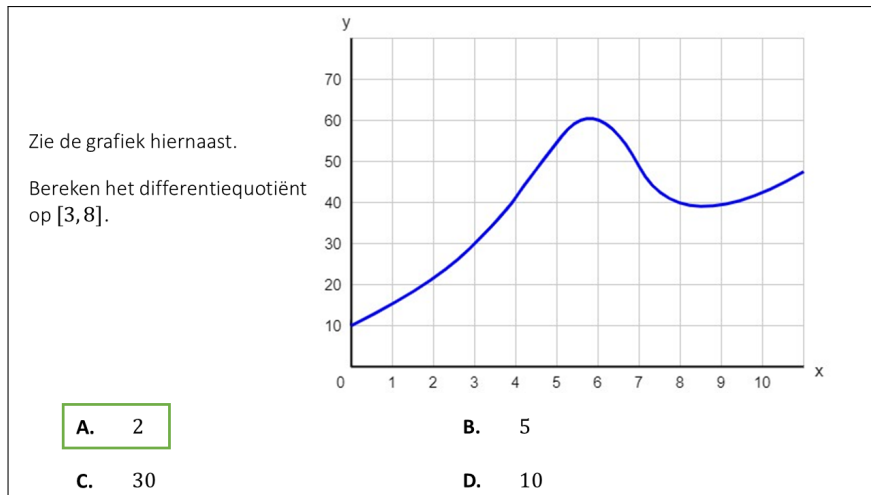
De zevende vraag toetst *het berekenen van de differentiequotiënt vanuit een gegeven grafiek*. De vraag is weergegeven in Figuur 5.8. Zoals in de figuur gezien kan worden is antwoord A het juiste antwoord. Om tot dit antwoord te komen dient de volgende berekening te worden uitgevoerd: $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{40-30}{8-3} = 2$.

Leerlingen die antwoord B gekozen hebben denken dat de differentiequotiënt gelijk is aan de breedte van het interval, ofwel Δx . Antwoord C wordt gekozen door leerlingen die denken dat de differentiequotiënt gelijk is aan het verschil tussen het maximum en het minimum binnen het interval. Leerlingen die denken dat het differentiequotiënt gelijk is aan de totale toename over het interval zullen antwoord D kiezen, zij berekenen dus alleen Δy over het interval.

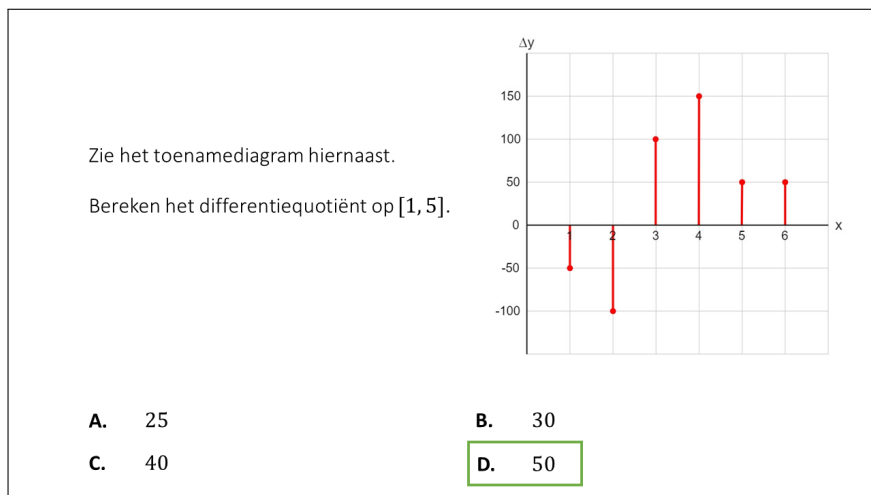
Vraag 8: 'Zie het toenamediaagram hiernaast. Bereken het differentiequotiënt op $[1, 5]$.'

De laatste diagnostische vraag is gebruikt om de stof die in de les is uitgelegd te testen. In de vraag wordt *het berekenen van de differentiequotiënt vanuit een gegeven toenamediaagram* getoetst. Met behulp van de volgende berekening komt je op het goede antwoord: $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-100+100+150+50}{4} = 50$, het goede antwoord is dus antwoord D.

Leerlingen die de lijnstukken uit het toenamediaagram bij $x = 1$ tot en met $x = 4$ en dus $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-50-100+100+150}{4}$ uitrekenen, zullen antwoord A geven. Antwoord B wordt gegeven door leerlingen die de lijnstukken uit het toenamediaagram bij $x = 1$ tot en met $x = 5$ en dus $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-50-100+100+150+50}{5}$ uitrekenen. Antwoord C wordt gegeven door leerlingen die de juiste lijnstukken uit het toenamediaagram gebruikt, maar deelt door 5 in plaats van 4. Deze leerlingen rekenen dus $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-100+100+150+50}{5}$ uit.



Figuur 5.8: Vraag 7



Figuur 5.9: Vraag 8

5.2 Toetsing ontwerpeisen

In Hoofdstuk 3 zijn verschillende ontwerpeisen opgesteld, in deze sectie zal het in de voorgaande tekst beschreven ontwerp getoetst worden op de ontwerpeisen. Hierbij wordt begonnen met het toetsen van het ontworpen proces.

Proces

Het proces van het afnemen van de diagnostische vragen voldoet aan de praktische ontwerpeisen zoals beschreven in Sectie 3.1. Aan de *kenmerken van de doelgroep* is voldaan aangezien het ontwerp is toegepast in een 4 havo wiskunde A klas bestaande uit 30 leerlingen. De *kenmerken van de leraar* zijn ook voldaan, de onderzoeker heeft de diagnostische vragen zelf toegepast in zijn les. Daarbij had hij al enige ervaring met het lesgeven aan de klas en met het specifieke onderwerp. Als laatst is er aan de *organisatorische kenmerken* ook voldaan. Het behandelen van de vragen koste minder dan 10 minuten per les. Verder was het door het presenteren van de vragen in de vorm van een PowerPoint en het gebruik van de wisbordjes mogelijk om het ontwerp in lokalen binnen de school toe te passen.

Het proces zoals onder andere weergegeven in Figuur 5.1 verliep in alle vier de lessen vlekkeloos.

Het gehele proces waarbij er maximaal vier vragen in een enkele les gesteld werden kostte niet meer dan 10 minuten, hiermee is dan ook aan deze ontwerpeis voldaan. Opvallend is dat na het stellen van een eventuele follow-up vraag alle leerlingen het goede antwoord wisten te geven. De verschillende scenario's na het stellen van de follow-up vraag, zoals gegeven in Sectie 5.1.1 zijn dus niet aan bod gekomen.

Diagnostische vragen

Hier zullen de diagnostische vragen zoals beschreven in Sectie 5.1.2 getoetst worden op de in Sectie 3.2 opgestelde ontwerpeisen voor de diagnostische vragen.

De vraag test slechts één vaardigheid

Alle diagnostische vragen zijn op zo'n manier ontworpen dat ze één vaardigheid testen. Overleg met de expert heeft niet gewezen op het testen van meerdere vaardigheden in één van de diagnostische vragen. Op basis hiervan is de conclusie getrokken dat er inderdaad in alle vragen slechts één vaardigheid wordt getest.

De vraag is duidelijk en ondubbelzinnig

Ook met betrekking tot deze ontwerpeis is er overleg geweest met de expert, hij voorzag geen problemen. Om er zeker van te zijn dat de vragen ook voor de leerlingen duidelijk zijn is er bij elke afgenomen diagnostische vraag aan de leerlingen gevraagd of deze duidelijk was, hierbij is gebruikt gemaakt van het formulier zoals weergegeven in Appendix B.2. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Tabel 5.2. Uit deze resultaten is op te maken dat de vragen voor het overgrote deel van de leerlingen duidelijk waren. Er is dus te concluderen dat de vragen aan deze ontwerpeis voldoen.

De vraag is binnen 30 seconden te beantwoorden

Net als bij de voorgaande ontwerpeis, is het controleren van deze eis gebaseerd op overleg met de expert als op informatie vanuit de leerlingen. Wederom verwachtte de expert geen problemen met betrekking tot deze ontwerpeisen. Hoe de leerlingen de vragen beoordeelden op deze eis is weergegeven in Tabel 5.2. Vooral vraag 2 en de bijbehorende follow-up vraag was door een aantal leerlingen niet binnen de tijd te beantwoorden. Hierbij lijkt er een verband te bestaan met de voorgaande ontwerpeis. Verder kan er geconcludeerd worden dat de vragen binnen 30 seconden te beantwoorden zijn.

Elk fout antwoord moet een bepaald inzicht geven zonder dat de leerling hier uitleg over hoeft te geven.

Deze ontwerpeis is behaald door het gebruik maken van meerkeuzevragen waarbij de foutieve antwoorden elk een bepaalde misconceptie bevatten. De expert heeft de foutieve antwoorden gecontroleerd, hieruit blijkt inderdaad bij elke van de foutieve antwoorden slechts één misconceptie leidt tot dit antwoord. Wanneer een leerling een foutief antwoord geeft, zal er bij deze leerling dus sprake zijn van de bijbehorende misconceptie. Dit is bevestigd bij het implementeren van de diagnostische vragen. De enige uitzondering hierbij was dat de leerlingen die een foutief antwoord gegokt hebben, de bijbehorende misconceptie niet per se hoeven te bezitten.

Elke leerling kan niet het goede antwoord op de vraag geven als er sprake is van een misconceptie bij die leerling.

Deze ontwerpeis hangt samen met de voorgaande. Ook bij deze ontwerpeis heeft de expert bevestigd dat de vraag voldoet. Wederom is hier een uitzondering mogelijk, het kan zijn dat een leerling per toeval het goede antwoord heeft gegokt, maar dat deze leerling alsnog een misconceptie bezit.

De leerlingen moeten in staat zijn om antwoord te geven door middel van wisbordjes.

De vragen voldoen aan deze ontwerpeisen door de manier waarop ze worden afgenomen.

Leerlingen hoeven slechts een *A*, *B*, *C* of *D* op het wisbordje te noteren. Ook aan deze eis is dus voldaan.

Tabel 5.2: Analyse uitvoering diagnostische vragen

Vraag	Is de vraag in de les afgenomen?	Was de vraag duidelijk?	Was de vraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden?	Zijn er andere misconcepties opgemerkt?
1	Ja	100%	100%	Nee
follow-up 1	Nee	-	-	-
2	Ja	85%	78%	Nee
follow-up 2	Ja	96%	89%	Nee
3	Ja	96%	100%	Nee
follow-up 3	Nee	-	-	-
4	Ja	100%	100%	Nee
follow-up 4	Nee	-	-	-
5	Ja	100%	100%	Nee
follow-up 5	Nee	-	-	-
6	Ja	96%	100%	Nee
follow-up 6	Ja	100%	100%	Nee
7	Ja	93%	93%	Nee
follow-up 7	Nee	-	-	-
8	Ja	100%	100%	Nee
follow-up 8	Ja	100%	100%	Nee

5.3 Analyse motiverende werking van ontwerp

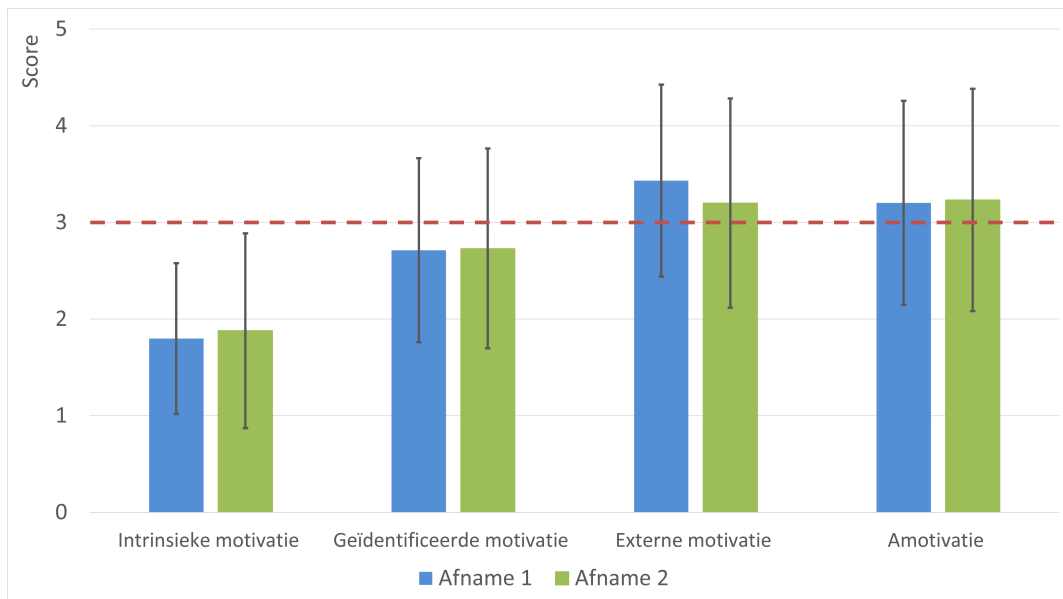
De motiverende werking van het implementeren van de diagnostische vragen is op twee manieren geanalyseerd, met behulp van de vragenlijst en met behulp van interviews. In deze sectie worden van beide de resultaten gepresenteerd.

Uitkomsten vragenlijst

De resultaten uit de vragenlijst zijn onderverdeeld in de vier schalen van motivatie. De scores voor elke schaal kunnen van 0 tot en met 5 variëren. In Figuur 5.10 zijn de scores per schaal afgebeeld, hierin zijn de scores van de eerste afname naast de scores van de tweede afname gezet. Met de foutbalken is de standaardafwijking voor de scores weergegeven. De rode stippe lijn geeft een score van 3 aan, het maakt het mogelijk om de scores te interpreteren. Over het algemeen geldt dat een gemiddelde score voor intrinsieke, geïdentificeerde en externe motivatie boven de 3 en een gemiddelde score voor amotivatie onder de 3 duidt op gemotiveerde leerlingen (Kester, 2018a).

De exacte resultaten van de vragenlijst zijn weergegeven in Appendix D.1. Hierin zijn niet alleen de scores voor elk van de schalen weergegeven, maar ook de scores bij elk van de vragen.

Binnen dit onderzoek zijn we vooral geïnteresseerd in de verschillen tussen de eerste en de tweede afname. Deze verschillen blijken minimaal. Bij intrinsieke motivatie lijkt een kleine toename te zien en bij externe motivatie lijkt er sprake van een afname te zijn. De hypothesetoetsen laten zien of er sprake is van een significant verschil tussen beide afnames. Verder valt op dat de foutbalken relatief groot zijn, het is daarom moeilijk om het verschil in motivatie tussen de eerste en de tweede afname te kwantificeren.



Figuur 5.10: Scores per schaal voor afname 1 en 2.

Naast het berekenen van de scores voor elk van de vier schalen van motivatie is, is de betrouwbaarheid van de uitkomsten voor elk van de schalen ook berekend. Hierbij is gebruik gemaakt van de Cronbach's alpha. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 5.3.

Tabel 5.3: Betrouwbaarheid van resultaten per vraag (Cronbach's alpha)

Schaal	Afname 1	Afname 2
Intrinsieke motivatie	0,89	0,90
Geïdentificeerde motivatie	0,53	0,75
Externe motivatie	0,69	0,72
Amotivatie	0,67	0,89

Wanneer de Cronbach's alpha een waarde heeft van 0,70 of hoger betekent het dat het instrument betrouwbaar is, de resultaten kunnen dan gebruikt worden voor interpretatie. Een lagere waarde duidt erop dat de respondenten niet consequent hebben geantwoord of dat er simpelweg te weinig respondenten zijn (Kester, 2018b). Helaas is het bij de eerste afname in schaal van geïdentificeerde motivatie, externe motivatie en amotivatie het geval dat de resultaten onbetrouwbaar zijn. Naast dat het moeilijk is om de verschil tussen de eerste en tweede afname te kwantificeren, dienen we dus ook voorzichtig te zijn met het interpreteren van de resultaten.

Hypothesetoetsen

In Tabel 5.4 zijn voor de vier schalen van motivatie de p-waarden van de f-toets weergegeven. Voor elk van deze schalen geldt $p > 0,05$, er is dus geen sprake van ongelijke varianties (Marshall & Waqanika, 2017). Nu aan deze voorwaarde is voldaan kan de t-toets uitgevoerd worden.

In Tabel 5.3 zijn de in de t-toets gevonden p-waarden voor elk van de vier schalen weergegeven. Voor elk van de schalen geldt $p > 0,05$, dit betekent dat de nulhypoteses niet verworpen mogen worden. Het implementeren heeft dus op geen van de vier schalen van motivatie effect gehad. Hieruit kan dan ook geconcludeerd worden dat de algemene nulhypothese ook niet verworpen kan worden. Ofwel, het implementeren van de lesmethode heeft geen effect gehad op de motivatie van leerlingen.

Tabel 5.4: p-waardes f-toets

Schaal	p-waarde
Intrinsieke motivatie	0,15
Geïdentificeerde motivatie	0,18
Externe motivatie	0,56
Amotivatie	0,09

Tabel 5.5: p-waardes t-toets

Schaal	p-waarde
Intrinsieke motivatie	0,355
Geïdentificeerde motivatie	0,462
Externe motivatie	0,135
Amotivatie	0,497

Uitkomsten interviews

Transcripties van de afgenomen interviews zijn te vinden in Appendix D.2. Hieronder worden de belangrijkste bevindingen van deze interviews beschreven.

In Tabel 5.6 zijn uitspraken van leerlingen over het gebruik van de lesmethode weergegeven. Hieruit blijkt dat de leerlingen het gebruik van de wisbordjes een leuke toevoeging aan de les vinden. Eén van de leerlingen gaf aan de wisbordjes kinderachtig te vinden, een andere leerling vond het juist grappig, maar allemaal hadden ze waardering voor de toepassing en namen deze toepassing van de wisbordjes serieus.

Tabel 5.6: Leerlingreacties over het gebruik van de lesmethode

Leerling 1	Ik vond het leuk. Ik vond het grappig om met de wisbordjes te werken, maar vond het ook een interessante manier om vragen te stellen aan de kas.
Leerling 2	Ik vond het in het begin wat kinderachtig, maar ging het steeds leuker vinden. (...) Vooral de wisbordjes, de kleuren ervan en de pagina waarop we de tafels konden uitrekenen (<i>vond ik kinderachtig</i>). (...) Nee, dat (<i>het gebruik van de wisbordjes</i>) vond ik juist wel leuk.
Leerling 3	Ik vond het wel grappig. (...) Het gebruik van de wisbordjes, dit was de eerste keer dat ik deze in een les gebruikte. (...) Jazeker, ik merkte aan u dat we dit serieus moesten nemen (<i>over het serieus nemen van de vragen</i>).

Uit alle interviews bleek dat de leerlingen dachten dat het toepassen van de diagnostische vragen en de specifieke manier van het beantwoorden van de vragen vooral voor de docent nuttig waren, dit is weergegeven in Tabel 5.7. Zo werd er genoemd dat het doel van de vragen was om alle leerling te laten nadenken en werd er genoemd dat de docent de antwoorden van alle leerlingen wilde kunnen zien. De leerlingen hadden dus niet direct door dat het doel was om de motivatie te beïnvloeden. Toen dit doel vervolgens benoemd werd, zagen de leerlingen wel in dat dit een effect van de lesmethode kan zijn. Zoals uit Tabel 5.8 is op te merken denken leerlingen dat dit doel bereikt is.

Tabel 5.7: Het door de leerlingen verwachte doel van de lesmethode

Leerling 1	Ik denk dat het vooral was zodat u kunt zien om we de stof begrijpen.
Leerling 2	Ik denk dat u wilde dat iedereen met de vragen. U wilde namelijk telkens van iedereen een antwoord.
Leerling 3	Ik denk dat u graag wilde zien of we de theorie begrepen.

Tabel 5.8: Leerlingreacties over het effect van de lesmethode op het inzicht in hun voortgang.

Leerling 1	Ik denk het wel (<i>over het bereiken van inzicht bij leerlingen of zij de stof begrijpen</i>).
Leerling 2	Ik denk het wel (<i>over het bewust maken van de mate waarin de leerling de stof begrijpt</i>).
Leerling 3	Ja, ik denk het (<i>over het succesvol creëren van inzicht in de mate waarin de leerling de nieuwe theorie begreep</i>). (...) Ja (<i>ik had zonder de diagnostische vragen ook het gevoel dat ik de stof beheerste</i>).

In Tabel 5.9 zijn de uitspraken van de leerlingen over een verandering in hun werkhouding weergegeven. Uit deze uitspraken kan worden opgemaakt dat het effect van de lesmethode op de werkhouding van leerlingen niet significant is. De leerlingen hebben niet het idee dat ze in de weken waarin de lesmethode is toegepast beter en/of anders met de wiskunde bezig zijn gegaan. Dit geldt voor zowel in de les als buiten de les. Wel bleek uit de interviews dat de leerlingen een beter beeld hebben van hetgeen ze wel of niet begrijpen. Hierbij werd wel door één van de leerlingen opgemerkt dat hij/zij na het foutief beantwoorden van de vraag niet specifiek nog eens naar de bijbehorende theorie heeft gekeken.

Tabel 5.9: Leerlingreacties over het effect van de lesmethode op hun werkhouding

Leerling 1	Ik denk het wel (<i>over het wel/niet creëren van inzicht bij leerlingen van de mate waarin zij de stof begrijpen</i>). (...) Ik denk dat ik de afgelopen lessen goed heb gewerkt. Huiswerk maken doe ik sowieso weinig. Dat is eigenlijk niet veranderd. (<i>over een verandering in de werkhouding in de vier lessen</i>) (...) Ik denk dat ik hier (<i>het leren van wiskunde</i>) zelf verantwoordelijk voor ben. (...) Dat is de afgelopen vier lessen niet veranderd. Ik moet wel zeggen dat ik de vragen graag goed beantwoordde, hierdoor ben ik wel wat beter op gaan letten bij de uitleg.
Leerling 2	Ik denk het wel (<i>over het wel/niet creëren van inzicht bij leerlingen van de mate waarin zij de stof begrijpen</i>). (...) Ik zag meteen of het verkeerde antwoord gekozen had. (...) Ik lette (<i>vervolgens</i>) goed op welke antwoorden de andere leerlingen gaven, de tweede keer gaf ik dan wel het juiste antwoord. (...) Nee, eigenlijk niet (<i>over het wel/niet nog een keer extra naar de theorie kijken en extra oefenen</i>). Nee, dat niet (<i>over een verandering in werkhouding</i>). Ik denk niet dat dit (<i>de mate van verantwoordelijkheid</i>) in deze periode is veranderd.
Leerling 3	Ik heb niet het gevoel dat dit (<i>het verbeteren van de werkhouding</i>) het geval is. (...) Ik had alle vragen goed, dus ik beheers de stof. (...) Nee, niet echt (<i>ik denk niet dat het stellen van de diagnostische vragen voor mij iets heeft veranderd</i>).

Verder gaven alle leerlingen aan dat ze verwachten dat het effect van de lesmethode groter zal zijn naarmate deze voor een langere periode wordt toegepast, dit is te zien in Tabel 5.10. Opvallend hierbij is wel dat ze opmerkten dat ze verwachten de lesmethode dan wel minder interessant gaan vinden. Deze afname van interesse kan er dan weer voor zorgen dat het effect van de lesmethode minder groeit of zelfs kleiner wordt.

Tabel 5.10: Leerlingreacties over het effect van de lesmethode op de lange termijn

Leerling 1	Ik denk het wel (<i>over het grotere effect van de lesmethode als deze gedurende een langere periode wordt toegepast</i>). Maar ik denk wel dat ik het dan minder leuk ga vinden, ik weet niet zo goed wat dit betekent voor mijn werkhouding. (...) Eerlijk gezegd denk ik dat ik weer minder goed op zal gaan letten.
Leerling 2	Ik denk het wel (<i>over het grotere effect op de motivatie als de lesmethode gedurende een langere periode wordt toegepast</i>), ik wil graag de vragen goed maken. (...) Niet echt voor mezelf, vooral voor de klasgenoten en voor u. Ik wil graag laten zien dat ik het kan.
Leerling 3	Misschien (<i>over het op de lange termijn veranderen van de werkhouding</i>), maar ik denk vooral dat ik het dan minder interessant zou gaan vinden.

6 CONCLUSIE

In Hoofdstuk 1 is de onderzoeksvraag van dit onderzoek gedefinieerd, deze onderzoeksvraag is vervolgens opgedeeld in een aantal deelvragen. In dit hoofdstuk zullen de deelvragen beantwoord worden, vervolgens zal een antwoord op de onderzoeksvraag geformuleerd worden. Het antwoord op de onderzoeksvraag dient als conclusie van dit onderzoek.

6.1 Deelvragen

Zoals ook al in Hoofdstuk 1 beschreven zijn de deelvragen te verdelen over twee fases. In deze sectie zal deze verdeling behouden blijven.

Fase 1

Wat zijn belangrijke aspecten van motivatie bij leerlingen en wat kan invloed hebben op de motivatie van leerlingen?

Motivatie bij leerlingen is onder te verdelen in intrinsieke en extrinsieke motivatie. Een leerling die veel intrinsieke motivatie heeft, wilt leren omdat hij het onderwerp interessant vindt of omdat hij plezier heeft in het uitvoeren van de taak. Deze leerling kenmerkt zich door een hoge mate van zelfstandigheid en zelfregulering. Extrinsiek gemotiveerde leerlingen leren omdat dit van buitenaf gestimuleerd wordt, bijvoorbeeld door een drijfveer in de vorm van cijfers voor toetsen. Belangrijk is dat de twee vormen van motivatie elkaar niet uitsluiten maar naast elkaar voorkomen.

Zoals benoemd typeert een leerling met een hoge mate van intrinsieke motivatie zich door een zelfstandige en zelfregulerende houding. Eén van de manieren om motivatie van een leerling te verhogen is dan ook om zijn zelfstandigheid en zelfregulering te stimuleren. Externe motivatie is ook te verhogen, bijvoorbeeld door meer aandacht te vestigen op beloningen. Een kanttekening bij het verhogen van de externe motivatie is dat dit de intrinsieke motivatie van een leerling zal verminderen. Verder blijkt intrinsieke motivatie de meeste invloed heeft op het succesvol afronden van een taak. Daarom is er in dit onderzoek vooral aandacht besteed aan het verhogen van intrinsieke motivatie.

Wat houdt formatief handelen in en welke effecten zijn vanuit de literatuur bekend?

Formatief handelen is een cyclisch proces waarbij zowel de leerling als de docent inzichtelijk krijgt waar de leerling zich in het leerproces bevindt. Er zijn verschillende strategieën te gebruiken bij het toepassen van formatief handelen. Eén van deze strategieën is het gebruiken van diagnostische vragen, dit is de aanpak die binnen dit onderzoek is gebruikt.

Formatief handelen geeft de mogelijkheid om de manier van lesgeven aan te passen aan de behoeften van de leerlingen. Het is een methode om op een efficiënte manier het begrip van leerlingen in kaart te brengen en hier naar te handelen. Dit maakt de lessen voor zowel de leerlingen als de docent bevredigender.

Naast de hierboven benoemde effecten, kan formatief handelen ook de motivatie van leerlingen verhogen. Formatief handelen stimuleert namelijk zelfregulering. Zoals eerder beschreven draagt zelfregulering bij aan de intrinsieke motivatie. Binnen dit onderzoek zijn we geïnteresseerd in het verhogen van de intrinsieke motivatie en dus lijkt het toepassen van formatief handelen een geschikte methode.

Wat zijn diagnostische vragen en waar moeten deze bij wiskunde aan voldoen?

In dit onderzoek is ervoor gekozen om gebruik te maken van diagnostische vragen. Dit zijn vragen die inzicht geven in de mate waarin leerlingen de stof beheersen. Daarnaast stellen ze de docent in staat om inzicht te krijgen in de fouten die leerlingen maken en de misconcepties die hier bij horen. Vooral het gebruik van meerkeuzevragen stelt de docent in staat om misconcepties te herkennen.

Er zijn een aantal eisen opgesteld waaraan de diagnostische vragen moeten voldoen, deze zijn als volgt.

- De vraag is duidelijk en ondubbelzinnig.
- De vraag test slechts één vaardigheid.
- De vraag is binnen 30 seconden te beantwoorden.
- Elk fout antwoord moet een bepaald inzicht geven zonder dat de leerling hier uitleg over hoeft te geven.
- Een leerling kan niet het goede antwoord op de vraag geven als er sprake is van een misconceptie bij die leerling.
- De leerlingen moeten in staat zijn om antwoord te geven door middel van wisbordjes.

Fase 2

Wat is een geschikte manier om formatief handelen met behulp van diagnostische vragen toe te passen binnen wiskundelessen over toenamedigrammen en differentiequotienten om zo de motivatie te verhogen?

In Sectie 5.1 is zowel het ontwerp van het proces van het stellen van de diagnostische vragen als de ontworpen vragen weergegeven. Uit het literatuuronderzoek zoals beschreven in Hoofdstuk 2 blijkt dat de methode geschikt moet zijn om de motivatie bij leerlingen te verhogen. Het effect van het ontwerp is geanalyseerd, de resultaten van deze analyse zullen meegenomen in de conclusie op de overkoepelende onderzoeksvraag.

In hoeverre voldoet het ontwerp aan de opgestelde ontwerpeisen?

Uit zowel feedback van de expert als uit informatie verzameld uit de antwoordformulieren ingevuld door de leerlingen valt te concluderen dat de ontworpen diagnostische vragen voldoen aan de ontwerpeisen. Daarnaast voldoet het proces van het stellen van de diagnostische vragen aan de ontwerpeisen, dit is voornamelijk gebleken uit de toepassing in de praktijk.

6.2 Onderzoeksvraag

Hoe kan het toepassen van formatief handelen met behulp van diagnostische vragen de motivatie van havo-leerlingen bij wiskunde A beïnvloeden?

Binnen dit onderzoek is een methode ontworpen voor formatief handelen met behulp van diagnostische vragen ontworpen. Deze methode is gebruikt gedurende vier lessen verspreid over twee weken, in deze lessen werd theorie over toenamedigrammen en differentiequotienten behandeld. Met deze lesmethode is gepoogd om de (intrinsieke) motivatie van de leerlingen te vergroten. Om te kunnen beoordelen of dit behaald is, is er tweemaal een vragenlijst afgenomen (één voor en één na het toepassen van de lesmethode) en zijn er interviews afgenomen met leerlingen.

De resultaten van de vragenlijst laten geen significante verandering zien in de motivatie bij leerlingen. De hypothesetoetsen laten zien dat de nulhypothese niet verworpen kan worden. Het implementeren van de lesmethode heeft geen effect gehad op de motivatie van leerlingen. Ook uit de interviews blijkt dat de motivatie van leerlingen niet is veranderd door de toepassing van het formatief handelen. De geïnterviewde leerlingen hebben niet het idee dat ze op een andere manier bezig zijn geweest met wiskunde in de weken waarin de lesmethode is toegepast, de bevindingen uit de interviews ondersteunen dus de conclusie op basis van de vragenlijst.

7 DISCUSSIE

7.1 Reflectie onderzoek

Zoals uit Hoofdstuk 6 valt op te maken bestaat de conclusie van dit onderzoek uit twee delen. Ten eerste is er een lesmethode ontworpen die aan de opgestelde ontwerpeisen voldoet, deze lesmethode maakt gebruik van formatief handelen in de vorm van diagnostische vragen. Het tweede deel van de conclusie bestaat uit het effect van deze lesmethode op de motivatie van leerlingen. Uit de analyse blijkt dat dit effect niet groot is, gebaseerd op het theoretisch kader (Hoofdstuk 2) zou men een signifikanter effect verwachten. Bij het uitvoeren van dit onderzoek waren er een aantal beperkingen welke dit verschil tussen de uitkomst van dit onderzoek en de informatie uit de literatuur kan verklaren. De exacte impact op de resultaten van deze beperkingen is echter onduidelijk. In deze sectie worden de belangrijkste beperkingen benoemd.

De grootste beperking voor dit onderzoek is de omvang van de toepassing in de praktijk. Allereerst is het ontwerp slechts in één klas met 30 leerlingen toegepast. Dit betekent ook dat de vragenlijst over motivatie door deze 30 leerlingen is ingevuld. Dit heeft er onder andere voor gezorgd dat een deel van de resultaten van deze vragenlijst niet volledig betrouwbaar is, een groter aantal respondenten maakt een onderzoek als deze betrouwbaarder. Verder kan het zo zijn dat de sfeer en/of werkhouding van deze gehele klas invloed heeft gehad op de resultaten.

In dit onderzoek is geen rekening gehouden met de invloed van een naderende toets op de motivatie van leerlingen. Op het moment dat de vragenlijst voor de tweede keer werd afgenomen duurde het nog twee weken tot de toetsweek. Het is zeer aannemelijk dat dit invloed heeft gehad op de resultaten. De exacte invloed hiervan is op dit moment onduidelijk.

Daarnaast is het ontwerp slechts voor vier lessen gemaakt, dit heeft twee belangrijke gevolgen. De eerste is dat het ontwerp enkele onderwerpen uit de wiskunde beslaat, de resultaten van dit onderzoek kunnen verschillend zijn voor verschillende wiskundige onderwerpen. Wellicht een belangrijker gevolg van het toepassen in enkele lessen is dat dit betekent dat de implementatie slechts twee weken besloeg. Uit de interviews is gebleken dat leerlingen verwachten dat het effect van de lesmethode toeneemt naarmate deze gedurende een langere periode wordt toegepast. Tegelijkertijd gaven de leerlingen aan dat het gebruik van de wisbordjes misschien zou gaan vervelen. Het is zeer waarschijnlijk dat de resultaten met betrekking tot een verandering in motivatie signifikanter waren geweest wanneer de lesmethode voor een langere periode was toegepast, al is het exacte effect onduidelijk.

Een andere beperking van dit onderzoek is de mate waarin er onderzoek is gedaan naar de bij leerlingen bestaande misconcepties. In dit huidige onderzoek zijn er een aantal vanuit de literatuur bekende misconcepties verwerkt. De andere misconcepties verwerkt in dit onderzoek zijn gebaseerd op de praktijkervaring van de onderzoeker. Dit kan betekenen dat er sprake is van andere misconcepties bij de leerlingen. Dit kan een effect op de conclusie van dit onderzoek hebben gehad, al wordt dit door de onderzoek als minimaal geschat.

7.2 Aanbevelingen aanvullend onderzoek

De hierboven beschreven beperkingen van het onderzoek nodigen uit voor een verder en uitgebreider onderzoek. Voor dit aanvullende onderzoek zijn er een aantal aanbevelingen, in dit hoofdstuk worden deze beschreven.

Een aanvullend onderzoek moet omvangrijker zijn. Allereerst dient het ontwerp uitgebreid worden zodat het voor meerdere lessen verspreid over verschillende wiskundige onderwerpen toegepast kan worden. Op deze manier krijgen leerlingen meer tijd om zich aan te passen aan de lesmethode en om al dan niet meer motivatie te ontwikkelen. Verder wordt dan het effect van een bepaald wiskundig onderwerp minder invloedrijk op de algehele resultaten. Daarnaast kan er dan onderzocht worden of de lesmethode minder interessant wordt gevonden door de leerlingen wanneer deze voor een langere periode wordt toegepast en het eventuele effect daarvan.

Naast het uitbreiden van het onderzoeken met betrekking tot de periode van implementatie, dient het onderzoeken ook uitgebreid te worden met betrekking tot het aantal respondenten. Dit zou betekenen dat de resultaten van de vragenlijst betrouwbaarder worden. Het zou ook betekenen dat de sfeer van een enkele klas/school minder invloed heeft op de resultaten van het onderzoek. Eventueel zou het onderzoek uitgebreid kunnen worden naar andere jaarlagen of onderwijsniveaus, de basis van het onderzoek blijft dan identiek.

Naast het toepassen en analyseren van de lesmethode in verschillende klassen, zou het ook een toevoeging zijn voor het onderzoek als er gebruik zou worden gemaakt van een controlegroep. In deze controlegroep zou dan ook tweemaal de vragenlijst afgenomen moeten worden, maar dient de lesmethode niet toegepast te worden. Op deze manier kan ook het effect van een dichterbij komende toetsweek of de voortgang in het jaar op de motivatie van leerlingen geanalyseerd worden.

Wanneer er uit zo'n aanvullend onderzoek blijkt dat de (intrinsieke) motivatie daadwerkelijk toeneemt door het toepassen van de lesmethode, dan is het ook interessant om het onderzoek toe te passen binnen andere schoolvakken. In dat geval dient het theoretisch kader dat de basis vormde voor dit onderzoek ook uitgebreid te worden.

7.3 Implicaties voor de onderwijspraktijk

Het doel van dit ontwerponderzoek was om een lesmethode te ontwerpen gebaseerd op formatief handelen met behulp van diagnostische vragen om de motivatie van leerlingen te verhogen. Het eerste deel hiervan is succesvol afgerond, er is een lesmethode ontworpen die voldoet aan de ontwerpeisen. Het verhogen van de motivatie bij leerlingen is echter nog niet behaald, hiervoor dient meer onderzoek gedaan te worden. Toch zijn er op dit moment al enkele implicaties van dit onderzoek voor de onderwijspraktijk te benoemen.

Allereerst kunnen de ontworpen diagnostische vragen worden toegepast in lessen over het binnen dit onderzoek behandelde wiskundige onderwerp. Daarnaast kan het ontworpen proces voor het afnemen van de diagnostische vragen gebruikt worden, niet alleen in combinatie met de binnen dit onderzoek ontworpen vragen, maar ook in combinatie met vragen over andere wiskunde onderwerpen. De ontwerpeisen die voor dit onderzoek zijn opgesteld kunnen bij het ontwerpen van vragen over andere onderwerpen gebruikt worden.

Als er uit het aanvullende onderzoek blijkt dat de ontworpen manier van formatief handelen de motivatie van leerlingen verhoogt, dan dient effect duidelijk gemaakt te worden aan iedereen die betrokken is bij het verzorgen van onderwijs. Niet alleen docenten moeten op de hoogte zijn van de effecten, maar ook lerarenopleiders, sectieleiders etcetera.

Bibliografie

- Barton, C. (2018), 'On formative assessment in math', *American Educator* **42**(2), 33–38.
- Barton, G. (2020), *Volgens Barton.*, Uitgeverij Phronese. Vertaald door: Rene Kneyber.
- Black, P. & William, D. (1998), 'Inside the black box raising standards through classroom assessment', *Phi Delta Kappan* .
- Black, P. & William, D. (2003), "in praise of educational research": formative assessment', *British Educational Research Journal* **29**(5), 623–637.
- Blankman, R. (2022), 'Math formative assessment examples'.
URL: <https://www.hmhco.com/blog/math-formative-assessment-examples>
- Brothen, T. (2012), 'Time limits on tests: Updating the 1-minute rule', *Teaching of Psychology* **39**(4), 288–292.
- Cho, P. & Nagle, C. (2017), 'Procedural and conceptual difficulties with slope: An analysis of students' mistakes on routine tasks', *International Journal of Research in Education and Science* **3**, 135–150.
- Ciofalo, J. F. & Wylie, E. C. (2006), 'Using diagnostic classroom assessment: One question at a time', *Teachers College Record* .
- Cleary, T. J. & Chen, P. P. (2009), 'Self-regulation, motivation, and math achievement in middle school: Variations across grade level and math context', *Journal of School Psychology* **47**, 291–314.
- Dijkgraaf, R. & Wiersma, D. (2022), 'Derde voortgangsrapportage nationaal programma onderwijs', *Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap* .
- Dijkhuis, J., de Jong, G., Houwing, H., Kuis, J., ten Klooster, F., de Waal, S., van Braak, J., Liesting-Maas, J., Wieringa, M., Hiele, R., Romkes, J., Haneveld, M., Voets, S., Vos, M., van Haren, J., van Laarhoven, B. & Meijerink, R. (2020), *Getal&Ruimte - Wiskunde A (havo Deel 2)*, Noordhoff.
- Goes, L. (2008), 'De invloed van intrinsieke- en extrinsieke motivatie op schoolprestaties', *Thesis - Kinder- en Jeugdpsychologie* .
- Hadre, P., Crowson, H., Debacker, T. & White, D. (2007), 'Predicting the academic motivation of rural high school students', *Journal of Experimental Education* **75**, 247–269.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007), 'The power of feedback', *Review of Educational Research* **77**(1), 81–112.
- Higgins, M., Grant, F. & Thompson, P. (2010), 'Formative assessment: Balancing educational effectiveness and resource efficiency', *Journal for Education in the Built Environment* **5**(2), 4–24.

- Holley, L. C. & Steiner, S. (2005), 'Safe space: Student perspectives on classroom environment', *Journal of social work education* **41**(1), 49–64.
- Kester, L. (2018a), 'Motivatietool'. Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek and Oberon and Universiteit Leiden and Universiteit Utrecht.
URL: <https://leerling2020.nl/research/motivatietool/>
- Kester, L. (2018b), 'Waarom is de betrouwbaarheid belangrijk?'. Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek and Oberon and Universiteit Leiden and Universiteit Utrecht.
URL: <https://leerling2020.nl/faq-onderzoek/hoe-check-betrouwbaarheid-schalen/>
- Lowman, J. (1990), 'Promoting motivation and learning', *College Teaching* **38**(4), 136–139.
- Makokha, A. & Ongwae, M. (1997), 'Trainer's handbook - a 14 days teaching methodology course', *German Development Service* .
- Marshall, E. & Waqanika, T. (2017), 'Encouraging academics to share statistics support resources - independent t-test in excel', *Sheffield Hallam University - University of Sheffield* .
- Marzano, R. & Miedema, W. (2018), *Leren in vijf dimensies - Moderne didactiek voor het voortgezet onderwijs*, Koninklijke van gorcum.
- McKeachie, W. J. (2002), *Teaching Tips - 11th edition*, Houghton Mifflin Company.
- Meusen-Beekman, K. D., Joosten-ten Brinke, D. & Boshuizen, H. P. (2016), 'Effects of formative assessments to develop self-regulation among sixth grade students: Results from a randomized controlled intervention', *Studies in Educational Evaluation* **51**, 126–136.
- Mitchell, S. (2013), 'Multiple choice questions: Best practices', *The Academy for Teaching and Learning Excellence* **813**.
- Montgomery, D. C. & Runger, G. C. (2018), *7.2 Sampling Distributions and the Central Limit Theorem*, Wiley, Hoboken, NJ, p. 154.
- Peeters, W. (2019), 'Motivatie meten: 3 vragenlijsten'.
URL: <https://www.vernieuwenderwijs.nl/motivatie-meten-2-vragenlijsten/>
- Prashanti, E. & Ramnarayan, K. (2020), 'Ten maxims for creating a safe learning environment'.
- Richardson, M. & Abraham, C. (2012), 'Psychological correlates of university students' academic performance: A systematic review and meta-analysis', *Psychological Bulletin* **138**(2), 353–387.
- Sharma, S. (2015), 'Promoting risk taking in mathematics classrooms: The importance of creating a safe learning environment'.
- Snow, H., Monk, A. & Thompson, P. (1996), 'Guidelines for the use of multiple choice and computer presented tests for university assessment', *Psychology Software News* **7**(4-8).
- Stump, S. (1999), 'Secondary mathematics teachers' knowledge of slope', *Mathematics Education Research Journal* **11**(2), 124–144.
- Timmer, M. & Caspers, W. (2022), 'How he wishes he'd taught maths - craig barton on improving your teaching, lethal mutations and problem solving', *NAW* **5/23**(4), 218–225.
- van Amerongen, M. (2019), 'Welke interventies helpen scholieren om afleidingen zoals games onder schooltijd te weerstaan?', *Kennisrotonde* .

- van Ast, M., de Loor, O. & Spijkerboer, L. (2020), *Effectief leren - De docent als regisseur*, Noordhoff.
- van der Donk, C. & van Lanen, B. (2022), *Praktijkonderzoek in de school*, Uitgeverij Coutinho.
- Veenman, S. (2001), 'Coöperatief leren', *Katholieke Universiteit Nijmegen - Sectie Onderwijs en Educatie*.
- Walsh, S. (2013), *Formative Assessment Activities: Can They Do the Math - A Resource Guide for Middle School Mathematics Teachers*, Sierra Nevada College.
- Weeda, F. (2023), 'Veel havo 4-leerlingen haken af: 'het was alsof de leraren opeens een andere taal spraken''.
- URL:** <https://www.nrc.nl/nieuws/2023/03/29/veel-havo-4-leerlingen-haken-af-het-was-alsof-de-leraren-opeens-een-andere-taal-spraken-a4160812>
- William, D. (2007), 'Five "key strategies" for effective formative assessment', *National Council of Teachers of Mathematics*.
- William, D. (2011), *Embedded formative assessment*, Solution Tree Press.
- Xu, M., Fralick, D., Zheng, J. Z., Wang, B., Tu, X. M. & Feng, C. (2017), 'The differences and similarities between two-sample t-test and paired t-test', *Shanghai Arch Psychiatry* **29**(3), 184–188.
- Zimmerman, B. J. (2000), 'Attaining self-regulation: A social-cognitive perspective.', *Handbook of self-regulation* pp. 13–39.

A ETHIEK

A.1 Ethiekvraag

Op de volgende pagina's is de door de ethiekcommissie van de faculteit BMS van de Universiteit Twente goedgekeurde ethiekaanvraag te vinden.

230402 REQUEST FOR ETHICAL REVIEW

Request nr: 230402
Researcher: Wesselink, D.G.H.
Supervisor: Meulen, W.R. van der
Reviewer: Walma van der Molen, J.H.
Status: Approved by commission
Version: 2

1. START

A. TITLE AND CONTEXT OF THE RESEARCH PROJECT

1. What is the title of the research project? (max. 100 characters)

Design of a formative assessment method to increase students' motivation.

2. In which context will you conduct this research?

Master's Thesis

3. Date of the application

17-04-2023

5. Is this research project closely connected to a research project previously assessed by the BMS Ethics Committee?

No/Unknown

B. CONTACT INFORMATION

6. Contact information for the lead researcher

6a. Initials:

D.G.H.

6b. Surname:

Wesselink

6c. Education/Department (if applicable):

M-SET

6d. Staff or Student number:

2131153

6e. Email address:

d.g.h.wesselink@student.utwente.nl

6f. Telephone number (during the research project):

+31620811708

6g. If additional researchers (students and/or staff) will be involved in carrying out this research, please name them:

-

6h. Have you completed a PhD degree?

No

7. Contact information for the BMS Supervisor

7a. Initials:

W.R.

7b. Surname:

van der Meulen

7c. Department:

BMS-ELAN

7d. Email address:

w.r.vandermeulen@utwente.nl

7e. Telephone number (during the research project):

+31534895483

8. Is one of the ethics committee reviewers involved in your research? Note: not everyone is a reviewer.

No

C. RESEARCH PROJECT DESCRIPTION

9a. Please provide a brief description (150 words max.) of the background and aim(s) of your research project in non-expert language.

Within this research project I will design a way to use formative assessment to increase the motivation of students. Within the school where I am currently performing my internship there is an interest in increasing the motivation of the students, the design will be implemented and analysed at this school. This means the design will specifically be made for use within the Dutch mathematics education.

9b. Approximate starting date/end date of data collection:

Starting date: 2023-05-13

End date: 2023-09-29

9c. If applicable: indicate which external organization(s) has/have commissioned and/or provided funding for your research.

Commissioning organization(s):

Not applicable

Funding organization(s):

Not applicable

2. TYPE OF STUDY

Please select the type of study you plan to conduct:

I will be collecting new data from individuals acting as respondents, interviewees, participants or informants.

4. RESEARCH INVOLVING THE COLLECTION OF NEW DATA

A: RESEARCH POPULATION

20. Please provide a brief description of the intended research population(s):

The research population acting as a source for my data collection consists of students at the educational level of 4havo. I have been the teacher of these students for a few months.

21. How many individuals will be involved in your research?

I will perform my research within a group of 30 students.

22. Which characteristics must participants/sources possess in order to be included in your research?

There are no inclusion criteria.

23. Does this research specifically target minors (<16 years), people with cognitive impairments, people under institutional care (e.g. hospitals, nursing homes, prisons), specific ethnic groups, people in another country or any other special group that may be more vulnerable than the general population?

Yes, minors

Educational research

24. Are you planning to recruit participants for your research through the BMS test subject pool, SONA

No

B. METHODS OF DATA COLLECTION

25. What is the best description of your research?

- (Online) survey research
- Interview research

26. Please provide a brief yet sufficiently detailed overview of activities, as you would in the Procedure section of your thesis or paper. Among other things, please provide information about the information given to your research population, the manipulations (if applicable), the measures you use (at construct level), etc. in a way that is understandable for a relative lay person.

Before implementing the designed formative assessment method students are asked to fill in a survey. This survey investigates the motivation of the students, the survey is designed for the dutch research project 'Doorbraakproject Onderwijs & ICT'. After implementing the formative assessment in four lessons, the same survey will again be filled in by the students. The results will be compared. In addition to these surveys, six students will be interviewed. This way an attempt to validate the results of the survey will be made. The students are chosen based on their average grade for mathematics. Here, three categories are made, the first consists of the lowest 25%, the second group out of the 50% in the middle and the third group consists of the

25% best scoring students. Two students from each categorie will be selected, the chosen students will be 16 years or older.

How much time will each participant spend (mention the number of sessions/meetings in which they will participate and the time per session/meeting)?

Students will fill in a survey twice, each time taking approximately 20 minutes. In addition some students will be invited to participate in an interview, taking an approximate 15 minutes.

C: BURDEN AND RISKS OF PARTICIPATION

27. Please provide a brief description of these burdens and/or risks and how you plan to minimize them:

The participants will follow the regular education, the usual curriculum will be covered. Therefore there are no risks for the participants in this regards. In addition, regarding the survey and/or interviews it is not expected to cause any burdens and/or risks to the participants since no sensitive subjects are discussed.

28. Can the participants benefit from the research and/or their participation in any way?

Yes

Please Explain:

The implementation of the designed method of formative assessment will likely have a positive impact on the learning of the students. This positive impact will be caused by an increase in students' motivation, which in its turn is induced by the designed method of formative assessment. As the students are the participants of this research, the participants can benefit from the research.

29. Will the study expose the researcher to any risks (e.g. when collecting data in potentially dangerous environments or through dangerous activities, when dealing with sensitive or distressing topics, or when working in a setting that may pose 'lone worker' risks)?

No

D. INFORMED CONSENT

30. Will you inform potential research participants (and/or their legal representantive(s), in case of non-competent participants) about the aims, activities, burdens and risks of the research before they decide whether to take part in the research?

Yes

Briefly clarify how:

A letter will be send to all students and/or parents/guardians. In this letter a short description of the research will be given and via this letter the students and/or parents/guardians have the opportunity to refuse participating in the research.

32. How will you obtain the voluntary, informed consent of the research participants (or their legal representatives in case of non-competent participants)?

Passive/tacit consent

Please provide a brief explanation of why you think passive consent is acceptable and how sufficient action will be taken to inform the participants or their legal representatives

-

33. Will you clearly inform research participants that they can withdraw from the research at any time without explanation/justification?

Yes

34. Are the research participants somehow dependent on or in a subordinate position to the researcher(s) (e.g. students or relatives)?

No

35. Will participants receive any rewards, incentives or payments for participating in the research?

- No

36. In the interest of transparency, it is a good practice to inform participants about what will happen after their participation is completed. How will you inform participants about what will happen after their participation is concluded?

- Participants will receive the researcher's contact details, so that they can contact the researcher if they have questions/would like to know more.
- Participants will receive oral/written information about what the researcher(s) will do with the collected data.

E. CONFIDENTIALITY AND ANONYMITY

37. Does the data collected contain personal identifiable information that can be traced back to specific individuals/organizations?

No

39. Will you make use of audio or video recording?

Yes

- What steps have you taken to ensure safe audio/video data storage?

The audio and video will be recorded via Iris Connect. This means the recordings will be saved in a secure place. The recordings will not be shared. In addition, no names of the participants will be mentioned in the recordings, or in the file names.

- At what point in the research will tapes/digital recordings/files be destroyed?

After the colloquiem all of the audio and video files will be destroyed, anonymized transcripts will be saved.

5. DATA MANAGEMENT

- I have read the UT Data policy.
- I am aware of my responsibilities for the proper handling of data, regarding working with personal data, storage of data, sharing and presentation/publication of data.

6. OTHER POTENTIAL ETHICAL ISSUES/CONFLICTS OF INTEREST

40. Do you anticipate any other ethical issues/conflicts of interest in your research project that have not been previously noted in this application? Please state any issues and explain how you propose to deal with them. Additionally, if known indicate the purpose your results have (i.e. the results are used for e.g. policy, management, strategic or societal purposes).

No, I do not anticipate any other ethical issues/conflicts.

7. ATTACHMENTS

-

8. COMMENTS

Wesselink, D.G.H. (08-05-2023 18:56):

Vraag 32 bleek leeg te zijn toen ik de opmerkingen wilde behandelen, deze heb ik dus opnieuw moeten schrijven. Ik weet nu niet of deze alle juiste informatie bevat. Het zou mooi zijn als je hier nog eens naar zou willen kijken.

Meulen, W.R. van der (08-05-2023 12:09):

Feedback op de mail.

Wesselink, D.G.H. (01-05-2023 15:26):

Ik heb de twee verbeterpunten verwerkt.

Meulen, W.R. van der (01-05-2023 11:39):

Vraag 26: Je schrijft 'in a few lessons'. Specificeer het aantal.

Vraag 28: je hebt het over een positief effect op het leren. Wellicht kun je motivatie nog noemen.

Meulen, W.R. van der (20-04-2023 09:37):

Verbeterpunten besproken

9. CONCLUSION

Status: Approved by commission

The BMS ethical committee / Domain Humanities & Social Sciences has assessed the ethical aspects of your research project. On the basis of the information you provided, the committee does not have any ethical concerns regarding this research project. It is your responsibility to ensure that the research is carried out in line with the information provided in the application you submitted for ethical review. If you make changes to the proposal that affect the approach to research on humans, you must resubmit the changed project or grant agreement to the ethical committee with these changes highlighted.

Moreover, novel ethical issues may emerge while carrying out your research. It is important that you reconsider and discuss the ethical aspects and implications of your research regularly, and that you proceed as a responsible scientist.

Finally, your research is subject to regulations such as the EU General Data Protection Regulation (GDPR), the Code of Conduct for the use of personal data in Scientific Research by VSNU (the Association of Universities in the Netherlands), further codes of conduct that are applicable in your field, and the obligation to report a security incident (data breach or otherwise) at the UT.

A.2 Brief aan ouders/verzorgers

Op de volgende pagina is de brief aan de ouders/verzorgers van de leerlingen te vinden.

Oldenzaal, 30 mei 2023

Betreft: afstudeeronderzoek formatief handelen

Beste ouder(s)/verzorger(s),

Dit jaar verzorg ik, Daan Wesselink (eerstegraads docent wiskunde in opleiding), de lessen van Wiskunde A aan uw zoon/dochter als onderdeel van mijn schoolpracticum.

Voor mijn opleiding ben ik bezig met een afstudeeropdracht. In deze afstudeeropdracht doe ik onderzoek naar het effect van formatief handelen op de motivatie van leerlingen. Voor de leerlingen betekent dit dat ik gedurende een aantal lessen gestructureerd gebruik zal maken van formatief handelen. Dit houdt in dat ik naast het gebruikelijke lesprogramma een aantal diagnostische vragen zal stellen. Om de invloed van deze lesaanpak te kunnen beoordelen zal ik tweemaal klassikaal een vragenlijst afnemen en een aantal leerlingen aansluitend interviewen. Deze interviews worden opgenomen (alleen audio) om later te transcriberen. De opnames worden in een veilige omgeving bewaard (Iris Connect) en zullen na verwerking verwijderd worden. De resultaten van de vragenlijsten en de interviews zullen geanonimiseerd worden verwerkt. Dit betekent ook dat de uitkomst van het onderzoek geen effect zal hebben op de resultaten van uw zoon/dochter met betrekking tot wiskunde A. Wel zou het kunnen zijn dat uw kind extra gemotiveerd raakt voor wiskunde A, aangezien dat de hypothese van het onderzoek is.

Als u akkoord gaat met de hierboven beschreven aanpak om het effect van de lesaanpak te evalueren, *dan hoeft u niets te doen*.

Mocht u hier wel bezwaren tegen hebben, dan kunt u dat kenbaar maken via een e-mail aan mij (d.wesselink@twentscarmelcollege.nl), liefst uiterlijk op 5 juni. U kunt uw bezwaren ook kenbaar maken door onderstaand strookje door uw zoon/dochter bij mij te laten inleveren, liefst uiterlijk op 5 juni. Uiteraard kan uw zoon/dochter zelf nog op ieder moment beslissen niet aan het onderzoek te willen deelnemen.

Ik hoop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd. Voor vragen kunt u contact opnemen via het bovengenoemde e-mailadres.

Met vriendelijke groet,

Daan Wesselink, docent wiskunde in opleiding

Ik geef **geen** toestemming voor _____ uit klas _____ om mee te werken aan de vragenlijsten en/of het interview ten behoeve van bovenstaand onderzoek.

Naam: _____

Handtekening: _____

B DATAVERZAMELING

B.1 Vragenlijst motivatietool

Op de volgende pagina is de vragenlijst zoals die tijdens het onderzoek bij de leerlingen is afgenomen weergegeven.

Vragenlijst motivatietool

Waarom span je je in voor wiskunde A?

Nr	Stelling	Past nooit bij mij	Past bijna nooit bij mij	Past soms bij mij	Past bijna altijd bij mij	Past altijd bij mij
1	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik denk dat het interessant is.	1	2	3	4	5
2	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat het voor mijn eigen bestwil is.	1	2	3	4	5
3	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat het van me verwacht wordt.	1	2	3	4	5
4	Er zullen goede redenen zijn om me in te spannen bij wiskunde A, maar persoonlijk zie ik ze niet.	1	2	3	4	5
5	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik denk dat dit leuk is.	1	2	3	4	5
6	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik denk dat deze activiteit goed voor me is	1	2	3	4	5
7	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat het iets is dat ik moet doen	1	2	3	4	5
8	Ik doe dit maar ik weet niet zeker of het de moeite waard is	1	2	3	4	5
9	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat het werken hieraan leuk is	1	2	3	4	5
10	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik het zelf besloten heb.	1	2	3	4	5
11	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik geen keuze heb.	1	2	3	4	5
12	Ik weet het niet; ik zie niet wat wiskunde A mij oplevert.	1	2	3	4	5
13	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik me goed voel als ik hieraan werk.	1	2	3	4	5
14	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik denk dat deze activiteit belangrijk voor me is.	1	2	3	4	5
15	Ik span me in tijdens wiskunde A omdat ik het gevoel heb dat ik dit moet doen.	1	2	3	4	5
16	Ik doe dit wel, maar ik weet niet zeker of het goed is om mee door te gaan.	1	2	3	4	5

B.2 Antwoordformulier bij vragen

Hier is het antwoordformulier die leerlingen voor elke behandelde diagnostische vraag hebben ingevuld. Hierbij is op te merken dat er niet voor elke diagnostische vraag een berekening vereist is en dus is het niet bij elke vraag nodig om het vak voor uitwerkingen te gebruiken. De vragen 'Is de vraag duidelijk?' en 'Is de vraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden?' hebben leerlingen ingevuld nadat het correcte antwoord op de diagnostische vraag door de docent gegeven is.

Vraag 1:

Geef hieronder je uitwerking:

Is de vraag duidelijk?

Ja

Nee

Is de vraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden?

Ja

Nee

Vraag 2:

Geef hieronder je uitwerking:

Is de vraag duidelijk?

Ja

Nee

Is de vraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden?

Ja

Nee

Vraag 3:

Geef hieronder je uitwerking:

Is de vraag duidelijk? Ja Nee

Is de vraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden? Ja Nee

Vraag 4:

Geef hieronder je uitwerking:

Is de vraag duidelijk? Ja Nee

Is de vraag binnen de gegeven tijd te beantwoorden? Ja Nee

B.3 Interviewleidraad

De volgende interviewleidraad is gebruikt bij de interviews met leerlingen.

Start interview

- Uitleg door de interviewer van de procedure tijdens het interview.
- De interviewer vermeldt dat alle informatie vertrouwelijk is en dat deze anoniem wordt verwerkt.
- De interviewer vraagt toestemming om het interview auditief op te nemen.

Vragen

Hieronder volgen eerst algemene vragen:

- De afgelopen vier lessen heb ik jullie elke les een aantal diagnostische vragen gesteld, deze vragen hebben jullie met behulp van wisbordjes beantwoord. Wat is je algemene indruk van deze methode?
 - Wat vond je van het gebruik van wisbordjes?
- Wat denk je dat het onderliggende doel van de diagnostische vragen was?

Vervolgens volgen een aantal vragen die gefocust zijn op het aspect van motivatie:

- Heb je het idee dat het gebruik van de diagnostische vragen invloed heeft gehad op de manier waarop je met de nieuwe stof aan de slag bent gegaan?
 - Is hier nog onderscheid tussen de manier waarop je in de les aan de slag ging en thuis?
- Kun je uitleggen hoe dit komt?
- Kun je aangeven of je je meer of minder verantwoordelijk voelde voor je leerproces?
 - Kun je dit uitleggen?
 - Waardoor komt dit?
- Denk je dat het effect van de lesmethode groter is/wordt als het voor een langere tijd gestructureerd toegepast wordt?

Uiteindelijk wordt er afgesloten met een algeme vraag:

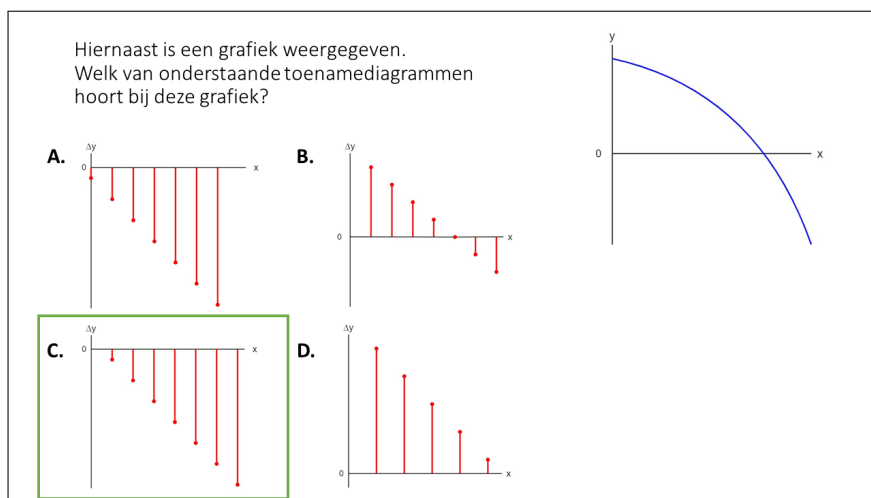
- Heb je verder nog tips/verbeteringen over de lesmethode?

Afronden interview

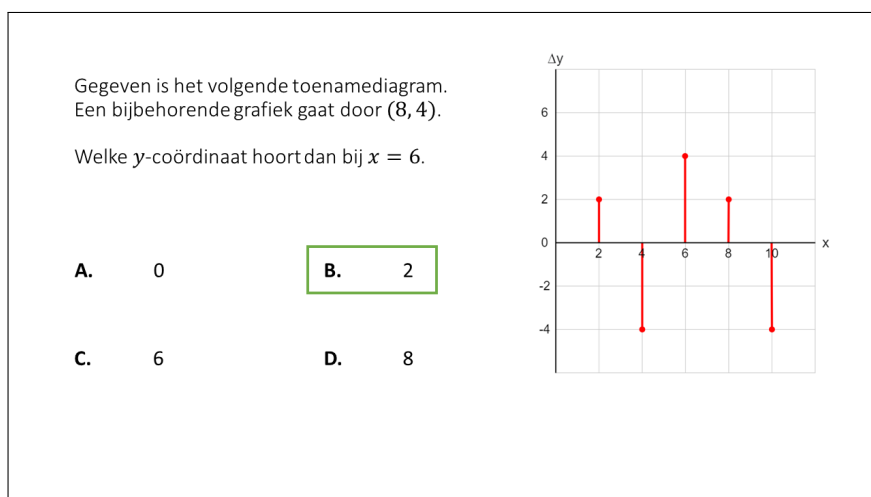
- De interviewer bedankt de leerlingen voor het deelnemen aan het onderzoek.
- De interviewer herhaalt het doel van het onderzoek.

C FOLLOW-UP VRAGEN

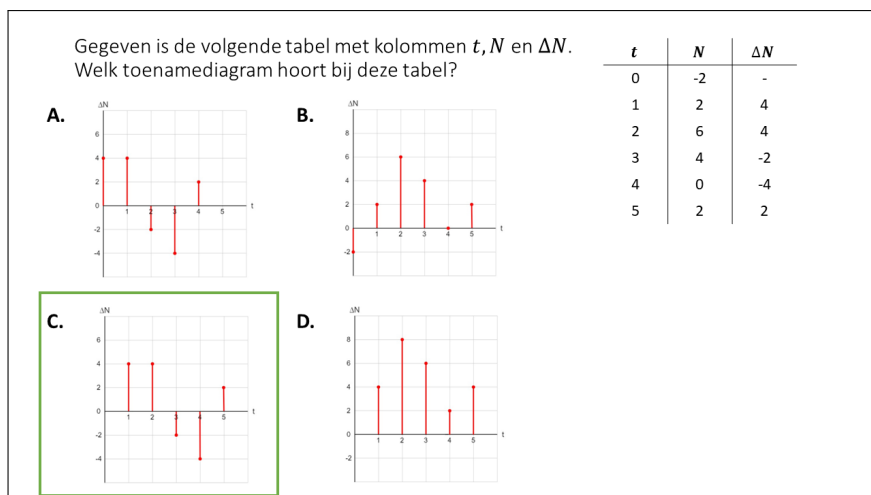
Hieronder zijn de ontworpen follow-up vragen ingevoegd. De correcte antwoorden zijn aangegeven met een groen vak.



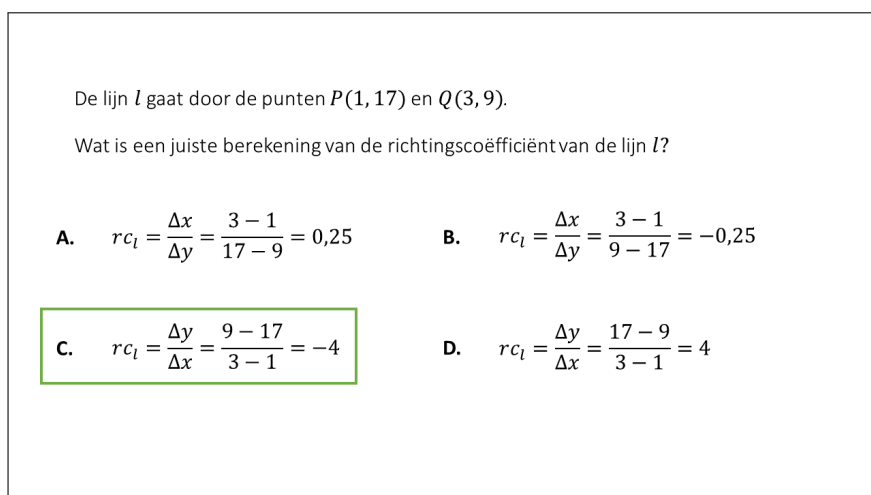
Figuur C.1: Follow-up: vraag 1



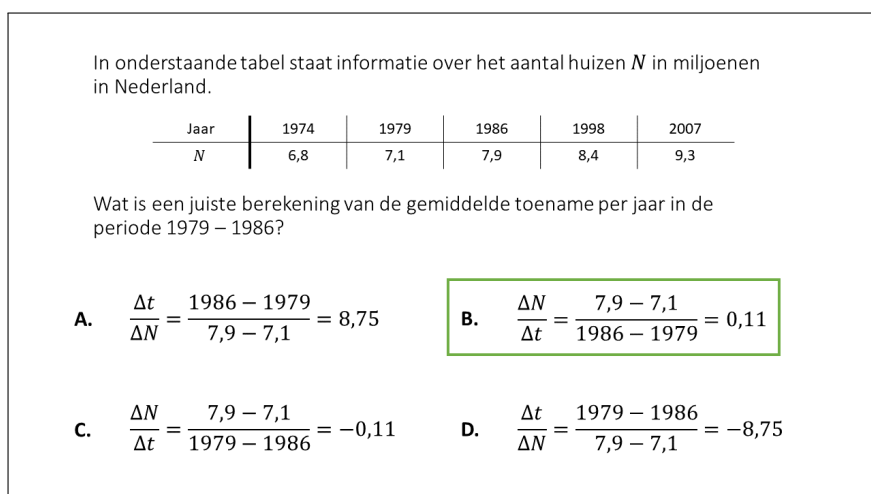
Figuur C.2: Follow-up: vraag 2



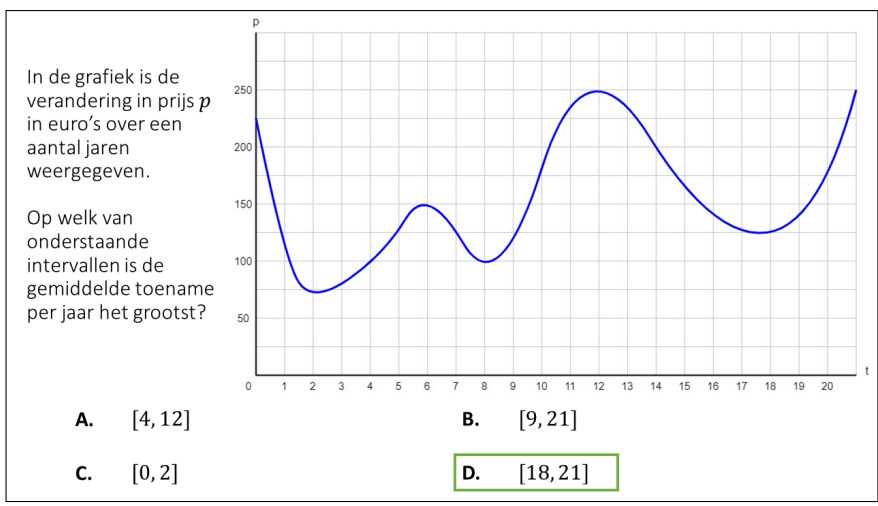
Figuur C.3: Follow-up: vraag 3



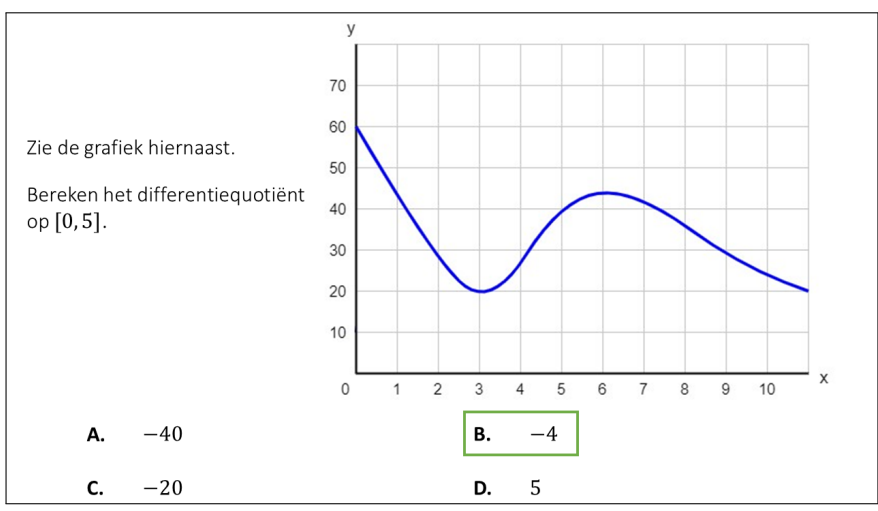
Figuur C.4: Follow-up: vraag 4



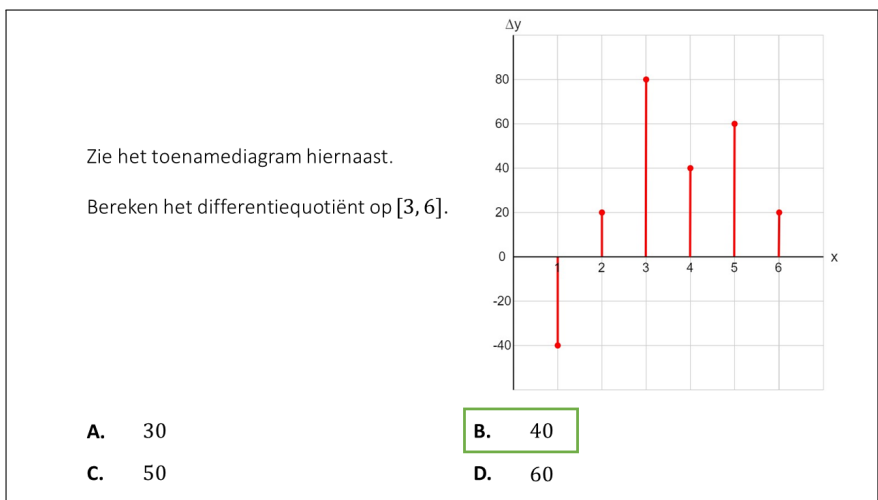
Figuur C.5: Follow-up: vraag 5



Figuur C.6: Follow-up: vraag 6



Figuur C.7: Follow-up: vraag 7



Figuur C.8: Follow-up: vraag 8

Tabel C.1: Vaardigheden en misconcepties bij follow-vragen

Vraag	Vaardigheid	Misconcepties bij foutieve antwoorden
follow-up: 1	Het koppelen van een toenamediaagram aan een grafiek.	<p>A. De leerling interpreteert de lengtes van de verticale lijnstukken op de juiste manier, de leerling plaatst ze echter op de linkergrens van het interval in plaats van de rechtergrens.</p> <p>B. -</p> <p>C. De leerling denkt dat de verticale lijnstukken de punten op de grafiek weergeven.</p> <p>D. De leerling denkt dat positieve verticale lijnstukken die in lengte afnemen een toenemende daling voorstellen.</p>
follow-up: 2	Het interpreteren van een toenamediaagram.	<p>A. Leerling trekt 4 van de y-coördinaat bij $x = 8$ af. Deze leerling gebruikt én niet het juiste verticale lijnstuk én weet deze niet juist te interpreteren.</p> <p>B. -</p> <p>C. Leerling telt 2 bij de y-coördinaat bij $x = 8$ op. Deze leerling gebruikt wel het juiste verticale lijnstuk, maar weet deze niet juist te interpreteren.</p> <p>D. Leerling telt 4 bij de y-coördinaat bij $x = 8$ op. Deze leerling gebruikt niet het juiste verticale lijnstuk, de interpretatie is wel correct.</p>
follow-up: 3	Het maken van een toenamediaagram bij een gegeven tabel.	<p>A. De leerling tekent de verticale lijnstukken op de linkergrens van de interval in plaats van de rechtergrens.</p> <p>B. De leerling tekent de coördinaten (t, N) en maakt hier een 'toenamediaagram' van door verticale lijnstukken te tekenen naar deze coördinaten.</p> <p>C. -</p> <p>D. De leerling interpreteert ΔN verkeerd. Hij/zij denkt dat ΔN het verschil weergeeft ten opzichte van de vorige waarde.</p>
follow-up: 4	Het berekenen van de richtingscoëfficiënt.	<p>A. De leerling gebruikt $\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_Q - x_P}{y_P - y_Q}$.</p> <p>B. De leerling gebruikt $\frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_Q - x_P}{x_Q - x_P}$.</p> <p>C. -</p> <p>D. De leerling gebruikt $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_P - y_Q}{x_Q - x_P}$.</p>
follow-up: 5	Het berekenen van de gemiddelde toename per tijdseenheid	<p>A. De leerling gebruikt $\frac{\Delta t}{\Delta N} = \frac{t_1 - t_2}{N_2 - N_1}$.</p> <p>B. -</p> <p>C. De leerling gebruikt $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{N_2 - N_1}{t_1 - t_2}$.</p> <p>D. De leerling gebruikt $\frac{\Delta t}{\Delta N} = \frac{t_1 - t_2}{N_2 - N_1}$.</p>
follow-up: 6	Het herkennen van de (grootste) gemiddelde toename. (Het kunnen interpreteren van de gemiddelde toename.)	<p>A. De leerling denkt dat wanneer de toename over het gegeven interval het grootst is, de gemiddelde toename ook het grootst is.</p> <p>B. De leerling denkt dat bij de grootste interval, de gemiddelde toename het grootste is.</p> <p>C. De leerlingen zoekt het steilste stuk van de grafiek en maakt hierbij geen onderscheid tussen stijging en daling.</p> <p>D. -</p>

Vraag	Vaardigheid	Misconcepties bij foutieve antwoorden
follow-up: 7	Het berekenen van de differentiequotiënt vanuit een gegeven grafiek.	<p>A. De leerling denkt dat de differentiequotiënt gelijk is aan het verschil tussen het maximum en het minimum binnen het interval.</p> <p>B. -</p> <p>C. De leerling denkt dat de differentiequotiënt gelijk is aan de totale toename over het interval.</p> <p>D. De leerling denkt dat de differentiequotiënt gelijk is aan de breedte van de interval.</p>
follow-up: 8	Het berekenen van de differentiequotiënt vanuit een gegeven toenamediaagram.	<p>A. De leerling gebruikt de verticale lijnstukken bij 4 t/m 6 om de differentiequotiënt te berekenen, maar deelt vervolgens door 4.</p> <p>B. -</p> <p>C. De leerling gebruikt de verticale lijnstukken bij 3 t/m 6 om de differentiequotiënt te berekenen.</p> <p>D. De leerling gebruikt de verticale lijnstukken bij 3 t/m 5 om de differentiequotiënt te berekenen.</p>

D ANALYSE MOTIVATIE

D.1 Resultaten vragenlijst

D.1.1 Eerste afname

Tabel D.1: Resultaten afname 1 per schaal

Schaal	Betrouwbaarheid	Gemiddelde	Standaardafwijking
1. Intrinsieke motivatie	0,89	1,80	0,78
2. Geïdentificeerde motivatie	0,53	2,71	0,95
3. Externe motivatie	0,69	3,43	0,99
4. Amotivatie	0,67	3,20	1,06

Tabel D.2: Resultaten afname 1 per vraag

Schaal	Vragen	Gemiddelde	Standaardafwijking
Intrinsieke motivatie	1	2,15	0,83
	5	1,62	0,80
	9	1,69	0,74
	13	1,73	0,67
Geïdentificeerde motivatie	2	3,31	0,74
	6	2,35	0,85
	10	2,62	1,13
	14	2,58	0,81
Externe motivatie	3	3,38	0,80
	7	3,58	1,10
	11	3,69	1,01
	15	3,08	0,98
Amotivatie	4	3,77	0,99
	8	3,38	0,98
	12	3,08	1,06
	16	2,58	0,86

D.1.2 Tweede afname

Tabel D.3: Resultaten afname 2 per schaal

Schaal	Betrouwbaarheid	Gemiddelde	Standaardafwijking
1. Intrinsieke motivatie	0,90	1,88	1,01
2. Geïdentificeerde motivatie	0,75	2,73	1,03
3. Externe motivatie	0,72	3,20	1,08
4. Amotivatie	0,89	3,23	1,15

Tabel D.4: Resultaten afname 2 per vraag

Schaal	Vraag	Gemiddelde	Standaardafwijking
Intrinsieke motivatie	1	1,88	0,93
	5	1,96	1,14
	9	2,00	1,12
	13	1,68	0,85
Geïdentificeerde motivatie	2	3,24	0,83
	6	2,56	1,00
	10	2,68	1,14
	14	2,44	1,00
Externe motivatie	3	3,20	0,91
	7	3,44	1,04
	11	3,28	1,21
	15	2,88	1,13
Amotivatie	4	3,46	0,98
	8	3,20	1,15
	12	3,44	1,16
	16	2,84	1,25

D.1.3 T-toets

Tabel D.5:

Intrinsieke motivatie		Geïdentificeerde motivatie		Externe motivatie		Amotivatie	
afname 1	afname 2	afname 1	afname 2	afname 1	afname 2	afname 1	afname 2
2,75	2,25	3	3	3,75	3,75	3	3,5
1	1	2,25	2,75	2,5	4,75	3	1,25
1,5	2,75	3	2,5	4,25	2,75	2,25	3
1,25	1,5	2	2,75	4,5	3,5	4,5	3
1,5	2	3,25	2,75	3,75	3,75	3	2,50
2,75	2	3	3,25	4,25	1	3,5	2
2,5	1	3,5	2,75	3,5	3	3	4
1	1,5	1,25	3	4,5	2,5	3,75	3,25
3	1	4	2,25	2,75	2,5	1,75	3,25
1	1	2,25	1,25	3,25	3,25	4	5
2,25	1,5	2,75	4,25	3,5	4,5	3	3,75
1	3	2,25	4	3,5	3,5	3,75	2
2,25	1,75	3,25	2,5	3,25	3,25	2,75	3,5
1,5	2,25	1,75	3,25	2,25	3,25	3,5	2,75
2,25	1,25	3	2	4	2,75	2,75	3,5
2,5	1,25	3	2,5	3,75	3	3	3,5
1,25	2	2,5	2,5	3,5	3,5	4	2,75
1,5	2,25	2,5	2,5	3,25	3	4,5	3,75
1	2	2,25	3	3	3,5	3,75	2,75
1,75	4,5	3	4	3,25	2,75	3,5	1,25
1,25	1	2,5	1,25	3,5	1,75	3,75	4
1,5	1,5	2,5	2	3,5	4	3	4,5
3	3,75	3,25	3,5	1,25	4	2	4
1,75	2	2,75	3	4	3,5	3	2,75
1,75	1	2,75	1,75	3,5	3	2,5	5
2		3		3,25		2,75	

Tabel D.6: Hypotheses

$H_{0,1}$	De intrinsieke motivatie van leerlingen is niet verandert na het implementeren van de lesmethode.
$H_{1,1}$	De intrinsieke motivatie van leerlingen is toegenomen na het implementeren van de lesmethode.
$H_{0,2}$	De geïdentificeerde motivatie van leerlingen is niet verandert na het implementeren van de lesmethode.
$H_{1,2}$	De geïdentificeerde motivatie van leerlingen is toegenomen na het implementeren van de lesmethode.
$H_{0,3}$	De externe motivatie van leerlingen is niet verandert na het implementeren van de lesmethode.
$H_{1,3}$	De externe motivatie van leerlingen is toegenomen na het implementeren van de lesmethode.
$H_{0,4}$	De amotivatie van leerlingen is niet verandert na het implementeren van de lesmethode.
$H_{1,4}$	De amotivatie van leerlingen is afgenomen na het implementeren van de lesmethode.

D.2 Transcripties

D.2.1 Eerste interview

Dit interview is gedaan met een leerling die bij de 25% slechts scorende leerlingen hoort.

- Interviewer: Ik ga je een aantal vragen stellen over het gebruik van de wisbordjes zoals we dat in de afgelopen vier lessen hebben gedaan. Wat is je algemene indruk hiervan?
- Leerling: Ik vond het leuk.
- Interviewer: Kan je uitleggen wat je er leuk aan vond?
- Leerling: Ik vond het grappig om met de wisbordjes te werken, maar vond het ook een interessante manier om vragen te stellen aan de klas.
- Interviewer: Wat denk je dat het onderliggende doel van de diagnostische vragen was?
- Leerling: Euhm, ik denk dat het vooral was zodat u kunt zien of we de stof begrijpen.
- Interviewer: Als ik zeg dat ik het vooral belangrijk vind dat de leerlingen weten of ze de stof wel of niet begrijpen, denk je dan dat ik dit heb weten te bereiken?
- Leerling: Ja, denk het wel.
- Interviewer: Oke, dat zou mooi zijn. Ik hoop hiermee namelijk jullie motivatie te verhogen. Heb jij het idee dat je de afgelopen twee weken op een andere manier met wiskunde bezig bent geweest?
- Leerling: Ik denk dat ik in de afgelopen lessen goed heb gewerkt.
- Interviewer: En hoe ben je buiten de lessen met wiskunde bezig geweest?
- Leerling: Nou.. huiswerk maken doe ik sowieso weinig. Dat is eigenlijk niet veranderd.
- Interviewer: Oke, dat is goed om te weten. Misschien een lastige vraag, maar kun je aangeven of je je meer of minder verantwoordelijk voelde voor je eigen leerproces?
- Leerling: Ik snap niet wat u bedoeld.
- Interviewer: Heb je het idee dat je zelf verantwoordelijk bent voor het leren of ligt deze verantwoordelijkheid meer bij de docent?
- Leerling: Ik denk wel dat ik hier zelf verantwoordelijk voor ben.
- Interviewer: Heb je dit gevoel al langer? Of is dit iets wat in de afgelopen vier lessen is ontstaan of is versterkt?
- Leerling: Nee, dat had ik al langer. Ik moet wel zeggen dat ik de vragen graag goed beantwoordde, hierdoor ben ik wel wat beter op gaan letten bij de uitleg.
- Interviewer: Ah oke, dat is mooi om te horen. Denk je dat dit effect groter wordt als we deze lesmethode voor een langere tijd zouden toepassen?
- Leerling: Ik denk het wel. Maar ik denk wel dat ik het dan minder leuk ga vinden, ik weet niet zo goed wat dit betekent voor mijn werkhouding.
- Interviewer: Wat verwacht je?
- Leerling: Eerlijk gezegd denk ik dat ik weer minder goed op zal gaan letten.
- Interviewer: Je denkt dat de motivatie van het goed willen beantwoorden van de vragen vermindert?
- Leerling: Ja.
- Interviewer: Oke dankjewel. Heb je verder nog tips voor de besproken lesmethode?
- Leerling: Nee, ik zou lekker zo doorgaan meneer.

D.2.2 Tweede interview

Dit interview is gedaan met een leerling die bij de gemiddeld scorende leerlingen hoort.

- Interviewer: Ik wil het met je hebben over het gebruik van de wisbordjes zoals we de afgelopen lessen hebben gedaan. Wat vond je hiervan.
- Leerling: Ik vond het in het begin wat kinderachtig, maar ging het steeds leuker vinden.
- Interviewer: Wat vond je er kinderachtig aan?
- Leerling: Vooral de wisbordjes, de kleuren ervan en de pagina waarop we de tafels konden uitrekenen.
- Interviewer: Oke, maar je vond het gebruik van de wisbordjes niet kinderachtig?
- Leerling: Nee dat vond ik juist wel leuk.
- Interviewer: Wat denk je dat het doel van het stellen van de vragen en het laten beantwoorden van deze vragen met behulp van de wisbordjes was?
- Leerling: Ik denk dat u wilde dat iedereen mee deed met de vragen. U wilde namelijk telkens van iedereen een antwoord zien.
- Interviewer: Dit was niet het enige. Ik hoopte jullie ook meer bewust te maken van de mate waarin je de stof begrijpt. Denk je dat dit gelukt is?
- Leerling: Ik denk het wel.
- Interviewer: Hoe merkte je dit?
- Leerling: Ik zag meteen of ik het verkeerde antwoord had gekozen.
- Interviewer: En wat deed je dan vervolgens?
- Leerling: Ik lette goed op welke antwoorden de andere leerlingen gaven, de tweede keer gaf ik dan wel het juiste antwoord.
- Interviewer: En ging je daarna nog een keer extra naar de theorie kijken of ging je wat extra oefenen?
- Leerling: Nee, eigenlijk niet.
- Interviewer: Heb je het gevoel dat je de afgelopen weken in de les of thuis op een andere manier met wiskunde bezig bent geweest? Heb je bijvoorbeeld meer huiswerk gemaakt?
- Leerling: Nee, dat niet.
- Interviewer: Kun je proberen aan te geven of je je meer of minder verantwoordelijk voelde voor het leren van wiskunde?
- Leerling: Ik denk niet dat dit in deze periode is veranderd.
- Interviewer: Denk je dat dit wel het geval zou kunnen zijn als ik de lesmethode met de wisbordjes gedurende een langere periode zou toepassen?
- Leerling: Dat vind ik een lastige vraag.
- Interviewer: Probeer het eens. Zou je gemotiveerder zijn voor wiskunde?
- Leerling: Ik denk het wel, ik wil graag de vragen goed maken.
- Interviewer: Waarom wil je de vragen goed maken? Doe je dat voor jezelf, voor je klasgenoten of voor mij?
- Leerling: Niet echt voor mezelf, vooral voor de klasgenoten en voor u. Ik wil graag laten zien dat ik het kan.
- Interviewer: Oke, uiteindelijk moet je de wiskunde vooral voor jezelf leren hè.
- Leerling: Ja, dat weet ik wel.
- Interviewer: Heb je nog verbeteringen voor de lesmethode?
- Leerling: Nee, ik vond het wel prima zo.

D.2.3 Derde interview

Dit interview is gedaan met een leerling die bij de 25% best scorende leerlingen hoort.

- Interviewer: Ik ga je een aantal vragen stellen over het gebruik van de wisbordjes zoals we dat in de afgelopen vier lessen hebben gedaan. Wat is je algemene indruk hiervan?
- Leerling: Ik vond het wel grappig.
- Interviewer: En wat vond je dan grappig?
- Leerling: Het gebruik van de wisbordjes, dit was de eerste keer dat ik deze in een les gebruikte.
- Interviewer: Nam je het beantwoorden van de vragen wel serieus?
- Leerling: Jazeker, ik merkte aan u dat we dit serieus moesten nemen.
- Interviewer: Oke, gelukkig. Waarom denk je dat ik het zo serieus nam?
- Leerling: Ik denk dat u graag wilde zien of we de theorie begrepen.
- Interviewer: Dat was inderdaad één van de doelen, maar ik wilde jullie vooral zelf in laten zien of je de theorie begreep. Denk je dat dit gelukt is?
- Leerling: Ja, denk het wel.
- Interviewer: En denk je dat dit effect heeft gehad op de manier waarop je in de afgelopen twee weken met de stof aan de slag bent gegaan?
- Leerling: Hoe bedoelt u dit?
- Interviewer: Het idee was dat doordat je beter inzicht krijgt in de mate waarin je de stof beheerst, dit ervoor zal zorgen dat je meer motivatie krijgt voor de wiskunde en uiteindelijk je werkhouding zal verbeteren.
- Leerling: Ik heb niet het gevoel dat dit bij mij het geval is.
- Interviewer: Hoe denk je dat dit komt?
- Leerling: Ik had alle vragen goed beantwoord, dus beheers ik de stof.
- Interviewer: Had je zonder de diagnostische vragen ook het gevoel gehad dat je de stof beheerst?
- Leerling: Ja.
- Interviewer: Oke, dus je hebt niet het idee dat stellen van de diagnostische vragen en het beantwoorden met behulp van de wisbordjes voor jou iets heeft veranderd.
- Leerling: Nee, niet echt.
- Interviewer: Oke, denk je dat dit verandert wanneer ik deze lesmethode gedurende meerdere lessen zou toepassen?
- Leerling: Misschien, maar ik denk vooral dat ik het dan minder interessant zou gaan vinden.
- Interviewer: Oke, heb je een idee hoe ik dat laatste zou kunnen voorkomen.
- Leerling: Nee.
- Interviewer: Heb je andere tips voor de lesmethode.
- Leerling: Nee, ook niet.