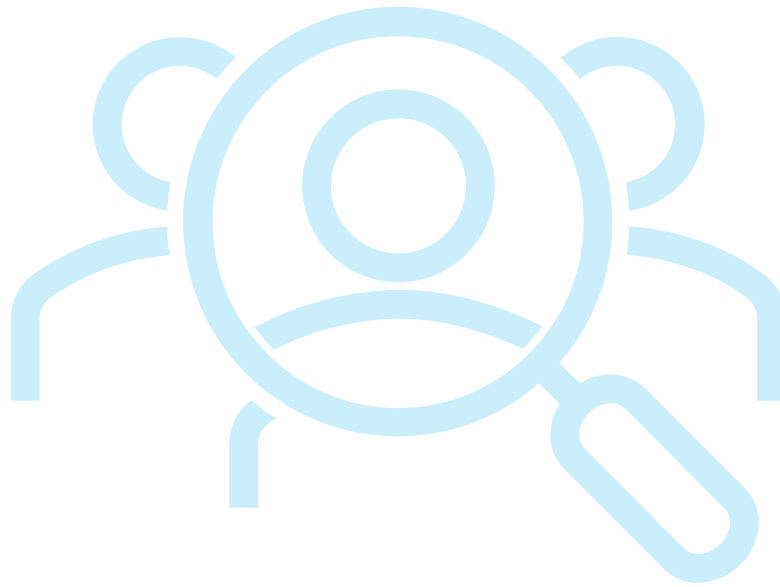


# Onderzoek van onderwijs



## Feedbackvoorziening bij oefentoetsen wiskunde

EEN VERGELIJKEND ONDERZOEK NAAR DE INVLOED VAN FEEDBACK  
BIJ WISKUNDIGE OEFENTOETSING

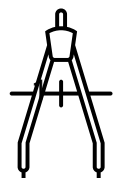
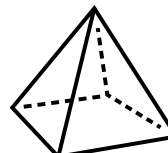
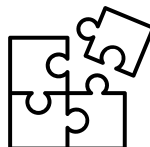
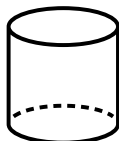
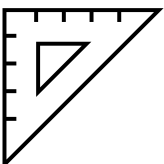
Naam: J. A. Grootelaar (s1850474)

Instelling: Universiteit Twente

Vak: Onderzoek van Onderwijs (10 EC)

Begeleiders: Dr. Ir. M. Timmer & Dr. S. Van der Linden

Datum: 1 november 2024



# Inhoudsopgave

Samenvatting .....	4
Hoofdstuk 1: Inleiding.....	6
1.1 Aanleiding en probleemanalyse.....	6
1.2 Probleemstelling .....	7
1.3 Scope en relevantie .....	7
Hoofdstuk 2: Theoretisch kader.....	8
2.1 Zelfregulerend leren.....	8
2.2 Oefentoetsing en het “toetseffect” .....	9
2.3 Feedback .....	9
2.3.1 Wat is feedback?.....	9
2.3.2 Feedback: product of proces? .....	11
2.4 Toetsvoorbereiding: passieve en actieve leerstrategieën .....	12
2.5 De wisselwerking tussen zelfregulatie, feedback en oefentoetsing .....	13
2.5.1 Zelfregulatie & oefentoetsing .....	13
2.5.2 Zelfregulatie & feedback.....	13
2.5.3 Oefentoetsing & feedback .....	13
Hoofdstuk 3: Onderzoeksdoel en -vraag .....	15
Hoofdstuk 4: Methode.....	17
4.1 Procedure .....	17
4.1.1 Onderzoeksopzet .....	18
4.2 Onderzoekspopulatie .....	19
4.3 Instrumenten.....	20
4.3.1 Vragenlijst deelvraag a.....	20
4.3.2 Vragenlijst deelvraag b .....	21
4.3.3 Vragenlijst deelvraag c.....	22
4.4 Data-analyse.....	22
4.4.1 Deelvraag a .....	22
4.4.2 Deelvraag b .....	23
4.4.3 Deelvraag c.....	24
4.4.4 Deelvraag d .....	24

Hoofdstuk 5: Resultaten .....	25
5.1 Deelvraag a .....	25
5.2 Deelvraag b.....	25
5.2.1 Verwerking feedback .....	26
5.2.2 Toepassing feedback.....	27
5.3 Deelvraag c .....	29
5.4 Deelvraag d.....	32
Hoofdstuk 6: Conclusie .....	33
Hoofdstuk 7: Discussie .....	35
7.1 Validiteit .....	35
7.1.1 Interne validiteit.....	35
7.1.2 Externe validiteit .....	36
7.2 Interpretatie resultaten.....	36
7.3 Limitaties .....	37
7.4 Implicaties .....	38
7.5 Suggesties voor vervolgonderzoek.....	38
Referenties.....	39
Bijlage A: Vragelijst informatiewaarde feedback (deelvraag a).....	44
Bijlage B: Vragenlijst verwerkings- en toepassingsactiviteiten feedback (deelvraag b).....	48
Bijlage C: Vragenlijst bevorderende en belemmerende factoren voor ingebruikname feedback (deelvraag c).....	49
Bijlage D: Oefentoets .....	50
Bijlage E: Feedbackvarianten .....	52
Bijlage F: Alternatieve weergave resultaten deelvraag b .....	60

## Samenvatting

Nederlandse scholieren geven aan dat ze feedback waarbij ze worden aangespoord om zelf na te denken als leerzamer ervaren dan feedback waarbij dat niet het geval is (Hermans et al., 2018). In wiskundelessen geven docenten echter vooral feedback op taakniveau en bijna geen feedback op zelfregulatie niveau aan leerlingen (Smit et al., 2023). Hiermee rijst de vraag of wiskundedocenten leerlingen wel van de juiste feedback voorzien. Vanuit dit startpunt is er een vergelijkend onderzoek opgezet naar verschillen in de mate van ondersteuning die drie verschillende typen schriftelijke feedback – vallend binnen de categorieën taak-, proces- en zelfregulerende feedback - op een oefentoets bieden aan leerlingen bij het leren.

Voor dit onderzoeksdoeleinde werden 75 4-havo leerlingen die onderwijs in wiskunde A volgden op een middelbare school in Nederland onderverdeeld in drie onderzoeksgroepen van ongeveer gelijke grootte. Alle middelbare scholieren die meededen aan het onderzoek maakten dezelfde wiskundige oefentoets, maar de wijze waarop zij feedback ontvingen op hun oefentoets verschilde per onderzoeksgroep. Met behulp van vragenlijsten werd onderzocht of leerlingen verschillen ervaarden in de informatiewaarde van de feedback, welke belemmerende en bevorderende factoren zij ervaarden voor ingebruikname van de feedback en of er verschillen bestonden in de manier waarop en de diepgang waarmee leerlingen de feedback verwerkten en toepasten. Daarnaast werd een documentonderzoek ingezet om te bepalen of verschillende feedbackvarianten verschillende effecten hebben op de (cijfermatige) leerprestaties van leerlingen.

De resultaten hebben uitgewezen dat leerlingen de informatiewaarde van de verschillende typen feedback gelijk beoordelen. Wel bestaan er grote verschillen in de manier waarop en de diepgang waarmee leerlingen feedback verwerken en toepassen. Leerlingen die taak- of procesfeedback op hun oefentoets hadden ontvangen verwerkten de feedback grotendeels door deze door te lezen. Leerlingen die zelfregulerende feedback op hun oefentoets hadden ontvangen verwerkten de feedback in ongeveer de helft van de gevallen door deze door te lezen en in de ander helft van de gevallen werd de feedback niet verwerkt; de feedback werd niet bekeken. Verder blijkt uit de resultaten van het onderzoek dat de geuite vervolgstappen naar aanleiding van de ontvangen feedback op de oefentoets zich bij leerlingen die taakfeedback hadden ontvangen voor het overgrote deel richtte op passieve leerstrategieën, bij leerlingen die proces feedback hadden ontvangen richtte grofweg een even groot deel van de geuite vervolgstappen zich op passieve als op actieve leerstrategieën en bij leerlingen die zelfregulerende feedback hadden ontvangen richtte het overgrote deel van de geuite vervolgstappen zich op actieve leerstrategieën. Daarbij suggereren de resultaten van het onderzoek dat leerlingen die taak- of procesfeedback hebben ontvangen op hun oefentoets in grote mate dezelfde belemmerende en bevorderende factoren voor ingebruikname van de feedback ervaren: gebrek aan interactie, onduidelijkheid, mogelijkheden voor voortgangsmonitoring en kansen voor verbetering. Bij zelfregulerende feedback wordt boven op de mogelijkheden die feedback biedt voor voortgangsmonitoring en verbetering ook de expliciete aanduiding van het leer- en oefengebied in het boek als wenselijk ervaren. Een gebrek aan sturing alsmede een ervaren drang om de eigen vertrouwde leerstrategie te moeten wijzigen werden als belemmerende factoren aangevoerd bij de voorgenoemde vorm van feedback. Tot slot is uit de onderzoeksresultaten niet gebleken dat het type feedback van invloed is op de (cijfermatige) leerprestaties van leerlingen.

De conclusie die aan dit onderzoek verbonden kan worden is dat er duidelijke verschillen bestaan tussen taak-, proces- en zelfregulatiefeedback als het aankomt op de diepgang waarmee de feedback verwerkt wordt en de manier waarop de feedback toegepast wordt. In absolute zin ligt het aantal leerlingen dat de feedback bestudeert bij zelfregulerende feedback lager dan bij taak- en procesfeedback, maar de leerlingen die de feedback bestuderen kiezen er wel beduidend vaker voor om actief met de lesstof aan de slag te gaan. Met behulp van de onderzoeksresultaten kunnen wiskundedocenten hun feedbackpraktijk beter afstemmen op de didactische visie die zij voor ogen houden. De beperkte steekproefomvang is echter een belangrijke beperkende factor voor het generaliseren van de onderzoeksresultaten naar de bredere populatie.

# Hoofdstuk 1: Inleiding

Iedere docent weet het. Feedback is een krachtig middel om de leerprestaties van leerlingen te verbeteren. Toch zijn docenten erg verschillend in de manier waarop ze feedback aan leerlingen geven. Schriftelijk, mondeling, individueel of klassikaal. Noem het maar op. Feedback is er in vele vormen en maten. Als je het goed doet, ondersteunt feedback het leerproces van de leerling. Maar wanneer doe je het goed? In dit onderzoeksverslag wordt de schriftelijke vorm van feedback nader onder de loep genomen en wordt de vraag of de manier waarop docenten leerlingen van feedback voorzien bij het nakijken van oefentoetsen (wiskunde) van invloed is op het leren en de leerprestaties van leerlingen beantwoord.

## 1.1 Aanleiding en probleemanalyse

Toetsing neemt in het onderwijs een dominante positie in. Voor het beoordelen van de leerprestaties van leerlingen worden meermaals per jaar toetsen afgenomen met als doel bewijs leveren voor de leerprestatie van leerlingen in de vorm van een cijfer. Driekwart van de leerlingen ervaart stress en/of druk rondom een toetsmoment (LAKS, 2022). Voor scholieren in de bovenbouw van het middelbaar onderwijs, zoals 4-havo-scholieren, ligt er misschien nog wel extra (na)druk op het goed presteren tijdens toetsen, omdat toetsen die vallen onder het schoolexamen al meetellen voor het eindcijfer van het eindexamen en daarmee van grote invloed zijn op het al dan niet slagen voor het eindexamen.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat docenten in de bovenbouw gemiddeld genomen meer tijd besteden aan toetsvoorbereiding om leerlingen voor te bereiden op een toets dan docenten in de onderbouw (Bangma, 2012). Toch is de ene docent de andere niet en er zijn grote verschillen in hoe docenten invulling geven aan toetsvoorbereidingen. Waar de ene docent aan het einde van een hoofdstuk klassikaal een methodegebonden oefentoets bespreekt, laat een andere docent het aan de leerlingen zelf over of zij de oefentoets wel of niet maken en richt zich de resterende lesuren van het blok vooral op herhalen van belangrijke leerstof.

Desalniettemin, het maken van oefentoetsen ter voorbereiding op de echte toets is een bewezen effectieve strategie (Butler, 2010; Cull, 2000; Roediger III & Karpicke, 2006; Szabó et al., 2023). Zelfs zonder enige vorm van feedback heeft het maken van oefentoetsen een positiever effect op kennisretentie dan wanneer leerlingen passief met de lesstof aan de slag gaan (Roediger III & Karpicke, 2006). De rol van feedback moet echter niet onderschat worden. Feedback is namelijk één van de belangrijkste factoren bij het verbeteren van de leerprestaties van leerlingen (Hattie, 1999).

Uit onderzoek weten we dat feedback waarbij alleen wordt aangegeven dat iets goed of fout is minder effectief is dan feedback waarbij het goede antwoord wordt gegeven (Fazio et al., 2010). Toch blijft het de vraag of docenten bij de beoordeling van huiswerkopdrachten en oefentoetsen, direct het goede antwoord aan leerlingen moeten verklappen. Een onderzoek uitgevoerd binnen het taalonderwijs laat zien dat studenten de voorkeur geven aan feedback die erop gericht is het autonome leerproces van de student te bevorderen oftewel feedback die aan de hand van aanwijzingen van de docent studenten in staat stelt zichzelf te corrigeren (Iswandari, 2016). Ook Nederlandse scholieren geven aan dat ze feedback waarbij ze worden aangespoord om zelf na te denken als leerzamer ervaren dan feedback waarbij dat niet het geval is (Hermans et al., 2018).

Verplaatsen we onze aandacht naar het schoolvak wiskunde, een vak dat bij uitstek door scholieren als moeilijk wordt ervaren (Nationale Onderwijsgids, 2014), dan weten we dat leerlingen uit het middelbaar onderwijs geneigd zijn hun eigen kennen en kunnen te overschatten (Stoel & van Boxtel, 2020). Wellicht hebben leerlingen in de aanloopfase naar een toets meer terugkoppeling van de docent nodig dan nu het geval is. In het algemeen blijkt namelijk dat docenten meer lagere-orde-feedback dan hogere-orde-feedback geven (van Breugel, 2016). De vraag of de manier waarop docenten leerlingen van feedback voorzien bij een schriftelijke oefentoets effect heeft op het leren en de leerprestaties van 4-havo-leerlingen bij wiskunde vormt het startpunt van dit onderzoek.

## 1.2 Probleemstelling

Wiskundedocenten die lesgeven aan 4-havo-leerlingen hanteren verschillende schriftelijke feedbackmethoden bij het nakijken van oefentoetsen. De vraag is welke feedbackmethode de leerling het beste helpt om zich voor te bereiden op een hoofdstuktoets. Een onderzoek naar eventuele verschillen in de mate waarin verschillende vormen van schriftelijke feedback bij wiskundige oefentoetsen ondersteuning bieden bij het leren zou daar een antwoord op kunnen geven.

## 1.3 Scope en relevantie

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen welke schriftelijke feedbackmethodes bij wiskundige oefentoetsen de grootste ondersteuning bieden aan leerlingen in vierdejaars havo-klassen bij het leren voor wiskunde. Verschillende schriftelijke feedbackmethoden bij wiskundige oefentoetsen worden met elkaar vergeleken op de mate van ondersteuning die zij leerlingen bieden bij het leren met het doel wiskundedocenten die lesgeven aan 4-havo-leerlingen een duidelijke richtlijn te geven over de gewenste manier van feedbackvoorziening bij oefentoetsen. Door te achterhalen welke wijze van feedbackvoorziening bij oefentoetsen de grootste positieve effecten teweegbrengt als ondersteuningsmiddel bij het leren kan de formatieve handelingspraktijk binnen het wiskundeonderwijs beter afgestemd worden op de behoefte van leerlingen, hetgeen (naar verwachting) de leerprestaties van leerlingen ten goede komt.

# Hoofdstuk 2: Theoretisch kader

Centrale begrippen bij het gekozen onderzoeksonderwerp zijn, 'zelfregulerend leren', 'toetseffect' en 'feedback'. In dit hoofdstuk zullen deze kernbegrippen verder toegelicht worden.

## 2.1 Zelfregulerend leren

Zelfregulerend leren is een cyclisch proces waarbij een lerende zijn gedrag, gedachten, gevoelens en motivatie zelf monitort en waar nodig bijstuurt, rekening houdend met contextuele factoren en ten behoeve van het bereiken van zelf opgestelde leerdoelen (Pintrich, 2000). Zelfregulatie wordt beschouwd als een goede voorspeller van academische prestaties (Pintrich & De Groot, 1990) en beter presterende leerlingen rapporteren dan ook hogere niveaus van zelfregulerend leren dan minder goed presterende leerlingen (Harding et al., 2019). Met het oog op het cyclische karakter van zelfregulerend leren beschrijft Zimmerman (2002) zelfregulatie als een proces bestaande uit drie fasen:

### 1. Voorbereidingsfase

In de voorbereidingsfase draait het om de oriëntatie op de taak en de zelfmotivatie. In deze fase worden - afhankelijk van onder andere de zelfmotivatie en eigen verwachting over kennis, kunde en capaciteiten - leerdoelen geformuleerd, taken uitgestippeld en plannen opgesteld.

### 2. Uitvoeringsfase

In de uitvoeringsfase draait het om het monitoren en bijsturen van de taakuitvoering. De geplande leerstrategieën worden toegepast, de voortgang wordt gemonitord en als het nodig is worden strategiewijzigingen doorgevoerd om de leerdoelen te behalen.

### 3. Reflectiefase

In de reflectiefase draait het om zelfevaluatie. De lerende reflecteert op de manier waarop hij of zij de taak heeft uitgevoerd en beraadt zich op vervolgstappen. Door voortgang en prestaties af te zetten tegen de leerdoelen bepaalt de lerende of hij of zij de aangewende leerstrategieën in de toekomst wil wijzigen om dichterbij de leerdoelen in de buurt te komen.

Daarnaast stellen Quigley et al. (2018) dat zelfregulerend leren een samenspel is tussen drie hoofdcomponenten, die door de lerende worden ingezet en gereguleerd om leerdoelen te realiseren, namelijk: cognitie, metacognitie en motivatie. Cognitie heeft betrekking op mentale processen die gerelateerd zijn aan de informatieverwerking en -verwerking en speelt daarmee een belangrijke rol bij het aanleren van kennis en vaardigheden alsmede bij het voltooien van leertaken (Quigley et al., 2018). Cognitieve leerstrategieën, zoals herhaling van lesstof, verbanden leggen en oefenen in toepassing, zijn gericht op het onthouden van informatie en het integreren van nieuwe informatie aan reeds bestaande kennis in het geheugen (Kostons et al., 2014). Metacognitie verwijst naar het vermogen om het eigen leergedrag te organiseren, sturen en controleren (Quigley et al., 2018). Metacognitieve leerstrategieën, zoals bijvoorbeeld plannen, evalueren en reflecteren, kunnen ingezet worden voorafgaand, tijdens en na afloop van het uitvoeren van een taak en hebben het doel de inzet van cognitieve leerstrategieën te controleren en te reguleren (Kostons et al., 2014). Motivatie gaat over de bereidheid tot leren en het tonen van doorzettingsvermogen (Quigley et al., 2018). De achterliggende overtuigingen die mensen hebben over leren en intelligentie beïnvloeden de motivatie tot leren (Dweck, 2017). Volgens Dweck (2017) bestaan er twee denkbare mindsets over intelligentie: fixed mindset en growth mindset. Personen met



een fixed mindset zijn ervan overtuigd dat intelligentie, talenten en vaardigheden eigenschappen zijn die al bij de geboorte zijn vastgelegd en welke niet veranderbaar zijn. Personen met een growth mindset daarentegen geloven dat intelligentie, talenten en vaardigheden maakbaar zijn en door middel van oefening (verder) ontwikkeld kunnen worden. Het type denkbeeld – fixed of growth mindset – dat een lerende met zich meedraagt heeft invloed op de feedbackverwerking. Bij een fixed mindset wordt feedback geïnterpreteerd als kritiek en een persoonlijke aanval op diegene zijn capaciteiten, vaardigheden en intelligentie. Feedback wordt genegeerd en onbenut gelaten. Bij een growth mindset daarentegen wordt feedback gezien als een kans om te leren, te verbeteren en te groeien (Dweck, 2017).

## 2.2 Oefentoetsing en het “toetseffect”

Uit diverse onderzoeken blijkt dat oefentoetsing (Engels: retrieval practice) leidt tot een robuust geheugen-voordeel bij lerenden ten opzichte van het herhaald bestuderen van het leermateriaal (Butler, 2010; Cull, 2000; Roediger III & Karpicke, 2006). Men spreekt in dit verband ook wel van het “toetseffect” (Roediger III & Karpicke, 2006). Het herhaald testen, middels oefentoetsen, verbetert de retentie op de lange termijn (Butler, 2010; Cull, 2000; Roediger III & Karpicke, 2006). Bij toetsing wordt men aangespoord om actief in het geheugen te graven en het ophalen van informatie uit het geheugen zorgt ervoor dat deze informatie een volgende keer makkelijker op te halen is (Abbott, 1909; Butler, 2010; Cull, 2000; Roediger III & Karpicke, 2006). Het zogenoemde “toetseffect” is dus niet het gevolg van het feit dat lerenden tijdens het toetsen opnieuw blootgesteld worden aan de lesstof (Roediger III & Karpicke, 2006). Toetsen doet iets extra’s. Het feit dat bij toetsing lerenden actief worden aangespoord om informatie uit het langetermijngeheugen te activeren, daar waar bij herhaalde bestudering van leerstof de lerende slechts een passieve ontvanger van informatie is, verklaart het verschil in retentie bij toetsing en herhaalde bestudering van leermateriaal (Abbott, 1909; Roediger III & Karpicke, 2006). Verrassend is het wellicht dan ook niet dat de positieve effecten van toetsing op retentie ook gelden wanneer geen terugkoppeling in de vorm van feedback naar de lerende plaatsvindt (Roediger III & Karpicke, 2006). Concluderend valt er dus te stellen dat toetsing grotere leerwinsten teweegbrengt dan het herhaald bestuderen van lesmateriaal (Butler, 2010; Cull, 2000; Roediger III & Karpicke, 2006).

## 2.3 Feedback

In onderstaande sectie zal dieper worden ingegaan op de vraag hoe feedback gedefinieerd wordt, op welke verschillende manieren feedback gegeven kan worden en of feedback als product of als proces beschouwd moet worden.

### 2.3.1 *Wat is feedback?*

Feedback wordt gedefinieerd als informatie over het niveauverschil tussen het actuele niveau en een bepaald referentieniveau, welke gebruikt wordt om de prestatiekloof te verkleinen (Ramaprasad, 1983). De definitie van feedback reikt dus verder dan het voorzien in informatie over het huidige prestatieniveau. Een cruciaal element van feedback is dat het handvatten biedt om de prestatiekoof tussen de geleverde en de gewenste prestatie te verkleinen (Hattie & Timperley, 2007; Ramaprasad, 1983). Uit onderzoek van Hattie (1999) volgt dat feedback één van de belangrijkste factoren is in het

verbeteren van de leerprestaties van leerlingen. Hierbij is het wel cruciaal om te beseffen dat de manier waarop feedback gegeven wordt bepalend is voor de effectiviteit ervan (Hattie, 1999; Hattie & Timperley, 2007). Sadler (1989) beschrijft drie aspecten waar goede feedback aan moet voldoen:

1. De feedback moet leerlingen een beeld geven van waar naar toe gewerkt moet worden, welke doelen bereikt moeten worden en welke standaarden van hen verwacht worden.
2. Leerlingen moeten uit de feedback kunnen afleiden in hoeverre het huidige prestatieniveau afwijkt van het gewenste prestatieniveau.
3. De feedback moet aanwijzingen bevatten over hoe de kloof tussen het huidige en gewenste prestatieniveau gedicht kan worden.

Met andere woorden, goede feedback beantwoordt de vragen: 'Waar ga ik naartoe?', 'Hoe doe ik het?' en 'Wat is de volgende stap?' (Hattie & Timperley, 2007). Hattie & Timperley (2007) spreken in dit verband ook wel van feed-up, feedback en feed forward. Feed-up richt zich op het verhelderen van leerdoelen en succescriteria, feedback verschaft de lerende informatie over waar de lerende staat ten opzichte van het beoogde leerdoel en feed forward beschrijft welke (aanvullende) acties nodig zijn om dichter bij het leerdoel te geraken. Daarnaast stellen Hattie & Timperley (2007) dat feed-up, feedback en feed forward aangeboden kunnen worden op vier verschillende niveaus:

#### **1. Taakniveau**

Feedback op het taakniveau richt zich op correctie van het geleverde werk. Centraal hierbij is de vraag of het aangeleverde werk correct of incorrect is. De docent zou bijvoorbeeld de volgende feedback kunnen leveren: "Het juiste antwoord is D".

#### **2. Procesniveau**

Feedback op procesniveau richt zich op de processen, vaardigheden, strategieën en denkwijzen die de leerling nodig heeft om de taak te kunnen voltooien. De docent zou bijvoorbeeld de volgende feedback kunnen leveren: "Je kunt deze opgave oplossen door de stelling van Pythagoras te gebruiken".

#### **3. Zelfregulatie niveau**

Feedback op zelfregulatie niveau richt zich op het aanmoedigen van zelfreflectie en evaluatie bij de ontvanger van de feedback. De docent stimuleert de leerling om zelf na te denken over zijn of haar eigen leerproces. Leerlingen worden door de docent voorzien van aanwijzingen en hints welke gebruikt kunnen worden om zichzelf te corrigeren. De docent zou bijvoorbeeld de volgende feedback kunnen leveren: "Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen deze opgave en de opgave die we vorige week in de les behandelde?".

#### **4. Zelfniveau**

Feedback op zelfniveau richt zich op het geven van feedback op de leerling zelf met als doel het zelfvertrouwen van de leerling te vergroten. De docent zou bijvoorbeeld de volgende feedback kunnen leveren: "Jij bent een natuurtalent in wiskunde".

Feedback op proces- en zelfregulatie niveau wordt als effectiever beschouwd in het tot stand brengen van diep leren dan feedback op het taak- of zelfniveau, omdat de twee eerstgenoemde feedbackniveaus een actiever denkproces uitlokken (Hattie & Timperley, 2007). Uit video-observaties in het basisonderwijs blijkt dat er bij wiskundelessen vooral feedback op taakniveau wordt gegeven en er bijna geen feedback op zelf- en zelfregulatie niveau wordt gegeven aan leerlingen (Smit et al., 2023).

Onderzoek naar de feedbackpraktijk op middelbare scholen laat bovendien zien dat wiskundedocenten

vooral feedback aan leerlingen geven die gericht is op procedurele vaardigheden (Stovner & Klette, 2022).

Naast Sadler (1989) en Hattie & Timperley (2007) beschrijven ook Nicol & MacFarlane-Dick (2006) aspecten waar goede feedback aan moet voldoen:

- Het helpt verduidelijken wat goede prestaties zijn (doelen, criteria en standaarden).
- Het bevordert de ontwikkeling van zelfevaluatie en reflectie bij het leren.
- Het geeft leerlingen hoogwaardige informatie over hun leren.
- Het moedigt de dialoog tussen docent en medeleerlingen rondom leren aan.
- Het moedigt positieve, motiverende overtuigingen en zelfvertrouwen aan.
- Het biedt mogelijkheden om de kloof tussen huidige en gewenste prestaties te overbruggen.
- Het levert informatie aan de docent, door terugkoppeling van de leerling, die gebruikt kan worden om het onderwijs vorm te geven.

Nicol & MacFarlane-Dick (2006) brengen feedback daarnaast in verband met zelfregulatie van het leren en stellen dat feedback die aan de bovengenoemde eigenschappen voldoet zelfregulerend leren bevordert.

### *2.3.2 Feedback: product of proces?*

In het onderzoeksveld heeft een belangrijke paradigmaverschuiving plaatsgevonden over de zienswijze waarmee naar feedback wordt gekeken. Oorspronkelijk werd feedback louter gezien als het aanleveren van evaluerende en sturende informatie over het werk van een leerling door een onderwijzer (Carless, 2015). Langzaam maar zeker ontstond echter het beeld dat de leerling niet alleen gezien moest worden als een passieve ontvanger van informatie en in het nieuwe paradigma kreeg de leerling, als aanjager van kennisconstructie, een centrale rol toebedeeld welke gekenmerkt wordt door een actieve betrokkenheid van de leerling bij het feedbackproces (Boud & Molloy, 2013; Carless, 2015; Carless & Winstone, 2019). In deze context wordt feedback geconceptualiseerd als een proces waarbij leerlingen proactief zijn in het zoeken, begrijpen en gebruiken van opmerkingen over hun prestaties of leermethoden (Carless, 2015; Carless & Winstone, 2019). In zijn algemeenheid geldt dat betrokkenheid van lerenden bij het feedbackproces een meerfasenproces is beginnend met de verzameling van feedback, het doorlezen ervan en eindigend met het reflecteren op en handelen naar feedback (Price et al., 2011). De mate van betrokkenheid van lerenden bij het feedbackproces is een bepalende factor voor de effectiviteit van feedback (Winstone et al., 2017).

Actieve betrokkenheid van lerenden bij het feedbackproces is echter geen vanzelfsprekendheid. Uit onderzoek van Sinclair & Cleland (2007) blijkt dat een behoorlijk deel van de studenten de feedback die voor hen klaarligt niets eens verzamelt; laat staan doorleest. Een onderzoek van Furnborough & Truman (2009) uitgevoerd onder volwassenen die een moderne vreemde taal studeren via het zogenoemde afstandsonderwijs laat zien dat de manier waarop studenten met feedback omgaan onderverdeeld kan worden in drie categorieën:

- Lerenden maken strategisch gebruik van de feedback door het in te zetten als leermiddel.
- Lerenden zien de feedback als een voortgangsindicator voor de gemaakte progressie.
- Lerenden maken weinig constructief gebruik van de feedback, omdat ze worden geremd door twijfels of angsten.

Lerenden in de eerste categorie gaan proactief om met feedback door feedback onder andere te analyseren en te integreren in het leerproces (Furnborough & Truman, 2009). De heersende gedachte is dat diepere verwerking van feedback leidt tot betere feedbackopname en grotere leerwinsten (Peng et al., 2023). Onderzoek van Anseel et al. (2009) laat bijvoorbeeld zien dat feedback waarop gereflecteerd wordt leidt tot betere prestaties dan feedback waarop niet gereflecteerd wordt. Toch bevindt een minderheid van de studenten uit het onderzoek van Furnborough & Truman (2009) zich in de eerstgenoemde categorie. Een meerderheid van de studenten uit het onderzoek van Furnborough & Truman (2009) bevindt zich in de laatste twee categorieën.

Jonsson (2013) identificeerde een aantal redenen waarom leerlingen het contact met feedback niet aangaan:

1. Leerlingen beschouwen de feedback als nutteloos.
2. De feedback is onvoldoende gedetailleerd of gepersonaliseerd.
3. De feedback heeft een (te) autoritaire toon.
4. Voor leerlingen is het onbekend of onvoldoende bekend hoe de feedback vertaald moet worden in geschikte vervolgacties.
5. Leerlingen begrijpen de terminologie die in de feedback gebruikt wordt niet.

## 2.4 Toetsvoorbereiding: passieve en actieve leerstrategieën

Feedback wordt als ineffectief beschouwd wanneer leerlingen geen actie ondernemen (Gibbs & Simpson, 2005). Handelen naar feedback vereist het lezen, interpreteren en gebruiken van feedback (Sutton, 2012). Naar aanleiding van de verkregen feedback kan een leerling bijvoorbeeld besluiten om de docent om extra instructie te vragen of de hulp van medestudenten in te roepen (Gulikers et al., 2021). Niet alle vervolgacties die leerlingen kiezen zijn even effectief. De manier waarop leerlingen de lesstof verwerken – actief (diepgaand) of passief (oppervlakkig) - speelt hierin een centrale rol (Hong et al., 2006). Bij actief leren staat cognitieve betrokkenheid centraal (Bonwell & Eison, 1991; Pitterson et al., 2016). Actief lerenden stellen zich op als deelnemers van het leerproces dan wel het proces van kennisconstructie door onder andere informatie op te halen uit het langetermijngeheugen en verbanden te leggen tussen reeds aanwezige kennis en nieuw aangereikte informatie (Bonwell & Eison, 1991; Pitterson et al., 2016). Passief leren daarentegen vindt plaats in de afwezigheid van betrokkenheid of interactie met het leerproces; passief lerenden zijn enkel en alleen kennisontvangers (Pitterson et al., 2016). Uit onderzoek blijkt dat een grotere betrokkenheid van lerenden bij het leerproces het leren ten goede komt (Chi & Wylie, 2014). Actieve leerstrategieën doen lerenden dus beter en effectiever leren dan passieve leerstrategieën (Chi & Wylie, 2014). Bij wiskunde is eenzelfde beeld zichtbaar. Ook hier geldt dat actief leren leidt tot betere leerprestaties dan passief leren (Freeman, et al., 2014; Ting et al., 2023). De vraag of leerlingen op de middelbare school zich wenden tot passieve of actieve leerstrategieën bij het voorbereiden op een wiskundetoets wordt beantwoord in het onderzoek van Hong et al. (2006). Uit dat onderzoek blijkt dat middelbare scholieren de cognitieve leerstrategieën (1) herbestudering van lesmateriaal, (2) het oplossen van wiskundige problemen en (3) het controleren van antwoorden, de stappen van een oplossingsstrategie of de aanwezigheid van bepaalde kennis (bijvoorbeeld vergelijkingen) meer dan andere strategieën aanwenden bij het schoolvak wiskunde om zich voor te bereiden op een toets. Uit hetzelfde onderzoek blijkt ook dat hoog-scorende

wiskundeleerlingen veel vaker dan laag-scorende wiskundeleerlingen bij het voorbereiden op een toets gebruikmaken van leerstrategieën vallend onder de noemer ‘het oplossen van wiskundige problemen’. De meestgekozen leerstrategie ter voorbereiding op een wiskundetoets is dus een passieve leerstrategie en het is een actieve leerstrategie die hoog-scorende wiskundeleerlingen onderscheidt van laag-scorende wiskundeleerlingen (Hong et al., 2006).

## 2.5 De wisselwerking tussen zelfregulatie, feedback en oefentoetsing

In deze sectie zal dieper worden ingegaan op de wisselwerking tussen zelfregulatie, feedback en oefentoetsing.

### 2.5.1 Zelfregulatie & oefentoetsing

De leerstrategie waarbij lerenden worden aangespoord om actief informatie uit het langetermijngeheugen op te halen wordt ook wel oefentoetsing genoemd en het positieve effect ervan op het leerrendement wordt naar gerefereerd als het “toetseffect” (Butler, 2010; Cull, 2000; Roediger III & Karpicke, 2006). Een bijkomend voordeel van oefentoetsing boven herhaalde bestudering van lesmateriaal is dat het lerenden bewust maakt van hiaten in de eigen kennis en daarmee de metacognitieve kennis (bewustzijn over welke kennis wel of niet wordt beheerst ofwel kennis over de eigen kennis) van lerenden bevordert, hetgeen kan bijdragen aan het vermogen van lerenden om sturing te geven aan het eigen leerproces (Agarwal et al., 2020).

### 2.5.2 Zelfregulatie & feedback

Feedback die lerenden voorziet van evaluatieve informatie over de voortgang biedt mogelijkheden om het zelfregulerend leren te bevorderen door aan te zetten tot of ondersteuning te bieden bij monitorings- en reflectieactiviteiten (Butler & Winne, 1995). Toch leidt niet elk type feedback tot even grote resultaten op het gebied van zelfregulerend leren. Bij resultaatgerichte feedback, waar de nadruk ligt op het vellen van een oordeel of het gegeven antwoord overeenkomt met het gezochte of gewenste antwoord, worden lerenden geen handvatten aangereikt voor verdere ontwikkeling en zodoende biedt dit type feedback dan ook weinig houvast voor het zelf reguleren van het leren (Butler & Winne, 1995). Wanneer de focus van feedback verlegd wordt naar het (onderliggende) (leer)proces dat ten grondslag ligt aan de taak en de lerende informatie ontvangt over waarom de aangeleverde antwoorden juist of onjuist zijn, draagt dat bij aan de ontwikkeling van de metacognitie (Agarwal et al. 2012; Agarwal et al., 2020) en daarmee het zelfregulerend leren (Quigley et al., 2018).

### 2.5.3 Oefentoetsing & feedback

Oefentoetsing heeft een positief effect op kennisretentie, ook in de afwezigheid van feedback (Roediger III & Karpicke, 2006). Toch kan het toevoegen van feedback aan het proces van oefentoetsing van toegevoegde waarde zijn. Uit onderzoek van Butler & Roediger (2008) blijkt namelijk dat verstrekking van correctieve feedback bij meerkeuzevragen leidt tot een groter geheugenvoordeel dan wanneer deze informatie achterwege wordt gelaten. Feedback is bovendien niet alleen van belang bij onjuiste antwoorden, maar ook bij juiste antwoorden. Bij vragen waarbij de lerende het correcte antwoord heeft gegeven, maar desalniettemin twijfelt over de juistheid van het gegeven antwoord, kan de bevestigende werking van feedback ervoor zorgen dat de kennisretentie verbetert en de metacognitieve kennis

versterkt wordt (Butler et al., 2008). Daarnaast beïnvloedt de inhoudelijke vormgeving van de feedback de effectgrootte van het toetseffect. In een oefentoetssetting waarin gekozen wordt voor een toetsformat waarbij geleid terughalen van informatie centraal staat (Engels: cued recall test format), blijkt feedback waarbij wordt aangegeven dat iets goed of fout is minder effectief te zijn dan feedback waarbij het goede antwoord wordt gegeven (Fazio et al., 2010). Hetgeen hierbij een rol speelt is dat feedback waarbij de lerende inzicht verkrijgt in het correcte antwoord, de lerende in staat stelt om foutieve mentale voorstellingen van concepten in het geheugen te repareren of te vervangen en nuttige mentale verbindingen te versterken (Butler et al., 2008; Pashler et al., 2005).

## Hoofdstuk 3: Onderzoeksdoel en -vraag

Doel van het onderzoek is om de mate waarin verschillende vormen van schriftelijke feedback bij wiskundige oefentoetsen ondersteuning bieden bij het leren met elkaar te vergelijken en vast te stellen welke schriftelijke feedbackmethode de grootste ondersteuning biedt bij het leren voor wiskunde. In dit onderzoek wordt feedback als ondersteunend beschouwd wanneer feedback gezien kan worden als informatiebron om van te leren, leerlingen aanzet tot het toepassen van effectieve leerstrategieën en erop gericht is om de leerprestaties van leerlingen te verbeteren. Voor het inzichtelijk maken van de mate van ondersteuning die verschillende schriftelijke feedbackmethoden bieden bij het leren zal daarom gekeken worden naar de informatieve waarde van feedback voor het leerproces, de invloed die feedback heeft op de vormgeving van het leerproces en het leerresultaat. In het bijzonder zal er worden gekeken naar de volgende vier aspecten:

### 1. Informatiewaarde feedback

Feedback kan als effectief bestempeld worden wanneer het antwoord geeft op de vragen: 'Waar ga ik naartoe?' (feed-up), 'Hoe doe ik het?' (feedback) en 'Wat is de volgende stap?' (feed forward; Hattie & Timperley, 2007). Immers, feedbackvoorziening gericht op het leveren van (hoogwaardige) feed-up, feedback en feed forward bevordert het zelfregulerend leren (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006). Aangezien zelfregulatie beschouwd wordt als een goede voorspeller van academische prestaties (Pintrich & De Groot, 1990), zal feedback die erin slaagt om leerlingen van een hoog niveau van feed-up, feedback en feed forward te voorzien van grotere waarde zijn voor het leren dan feedback die hier niet in slaagt (Hattie & Timperley, 2007; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

### 2. Diepgang van verwerking en toepassing van de feedback

De mate van betrokkenheid van lerenden bij het feedbackproces is een bepalende factor voor de effectiviteit ervan (Winstone et al., 2017). Voor een hoog feedback rendement is het van belang dat feedback niet alleen doorgelezen wordt, maar dat er ook gereflecteerd wordt op en gehandeld naar de feedback (Price et al., 2011). Bovendien is niet elke vervolghandeling even effectief. In het algemeen geldt dat vervolghandelingen waarbij actief leren centraal staat effectiever zijn voor het leren dan vervolghandelingen waarbij passief leren centraal staat (Chi & Wylie, 2014; Freeman, et al., 2014; Ting et al., 2023). Feedback waarbij leerlingen worden aangespoord tot diepgaande verwerking en actieve toepassing zullen het leerproces beter ondersteunen dan feedback die aanzet tot oppervlakkige verwerking en passieve toepassing (Chi & Wylie, 2014; Freeman, et al., 2014; Ting et al., 2023; Winstone et al., 2017).

### 3. Belemmerende en bevorderende factoren voor ingebruikname van de feedback

Feedback biedt handvatten om de prestatiekoef tussen de geleverde en de gewenste prestatie te verkleinen (Hattie & Timperley, 2007; Ramaprasad, 1983). Niet verwonderlijk is het zodoende dat feedback een belangrijke factor is in het verbeteren van de leerprestaties van leerlingen (Hattie, 1999). Lang niet altijd maken leerlingen echter gebruik van het potentieel dat feedback te bieden heeft (Furnborough & Truman, 2009; Jonsson, 2013; Sinclair & Cleland, 2007).

Wanneer leerlingen de interactie met feedback uit de weg gaan zullen de gunstige effecten van feedback ten aanzien van het leren beperkt dan wel afwezig zijn (Winstone et al., 2017).

### 4. Leerprestatie

Het ultieme doel van feedback is de leerprestaties verbeteren (Ramaprasad, 1983). In deze context kan feedback dus als ineffectief bestempeld worden wanneer het er niet in slaagt om de leerprestaties te verhogen. Het meten en vergelijken van verschillen in het bevorderen van de leerprestaties door verschillende vormen van schriftelijke feedback kan uitwijzen welk type schriftelijke feedback het best in zijn primaire doel voorziet.

De centrale onderzoeksvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

*Welke verschillen bestaan er tussen de verschillende schriftelijke feedbackmethoden die wiskundeleraars die lesgeven aan 4-havo-leerlingen kunnen gebruiken bij het nakijken van oefentoetsen als het aankomt op het ondersteunen van het leerproces ten behoeve van bevordering van het leerrendement?*

Ten behoeve van de overzichtelijkheid is de onderzoeksvraag opgesplitst in vier deelvragen:

- a) Wat is naar perceptie van leerlingen uit 4-havo de informatiewaarde van verschillende typen schriftelijke feedback?
- b) Hoe beïnvloedt het type schriftelijke feedback de manier waarop en de diepgang waarmee 4-havo-leerlingen feedback verwerken en toepassen?
- c) Welke belemmerende en bevorderende factoren ervaren leerlingen bij de ingebruikname van verschillende typen schriftelijke feedback?
- d) Welke invloed hebben verschillende typen schriftelijke feedbackmethoden op de leerprestaties van leerlingen uit 4-havo?



## Hoofdstuk 4: Methode

Een vergelijkend onderzoek naar schriftelijke feedbackmethoden bij wiskundige oefentoetsen werd uitgevoerd om te achterhalen of de manier waarop docenten leerlingen van feedback voorzien van invloed is op het leren en de leerprestaties van leerlingen. In wiskundelessen wordt vooral feedback op taakniveau gegeven (Smit et al., 2023) en bij het vak wiskunde is het bovendien zo dat docenten zich bij het geven van feedback vooral richten op procedurele vaardigheden (Stovner & Klette, 2022). Hierom werd feedback over procedurele vaardigheden welke gericht is op de taak meegenomen als één van de feedbackvarianten in het onderzoek. Verder volgde uit de literatuurstudie dat proces-gerelateerde feedback en zelfregulerende feedback effectiever zijn in het tot stand brengen van diep leren dan feedback op taak- of zelfniveau (Hattie & Timperley, 2007). Om deze reden werden proces-gerelateerde feedback en zelfregulerende feedback ook meegenomen als feedbackvarianten in het onderzoek. In het onderzoek werden dus de drie feedbackmethoden taakgerichte feedback, proces-gerelateerde feedback en zelfregulerende feedback met elkaar vergeleken op de mate waarin zij 4-havo-leerlingen ondersteunen bij het leren en helpen bij het verbeteren van de leerprestaties.

### 4.1 Procedure

De 75 leerlingen die deelnamen aan het onderzoek werden in drie groepen van achtentwintig, drieëntwintig en vierentwintig leerlingen verdeeld. Alle leerlingen volgden gedurende één periode drie uur per week wiskunde A onderwijs. Tegen het einde van de periode, als alle lesstof behandeld was, kregen de leerlingen een oefentoets voorgeschoteld (Bijlage D). Deze oefentoets was voor alle leerlingen hetzelfde en vond vier weken voor het definitieve toetsmoment plaats. De leerlingen kregen 50 minuten lang de tijd om de oefentoets te maken in een klassikale setting waarbij gesurveilleerd werd door een docent. Na afloop leverden leerlingen hun toets in bij de betreffende docent. Afhankelijk van de groep waar de leerling was ingedeeld, beoordeelde de docent de oefentoets van de leerling op één van de volgende manieren:

#### 1) **Beoordeling met feedback op taakniveau**

De feedback van de docent op de oefentoets van de leerling omvatte de correctie van foutieve antwoorden. Bij elke gemaakte fout schreef de docent het correcte antwoord neer en enkele beknopte tussenantwoorden welke verder borduurden op het gegeven antwoord van de leerling. Bij opgaven die volledig correct waren uitgevoerd zette de docent een goedkeuringskrul.

#### 2) **Beoordeling met feedback op procesniveau**

De docent gaf de leerling feedback die erop gericht was om de leerling middels aanwijzingen en hints bewust te maken van alternatieve werkwijzen of strategieën om het probleem op te lossen. Bij opgaven die volledig correct waren uitgevoerd zette de docent een goedkeuringskrul.

#### 3) **Beoordeling met feedback op zelfregulatie niveau**

De docent gaf de leerling feedback die erop gericht was het autonome leerproces van de leerling te bevorderen. Bij opgaven die volledig of deels incorrect beantwoord waren verwees de docent de leerling naar (de uitwerking van) een overeenkomstige opgave uit het lesboek en verzocht de leerling zijn of haar eigen methode van aanpak te vergelijken met de methode van

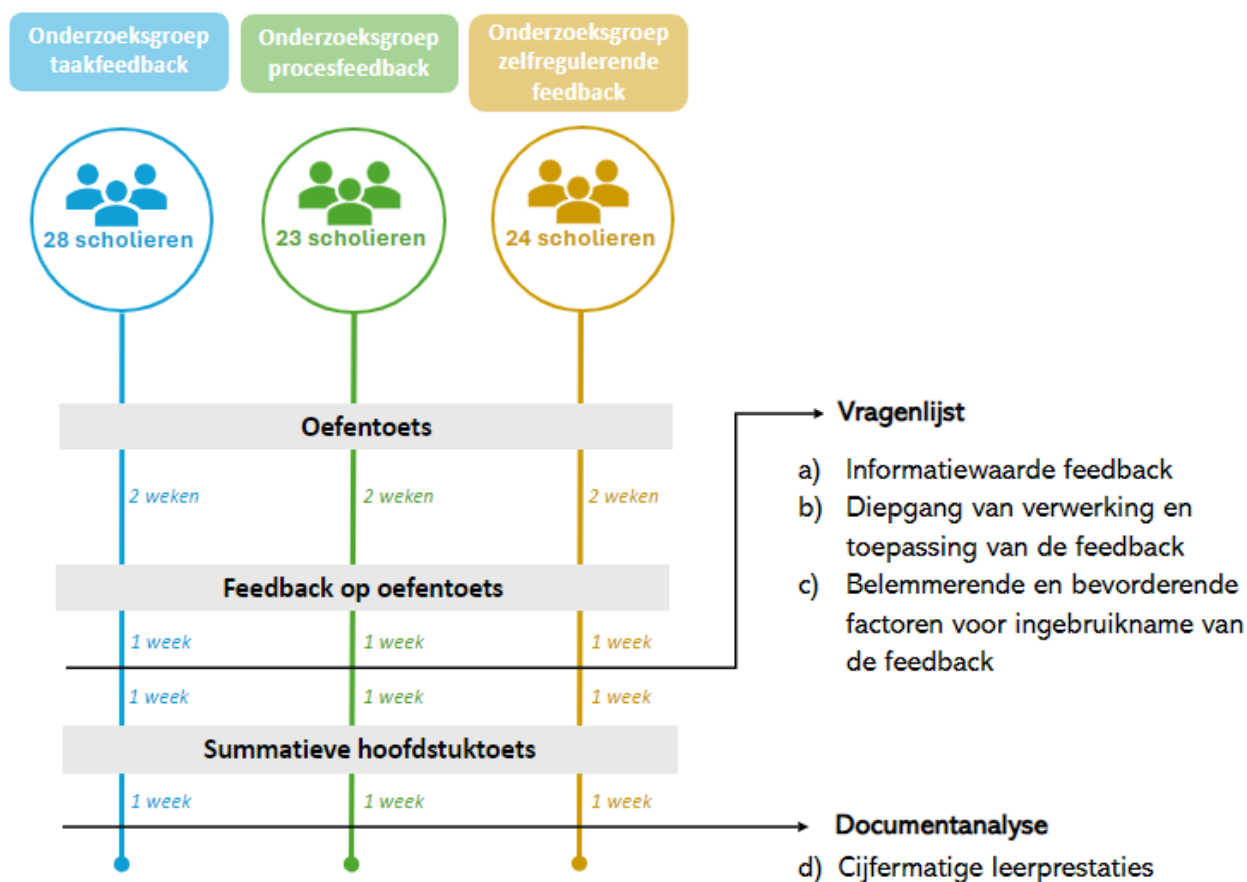
aanpak bij de alternatieve opgave uit het boek. Op basis hiervan moest de leerling zelf bepalen wat hij of zij fout had gedaan bij de opgaven uit de oefentoets en hoe dit verbeterd kon worden.

Bij opgaven die volledig correct waren uitgevoerd zette de docent een goedkeuringskrul.

In alle gevallen werd geen cijfer of puntenaantal vermeld op de oefentoets van de leerling, omdat uit onderzoek blijkt dat leerlingen dan meer geïnteresseerd zijn in hun cijfer dan in de schriftelijke opmerkingen van de docent (Susan, 2008). In Bijlage E is een voorbeeld opgenomen van hoe invulling werd gegeven aan de verschillende vormen van feedback bij de oefentoets. Twee weken nadat leerlingen de oefentoets gemaakt hadden en twee weken voordat de officiële hoofdstuktoets gepland stond, kregen leerlingen hun oefentoets met feedback terug. De les nadat leerlingen hun beoordeelde oefentoets terug hadden gekregen werden zij gevraagd om drie vragenlijsten in te vullen over de verkregen feedback (Bijlage A, Bijlage B & Bijlage C). De vragenlijst in Bijlage A had ten doel om in beeld te brengen wat de perceptie van leerlingen is over de informatiewaarde van de aan hen toegewezen feedbackmethode. De vragenlijst in Bijlage B werd ingezet om erachter te komen of de verschillende typen schriftelijke feedback zoals meegenomen in dit onderzoek hebben geleid tot verschillen in de wijze waarop en de diepgang waarmee leerlingen feedback hebben verwerkt en toegepast. Met behulp van de vragenlijst in Bijlage C werd leerlingen om inbreng gevraagd over aspecten van de aan hen toebedeelde feedbackmethode die de ingebruikname van de feedback belemmerden of bevorderden. Twee weken nadat leerlingen hun beoordeelde oefentoets terug hadden gekregen vond de officiële hoofdstuktoets plaats. Na afloop van de officiële hoofdstuktoets werden de eindcijfers van leerlingen uit de verschillende onderzoeksgroepen verzameld. Het resultaat van het leerproces in de vorm van een cijfer werd in dit onderzoek als een goede pijler gezien voor het inzichtelijk maken van de bijdrage die feedback levert aan het verbeteren van de leerprestaties.

#### *4.1.1 Onderzoeksopzet*

In Figuur 1 is de onderzoeksopzet weergegeven.



Figuur 1: Onderzoeksopzet.

## 4.2 Onderzoekspopulatie

De deelnemers van het onderzoek waren vierdejaars havo-leerlingen van een middelbare school in Nederland. De leerlingen bevonden zich in de leeftijdscategorie 15 tot 16 jaar en volgden wiskunde A onderwijs. In totaal namen 75 leerlingen deel aan het onderzoek, waarvan er 39 vrouwelijk en 36 mannelijk waren. In Tabel 1 is de verdeling van de respondenten over de onderzoeksgroepen weergegeven.

		Onderzoeksgroep taakfeedback	Onderzoeksgroep procesfeedback	Onderzoeksgroep zelfregulerende feedback
Deelnemers	Vrouwelijk	12	14	13
	Mannelijk	16	9	11
Gemiddeld wiskundecijfer	≤ 6,0	64%	-	63%
	> 6,0	36%	-	37%

Tabel 1: Verdeling respondenten over de onderzoeksgroepen.

De verdeling van de respondenten over de onderzoeksgroepen gebeurde aan de hand van de klas waar de respondent zich in bevond. Aan ieder van de drie vierdejaars havo-klassen die deelnamen aan het onderzoek werd een andere schriftelijke feedbackvariant gekoppeld.

## 4.3 Instrumenten

De data benodigd voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag en bijbehorende deelvragen werd vergaard door middel van (zelfrapportage)vragenlijsten en een documentonderzoek. In de sectie hieronder zal een nadere toelichting over de opzet van de (zelfrapportage)vragenlijsten worden gegeven.

### 4.3.1 Vragenlijst deelvraag a

Goede feedback bestaat uit drie onderdelen: feed-up, feedback en feed forward (Hattie & Timperley, 2007; Sadler, 1989) en in de zeven voorwaarden waar feedback aan moet voldoen om het zelfregulerend leren van lerenden te ondersteunen – zoals opgesteld door Nicol & Macfarlane-Dick (2006) – zijn de drie hiervoor genoemde aspecten van feedback (in)direct te herkennen. Om te bepalen of de feedback die leerlingen ontvingen op hun oefentoets van informatieve waarde was voor het leren en het reguleren daarvan werd met behulp van een vragenlijst (Bijlage A) onderzocht in hoeverre de verschillende deelcomponenten van feedback terugkwamen in de feedback die leerlingen ontvingen. Op een open intervallschaal met vijf keuzemogelijkheden (waarbij het linkeruiteinde geclassificeerd werd met de term 'zeer oneens' en het rechteruiteinde met de term 'zeer eens') konden leerlingen hun mate van overeenstemming met de stellingen aangeven. In totaal waren er tien stellingen opgenomen in de vragenlijst: drie stellingen over feed-up, vier stellingen over feedback en drie stellingen over feed forward (Tabel 2).

<b>Feed-up</b>	De criteria waarop ik ben beoordeeld zijn voor mij duidelijk.
	De feedback heeft mij duidelijk gemaakt wat ik moet laten zien om aan te tonen dat ik een leerdoel of een leeuikomst beheers.
	Met behulp van de feedback weet ik op welke (toets)onderdelen ik mijzelf nog beter moet voorbereiden.
<b>Feedback</b>	De feedback die ik heb gekregen bevatte gedetailleerde informatie over wat er goed is gegaan in de oefentoets.
	De feedback die ik heb gekregen bevatte gedetailleerde informatie over wat er minder goed is gegaan in de oefentoets.
	Met behulp van de feedback weet ik in welke mate ik de leerdoelen (die getoetst zijn in de oefentoets) beheers.
	Het is mij volledig duidelijk waarom een door mij gegeven antwoord foutief verklaard is.
<b>Feed forward</b>	De feedback heeft mij ervan bewust gemaakt welke kennis of vaardigheden bij mijzelf ontbreken voor het correct oplossen van opgaven.
	Bij vragen die ik fout heb uitgewerkt is het mij duidelijk welke aanpassingen ik moet maken om een dergelijke vraag in de toekomst correct te beantwoorden.
	De feedback die ik heb gekregen helpt mij verder bij het oplossen van toekomstige opgaven.

Tabel 2: Toebedeling stellingen vragenlijst aan de categorieën feed-up, feedback en feed forward.

De stellingen in de vragenlijst waren, bij gebrek aan bestaande vragenlijsten over het onderwerp, zelfstandig ontworpen door de onderzoeker. Omwille van tijdsredenen werd de vragenlijst niet gevalideerd. Dit hield in dat er geen betrouwbaarheidsanalyse was uitgevoerd om de interne consistentie oftewel de homogeniteit van de stellingen in de vragenlijst aan te tonen.

### 4.3.2 Vragenlijst deelvraag b

Voor beantwoording van de vraag of en hoe het type schriftelijke feedback van invloed is op de verwerking en toepassing ervan werd gebruik gemaakt van een vragenlijst bestaande uit meerkeuzevragen (Bijlage B). In het eerste deel van de vragenlijst werden leerlingen aan de hand van een meerkeuzevraag met drie antwoordmogelijkheden bevraagd naar de wijze waarop zij de feedback verwerkt hadden: niet, oppervlakkig (lezen) of diepgaand (lezen + reflecteren). In het tweede deel van de vragenlijst werden leerlingen aan de hand van een meerkeuzevraag bevraagd naar de vervolgstappen die zij wilden nemen naar aanleiding van de verkregen feedback. Voor beantwoording van de meerkeuzevraag kregen leerlingen de keuze uit negen antwoordcategorieën. Acht van de negen antwoordcategorieën omvatten een concrete vervolgstap en de resterende antwoordcategorie omvatte de antwoordoptie 'anders' welke verder was in te vullen door de leerling zelf. De vervolgstappen werden op basis van de definitie in Tabel 3 door de onderzoeker onderverdeeld in de categorieën passieve of actieve vervolgactiviteit. Van de acht antwoordcategorieën die een concrete vervolgstap omhelsden, bevatten er vier een leerstrategie waarbij passief leren centraal stond en vier een leerstrategie waarbij actief leren centraal stond.

Categorie	Gehanteerde definitie	Vervolgstep
Passief	Leertechnieken gericht op het memoriseren van informatie. De genoemde leertechniek(en) richt(en) zich enkel en alleen op passieve overdracht van kennis.	Het boek of aantekeningen nalezen op formules, feiten en definities over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan.
		Het boek of aantekeningen nalezen voor voorbeelden van uitgewerkte probleemopgaven (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan).
		Uitwerkingen of oplossingsstrategieën van eerder gemaakte huiswerkopgaven (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) doorlezen.
		Op internet (of via andere bronnen welke niet in de les gebruikt zijn) extra achtergrondinformatie opzoeken over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan.
Actief	Leertechnieken vereisen een actieve cognitieve betrokkenheid van leerlingen. De leertechnieken hebben als uitgangspunt dat leerlingen actieve deelnemers van het leerproces of het proces van kennisconstructie zijn en leerlingen worden onder andere geacht om informatie uit het langetermijngeheugen op te halen en/of verbanden te leggen tussen	Opdrachten uit het boek (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) opnieuw maken.
		De opgaven uit de gemaakte oefentoets die (deels) incorrect beantwoord waren verbeteren.
		Medeleerlingen om hulp vragen.
		De docent om hulp vragen.

	reeds aanwezige kennis en nieuw gepresenteerde informatie.	
--	--	--

Tabel 3: Onderverdeling keuzeopties (leerstrategieën) in de categorieën passief en actief.

In dit onderzoek is de aanname gemaakt dat de vervolgactiviteiten ‘medeleerlingen om hulp vragen’ en ‘de docent om hulp vragen’ berusten op een proces van gezamenlijke kennisconstructie en zodoende zijn deze vervolgactiviteiten onder het kopje ‘actieve leerstrategieën’ geplaatst. Bij de vervolgactiviteit ‘op internet (of via andere bronnen welke niet in de les gebruikt zijn) extra achtergrondinformatie opzoeken over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan’ is ervan uitgegaan dat leerlingen enkel en alleen achtergrondinformatie op het internet of via andere bronnen opzochten om door te lezen of dat leerlingen het internet gebruikten om (wiskunde)video’s te bekijken. Sinds beide activiteiten te classificeren zijn als passieve leerstrategieën werd de hiervoor genoemde vervolgactiviteit onder het kopje ‘passieve leerstrategieën’ geplaatst. De vervolgactiviteiten in de vorm van leerstrategieën zijn in gewijzigde vorm overgenomen van het onderzoek van Fernández-Michels & Fornons (2021), waarin in beeld wordt gebracht welke vervolgacties studenten nemen naar aanleiding van feedback. De vervolgacties geïdentificeerd in het onderzoek van Fernández-Michels & Fornons (2021) zijn over het algemeen, zoals de auteurs het zelf ook omschrijven, erg vaag. De toetsvoorbereidingsstrategieën die leerlingen toepassen om zich voor te bereiden op een wiskunde toets, zoals vermeld door Hong et al. (2006), werden daarom gebruikt om een concretere invulling te geven aan de vervolgacties benoemd door van Fernández-Michels & Fornons (2021).

#### 4.3.3 Vragenlijst deelvraag c

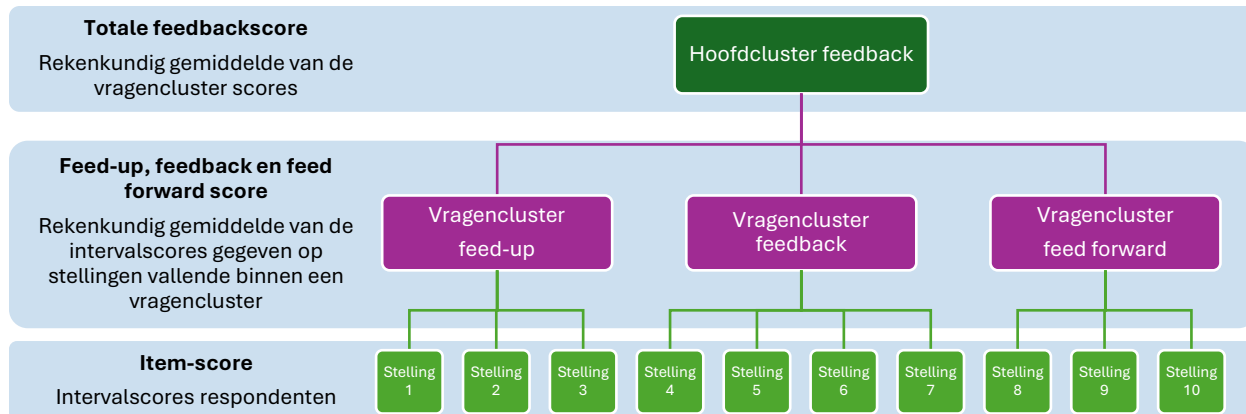
Voor het in beeld brengen van belemmerende en bevorderende factoren die leerlingen ervaren bij het in gebruik nemen van de drie feedbackvarianten werd gebruikt gemaakt van een vragenlijst. De vragenlijst (Bijlage C) peilde met behulp van een gesloten ja/nee-vraag hoe groot het aandeel leerlingen is dat in de toekomst graag op eenzelfde manier feedback zou willen ontvangen en met behulp van een open vraag werd om toelichting gevraagd voor de gemaakte keuze bij de gesloten ja/nee-vraag.

## 4.4 Data-analyse

Per deelvraag is aangegeven hoe de data geanalyseerd werd.

### 4.4.1 Deelvraag a

De gegevens verkregen uit de vragenlijst (Bijlage A) werden per onderzoeksgroep kwantitatief geanalyseerd met behulp van descriptieve statistiek. De stellingen in de vragenlijst konden toebedeeld worden aan één van de deelcomponenten van feedback: feed-up, feedback en feed forward (binnen de vragenlijst ook wel vragenclusters genoemd). Voor ieder van de hiervoor genoemde deelcomponenten werd een gemiddelde score bepaald door het rekenkundig gemiddelde van de intervalscores van respondenten op de stellingen vallende binnen een vragencluster te berekenen. Vervolgens werden de rekenkundige gemiddeldes van de drie vragenclusters met elkaar gemiddeld om een totale feedback score te verkrijgen (Figuur 2).



Figuur 2: Methode van analyse voor de vragenlijst behorende bij deelvraag a.

#### 4.4.2 Deelvraag b

De vragenlijst bestond uit twee meerkeuzevragen. De eerste meerkeuzevraag over de wijze van feedbackverwerking werd geanalyseerd door het relatieve aandeel respondenten dat voor een bepaalde antwoordcategorie gekozen had te bepalen. De tweede meerkeuzevraag omtrent de te ondernemen vervolgstappen werd tweeledig geanalyseerd. Allereerst werd bepaald hoe groot het antwoordpercentage voor iedere antwoordcategorie was door het aantal respondenten dat een specifieke antwoordcategorie had aangekruist te delen door het totaal aantal respondenten in de onderzoeksgroep. Bijvoorbeeld, als in één van de onderzoeksgroepen twee van de tweeëntwintig respondenten kozen voor de vervolgactie 'de docent om hulp vragen' dan werd er gesteld dat  $(\frac{2}{22} \cdot 100\% \approx) 9,1\%$  van de respondenten binnen de onderzoeksgroep koos voor de vervolgactie 'de docent om hulp vragen'. Daarnaast werd voor elke onderzoeksgroep bepaald welk aandeel van de vervolgstappen die leerlingen van plan waren te ondernemen naar aanleiding van de feedback verkregen op de oefentoets gericht waren op respectievelijk passieve en actieve leerstrategieën. Hiervoor werd het aantal vervolgstappen van de respondent welke gericht waren op passief leren gedeeld door het totaal aantal benoemde vervolgstappen van de respondent en dit werd voor alle respondenten in de onderzoeksgroep gemiddeld. Dezelfde procedure als hiervoor beschreven werd doorlopen om het aandeel vervolgstappen gericht op actief leren per onderzoeksgroep te bepalen. Ter illustratie, als een leerling vijf van de elf mogelijke vervolgacties aanvinkte, waarvan er drie gericht waren op passief leren en twee op actief leren, dan werd er gesteld dat  $(\frac{3}{5} \cdot 100\% =) 60\%$  van de vervolgstappen van deze leerling zich richtte op passief leren en dat  $(\frac{2}{5} \cdot 100\% =) 40\%$  van de vervolgstappen van deze leerling zich richtte op actief leren. Op deze manier werd voor elke leerling bepaald welk aandeel van de vervolgstappen zich richtte op passief leren en welk aandeel van de vervolgstappen zich richtte op actief leren. Vervolgens werd het gemiddeld aandeel vervolgstappen van leerlingen dat zich respectievelijk op passief en actief leren richtte per onderzoeksgroep vastgesteld. Hiertoe werden de percentages voor passief leren van alle respondenten binnen een onderzoeksgroep bij elkaar opgeteld en gedeeld door het totaal aantal respondenten in de onderzoeksgroep en evenzo werden de percentages voor actief leren van alle respondenten binnen een onderzoeksgroep bij elkaar opgeteld en gedeeld door het totaal aantal respondenten in de onderzoeksgroep. Voor de analyse van het aandeel vervolgstappen dat gericht was op passieve en actieve leerstrategieën werd de

antwoordcategorie 'Anders' buiten beschouwing gelaten, sinds de invulling van deze categorie variabel van aard kon zijn.

#### *4.4.3 Deelvraag c*

De vragen uit de vragenlijst (Bijlage C) werden – naargelang de aard van de vraag - kwantitatief of kwalitatief geanalyseerd. De gesloten ja/nee-vraag uit de vragenlijst werd geanalyseerd door het relatieve aandeel respondenten dat voor een bepaalde antwoordcategorie gekozen had te bepalen: het aantal respondenten dat voor een bepaalde antwoordcategorie gekozen had werd gedeeld door het totaal aantal respondenten binnen de onderzoeksgroep. De open vraag uit de vragenlijst werd geanalyseerd door middel van een combinatie van een kwalitatieve en kwantitatieve inhoudsanalyse. Op inductieve wijze werden tekstfragmenten gecodeerd en gegroepeerd en werd een (coderings)schema opgesteld. Op basis van het ontstane (coderings)schema werd getracht relaties en patronen te identificeren tussen de verschillende typen schriftelijke feedback en aspecten welke de ingebruikname van de feedback belemmerden en/of bevorderden. Daarbij werden de ontdekte kwalitatieve gegevens gekwantificeerd door de frequentie van voorkomen van ieder geïdentificeerd thema te noteren.

#### *4.4.4 Deelvraag d*

Voor het bepalen van het gemiddelde eindcijfer voor de hoofdstuktoets per onderzoeksgroep werden de eindcijfers van alle respondenten binnen één onderzoeksgroep bij elkaar opgeteld en gedeeld door het totaal aantal respondenten in de onderzoeksgroep. Daarbij werd met behulp van een eenzijdige variantieanalyse bepaald of eventuele verschillen in eindcijfergemiddelde tussen leerlingen die op verschillende wijze feedback hadden ontvangen te classificeren waren als significant.

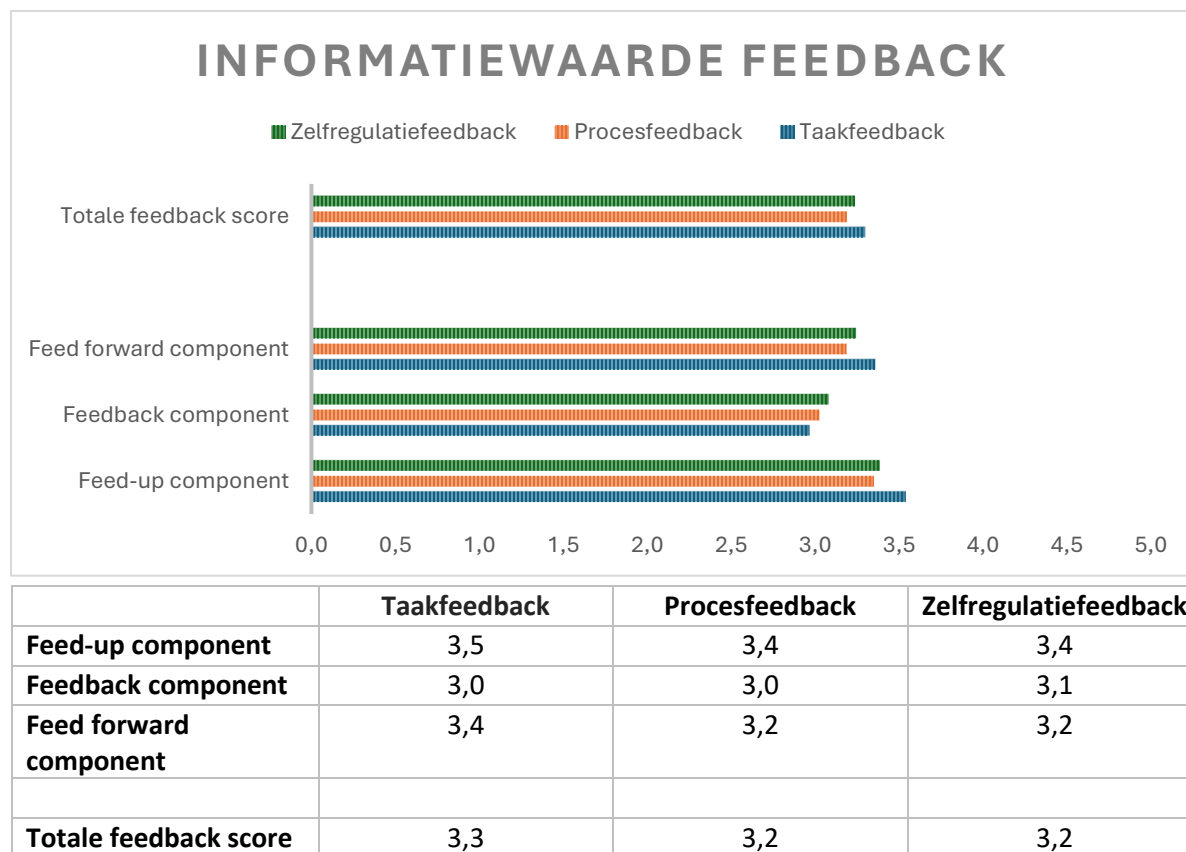


## Hoofdstuk 5: Resultaten

In onderstaande sectie worden de resultaten van het onderzoek per deelvraag gepresenteerd.

### 5.1 Deelvraag a

In Figuur 3 is per onderzoeksgroep weergegeven hoe leerlingen de informatiewaarde van de feed-up, feedback en feed forward componenten van de schriftelijke feedbackmethode beoordelen. Per onderzoeksgroep is zowel de gemiddelde score voor ieder van de drie feedbackcomponenten als de geaggregeerde score (welke gebaseerd is op de afzonderlijke scores voor feed-up, feedback en feed forward) weergegeven. De mate waarin iedere feedbackmethode leerlingen van feed-up, feedback en feed forward voorziet is vrijwel constant over de geanalyseerde feedbackmethodes.



Figuur 3: Perceptie informatiewaarde feed-up, feedback en feed forward per onderzoeksgroep.

### 5.2 Deelvraag b

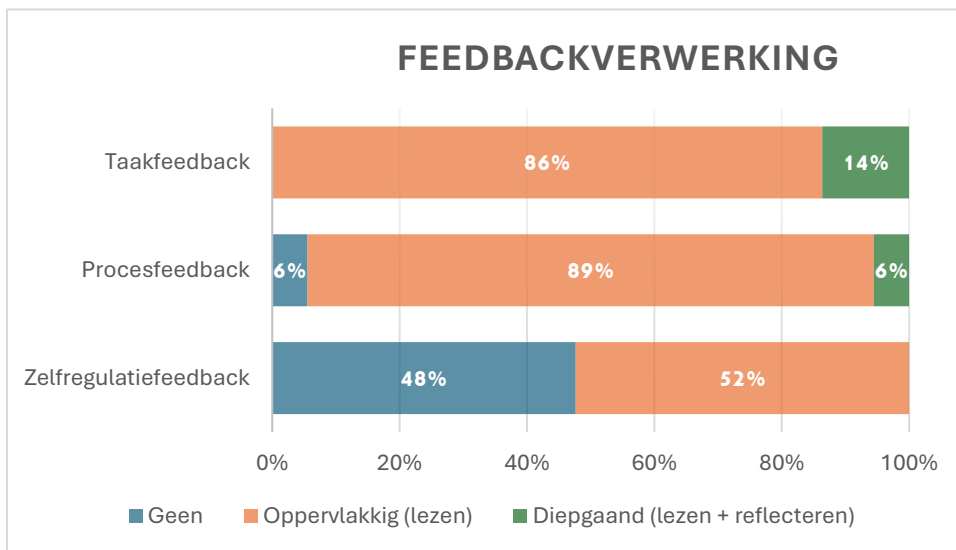
In onderstaande sectie zijn de resultaten van de wijze waarop leerlingen feedback verwerken en toepassen binnen de verschillende onderzoeksgroepen beschreven. Bij de subsectie 'Toepassing feedback' dient een extra kanttekening geplaatst te worden. Bij de onderzoeksgroep 'zelfregulatie feedback' hebben namelijk niet alle respondenten de feedback gelezen. Wel hebben alle respondenten binnen deze onderzoeksgroep aangegeven welke vervolgacties zij gaan ondernemen naar aanleiding van de verkregen feedback op de oefentoets. De resultaten van respondenten die de feedback niet bekeken hebben, maar wel een vervolgactie hebben aangegeven, kunnen mogelijk afwijken van de resultaten

van respondenten die de feedback gelezen en/of erop gereflecteerd hebben. Om voorgaande reden werd de gegevensanalyse van de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' met betrekking tot de te ondernemen vervolgstaptes opgesplitst in twee categorieën:

- Zelfregulatie (1)  
De vervolgstaptes van alle respondenten binnen de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' werden geanalyseerd.
- Zelfregulatie (2)  
De vervolgstaptes van enkel en alleen de respondenten die de feedback gelezen en/of erop gereflecteerd hadden werden geanalyseerd. Vervolgstaptes van respondenten die de feedback niet bekeken hadden werden niet meegenomen in de analyse.

### 5.2.1 Verwerking feedback

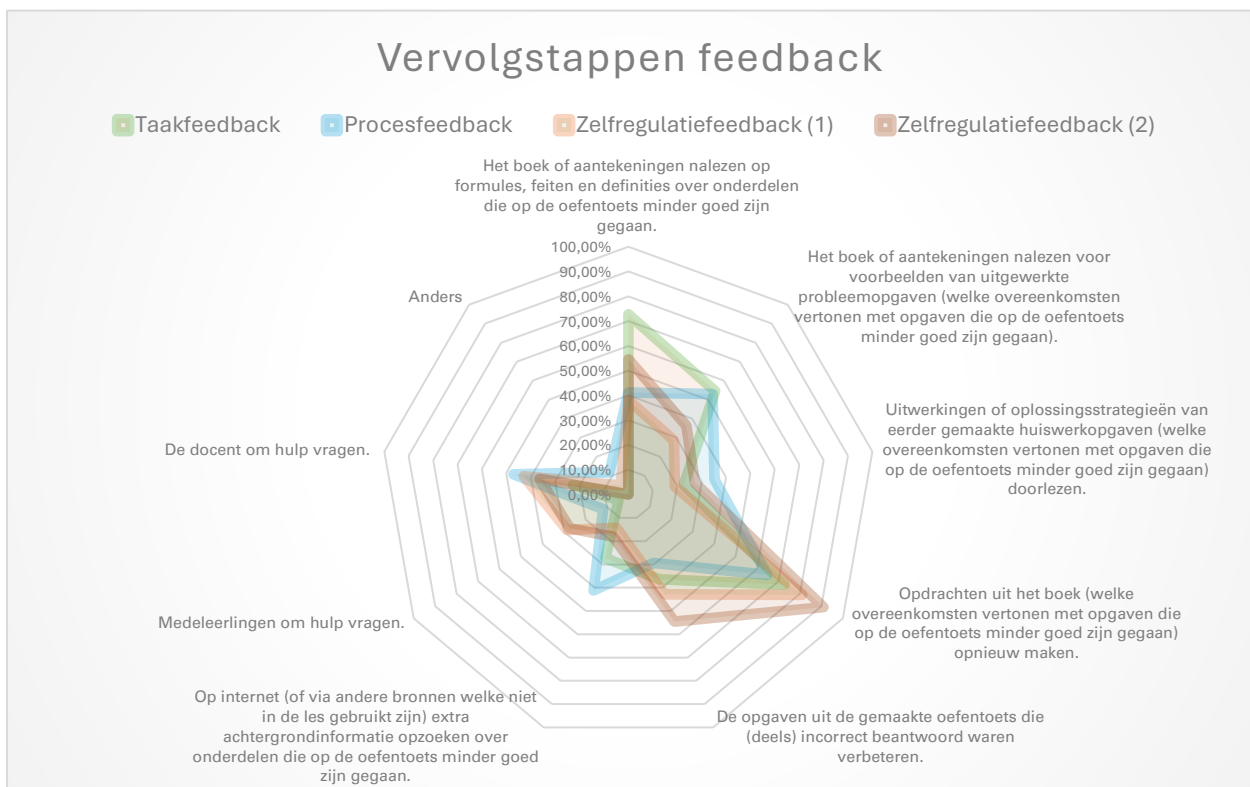
In Figuur 4 is de wijze van feedbackverwerking per onderzoeksgroep weergegeven. Bij de onderzoeksgroepen 'taakfeedback' en 'procesfeedback' kiezen veruit de meeste respondenten ervoor om de feedback door te lezen; een enkeling reflecteert ook op de feedback. Bij de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' geeft een kleine meerderheid aan de feedback door te lezen tegenover een grote minderheid die aangeeft de feedback niet te bekijken.



Figuur 4: Wijze van feedbackverwerking per onderzoeksgroep.

### 5.2.2 Toepassing feedback

In Figuur 5 en Tabel 4 is het aandeel leerlingen dat binnen een onderzoeksgroep de intentie uitte om een vooraf gedefinieerde vervolgactie te ondernemen weergegeven. Leerlingen binnen de onderzoeksgroep ‘taakfeedback’ vertonen een sterke voorkeur voor de vervolgacties ‘A’ en ‘D’. Binnen de onderzoeksgroepen ‘procesfeedback’ en ‘zelfregulatiefeedback’ is vervolgactie ‘D’ de absolute favoriet. In beide onderzoeksgroepen is er in mindere mate interesse voor vervolgactie ‘A’ dan bij de onderzoeksgroep ‘taakfeedback’. Daarnaast wordt vervolgactie ‘B’ door ongeveer de helft van de respondenten binnen de onderzoeksgroepen ‘taakfeedback’ en ‘procesfeedback’ genoemd, maar blijft dit binnen de onderzoeksgroep ‘zelfregulatiefeedback’ beperkt tot ruwweg een derde. Bovendien uiten respondenten binnen de onderzoeksgroepen ‘procesfeedback’ en ‘zelfregulatiefeedback’ vaker de intentie om de docent of medeleerlingen om hulp te vragen (vervolgactie ‘G’ en ‘H’) dan respondenten binnen de onderzoeksgroep ‘taakfeedback’. Ten slotte uiten maar weinig respondenten binnen de onderzoeksgroep ‘zelfregulatiefeedback’ het voornemen om vervolgactie ‘F’ toe te passen in vergelijking met respondenten binnen de onderzoeksgroepen ‘taakfeedback’ en ‘procesfeedback’. In Bijlage F is in absolute aantallen weergegeven hoe groot het aandeel leerlingen binnen een onderzoeksgroep is dat de intentie uitte om een vooraf gedefinieerde vervolgactie te ondernemen.



Figuur 5: Geuite vervolgacties feedback per onderzoeksgroep.

Vervolgstap	Taak-feedback	Proces-feedback	Zelfregulatie-feedback (1)	Zelfregulatie-feedback (2)
A Het boek of aantekeningen nalezen op formules, feiten en definities	72,73%	41,18%	38,10%	54,55%

	over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan.				
B	Het boek of aantekeningen nalezen voor voorbeelden van uitgewerkte probleemopgaven (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan).	54,55%	52,94%	28,57%	36,36%
C	Uitwerkingen of oplossingsstrategieën van eerder gemaakte huiswerkopgaven (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) doorlezen.	22,73%	35,29%	19,05%	27,27%
D	Opdrachten uit het boek (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) opnieuw maken.	72,73%	64,71%	80,95%	90,91%
E	De opgaven uit de gemaakte oefentoets die (deels) incorrect beantwoord waren verbeteren.	36,36%	29,41%	42,86%	54,55%
F	Op internet (of via andere bronnen welke niet in de les gebruikt zijn) extra achtergrondinformatie opzoeken over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan.	27,27%	41,18%	14,29%	18,18%
G	Medeleerlingen om hulp vragen.	4,55%	11,76%	28,57%	27,27%
H	De docent om hulp vragen.	22,73%	47,06%	42,86%	36,36%
J	Anders	0,00%	11,76%	4,76%	0,00%

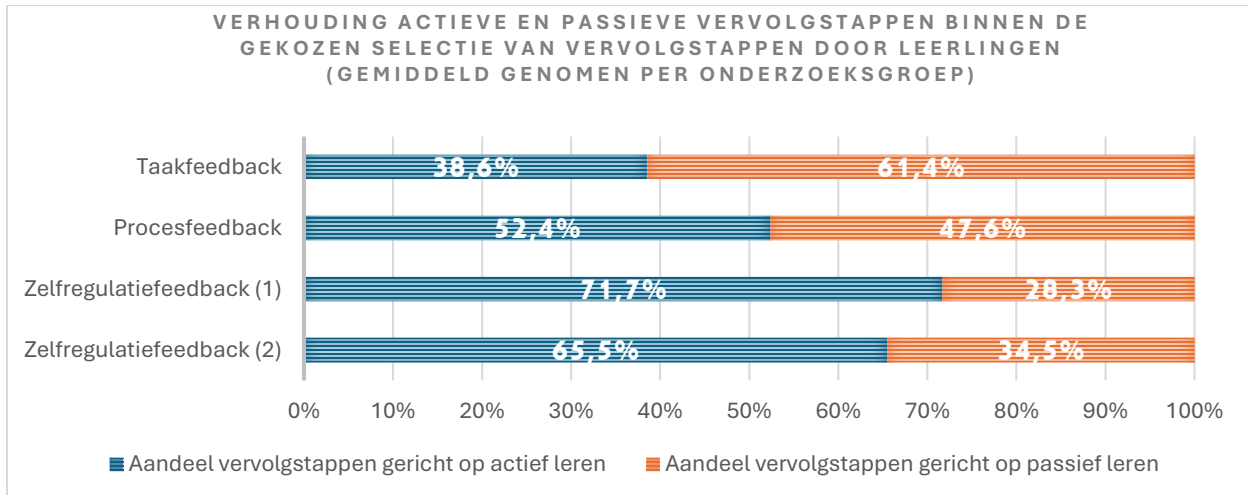
Tabel 4: Geuite vervolgacties feedback per onderzoeksgroep (gedetailleerd).

Wanneer een leerling de intentie uitte om een bepaald aantal vooraf gedefinieerde vervolgacties te ondernemen, werd onderzocht welk aandeel van de vervolgstappen zich richtte op actieve leerstrategieën en welk aandeel van de vervolgstappen zich richtte op passieve leerstrategieën. In Figuur 6 is per onderzoeksgroep weergegeven of de vervolgstappen die leerlingen van plan zijn te ondernemen naar aanleiding van de verkregen feedback op de oefentoets gericht zijn op actieve of passieve leerstrategieën.

In de onderzoeksgroep ‘taakfeedback’ richt een ruime meerderheid van de vervolgstappen die leerlingen van plan zijn om te ondernemen zich op passieve leerstrategieën. In de onderzoeksgroep ‘zelfregulatiefedback’ richt een ruime meerderheid van de vervolgstappen die leerlingen van plan zijn om te ondernemen zich daarentegen op actieve leerstrategieën. Bij de onderzoeksgroep ‘procesfeedback’ is een evenwichtiger beeld waarneembaar. Ongeveer de helft van de vervolgstappen die leerlingen van plan zijn om te ondernemen richt zich op passieve vervolgacties; de andere helft op actieve vervolgacties.

In Figuur 5 en Tabel 4 is te zien welke passieve en actieve leerstrategieën leerlingen specifiek selecteren naar aanleiding van de verkregen feedback op de oefentoets. In de onderzoeksgroep

'taakfeedback' is de passieve vervolgactie 'A' - het boek of aantekeningen nalezen op formules, feiten en definities over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan - populair, maar binnen de onderzoeksgroepen 'procesfeedback' en 'zelfregulatiefeedback' is vervolgactie 'A' beduidend minder favoriet dan bij de onderzoeksgroep 'taakfeedback'. Daarbij uiten respondenten binnen de onderzoeksgroepen 'procesfeedback' en 'zelfregulatiefeedback' vaker dan respondenten binnen de onderzoeksgroep 'taakfeedback' de intentie om vervolgstappen 'G' en 'H' – medeleerlingen en/of de docent om hulp vragen - toe te passen. Vooral in de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' is er meer dan in de andere onderzoeksgroepen belangstelling om medeleerlingen om hulp te vragen. Bovendien kiezen respondenten in de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' er (iets) vaker voor om de actieve vervolgactie 'D'- opdrachten uit het boek (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) opnieuw maken – uit te voeren en laten zij de passieve vervolgacties 'B' en 'F' vaker links liggen. In de onderzoeksgroep 'procesfeedback' geeft daarentegen een groter aandeel van de respondenten dan in de overige onderzoeksgroepen aan de passieve vervolgactie 'F' te zullen toepassen.

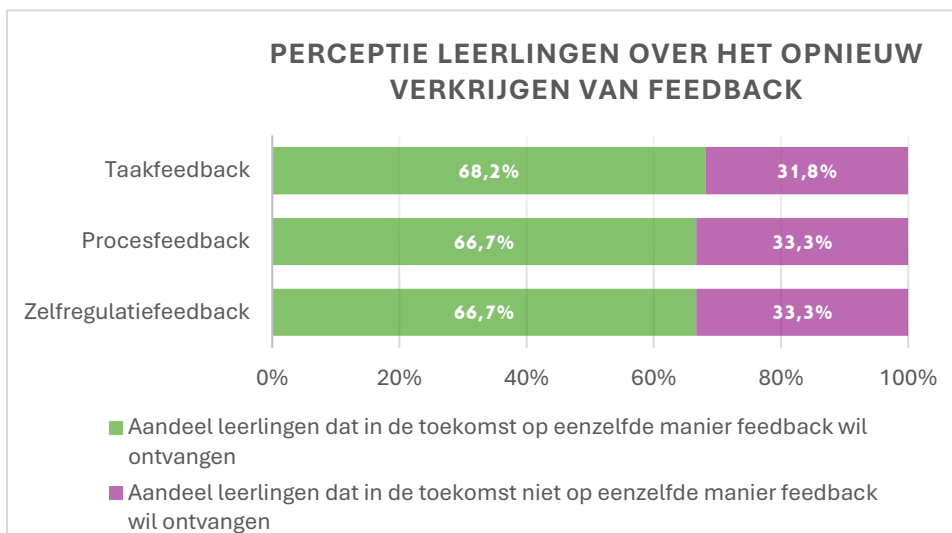


*Figuur 6: Verhouding actieve en passieve vervolgstappen binnen de gekozen selectie van vervolgstappen door leerlingen (gemiddeld genomen per onderzoeksgroep).*

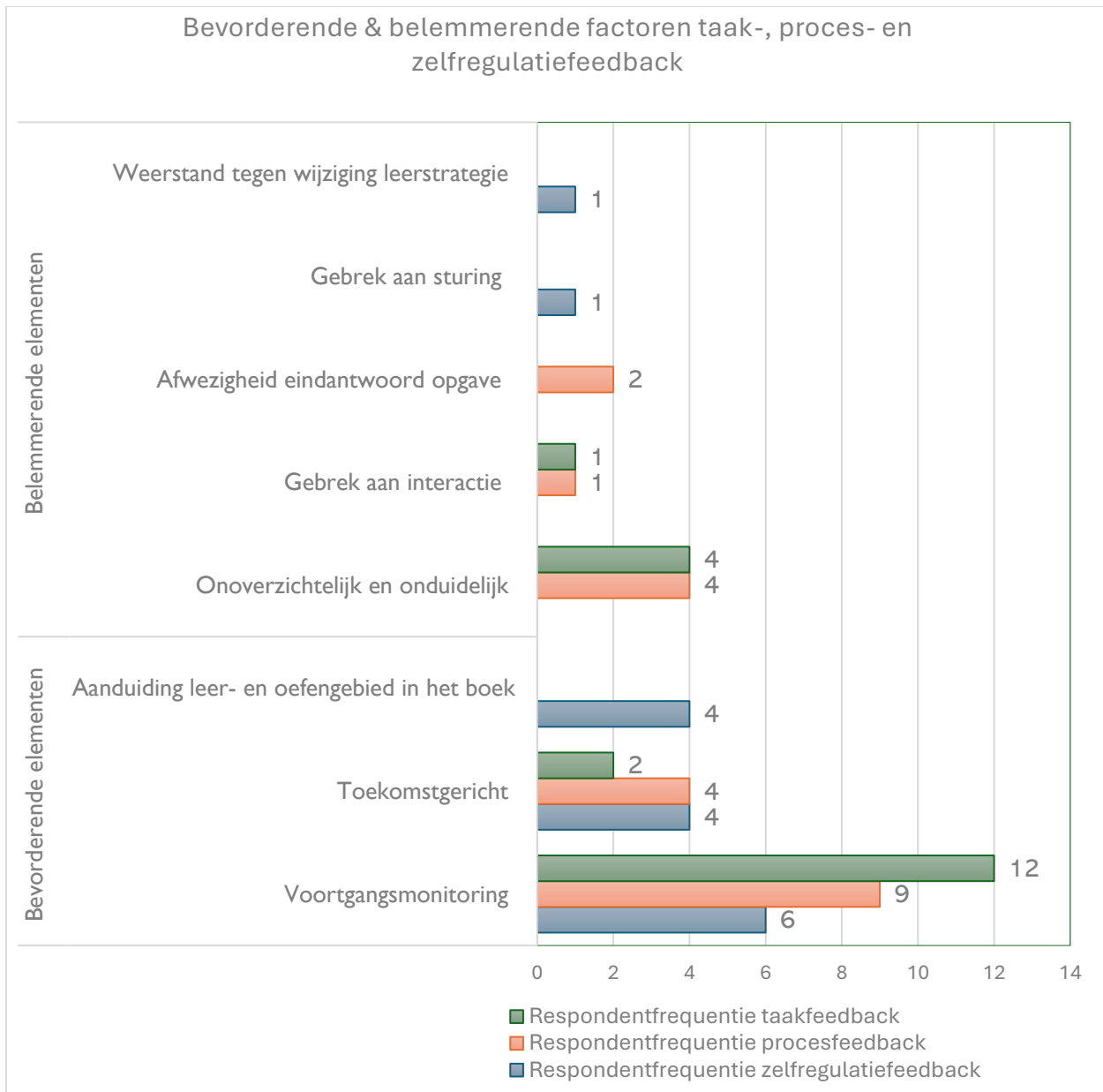
### 5.3 Deelvraag c

Aan alle respondenten binnen de onderzoeksgroepen werd gevraagd of zij wel of niet in de toekomst op eenzelfde manier feedback zouden willen ontvangen en welke redenen zij daarvoor hebben. Uit Figuur 7 blijkt dat voor alle onderzoeksgroepen geldt dat ongeveer twee derde van de respondenten wel op eenzelfde manier feedback zou willen ontvangen; circa een derde van de respondenten binnen iedere onderzoeksgroep wil niet op eenzelfde manier feedback ontvangen. Binnen elke onderzoeksgroep is de meest genoemde reden voor het wel opnieuw willen ontvangen van eenzelfde soort feedback de mogelijkheid om feedback in te zetten als voortgangsindicator: welke onderdelen worden beheerst en welke niet (Figuur 8 & Tabel 5). Daarbij voeren respondenten in alle onderzoeksgroepen onder meer de mogelijkheid die feedback biedt voor verbetering, door te laten zien hoe verbetering kan plaatsvinden, aan als reden om opnieuw feedback van dezelfde vorm te krijgen. Het voorgaande aspect wordt wel enigszins vaker benoemd in de onderzoeksgroepen 'procesfeedback' en 'zelfregulatiefeedback' dan in

de onderzoeksgroep 'taakfeedback'. Verder vertonen de bevorderende en belemmerende aspecten die leerlingen ervaren bij de ingebruikname van de feedback voor de onderzoeksgroepen 'taakfeedback' en 'procesfeedback' grote overeenkomsten. In beide onderzoeksgroepen wordt vaagheid/onduidelijkheid van de verkregen feedback en het ontbreken van interactie bij schriftelijke feedback als belangrijke belemmerende factoren voor de ingebruikname van de feedback genoemd. Daarnaast ervaren enkele leerlingen in de onderzoeksgroep 'procesfeedback' het feit dat het antwoord van de opgave niet gegeven wordt bij de feedback als negatief. In de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' worden andere belemmerende factoren ervaren dan in de onderzoeksgroepen 'taakfeedback' en 'procesfeedback'. Belemmerende factoren die ervaren worden binnen de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' bevatten een gebrek aan sturing en weerstand tegen het wijzigen van de eigen leerstrategie. Ten slotte zijn respondenten binnen de onderzoeksgroep 'zelfregulatiefeedback' positief over de verwijzing naar een alternatieve opgave doordat het hiermee direct duidelijk wordt met welke paragraaf de leerling nog moeite heeft en welke (of welk type) opgaven voor de leerling relevant zijn om mee te oefenen. In Figuur 8 zijn de bevorderende en belemmerende factoren voor ingebruikname van de feedback per onderzoeksgroep weergegeven. Een toelichting bij de antwoordcategorieën in Figuur 8 kan worden gevonden in Tabel 5.



*Figuur 7: Perceptie leerlingen over het opnieuw verkrijgen van dezelfde feedback.*



Figuur 8: Bevorderende & belemmerende factoren voor ingebruikname feedback per onderzoeksgroep (taak-, proces- en zelfregulatiefeedback).

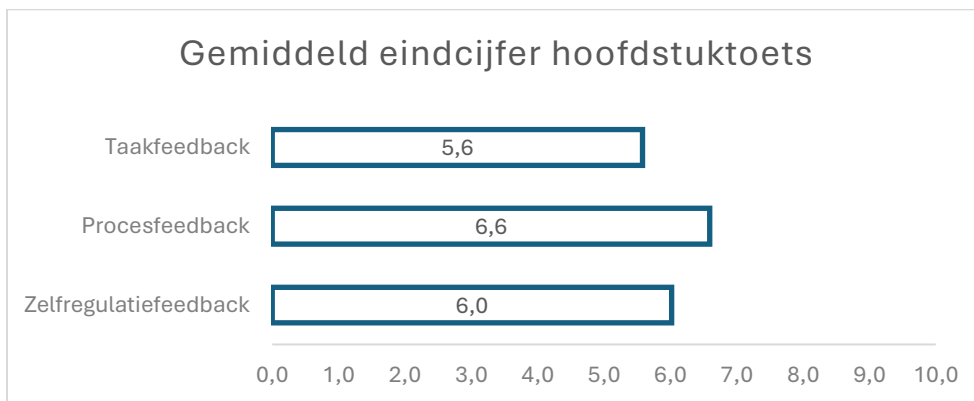
Aspect	Toelichting
<b>Voortgangsmonitoring</b>	De feedback kan gebruikt worden als voortgangsindicator om te peilen waar de leerling nu staat: welke onderdelen worden beheerst en welke niet.
<b>Toekomstgericht</b>	De feedback biedt kansen voor verbetering door te laten zien hoe verbetering kan plaatsvinden.
<b>Aanduiding leer- en oefengebied in het boek</b>	De verwijzing naar een alternatieve opgave maakt direct duidelijk met welke paragraaf in het boek de leerling nog moeite heeft en welke (of welk type) opgaven in het boek voor de leerling relevant zijn om mee te oefenen.
<b>Onoverzichtelijk en onduidelijk</b>	De feedback was voor leerlingen niet gepersonaliseerd genoeg. Voor leerlingen was het niet duidelijk (genoeg) wat zij bij een bepaalde opgave goed en niet goed hadden gedaan. Leerlingen zouden het prettiger vinden

	als er per antwoordonderdeel punten toegekend zouden worden; des te meer omdat er bij de toets ook met een puntensysteem gewerkt wordt.
<b>Gebrek aan interactie</b>	De feedback biedt geen mogelijkheid voor interactie.
<b>Afwezigheid eindantwoord opgave</b>	Het ontbreken van de (eind)antwoorden van opgaven bemoeilijkt volledige zelfcontrole.
<b>Gebrek aan sturing</b>	Leerlingen ervaren het als onprettig dat de feedback alleen aangeeft dat ze iets fout hebben gedaan bij een opgave, maar niet expliciet benoemd wat ze dan precies fout hebben gedaan bij de opgave.
<b>Weerstand tegen wijziging leerstrategie</b>	Leerlingen beschouwen hun eigen leerstrategie als effectief (goede cijfers voor wiskunde) en voelen er weinig voor om de eigen leerstrategie te wijzigen.

Tabel 5: Toelichting antwoordcategorieën.

## 5.4 Deelvraag d

In het onderzoek is onderzocht of het type feedback van invloed is op de (cijfermatige) leerprestaties van leerlingen. In totaal hebben 67 leerlingen deelgenomen aan een summatieve toets. De 28 respondenten in de onderzoeksgroep ‘taakfeedback’ hebben een gemiddeld toetscijfer van 5,6 ( $\sigma = 3,2$ ) gehaald op de summatieve toets (Figuur 9). De 20 respondenten in de onderzoeksgroep ‘procesfeedback’ hebben een gemiddeld toetscijfer van 6,6 ( $\sigma = 2,2$ ) gehaald op de summatieve toets. De 19 respondenten in de onderzoeksgroep ‘zelfregulatiefeedback’ hebben een gemiddeld toetscijfer van 6,0 ( $\sigma = 1,7$ ) gehaald op de summatieve toets (Figuur 9).



Figuur 9: Gemiddelde eindcijfers hoofdstuktoets per onderzoeksgroep.

Een eenzijdige variantieanalyse is uitgevoerd om de gemiddelde toetscijfers van de drie onderzoeksgroepen met elkaar te vergelijken op significantieverschillen. Hierbij is een significantieniveau van 5% aangenomen. Uit de resultaten van de eenzijdige variantieanalyse volgt dat de gemiddelde toetscijfers van de onderzoeksgroepen niet significant van elkaar verschillen,  $F(2,64) \approx 2,43$ ,  $p \approx 0,096 > 0,05$ . De validiteit van de onderzoeksresultaten verkregen uit de variantieanalyse is echter niet gewaarborgd, sinds de aanname van normaliteit is geschonden.



## Hoofdstuk 6: Conclusie

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: *'Welke verschillen bestaan er tussen de verschillende schriftelijke feedbackmethoden die wiskundedocenten die lesgeven aan 4-havo-leerlingen kunnen gebruiken bij het nakijken van oefentoetsen als het aankomt op het ondersteunen van het leerproces ten behoeve van bevordering van het leerrendement?'* Voor beantwoording van de onderzoeksvraag werden drie feedbackmethodes – vallend binnen de categorieën taak-, proces- en zelfregulatiefeedback – met elkaar vergeleken.

Uit de resultaten is gebleken dat leerlingen de informatiewaarde van de onderzochte feedbackmethodes gelijk beoordelen. Alle drie de varianten van feedback voorzien leerlingen – naar perceptie van de leerlingen zelf - in gelijke mate van feed-up, feedback en feed forward. Daarentegen zijn er wel verschillen waarneembaar tussen de drie feedbackvarianten met betrekking tot de manier waarop en de diepgang waarmee leerlingen de feedback verwerken en toepassen. Een overgrote meerderheid van de leerlingen die taak- of procesfeedback op hun oefentoets ontvangt verwerkt de feedback oppervlakkig door de feedback op de oefentoets door te lezen. Van de leerlingen die zelfregulerende feedback op hun oefentoets ontvangen leest een kleine meerderheid de feedback door; een grote minderheid bekijkt de feedback niet. Daarbij nemen leerlingen die taakfeedback krijgen vervolgstappen die voor het overgrote deel gericht zijn op passieve leerstrategieën, leerlingen die procesfeedback krijgen nemen vervolgstappen die ongeveer in gelijke verhouding gericht zijn op passieve en actieve leerstrategieën en leerlingen die zelfregulerende feedback krijgen nemen vervolgstappen die voor het overgrote deel gericht zijn op actieve leerstrategieën. Leerlingen die taakfeedback ontvangen uiten daarnaast ook veel vaker dan leerlingen die zelfregulerende feedback ontvangen de intentie om het boek of aantekeningen na te lezen op formules, feiten, definities en/of voorbeelden van uitgewerkte probleemopgaven en zijn minder vaak geneigd om medeleerlingen en/of de docent om hulp te vragen. Bovendien geven leerlingen die zelfregulerende feedback ontvangen vaker dan leerlingen die op een andere wijze feedback ontvangen aan opdrachten uit het boek opnieuw te willen maken als vervolgactie. Verder geldt voor alle feedbackvarianten dat om en nabij twee derde van de leerlingen op eenzelfde wijze feedback zou willen ontvangen. Redenen die hiervoor worden aangevoerd houden verband met de mogelijkheid om feedback in te zetten als voortgangsindicator en het feit dat feedback inzicht biedt in hoe verbetering kan plaatsvinden. Het laatstgenoemde aspect wordt daarbij wel vaker benoemd door leerlingen die proces- of zelfregulerende feedback ontvangen dan door leerlingen die taakfeedback ontvangen. Bovendien zijn leerlingen aan wie zelfregulerende feedback wordt gegeven voor een groot deel positief te spreken over de verwijzing naar een alternatieve opgave in het boek, sinds daarmee direct inzicht wordt verkregen in waar het voor de leerling relevante leer- en oefengebied zich in het boek bevindt. Daartegenover staan echter enkele leerlingen die bij het ontvangen van zelfregulerende feedback een gebrek aan sturing en/of weerstand tegen het wijzigen van de eigen (tot standaard gemaakte) leerstrategie ervaren. Een gebrek aan interactie en een sfeer van vaagheid (of onduidelijkheid) rondom de gegeven feedback worden bij taak- en procesfeedback genoemd als redenen om niet vaker deze vormen van feedback te krijgen. Ondanks dat de drie feedbackvarianten duidelijke verschillen vertonen op het gebied van verwerking en toepassing van feedback, is er geen significant verschil in cijfermatige leerprestaties waarneembaar tussen leerlingen waaraan taak-, proces- of zelfregulatiefeedback wordt gegeven.

Uit dit onderzoek is dus gebleken dat zelfregulerende feedback er beter in slaagt dan taak- of procesfeedback om leerlingen vervolgstappen gericht op actief leren te laten ondernemen. Als we leerlingen ertoe willen aanzetten om een actievere invulling te geven aan hun toetsvoorbereiding, dan zal er naar aanleiding van de resultaten van dit onderzoek bij oefentoetsen afgestapt moeten worden van de huidige vorm van taakfeedback en overgestapt moeten worden op zelfregulerende feedback. Belangrijk is wel om op te merken dat, hoewel zelfregulerende feedback een gunstig effect lijkt te hebben op de manier waarop leerlingen vormgeven aan hun toetsvoorbereidingsproces, er in het onderzoek geen bewijs is gevonden dat zelfregulerende feedback helpt bij het verhogen van de (cijfermatige) leerprestaties van leerlingen. Daarbij is het relatief lage percentage leerlingen dat de (zelfregulatie)feedback doorleest een punt van zorg. Immers, zolang de feedback niet doorgelezen wordt kan er ook niet naar gehandeld worden. Het feit dat sommige leerlingen bij zelfregulerende feedback het gevoel hebben dat ze hun leerstrategie moeten wijzigen en met name de weerstand die zij hiertoe voelen ligt mogelijk ten grondslag aan het lage doorleespercentage. Willen docenten een zo'n groot mogelijk publiek van leerlingen bereiken dat de feedback (op zijn minst) doorleest dan laten de resultaten van dit onderzoek zien dat er beter voor taak- of procesfeedback gekozen kan worden dan voor zelfregulerende feedback.

# Hoofdstuk 7: Discussie

In de discussie zal dieper worden ingegaan op de conclusies die het onderzoek heeft opgeleverd. Onderzoeksresultaten worden geïnterpreteerd, de beperkingen van het huidige onderzoek worden aangekaart, de gevolgen van het onderzoek worden in beeld gebracht en er worden suggesties voor vervolgonderzoek gedaan.

## 7.1 Validiteit

In de onderstaande subsecties wordt de interne en externe validiteit van de onderzoeksresultaten besproken.

### 7.1.1 Interne validiteit

Hoewel er maatregelen zijn genomen om de interne validiteit van het onderzoek te waarborgen, zijn er enkele zaken die een potentiële bedreiging voor de interne validiteit van het onderzoek vormen. De steekproefgrootte is onder andere een punt van zorg. De kleine steekproefgrootte heeft er mogelijk voor gezorgd dat achtergrondkenmerken van respondenten onvoldoende uitgefilterd zijn. Bovendien kwamen alle respondenten van dezelfde middelbare school in Nederland en gebeurde de verdeling van de respondenten over de onderzoeksgroepen per klas. Respondenten van verschillende klassen kregen daarbij les van verschillende docenten. In het onderzoek is geen rekening gehouden met de mogelijke invloed van instructieverschillen op de uitkomstvariabelen en bij het uitvoeren van de metingen is er niet gecorrigeerd voor de achtergrondkenmerken van respondenten.

Verder waren er voor de vragenlijst behorende bij deelvraag 'a' tien stellingen opgesteld, welke gerelateerd waren aan de componenten feed-up, feedback of feed forward. De mate van samenhang tussen de afzonderlijke stellingen (inter-itemcorrelatie) vallende binnen één categorie (feed-up, feedback of feed forward) is omwille van tijdsredenen niet vastgesteld in dit onderzoek. Evenzo, is ook de samenhang tussen een enkelvoudig item (stelling) en de totaalscore van alle items in een categorie (verzameling van stellingen) niet in beeld gebracht. De interne consistentie - en daarmee de begripsvaliditeit - van de vragenlijst is dus niet geverifieerd.

Bovendien is het de vraag in hoeverre een toetscijfer een valide instrument is om te achterhalen of de manier waarop schriftelijke feedback wordt gegeven leidt tot verschillen in leerwinsten. In het onderzoek werden voor beantwoording van deelvraag 'd' de toetscijfers van leerlingen uit de verschillende onderzoeksgroepen met elkaar vergeleken om te kunnen bepalen of verschillende schriftelijke feedbackmethoden resulteren in verschillende leerwinsten bij leerlingen. Hoewel feedback een belangrijke rol speelt bij het verbeteren van leerprestaties van leerlingen (Hattie, 1999), is het zeker niet de enige factor die een bijdrage levert aan het verbeteren van de leerprestaties van leerlingen en die van invloed is op de hoogte van het toetscijfer. Denk bijvoorbeeld aan de tijd die de leerling besteedt aan het leren voor de toets, of er gefaseerd gestudeerd is of niet, leerlingmotivatie en docerstijl van de docent waarvan de leerling les heeft gekregen. Het onderzoek is er niet in geslaagd om te corrigeren voor alle mogelijke (externe) factoren. Geïdentificeerde verschillen in toetscijfers kunnen dan ook niet volledig toegeschreven worden aan het type schriftelijke feedback dat de leerling gekregen heeft. De resultaten verkregen bij deelvraag 'd' moeten daarom opgevat worden als een indicatie.

Ten slotte is er binnen dit onderzoek een specifieke invulling gegeven aan feedback op taak-, proces- en zelfregulatie-niveau. Bij taakfeedback is er bijvoorbeeld voor gekozen om leerlingen te voorzien van het eindantwoord en enkele beknopte tussenantwoorden welke voortborduurden op het gegeven antwoord van de leerling, maar evengoed had ervoor gekozen kunnen worden om enkel de aanduiding goed of fout te geven. Bij een andere invulling van taak-, proces- en zelfregulerende feedback kunnen dan ook mogelijk andere resultaten verkregen worden. Bij de interpretatie van de resultaten van dit onderzoek en de conclusies die hieruit zijn voortgevloeid is het belangrijk om dit in het achterhoofd te houden.

### 7.1.2 Externe validiteit

Generaliseerbaarheid van de onderzoeksresultaten naar andere condities is gebonden aan beperkingen. De onderzoekspopulatie was van relatief kleine omvang en in het onderzoek werd niet gecorrigeerd voor achtergrondkenmerken van respondenten. De representativiteit van de onderzoekspopulatie voor de bredere populatie valt derhalve te betwisten. Van statistische generaliseerbaarheid van de resultaten is daarom geen sprake. Met de resultaten kunnen geen uitspraken gedaan worden voor de bredere populatie, maar de resultaten kunnen wel een indicatie geven van hoe het onderzoek zou uitpakken in andere gevallen. Sinds de aan leerlingen uitgedeelde feedback gericht was op procedurele wiskundige vaardigheden, lijken de resultaten van het onderzoek waardevolle, indicatieve inzichten te bieden voor het schoolvak wiskunde in het algemeen en schoolvakken waarbij – net als bij wiskunde - procedurele vaardigheden een grote rol spelen, zoals natuurkunde, scheikunde en talen (denk hierbij aan grammatica).

## 7.2 Interpretatie resultaten

De resultaten van het onderzoek hebben laten zien dat er door leerlingen die taakfeedback ontvangen het minst en door leerlingen die zelfregulerende feedback ontvangen het meest de nadruk wordt gelegd op vervolgvaciteiten die verband houden met actief leren. Deze resultaten borduren voort op Hattie & Timperley (2007) die suggereren dat proces- en zelfregulerende feedback een actief denkproces uitlokken. In Sinclair & Cleland (2007) is gesuggereerd dat een behoorlijk deel van de studenten de feedback die voor hen klaarligt niets eens verzamelt; laat staan doorleest. Het in dit rapport uitgevoerde onderzoek brengt hier enige nuance in aan. Bij taak- en procesfeedback leest een ruime meerderheid van de leerlingen de feedback door, maar bij zelfregulerende feedback is het doorlezen van de feedback geen vanzelfsprekendheid. De reden hiervoor kan mogelijk verscholen zitten in het feit dat zelfregulerende feedback minder verhullend van vorm is. Leerlingen moeten een concrete actie – het boek en de opgave waarnaar verwezen wordt erbij pakken en vergelijken met de eigen uitwerking – ondernemen om de feedback volledig tot zich te nemen. Wanneer leerlingen deze actie niet ondernemen is de feedback weinigzeggend en van geen nut. Het is goed denkbaar dat leerlingen de ontvangen feedback an sich wel doorgelezen hebben, maar de benoemde actie niet uitgevoerd hebben en zodoende in de vragenlijst aangevinkt hebben dat ze de feedback niet bekeken hebben. Het voorgaande argument wordt gesterkt door de reden die een leerling noemde om niet vaker zelfregulerende feedback te ontvangen, namelijk een weerstand voelen tegen het wijzigen van de eigen vertrouwde leerstrategie. Het blijft dan wel opmerkelijk dat de meeste leerlingen die de feedback niet bekeken hadden wel vervolgvacities aangaven. Een mogelijke verklaring is dat leerlingen alsnog van plan

waren om de feedback (grondig) te bestuderen. De vragenlijst omtrent verwerking en toepassing van de ontvangen feedback werd – om logistieke redenen - één week nadat leerlingen de feedback ontvangen hadden en één week voordat de officiële hoofdstuktoets gepland stond afgenomen. In theorie was er dus ruimte voor leerlingen om de feedback alsnog te verwerken en toe te passen. Het kan natuurlijk evengoed zo zijn dat leerlingen de vragenlijst op een sociaal wenselijke manier hebben ingevuld. Toch lijkt dit minder aannemelijk, omdat leerlingen bij de vraag hoe zij de feedback verwerkt hebben al voor een ‘minder’ sociaal wenselijk antwoord hebben gekozen. Ten slotte kan het ook zo zijn dat enkel de verwijzing naar een alternatieve opgave – zonder dat hier verder iets mee gedaan wordt – voor leerlingen al aanleiding is om met actievere leeractiviteiten aan de slag te gaan.

Verder valt uit de resultaten op te maken dat de mate waarin iedere feedbackmethode leerlingen van feed-up, feedback en feed forward voorziet vrijwel constant is over de geanalyseerde feedbackmethodes. Bij taak-, proces- en zelfregulerende feedback kan feed-up, feedback en feed forward op verschillende niveaus worden aangeboden (Hattie & Timperley, 2007). In het onderzoek is gekeken of de specifieke manier waarop in het onderzoek invulling is gegeven aan taak-, proces- en zelfregulerende feedback resulteert in verschillen in de mate waarin leerlingen van feed-up, feedback en feed forward worden voorzien. Dit bleek niet het geval te zijn. Het is belangrijk om te beseffen dat er niet gesteld kan worden dat taak-, proces- en zelfregulerende feedback in zijn algemeenheid geen verschillen kunnen vertonen wat betreft de mate waarin zij leerlingen van feed-up, feedback en feed forward voorzien (Hattie & Timperley, 2007).

### 7.3 Limitaties

De omvang van de onderzoekspopulatie was relatief klein. In totaal namen 75 leerlingen deel aan het onderzoek: 28 leerlingen binnen de onderzoeksgroep ‘taakfeedback’, 23 leerlingen binnen de onderzoeksgroep ‘procesfeedback’ en 24 leerlingen binnen de onderzoeksgroep ‘zelfregulatiefeedback’. Dit hield in dat 75 leerlingen een oefentoets maakten en hierop taak-, proces-, of zelfregulatiefeedback ontvingen. De responsfrequentie bij de gegevensverzamelingsinstrumenten stond in veel gevallen echter niet gelijk aan het daadwerkelijke aantal respondenten dat deelnam aan het onderzoek (Tabel 6).

	Responsfrequentie deelvraag a	Responsfrequentie deelvraag b	Responsfrequentie deelvraag c	Responsfrequentie deelvraag d
Taakfeedback	23	22	19	28
Procesfeedback	18	18	20	20
Zelfregulatie- feedback	20	21	16	19
Totaal	61	61	55	67

Tabel 6: Responsfrequentie gegevensverzamelingsinstrumenten.

Het valt dan ook te betwijfelen of er in het onderzoek theoretische saturatie bereikt is. Een ander potentieel probleem is de uitwisseling van feedbackinformatie tussen de drie verschillende onderzoeksgroepen. Het valt niet uit te sluiten dat leerlingen uit verschillende onderzoeksgroepen onderling hun feedback hebben uitgewisseld. Uitwisseling van feedbackinformatie tussen de drie verschillende onderzoeksgroepen kan het beoogde effect van de feedback deels teniet hebben gedaan en daarmee de onderzoeksresultaten beïnvloed hebben.

## 7.4 Implicaties

De resultaten van het onderzoek kunnen een bijdrage leveren aan de formatieve handelingspraktijk binnen het wiskundeonderwijs. Bij wiskundelessen wordt vooral feedback op taakniveau gegeven (Smit et al., 2023). De resultaten van dit onderzoek suggereren dat wiskundedocenten er wellicht beter aan doen om over te stappen naar zelfregulerende feedback. Het onderzoek heeft aangetoond dat zelfregulerende feedback vaker aanzet tot het nemen van vervolgstappen die gericht zijn op actief leren dan taakfeedback. Uit eerdere onderzoeken is bekend dat actief leren leidt tot betere leerprestaties dan passief leren (Freeman, et al., 2014; Ting et al., 2023). Hoewel er in dit onderzoek geen bewijs is gevonden dat zelfregulerende feedback leidt tot verhoogde leerprestaties bij leerlingen, heeft het onderzoek wel waardevolle inzichten opgeleverd over hoe verschillende vormen van feedback van waarde kunnen zijn voor het leren. Met dergelijke kennis kunnen wiskundedocenten een onderbouwde keuze maken voor de gewenste manier van feedbackvoorziening bij oefentoetsen.

## 7.5 Suggesties voor vervolgonderzoek

De betrouwbaarheid van de resultaten kan verder vastgesteld worden in vervolgonderzoek door het onderzoek te herhalen met een grotere onderzoekspopulatie en te corrigeren voor de achtergrondkenmerken van de respondenten. Vervolgonderzoek is bovendien nodig om te bepalen waarom leerlingen bij zelfregulerende feedback minder geneigd zijn om de feedback door te lezen en hoe dit verholpen kan worden.

## Referenties

- Abbott, E. E. (1909). On the analysis of the factor of recall in the learning process. *The Psychological Review: Monograph Supplements*, *11*(1), pp. 159-177. <https://doi.org/10.1037/h0093018>.
- Agarwal, P. K., Bain, P. M., & Chamberlain, R. W. (2012). The value of applied research: Retrieval practice improves classroom learning and recommendations from a teacher, a principal, and a scientist. *Educational Psychology Review*, *24*, pp. 437-448. <https://doi.org/10.1007/s10648-012-9210-2>.
- Agarwal, P. K., Roediger III, H. L., McDaniel, M. A., & McDermott, K. B. (2020). *How to use retrieval practice to improve learning*. Retrieved from <https://remix.berklee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1018&context=faculty-works>
- Anseel, F., Lievens, F., & Schollaert, E. (2009). Reflection as a strategy to enhance task performance after feedback. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *110*(1), pp. 23-35. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2009.05.003>.
- Bangma, C. (2012). *Weten wat je niet weet: Weten wat je niet weet: Verbeteringen in de voorbereiding op de toets voor leerlingen in het voorgezet onderwijs (Master's thesis, Universiteit Utrecht)*. UU Theses Repository. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/10108>.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom. *1991 ASHE-ERIC higher education reports. ERIC Clearinghouse on Higher Education, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Washington, DC 20036-1183*.
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). Rethinking models of feedback for learning: the challenge of design. *Assessment & Evaluation in higher education*, *38*(6), pp. 698-712. <https://doi.org/10.1080/02602938.2012.691462>.
- Butler, A. C. (2010). Repeated testing produces superior transfer of learning relative to repeated studying. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *36*(5), p. 1118. <https://doi.org/10.1037/a0019902>.
- Butler, A. C., & Roediger, H. L. (2008). Feedback enhances the positive effects and reduces the negative effects of multiple-choice testing. *Memory & cognition*, *36*(3), pp. 604-616. <https://doi.org/10.3758/MC.36.3.604>.
- Butler, A. C., Karpicke, J. D., & Roediger III, H. L. (2008). Correcting a metacognitive error: feedback increases retention of low-confidence correct responses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *34*(4), pp. 918-928. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.4.918>.
- Butler, D. L., & Winne, P. H. (1995). Feedback and self-regulated learning: A theoretical synthesis. *Review of educational research*, *65*(3), pp. 245-281. <https://doi.org/10.3102/00346543065003245>.
- Carless, D. (2015). *Excellence in university assessment: Learning from award-winning practice*. Routledge.

- Carless, D., & Winstone, N. (2019). *Designing effective feedback processes in higher education: A learning-focused approach*. Routledge.
- Chi, M. T., & Wylie, R. (2014). The ICAP framework: Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational psychologist, 49(4)*, pp. 219-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>.
- Cull, W. L. (2000). Untangling the benefits of multiple study opportunities and repeated testing for cued recall. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition, 14(3)*, pp. 215-235. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(200005/06\)14:3%3C215::AID-ACP640%3E3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(200005/06)14:3%3C215::AID-ACP640%3E3.0.CO;2-1).
- Dweck, C. S. (2017). *Mindset: Changing the way you think to fulfil your potential (updated edition)*. Hachette UK.
- Fazio, L. K., Huelser, B. J., Johnson, A., & Marsh, E. J. (2010). Receiving right/wrong feedback: Consequences for learning. *Memory, 18(3)*, pp. 335-350. <https://doi.org/10.1080/09658211003652491>.
- Fernández-Michels, P., & Fornons, L. C. (2021). Learner engagement with corrective feedback using think-aloud protocols. *JALT CALL Journal, 17(3)*, pp. 203-232. <https://doi.org/10.29140/jaltcall.v17n3.461>.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences, 111(23)*, pp. 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>.
- Furnborough, C., & Truman, M. (2009). Adult beginner distance language learner perceptions and use of assignment feedback. *Distance Education, 30(3)*, pp. 399-418. <https://doi.org/10.1080/01587910903236544>.
- Gibbs, G., & Simpson, C. (2005). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and teaching in higher education, (1)*, pp. 3-31. <https://eprints.glos.ac.uk/3609/>.
- Gulikers, J., Veugen, M., & Baartman, L. (2021). What are we really aiming for? Identifying concrete student behavior in co-regulatory formative assessment processes in the classroom. *Frontiers in Education, 6, Article 750281*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.750281>.
- Harding, S. M., English, N., Nibali, N., Griffin, P., Graham, L., Alom, B., & Zhang, Z. (2019). Self-regulated learning as a predictor of mathematics and reading performance: A picture of students in Grades 5 to 8. *Australian journal of education, 63(1)*, pp. 74-97. <https://doi.org/10.1177/0004944119830153>.
- Hattie, J. (1999, August 2). Influences on student learning. *Inaugural lecture given on August. Opgehaald van <https://geoffpetty.com/wp-content/uploads/2012/12/Influencesonstudent2C683.pdf>*.



- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), pp. 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>.
- Hermans, M., Kemps, S., Steijlen, A., & Westerink, L. (2018). *Wat vind je er zelf van? Een beschrijvend onderzoek naar ervaringen en voorkeuren van jongens en meisjes van mondelinge, klassikale feedback (Master's thesis, Universiteit Utrecht)*. UU Theses Repository. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/29355>.
- Hong, E., Sas, M., & Sas, J. C. (2006). Test-taking strategies of high and low mathematics achievers. *The Journal of Educational Research*, 99(3), pp. 144-155. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.3.144-155>.
- Iswandari, Y. A. (2016). Written corrective feedback in writing class: Students' preferences and types of errors. *Jurnal Penelitian*, 20(1), pp. 1-9. <http://repository.usd.ac.id/id/eprint/8777>.
- Jonsson, A. (2013, Active learning in higher education, 14(1)). *Facilitating productive use of feedback in higher education*, pp. 63-76. <https://doi.org/10.1177/1469787412467125>.
- Kostons, D., Donker, A., & Opdenakker, M. (2014). *Zelfgestuurd leren in de onderwijspraktijk. Een kennisbasis voor effectieve strategie-instructie*. Groningen: GION onderzoek/onderwijs.
- LAKS. (2022, juli). *Toetscultuur*. Retrieved from <https://www.laks.nl/wp-content/uploads/2022/07/Toetscultuur.pdf>
- Nationale Onderwijsgids. (2014, juni). *Bijna helft scholieren vindt vak wiskunde moeilijkst en meest stressvol*. Retrieved from <https://www.nationaleonderwijsgids.nl/voortgezet-onderwijs/nieuws/23138-bijna-helft-scholieren-vindt-vak-wiskunde-moeilijkst-en-meest-stressvol.html>
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in higher education*, 31(2), pp. 199-218. <https://doi.org/10.1080/03075070600572090>.
- Pashler, H., Cepeda, N. J., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2005). When does feedback facilitate learning of words? *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(1), pp. 3-8. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.1.3>.
- Peng, C. X., Storch, N., & Knoch, U. (2023). Greater coverage vs. deeper processing? Comparing individual and collaborative processing of teacher feedback. *Language Teaching Research*, pp. 1-27. <https://doi.org/10.1177/13621688231214910>.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. Pintrich, & M. Zeidner, *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50043-3>.

- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, *82*(1), pp. 33-40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>.
- Pitterson, N. P., Brown, S., Pascoe, J., & Fisher, K. Q. (2016). Measuring cognitive engagement through interactive, constructive, active and passive learning activities. *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757733>.
- Price, M., Handley, K., & Millar, J. (2011). Feedback: Focusing attention on engagement. *Studies in higher education*, *36*(8), pp. 879-896. <https://doi.org/10.1080/03075079.2010.483513>.
- Quigley, A., Muijs, D., & Stringer, E. (2018). *Metacognition and Self-Regulated Learning. Guidance Report*. Education Endowment Foundation. Opgehaald van <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED612285.pdf>.
- Ramaprasad, A. (1983). On the definition of feedback. *Behavioral science*, *28*(1), pp. 4-13. <https://doi.org/10.1002/bs.3830280103>.
- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, *17*(3), pp. 249-255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>.
- Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, *18*, pp. 119-144. <https://doi.org/10.1007/BF00117714>.
- Sinclair, H. K., & Cleland, J. A. (2007). Undergraduate medical students: who seeks formative feedback? *Medical education*, *41*(6), pp. 580-582. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2007.02768.x>.
- Smit, R., Bachmann, P., Dober, H., & Hess, K. (2023). Feedback levels and their interaction with the mathematical reasoning process. *The Curriculum Journal*, *35*(2), pp. 184-202. <https://doi.org/10.1002/curj.221>.
- Stoel, G., & van Boxtel, C. (2020). *Bevorderen van zelfregulatie in de mens-en maatschappijvakken: Resultaten van een praktijkgericht onderzoek (Universiteit van Amsterdam)*. UvA-DARE. <https://hdl.handle.net/11245.1/9b0334c3-0a59-404b-9ffa-03bf36ca42a7>.
- Stovner, R. B., & Klette, K. (2022). Teacher feedback on procedural skills, conceptual understanding, and mathematical practices: A video study in lower secondary mathematics classrooms. *Teaching and Teacher Education*, *110*(103593), pp. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103593>.
- Susan, M. (2008). *How to give to your students effective feedback*. USA: ASCD.
- Sutton, P. (2012). Conceptualizing feedback literacy: Knowing, being, and acting. *Innovations in Education and Teaching International*, *49*(1), pp. 31-40. <https://doi.org/10.1080/14703297.2012.647781>.

- Szabó, C., Zámbo, C., Muzsnay, A., Szeibert, J., & Bernáth, L. (2023). Investigating the efficacy of retrieval practice in university mathematics. *Revista de Educación*, 401, pp. 79-96. <http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2023-401-584>.
- Ting, G. L., Eng, T. H., Li, L. S., & Idris, H. B. (2023). A Comparison Study between Active and Passive Students in Intensive Mathematics I Course. *Open Journal of Social Sciences*, 11(5), pp. 105-117. <https://doi.org/10.4236/jss.2023.115009>.
- van Breugel, A. N. (2016). Leren schrijven door feedback: hoe tekstkwaliteit de manier waarop docenten feedback geven beïnvloedt (Master's thesis, Universiteit van Utrecht). *UU Theses Repository*. <https://studenttheses.uu.nl/handle/20.500.12932/23242>.
- Winstone, N. E., Nash, R. A., Parker, M., & Rowntree, J. (2017). Supporting learners' agentic engagement with feedback: A systematic review and a taxonomy of recipience processes. *Educational psychologist*, 52(1), pp. 17-37. <https://doi.org/10.1080/00461520.2016.1207538>.
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational psychologist*, 25(1), pp. 3-17. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501\\_2](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2501_2).
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), pp. 64-70. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2).









## Bijlage B: Vragenlijst verwerkings- en toepassingsactiviteiten feedback (deelvraag b)

### Vragenlijst

#### Vraag 1

Wat heb je met de ontvangen feedback op de oefentoets gedaan. Kies **één** van de onderstaande antwoordmogelijkheden:

- Ik heb de feedback op mijn oefentoets niet bekeken.
- Ik heb de feedback op mijn oefentoets doorgelezen.
- Ik heb de feedback op mijn oefentoets doorgelezen en ik heb gereflecteerd op de feedback op mijn oefentoets (door bijvoorbeeld na te denken over de oorzaak van een fout, te reflecteren op gedane aannames bij het maken van de oefentoetsopgaven en/of de verkregen feedback te relateren aan eerder verkregen feedback)

#### Vraag 2

Kruis of vink aan welk van de onderstaande vervolgstappen jij gaat toepassen naar aanleiding van de verkregen feedback op de oefentoets. **Meerdere** opties zijn mogelijk.

De feedback op de oefentoets is voor mij aanleiding om:

- A – het boek of aantekeningen na te lezen op formules, feiten en definities over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan.
- B – het boek of aantekeningen na te lezen voor voorbeelden van uitgewerkte probleemopgaven (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan).
- C – uitwerkingen of oplossingsstrategieën van eerder gemaakte huiswerkopgaven (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) door te lezen.
- D – opdrachten uit het boek (welke overeenkomsten vertonen met opgaven die op de oefentoets minder goed zijn gegaan) opnieuw te maken.
- E – de opgaven uit de gemaakte oefentoets die (deels) incorrect beantwoord waren te verbeteren.
- F – op internet (of via andere bronnen welke niet in de les gebruikt zijn) extra achtergrondinformatie op te zoeken over onderdelen die op de oefentoets minder goed zijn gegaan.
- G – medeleerlingen om hulp te vragen.
- H – de docent om hulp te vragen.
- J – Anders .....



# Bijlage C: Vragenlijst bevorderende en belemmerende factoren voor ingebruikname feedback (deelvraag c)

## Vragenlijst

### Vraag I

#### Vraag Ia

Zou je in de toekomst vaker feedback willen krijgen op een oefentoets op de manier zoals je deze nu gekregen hebt?

Ja

Nee

#### Vraag Ib – Toelichting antwoord

Waarom wil je wel/niet vaker in de toekomst feedback krijgen op de manier zoals dat nu gebeurt is bij de oefentoets?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Bijlage D: Oefentoets

### Oefentoets 4 HAVO A periode 4 - H1, H3, H5 & H6

#### Opgave 1

Lijn  $k$  gaat door de punten  $(-1, -1)$  en  $(1,5)$ . Stel de formule van lijn  $k$  op.

#### Opgave 2

Los de vergelijking  $\frac{2}{5}x - 3 = \frac{3}{5}(x + 1)$  op.

#### Opgave 3

- Gegeven zijn de formules  $R = 3q^2p - q + 2$  en  $q = 2p - 3$   
Schrijf de formule van  $R$  in de vorm  $R = ap^3 + bp^2 + cp + d$
- Gegeven zijn de formules  $D = 4x + 3y + 6$  en  $4x - 2y = 16$   
Druk  $D$  uit in  $x$  en herleid.

#### Opgave 4

- Herleid tot één breuk  
 $\frac{5}{x} + \frac{1}{y}$
- Herleid tot één breuk  
 $\frac{2}{pq} - 3$
- Herleid  
 $3a^4 \cdot a^7 + a^{11}$
- Herleid  
 $D = \frac{-(2a^2b)^4}{(-2a)^2}$
- Schrijf het rechterlid van de formule  $C = 3q \cdot \frac{q-1}{q} : \frac{q}{q-1}$  als één breuk en herleid

#### Opgave 5

In onderstaande tabel staat het temperatuurverloop op een zomerse dag per uur weergegeven.

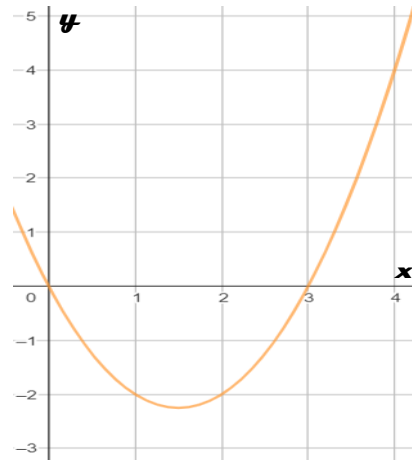
Tijdstip	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Temperatuur	20°	23°		26°		22°

- De temperatuur nam tussen 13:00 en 14:00 toe met 17,4%. Hoe warm was het om 14:00? Rond af op gehele getallen.
- De temperatuur nam tussen 16:00 en 17:00 af met 8,3%. Hoe warm was het om 16:00? Rond af op gehele getallen.

### Opgave 6

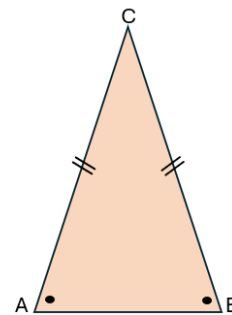
Gegeven is de functie  $y = x^2 - 3x$  op  $[0,4]$ .

Teken het toenamediagram op het interval  $[0,4]$  met stapgrootte  $\Delta x = 1$



### Opgave 7

In een driehoek is de som van de drie hoeken altijd  $180^\circ$ . In een gelijkbenige driehoek zijn de basishoeken gelijk. Driehoek  $ABC$  is gelijkbenig, waarbij  $AC = BC$  en  $\angle A = \angle B$ . Bovendien geldt dat  $\angle A = 2 \cdot \angle C$ . Sinds  $\angle A = \angle B$ , geldt ook dat  $\angle B = 2 \cdot \angle C$ . Met andere woorden:  $\angle A : \angle B : \angle C = 2 : 2 : 1$ . Bereken hoe groot  $\angle A$ ,  $\angle B$  en  $\angle C$  zijn.



# Bijlage E: Feedbackvarianten

## Taakfeedback

---

### Opgave 1

Lijn  $k$  gaat door de punten  $A(-1, -1)$  en  $B(1,5)$ .

Dit geeft  $a = \frac{6}{2} = 3$  en  $b = 2$

Dus  $k: y = 3x + 2$

### Opgave 2

$$\frac{2}{5}x - 3 = \frac{3}{5}(x + 1)$$

$$\frac{2}{5}x - 3 = \frac{3}{5}x + \frac{3}{5}$$

$$-\frac{1}{5}x = 3\frac{3}{5}$$

$$x = -18$$

### Opgave 3

Deelvraag a

$$R = 3q^2p - q + 2 \text{ en } q = 2p - 3$$

$$R = 3(2p - 3)^2p - (2p - 3) + 2$$

$$R = 3p(4p^2 - 12p + 9) - 2p + 3 + 2$$

$$R = 12p^3 - 36p^2 + 27p - 2p + 3 + 2$$

$$R = 12p^3 - 36p^2 + 25p + 5$$

Deelvraag b

$$4x - 2y = 16$$

$$-2y = -4x + 16$$

$$y = 2x - 8$$

Nu, als  $D = 4x + 3y + 6$  en  $y = 2x - 8$ , dan

$$D = 4x + 3(2x - 8) + 6$$

$$D = 4x + 6x - 24 + 6$$

$$D = 10x - 18$$

### Opgave 4

Deelvraag a

$$\frac{5}{x} + \frac{1}{y} = \frac{5y}{xy} + \frac{x}{yx} = \frac{5y + x}{xy}$$

Deelvraag b

$$\frac{2}{pq} - 3 = \frac{2}{pq} - \frac{3pq}{pq} = \frac{2 - 3pq}{pq}$$

Deelvraag c

$$3a^4 \cdot a^7 + a^{11}$$

$$3a^{11} + a^{11}$$

$$4a^{11}$$

### Deelvraag d

$$D = \frac{-(2a^2b)^4}{(-2a)^2}$$

$$D = \frac{-16a^8b^4}{4a^2}$$

$$D = -4a^6b^4$$

### Deelvraag e

$$C = 3q \cdot \frac{q-1}{q} \cdot \frac{q}{q-1}$$

$$C = 3q \cdot \frac{q-1}{q} \cdot \frac{q-1}{q}$$

$$C = \frac{3q \cdot (q^2 - 2q + 1)}{q^2}$$

$$C = \frac{3q^2 - 6q + 3}{q}$$

## Opgave 5

### Deelvraag a

$$\text{Temperatuur om 14:00} = 1,174 \cdot 23^\circ = 27,002 \approx 27^\circ$$

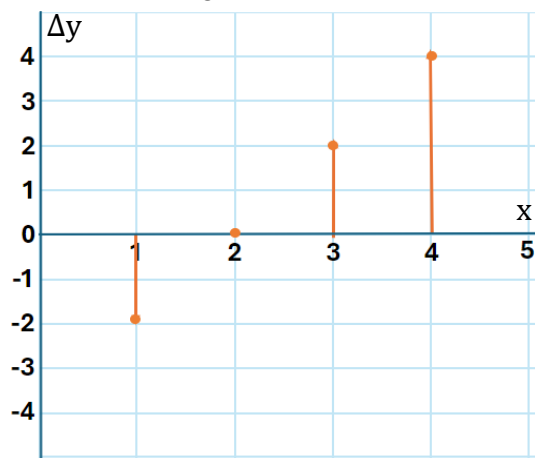
### Deelvraag b

$$\text{Temperatuur om 16:00} = \frac{22^\circ}{0,917} \approx 24^\circ$$

## Opgave 6

Interval	$\Delta y$
[0; 1]	-2
[1; 2]	0
[2; 3]	2
[3; 4]	4

Toenamediaagram



**Opgave 7**

$$\angle A : \angle B : \angle C = 2 : 2 : 1$$

$$\angle C = \frac{1}{5} \cdot 180^\circ = 36^\circ$$

$$\angle A = \angle B = \frac{2}{5} \cdot 180^\circ = 72^\circ$$

## Proces feedback

---

### Opgave 1

De algemene procedure voor het opstellen van een lineaire formule:

Stap 1: De standaard lineaire formule is altijd  $y = ax + b$

Stap 2: Bereken  $a$  met behulp van de formule  $a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}$

Stap 3: Bereken het startgetal  $b$  door één van de coördinaatpunten in te vullen in de functie  $y$  en de vergelijking vervolgens op te lossen voor  $b$

### Opgave 2

De algemene procedure voor het oplossen van een eerstegraads vergelijking:

Stap 1: Werk de haakjes weg

Stap 2: Breng alle losse getallen naar de rechterkant van de vergelijking en breng alle variabelen (letters) naar de linkerkant van de vergelijking

Stap 3: Herleid (vereenvoudig) beide delen van de vergelijking indien nodig

Stap 4: Deel door het getal dat voor  $x$  staat

### Opgave 3

#### Deelvraag a

De algemene procedure voor het combineren en herleiden van kwadratische vormen:

Stap 1: [Optioneel]

Isoleer één van de variabelen

Isoleer de variabele die je niet meer terug wilt zien in de andere vergelijking.

Stap 2: Vervang de geïsoleerde variabele in de andere vergelijking door zijn equivalente representatie. De gesubstitueerde formule moet daarbij tussen haakjes worden gezet.

Stap 3: Schrijf het kwadraat als een product van twee factoren en werk vervolgens de haakjes weg.

Stap 4: Herleid

Aanvullende opmerkingen:

Voor het wegwerken van haakjes van de vorm  $(a - b)^2$ , kun je gebruik maken van de rekenregel  $(a - b)^2 = (a^2 - 2ab + b^2)$

#### Deelvraag b

De algemene procedure voor het combineren en herleiden van lineaire vormen:

Stap 1: [Optioneel]

Isoleer één van de variabelen

Isoleer de variabele die je niet meer terug wilt zien in de andere vergelijking.

Stap 2: Vervang de geïsoleerde variabele in de andere vergelijking door zijn equivalente representatie. De gesubstitueerde formule moet daarbij tussen haakjes worden gezet.

Stap 3: Herleid

Aanvullende opmerkingen:

Voor het isoleren van een variabele breng je de variabele zelf naar de linkerkant van de vergelijking en breng je alle losse getallen naar de rechterkant van de vergelijking. Maak gebruik van de balansmethode bij het vrijmaken van een variabele.

#### Opgave 4

##### Deelvraag a

Als je breuken bij elkaar wilt optellen die niet dezelfde noemer hebben, moet je eerst de noemer gelijk maken. Om noemers van breuken gelijk te maken kun je gebruik maken van de rekenregel:

$$\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad}{bd} + \frac{cb}{bd} = \frac{ad+bc}{bd}.$$

##### Deelvraag b

Een heel getal kun je schrijven als een breuk met noemer één. Als je breuken bij elkaar wilt optellen die niet dezelfde noemer hebben, moet je eerst de noemer gelijk maken. Om noemers van breuken gelijk te maken kun je gebruik maken van de rekenregel:  $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad}{bd} + \frac{cb}{bd} = \frac{ad+bc}{bd}$ .

##### Deelvraag c

Je kunt de rekenregels voor machten gebruiken om formules te herleiden tot eenvoudigere vormen. Machten met hetzelfde grondtal kun je met elkaar vermenigvuldigen. Hiervoor kun je gebruik maken van de rekenregel:  $a^p \cdot a^q = a^{p+q}$ . Machten met hetzelfde grondtal en dezelfde exponent mag je bovendien bij elkaar optellen.

##### Deelvraag d

Je kunt de rekenregels voor machten gebruiken om formules te herleiden tot eenvoudigere vormen. Als je de macht van een product wil berekenen, dan neem je elke factor tot die macht:  $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$ . Als je de macht van een macht wil berekenen, dan moet je de exponenten met elkaar vermenigvuldigen:  $(a^p)^q = a^{pq}$ . Bij een negatief getal met een macht moet je kijken of de macht even of oneven is. Als de exponent een even getal is, dan is de uitkomst positief. Als de exponent een oneven getal is dan is de uitkomst negatief.

##### Deelvraag e

Neem onderstaande opmerkingen zorgvuldig door:

- Een handige manier om een breuk door een breuk te delen is om van de deling een vermenigvuldiging te maken. Delen door een breuk is hetzelfde als vermenigvuldigen met het omgekeerde:  $\frac{a}{b} : \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \cdot \frac{d}{c}$
- Bij het vermenigvuldigen van breuken moeten de tellers met elkaar worden vermenigvuldigd en de noemers met elkaar worden vermenigvuldigd:  $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$ . Een heel getal kun je schrijven als een breuk met noemer één.
- Om de haakjes van een som met de vorm  $(a - b)^2$  weg te werken, maak je gebruik van de rekenregel  $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- Reduceer de breuk tot zijn eenvoudigste vorm waarin teller en noemer zo klein mogelijk zijn. Een breuk vereenvoudigen wordt gedaan door de teller en de noemer van een breuk door hetzelfde getal te delen.

#### Opgave 5

##### Deelvraag a

Stap 1: Zet de procentuele toename om in een vermenigvuldigingsfactor. Om een procentuele toename om te zetten in een vermenigvuldigingsfactor kun je de volgende formule gebruiken:  $\text{vermenigvuldigingsfactor} = \frac{100 + \text{procentuele toename}}{100}$



Stap 2: Bereken de nieuwe waarde. Om de nieuwe waarde te berekenen kun je de volgende formule gebruiken:  $Nieuw = vermenigvuldigingsfactor \cdot Oud$

#### Deelvraag b

Stap 1: Zet de procentuele afname om in een vermenigvuldigingsfactor. Om een procentuele afname om te zetten in een vermenigvuldigingsfactor kun je de volgende formule gebruiken:  $vermenigvuldigingsfactor = \frac{100 - procentuele\ afname}{100}$

Stap 2: Bereken de oude waarde. Om de oude waarde te berekenen kun je de volgende formule gebruiken:  $Oud = \frac{Nieuw}{vermenigvuldigingsfactor}$

#### Opgave 6

Stap 1: Maak een tabel met de toenames

Noteer in een tabel voor ieder interval ( $\Delta x$ ) de bijbehorende verandering op de y-as ( $\Delta y$ ). De gemiddelde verandering per interval kan je berekenen met behulp van de volgende formule:  $gemiddelde\ verandering = \frac{\Delta y}{\Delta x}$

Stap 2: Zet de toenames in een diagram uit.

Teken de toenames ( $\Delta y$ ) als verticale lijnstukjes bij de rechtergrens van het interval ( $\Delta x$ )

Stap 3: Zet namen bij de assen.

Bij de horizontale as zet je het bijschrift 'x' neer en bij de verticale as zet je het bijschrift ' $\Delta y$ ' neer.

#### Opgave 7

Schrijf de verhouding als een breuk. Voor het omzetten van een verhouding naar een breuk kun je de volgende rekenregel gebruiken:  $a : b : c = \frac{a}{a+b+c} : \frac{b}{a+b+c} : \frac{c}{a+b+c}$

De teller telt het aantal delen. De noemer benoemt hoeveel delen nodig zijn om tot 1 geheel te bekomen.

## Zelfregulatie feedback

---

### **Opgave 1**

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 45a (H3), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 1 en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 1.

### **Opgave 2**

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 23c (H3), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 2 en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 2.

### **Opgave 3**

#### Deelvraag a

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 11b (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 3a en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 3a.

#### Deelvraag b

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 16a (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 3b en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 3b.

### **Opgave 4**

#### Deelvraag a

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 40a (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 4a en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 4a.

#### Deelvraag b

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 39f (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 4b en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 4b.

#### Deelvraag c

Bekijk de methode van aanpak bij de opgaven 44a en 45c (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 4c en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 4c.

#### Deelvraag d

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 47f (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 4d en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 4d.

#### Deelvraag e

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 42c en/of 34c (H6), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 4e en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 4e.

### **Opgave 5**

#### Deelvraag a

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 6b (H1), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 5a en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 5a.

#### Deelvraag b

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 4a (H1), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 5b en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 5b.

**Opgave 6**

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 19 (H5), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 6 en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 6.

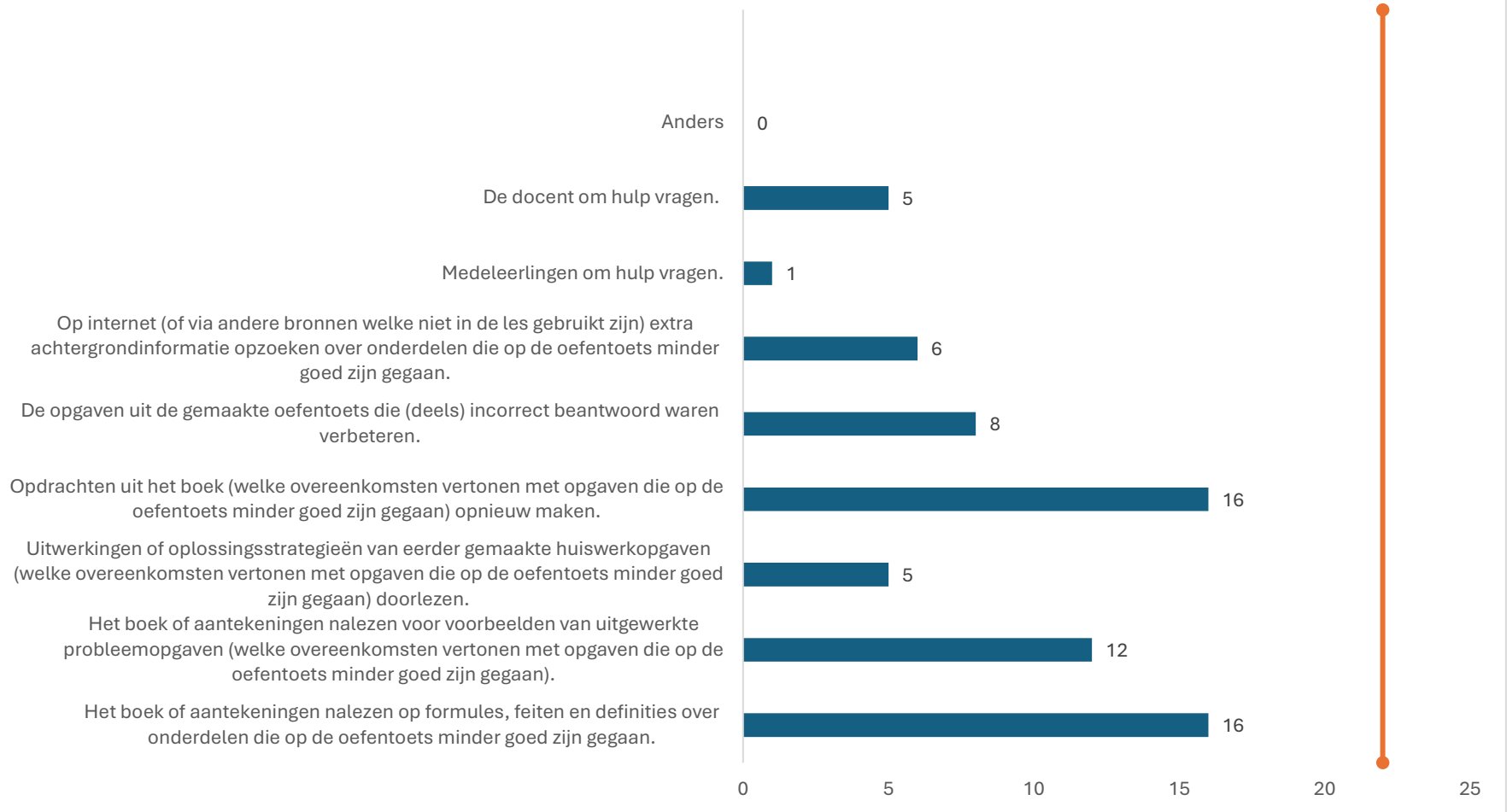
**Opgave 7**

Bekijk de methode van aanpak bij opgave 14a (H1), vergelijk deze methode met jouw eigen aanpak bij opgave 7 en breng op basis hiervan verbeteringen aan bij opgave 7.

## Bijlage F: Alternatieve weergave resultaten deelvraag b

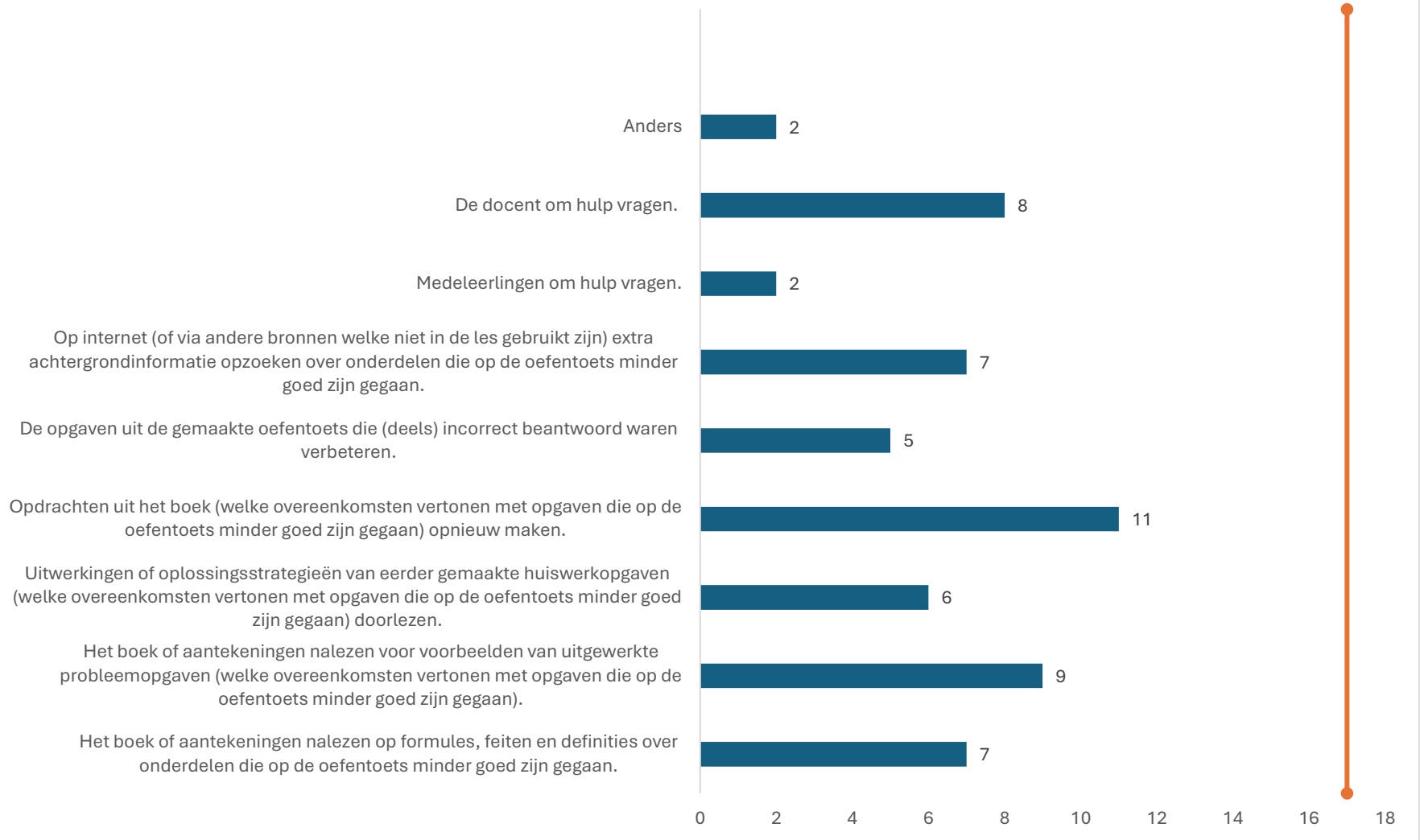
In Figuur 10, Figuur 11, Figuur 12 en Figuur 13 is de absolute frequentie van leerlingen dat binnen een onderzoeksgroep de intentie uitte om een vooraf gedefinieerde vervolgactie te ondernemen weergegeven. In alle figuren is met een oranje gekleurde verticale streep aangegeven hoeveel respondenten er binnen de onderzoeksgroep aanwezig waren.

## Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen taak feedback op de oefentoets



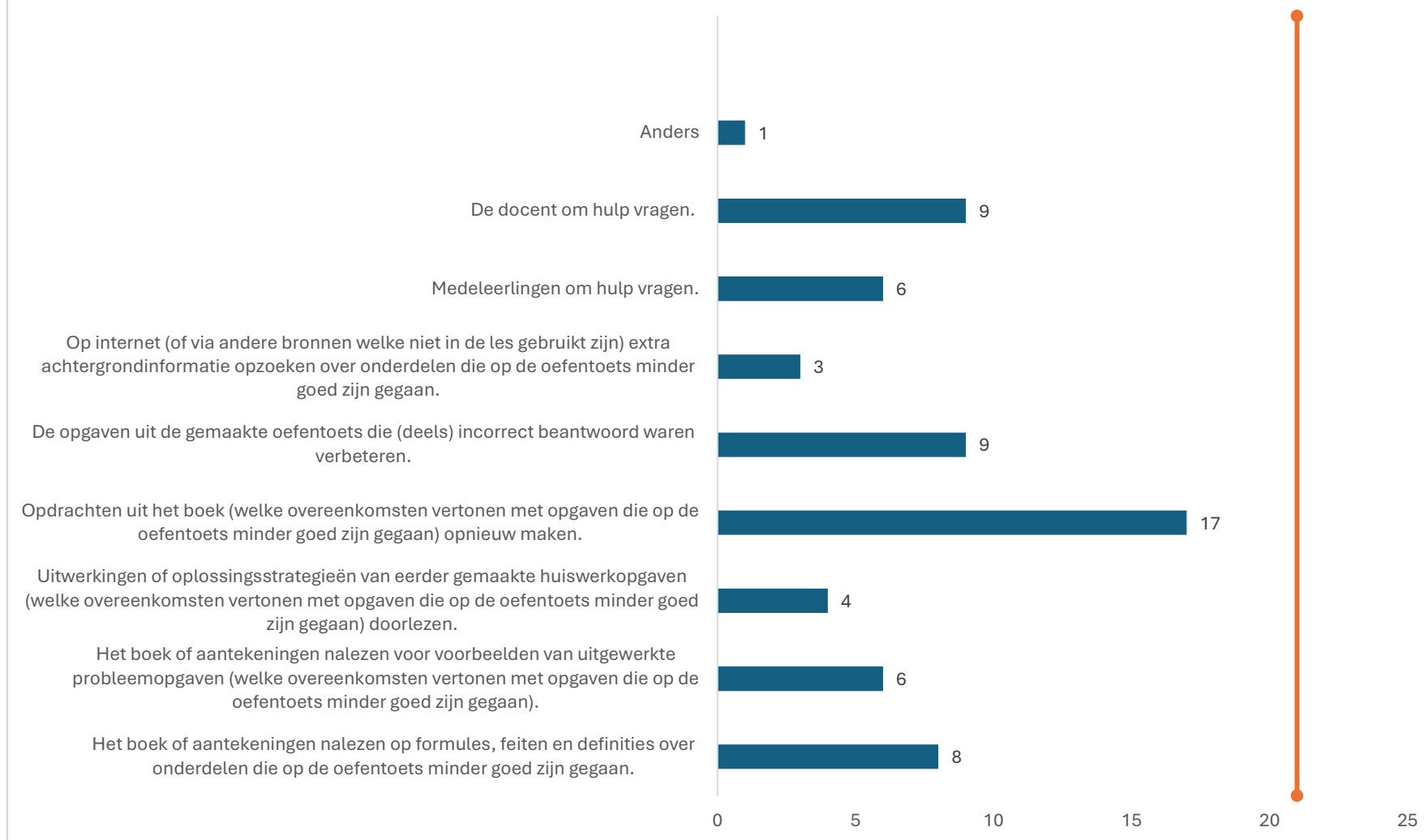
Figuur 10: Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen taakfeedback op de oefentoets.

## Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen proces feedback op de oefentoets



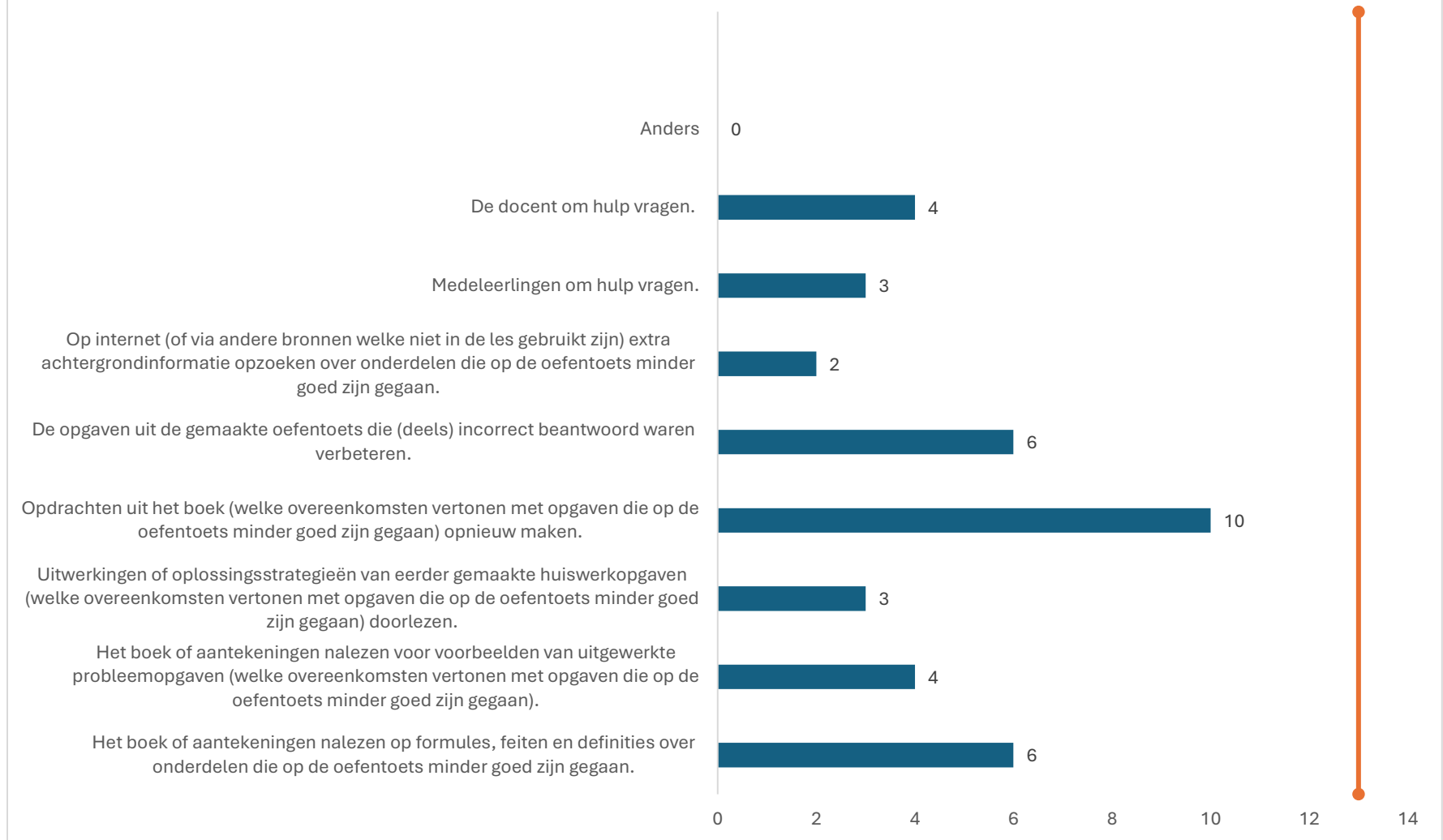
Figuur 11: Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen proces feedback op de oefentoets.

## Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen zelfregulerende feedback op de oefentoets (1)



Figuur 12: Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen zelfregulerende feedback op de oefentoets (1).

## Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen zelfregulerende feedback op de oefentoets (2)



Figuur 13: Geplande vervolgstappen naar aanleiding van de verkregen zelfregulerende feedback op de oefentoets (2).



